

# Priročnik za radioamaterje





# PRIROČNIK ZA RADIOAMATERJE

## Tretja dopolnjena izdaja

JURE VRANIČAR, S57XX

ANDREJ SOUVENT, S51BW

BAJKO KULAUZOVIĆ, S57BBA

DRAGO GRABENŠEK, S59AR

### **Revizijo pripravili:**

Perpar Zdenko, S51WQ

Bojan Majhenič, S52ME

Tilen Cestnik, S56CT

### **Grafična priprava:**

Dragan Selan, S55Z

### **Oblikovanje ovitka:**

Andrej Koželj

ZVEZA RADIOAMATERJEV SLOVENIJE

PEKRE 2019

## **15 LET KASNEJE ALI 23 LET OD PRVE IZDAJE**

Pred vami je že tretja dopolnjena izdaja Priročnika za radioamaterje. V letih prve in druge izdaje se je marsikaj spremenilo. Dobili smo nova frekvenčna področja. Spremenila se je na nekaterih področjih tudi zakonodaja. Predvsem je elektronika skokoma napredovala, kar se odraža v novih načinih komunikacij in samih elektronskih naprav. V tej izdaji smo tudi dopolnili nekatera poglavja iz naših dejavnosti, ki so bila po mnenju nekaterih članov preskromno obravnavana. Tudi ta izdaja je vsebinsko urejena kot priročnik za člane in učbenik za bodoče radioamaterje operatorje. Prepričan sem, da bo v tej obliki še nadalje izpolnjeval svojo namembnost.

Hvala vsem avtorjem, ki so zasnovali Priročnik za radioamaterje pred leti in pa vsem, ki so kakorkoli prispevali k njegovi posodobitvi.

Pekre 2019

Bojan Majhenič, S52ME  
Predsednik ZRS

## PRIROČNIK ZA RADIOAMATERJE

Tretja dopolnjena izdaja

Revidiral: Perpar Zdenko, S51WQ  
Sodeloval: Bojan Majhenič, S52ME

Izdala in založila: Zveza radioamaterjev Slovenije – ZRS  
Pekre 2019

Za ZRS: Bojan Majhenič, predsednik  
Grafični priprava: S5TEHNIKA.net d.o.o.  
Tisk: Tiskarna Evrografis d.o.o.  
Naklada: 500 izvodov

© 2019 Zveza radioamaterjev Slovenije

CIP – Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica Ljubljana

379.826:621.396

PRIROČNIK za radioamaterje, tretja izdaja / avtorji Jure Vraničar ...(et al.). – Ljubljana : Zveza radioamaterjev Slovenije, 2004-04-09

ISBN 961-90200-0-6

1. Vraničar, Jure  
2.  
48862720

Vse pravice so pridržane. Noben del te knjige ne sme biti reproduciran, shranjen ali prepisan v kateri koli obliki oziroma na kateri koli način bodisi elektronsko, mehansko, z fotokopiranjem snemanjem ali kako drugače, brez predhodnega dovoljenja lastnikov avtorskih pravic.

Dovoljeni so izvlečki iz knjige, za osebne potrebe radioamaterjev, za tečaje ali izobraževalne tabore.

## **PREDGOVOR K TRETJI DOPOLJNENI IZDAJI**

Od zadnje izdaje leta 2004 se je v 14 letih pokazala potreba po dopolnitvi in posodobitvi nekaterih postavk v priročniku. Spremenili so se nekateri členi v SPLOŠNEM AKTU o pogojih za uporabo radijskih frekvenc, namenjenih radioamaterski in radioamaterski satelitski storitvi. Pridobili smo nova frekvenčna področja. Nekatere radioamaterske dejavnosti so bile v prejšnjih izdajah skromno obravnavane, kar je v tej izdaji zdaj dopolnjeno. V tem priročniku so razne radioamaterske dejavnosti bolj podrobno obravnavane in podane. Prav tako je tudi na področju elektronike nastalo kar nekaj posodobitev. Sama ZRS pa se je razvila in tudi pridobila nove objekte in naprave. Dodane so novejšie fotografije in skice. Posodobljen priročnik bo zagotovo v pomoč vsem operatorjem, kar je tudi njegov namen.

Avtorji

Pekre 2019

## **PREDGOVOR K DRUGI IZDAJI**

Od izida Priročnika za radioamaterje je minilo devet let. Še več, skoraj enajst let je minilo od prvega sestanka ekipe avtorjev, ki so bili pripravljeni prevzeti odgovornost za pripravo knjige, ki bi radioamaterjem - operaterjem strnjeno, na enem mestu in v domači besedi nudila osnovna znanja za pripravo na radioamaterske izpite vseh operaterskih razredov. Veselilo nas je, da po knjigi niso segali le stari in bodoči radioamaterji, temveč tudi mnogi drugi - tisti, ki so se na svoji poklicni poti prvič srečali z osnovami radijskih komunikacij in elektrotehnike.

Z leti je prva izdaja Priročnika za radioamaterje pošla. Odločitve za pripravo popravljene in prenovljene izdaje pa nikakor ni in ni bilo. K temu je, po našem mnenju, najbolj pripomogla spreminjajoča se zakonodaja, za katero še danes ne moremo zanesljivo trditi, kaj nam bo prinesla čez nekaj mesecev ali let. Upamo, da smo se poglavij, ki govorijo o zakonski ureditvi našega konjička, lotili na način, ki podaja osnovne informacije tako, da bodo le te ostale aktualne tudi čez čas, ko se bodo obljubljeni in zelene spremembe dogodile.

Od nastanka prvega Priročnika za radioamaterje dalje so se pojavljala mnenja, da knjiga, ki se v prenovljeni obliki nahaja pred vami, ni priročnik, temveč učbenik. Po mnenju kritikov bi moral priročnik vsebovati več praktičnih načrtov za samogradnjo, vključene bi morale biti teme, ki so nekaterim ljube, in podobno. Kaj naj odgovorimo tem, katerih predlogi se niso upoštevali? Osnova za zgradbo Priročnika za radioamaterje je bil in ostaja tudi v naprej HAREC (Harmonized Amateur Radio Examination Certificate), ki predpisuje potrebna znanja za opravljanje mednarodno priznanih radioamaterskih izpitov. Za marsikoga že ta, najosnovnejša znanja, predstavljajo zelo trd oreh. Zavedajmo se, da se z radioamaterstvom ne ukvarjajo le strokovnjaki elektrotehniške stroke, temveč tudi množica drugih. Ne odženimo potencialnih radioamaterjev s tem, da jim v roke porinemo preobsežno gradivo s pripombo: Saj ni potrebno vsega znati. Dajmo jim osnovo za začetek, v nadaljevanju pa jim pomagajmo in pokažimo, kje in kako lahko izvedo več o temah, ki jih še posebno zanimajo.

Glede imena samega, Priročnik za radioamaterje, pa lahko rečemo, da večine bralcev ni motilo. Zaradi tega avtorji nismo čutili potrebe, da bi ga kakorkoli spreminjali.

Sama zgradba Priročnika je ostala nespremenjena in se v osnovi deli na dva dela:

## I. RADIOAMATERJI IN RADIJSKE KOMUNIKACIJE

Poglavja Radioamaterstvo – ljubiteljstvo, gibanje, organizacije, Radijske komunikacije, Pravila in praksa v amaterskih radijskih komunikacijah je pregledal in posodobil Drago Grabenšek, S59AR. Podpoglavje Amaterske digitalne komunikacije je posodobil Bajko Kulauzović, S57BBA, pri podpoglavju SSTV in FSTV (ATV) zveze je sodeloval Mijo Kovačević, S51KQ.

## II. ELEKTROTEHNIKA IN RADIOTEHNIKA

Poglavja Električni tok, napetost in upornost, Ohmov zakon in moč, Tuljave in kondenzatorji, Valovanje, Razširjanje radijskih valov, Antene, Napajanje anten, Motnje in Nevarnosti pri delu z električnim tokom je posodobil Jure Vraničar, S57XX.

Poglavja Filtri, Radijski valovi in prenos informacij, Radijski oddajniki in Radijski sprejemniki je posodobil Andrej Souvent, S51BW.

Poglavja Polprevodniki, Elektronske cevi, Mikrofoni in zvočniki, Ojačevalniki, Napajalniki in Meritve in merilni inštrumenti je posodobil Bajko Kulauzović, S57BBA.

V Prilogah se nahaja nekaj posodobljenih podatkov in tabel, ki nam koristijo v vsakodnevni radio-amaterski praksi.

Večino slik v Priročniku je uredil Jure Vraničar, S57XX, ki je poskrbel tudi za vnos vseh popravkov in sprememb v besedilu. Nekaj slik (fotografij), ki služijo popestritvi besedil, smo našli na svetovnem spletu s pomočjo spletnega iskalnika ([www.google.com](http://www.google.com)), nekaj pa v arhivu ZRS.

Bralcu, ki bo primerjal obe izdaji Priročnika prav gotovo ne bo ušlo, da se besedila večine poglavij vsaj bistveno ne razlikujejo. To je razumljivo, saj nismo imeli namena na novo pisati. Avtorji upamo, da pri odganjanju starih tiskarskih škratov nismo prebudili novih – za vse morebitne napake se opravičujemo.

Vsekakor dela ne bi pripeljali do konca brez sodelovanja Jožeta Vehovca, S51EJ. Za vse nasvete, predloge in opravljeno tehnično recenzijo se mu vsi avtorji najlepše zahvaljujemo.

Avtorji

Ljubljana, april 2004

## **BESEDA AVTORJEV (K PRVI IZDAJI LETA 1995)**

Generacije naših radioamaterjev so za priprave na operaterske izpite in tudi v vsakdanji praksi uporabljale tujo strokovno literaturo. Starejši radioamaterji dobro poznajo publikacije, kot so na primer The ARRL Handbook for Radio Amateurs, Amateurfunk Handbuch, Priručnik za radio-amatere operatore, Radio priručnik za amatere i tehničare, Amaterske radio-komunikacije idr. Pomembno izobraževalno vlogo so imele tudi različne skripte, izdane ob tehničnih seminarjih ZRS in v organizaciji radioklubov. Kljub velikim željam in potrebam je bila radioamaterska tiskana beseda izredno skromna - vse do danes, ko smo slovenski radioamaterji ob 100-letnici radia in ob skorajšnji 50-letnici ZRS dobili prvi slovenski priročnik za radioamaterje - operaterje.

Ko smo se obvezali, da pripravimo priročnik, smo imeli na voljo tudi gradivo, ki ga uporabljajo za operaterske izpite v Kanadi. Kanadska radioamaterska zveza je ljubeznivo dovolila, da ZRS uporabi njihov priročnik oziroma da ga lahko prevedemo v slovenščino. In del tega smo tudi opravili. Medtem smo na ZRS dobili besedilo CEPT priporočila T/R 61-02 (HAREC-Harmonized Amateur Radio Examination Certificate). Po pregledu le-tega in ponovnem pregledu kanadskega gradiva smo ocenili, da je najbolje, če vsebino priročnika povsem uskladimo s HAREC priporočili. Po dogovoru z upravnim odborom ZRS smo napravili novo konstrukcijo priročnika. Tu je priskočil na pomoč Jože Vehovc, S51EJ, ki je bil z nami vse do konca opravljenega dela.

Priročnik je vsebinsko razdeljen na dva glavna dela:

### **I. RADIOAMATERJI IN RADIJSKE KOMUNIKACIJE**

Poglavja Radioamaterstvo-ljubiteljstvo, gibanje, organizacija, Radijske komunikacije, Predpisi za amaterske radijske komunikacije ter Pravila in praksa v amaterskih radijskih komunikacijah je napisal Drago Grabenšek, S59AR. Podpoglavje Amaterske digitalne komunikacije sta pripravila Andrej Souvent, S51BW in Bajko Kulauzović, S57BBA, podpoglavje Amaterske SSTV in FSTV (ATV) zveze pa Mijo Kovačević, S51KQ.

### **II. ELEKTROTEHNIKA IN RADIOTEHNIKA**

Poglavja Električni tok, napetost in upornost, Ohmov zakon in moč, Tuljave in kondenzatorji, Valovanje, Razširjanje radijskih valov, Antene, Napajanje anten, Motnje in Nevarnost pri delu z električnim tokom je napisal Jure Vraničar, S57XX.

Poglavja Filtri, Radijski valovi in prenos informacij, Radijski oddajniki in Radijski sprejemniki je napisal Andrej Souvent, S51BW.

Poglavja Polprevodniki, Elektronske cevi, Mikrofoni in zvočniki, Ojačevalniki, Napajalniki in Meritve in merilni inštrumenti je napisal Bajko Kulauzović, S57BBA.

Pri nekaterih podpoglavjih iz osnov elektrotehnike je sodeloval Srečo Vrčon, S53VS, za kar se mu najlepše zahvaljujemo. V dodatku so priloge k besedilu priročnika in tudi nekaj drugih koristnih po-



datkov za vsakdanjo radioamatersko prakso. Slike v tehničnem delu priročnika je narisal Jure Vraničar, S57XX. Grafične prikaze in obrazložitve frekvenčnih pasov v 1. regionu IARU so pripravili Branko Zemljak, S57C, Herman Kaplja, S57BUM in Robert Vilhar, S53WW.

Priročnik je rezultat teamskega dela, v katerega smo skušali vnesti čimveč lastne ustvarjalne besede ob pomoči virov, ki so navedeni na koncu priročnika. Upamo, da je besedilo napisano privlačno in razumljivo. Vemo pa tudi, da je o radioamaterski dejavnosti veliko težje pisati, kot pa se z njo ukvarjati. Avtorji poznamo oboje - kako nam je uspelo, ocenite sami!

Besedilo smo pred tiskom skrbno pregledali, spodili tiskarske (računalniške) škrate, vendar je verjetno kakšen še ostal - za vse morebitne napake se opravičujemo.

Zahvaljujemo se Jožetu Vehovcu, S51EJ, za vse nasvete in opravljeno tehnično recenzijo. Zahvala tudi lektorici Nini Grabenšek, ki je s skrbnim očesom postavila marsikatero besedo ali ločilo na pravo mesto, in Tatjani Šoštarič, ki je v računalnik spretno vnašala naša besedila, popravke, dopolnila... Prav tako iskrena hvala vsem drugim, ki so kakorkoli pomagali pri pripravi in zaključnih delih S5 priročnika.

Avtorji

Ljubljana, marec 1995



## VSEBINA

<b>I. RADIOAMATERJI IN RADIJSKE KOMUNIKACIJE</b>	<b>17</b>
<b>I. RADIOAMATERJI IN RADIJSKE KOMUNIKACIJE</b>	<b>18</b>
1. RADIOAMATERSTVO - LJUBITELJSTVO, GIBANJE, ORGANIZACIJA	18
1.1 ZGODOVINA, RAZVOJ IN POMEN RADIOAMATERSTVA	18
1.2. MEDNARODNA RADIOAMATERSKA ORGANIZACIJA - IARU	25
1.3. ZVEZA RADIOAMATERJEV SLOVENIJE - ZRS	26
2. RADIJSKE KOMUNIKACIJE	29
2.1. OSNOVNI POJMI O RADIJSKIH KOMUNIKACIJAH	29
2.2. MEDNARODNA RAZDELITEV RADIJSKIH FREKVENC	31
3. PREDPISI ZA AMATERSKE RADIJSKE KOMUNIKACIJE	32
3.1. MEDNARODNI PREDPISI	32
3.2. SLOVENSKI PREDPISI	33
3.3. PRIPOROČILI CEPT T/R 61-01 IN T/R 61-02	34
4. PRAVILA IN PRAKSA V AMATERSKIH RADIJSKIH KOMUNIKACIJAH	36
4.1. VZPOSTAVLJANJE AMATERSKIH RADIJSKIH ZVEZ	36
4.1.1. NAČINI VZPOSTAVLJANJA ZVEZ	36
4.1.2. KLICNI ZNAKI	37
4.1.3. Q - KOD	39
4.1.4. RST SISTEM (RST-KOD)	40
4.1.5. KRATICE	41
4.2. AMATERSKE ZVEZE V TELEGRAFIJI	43
4.2.1. MORSE-KOD	43
4.2.2. VSEBINA ZVEZE	44
KLICANJE	44
VZPOSTAVITEV ZVEZE	45
IZMENJAVA OSTALIH PODATKOV	45
ZAKLJUČEK ZVEZE	46
IN ŠE O TELEGRAFIJI	46
4.3. AMATERSKE ZVEZE V TELEFONIJI	47
4.3.1. VSEBINA ZVEZE	47
4.3.2. MEDNARODNA IN SLOVENSKA TABLICA ČRKOVANJA	47
4.4. AMATERSKE DIGITALNE KOMUNIKACIJE	48
4.4.1. RTTY	48
4.4.2. AMTOR	49
4.4.3. PACTOR	49
4.4.4. G-TOR	50
4.4.5. PSK31	50
4.4.6. WSJT	50
4.4.7. PACKET RADIO	51
OPREMA ZA PACKET RADIO	52
DELO NA PACKET RADIU	53
PARAMETRI	54
4.4.8. APRS	55
4.4.9. MGM	55
4.5. AMATERSKE SSTV IN FSTV (ATV) ZVEZE	55
4.5.1. SSTV IN FAX ZVEZE	55
4.5.2. FSTV (ATV) ZVEZE	56
4.6. DNEVNIK DELA RADIJSKE POSTAJE	57
4.7. QSL KARTICA	58
4.8. ČASOVNE CONE IN KOORDINIRANI UNIVERZALNI ČAS (UTC)	59

## VSEBINA

4.9. UNIVERZALNI LOKATOR	60
VELIKA POLJA (FIELDS)	60
POLJA (SQUARES)	60
MALA POLJA (SUBSQUARES)	61
4.10. RADIOAMATERSKA	61
TEKMOVANJA	61
4.11. RADIOAMATERSKE DIPLOME	62
4.12. RADIOAMATERSKA MORALA	63
IN KODEKSI	63
4.13. AKTIVNOSTI RADIOAMATERJEV OB NESREČAH IN NEVARNOSTIH	64
4.14. ARON IN KODEKS ARON	65
KODEKS ARON	65
4.15. RADIOAMATERSKE SPECIALNOSTI - DEJAVNOSTI	67
4.15.1 AMATERSKO RADIJSKO GONIOMETRIRANJE	67
4.15.2 REPETITORSKE KOMUNIKACIJE	69
4.15.3 SATELITSKE KOMUNIKACIJE	72
4.15.4 MS, METEORITSKE SLEDI	74
4.15.5 EME, ODBOJ OD LUNE	75
4.15.6 ODBOJ OD OBJEKTOV	77
4.15.7 ZVEZE S POMOČJO RAČUNALNIKA	77
4.15.8 RADIJSKI SVETILNIKI	78
4.15.9 SWL, SPREJEMNA RADIJSKA POSTAJA	78
<b>II. ELEKTROTEHNIKA IN RADIOTEHNIKA</b>	<b>79</b>
5. ELEKTROTEHNIKA	80
5.1. ELEKTRIČNI TOK, NAPETOST IN UPORNOST	80
5.1.1. OSNOVNA TEORIJA ATOMOV	80
5.1.2. ELEKTRIČNO POLJE IN POTENCIAL	81
5.1.3. ELEKTRIČNI TOK	82
5.1.4. ELEKTRIČNA NAPETOST	82
5.1.5. PREVODNIKI IN NEPREVODNIKI	82
5.1.6. ELEKTRIČNA UPORNOST	83
5.1.7. MAGNETNO POLJE TRAJNEGA MAGNETA	84
5.1.8. ENOSMERNI TOK	84
5.1.9. VIRI ENOSMERNEGA TOKA	85
5.1.11. ELEKTRIČNE SHEME	87
5.1.12. IZMENIČNI TOK	87
5.1.13. VIRI IZMENIČNEGA TOKA	88
5.1.14. OSNOVNI GENERATOR IZMENIČNEGA TOKA	88
5.1.15. SINUSNA OBLIKA SIGNALA	89
5.1.16. DRUGE OBLIKE SIGNALOV	90
5.1.17. NAPETOSTNI PARAMETRI IZMENIČNEGA SIGNALA	91
5.2. OHMOV ZAKON IN MOČ	92
5.2.1. OHMOV ZAKON	92
5.2.2. UPORABA OHMOVEGA ZAKONA	92
5.2.3. ZAPOREDNA IN VZPOREDNA	94
VEZAVA UPOROV	94
ZAPOREDNA VEZAVA UPOROV	94
VZPOREDNA VEZAVA UPOROV	94
5.2.4. ZAPOREDNO - VZPOREDNE VEZAVE UPOROV	95
5.2.5. PADEC NAPETOSTI IN NOTRANJA UPORNOST GENERATORJA	96
5.2.6. KIRCHHOFFOVI ZAKONI	97
5.2.7. ELEKTRIČNA MOČ	98
MOČ PRI IZMENIČNIH VELIČINAH	99
PRENOS MOČI	99

IZKORISTEK SISTEMA	99
5.2.8. ELEKTRIČNA ENERGIJA	100
5.2.9. DECIBEL	100
5.3. TULJAVE IN KONDENZATORJI	101
5.3.1. INDUKTIVNOST IN TULJAVE	101
ZAPOREDNA IN VZPOREDNA VEZAVA TULJAV	103
INDUKTIVNA REAKTANCA	103
REALNA TULJAVA	104
5.3.2 TRANSFORMATOR	104
VEZAVE TRANSFORMATORJEV	106
5.3.3. KAPACITIVNOST IN KONDENZATORJI	106
DELOVNA NAPETOST KONDENZATORJA	108
VZPOREDNA IN ZAPOREDNA VEZAVA KONDENZATORJEV	108
KAPACITIVNA REAKTANCA	108
5.3.4. REAKTANCA, IMPEDANCA IN	109
RESONANCA	109
REAKTANCA	109
IMPEDANCA	109
RESONANCA	109
5.4. FILTRI	110
5.4.1. ZAPOREDNI NIHAJNI KROG	110
5.4.2. VZPOREDNI NIHAJNI KROG	111
5.4.3. VRSTE FILTROV	112
5.5. POLPREVODNIKI	113
5.5.1. POLPREVODNIK	113
5.5.2. POLPREVODNIK S PRIMESMI	113
PN SPOJ	113
5.5.3. DIODA	114
5.5.4. UPORABA DIODE V ELEKTRONSKIH VEZJIH	114
5.5.5. POSEBNE VRSTE DIOD	114
5.5.6. BIPOLARNI TRANZISTOR	116
5.5.7. UNIPOLARNI TRANZISTOR	117
5.5.8. OSTALI POLPREVODNIŠKI ELEMENTI	117
5.5.9. INTEGRIRANA VEZJA	118
5.5.10. ANALOGNA INTEGRIRANA VEZJA	118
5.5.11. OSNOVNA LOGIČNA VEZJA	119
05.06.01 ELEKTRONSKE CEVI	120
5.7. MIKROFONI	121
5.7.1. MIKROFONI	121
OGLENI MIKROFON	121
KONDENZATORSKI MIKROFON	121
DINAMIČNI MIKROFON	121
KRISTALNI MIKROFON	122
5.7.2. ZVOČNIK	122
5.8. OJAČEVALNIKI	122
5.8.1. NIZKOFREKVENČNI OJAČEVALNIK	122
5.8.2. RAZREDI DELOVANJA OJAČEVALNIKOV	122
5.8.3. VISOKOFREKVENČNI OJAČEVALNIK	123
5.9. NAPAVALNIKI	123
5.9.1. USMERNIK	124
5.9.2. GLADILNIK	124
5.9.3. STABILIZATOR	124
5.9.4. ZAŠČITA	125
5.9.5. IZVEDBA NAPAVALNIKA	125
6. RADIOTEHNIKA	126

## VSEBINA

6.1. RADIJSKI VALOVI IN PRENOS	126
INFORMACIJ	126
6.1.1. SIGNALI	126
6.1.2. MODULACIJA	128
AMPLITUDNA MODULACIJA (AM)	129
FREKVENČNA MODULACIJA (FM)	130
FAZNA MODULACIJA (PM)	131
TELEGRAFIJA (CW)	131
6.2. RADIJSKI ODDAJNIKI	131
6.2.1. OSCILATORJI	131
6.2.2. RF SINTETIZATORJI	132
PLL SINTETIZATOR	132
DIREKTNI DIGITALNI SINTETIZATOR (DDS)	133
6.2.3. CW ODDAJNIKI	134
6.2.4. SSB ODDAJNIKI	135
6.2.5. FM ODDAJNIKI	136
6.3. RADIJSKI SPREJEMNIKI	136
6.3.1. ŠUM	136
TERMIČNI ŠUM	136
ŠUM OKOLICE	137
RAZMERJE SIGNAL/ŠUM	137
ŠUMNI FAKTOR, ŠUMNO ŠTEVILO IN	137
EKVIVALENTNA ŠUMNA TEMPERATURA	137
6.3.2. OSNOVNI POJMI	138
SELEKTIVNOST	138
INTERMODULACIJSKO POPAČENJE	139
6.3.4. SPREJEMNIK Z DIREKTNIM MEŠANJEM	139
6.3.5. SUPERHETERODINSKI SPREJEMNIK	140
6.3.6. SDR SPREJEMNIK	142
MOTIVACIJA IN CILJI	142
SDR STROJNA OPREMA	142
6.4. VALOVANJE	144
6.4.1. ELEKTROMAGNETNI VALOVI	144
6.4.2. FREKVENČNA DELITEV	144
6.5. RAZŠIRJANJE RADIJSKIH VALOV	145
6.5.1. ELEKTROMAGNETNO VALOVANJE	145
POLARIZACIJA	146
ODBOJ, LOM IN UKLON VALOVANJA	146
6.5.2. ZEMELJSKA ATMOSFERA	146
6.5.3. DELITEV RADIJSKIH VALOV GLEDE NA NAČIN ŠIRJENJA	147
6.5.4. AKTIVNOST SONCA - SOLARNI CIKLUS	148
VPLIV AKTIVNOSTI SONCA NA POSAMEZNE SLOJE ATMOSFERE	148
MOTNJE V IONOSFERI	149
6.5.5. KRITIČNA FREKVENCA, NAJVIŠJA IN NAJNIŽJA UPORABNA FREKVENCA	149
6.5.6. FEDING	150
6.5.7. POGOJI RAZŠIRJANJA VALOV NA DV, SV IN KV FREKVENČNIH PASOVIH	150
6.5.8. POGOJI RAZŠIRJANJA VALOV NA UKV FREKVENČNIH PASOVIH	151
TEMPERATURNI INVERZIJA	152
SPORADIČNI E SLOJ - ES	152
ODBOJ OD METEORITSKIH SLEDI - MS	152
ODBOJ OD POLARNE SVETLOBE - AURORA	153
TRANSALPSKA PROPAGACIJA - TAP	153
TRANSEKVATORIALNA PROPAGACIJA - TEP	153
DELO Z ODBOJEM OD LUNE - EME	153
DELO PREKO UMETNIH SATELITOV	154
6.5.9. ZNAČILNOSTI NEKATERIH UKV PASOV	154
6.5.10. VPLIV VIŠINE ANTENE NA DOSEG VALOV	154

6.6. ANTENE	156
6.6.1. ANTENA IN NJENA DOLŽINA	156
6.6.2. POLVALNI DIPOL	156
RAZPOREDITEV TOKA IN NAPETOSTI - IMPEDANCA ANTENE	156
SEVALNA UPORNOST	157
SKRAJŠEVALNI FAKTOR	157
6.6.3 OJAČENJE ANTENE IN USMERJENOST SEVANJA	157
KARAKTERISTIKE SEVANJA	158
DEFINICIJA OJAČENJA ANTENE	158
REFERENČNE ANTENE	159
OJAČENJE ANTENE, EFEKTIVNA IZSEVANA MOČ - ERP	159
6.6.4. PRAKTIČNE OBLIKE ANTEN	159
POLVALNI DIPOL	159
ANTENA OBRNJENI V - INVERTED V	160
ZAPRT POLVALNI DIPOL	160
DIPOL ANTENE ZA DELO NA VEČ FREKVENČNIH PASOVIH - MULTIBAND DIPOLI	161
YAGI ANTENA	161
ZANČNE (LOOP) ANTENE	162
LOGARITMIČNO - PERIODIČNE DIPOL	163
ANTENE	163
LONG - WIRE ANTENA (LW)	164
VERTIKALNE ANTENE	164
PARABOLIČNA ANTENA	165
UMETNA ANTENA	166
6.6.5. PASOVNA PREPUSTNOST ANTEN	166
6.6.6. POSTAVLJANJE ANTEN	166
6.7. NAPAJANJE ANTEN	167
6.7.1. NAPAJALNI VODI	167
6.7.2. KARAKTERISTIČNA IMPEDANCA VODA	167
6.7.3. VPLIV DIELEKTRIKA PRI ANTENSKIH VODIH	168
6.7.5. IZGUBE V NAPAJALNIH VODIH	168
6.7.6. PORAZDELITEV TOKA IN NAPETOSTI VZDOLŽ VODA - STOJNO VALOVANJE	169
6.7.7. ELEMENTI ZA PRILAGODITEV IN TRANSFORMACIJO	170
PRILAGODITEV VODA NA ANTENO	170
TRANSFORMATORJI IMPEDANCE	171
TRANSFORMATORJI ZA SIMETRIRANJE	171
ŠIROKOPASOVNI BALUN TRANSFORMATORJI	172
PRILAGODITEV ODDAJNIKA NA ANTENSKI VOD	172
6.7.8. NAPAJALNI VOD KOT ELEMENT ZA UGLAŠEVANJE	172
6.8. MOTNJE	173
6.8.1. VZROKI ZA NASTANEK MOTENJ IN UKREPI ZA PREPREČEVANJE	174
ANTENE	174
PRIKLJUČEK NA ELEKTRIČNO OMREŽJE	174
PARAZITNE OSCILACIJE	174
VIŠJE HARMONSKÉ FREKVENCE	174
MOTNJE ZARADI PREOBREMENITEV SPREJEMNIKA	174
MOTNJE ZARADI INTERMODULACIJSKIH POPAČENJ - IMD	174
OKLAPLJANJE IN BLOKIRANJE	175
6.8.2 VRSTE MOTENJ	175
RADIJSKE MOTNJE - RFI	175
TELEVIZIJSKE MOTNJE - TVI	175
DRUGE VRSTE MOTENJ	176
TEHNIČNI UKREPI ZA ZAGOTAVLJANJE ELEKTROMAGNETNE ZDRUŽLJIVOSTI	176
6.9. MERITVE IN MERILNI INŠTRUMENTI	176
6.9.1. MERITVE	176
MERJENJE NAPETOSTI	176
MERJENJE TOKA	176
NAPAKE PRI MERITVAH	177

## VSEBINA

MERJENJE UPORNOSTI	178
MERJENJE MOČI	178
MERJENJE STOJNEGA VALOVANJA	178
MERJENJE OBLIKE VF SIGNALA	178
MERJENJE FREKVENCE	178
6.9.2. MERILNI INŠTRUMENTI	179
INŠTRUMENT Z VRTLJIVO TULJAVICO	179
MULTIMETRI	180
REFLEKTOMETER	180
FREKVENČNI MERILNIKI	181
GRID-DIP METER	182
OSCILOSKOP	182
6.10. NEVARNOSTI PRI DELU Z ELEKTRIČNIM TOKOM	183
6.10.1. UČINKI ELEKTRIČNEGA TOKA NA ČLOVEKOVO TELO	183
6.10.2. ROKOVANJE IN POPRAVILO NAPRAV	183
6.10.3. VAROVALKA	183
6.10.4. ZELO VISOKE NAPETOSTI	184
6.10.5. STRELOVOD IN OZEMLJITEV	184
<b>III. PRILOGE</b>	<b>185</b>
<b>PRILOGE ZA OPERATORSKO DELO</b>	<b>186</b>
<b>PRILOGE TEHNIČNE NARAVE</b>	<b>262</b>



# **I. RADIOAMATERJI IN RADIJSKE KOMUNIKACIJE**

1 - RADIOAMATERSTVO - LJUBITELJSTVO, GIBANJE, ORGANIZACIJA

2 - RADIJSKE KOMUNIKACIJE

3 - PREDPISI ZA AMATERSKE RADIJSKE KOMUNIKACIJE

4 - PRAVILA IN PRAKSA V AMATERSKIH RADIJSKIH KOMUNIKACIJAH

# I. RADIOAMATERJI IN RADIJSKE KOMUNIKACIJE

## 1. RADIOAMATERSTVO - LJUBITELJSTVO, GIBANJE, ORGANIZACIJA

### 1.1 ZGODOVINA, RAZVOJ IN POMEN RADIOAMATERSTVA

Radio - amaterstvo - radioamaterstvo. Radio in amaterstvo sta vsak svoj pojem, združena pa pomenita radioamaterstvo.

RADIO dandanes vsi poznamo. Velika dobrina je postala sestavni del našega vsakdanjega življenja in le malokdaj pomislimo, da je to eno največjih odkritij človeškega uma v relativno kratkem času korenito spremenilo civilizacijo. Na ta fenomen - leta 2020 bomo praznovali 125-letnico radia - so posledično vezani odkritje televizije, prodor človeka v vesolje, preko razvoja komponent tudi računalništvo in danes skoraj ni človeške dejavnosti, ki bi ne bila tako ali drugače povezana z njim.

AMATERSTVO pomeni nepoklicno dejavnost - ljubiteljstvo (ukvarjanje s čim iz veselja). To pravzaprav ni povsem isto kot hobby (hobi - najljubše delo v prostem času, konjiček). Razliko je težko definirati, vsekakor pa jo poznajo tisti, ki se na en ali drug način ukvarjajo z določeno dejavnostjo nepoklicno, iz veselja in v prostem času.

Kaj je RADIOAMATERSTVO? Zelo poenostavljeno bi lahko rekli, da je to ljubiteljsko, nepoklicno ukvarjanje z radiom oziroma radiotehniko. Toda - radioamaterstvo je še mnogo več: aktivnost, gibanje, organizacija, izobraževanje, ljubezen, in lahko rečemo, celo način življenja ter tehničnega mišljenja skoraj treh milijonov ljudi obeh spolov, različnih starosti in poklicev v praktično vseh državah sveta. Zaradi razprostranjenosti, zgodovinskih in socialnih pogojev nastanka ter razvoja je pojmovanje, kaj vse obsega radioamaterstvo, različno. Za nekatere je to nepoklicno ukvarjanje z radiotehniko, za druge je radioamaterstvo teorija in praksa vzpostavljanja amaterskih radijskih zvez. Oboji imajo po svoje prav, vendar pa glede na svetovni pomen radioamaterskega gibanja in njegovo organiziranost drži naslednje: radioamaterstvo v ožjem smislu pojmuje kot organizirano dejavnost, katere namen je izobraževanje, tehnično raziskovanje in vzpostavljanje amaterskih radijskih zvez med radioamaterji - ustrezno pooblaščenimi osebami, ki se s to

dejavnostjo ukvarjajo ljubiteljsko, izključno iz osebnih pobud in brez pridobitniških namenov.

Nedvomno ima radioamaterstvo med različnimi ljubiteljskimi dejavnostmi posebno mesto. Na svetu pravzaprav ni ljubiteljske dejavnosti, ki ima svoj status verificiran z mednarodnim dogovorom, ki ga priznavajo praktično vse države sveta: Mednarodni pravilnik o radiokomunikacijah uvršča radioamatersko dejavnost med radiokomunikacijske službe ter določa njene pravice in dolžnosti (o tem podrobneje v poglavjih Radijske komunikacije in Predpisi za amaterske radijske komunikacije).

Poudariti je treba še eno, izredno pomembno karakteristiko radioamaterstva oziroma organizirane radioamaterske dejavnosti. Radioamaterji morajo po mednarodnih predpisih opraviti ustrezen izpit, kar pomeni, da imajo določeno tehnično (elektronika in radiotehnika) in operatersko znanje (pravila in predpisi za amaterske radijske komunikacije). Če upoštevamo sodobne naprave in opremo, ki jo radioamaterji uporabljajo vsak dan, podnevi in ponoči, njihovo željo po neprestanem eksperimentiranju, raziskovanju in proučevanju ter dejstvo, da radioamaterji uporabljajo praktično vse vrste radijskih komunikacij v širokem spektru frekvenc, dobimo pravo predstavo o znanju in sposobnosti množice ljudi, ki se s tem ukvarjajo. To svoje znanje in sposobnost so radioamaterji že nešteto dokazali, ko so med prvimi priskočili na pomoč pri zaščiti in reševanju človeških življenj ter materialnih dobrin ob elementarnih nesrečah in drugih nevarnostih. To je tudi dokaz, da radioamaterska skupnost ni zaprta, na osebnih interesih zasnovana in hobistična skupnost, temveč pravo svetovno gibanje ljudi z visoko moralo ter globoko privrženostjo principom humanizma, prijateljstva in pomoči med ljudmi vsega sveta ne glede na spol, starost, socialni položaj, raso, nacionalnost, vero in politično pripadnost.

*Kdaj, kje in zakaj se je začelo radioamaterstvo?*

V drugi polovici 19. stoletja se je v večini razvitejših držav izredno povečalo zanimanje širokega kroga ljudi za "čudežne" uporabne lastnosti elektrotehničnih dosežkov. Pojav najrazličnejših baterijskih členov, žarnic in naprav, zgrajenih na osnovi elektromagnetizma (induktorji, releji, električni zvonci, motorji idr.), je povzročil veliko zanimanje tisočev ljudi vseh starosti in poklicev, ki so začeli tudi sami iz radovednosti, želje

po tehničnem znanju in ljubiteljsko graditi, preizkušati in uporabljati sadove nove tehnike.

Odkritje uporabnosti električne energije je prineslo tudi elektrokomunikacije - žično signaliziranje (svetlobno, zvočno, telegrafsko in telefonsko). Leta 1844 je bila v ZDA vzpostavljena prva telegrafska zveza, ki je omogočila žični prenos signalov na daljavo (Morzejev telegraf). Malo kasneje, leta 1876, je Američan Bell izumil telefon in s tem se je preko žičnih linij že prenašal človeški glas. Te komunikacije so sicer lahko premostile precejšnje razdalje, vendar še niso bile brezžične, kar je omogočilo šele odkritje radijskih valov - radio. V zgodovino radia je zapisano veliko znamenitih imen (Tesla, Marconi, Popov in drugi), ki so vsak zase in vsi skupaj soustvarjali to veliko iznajdbo, ki je konec 19. stoletja začela povezovati svet in ljudi. Od prvih prenosov sporočil preko radijskih valov (leta 1895) naprej je radio doživel nesluten razvoj in začelo se je obdobje velikega napredka visokofrekvenčne tehnike in brezžičnih zvez. Leta 1899 je bila vzpostavljena prva radijska zveza Francija - Anglija in leta 1903 je bilo poslano prvo sporočilo preko radijskih valov iz Evrope v Severno Ameriko. Letnica 1904 in ime Fleming pomenita iznajdbo prve elektronke (dioda), iznajdba triode (L. de Forest, leta 1907) pa je omogočila konstruiranje prvega oscilatorja z elektronsko cevjo.

In prav na začetku 20. stoletja, zaokroženo torej pred 120 leti, so pognale prve korenine radioamaterstva. Telegraf, telefon in druge naprave, povezane z električno energijo in elektromagnetizmom, so sicer že prej vzbujale velik interes, pojav radia pa je povsem razvnel fantazijo množice ljudi. Radio je bil takrat skoraj neverjetna zadeva in o njem so pisali z navdušenjem in dvomom hkrati. V taki psihozi je nastal izraz "skrivnost radijskih valov", ki se je tedaj in še dolgo za tem uporabljal v ljudski govorici, za amaterje pa je bil to izziv, ki je dal dotedanjim električnim eksperimentom novo smer in nov polet. Rodilo se je gibanje iskalcev fizikalnih resnic in nepomirljivih nasprotnikov kakršnihkoli skrivnosti radijski valov - imenovali so se RADIOAMATERJI. Njihov izreden entuziazem se je bliskovito širil med ljudmi ter vzpodbujal strast po eksperimentiranju, raziskovanju, konstruktorstvu in novatorstvu. To nepoklicno ukvarjanje z radiotehniko so pričeli imenovati RADIOAMATERSTVO, ki je temeljilo, kot že ime pove, na ljubezni in vnemi za raziskovalno delo, brez težnje po gmotni stimulaciji svojih dosežkov.

V tem pionirskem obdobju - prvem desetletju prejšnjega stoletja, vse do iznajdbe elektronk - delo radioamaterjev ni bilo lahko. Tehnični material je bil izredno redek in težko dosegljiv. Ker tovrstne industrije še ni bilo, so iznajdljivi radioamaterji sami izdelovali ali

priredili kritične elemente (iskrne induktorje, kondenzatorje, kristale, slušalke in druge sestavne dele svojih naprav). Kljub vsem težavam pa so jim v tem času že uspele brezžične zveze celo na razdaljah do 150 km.

Iznajdba elektronke-triode je omogočila izdelavo prave oddajne in sprejemne opreme. Radioamaterji so bili prvi, ki so popolnoma opustili oddajnike na iskrišče in spet so želi nove uspehe. Sožitje znanstvenikov in radioamaterjev je kmalu postalo neizbežno, saj je bil napredek nove tehnike tako neizprosno hiter, da fiziki, inženirji in tehniki niso mogli sproti, teoretično in praktično pojasnjevati pojavov, ki pa jih je bogata radioamaterska praksa že kar podrobno poznala. To še posebno velja za takrat "nekoristne" kratke valove, ki jih strokovnjaki niso obvladovali in katerih praktično uporabnost (še posebno za daljše, medkontinentalne radijske zveze) so dokazali prav radioamaterji. Univerzalnost njihovega ustvarjanja ni bila le v tehničnem izpopolnjevanju naprav in pripomočkov za radijske zveze, temveč tudi v raziskovanju "prostora", v katerem se razširjajo radijski valovi. Z neumornim in vsakodnevnim vzpostavljanjem radijskih zvez, podnevi in ponoči, v vseh letnih časih, na različnih frekvencah in oddaljenostih, so radioamaterji hkrati raziskovali atmosferske, površinske, vremenske in druge pogoje za razširjanje radijskih valov. Istočasno pa so postali pravi virtuozji v rokovanju z radijskimi postajami in vzpostavljanju zvez.

Pionirska doba radijskih komunikacij ni poznala mednarodnih pravil. Vsakdo je imel enake pravice v "etru" in v tem obdobju je bilo mnogo večje število amaterskih radijskih postaj kot drugih (npr. obalnih, ladijskih). Razvoj in masovna uporaba radijskih valov za prenos, oddajo in/ali sprejem je zahtevala ureditev teh telekomunikacij na mednarodnem nivoju. In prav univerzalnost, znanje in sposobnost radioamaterjev ter namen radioamaterstva so seveda pogojevali odločitev mednarodne skupnosti, da je opredelila tudi status radioamaterske dejavnosti.

Mednarodna zveza za telekomunikacije - ITU (International Telecommunication Union) je že leta 1924 uvrstila to dejavnost med radiokomunikacijske službe (Radiocommunication Service: služba, ki vključuje prenos, oddajo in/ali sprejem radijskih valov v posebne namene) in radioamaterjem dodelila v uporabo določena kratkovalovna področja, in sicer 80, 40, 20, 10 in 5m. Takšen status ima radioamaterska dejavnost še danes: po ITU pravilniku o radiokomunikacijah (ITU Radio Regulations), ki natančno definira službe ter predpisuje nazive in načine uporabe radijskih valov v telekomunikacijske namene, se imenuje amaterska služba in amaterska satelitska služba (Amateur Service in Amateur Satellite Service). Pojem služba (angl. Service) izvirno, med drugim, pomeni sistem oziroma ureditev, ki izpol-

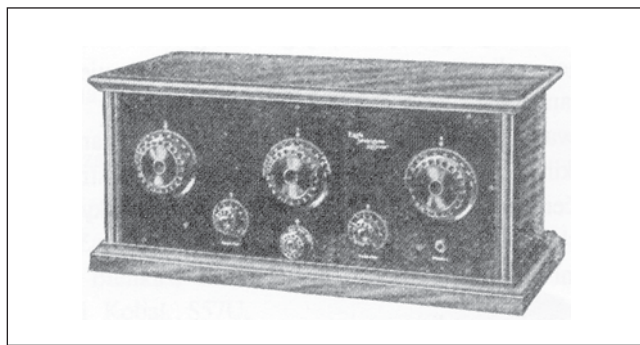
njuje javne potrebe zlasti na področju komunikacij. V omenjenem pravilniku je zatorej z definicijo amaterske in amaterske satelitske službe mednarodno opredeljen osnovni okvir in status radioamaterske dejavnosti. Danes radioamaterji ne vzpostavljajo zveze samo na prej navedenih frekvenčnih področjih, saj so jim mednarodno dodeljeni radioamaterski pasovi v širokem radijskem spektru od dolgih valov do mikrovalov.

Radio in radioamaterstvo sta torej vrstnika. V nadaljevanju pogledjmo razvoj organiziranega radioamaterstva v svetu, ki je le nekaj let mlajše.

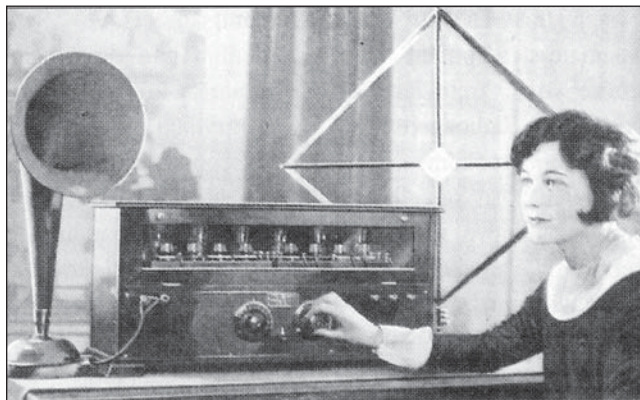
V ZDA je bila leta 1914 ustanovljena prva radioamaterska organizacija ARRL - The American Radio Relay League, ki ima takšno ime še danes. Imela je okrog 4000 članov, ki takrat še niso imeli omejitve za svoje delovanje; spoštovati so morali le zakon iz leta 1912, ki jim je določal uporabo vseh valovnih dolžin izpod 200m, torej kratke valove, ki so jih druge službe smatrale za praktično neuporabne. V Evropi so bili izpolnjeni subjektivni in tehnični pogoji, vendar so bile politične razmere tako zaostrene, da bi organizirano radioamaterstvo zaradi svoje, takrat delikatne dejavnosti, težko našlo zagovornike in prijatelje. Sicer pa je leta 1914 prva svetovna vojna zavrila pohod in razvoj te popularne dejavnosti. Celo v ZDA so morali radioamaterji leta 1917 prekiniti z delom (nadaljevali so lahko šele leta 1919).

Po končani prvi svetovni vojni je leta 1920 v ZDA pričela delovati prva radiodifuzna postaja, isto leto tudi v Veliki Britaniji in v naslednjih letih še drugod po Evropi; v Sloveniji je bila prva radiodifuzna postaja postavljena leta 1928 (Radio Ljubljana).

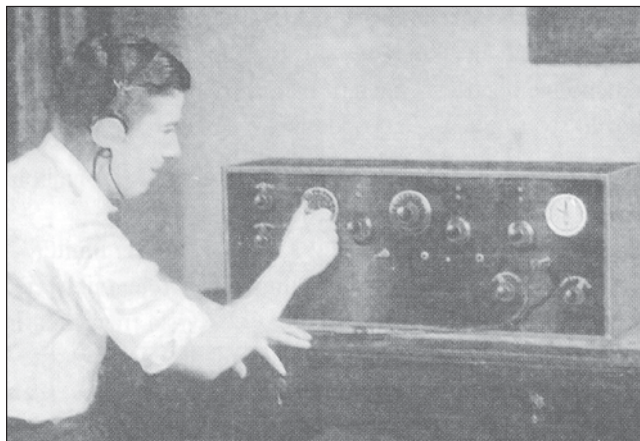
Prodor radia je dal zadosti upanja, da se bo vzporedno z njim pričelo razvijati in širiti radioamaterstvo v Evropi. Toda - čisto tako ni bilo, saj so bili celo za sprejemanje javnega radijskega programa v veljavi strogi predpisi, ki



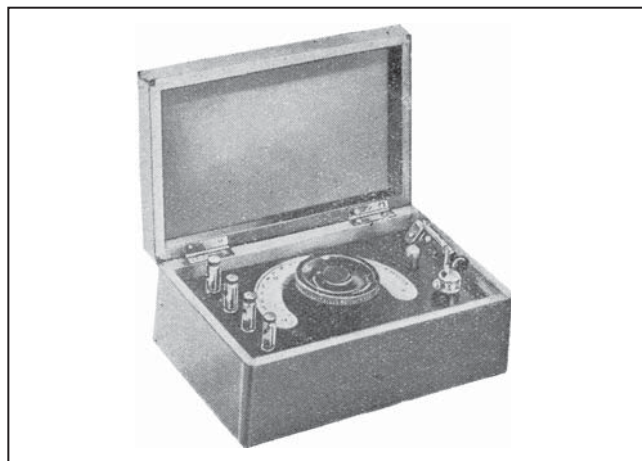
*Radijski sprejemnik – leto 1924*



*De luxe radijski sprejemnik – leto 1924*

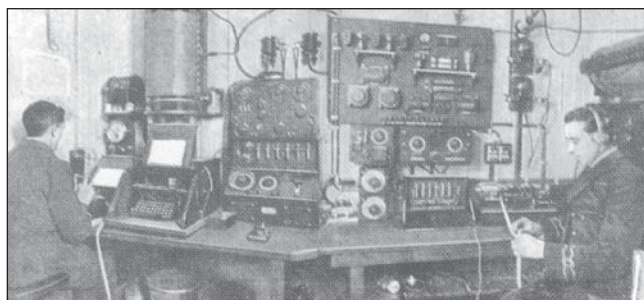
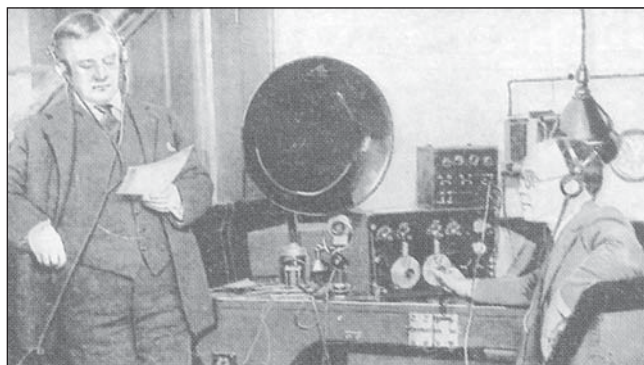


*Telekomunikacijski sprejemnik – leto 1924*



*Detektorski sprejemnik – leto 1923*

so onemogočali svobodno eksperimentiranje z radijskimi napravami. Na razvoj radioamaterstva v Evropi pa je odločilno vplivala premostitev Atlantika preko radijskih valov. V ZDA so radioamaterji že vzpostavljali direktne radijske zveze na razdalji preko 2500km na valovni dolžini 200m. Akademske teorije so ocenile, da kratki valovi ne omogočajo radijskih zvez na daljše razdalje. Leta 1921 je ameriška radioamaterska organizacija poslala v Veliko Britanijo izkušenega radioamaterja, ki je tam registriral klice več desetih ameriških radioamaterjev, v ZDA pa so sprejeli signale dveh britanskih in ene francoske radijske postaje. Torej je mogoče - radioamaterji so strnili vse napore za vzpostavitev obojestranske radijske zveze preko Atlantika. Cilj so uresničili novembra 1923, ko je bila na 110m vzpostavljena zveza med ZDA in Francijo.



*Radio na pohodu... Prenos dnevnih sporočil v letalski poštni službi (fotografija zgoraj) in avtomatski prenos sporočil v Morse-kodu na trak – ZDA (spodaj), leto 1923 (Fotografije iz revije Popular Science Monthly, New York, USA – leto 1923/24)*

Eksplodija veselja, zadovoljstva in ponosa je zajela vse radioamaterje, saj je Atlantik, ki po teoriji ne bi smel biti premagan, končno kapituliral, in radioamaterstvo je slavilo pomembno zmago, ki je še bolj utrdila pot mednarodnemu priznanju in njegovi razširitvi tudi v Evropi.

Temu uspehu je sledil drugi, še pomembnejši, ko je leta 1924 angleški radioamater vzpostavil radijsko zvezo med Anglijo in Novo Zelandijo. S tem je bila dokazana absolutna prednost kratkih valov in hkrati uporabnost refleksij iz ionsfere za radijski promet na velike razdalje. Vse do tedaj so vsi poizkušali premostiti velike oddaljenosti na dolgih valovih z ogromnimi močmi oddajnikov in antenami velikih dimenzij, radioamaterji pa so dosegli bistveno boljše rezultate na kratkih valovih z izredno majhnimi močmi svojih oddajnikov in s skromnejšimi antenami. Šele sedaj so postali pozorni na ta fenomen tudi znanstveniki in ga tudi teoretično obdelali.

## **RADIOAMATERSKE ORGANIZACIJE**

Prve radioamaterske organizacije so v Evropi začeli ustanavljati leta 1923. Najprej v Angliji, na Nizozemskem in Švici, naslednje leto na Norveškem, v Avstriji, Poljski, Češkoslovaški in Nemčiji. V Franciji, Švedski in Sovjetski zvezi so se radioamaterji organizirali leta 1925, v Španiji leto kasneje, na Danskem in Portugalski pa leta 1927. Čeprav je bilo dovoljeno ustanavljanje radioamaterskih organizacij, to še ni povsod

pomenilo tudi legaliziranega dela na amaterskih (oddajnih) napravah. Tedanji predpisi o delu z oddajniki (vzpostavljanje zvez v telegrafiji in telefoniji) so bili v posameznih državah različni. Marsikje so bila krila radioamaterjem pristrizena, zato se ne smemo čuditi ilegalnemu delovanju.

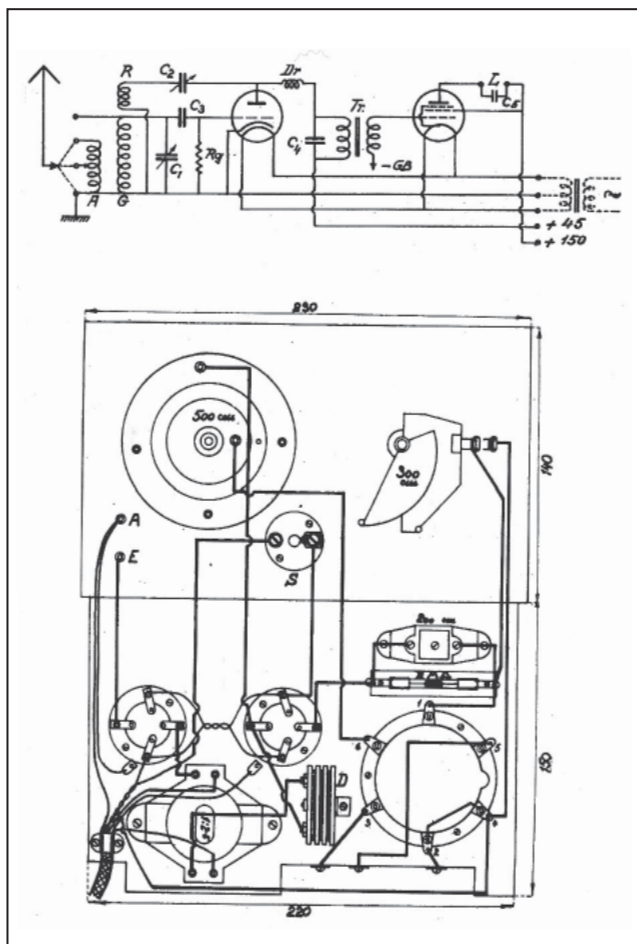
Zgodovina radioamaterstva pri nas sega v sredino dvajsetih let prejšnjega stoletja. V takratni Jugoslaviji vse do leta 1926 ni bilo radiodifuzije. Tega leta je pričela delovati prva programska radijska postaja v Zagrebu, druga v Ljubljani leta 1928 in v Beogradu naslednje leto, zato ne moremo reči, da je razvoj radiodifuzije sprožil in omogočil nastanek radioamaterstva pri nas. Lahko bi trdili obratno, kajti radioamaterstvo je pognalo svoje korenine že nekaj let prej in prav "društva prijateljev telefonije brez žic" so popularizirala radio pri nas. Leta 1924 je bil na Hrvaškem ustanovljen Radioklub Zagreb, katerega glavni cilj je bil pridobitev dovoljenja za izgradnjo radiodifuzne postaje v Zagrebu. Isto leto je bilo v Beogradu ustanovljeno Društvo Radio z enakimi cilji in nameni - popularizirati radiotelefonijo. Nekoliko jasnejši, za radioamaterje pa privlačnejši, je bil program delovanja radiokluba Ljubljana (sprejet na ustanovnem občnem zboru junija 1925), ki si je naložil nalogo "poučevanja radiotehnike in širjenja zanimanja za njeno vedo med ljudmi". Program radiokluba Maribor, ustanovljenega aprila 1924, pa je bil že čisto radioamaterski: dvig nivoja zanimanja za radijske zveze in zagotavljanje legalnosti delovanja v okviru državne zakonodaje po vzoru podobnih združenj v Franciji, Nemčiji, Švici in Avstriji.

Radio je tudi pri nas razvnel fantazijo ljudi, še posebno tistih, ki so že prej poznali uporabnost naprav na osnovi elektromagnetizma. Prav tako kot drugje po svetu so radioamaterski entuziasti bogatili svoje znanje z literaturo in zasebnimi eksperimenti (najprej sprejemniki, nato oddajniki) in v letih 1925-1930 so se začeli pojavljati na kratkih valovih signali amaterskih radijskih postaj iz različnih krajev takratne Jugoslavije: Ljubljane, Maribora, Turiške vasi pri Slovenj Gradcu, Zagreba, Beograda, Novega sela v Banatu, Splita, Šibenika, Zemuna, Sente, Vinkovcev, Novega Sada, Subotice in Vukovarja. Seveda je bila ta aktivnost ilegalna, saj zaradi družbenih in političnih razmer v državi ni bilo možnosti za legalno radioamatersko delo. Tako kot marsikje v Evropi je bilo vzpostavljanje amaterskih radijskih zvez prepovedano, saj so bili stiki "navadnih" ljudi preko državnih meja z radioamaterji vsega sveta za oblast nesprejemljivi, v njenem jeziku pa tudi potencialna nevarnost političnega ali vohunskega delovanja. Toda kljub predpisom in prepovedim je radio tudi pri nas očaral tehnično usmerjene ljudi, ki so po različnih poteh prišli do tuje literature in začeli sami graditi radijske

sprejemnike in spoznavati "skrivnosti" radijskih valov. Pri tem so prisluhnili tudi radioamaterjem po svetu in postali sprejemni radioamaterji (SWL - *Short Wave Listener*). In prav ti so svojo neustavljivo radioamatersko strast potešili z izgradnjo radijskih oddajnikov in amaterskimi radijskimi zvezami - za prve slovenske radioamaterje je bil svet odprt in brez meja.

Radioamaterstvo je torej pri nas doživelo podoben sprejem kot drugje po Evropi in se je v tridesetih letih že okoreninilo, ni pa se moglo razviti v množično in organizirano dejavnost. Za naše radioamaterje radijski valovi niso bili več neznanca. Gradili so radijske naprave in eksperimentirali, poznali propagacije na različnih frekvencah, saj so imeli zveze po celem svetu, zbirali QSL kartice, se udeleževali radioamaterskih tekmovanj, tisti, ki so se med seboj poznali, so si pomagali z izkušnjami. Skratka, bili so prav takšni kot drugje po Evropi. Znana sta bila veterana iz tega obdobja Ivan Mihev, S57FS, in Ivo Bricelj, N7AY (tudi S53AY), ZDA. Znan in izreden radioamater je bil tudi pokojni Oto Hudeček (ex YU3AB), ki je bil eden od ustanoviteljev Zveze radioamaterjev Slovenije (leta 1946) in njen dolgoletni sekretar.

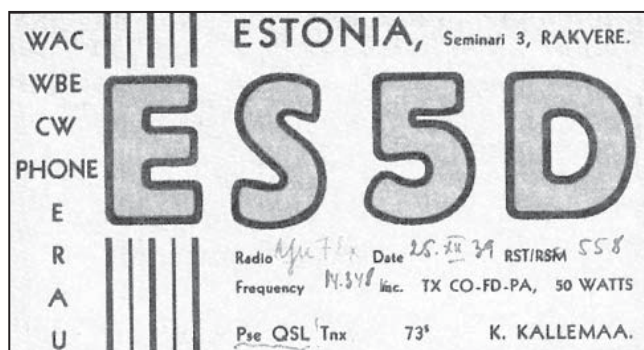
Kljub vsem težavam je bilo po svetu ustanovljeno že veliko nacionalnih radioamaterskih organizacij in leta 1925 so se v Parizu zbrali radioamaterji iz 26 držav, ki so obravnavali problematiko svojega delovanja in ustanovili Mednarodno radioamatersko zvezo - IARU (International Amateur Radio Union), ki obstaja



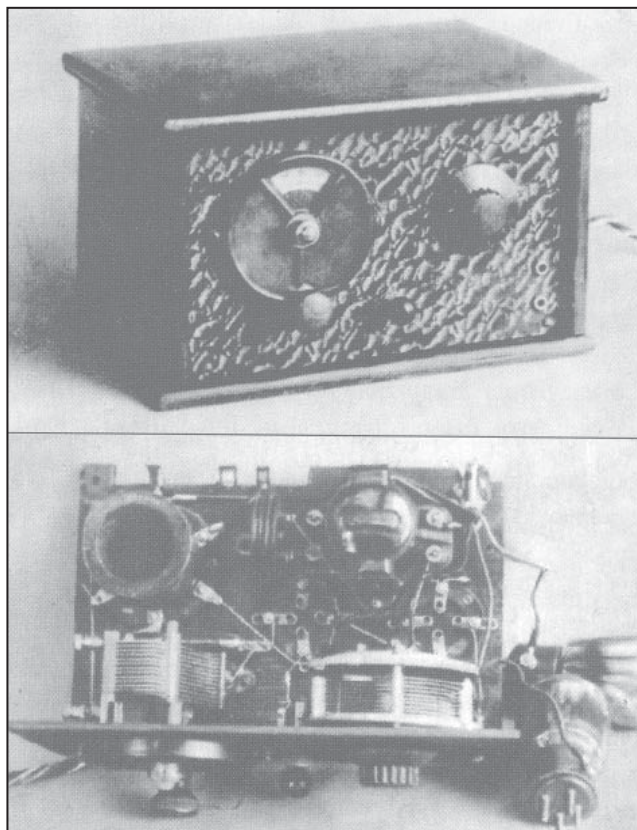
Električni in vezalni načrt (zgoraj) ter izgled (spodaj) sprejemnika z dvema elektronkama (povzetek iz revije *Radiowelt*, Dunaj, Avstija, april 1929)

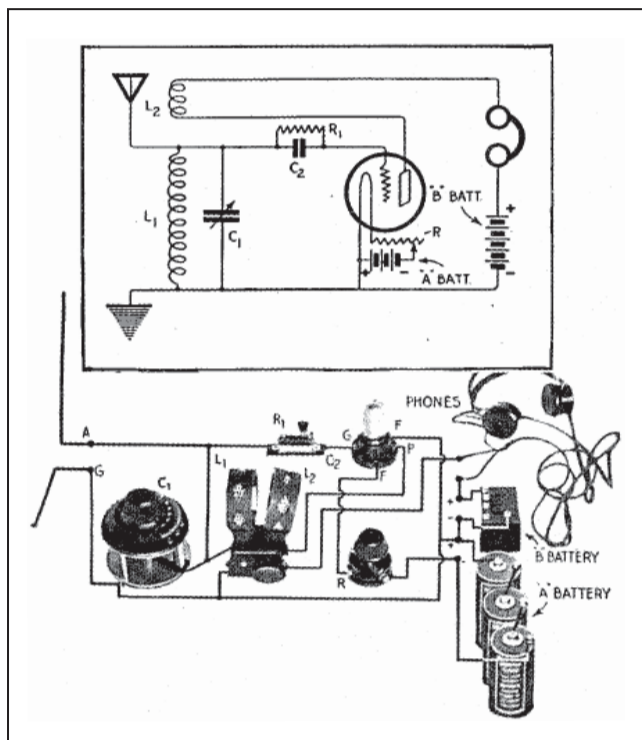


Amaterska radijska postaja iz leta 1934 (Oto Hudeček, "unlis" YU7LX)

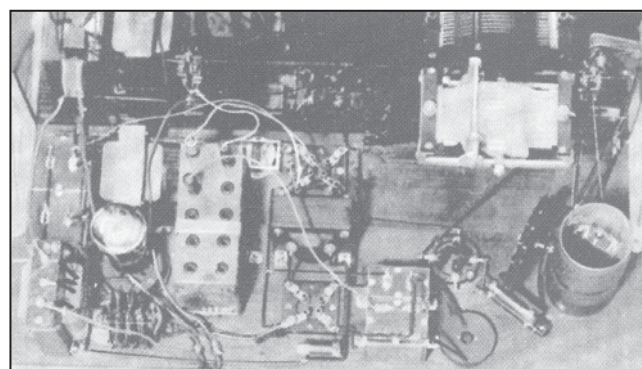
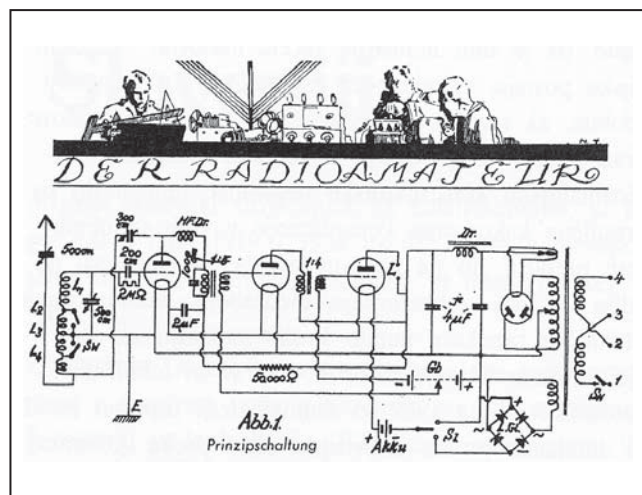


QSL kartica - potrdilo o vzpostavljeni zvezi z radioamaterjem iz Estonije - leto 1939





Električni in vezalni načrt sprejemnika z eno elektronko (povzetek iz revije *Popular Science Monthly*, New York, USA, avgust 1923)



Električni načrt (zgoraj) in izgled sprejemnika za več frekvenčnih območij (spodaj) in z omrežnim napajanjem (objavljeno v rubriki za radioamaterje, revija *Radiowelt*, oktober 1931)

še danes. Od tu naprej radioamaterska organizacija združeno nastopa na svetovni sceni; kaj to pomeni za radioamaterje, bomo v nadaljevanju še govorili.

Če imenujemo čas do leta 1925 pionirska doba radioamaterstva, potem so bila naslednja leta do druge svetovne vojne zrela leta, ne glede na še zrelejši povojni čas. Radioamaterstvo se je razvijalo skladno s sodobnim napredkom tehnike, še posebno elektronike. Radioamaterji so pričeli osvajati vse višje frekvence in spoznavati njihove značilnosti, posebnosti in uporabnosti. Ultra kratki valovi so bili prav tako neraziskani kot prej kratki valovi, seveda s to razliko, da so na kratkih valovih orali ledino sami, na UKV frekvencah pa je bilo sodelovanje z znanostjo nujno potrebno. Tudi industrija elementov za konstruiranje naprav je izredno napredovala, kar je dalo spet nov polet in veselje radioamaterjem - konstruktorjem. Našteti in opisati vse izume, inovacije in tehnične dosežke posameznih radioamaterjev ali skupin v teoriji in praksi je praktično nemogoče. Omeniti pa je treba vsaj nekaj njihovih stvaritev iz tega obdobja:

“Single signal superheterodyne” (za tedanje čase najbolj dovršen sprejemnik za telegrafijo) je nastal v radioamaterski delavnici leta 1932. Tudi “noise limiter” (elektronski sklop za omejitev motenj v sprejemniku) je izum radioamaterjev iz leta 1936. Cela vrsta različnih in uporabnih povratnih vezav v sprejemnikih, mnoge vrste modulatorjev, oscilatorjev in tehničnih pripomočkov so rezultat eksperimentiranja ter znanja radioamaterjev; prav tako najrazličnejše antene, ki jih še danes uporabljajo radioamaterji - ime so dobile po klicnem znaku radioamaterja-iznajditelja - npr. W8JK, W3DZZ, G5RV, VS1AA idr. Leta 1938 so radioamaterji odkrili uporabnost izkoriščanja polarne svetlobe za vzpostavljane radijskih zvez (AURORA). Letnica 1939 pomeni vzpostavitev prve zveze na 235 MHz (v ZDA); leta 1940 je bil premoščen tudi Atlantski ocean na 56 MHz.

Ponovna vojna vihra (druga svetovna vojna) tudi radioamaterjem ni prizanesla in z delom so nadaljevali po letu 1945. Obdobje naslednjih dvajsetih let pomeni resničen razcvet radioamaterske dejavnosti. Delo amaterskih radijskih postaj je bilo dovoljeno v skoraj vseh državah sveta. Razvoj elektronskih komponent in industrija le-teh sta omogočala tudi radioamaterjem konstruiranje sodobnih naprav in Zemlja je postala premajhna za uresničitev vseh ciljev, teženj, zamisli in možnosti, ki jih nudijo radio, elektronika ter sodobna tehnika na splošno. V letih 1950-1953 so radioamaterji odkrili možnost vzpostavljanja zvez z odbojem preko meteoritskih sledi (MS) in preko lune (EME), kar so tudi uresničili - prva MS zveza je bila vzpostavljena leta 1955, prva EME zveza pa leta 1960. Tudi pri prodoru človeka v vesolje radioamaterji niso stali ob strani - leta 1961 je začel delovati prvi radioamaterski telekomunikacijski satelit OSCAR.



*Radioamaterska postaja YU3ABC leta 1951*



*Delo na postaji YU3DGO leta 1985*



*Radioamaterska postaja YU3LF leta 1957*



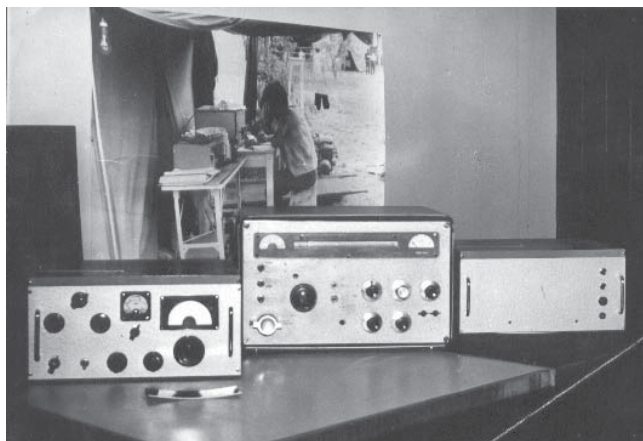
*Radijska postaja S59DKR leta 2003*

V začetku šestdesetih let je število radioamaterjev tako naraslo, da je tudi industrija začela masovno izdelovati radijske postaje, prirejene za radioamatersko dejavnost, sodobne, za različne radioamaterske frekvenčne pasove in različne vrste dela.

To je sicer zmanjšalo radioamatersko konstruktorstvo dejavnost, omogočalo pa je resnično kakovostne komunikacije v vseh sodobnih vrstah prenosa. To pa ne pomeni, da radioamaterji ne gradijo več, saj izo-

braževanje, medsebojno komuniciranje in tehnične raziskave nudijo široke možnosti za nove ideje ter konstruiranje različnih naprav in tehničnih pripomočkov. Leta 1969 so radioamaterji uspešno izvedli prvi amaterski prenos televizijske slike preko Atlantika, osemdeseta leta pa so prinesla razvoj radioamaterskih digitalnih komunikacij in računalniki so postali vsakodnevni spremljevalci amaterskih radijskih postaj.

In danes? Radioamaterji so velika skoraj trimilijonska mednarodno priznana skupnost ljudi, ki jih



*Oprema postaje YU3ZRS leta 1963 ob potresu v Skopju*



*Radijska postaja S59ABC danes*



združujeta radio in amaterstvo ter vse, kar je s tem povezano.

V svetu globalizacije „skrivnosti radijskih valov“ seveda ni več, vendar so navdušenost, požrtvovalnost, strast po eksperimentiranju, raziskovanje in konstruktorstvo še naprej pomembna karakteristika radioamaterstva, ki se nenehno obnavlja in dokazuje v različnih radioamaterskih aktivnostih, ki pa niso samo tehnične narave, temveč so pravo ambasadorstvo dobre volje, prijateljstva in razumevanja med ljudmi vsega sveta.

## 1.2. MEDNARODNA RADIOAMATERSKA ORGANIZACIJA - IARU

Prvo mednarodno srečanje radioamaterjev iz 26 držav Evrope, Severne in Južne Amerike in Azije aprila 1925 v Parizu so imenovali “Amateur Radio Congress”, na njem pa so obravnavali problematiko delovanja radioamaterjev in ustanovili MEDNARODNO RADIOAMATERSKO ZVEZO - IARU (INTERNATIONAL AMATEUR RADIO UNION). Organizacija naj bi skrbela za koordinacijo in razvoj amaterskih radijskih zvez, vanjo pa so se lahko včlanili tudi radioamaterji iz držav, v katerih nacionalne organizacije še niso bile ustanovljene.



Leta 1928 so bila pravila spremenjena in IARU je postala mednarodna zveza nacionalnih radioamaterskih organizacij. Prve aktivnosti IARU so bile priprava in izmenjava informacij o delu na radioamaterskih frekvencah, izmenjava QSL kartic ipd., pri čemer je precej pomagala ameriška radioamaterska organizacija ARRL preko svojega glasila QST. Prvi organizirani nastop IARU je bil na ITU konferenci leta 1947 (*World-Wide Telecommunication Conference*, Atlantic City, ZDA), kjer je bil radioamaterjem dodeljen nov frekvenčni pas 15m (poleg dotodanjih pasov 80, 40, 20, 10 in 5m, dodeljenih že leta 1924). Od takrat dalje je bila IARU vedno prisotna na vseh ITU konferencah in mednarodnih srečanjih, kjer so bile obravnavane radijske komunikacije, se pravi tudi radioamaterska dejavnost, radioamaterski frekvenčni pasovi in mednarodni status radioamaterjev. To pa je tudi ena izmed najpomembnejših nalog IARU.

V IARU je danes (2019) včlanjenih 164 radioamaterskih organizacij iz velike večine držav. Njen sedež je v ZDA, organizacijsko pa je razdeljena na tri regione IARU, ki pokrivajo ista področja, določena z razdelitvijo sveta na ITU regione. Članstvo v IARU seveda ni obvezno, pač pa lahko postane članica vsaka nacionalna radioamaterska organizacija, ki izpolnjuje določene pogoje, vendar samo ena iz vsake države. Zveza radioamaterjev Slovenije je postala polnopravna članica IARU (1. region IARU) decembra 1992 in je leta 1993 že sodelovala na konferenci 1. regiona IARU v De Haanu (Belgija). ZRS redno konstruktivno sodeluje s svojimi predstavniki na konferencah IARU – R1.

IARU po regionih in tudi skupno deluje po določenih pravilih, njeno delovno področje pa je seveda vse, kar je povezano z radioamatersko dejavnostjo. Povezuje in zastopa organizirane radioamaterje sveta in s tem, kot je zapisano v njenem statutu, vzpodbuja mednarodno dobro voljo in prijateljstvo ne glede na politično, etnično in religiozno opredelitev.

Še posebno aktiven in po članstvu največji je 1. region IARU (obsega Evropo, Afriko in del Azije in ima po zadnjih podatkih v letu 2019 99 članic, med njimi tudi ZRS), v okviru katerega delujejo stalne ali občasne delovne skupine za aktualna področja radioamaterskih dejavnosti: za HF, VHF, UHF in SHF, IARU MS (monitoring sistem), CLG (skupina za problematiko mednarodnih radioamaterskih licenc - v Evropi CEPT priporočila), STARS (skupina za razvoj radioamaterstva, kjer je manj razvito oziroma še ni radioamaterske organizacije), ARDF (amatersko radiogoniometriiranje), IPHA (program za pomoč invalidnim osebam, ki se želijo vključiti v radioamatersko dejavnost), EMC (problematika elektromagnetne kompatibilnosti), EUROCOM WG (problematika delovanja radioamaterjev v Evropski skupnosti, sodelovanje predstavnika 1. regiona IARU v Evropskem parlamentu) idr.

Še posebno pomembne so resolucije in priporočila, ki jih sprejemajo regionu IARU (ali IARU kot krovna organizacija) za različna področja radioamaterskih dejavnosti. Ko jih nacionalne organizacije, članice IARU, potrdijo, kar je tudi običajno, so te “radioamaterske predpise” dolžni spoštovati vsi radioamaterji, ki so člani teh nacionalnih organizacij (npr. za organizacijo različnih tekmovanj, izmenjavo QSL kartic, UL lokator, tehnične standarde za radioamaterske naprave, procedure za posamezne vrste dela, razdelitev in uporabo radioamaterskih frekvenčnih pasov idr.).

**Članstvo v ZRS pomeni torej tudi članstvo v IARU, tj. v veliki, mednarodno priznani in organizirani skupnosti ljudi, ki jih združujeta radio in amaterstvo ter vse, kar je s tem povezano.**

### 1.3. ZVEZA RADIOAMATERJEV SLOVENIJE - ZRS

Kot že vemo, zgodovina radioamaterstva v Sloveniji sega prav v sredino dvajsetih let prejšnjega stoletja. Zaradi vzrokov, o katerih smo tudi že govorili, do formiranja radioamaterske organizacije v Kraljevini Jugoslaviji ni nikoli prišlo, radioamaterska dejavnost (vzpostavljanje radijskih zvez) pa v tem času ni bila dovoljena. Kljub temu pa je od leta 1930 do druge svetovne vojne v naših krajih delovalo kar nekaj radioamaterjev - pionirjev radioamaterstva v Sloveniji. Povsem normalno je bilo, da so po končani drugi svetovni vojni le-ti bili tudi pobudniki za ustanovitev radioamaterske organizacije v Sloveniji.

Zveza radioamaterjev Slovenije (kratica ZRS) je bila ustanovljena leta 1946 in je aktivno delovala kot sestavni del Zveze radioamaterjev Jugoslavije (SRJ) vse do decembra 1991, ko je izstopila iz prostovoljnega članstva SRJ. S sprejetjem v polnopravno članstvo Mednarodne radioamaterske organizacije – IARU leta 1992 se je ZRS uveljavila tudi na mednarodni sceni.

Slovenske radioamaterska organizacija je ne glede na obvezne organizacijske in druge povezave na skupno radioamatersko organizacijo (SRJ) vseskozi živela svoje življenje, bila aktiven pobudnik in organizator razvoja radioamaterske dejavnosti v Sloveniji in s tem tudi prispevala pomemben delež pri dvigu in uveljavljanju tehnične kulture pri nas. Kako je organizacija nastala, kdo so bili organizatorji te dejavnosti, kakšni so bili razvoj, delovanje, uspehi in tudi težave, je lepo opisano v posebni številki glasila CQ ZRS, september 1996 (50 let ZRS, 1946 - 1996).

Poglejmo, kakšna je »osebna izkaznica« ZRS danes:

Zveza radioamaterjev Slovenije je prostovoljna, samostojna, nepridobitna zveza radioamaterskih društev - radioklubov, ustanovljena zaradi uresničevanja skupnih interesov povezovanja, razvijanja in izpopolnjevanja radioamaterskih dejavnosti. V skladu s predpisi ZRS izvaja dejavnost javnega interesa.

V Sloveniji je v letu 2019 preko 3000 radioamaterjev različnih starosti in poklicev z osebnim klicnim znakom, od tega jih ZRS združuje nekaj preko 1000 včlanjenih v 79 radioklubih po vsej Sloveniji. Radioamaterji imajo status člana radioamaterske organizacije, ki je urejen s članstvom v enem od radioklubov ZRS.

Radioamaterska organizacija deluje skladno z veljavno zakonodajo. Glavni del sredstev za svoje delovanje zagotavlja po načelu samofinanciranja z letno članarino. Delovanje radioamaterjev in pogoje za

uporabo radioamaterskih postaj urejata slovenska zakonodaja in poseben pravilnik, ki je usklajen z mednarodnimi predpisi za radioamatersko dejavnost.

Cilji in naloge radioamaterske organizacije so zapisane v statutu ZRS, med katerimi so najpomembnejše naslednje:

- skrb za razvoj radioamaterstva na območju Republike Slovenije in popularizacija tehnične kulture na področju elektronike in telekomunikacij v teoriji in praksi,
- vzgoja in izobraževanje članstva na področju elektronike in telekomunikacij, razvijanje in vzpodbujanje veselja do konstruktorstva in dela na radioamaterskih postajah, uporabe in razvoja digitalnega prenosa podatkov, amaterskega radiogoniometriiranja in drugih radioamaterskih dejavnosti,
- zastopanje in varovanje skupnih interesov radioamaterjev v odnosu do države in njenih institucij ter drugih organov in organizacij,
- zastopanje radioamaterjev Slovenije v mednarodni radioamaterski organizaciji,
- organiziran razvoj in vzdrževanje radioamaterskih tehničnih sistemov (packet radio, repetitorji, radijski svetilniki, idr.),
- sodelovanje v humanitarnih in domoljubnih akcijah ter nalogah ob naravnih ali drugih nesrečah in nevarnostih,
- opravljanje administrativno-tehničnih in strokovnih zadev za organizacijo radioamaterskih izpitov in pridobivanje dovoljenj za uporabo amaterskih radijskih postaj,
- organizacija QSL biroja za radioklube in njihove člane (servis za izmenjavo QSL kartic - potrdil za radijske zveze),
- izdajateljska dejavnost (izdajanje glasila in drugih publikacij s področja delovanja ZRS v skladu z veljavnimi predpisi),
- organizacija radioamaterskih tekmovanj ter izbor in priprava nacionalnih selekcij za mednarodna tekmovanja,
- zastopanje radioamaterjev Slovenije na raznih mednarodnih srečanjih in manifestacijah,
- izdajanje radioamaterskih diplom,
- podeljevanje nagrad in priznanj,
- organizacija družabnih srečanj in drugih radioamaterskih manifestacij,
- sodelovanje z drugimi organizacijami pri dejavnostih, ki so pomembne za popularizacijo, delovanje in razvoj radioamaterstva v Sloveniji.

ZRS uresničuje svoje cilje in naloge z organizacijo

# CQ ZRS

GLASILO ZVEZE RADIOAMATERJEV SLOVENIJE • Letnik XXVI - 1-2/2016

**1946 - 2016 - 70 LET ZVEZE RADIOAMATERJEV SLOVENIJE**

**S590IARU**

**73. jubilejna obletnica ZRS**

**Slovenski Radio Club Station**

# CQ ZRS

GLASILO ZVEZE RADIOAMATERJEV SLOVENIJE • Letnik XXVI - 3-4/2016

# CQ ZRS

GLASILO ZVEZE RADIOAMATERJEV SLOVENIJE • Letnik XXVI - 5-6/2016

**Konstruktorstvo:**

- CW Keyer S54MTB
- Mini SW2016
- Lidia 80
- ARG RX80

KAZALO VSEBINE	ZRS INFO
<b>KAZALO</b>	<b>ZRS INFO</b>
4	ZRS INFO
5	IMPRESIUM IN LUCORNIK UPREDNIKA
6	NAGOVOR PREDSEDNIKA ZRS
7	DELAVNICE OSI. BIRCUA 2016 - OUTBOX
8	SBRNARU - POROČILO
9	NOVILETNI ZAKLJUČEK 2015 ČLANOV RK SLOVENIJA/KOZLE
10	RADIOAMATERSTVO ČLNI V RADIOKLUBU CERNO
11	JOTA - JOTI 2015 NA SLO
12	RK S56EH - JAMBORE JOTA NA OBRETANOVEM 2015
13	PUSKOLOVŠČNE POTNIKOV NEKOGA KOVBEVA
14	ZRS PROROČILA
15	SAJ NI REŠ. - MEDIA-PRVA SATELITSKA ZVEZA
24	RS 2015
32	ANON USPOSABLJANJE 2016
37	OLENT KEY - LUDWIG JANČIČ SVRBLJ
62	SK NANI 562TS 1960 - 2015
26	<b>KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE</b>
	PRESEJENIJE MNOŠTVA VE NA PRODUKCIJO INFORMACIJSKO
	KOMUNIKACIJSKI TEHNOLOGIJI
30	<b>ZGODOVINSKA RADJSKA TEHNIKA</b>
	KATENO STOLETJE - PHILIPS 2520 RADIO
33	<b>ANTENSKA TEHNIKA</b>
	MAGNETNA ŽARNIVA ANTENA ZA 80 - 30 M
47	PRENOŠNA MAGNETNA ŽARNIVA ANTENA ZA 40-20 M
52	HEXBEAM
57	<b>UKV AKTIVNOSTI</b>
60	REPETITORSKE NOVICE
66	REZULTATI IAF-VA-FISHP TERMOVANU 2015
67	REZULTATI UKV FOKALA SLOVENIJE 2015
	REZULTATI UKV MARAFONA 2016
68	<b>KV AKTIVNOSTI</b>
73	DX INFO
	MABLO NA AR MEMORIAL - CVI QRP TERMOVANJE
74	<b>SOTA</b>
75	PRENOVA PORTALA SUMMITS ON THE AIR -
	S1900SONOZ - OB 100. OBLETNICI ZAKLETJA BOLEVI NA SOČI
80	<b>RADIOAMATERSKE DIPLOME</b>
	Radiomaterske diplome
	<b>SOTA</b>
	Aktivacija kuka - FPS
	<b>ANTENSKA SISTEMI</b>
	HEXBEAM antena

# CQ ZRS

GLASILO ZVEZE RADIOAMATERJEV SLOVENIJE • Letnik XXV - 1/2015

**Antenska tehnika:**  
Vertikalna antena za območja 7 do 28 MHz vključno z WARC področji



**36-elementna vrhna Yagi antena za 144 MHz**

**Tehnika:**  
Kratkovalovni retro radio

**UKV aktivnosti:**  
Pravilo ZRS UKV tekmovanj

**S59ABC v marčevskem UKV tekmovanju**



## CONTEST EKSPEDICIJA LAMPEDUZA 2014

# CQ ZRS

GLASILO ZVEZE RADIOAMATERJEV SLOVENIJE • Letnik XXV - 2-3/2015

**OBLETNICE:**

- Po sledeh Saske fronte
- 70 letnica osvoboditve
- 90. obletnica IARU
- Spomini na 20. obletnico 1. konference ZRS
- 50 let RK ISKRA
- Prekopa S59DDT

**WCA/SOTA aktivnosti:**

- Prvi S5 WCA vitez
- SOTA - Iz aktivatorjevega dnevnika

**Radijska tehnika:**  
Spremljanje leta stratosferskega balona

**Konstruktorstvo:**  
Vikend VHF/UHF radijska postaja

**HP antenski preklopnik Shunshine 1x6**



## WINLINK Globalna radijska e-pošta

# CQ ZRS

GLASILO ZVEZE RADIOAMATERJEV SLOVENIJE • Letnik XXV - 4-5/2015

**OBLETNICE:**  
- 60 LET RADIOAMATERSTVA v Laškem

**SOTA aktivnosti:**  
- Sprememba S5 ARM-a in nove članice

**Programska oprema:**  
- NiMM v Ubuntu Linuxu

**Reportaže:**  
- HAMRADIO 2015  
- Sejem COMPTECH s sejmom rabljene opreme  
- SSB FieldDay 2015 - RK Mozirje

**Konstruktorstvo:**  
QRP SSB POSTAJA ILER-20  
QRP CW EK1A postaja za 40/30/20m

**Radijska tehnika:**  
WINLINK globalna radijska e-pošta

**Druženja:**  
Srečanje Oldtimerjev in SOTA privrženecv Idrsko 2015



## Palagruža 2015 IOTA, IOCA, DX - LH ekspedicija

KAZALO VSEBINE	ZRS INFO
<b>KAZALO</b>	
ZRS INFO	
4	IMPRESIJA IN LUCIONCI UREDNIKA
5	NAJDNVIH PREDSEDNKA ZRS
6	POSPLETNI LETNI NAČRTI V SODELOVANJU S SLOVENSKO VOJSKO ZA LETO 2016
7	NOVOSTI V SEŽNAN - SOBNI
8	VSE NAJNOVIŠE ZA PRILAGUČNO AD. POŠTETA DAN
9	STRUKTURNA EKSPEDICIJA RK MOZIRJE PRAMORSKA 2015
13	ČLANARINA 2016
14	PRELETNI ZNAČKI ZA OLOTIMERJE IN PRONALNA ZRS - SRPNO 2015
17	KOSTANJEV PIRNIK RADIOKLUBA MOZIRJE
18	KOSTANJEV PIRNIK NA SVETEM URBANU NAD MARIBOROM
19	FRANCIJECI SVETI SK
20	80 LET RADIOKAMATERSTVA V LAŠKEM
23	ZRS PRIPOROČILO
29	HAMRADIO - FRIEDRICHSHAFEN 2015
32	SEJEM COMPTECH
35	RADNEM JARUJA - ZAČETI IN ŽELJE
60	ZORAVKO PAČIČ - SKI 2015
73	ZLATI OLOTIMER SEJVA
REPORTAŽE: EKSPEDICIJE, TEKMOVANJA	
36	SSB FIELD DAY 2015
38	PALAGRUŽA 2015 - IOTA, IOCA, LIGHT HOUSE EKSPEDICIJA
46	ZORAVKO PAČIČ - KURBA MALA - IOCA D147, EU170
<b>ANTENSKA TEHNIKA</b>	
45	PREPRASTA VERTIKALNA ANTERNA ZA PORTABLE DELO
<b>RADIJSKA TEHNIKA</b>	
37	SPUŠT BALONA V STRATOSFERO
48	PROGRAMSKA OPREMA - NITIM V LINUXU UBUNTU
50	DIGITALNE KOMUNIKACIJE - WINLINK 3.11 DEL
<b>KONSTRUKTORSTVO</b>	
53	QRP SSB POSTAJA ILER 20
56	QRP CW POSTAJA VOJKIŠI EK1A ZA 40/30/20M
<b>RADIOGONIOMETRIJA ARG</b>	
61	POHORSKI KV PRVENSTVO IN ODPROJ KV ARG PRVENSTVO ZRS 2015
63	10. BALKANSKI ARG PRVENSTVO 2015
63	20. IARU RY ARDF PRVENSTVO 2015
66	KOLENDAR ARG TEKMOVANJ
<b>UKV AKTIVNOSTI</b>	
44	UKV TEKMOVANJA NEFOTO - NA GORJANCIH NEREKA MREŽJA ZRS - PARUJE 1962
67	RADIOAMATERSKO SREČANJE V NEPAVOVIH IN PODELETIV PRONALNI ZA ZRS VNEFOTO-TEKMOVANJA
68	REZULTATI UHF-SHF TEKMOVANJA OKTOBER 2015
<b>IKV AKTIVNOSTI</b>	
59	WW PCM VABELO
70	DX INFO
74	REZULTATI JESENREGA KVP
<b>SOTA</b>	
76	SPREMEMBA S5 ARM-A IN NOVE ČLANICE SOTA
<b>RADIOAMATERSKE DIPLOME</b>	
80	Radiomaterske diplome
82	SDR-KCC
Letnik XXV, 4-5/2015	
CQ ZRS	

takšnega dela in akcij, ki so v interesu njenega članstva ter prispevajo k organizacijskemu in tehničnemu napredku celotne organizacije. Tako ZRS organizira izpite za amaterske operaterje, ureja izdajo diplom in potrebne postopke za pridobitev dovoljenj za delo amaterskih radijskih postaj, vodi evidenco amaterskih operaterjev, nudi pomoč pri ustanavljanju in delovanju radioklubov, vzdržuje tehnična sredstva skupnega pomena, organizira radioamaterska tekmovanja, izdaja glasilo organizacije in organizira QSL biro, spremlja zakonodajo, ki zadeva pravne, organizacijske in tehnične pogoje za delo radioamaterjev - skratka vse, kar je potrebno za delovanje slovenske radioamaterske organizacije.

Slovenski radioamaterji se uspešno vključujejo v vse mednarodne radioamaterske aktivnosti, kjer dosegajo dobre in odmevne rezultate v tekmovanjih preko radijskih postaj ter tudi na tehničnih področjih, še posebno pri razvoju in delovanju radioamaterskih digitalnih komunikacij in radioamaterske televizije.

Naši radioamaterji letno vzpostavijo preko dva milijona radijskih zvez, ki seveda niso samo tehnične narave, temveč so tudi poslanstvo dobre volje in miru, prijateljstva in sožitja med ljudmi vsega sveta. Radioamaterske frekvence so vedno »žive« in če bi bili radijski valovi vidni, bi bilo kaj videti. Signali slovenskih radioamaterskih postaj vsakodnevno segajo na vse kontinente... Vse naštetu ne pomeni samo promocije naše države, temveč stalno prisotnost Slovenije v svetu!

## 2. RADIJSKE KOMUNIKACIJE

### 2.1. OSNOVNI POJMI O RADIJSKIH KOMUNIKACIJAH

Telekomunikacije so postale sestavni del vsakdanjega življenja in o točnem pomenu te besede le malo kdaj razmišljamo. Zelo poljudno pravimo, da so telekomunikacije "zveze na daljavo" (beseda je sestavljanka iz grške predpone tele = daleč in latinske besede communicatio = obvestilo, zveza). Radioamaterji moramo poznati točno definicijo, ki je tudi mednarodno predpisana:

**TELEKOMUNIKACIJE** so vsak prenos, oddaja ali sprejem znakov, signalov, pisanih besedil, slik in zvokov ali kakršnihkoli drugih sporočil po žičnih, radijskih, optičnih ali drugih elektromagnetnih sistemih.

Nekatere telekomunikacije omogočajo izmenjavo zvoka, slike in drugih sporočil med udeleženci, ki so vključeni v komunikacijski sistem (npr. telefonski, telegrafski, radijski), pri drugih telekomunikacijah pa se prenos vrši samo v eni smeri za neomejeno število

koristnikov (poslušalcev, gledalcev) - to se imenuje DIFUZIJA (npr. radiofuzija).

Celotno področje telekomunikacij je seveda za ves svet izredno pomembno. Ena izmed mednarodnih organizacij, ki delujejo v okviru Združenih narodov (sedež ima v Ženevi, Švica), se ukvarja s tehničnim napredkom in razvojem telekomunikacij, mednarodnim sodelovanjem z namenom koordinacije, izboljšanja in nacionalne uporabe vseh vrst telekomunikacij - to je MEDNARODNA ZVEZA ZA TELEKOMUNIKACIJE - ITU (angl. *INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION*; franc. *UIT - UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS*). ITU je ena najstarejših mednarodnih organizacij, saj je bila ustanovljena že leta 1865.

ITU sprejema konvencije, pravilnike, resolucije in druge podobne mednarodne dokumente s področja telekomunikacij, ki jih države - članice ITU praviloma v celoti sprejmejo (ratificirajo) in vključijo v svojo zakonodajo. Republika Slovenija je postala polnopravna članica ITU leta 1992.

Nas seveda najbolj zanimajo **RADIJSKE KOMUNIKACIJE** - to so telekomunikacije s pomočjo radijskih valov.

**RADIJSKI VALOVI** so elektromagnetni valovi, ki imajo frekvence nižje od 3THz oziroma valovne dolžine večje od 0.1 mm. Praktično se uporabljajo radijski valovi v frekvenčnem spektru od 9 kHz do 300 GHz (o elektromagnetnem valovanju in o radijskih valovih je podrobneje napisano v poglavjih Valovanje in Razširjanje radijskih valov).

**ITU PRAVILNIK O RADIOKOMUNIKACIJAH** - ITU RADIO REGULATIONS (ITU RR) ureja celotno področje radijskih komunikacij: vrste radiokomunikacijskih služb, razporeditev radijskih frekvenc, definicije moči in anten, vrste oddaj, pravila za vzpostavljanje radijskih zvez, klicne znake radijskih postaj, dokumente za radijske postaje v mednarodnih telekomunikacijah in še veliko drugega.

Poglejmo nekaj osnovnih pojmov, ki jih definira ITU RR in jih morajo poznati tudi radioamaterji.

Najpomembnejša tehnična naprava v radijskih komunikacijah je vsekakor radijska postaja. Mednarodna definicija zanjo se glasi:

**RADIJSKA POSTAJA** je en ali več oddajnikov oziroma sprejemnikov ali kombinacija enega ali več oddajnikov oziroma sprejemnikov s pripadajočimi napravami na enem mestu, ki so potrebne za opravljanje radiokomunikacijske službe.

Iz navedenega lahko ugotovimo naslednje:

- radijsko postajo lahko sestavljajo samo oddajniki ali samo sprejemniki (en ali več oddajnikov oziroma sprejemnikov);
- sprejemnik (radiokomunikacijski; ne običajni, namenjen neposrednemu sprejemu radiodifuzije) je radijska postaja;
- pripadajoče naprave so sestavni del radijske postaje (to so ena ali več anten, merilni instrumenti in druga oprema, ki je potrebna za delo radijske postaje);
- oddajnik in sprejemnik (ločeno) lahko sestavljata eno radijsko postajo; radijska postaja pa je tudi kombinacija oddajnika in sprejemnika v enem ohišju: oddajnik/sprejemnik oziroma TRANSCEIVER - sestavljanka iz angleških besed TRANS(mitter) in (re)CEIVER.

ITU RR definicija za radijsko postajo je malce drugačna od vsakdanjega, poljudnega pojmovanja, vendar je točna, saj se za različne radiokomunikacijske službe uporabljajo različne radijske postaje s pripadajočimi napravami.

Omenili smo radiokomunikacijsko službo - kakšna služba (po ITU RR: Radiocommunication Service) je pravzaprav to?

**RADIOKOMUNIKACIJSKA SLUŽBA** je služba, ki vključuje prenos, oddajo in/ali sprejem radijskih valov v posebne telekomunikacijske namene. Zakaj je poudarjeno "v posebne telekomunikacijske namene"? Zato ker vsako oddajanje radijskih valov namreč ni radiokomunikacijska služba (npr. uporaba radijskih valov v medicini je namenjena zdravljenju, ne pa za telekomunikacije; tudi uporaba mikrovalovne pečice v gospodinjstvu niso telekomunikacije).

ITU RR točno definira radiokomunikacijske službe ter predpisuje njihove nazive in načine uporabe radijskih valov v telekomunikacijske namene. Radioamaterska služba je ena od desetih radiokomunikacijskih služb - naštejmo le nekaj najbolj znanih:

- radiodifuzna služba in radiodifuzna satelitska služba (Broadcasting and Broadcasting-Satellite Service),
- zrakoplovna mobilna služba in zrakoplovna mobilna satelitska služba (Aeronautical Mobile Service and Aeronautical Mobile-Satellite Service),
- pomorska mobilna služba in pomorska mobilna satelitska služba (Maritime Mobile Service and Maritime Mobile-Satellite Service),
- kopenska mobilna služba in kopenska mobilna satelitska služba (Land Mobile Service and Land Mobile-Satellite Service),
- amaterska služba in amaterska satelitska služba (Amateur Service and Amateur-Satellite Service).

Da, prav ste prebrali. ITU pravilnik o radiokomunikacijah (ITU RR) verificira mednarodni status radioamaterske dejavnosti in jo uvršča med radiokomunikacijske službe! Poglejmo, kakšna je ITU RR definicija:

**AMATERSKA SLUŽBA (AMATEUR SERVICE)** je radiokomunikacijska služba, s katero se ukvarjajo amaterji - ustrezno pooblaščen osebe, ki se izključno iz osebnih pobud in brez pridobitniških namenov zanimajo za radiotehniko, in katere namen je samo izobraževanje, medsebojno komuniciranje in tehnične raziskave.

**AMATERSKA SATELITSKA SLUŽBA (AMATEUR-SATELLITE SERVICE)** je radiokomunikacijska služba, ki uporablja vesoljske postaje na zemljinih satelitih za iste namene kot amaterska služba.

ITU RR je pri definicijah radiokomunikacijskih služb zelo natančen in govori o amaterski in amaterski satelitski službi. Prav tako je pojem služba (angl. Service), ki izvirno, med drugim pomeni sistem oziroma ureditev, ki izpolnjuje javne potrebe zlasti na področju komunikacij, po naše možno smiselno razumeti kot dejavnost, še posebno zato, ker pri radioamaterjih ne gre za službo oziroma delovno dolžnost. Zato bo v nadaljevanju za amatersko in amatersko satelitsko službo uporabljeno skupno ime: **RADIOAMATERSKA DEJAVNOST**.

Mednarodna definicija radioamaterske dejavnosti, ki je sprejeta v vseh državah sveta, vsebuje nekaj pomembnih določil:

Radioamaterska dejavnost ima mednarodni status radiokomunikacijske službe, zato smejo amaterske radijske postaje uporabljati le pooblaščen osebe, ki so opravile ustrezen izpit.

Čeprav je v definiciji uporabljeno ime amater, je razumljivo, da gre za radioamaterja - osebo, ki se iz veselja in nepoklicno ukvarja z radiotehniko ter radijskimi zvezami in ki mora svojo operatersko in tehnično usposobljenost dokazati na izpitu.

Radioamaterji se z radioamatersko dejavnostjo ukvarjajo ljubiteljsko, izključno iz osebnih nagibov in brez materialnih koristi.

CB postaje (*Citizen Band*) in druge podobne radijske postaje, ki se uporabljajo za osebne pogovorne zveze ali pa ob različnih prireditvah (npr. športnih) ne spadajo v radioamatersko dejavnost - delo takšnih postaj je regulirano s predpisi v posameznih državah in nima mednarodnega statusa radiokomunikacijske službe.

Poglejmo še, kakšna je definicija za amatersko radijsko postajo:

**AMATERSKA RADIJSKA POSTAJA** je radijska postaja v radioamaterski dejavnosti, namenjena za medsebojno komuniciranje, samoizobraževanje in tehnično raziskovanje, ki ga opravljajo radioamaterji izključno iz osebnih nagibov, brez materialnih koristi, in imajo za to opravljen predpisan izpit.

## 2.2. MEDNARODNA RAZDELITEV RADIJSKIH FREKVENC

Tako kot vse telekomunikacije so se tudi radijske komunikacije v različnih delih sveta različno razvijale. Uporaba radijskih valov v telekomunikacijske namene je bila povezana z razvojem tehnike, ekonomske moči in političnega sistema v posameznih državah. Od tod tudi razlike pri uporabi radijskih valov, predvsem pri uporabi različnih radijskih frekvenc za sicer istovrstne radiokomunikacijske službe: v ZDA, npr. niso nikoli uporabljali dolgih valov za radiodifuzijo, pomorske radijske postaje v Evropi so uporabljale frekvence okrog 2000 kHz na drugačen način kot v Aziji itd.

Z velikim razvojem in masovno uporabo vseh vrst radijskih komunikacij širom sveta je bil nujen mednarodni dogovor za koordinacijo in racionalno uporabo radijskih frekvenc - to je urejeno z ITU pravilnikom o radiokomunikacijah (ITU RR).

Svet je razdeljen na tri ITU REGIONE:

**REGION 1** obsega Evropo, Afriko in del Azije - Bližnji vzhod, Arabski polotok in države do meje z Iranom, azijski del Rusije, novonastale države v azijskem delu bivše Sovjetske zveze in Mongolijo ter vse otoke, ki pripadajo Evropi in Afriki.

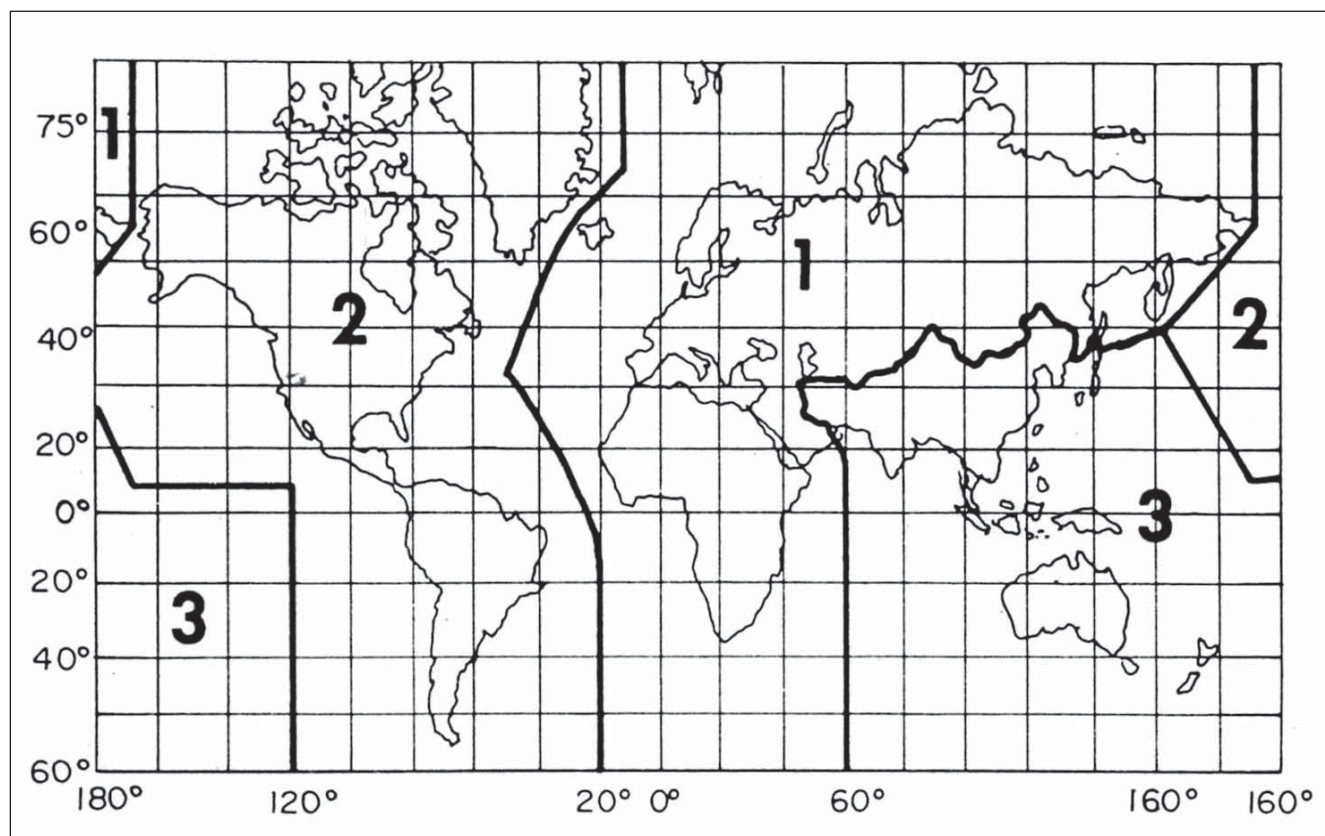
**REGION 2** obsega Severno Ameriko z otokom Grenlandom, Karibskim otočjem, Havaji in drugimi otoki ter Južno Ameriko z otoki.

**REGION 3** sestavlja ostali del sveta: vse države južno od meja azijskega dela Rusije, novonastale države bivše Sovjetske zveze, Mongolija, Iran in Srednji vzhod, jugovzhodna Azija, Avstralija, Nova Zelandija in otoki v Tihem oceanu.

Za boljšo predstavitev pogledjte sliko ITU regioni spodaj.

ITU RR razdelitev radijskih frekvenc natančno določa, kateri radiofrekvenčni pasovi so namenjeni posameznim radiokomunikacijskim službam v vseh ITU regionih.

Radiofrekvenčni pasovi so lahko namenjeni eni ali več različnim službam. Uporaba teh pasov, pravice in dolžnosti posameznih služb so podrobno določene z ITU RR. Povejmo le najvažnejše: radijske postaje, ki pripadajo službi, ki uporablja določen pas na sekundarni osnovi, v nobenem primeru ne smejo motiti delo postaj primarne službe. To si dobro zapomnimo, saj radioamaterji uporabljamo nekaj pasov na sekundarni osnovi.



ITU Regioni

Nas zlasti zanimajo radiofrekvenčni pasovi, ki so namenjeni radioamaterski dejavnosti. Za informativno predstavitev radioamaterskih pasov po ITU regionih pogledjmo tabelo spodaj. Seveda pa je potrebno posebej poudariti, da za naše radioamaterje veljajo slovenski predpisi (poglavje v priročniku: Predpisi za amaterske radijske komunikacije) in tudi spoštovanje razporeditve frekvenčnih pasov v 1. Regionu IARU.

**Radiofrekvenčni pasovi namenjeni radioamaterjem po ITU regionih:**

REGION 1	REGION 2	REGION 3
135,70 – 137,80 kHz	135,70 – 137,80 kHz	135,70 – 137,80 kHz
472,00 – 479,00 kHz	472,00 – 479,00 kHz	472,00 – 479,00 kHz
1810,0 – 2000,0 kHz	1800,0 – 2000,0 kHz	1800,0 – 2000,0 kHz
3500,0 – 3800,0 kHz	3500,0 – 4000,0 kHz	3500,0 – 3900,0 kHz
5351,5 – 5366,5 kHz	5351,5 – 5366,5 kHz	
7000,0 – 7200,0 kHz	7000,0 – 7300,0 kHz	7000,0 – 7300,0 kHz
10 100 – 10 150 kHz	10100 – 10150 kHz	10100 – 10150 kHz
14 000 – 14 350 kHz	14 000 – 14 350 kHz	14 000 – 14 350 kHz
18 068 – 18 168 kHz	18 068 – 18 168 kHz	18 068 – 18 168 kHz
21 000 – 21 450 kHz	21 000 – 21 450 kHz	21 000 – 21 450 kHz
24 890 – 24 990 kHz	24 890 – 24 990 kHz	24 890 – 24 990 kHz
28 000 – 29,700 kHz	28 000 – 29,700 kHz	28 000 – 29,700 kHz
40,660 – 40,700 MHz		
50,000 – 54,000 MHz	50,000 – 54,000 MHz	50,000 – 54,000 MHz
70,000 – 70,500 MHz		
144,00 – 146,00 MHz	144,00 – 148,00 MHz	144,00 – 148,00 MHz
	220 00 – 225,00 MHz	
430,00 – 440,00 MHz	420,00 – 450,00 MHz	430,00 – 450,00 MHz
	902,00 – 928,00 MHz	921,00 – 928,00 MHz
1240,0 – 1300,0 MHz	1240,0 – 1300,0 MHz	1240,0 – 1300,0 MHz
2300,0 – 2450,0 MHz	2300,0 – 2450,0 MHz	2300,0 – 2450,0 MHz
3400,0 – 3475,0 MHz	3300,0 – 3500,0 MHz	3300,0 – 3500,0 MHz
5650,0 – 5850,0 MHz	5650,0 – 5925,0 MHz	5650,0 – 5850,0 MHz
10,000 – 10,500 GHz	10,000 – 10,500 GHz	10,000 – 10,500 GHz
24,000 – 24,250 GHz	24,000 – 24,250 GHz	24,000 – 24,250 GHz
47,000 – 47,200 GHz	47,000 – 47,200 GHz	47,000 – 47,200 GHz
75,500 – 81,500 GHz	76,000 – 81,500 GHz	76,000 – 81,000 GHz
122,25 – 123,00 GHz	122,25 – 123,00 GHz	122,25 – 123,00 GHz
134,00 – 141,00 GHz	134,00 – 141,00 GHz	134,00 – 141,00 GHz
241,00 – 250,00 GHz	241,00 – 250,00 GHz	241,00 – 250,00 GHz
	275,00 – 3000,0 GHz	275,00 - 1000,0 GHz

Opombe:

Navedeni radiofrekvenčni pasovi so le okvirna informacija razdelitve radijskih frekvenc za radioamatersko dejavnost po ITU regionih.

Uporaba frekvenčnih pasov v nekaterih obsegih je regulirana s posebnimi predpisi v nekaterih državah v 1.2. ali 3. regionu. Nekateri pasovi se ne uporabljajo ali pa so drugačne širine, zato je smiselno, ker se zakonodaja v državah spreminja in usklajuje s priporočili ITU, da operaterji skrbno spremljamo spremembe.

## 3. PREDPISI ZA AMATERSKE RADIJSKE KOMUNIKACIJE

### 3.1. MEDNARODNI PREDPISI

Vemo že, da ITU pravilnik o radiokomunikacijah (ITU RR) mednarodno ureja kompletno področje radijskih komunikacij (vrste radijskih služb, razdelitev radijskih frekvenc, pravila za vzpostavljanje radijskih zvez, vrste oddaj, klicni znaki radijskih postaj idr.)

ITU RR (Radio Regulations) je najpomembnejši dokument, saj med drugim verificira mednarodni status radioamaterske dejavnosti (Amateur Service and Amateur-Satellite Service). V tem pravilniku so za radioamaterje še posebno pomembne naslednje določbe:

- definicija radioamaterske dejavnosti;
- razdelitev radijskih frekvenc, s katero so odrejeni frekvenčni pasovi za radioamatersko dejavnost;
- pravila za dodeljevanje klicnih znakov za amaterske radijske postaje;
- posebna pravila za radioamatersko dejavnost.

Definicijo amaterske dejavnosti (Amateur Service and Amateur-Satellite Service) in frekvenčne pasove, ki jih smejo uporabljati radioamaterji, že poznamo, o klicnih znakih bomo govorili v nadaljevanju, zdaj pa pogledjmo posebna pravila za radioamatersko dejavnost (povzetek v šestih točkah iz ITU RR, Chapter VI, Article 25):

1. ITU RR določa, da sme am-



- atersko radijsko postajo uporabljati le oseba, ki opravi predpisani izpit (preizkus operaterskega in tehničnega znanja). Pogoje za opravljanje tega izpita - osnovne operaterske in tehnične kvalifikacije oseb, ki želijo uporabljati amatersko radijsko postajo, so predpisane v ITU RR - potrjujejo državni organi posameznih držav, ki lahko predpišejo, da izpit vključuje tudi preizkus znanja Morse-koda (oddajanje Morzejevih znakov in sprejemanje Morzejevih znakov na sluh).
2. Preko amaterskih radijskih postaj se sme oddajati samo sporočila tehnične narave, ki se nanašajo na eksperimente in preizkuse, ter osebna sporočila, ki so vsebinsko neposredno povezana z radioamatersko dejavnostjo. Oddaje amaterskih radijskih postaj morajo biti odprtega tipa - v preprostem, vsakodnevnem jeziku (uporaba šifer in kodov, razen mednarodno dogovorjenih kodov, ni dovoljena). Strogo so prepovedane amaterske radijske komunikacije za tretjo osebo (to pomeni, da se amaterske radijske postaje ne sme uporabljati v komercialne in druge uslužnostne oziroma neradioamaterske namene). Takšne amaterske radijske komunikacije so dovoljene samo v primerih elementarnih nesreč in drugih nevarnostih večjih razsežnosti (več o tem v poglavju Aktivnosti radioamaterjev ob nesrečah in nevarnostih).
  3. Maksimalne moči amaterskih radijskih postaj določajo državni organi posameznih držav, ki pri tem upoštevajo tehnično usposobljenost operaterjev (operaterski razredi) in pogoje, v katerih bodo radijske postaje delovale.
  4. Amaterske radijske postaje morajo pri oddajanju svoj klicni znak ponavljati v kratkih presledkih (pri časovno daljših zvezah to pomeni, da se mora klicni znak oddati vsaj vsakih deset minut).
  5. Vzpostavljanje radijskih zvez z radioamaterji druge države ali s tujimi radioamaterji na splošno je dovoljeno, če tudi katera od držav tega ne dovoli oziroma to omejuje (takšnih primerov je v preteklosti bilo nekaj, danes pa jih praktično ni).
  6. Vsa splošna določila ITU konvencije in splošna določila ITU RR veljajo tudi za amaterske radijske postaje. Še posebno velja to za oddajne frekvence postaj, ki morajo biti toliko stabilne in s takšnimi nivoji stranskih produktov, kolikor to omogoča stanje tehničnega razvoja za takšne vrste radijskih postaj.

### 3.2. SLOVENSKI PREDPISI

Republika Slovenija je postala članica Mednarodne unije za telekomunikacije leta 1992 in je tudi z zakonom ratificirala ustavo ITU, konvencijo ITU in

druge potrebne dokumente (Uradni list RS, šte. 67/94, 27. oktober 1994 - mednarodne pogodbe). Do sprejema Ustavnega zakona za izvedbo temeljne ustavne listine o samostojnosti in neodvisnosti Republike Slovenije je tudi v Sloveniji področje telekomunikacij urejal Zakon o sistemih zvez. Z ustavnim zakonom so se do sprejema nove zakonodaje smiselno uporabljali omenjeni zakon oziroma določeni predpisi in splošni akti - to je določal Pravilnik o uporabi predpisov s področja telekomunikacij (Uradni list RS št. 66/94, 21. oktober 1994). Med temi predpisi je bil tudi pravilnik, ki je urejal delovanje amaterskih radijskih postaj v Republiki Sloveniji, sicer že uveljavljen že oktobra 1992 (skladno z dodeljeno novo ITU oznako za identifikacijo oddaj radijskih postaj iz Slovenije - S5).

Na podlagi nove slovenske zakonodaje (Zakon o telekomunikacijah - Uradni list RS, št. 35/97 in št. 45/97) je bil izdan Pravilnik o vrstah amaterskih radijskih postaj in tehničnih pogojih za njihovo uporabo (Uradni list RS, št. 41/98). Pravilnik je usklajen z mednarodnimi predpisi, o katerih smo že govorili (ITU RR - Amateur Service in Amateur-Satellite Service). Skladno s spremembo slovenske zakonodaje s področja telekomunikacij, pogojeno z vstopom Republike Slovenije v Evropsko unijo (Zakon o elektronskih komunikacijah), je bila sprememba omenjenega pravilnika, ki je bil usklajen tudi s spremenjenima CEPT dokumentoma T/R 61-01 in T/R 61-02 (CEPT radioamatersko dovoljenje in harmonizirani izpiti za radioamaterje - HAREC). Važni predpisi v Republiki Sloveniji so:

**SPLOŠNI AKT o načrtu uporabe radijskih frekvenc.** Ta vsebuje načrt uporabe radijskih frekvenc s katerim AKOS (Agencija za komunikacijska omrežja in storitve Republike Slovenije) podrobneje opredeljuje namen in uporabo radijskih frekvenc, med katerimi smo tudi radioamaterji.

**SPLOŠNI AKT o pogojih za uporabo radijskih frekvenc** namenjenih radioamaterski in radioamaterski satelitski dejavnosti. Ta akt natančneje opredeljuje uporabo radioamaterskih področij, notranjo delitev in druge pogoje dela.

Radioamaterji, ki uporabljajo radijske postaje v Republiki Sloveniji, morajo „radioamatersko zakonodajo” seveda dobro poznati.

Za predstavitev vsebine pogledjmo le glavna poglavja v sedaj veljavnem pravilniku:

### I. UVODNE DOLOČBE

### II. VRSTE AMATERSKIH POSTAJ

### III. TEHNIČNI POGOJI ZA UPORABO AMATERSKIH POSTAJ

1. Amaterski frekvenčni pasovi, nazivi in kategorije radijskih storitev
2. Škodljive motnje
3. Amaterske sprejemno-oddajne postaje
4. Amaterske radijske postaje-repetitorji
5. Amaterske radijske postaje-radijski svetilniki
6. Amaterske radijske postaje za radiogoniometriiranje
7. Stabilnost oddajnih frekvenc
8. Nivo moči stranskih oddaj
9. Pasovne širine oddaj
10. Tehnični ukrepi za zagotavljanje elektromagnetne kompatibilnosti
11. Lokacije amaterskih radijskih postaj
12. Čas delovanja amaterskih radijskih postaj

### IV. IDENTIFIKACIJA IN UPORABA SLOGOV IN POSTOPKOV V AMATERSKEM RADIJSKEM PROMETU

1. Identifikacija oddaj
2. Črkovanje
3. Klicni znaki amaterskih radijskih postaj
4. Klicni znaki tujih radioamaterjev na začasnem obisku v Republiki Sloveniji
5. Vsebina amaterskih radijskih zvez
6. Dnevnik amaterske radijske postaje

### V. KONČNE DOLOČBE

1. Izpiti za amaterske operaterje
2. Predpis, ki preneha veljati
3. Začetek veljavnosti pravilnika

Zelo pomemben je tudi STATUT ZVEZE RADIOAMATERJEV SLOVENIJE.

Vse obravnavane teme v priročniku so v skladu z veljavnim pravilnikom, a časi se spreminjajo, tehnika napreduje, zato se tudi pravilniki spreminjajo in dopolnjejo. Radioamater mora spremljati spremembe in dopolnive v pravilnikih.

Vidimo, da je zakonodaja, ki ureja delovanje radioamaterjev oziroma uporabo amaterskih radijskih postaj, podrobna in resna zadeva, kot jo sicer za vse radiokomunikacijske službe predpisuje ITU RR.

### 3.3. PRIPOROČILI CEPT T/R 61-01 IN T/R 61-02

Običajno dovoljenje za uporabo amaterske radijske postaje je veljavno v državi, v kateri je bilo izdano. Marsikateremu radioamaterju pa je radijska postaja vsakodnevna spremljevalka in jo želi uporabljati tudi v času obiska, počitnic ali poslovnih potovanj v drugih državah. To je seveda mogoče, vendar ga čaka kar precej zamudnega dela: pozanimati se mora, kakšen je postopek in katere dokumente sploh rabi, dobiti mora ustrezne obrazce, jih izpolniti in poslati na ustrezen naslov, še prej plačati ustrezno takso ter čakati na izdajo dovoljenja. Ta je včasih možna le, če je med državama (iz katere je radioamater in od koder želi začasno oddajati) podpisan dogovor v reproduciteti. Lahko se zgodi, da ga sploh ne bo dobil in njegovega veselja in sanj o prijetnih uricah ob radijski postaji je tako konec.

Evropska konferenca poštnih in telekomunikacijskih uprav - CEPT (La Conférence européenne des Administrations des postes et des télécommunications) je z namenom, da prosilcem in upravnim organom zmanjša omenjeno administrativno obremenitev, sprejela dve priporočili: CEPT T/R 61-01 in CEPT T/R 61-02. Sprejetje teh priporočil je poenostavilo postopke licenciranja radioamaterjem v mnogih (večini) državah - članicah CEPT. Razširitev priporočila T/R 61-01 na države, ki niso članice CEPT, je povzročila živahno dejavnost po celem svetu. Tako je Nova Zelandija kot prva neevropska država še istega leta uveljavila to priporočilo.

Poglejmo, za kaj pravzaprav gre:

**CEPT PRIPOROČILO T/R 61-01** omogoča začasno uporabo prenosne in/ali mobilne amaterske radijske postaje v katerikoli državi, ki je to priporočilo uveljavila. Namen priporočila je, da poenostavi uporabo radijskih postaj radioamaterjem v času bivanja v državah, ki so priporočilo uveljavile, in sicer za maksimalno dobo treh mesecev.

Uporaba amaterske radijske postaje je seveda vezana na spoštovanje predpisov v tej državi (omejitev moči, dovoljeni frekvenčni pasovi idr.)

**CEPT RADIOAMATERSKO DOVOLJENJE** (CEPT RADIO AMATEUR LICENCE) je vse, kar potrebuje radioamater za uporabo amaterske radijske

postaje v državi, ki je uveljavila CEPT priporočilo T/R 61-01. Ta dokument izda pooblaščen institucija v njegovi državi. Napisan je v jeziku matične države, angleščini, francoščini in nemščini ter vsebuje podatke, usklajene s priporočilom CEPT (podatki o imetniku, njegov klicni znak in operatorski razred, CEPT razred, rok veljavnosti, osnovne pravice za delo in način identifikacije). Identifikacija radijske postaje, ki dela pod pogoji CEPT licence, mora biti sestavljena na določen način: prefiks obiskane države, poševna ulomkova črta (/), klicni znak radioamaterja. Na primer 9A/S51WQ, kar pomeni, da je slovenska postaja na Hrvaškem. Nobenih dodatnih znakov za sufiksom ni potrebno, ker je razumljivo, da je postaja portabel. (zelo redke države še predpisujejo dodatne znake).

**CEPT PRIPOROČILO T/R 61-02** je bilo sprejeto kot rezultat dobrih izkušenj, pridobljenih z izdajo priporočila T/R 61-01, ugotovljenih težav s klasifikacijo različnih razredov nacionalnih licenc, kar zadeva minimalne standarde za opravljanje izpitov, in želje po uskladitvi predpisov v Evropi.

Priporočilo T/R 61-02 obravnava usklajene izpite za radioamaterje. Pogosto ga označujejo tudi s kratico HAREC (Harmonized Amateur Radio Examination Certificate). Uporaba priporočila je namenjena radioamaterjem, ki želijo ostati v tuji državi daljše obdobje (več kot tri mesece), ali tistim, ki so dobili pravico bivanja v tej državi, ker so se, npr. tam zaposlili. Pogoj je seveda, da je ta država uveljavila priporočilo in o tem po predpisanem postopku obvestila CEPT.

V osnovi gre za naslednje: HAREC je predpisal seznam kriterijev kot primerjalni standard za opravljanje različnih nacionalnih izpitov za radioamaterje v CEPT državah. Ti kriteriji določajo minimalne zahteve za opravljanje izpitov za amaterske operaterje.

Ko CEPT uradno objavi, da določen izpit v neki državi zadošča minimalnim zahtevam, predpisanim s seznamom omenjenih kriterijev, lahko pooblaščen organ te države radioamaterju na njegovo zahtevo izda HAREC. HAREC je torej uradno dokazilo, da je radioamater uspešno opravil izpit, ki ga CEPT priznava kot zadostnega za izdajo CEPT radioamaterskega dovoljenja. Po predložitvi HAREC in plačilu predpisane pristojbine, organ, pooblaščen za izdajanje radioamaterskih licenc v CEPT državi, ki je uveljavila priporočilo T/R 61-02, izda licenco ustreznega razreda tujemu radioamaterju, ki v času daljšega bivanja v tej državi lahko uporablja amatersko radijsko postajo in mu v ta namen ni treba opraviti nobenih dodatnih izpitov.

CEPT priporočili T/R 61-01 in T/R 61-02 sta za evropske radioamaterje zelo pomembna dokumenta, saj že danes predstavljata usklajene minimalne standarde za izdajo licenc in opravljanje operatorskih izpitov, ki jih države - podpisnice tudi formalno priznavajo. Pomenita pa tudi velik korak k vzpostavitvi sistema enotnih kriterijev za izdajo licenc, ki bo v bodočnosti pripeljal do neke skupne evropske radioamaterske licence, morda pa celo do skupne svetovne radioamaterske licence. CEPT dokument T/R 61-01 je že uveljavilo 48 evropskih držav. Mnoge države, ki niso podpisnice CEPT konvencije pa radioamaterjem dovoljujejo delo na svojem ozemlju po teh kriterijih. Recimo; Nova Zelandija, Izrael, Kanada, Južna Afrika, Peru, ZDA in še mnoge druge po svetu, kjer potekajo na pobudo nacionalnih radioamaterskih organizacij procesi prilagajanja državnih predpisov, da bodo lahko uveljavili T/R 61-01 in T/R 61-02. Vsekakor se je potrebno informirati katere države so to in kaj predpisujejo. Države z več prefiksi lahko točno opredeljujejo, kateri prefiks kot predpono lahko uporablja gostujoči radioamater. Parv tako v zveznih državah, na primer ZDA, imajo lahko nekatere posamezne države različne kriterije.

Republika Slovenija je postala polnopravna članica CEPT-a leta 1993. Zveza radioamaterjev Slovenije je že takrat (ne prvič!) dala pooblaščenim državnim organom pisno pobudo in predlog za uveljavitev teh priporočil v Sloveniji. Po sprejetju nove slovenske zakonodaje s področja telekomunikacij, je tudi Slovenija uveljavila obe CEPT priporočili, T/R 61-01 in T/R 61-02, in aprila 1998 so bila končno izdana prva slovenska CEPT radioamaterska dovoljenja. Praktično ZRS oziroma AKOS izdaja vsem radijska dovoljenja v obliki CEPT licence.

Za zaključek strnimo vse napisano o predpisih za amaterske komunikacije v naslednje:

Za radioamatersko dejavnost (Amateur Service and Amateur Satellite Service) veljajo mednarodni predpisi (ITU RR), na osnovi katerih so v posameznih državah izdani nacionalni predpisi, ki so obvezni za radioamaterje v teh državah. Začasno delo v tuji državi mora radioamater pridobiti dovoljenje, s katerim lahko uporablja radijsko postajo v tej državi. V državah, ki so uveljavile CEPT priporočili T/R 61-01 in T/R 61-02, je možno uporabljati amatersko radijsko postajo na osnovi določil teh priporočil.

Mednarodna radioamaterska zveza (IARU) oziroma regioni IARU sprejemajo priporočila in resolucije za različna področja radioamaterske dejavnosti, ki so polnoveljavne, ko jih tudi nacionalne radioamaterske or-

ganizacije - članice IARU potrdijo oziroma vključijo v svoje normativne akte (velja za veliko večino primerov). Te "radioamaterske predpise" so dolžni spoštovati vsi radioamaterji.

Povejmo še to, da morajo radioamaterji - člani ZRS spoštovati tudi določila statuta ZRS in pravil radiokluba ter uporabljati radijske postaje v skladu z radioamatersko moralo in kodeksi.

Spisek držav članic pristopnic k sporazumu CEPT se nahaja v prilogi tega priročnika. Države, ki niso podpisnice, a vseeno uveljavljajo določila CEPT je že preko 100 in še vedno priključujejo nove, se mora poiskati na spletu.

## 4. PRAVILA IN PRAKSA V AMATERSKIH RADIJSKIH KOMUNIKACIJAH

V prejšnjih poglavjih smo govorili o radioamaterjih, njihovi organiziranosti in pomenu radioamaterske dejavnosti, spoznali nekaj osnovnih pojmov o radijskih komunikacijah, frekvenčne pasove, ki so namenjeni radioamaterjem, ter predpise in priporočila, ki veljajo za amaterske radijske komunikacije.

V nadaljevanju pogledjmo, na kakšne načine radioamaterji vzpostavljajo radijske zveze in kakšna so pravila ter praksa v teh zvezah.

### 4.1. VZPOSTAVLJANJE AMATERSKIH RADIJSKIH ZVEZ

#### 4.1.1. NAČINI VZPOSTAVLJANJA ZVEZ

Vsak promet ima svoja pravila in signale: avtomobil ne sme v križišče, ko je na semaforju rdeča luč, ladja z zvočnim signalom najavlja prihod v luko, v železniškem prometu veljajo določena pravila, v letalskem tudi... Prav tako imajo radijske komunikacije svoj "besednjak" znakov, signalov, kratic ipd. - določena pravila, ki se obvezno uporabljajo v vseh vrstah radijskih komunikacij.

Za vzpostavljanje radijskih zvez v TELEGRAFIJI se uporablja Morse-kod (mednarodno dogovorjeni način kodificiranja črk, števil in ločil v obliki kratkih in dolgih elementov - pik in črt, s premorom med njimi). Morse-kod bolj poljudno imenujemo Morzejevi znaki ali Morzejeva abeceda. Pri teh radijskih zvezah gre za prenos besedila, ki se oddaja in sprejema po principu "znak za znakom". Ta način komuniciranja je precej počasen, zato se z namenom skrajševanja prenosa zelo pogosto uporabljajo kratice (okrajšave) in kodi (dogo-

vorjena zamenjava). V teh zvezah so predpisani posebni signali za označevanje začetka in konca zveze ter drugih postopkov v zvezi. Ti signali so pomembni za radijski postaji, ki imata zvezo (seveda tudi za vse druge, ki poslušajo to zvezo), saj povedo, kakšno je stanje "na frekvenci" in kaj namerava postaja, ki oddaja.

Zveze v telegrafiji se vzpostavljajo na enostaven način: besedilo se oddaja v Morse-kodu s pomočjo tipkala (tasterja), sprejema pa na sluh preko slušalk ali zvočnika. Za oddajanje se uporabljajo ročna tipkala, polavtomatska in elektronska tipkala (elektronski sklopi, ki formirajo Morzejeve znake); v novejšem času je še posebno v tekmovanjih popularna uporaba računalnikov (generiranje Morzejevih znakov operater upravlja preko tastature). Na tržišču so tudi naprave, ki v povezavi z radijsko postajo in računalnikom omogočajo sprejem - prikaz znakov na ekranu.

Hitrosti oddajanja in sprejemanja telegrafije so različne: od 25 znakov v minuti za začetnike, do preko 200 znakov za vrhunske operaterje. Za telegrafijo (Morse-kod) imamo tudi krajšo oznako CW.

Radijske zveze v TELEFONIJI se vzpostavljajo z govorom, v jeziku, ki ga poznata oba sogovornika (operaterja na radijski postaji). Te zveze so zelo podobne običajnemu pogovoru, zato je za posamezne besede nesmiselno uporabljati kratice. To še posebno velja za radioamaterske zveze, v katerih se uporablja le odprto besedilo (poleg mednarodno dovoljenih signalov, kratic in kodov). V primerih motenj, in tudi sicer, se za zagotavljanje točnosti oddaje oziroma sprejema uporablja črkovanje: posamezno črko se ponazori z besedo (npr. A z besedo Alpha, B z Bravo itd.). Za mednarodne komunikacije je predpisana mednarodna tablica črkovanja, za medsebojne zveze pa naši radioamaterji uporabljajo tudi slovensko tablico.

Zveze v telefoniji se vzpostavljajo še enostavneje: oddaja se z govorom v mikrofoni, sprejema pa preko slušalk ali zvočnika. Ta način dela radioamaterji označujejo krajše PHONE.

TELEGRAFIJA (Morse-kod) in TELEFONIJA sta najstarejša, klasična načina vzpostavljanja amaterskih radijskih zvez. Radioamaterji seveda uporabljajo še druge načine, kot so SSTV - Slow Scan Television (prenos mirujočih slik; sem spada tudi prenos pisanih sporočil ali FAX - Faksimile), FSTV - Fast Scan Television (prenos gibljivih slik; za to se uporablja tudi oznaka ATV - Amateur Television / amaterska televizija) in nekatere DIGITALNE KOMUNIKACIJE (Baudot / RTTY, AMTOR, PACTOR, PACKET RADIO idr.) - za te se uporablja skupna radioamaterska oznaka DIGIMODE.

Pri teh načinih vzpostavljanja zvez se poleg radijskih postaj uporabljajo različne avdio in video naprave (kasetofoni, kamere in monitorji) ter seveda računalniki, ki so postali sestavni del radioamaterske opreme. Tudi za te amaterske radijske zveze veljajo določena pravila.

Amaterska radijska postaja torej ni igrača, s katero lahko počnemo karkoli in kakorkoli, temveč je radijska postaja v mednarodnem radijskem prometu, zato je po mednarodnih predpisih za uporabo le-te potrebno določeno znanje oziroma izpit za amaterskega operaterja.

#### 4.1.2. KLICNI ZNAKI

To, kar je za človeka ime, za podjetje naziv, za knjigo naslov..., je za radijsko postajo identifikacija. Tako kot se oseba pred pogovorom predstavi, se tudi radijska postaja v začetku oddaje "predstavi" - odda identifikacijo. Po ITU pravilniku o radiokomunikacijah (ITU RR) se mora radijska postaja pri oddaji identificirati. Dovoljene izjeme so le za določene radijske sisteme, pri katerih ni obvezno oziroma je tehnično nemogoče, da se pri oddaji tudi identificirajo (npr. radarji, relejni sistemi, radijske postaje v vesolju).

Za radijske postaje sta predpisana dva načina identifikacije: s klicnim znakom ali z nekim drugim priznanim znakom.

KLICNI ZNAK je oznaka, sestavljena iz črk ali črk in števil, s katero se radijska postaja identificira. Drugi priznani znaki za identifikacijo pa so lahko: ime radijske postaje (npr. Radio zeleni val), mesto oziroma lokacija postaje (npr. Radio Maribor) in kakšen drug lahko prepoznavni znak oziroma signal (npr. številka taksi vozila, določena melodija), kar je določeno s predpisi.

Vse radijske postaje, ki se uporabljajo v mednarodnem prometu, torej tudi radioamaterske, morajo imeti klicni znak, sestavljen na način, ki je predpisan z ITU pravilnikom o radiokomunikacijah (ITU RR). Klicni znak je sestavljen iz kombinacije črk in števil (uporablja se 26 črk latinske abecede in arabske številke 0 do 9). Po kombinaciji črk in števil v klicnem znaku lahko tudi ugotovimo, kateri državi in kakšni radijski službi pripada radijska postaja. Poglejmo, kako to izgleda.

Mednarodne serije za formiranje klicnih znakov so sestavljene iz treh črk ali iz številke in dveh črk ali iz črke, številke in črke. To nam nazorno kažejo primeri:

Serijska FAA-FZZ: Francija,  
Serijska 4XA-4XZ: Izrael,  
Serijska S5A-S5Z: Slovenija.

ITU serije za klicne znake radijskih postaj za posamezne države najdemo v dodatku priročnika. Če jih podrobno pregledamo, opazimo, da je večini držav dodeljena ena serija, nekaterim državam pa tudi več. Tako ima npr. Velika Britanija dodeljene serije GAA-GZZ, MAA-MZZ, VPA-VSZ, ZBA-ZJZ, ZNA-ZOZ, ZQA-ZQZ in 2AA-2ZZ; Združene države Amerike AAA-ALZ, KAA-KZZ, NAA-NZZ in WAA-WZZ itd. Republikli Sloveniji je bila septembra 1992 dodeljena serija S5A-S5Z. Na osnovi te serije so bili izdani novi klicni znaki za slovenske radijske postaje. Slovenski radioamaterji so začeli uporabljati klicne znake z oznako države S5 24. oktobra 1992.

V državah, ki imajo dodeljeno samo eno serijo, imajo vse radijske službe enako državno oznako, države, ki jih imajo več, pa same določijo, katere serije se uporabljajo za posamezne radijske službe.

Iz osnovne serije, ki označuje državo, se na predpisan način s kombinacijo črk in števil sestavi klicni znak radijske postaje. Za vsako vrsto radijskih postaj je obvezna določena kombinacija karakterjev (karakter v klicnem znaku pomeni črko ali številko). Tako imajo radijske postaje na letalih kombinacijo petih karakterjev, od katerih prva dva označujeta državo, naslednji trije pa so črke (npr. S5AAP je klicni znak za postajo na slovenskem letalu). Klicni znaki radijskih postaj na ladjah so sestavljeni iz kombinacij štirih, petih, šestih ali sedmih karakterjev (npr. radijska postaja na slovenski ladji ima lahko klicni znak S5KA2).

Nas seveda najbolj zanima, kakšne so predpisane kombinacije za radioamatersko dejavnost. Za amaterske radijske postaje se klicni znaki formirajo s kombinacijo treh, štirih, petih ali šestih karakterjev. Karakterji imajo v klicnem znaku določen vrstni red in pomen:

- Prvi del klicnega znaka, ki označuje državo, ima en ali dva karakterja: dve črki, črko in številko, številko in črko ali samo eno črko. Kombinacija črk in števil je odvisna od serije, ki je dodeljena državi.
- Drugi del klicnega znaka je en karakter: številka (0 do 9). Ta številka nima vnaprej predpisanega pomena, lahko pa označuje določeno geografsko področje ali upravno enoto v državi; v povezavi s tretjim delom klicnega znaka ima lahko določen pomen, npr. operaterski razred uporabnika postaje.
- Tretji del klicnega znaka ima en, dva ali tri karakterje: eno, dve ali tri črke (A do Z, AA do ZZ, AAA do ZZZ). Ta del klicnega znaka je (poleg številke v drugem delu, če ima določen pomen) glavna razlika med postajami v isti državi.

To so osnovna določila za formiranje klicnih znakov amaterskih radijskih postaj, veljajo pa še nekatere posebnosti.

Če je v prvem delu klicnega znaka samo en karakter, so to lahko samo črke B, F, G, I, K, M, N, R ali W. Takšni klicni znaki se lahko izdajajo samo v državah, ki jim je dodeljena polna serija za klicne znake (xAA-xZZ: x pomeni eno izmed navedenih črk):

Veliki Britaniji je dodeljena tudi serija GAA-GZZ, zato imajo lahko radioamaterske postaje iz Anglije klicne znake npr. G2BB, G3SXW, G8VG.

Združene države Amerike imajo serije NAA-NZZ, KAA-KZZ in WAA-WZZ, zato je lahko za oznako države uporabljena samo ena črka npr. N2AA, K1AR, W3LPL.

Podobno je za Italijo (serija IAA-IZZ: I1RC, I4L-CK), Rusijo (serija RAA-RZZ: R1A) in Francijo (serija FAA-FZZ: F2MA).

Če pa je dodeljena serija z isto začetno črko različnim državam, takšen način uporabe za klicne znake ni dovoljen, ker bi sicer ne bilo razvidno, kateri državi pripada radijska postaja. Egipt ima serijo SUA-SUZ, Grčija pa SVA-SZZ, zato se za označevanje države ne more uporabljati samo črke S, temveč ima Egipt SU, Grčija pa SV.

Za amaterske radijske postaje se ne sme izdajati klicnih znakov z začetno kombinacijo v zaporedju ene številke in črke O ali I. Za klicne znake radijskih postaj se ne smejo uporabljati kombinacije QAA-QZZ in tudi ne kombinacije črk, ki bi zaradi podobnosti s signali za nesrečo, nevarnost ali nujnost lahko povzročile zmedo.

Ob pomembnejših dogodkih in večjih radioamaterskih prireditvah v posameznih državah ali na nivoju IARU se izjemoma in občasno uporabljajo tudi posebni klicni znaki, kot so na primer PA6IARU, DL0WARC, W200AA, SM7ARDF, za kar pa je seveda potrebno posebno dovoljenje.

Klicni znak amaterske radijske postaje v osnovi lahko razdelimo na dva dela: prvi vsebuje informacijo o lokaciji (državi), drugi pa informacijo za razlikovanje postaj v isti državi.

Za mednarodno identifikacijo amaterske radijske postaje je najpomembnejši prvi del klicnega znaka, ki označuje državo in ga imenujemo PREFIKS (predpona v klicnem znaku). Običajno ima dva karakterja, lahko pa samo enega (npr. ZA - Albanija, C5 - Gambija, 9N - Nepal, I - Italija). Če ima številka v klicnem znaku določen pomen, sta prefiks prva dva dela klicnega znaka (npr. OH0 - otok Aland/Finska, EA6 - Balearski otoki/Španija, KL7 -Alaska/ZDA).

V isti državi se postaje razlikujejo po karakterjih v drugem delu klicnega znaka, ki ga imenujemo SUFIKS (pripona v klicnem znaku). Ta ima običajno dva, tri ali štiri karakterje (številko in črko, številko in dve črki ali številko in tri črke). Če ima številka v klicnem znaku

določen pomen in je sestavni del prefiksa, pa ima sufiks eno, dve ali tri črke.

Poglejmo nekaj primerov.

LX1DF: LX je prefiks za Luksemburg, 1DF je sufiks - oznaka za določeno radijsko postajo;

OH0AA: OH0 je prefiks za določeno geografsko področje v Finski (otok Aland), AA je sufiks - oznaka za določeno radijsko postajo;

S59ABC: S5 je prefiks za Slovenijo, 9ABC je sufiks - oznaka za določeno radijsko postajo.

Tudi klicni znak sam ima lahko pripono, ki jo tudi imenujemo sufiks, vendar tokrat govorimo o sufiksu - priponi klicnega znaka. Sestavljen je iz enega ali dveh karakterjev; od klicnega znaka je vedno ločen s poševno ulomkovo črto (/) in je njegov sestavni del - to pomeni, da sta klicni znak in ta sufiks identifikacija radijske postaje.

Po splošnem pravilu ti sufiksi označujejo, da radijska postaja dela izven stalne (fiksne) lokacije, in imajo v večini držav naslednji pomen:

- /M mobilna postaja; postaja, ki se uporablja v vozilu,
- /MM pomorska mobilna postaja; postaja, ki se uporablja na ladji ali drugem plovnem objektu,
- /AM zrakoplovna mobilna postaja; postaja, ki se uporablja na letalu ali drugem zrakoplovnem objektu,
- /P postaja, ki se uporablja na občasni lokaciji; tudi prenosna postaja.

Analizo klicnih znakov OE8TF/M, JA5APL/MM, ON4UN/AM in LZ1AB/P pa zdaj že lahko napravite sami, ali ne?

Sufiks je lahko tudi številka (npr. SM7BRO/1), kar pomeni, da postaja dela izven stalne lokacije in z določenega področja v državi (SM1 je prefiks za otok Gotland/Švedska).

Pogosto pa se sufiks uporablja za označevanje postaje, ki dela iz druge države - klicnemu znaku je dodana kombinacija oziroma oznaka države. Tako na primer DJ2BW/W3 pomeni, da nemška postaja začasno oddaja iz ZDA. V tem primeru sufiks pravzaprav pomeni tudi prefiks, zato je bolj smiselna (v Evropi pa s CEPT določili celo predpisana) identifikacija, ki se tudi drugod po svetu vse bolj uporablja npr. EA/LA3FL (iz Španije dela norveška postaja).

Povejmo še enkrat, da je ta sufiks sestavni del klicnega znaka, ki označuje lokacijo radijske postaje, zato ga moramo tudi pravilno uporabljati. Nekateri operaterji kot sufiks v klicni znak vključijo oznako članstva v raznih interesnih klubih (npr. DL1PM/HSC, OH2PM/CHC, OK3RR/DIG, S59PA/QRP), kar pa ni povsem pravilno. Če že dajemo takšno oznako ob klicnem znaku (med radioamaterji to nekaj pomeni!), le-ta ne sme biti njegov sestavni del in ga moramo ločiti s pomišljajem: v telegrafiji je torej pravilno DL1PM-HSC, S59PA-QRP itd., v telefoniji pa preprosto ne dajemo oznake "skozi" (/).

Predpisi podrobneje določajo s kakšnimi klicnimi znaki se morajo identificirati oddaje slovenskih amaterskih radijskih postaj, mi pogledjmo le osnovne serije klicnih znakov:

S51A-S50Z,  
S51AA-S50ZZ,  
S51AAA-S50ZZZ.

Prvi del znaka je oznaka za Slovenijo - prefiks S5, drugi del je številka (0-9), tretji pa kombinacija ene do treh črk (A-Z, AA-ZZ in AAA-ZZZ). Po kombinaciji drugega in tretjega dela razpoznamo klicne znake radijskih postaj, ki jih uporabljajo operaterji različnih razredov, radioklubi, ZRS in radijske postaje skupnega pomena (repetitorji, radijski svetilniki, digitalna in specialna tehnika prenosa).

O pravilni uporabi klicnih znakov bomo v nadaljevanju še govorili, že zdaj pa si zapomnimo, da se klicni znak obvezno oddaja na začetku in na koncu vsake radijske zveze, med daljšimi zvezami pa vsaj vsakih deset minut. Klicni znak se odda tudi ob vsaki spremembi frekvence.

Posebne oznake (to niso klicni znaki!) imajo amaterske sprejemne postaje, ki jih uporabljajo sprejemni radioamaterji - SWL (Short Wave Listener). SWL izhaja že iz časov, ko so radioamaterji uporabljali le kratke valove, danes pa je pravilnejša oznaka RS (Receiving Station), saj sprejemni radioamaterji poslušajo zveze na vseh radioamaterskih frekvenčnih pasovih in za potrditev "poslušanja" pošiljajo posebne kartice. Ta radioamaterska dejavnost je bila nekdanj precej razvita, danes pa precej manj, čeprav je izredno koristna za spoznavanje amaterskih radijskih komunikacij. Ker te postaje ne oddajajo, po ITU RR niso predpisani klicni znaki. Za organizirano dejavnost se za člane nacionalnih radioamaterskih organizacij uporabljajo različne oznake, npr. v Veliki Britaniji BRS-1005, v Nemčiji D-2350; v Sloveniji je predvidena oznaka od S5-RS-001 naprej.

### 4.1.3. Q - KOD

V radijskih zvezah se z namenom skrajšanja prenosa informacij in premostitve jezikovnih pregrad uporabljajo različni KODI. Za vsako besedilo je uporabljena določena zamenjava, najpogosteje v obliki skupine črk. V amaterskih radijskih zvezah se seveda uporabljajo le mednarodno dogovorjeni kodi. Morse-kod že poznamo, druga dva pa sta: Q-KOD za prenos obvestil in signalov procedure in RST-KOD (RST SISTEM) za oceno kakovosti sprejema v radijski zvezi.

Z ITU pravilnikom o radiokomunikacijah (ITU RR) je predpisano, da se določene skupine treh črk, ki se začnejo s črko "Q", uporabljajo za izmenjavo vnaprej določenih sporočil v radijskih zvezah. Celotna serija je QAA do QZZ: serija QAA do QNZ je namenjena za zrakoplovno službo, serija QOA do QQZ za pomorsko službo in serijo QRA do QUZ pa uporabljajo vse radijske službe, tudi radioamaterji.

Osnovna karakteristika Q-koda je, da ga lahko uporabljamo v obliki vprašanja in odgovora. Če skupini treh črk, ki začnejo s Q, dodamo vprašaj, dobi besedilo, ki odgovarja temu Q-kodu, vprašalno obliko, brez vprašaja pa imamo odgovor. Pogledjmo nekaj primerov:

QRV? Ali si pripravljen?

QRV Pripravljen sem.

QRL? Ali si zaseden? (Imaš zvezo?)

QRL Zaseden sem. (Imam zvezo z ..., prosim, ne moti).

QRU? Ali imaš še kaj zame?

QRU Nimam (nič več zate).

Samo nekaj redkih je, ki so vedno vprašalne oblike, brez vprašaja in nekaj, ko so samo trdilne. Vse Q kode so tričrkovne. Štiričrkovne so izključno samo radioamaterske. Spisek Q kod je v prilogi tega priročnika.

Če določeni kombinaciji črk iz Q-koda dodamo skupino števil, črk ali besedo, se njen pomen še dopolni in dobimo dodatno informacijo. Takšno uporabo nam pokažejo naslednji primeri:

QRW? HA5AA 3540 Ali naj obvestim HA5AA, da ga boš poklical na frekvenci 3540 kHz?

QSY 14050 Pojdi na frekvenco 14050 kHz.

QSX 1908 Poslušam na frekvenci 1908 kHz.

QTR? Koliko je ura (točen čas)?

QTR 1245 Ura je 12h in 45 minut.

Vidimo, da je velika prednost uporabe Q-koda pri radijskih telegrafskih zvezah v tem, da nam ni treba odtipkati celotnega besedila, če želimo predati ali sprejeti

ustrezno informacijo, temveč za to uporabimo precej skrajšano obliko.

Q-kod (serije QRA do QUZ) je objavljen v prilogi tega priročnika, mi pa poglejmo, kako ga pravilno uporabljamo.

Q-kod je mednarodno dogovorjen kod za radijske zveze v telegrafiji in se ga v telefoniji praviloma ne uporablja. Dober operater bo v govornih zvezah namesto Q-koda uporabljal ustrezne besede (odprto besedilo). Nepravilno je na primer reči "Popoldne bom QRL", kar naj bi pomenilo "Popoldne bom zaseden" oziroma "Popoldne ne morem". To je še posebno napačno zato, ker se uporaba Q-koda nanaša skoraj izključno na stanje v zvezi. Prav tako je nepravilno "pozdravljati QRA", namesto poslati pozdrave družini, saj QRA pomeni povsem nekaj drugega. Pravi nesmisel pa je klicati QRZ? namesto splošnega klica (CQ).

Kljub temu pa radioamaterji uporabljajo Q-kod kot fraze v radioamaterskem žargonu. Tako lahko večkrat slišimo: "Delam QRP", "QSL sem dobil", "Imam velik QRN", "Imel sem QSO z..." ipd. Uporaba Q-koda na takšen način ni priporočljiva, vendar pa je v radioamaterski praksi kar pogosta, saj je postala ta navada že kar radioamaterski sleng.

Obstaja pa tudi še Z koda, kjer je vsaka prva črka vedno Z in še „ten“ koda, ki je setavljena iz samih števil, pri katerih je vedno prva številka 10. So tudi radioamaterke kode, a se v 1. regionu ne uporabljajo.

#### 4.1.4. RST SISTEM (RST-KOD)

Ocena kakovosti sprejemanja signalov je izredno pomemben sestavni del radijske zveze. Glavni elementi kakovosti sprejema so čitljivost (razumljivost) signalov, njihova moč (jakost), kakovost tona (za telegrafijo), kakovost modulacije (za telefonijo), frekvenčna stabilnost in vpliv motenj. Te elemente se lahko oceni v obliki števil, ki se dodajo Q-kodu.

Primer: QRK5 QSA4

To pomeni, da je čitljivost signalov odlična, moč signalov pa dobra. Lahko se oceni tudi ton in motnje: QRI 3 (slab ton), QRM 3 (zmerne motnje).

Takšen način ocenjevanja kakovosti sprejema signalov se je do nedavnega uporabljal v profesionalnih zvezah (v nekaterih se še danes), v novejšem času pa se za te zveze priporočata SINPO-kod (za telegrafijo) in SINPFEMO-kod (za telefonijo).

V radioamaterskih zvezah se uporablja poseben sistem poročila o kakovosti sprejemanja signalov, imenovanem RST SISTEM. To je pravzaprav kod v obliki treh števil, od katerih prva številka označuje čitljivost signalov (angl. Readability), druga moč (angl.

Strength) in tretja ton (angl. Tone). Po začetnih črkah teh najpomembnejših karakteristik signalov je sistem dobil ime RST. Ocena sprejema je podana v obliki koda, zato ta sistem imenujemo tudi RST-KOD.

Ocena kakovosti sprejema (ali krajše: raport) se v telegrafiji daje v številkah, obvezno po vrstnem redu RST, in sicer:

za čitljivost (R)	od 1 do 5,
za moč (S)	od 1 do 9,
za ton (T)	od 1 do 9.

Poglejmo dva primera:

RST 599 pomeni, da so signali odlično čitljivi in izredno močni, ton pa je popolnoma čist.

RST 358 pomeni, da so signali težko čitljivi, moč signalov je kar dobra, ton pa čist s komaj opaznim brnenjem.

Ocena za ton (T) se nanaša samo na čistost signala in nima povezave z njegovo frekvenčno stabilnostjo ali prisotnostjo "klikov" (angl. clicks) in "čirpov" (angl. chirps). Večina signalov, ki jih slišimo na radioamaterskih frekvencah, ima T-9, saj večina radioamaterjev uporablja kakovostne naprave. Če je ocena za ton drugačna, je nekaj narobe z radijsko postajo, zato bo informacija našemu korespondentu dobrodošla. Pravilna oziroma realna ocena za kakovost tona pa je še posebno pomembna za radioamaterja, ki je oddajnik ali radijsko postajo izdelal sam in preizkuša delovanje.

Kakovost tona lahko še podrobneje opišemo tako, da raportu RST dodamo:

X	za ton, ki je izredno stabilen in "kristalno" zvoneč (karakteristike kristalnega oscilatorja) - npr. 589X,
C	za ton, ki ima "čirpe" (spreminja se višina tona - "čivkanje") - npr. 479C,
K	za ton, ki ima "klike" (slišijo se udarci tipkala) - npr. 499K.

Za ton, ki vsebuje "čirpe" in "klike", dodamo oznako CK - npr. 359CK.

Za celovito oceno sprejema signalov lahko RST raportu dodamo tudi ustrezen Q-kod npr.:

369	QRM (če imamo motnje drugih postaj),
499	QRN (če imamo atmosferske motnje),
579	QRH (če se spreminja frekvenca).

Povedali smo že, da raport dajemo v obliki treh števil, ki jih določimo odvisno od kakovosti signalov. Poglejmo, kako to izgleda opisno.



**RST SISTEM (RST-KOD)**

## ČITLJIVOST (R)

- R1 Nečitljivi signali (nerazumljivi signali)
- R2 Komaj čitljivi (le občasno razpoznavni signali)
- R3 Težko čitljivi signali
- R4 Brez večjih težav čitljivi signali
- R5 Odlično čitljivi signali

## MOČ SIGNALOV (S)

- S1 Izredno šibki (komaj zaznavni) signali
- S2 Zelo šibki (zelo slabi) signali
- S3 Šibki (slabi) signali
- S4 Še zadovoljivi signali
- S5 Že kar dobri signali
- S6 Dobri signali
- S7 Zmerno močni signali
- S8 Močni signali
- S9 Izredno močni signali

## TON (T)

- T1 Izredno grob, hreščeč in sikajoč ton, z izredno močnim brnenjem
- T2 Zelo grob in hreščeč ton z močnim brnenjem
- T3 Grob in nizek, že rahlo muzikalen ton z močnim brnenjem
- T4 Precej grob, rezek, delno muzikalen ton s precejšnjim brnenjem
- T5 Muzikalen ton s precej opaznim brnenjem
- T6 Muzikalen ton z opaznim brnenjem
- T7 Skoraj čist ton s še opaznim brnenjem
- T8 Dober, čist ton s komaj opaznim brnenjem
- T9 Odličen, popolnoma čist ton

Kako pa ocenjujemo kakovost sprejemanja signalov v telefoniji?

Opisani sistem za raport se smiselno uporablja tudi za amaterske zveze v telefoniji (kjer se seveda ne daje ocene za ton!), čeprav se raport praviloma naj ne bi daljal v kodificirani obliki, temveč opisno. Radioamaterji so ga osvojili zaradi univerzalnosti in enostavnosti, kar je še posebno uporabno pri zvezah v tekmovanjih, DX zvezah in pri pisanju dnevnika radijske postaje in QSL kartic.

Še pred nekaj desetletji, ko se je uporabljala AM-telefonija (amplitudna modulacija), je bila ocena signalov sestavljena iz treh števil po RSM-sistemu, pri kateri se je s črko M označevala stopnja modulacije (od 1 do 5). Takšen način ocene signalov je v uporabi še danes, le da je opuščena tretja številka (M) - imenujemo

ga RS-SISTEM (RS-KOD):

za čitljivost	(R)	od 1 do 5,
za moč	(S)	od 1 do 9.

Tako raport 59 pomeni, da so signali povsem čitljivi (razumljivi) in izredno močni. Oceno za modulacijo dajemo opisno: odlična, lepa, zelo dobra, globoka, rezka, popačena ipd.

Ocena signalov oziroma raport je pomemben del amaterske radijske zveze, saj brez obojestranske izmenjave ni potrditve zveze. Dogovorjeni kod (RST in RS) moramo tudi pravilno uporabljati, ker se sicer lahko osmešimo in dobimo etiketo slabega operaterja. Tako na primer ne smemo dajati iz navade raport 599 (ali 59) in kasneje v zvezi, pri kateri imamo težave s čitljivostjo in slabo jakostjo signalov, kar nekajkrat prositi korespondenta, naj ponovi svoje ime. Če smo dali raport, da so signali odlično razumljivi in izredno močni, to tudi pomeni, da lahko sprejemamo brez problemov. Če pa ni tako, to sporočimo korespondentu z realnim raportom, da bo vedel pravilno ravnati. Pravzaprav tudi ni pravilno dajati raport za signale preko pretvornika (repetitorja) s pomočjo RS-koda (npr. 59), saj s tem ne opisujemo kakovosti signalov našega korespondenta, temveč signale oddajnika repetitorja. Pri teh zvezah se daje ocena čitljivosti (razumljivosti) signalov v opisni obliki npr.: "100 % sprejeto", "sprejemam s precej šuma", "odlično greš preko repetitorja" ipd. Seveda pa tudi povemo, kakšna je moč signalov (repetitorja).

Sistema RST in RS dajeta osnovne napotke za ocenjevanje kakovosti signalov, presoja pa je odvisna od operaterja. Še posebno je jakost signalov začetnikom težje oceniti. Večina radioamaterskih postaj ima vgrajen poseben instrument (S-meter), ki je usmerjen na 9 S-stopenj in še za močnejše signale. S-meter je relativni instrument, ki nam lahko pokaže jakost signala S0, mi pa ga bi "na uho" ocenili S2 ali S3. Ocena signala S0 po S-metru je nesmiselna, saj to po RST sistemu pomeni, da signala sploh ne slišimo. Več o S-metru je napisano v poglavju Radijski sprejemniki.

Še nečesa pri dajanju raporta ne pozabimo! Radioamaterji radi eksperimentirajo z doma izdelanimi napravami, antenami in drugimi pripomočki za radijsko postajo, zato je pravilna in realna ocena signala še posebno pomembna.

**4.1.5. KRATICE**

Poleg kodov se v radijskih telegrafskih zvezah uporabljajo tudi različne okrajšave oziroma KRATICE. Že na začetku razvoja telegrafije so jih uporabljali za

izmenjavo sporočil in določenih signalov za začetek in konec zveze, razna opozorila ipd. Različne službe so uporabljale različne kratice, poseben problem pa so bile tudi jezikovne razlike, zato je bilo treba njihovo uporabo mednarodno uskladiti. Tako se danes uporabljajo kratice, ki so predpisane z ITU pravilnikom o radiokomunikacijah (ITU RR). To so kratice za začetek, začasno prekinitvev in konec zveze ter za prenos različnih sporočil. Glede na njihov namen jih imenujemo KRATICE PROCEDURE. Večina kratic je okrajšava angleških besed, nekatere pa so dogovorjeno izbrani znaki - to so SIGNALI PROCEDURE, ki se oddajo kot en znak (označeni so s črto nad znakom, kar pomeni, da se odtipkajo povezano kot en znak).

Nekatere kratice in signali procedure se uporabljajo tudi v radioamaterskih zvezah, zato moramo dobro poznati njihov pomen in način uporabe.

$\overline{KA}$  je signal za začetek oddajanja sporočila.

$\overline{VA}$  je signal za konec zveze. Radioamaterji ga pišejo tudi kot *SK*, kar pa, ker se odtipka povezano, pomeni isto. Postajo, ki je oddala ta signal, lahko pokličemo, ker je končala zvezo. Če pa je bila na koncu dodana kratica *CL* ( $\overline{VA}$  *CL* oziroma *SK* *CL*), seveda ne kličemo, saj to pomeni, da je operater izključil postajo.

*AR* pomeni konec sporočila. Če temu signalu sledi kratica *K* ( $\overline{AR}$  *K*), pomeni, da je operater pripravljen na sprejem (povabilo korespondentu, da začne oddajati). Radioamaterji pišejo *AR* tudi kot plus (+), kar zvočno pomeni isto. V radioamaterski praksi se signal uporablja različno: nekateri ga dajejo pred klicnim znakom, drugi za njim; nekateri pa ga sploh ne uporabljajo, temveč konec sporočila oziroma relacije v zvezi označijo s kratico *PSE K* (Prosim, začni oddajati.) ali samo s *K* (Začni oddajati).

Kratiko *K* dajemo na koncu oddaje v vseh primerih, ko želimo odgovor. Ta znak so radioamaterji še dopolnili in uporabljajo tudi kratico *KN*, ki je signal procedure in pomeni "Želim odgovor samo klicane postaje, ostali ne kličite!" Postaje, ki je oddala *KN*, ne kličemo, ker je to zelo nevljudno in pomeni tudi kršitev radioamaterskega bontona.

Kratici *AS* in *BK* sta pravzaprav signala procedure, ki na se ne uporabljata na začetku ali na koncu zveze. *AS* se daje kot signal za krajšo prekinitvev oddaje in pomeni: Počakaj! Ta signal uporabimo takrat, ko moramo iz različnih vzrokov prekiniti oddajo. *BK* pa je signal, s katerimi želimo prekiniti oddajo postaje, s katero imamo zvezo. Pravilna uporaba tega signala je vezana na tehnične zmogljivosti radijskih postaj - le pogledjte, kaj pomeni *QSK*. V radioamaterski praksi se *BK* uporablja tudi v primerih, ko želimo vskočiti v

zvezo drugih postaj (angl. break in), ali v posameznih relacijah zveze, ko se želi odgovor brez izmenjave klicnih znakov.

Poglejmo še nekaj drugih kratic, ki so predpisane za vse radijske telegrafске zveze, se pravi, da jih uporabljajo tudi radioamaterji:

CQ	Splošni klic (poziv) vsem postajam
CFM	Potrjujem; potrdilo
CS	Klicni znak
DE	Od (uporablja se pred klicnim znakom postaje, ki kliče)
ER	Tukaj
NO	Ne
NW	Zdaj
OK	Soglašam. To je v redu.
R	Sprejeto
TFC	Promet
TU	Hvala
YES	Da

Te kratice, in seveda še mnoge druge, morajo dobro poznati vsi radiotelegrafisti, saj so osnova za pravilno in hitro komuniciranje. Kratice in signale procedure najdete v dodatku priručnika.

Zdaj o amaterskih telegrafskih zvezah že kar nekaj vemo. Spoznali smo klicne znake, Q-kod, RST sistem ter kratice in signale procedure v radijski zvezi. V odprtem besedilu (govorimo seveda pogojno!) bi že lahko vzpostavili zvezo s slovenskim radioamaterjem ali tujim radioamaterjem, ki govori angleško, seveda, če ta jezik znamo tudi mi. Toda - kako bi se "pogovarjali" z radioamaterji z Japonske, Finske, Nemčije, Rusije, Francije ali Argentine, ki morda ne govorijo angleščine? Jezikovne razlike so oziroma bi bile velika ovira za vzpostavljanje amaterskih telegrafskih zvez v odprtem besedilu.

In prav zato so radioamaterji iznašli poseben mednarodni radioamaterski jezik (lahko bi mu rekli tudi "radioamaterski esperanto"), ki ga uporabljajo za zveze v telegrafiji - to so RADIOAMATERSKE KRATICE, s katerimi se sporazumevajo radioamaterji širom sveta ne glede na jezikovne razlike. Vsebina radioamaterskih zvez je v bistvu določena, saj se izmenjujejo le informacije, ki so povezane z radioamatersko dejavnostjo, zato je s tem število pojmov v zvezah pravzaprav omejeno. Prav to dejstvo pa je omogočilo uporabo kratic, ki vsebinsko zadovoljujejo potrebe radioamaterjev pri komuniciranju v telegrafiji in se jih ni težko naučiti.

Radioamaterske kratice so v glavnem nastale s krajšanjem angleških besed. Poglejmo jih nekaj (navedena je kratica, angleška beseda in pomen v slovenščini):

DR	Dear (dragi, draga)
GD	Good day (dober dan)
GM	Good morning (dobro jutro)
OM	“Old man” (“stari znanec”, prijatelj)
PSE	Please (prosim)
UR	Your (vaš, tvoj)
WX	Weather (vreme)

Uporabnost kratic je takoj opazna: s pravilno kombinacijo navedenih kratic radioamaterja na Japonskem zdaj že lahko pozdravimo z “dobro jutro, dragi prijatelj” (GM DR OM) in v nadaljevanju zveze celo vprašamo, kakšno je vreme (PSE WX?). Preprosto in razumljivo, ali ne?

Nekatere besede so že same kratke in se uporabljajo v originalni (angleški) obliki, npr. CALL (klic, klicni znak), BEST (najbolje), NAME (ime) idr. Kot radioamaterske kratice se uporabljajo tudi nekatere kombinacije števil, čeprav so to neke vrste kodi npr. 73 (mnogo pozdravov; daje se na zaključku zveze in nikoli na začetku!).

Povejmo še, da radioamaterji nekaterih jezikovnih področij (nemško, rusko, francosko, špansko) uporabljajo tudi posebne kratice, ki so izpeljanke iz odgovarjajočega jezika, npr. HZL - nem. prisrčno, DSW - rus. na svidenje, BSR - fr. dober večer itd. Te kratice nimajo mednarodnega pomena in jih boste, če vas bodo zanimale, že sami spoznali.

Kratice, ki se uporabljajo v radioamaterskih zvezah, so zbrane v dodatku priročnika. Brez poznavanja tega “radioamaterskega jezika” praktično ni mogoče vzpostavljati mednarodnih zvez v telegrafiji, zato moramo kratice dobro poznati. Le oglejte si jih in poskusite sami sestaviti kakšno sporočilo, npr. “Dragi prijatelj hvala za odlično zvezo. Mnogo pozdravov in upam, da se kmalu spet srečava.” Je šlo? Seveda, saj ni težko, pa še zelo zanimivo je, kajnega?!

## 4.2. AMATERSKE ZVEZE V TELEGRAFIJI

### 4.2.1. MORSE-KOD

Za prenos sporočil v telegrafiji moramo besedilo na določen način pretvoriti v električne impulze. Črke, številke in ločila so kodificirane v obliki kratkih in dolgih impulzov, z vmesnimi premori: vsaki črki, številki in ločilu odgovarja točno določena sestava in vrstni red impulzov. Sistem te pretvorbe - kod mora biti znan vsem uporabnikom prenosa sporočil.

Takšen sistem prenosa sporočil si je zamislil in uresničil Američan Samuel Morse (1791-1872). Morse je leta 1835 objavil žični elektromagnetni telegraf in sistem pretvorbe besedila - kod, ki se še danes imen-

uje MORSE-KOD (bolj poljudno tudi MORZEJEVI ZNAKI ali MORZEJEVA ABECEDA). Zanimanja za Morzejev telegraf v začetku ni bilo in prva javna telegrafska zveza je bila vzpostavljena šele leta 1844 (Washington - Baltimore na razdalji približno 50 km).

V naslednjih desetletjih je v ZDA telegraf postal priljubljen in najhitrejši način prenosa sporočil na daljavo. Kako je to izgledalo, se lahko spomnimo iz filmov o Divjem zahodu. Telegrafske naprave so bile povezane po žicah in prenos sporočila je potekal takole: na eni strani je operater z ročnim tipkalom (Morse key) oddal besedilo, ki ga je na drugi strani v ritmu oddanih znakov zapisal na papirnati trak pisalnik, prožen preko elektromagneta. Tako sprejeto sporočilo je operater potem prepisal v normalno obliko. Nekateri telegrafisti so sčasoma že po udarcih pisalnika (ritmu sprejemanih impulzov) vedeli, za kateri znak gre in so lahko to zapisali neposredno, brez gledanja traku. Sposobnost človeka, da prepozna in si zapomni določen ritem impulzov oziroma zvočno sliko Morzejevih znakov, je omogočila korak naprej: pisalnik so zamenjali z napravo, ki je električne impulze pretvarjala v zvočne in hitrost prenašanja sporočil se je povečala do 150 znakov na minuto.

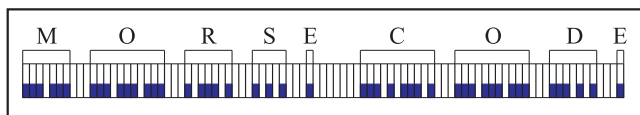
Po odkritju elektromagnetnih valov in z razvojem radia, ki je omogočal brezžično komunikacijo, je telegrafija za prenos informacij postala izredno pomembna. Od tu naprej moramo govoriti o RADIOTELEGRAFIJI, ki se ne glede na sodobnejše vrste prenosa uporablja še danes, za radioamaterje pa je tehnično najmanj zahteven, toda izredno zanimiv način vzpostavljanja radijskih zvez.

Originalni Morse-kod je bil pozneje spremenjen, še poenostavljen in sprejet kot MEDNARODNI MORSE-KOD, ki se uporablja v vseh radijskih zvezah v telegrafiji. Poglejmo, kako pravzaprav izgleda.

Osnovni elementi so kratki in dolgi impulzi in odgovarjajoči premori med impulzi. Dolžina posameznih elementov je točno določena. S kombinacijo elementov v določenem vrstnem redu dobimo ustrezno črko, številko ali ločilo - to so Morzejevi znaki.

- Kratek impulz je osnova za določitev dolžine vseh ostalih elementov Morzejevih znakov.
- Dolg impulz traja tri kratke impulze.
- Premor med impulzi v enem znaku je enak kratkemu impulzu.
- Premor med dvema znakoma v eni besedi traja tri kratke impulze.
- Premor med dvema besedama je dolg sedem kratkih impulzov.

Napisano je morda zapleteno, vendar ni - to nam nazorno potrjuje spodnja slika:



Slika 4.2.1. Trajanje posameznih elementov Morzejevih znakov glede na osnovni element - kratek impulz

Kratek impulz lahko ponazorimo grafično s piko ali zvočno "ti" (če je pika zadnji element v znaku, je ta zvočno poudarjen: "tit"), dolg impulz pa s črto ali zvočno "ta" (črta kot zadnji element v znaku se zvočno ne poudarja).

A	•—	ti-ta	N	—•	ta-tit
B	••••	ta-ti-ti-tit	O	— — —	ta-ta-ta
C	•—••	ta-ti-ta-tit	P	•—••	ti-ta-ta-tit
D	•—•	ta-ti-tit	Q	—•—•	ta-ta-ti-ta
E	•	tit	R	•—•	ti-ta-tit
F	••—•	ti-ti-ta-tit	S	•••	ti-ti-tit
G	—•—•	ta-ta-tit	T	—	ta
H	••••	ti-ti-ti-tit	U	••—	ti-ti-ta
I	••	ti-tit	V	••—•	ti-ti-ti-ta
J	•—•—	ti-ta-ta-ta	W	•—•—	ti-ta-ta
K	•—•—	ta-ti-ta	X	—••—	ta-ti-ti-ta
L	•—••	ti-ta-ti-tit	Y	—•—•	ta-ti-ta-ta
M	—•—	ta-ta	Z	—•—•	ta-ta-ti-tit

Slika 4.2.2. Morzejevi znaki - črke

1	•—•—•—	ti-ta-ta-ta-ta	6	—••••	ta-ti-ti-ti-tit
2	••—•—	ti-ti-ta-ta-ta	7	—•••••	ta-ta-ti-ti-tit
3	•••—•—	ti-ti-ti-ta-ta	8	—•—•••	ta-ta-ta-ti-tit
4	••••—	ti-ti-ti-ti-ta	9	—•—•—•	ta-ta-ta-ta-tit
5	•••••	ti-ti-ti-ti-tit	0	—•—•—•	ta-ta-ta-ta-ta

Slika 4.2.3. Morzejevi znaki - številke

Predstavitvev Morzejevih znakov s pikami in črtami služi lažjemu razumevanju njihove sestave, pravilno pa jih ponazorimo zvočno. Poskusite sami ugotoviti, kaj pomeni: *ta-ta ta-ta-ta ti-ta-tit ti-ti-tit tit*.

Čeprav Morse-kod izgleda zahteven in nekateri že v naprej mislijo, da se ga je silno težko naučiti, je v resnici zelo enostaven, saj bazira na opisanih pravilih. Za mnoge radioamaterje je telegrafija najlepša melodija na radijskih frekvencah...

### Morzejevi znaki - ločila

Pika (.)	••••—	ti-ta-ti-ta-ti-ta
Vejica (,)	—••••—	ta-ta-ti-ti-ta-ta
Vprašaj (?)	••••••	ti-ti-ta-ta-ti-tit
Enačaj (=)	—•••—	ta-ti-ti-ti-ta
Vežaj (-)	—••••—	ta-ti-ti-ti-ti-ta
Podpičje (;)	—••••••	ta-ti-ta-ti-ta-tit
Dvopičje (:)	—••••••	ta-ta-ta-ti-ti-tit
Opuščaj (')	•—••••—	ti-ta-ta-ta-ta-tit
Narekovaj (")	••••••	ti-ta-ti-ti-ta-tit
Levi oklepaj (())	••—•••	ta-ti-ta-ta-tit
Desni oklepaj ())	—••—••	ta-ti-ta-ta-ti-ta
Ulomkova črta (/)	—•••••	ta-ti-ti-ta-tit
Plus (+)	••••••	ti-ta-ti-ta-tit
"At" (@)	••••••	ti-ta-ta-ti-ta-tit
Minus (-) (uporablja se znak vezaja)		
Klicaj (!) (uporablja se znak vejice)		

Slika 4.2.4. Morzejevi znaki - ločila

## 4.2.2. VSEBINA ZVEZE

Vsaka amaterska radijska zveza je sestavljena iz več relacij, ki skupaj tvorijo običajno zvezo. Relacija je del zveze, ki ga odda eden od operaterjev - udeležencev zveze, in je glede na pogoje, v katerih se vzpostavlja zveza ter želja operaterjev, lahko v številnih variantah, ki se razlikujejo po dolžini, vsebini in načinu oddajanja. Radijska zveza v telegrafiji je v osnovi sestavljena iz naslednjih relacij:

- klicanje;
- vzpostavitev zveze, pozdrav, izmenjava podatkov o kakovosti sprejema signalov, lokaciji radijske postaje in imenu operaterja;
- izmenjava podatkov o radijski postaji, antenah in ostali opremi, ki jo uporablja operater; informacija o vremenu in različni drugi podatki iz radioamaterskega dela; dogovor za izmenjavo QSL kartic in zahvala za zvezo;
- zaključek zveze.

Za formiranje relacij in sporočil se uporabljajo dogovorjeni signali, kratice in kodi; poleg teh izkušeni operaterji uporabljajo tudi odprto besedilo.

## KLICANJE

Poznamo več načinov klicanja, ki so odvisni od želja operaterja, pogojev na frekvenčnem pasu in operaterskih sposobnosti.

Najpogostejši način je oddajanje splošnega klica. Sestavljen je iz kratic CQ, DE in klicnega znaka postaje, ki kliče: najprej dvakrat ali trikrat odtipkamo CQ, enkrat DE in potem dvakrat ali trikrat klicni znak. To lahko brez premora ponovimo in zaključimo klicanje z

eno od naslednjih kratic: K, PSE K ali K. To izgleda takole:

CQ CQ CQ DE S59XXX S59XXX S59XXX  
CQ CQ CQ DE S59XXX S59XXX S59XXX  
AR K (ali AR PSE K).

Takšen način klicanja (CQ) pomeni, da želimo vzpostaviti zvezo s katerokoli amatersko postajo. Če pa želimo, da nas pokliče postaja iz določene države ali kontinenta, moramo za kratico CQ oddati ustrezno oznako - primera:

CQ CQ VK VK DE S59XXX ... (klic za postaje iz Avstralije),  
CQ CQ AFRICA AFRICA (ali krajše: AF) DE S59XXX ... (klic za postaje iz Afrike).

Vzpostavljanje zvez z oddaljenimi (DX) postajami je želja večine radioamaterjev. Tudi to lahko pri oddajanju splošnega klica označimo:

CQ CQ DX DX DE S59XXX ...

Pri tem je treba povedati, da ima kratica DX (DX postaja, DX zveza) na različnih frekvenčnih pasovih različen pomen: na HF pasovih (1,8 MHz do 28 MHz) je DX oddaljena postaja - za S5 so praktično to vse postaje izven Evrope. Na VHF/UHF/SHF pasovih pa se zaradi posebnosti razprostiranja radijskih valov menja tudi definicija DX postaje in DX zveze - razdalje se zmanjšujejo odvisno od frekvenčnega pasu (npr. na 144 MHz je DX razdalja 400 - 500 km).

V zvezi s klicanjem CQ si zapomnimo še, da moramo pred začetkom oddajanja vedno preveriti stanje "na frekvenci": najprej poslušamo in če ocenimo, da ni preveč signalov oziroma postaj (da je frekvenca pravšnja), lahko pričnemo klicati. Dober operater še pred tem vedno odtipka QRL?, kar v radioamaterskem žargonu pomeni "Je frekvenca zasedena?", in če sliši pritrdilno QRL, seveda poišče drugo frekvenco; če sliši NO, oziroma ni nobene pripombe postaj na tej frekvenci, začne oddajati.

Splošni klic je bolje oddajati krajše in pogosteje, kot pa z nenehnim in dolgim klicanjem pravzaprav motiti druge postaje. Če po dveh ali treh klicih ne dobimo odgovora, poslušajmo - tudi drugi kličejo!

V tekmovanjih, kjer je cilj v določenem času vzpostaviti čimveč zvez, je klicanje kratko in vsebuje informacijo, da postaja sodeluje v tekmovanju:

CQ CQ TEST DE S51ZZZ S51ZZZ K

Poglejmo, kako pokličemo postajo, ki je klicala CQ:

- enkrat ali dvakrat odtipkamo klicni znak postaje, ki je klicala;
- enkrat kratico DE;
- enkrat ali dvakrat svoj klicni znak in zaključimo klic z *AR* K, PSE K ali K.

Primer: K1ZZ K1ZZ de S59XXX S59XXX *AR* K

Na podoben način pokličemo postajo, ki je končala zvezo, kar je tudi označila s kratico *SK*; če je oddala *SK* CL, pa seveda ne (saj še veste, kaj pomeni CL?).

V amaterskih radijskih zvezah velja pravilo, da po končani zvezi s postajo, ki smo jo poklicali, gremo na drugo frekvenco; na tej frekvenci lahko ostanemo (kličevo CQ) le v primeru, da je ta postaja oddala CL ali po predhodnem dogovoru. Če nas je poklicala druga postaja, se na hitro odzovemo in predlagamo drugo frekvenco (QSY...). Dobro poznavanje radioamaterskega bontona pa dokažemo s tem, da prepustimo frekvenco drugim postajam, ki želijo vzpostaviti zvezo z redko DX postajo, s katero smo končali zvezo (četudi nas je ta poklicala po našem CQ).

### VZPOSTAVITEV ZVEZE

Ko sprejmemo klicni znak postaje, ki se je odzvala našemu klicu CQ, začnemo oddajati uvodno relacijo:

Najprej odtipkamo klicni znak postaje, ki nas je klicala, potem enkrat kratico DE in svoj klicni znak ter enkrat enačaj (=), ki se odtipka tudi kot *BT*, kar zvočno pomeni isto. *BT* se v radioamaterski praksi uporablja tudi za ločevanje posameznih delov v eni relaciji procedure zveze.

Po pozdravu in zahvali za klic damo oceno kakovosti sprejema (RST), povemo, od kod oddajamo (QTH) in svoje ime ter vprašamo, če je vse v redu sprejeto. Nato odtipkamo signal za konec sporočila (*AR*), klicni znak postaje, kratico DE, svoj klicni znak in kratico *KN* ali samo K. Kakšna je razlika med *KN* ali K, vemo, ali ne?!

Na podoben način bo naš korespondent oddal smiselno iste podatke v svoji uvodni relaciji.

### IZMENJAVA OSTALIH PODATKOV

V naslednji relaciji (ali v več relacijah; odvisno od operaterjev) se izmenjujejo podatki o radijski postaji, antenah in drugi opremitvi ter druge različne informacije, ki so vsebinsko ustrezne za radioamatersko zvezo. Pri tem uporabljamo kratice in kode ter tudi odprto besedilo (odvisno od znanja jezika in izurjenosti operaterjev).

Pomembnejše podatke (RST, QTH in ime) vedno odtipkamo dvakrat do trikrat; po potrebi tudi druga

sporočila (odvisno od motenj in drugih pogojev v zvezi).

Te relacije se vedno začnejo z oddajanjem klicnega znaka korespondenta, kratice DE, našega klicnega znaka in enačaja (=) oziroma BT. Ko končamo sporočilo ene relacije, oddamo signal AR, klicne znake in kratico K ali KN. Izurjeni operaterji uporabljajo signal BK za prekinitve oddaje oziroma relacije ali ko želijo odgovor brez izmenjave klicnih znakov - za takšen način dela je potreben predhodni dogovor operaterjev.

### ZAKLJUČEK ZVEZE

V tej (zaključni) relaciji se zahvalimo za zvezo, dogovorimo za izmenjavo QSL kartice, pozdravimo in zaključimo zvezo: klicni znak postaje, kratica DE, naš klicni znak in signal VA oziroma ; če nameravamo izključiti postajo, odtipkamo CL.

Kako to izgleda napisano s klicnima znakoma, signali, kraticami in kodi, si oglejmo na primeru običajne zveze (postaja F5AAA je klicala CQ, na katerega se je odzvala postaja S53XYZ):

CQ CQ CQ DE F5AAA F5AAA F5AAA AR K

F5AAA F5AAA DE S53XYZ S53XYZ AR PSE K

S53XYZ S53XYZ DE F5AAA = GD DR OM ES TNX FER CALL = UR RST 599 599 = QTH PARIS PARIS ES NAME JEAN JEAN = PSE HW? AR S53XYZ DE F5AAA K

F5AAA DE S53XYZ = GD DR OM JEAN ES TNX FER NICE RPRT = UR RST 589 589 = QTH LJUBLJANA LJUBLJANA ES NAME BORIS BORIS = HR RIG KENWOOD TS-850 PWR 100W ES ANT DIPOLE = WX FB SUNNY TEMP 25C = PSE HW? AR F5AAA DE S53XYZ K

S53XYZ DE F5AAA = R DR OM BORIS ES TNX FER ALL INFO = HR HOME MADE TRX ABT 50W ES ANT 3 EL YAGI = WX RAINING TEMP ABT 20C = DR BORIS PSE QSL VIA BURO = HW COPY NW? AR S53XYZ DE F5AAA K

F5AAA DE S53XYZ = ALL OK DR JEAN ES TNX FER ALL INFO = OK QSL VIA BURO = MY QSL CRD IS SURE = MNI TNX FER VY NICE QSO ES HPE CUAGN SN = BEST DX ES 73 = HW? AR F5AAA DE S53XYZ K

S53XYZ DE F5AAA = OK DR BORIS TNX FER NICE QSO ES HPE CUAGN = 73 ES GL = NW QRU AR S53XYZ DE F5AAA SK

F5AAA DE S53XYZ = R DR OM JEAN TU ES GL = QRU AR F5AAA DE S53XYZ SK

Opisana zveza vsebuje relacije, v katerih so izmenjani osnovni podatki. Takšna zveza običajno traja do deset minut; dolžina zveze je odvisna od hitrosti tipkanja in morebitnih motenj, ki zahtevajo ponavljanje sporočila. Relacije so lahko poljubno dolge in vsebinsko takšne, kot jih omogočajo kratice in Q-kod. Še bolj zanimive so zveze, v katerih se operaterji "pogovarjajo" v odprtem besedilu (ne samo v kraticah)..., za kar pa moramo biti posebno pri večjih hitrostih že kar dobri radiotelegrafisti!

V tekmovanjih so zveze izredno kratke - izmenjuje se samo klicne znake, RST in ustrezne številke ali oznake, odvisno od pravil tekmovanja. Tudi zveze z redkimi DX postajami in DX odpravami so izredno kratke (izmenja se samo klicni znak in RST); pri teh zvezah se pogosto uporablja poseben način dela - DX postaja oddaja na eni frekvenci, sprejema na drugi (razlika je običajno 1 - 5 kHz). Za vzpostavljanje teh zvez in pravilno ter uspešno vključevanje v PILE UP (gneča na frekvenci, kjer veliko postaj kliče redko DX postajo) je treba dobro poznati proceduro klicanja in potrjevanja zveze.

Za zaključek še nekaj nasvetov za dobro CW delo:

- Pred oddajanjem vedno poslušajte in preverite stanje na frekvenci: oddajte QRL?, ponovno poslušajte in če ni odgovora QRL, lahko začnete oddajati.
- Oddajajte kratke CQ; če po treh ali štirih klicih ni odziva, spremenite frekvenco ali prisluhnite drugim.
- Oddajajte s takšno hitrostjo, kot jo lahko sprejemate. Bolje je tipkati počasneje in dobro, kot pa hitro in slabo, težko čitljivo in z napakami.
- Pravilno uporabljajte signale procedure, Q-kod in kratice ter dajajte realne ocene kakovosti sprejema.
- Če imate motnje, brez zadrege prosite za ponovitev podatkov - R ali OK uporabljajte le v primeru, če ste res vse sprejeli v redu.
- Pred klicanjem drugih postaj se postavite točno na frekvenco (razen, če postaja ne zahteva drugače).
- Na koncu zveze obvezno oddajte svoj klicni znak; med daljšimi zvezami pa vsaj vsakih deset minut.

### IN ŠE O TELEGRAFIJI

Danes nekateri mislijo, da je telegrafija zastarela, da je to neka arhaična zadeva še iz časa začetka radijskih komunikacij. Še posebej po tem, ko znanje telegrafije ni več pogoj za opravljanje radioamaterskega izpita. Vendar to še zdaleč ni res.

Telegrafija je še kako živa. Z njo je mogoče doseči

neprimerno daljše zveze kot s katerokoli fonijsko zvezo. Skozi motnje se telegrafski signali še zaznavajo, ko fonijske zveze že davno niso več mogoče.

Na radioamaterskih bandih se vedno sliši vsaj po 10x več telegrafskih postaj kot pa fonijskih, na nekaterih pa samo telgrafske. S telegrafijo se identificirajo repetitorji, radijski svetilniki in sateliti. S pomočjo znanja kratic lahko vspostavimo zveze ne glede na jezikovno pripadnost korespondenta. Poleg tega je znanje telegrafije naša posebnost, naš zaščitni znak pripadnosti, na kar smo vedno ponosni. Prej ko slej vsak radioamater spozna, da je lahko popolni radioamater le, če to plemenito znanje tudi obvlada.

### 4.3. AMATERSKE ZVEZE V TELEFONIJI

#### 4.3.1. VSEBINA ZVEZE

Vse, o čemer smo govorili pri vzpostavljanju radijskih zvez v telegrafiji, v osnovi in smiselno velja tudi za zveze v telefoniji. Pri telegrafiji uporabljamo Morsekod, zveze v telefoniji pa se vzpostavljajo z govorom, precej podobnemu običajnemu pogovoru, le da moramo pri tem spoštovati določena pravila, predpisane procedure za klicanje, začetek in konec zveze ter dovoljeno vsebino radioamaterskih zvez. Tu se pogovarjamo "v živo" - z našimi radioamaterji v slovenščini, s tujimi v jeziku, ki ga poznamo. Radioamaterji širom sveta vzpostavljajo zveze večinoma v angleščini. Seveda vedno dobimo sogovornika za zvezo v drugih jezikih (nemško, francosko, špansko, italijansko, rusko idr.), na vseh kontinentih pa so tudi radioamaterji, ki jim je pri srcu slovenska beseda.

V teh zvezah ni potrebno skrajševanje sporočil, saj človek hitreje govori, kot pa oddaja Morzejeve znake. Pogovarjamo se z običajno pogovorno hitrostjo in pri tem pazimo na razločno izgovorjavo. Q-kod in kratic praviloma ne uporabljamo, saj v običajni zvezi lahko sporočilo povemo z besedami. Kljub temu so nekatere okrajšave in kombinacije iz Q-koda kar precej udomačene in se uporabljajo tudi v teh zvezah - o tem smo že govorili (QRB, QRM, QRP, QRX, QRZ, QSL; CQ - splošni klic idr.).

Radijska zveza v telefoniji je, podobno kot v telegrafiji, sestavljena iz več relacij. V osnovi vse poteka na smiselno isti način, le da se tu sporočila prenašajo z govorom. Podrobneje moramo poznati način klicanja in besede procedure, ki se uporabljajo v telefoniji (namesto signalov in kratic procedure v telegrafiji). Splošni klic (CQ) oddamo takole:

CQ, CQ, kliče S51XXX, S51XXX, S51XXX poslušaj.

Postajo, ki je klicala CQ, pokličemo takole:

S53YYY, S53YYY, kliče te S51XXX, S51XXX poslušaj, prosim, pridi.

Pri zvezah v telefoniji (namesto signala  $\overline{AR}$  in kratice K v telegrafiji) torej preprosto povemo, da gremo na sprejem oziroma povabimo korespondenta, da začne oddajati. Isti način uporabljamo tudi med posameznimi relacijami v zvezi. Za konec (namesto signala  $\overline{SK}$  v telegrafiji) povemo, da zaključujemo zvezo.

Kako pa smiselno uporabljamo CW kratici oziroma signala  $\overline{AS}$  in BK v PHONE zvezah? Za krajšo prekinitvev oddaje povemo korespondentu, da naj počaka; če pa želimo vskočiti v zvezo drugih postaj, počakamo na pravi trenutek in enkrat povemo svoj klicni znak - nikakor pa ne kričimo v mikrofonsko "break, break"!

To so osnovni napotki za pravilno vzpostavljanje običajnih PHONE zvez. Zveze v tekmovanjih, z DX postajami in DX odpravami zahtevajo poseben način dela (podobno kot pri CW zvezah). Tudi nasveti za dobro PHONE delo so precej podobni tistim za CW delo (smiselno seveda). Zapomnimo si, da moramo v teh zvezah uporabljati normalen in lep pogovorni jezik (brez raznih popačenih izrazov, ki so pogosti v osebnih razgovorih), in ne pozabimo, da naš pogovor poslušaj širok krog radioamaterjev, pa tudi drugi ...

#### 4.3.2. MEDNARODNA IN SLOVENSKA TABLICA ČRKOVANJA

V radijskih zvezah v telefoniji se za zagotavljanje točnosti oddaje oziroma sprejema uporablja črkovanje: vsaki črki se doda določena beseda, ki se začne prav s to črko. To je še posebno pomembno v primeru motenj, kjer se na primer črka B zelo lahko zamenja z D; če pa B ponazorimo z besedo BLED ali BRAVO in D z DRAVA ali DELTA, ta zamenjava seveda ni možna.

Za mednarodne radijske komunikacije je predpisana MEDNARODNA TABLICA ČRKOVANJA, za zveze v našem jeziku pa SLOVENSKA TABLICA ČRKOVANJA. Obe moramo dobro poznati, saj se obvezno uporabljata v radioamaterskih zvezah v telefoniji: za zveze s tujimi radioamaterji mednarodna tablica, za zveze s slovenskimi radioamaterji pa slovenska. V zvezah z našimi radioamaterji lahko uporabljamo tudi mednarodno tablico, vendar ne mešano (uporabljamo samo slovensko ali samo mednarodno).

**Slovenska tablica črkovanja**

A	ANKARAN	O	ORMOŽ
B	BLED	P	PIRAN
C	CELJE	R	RAVNE
Č	ČATEŽ	S	SOČA
D	DRAVA	Š	ŠMARJE
E	EVROPA	T	TRIGLAV
F	FALA	U	UNEC
G	GORICA	V	VELENJE
H	HRASTNIK	Z	ZALOG
I	IZOLA	Ž	ŽALEC
J	JADRAN	Q	QUEEN
K	KAMNIK	W	DVOJNI V
L	LJUBLJANA	X	IKS
M	MARIBOR	Y	IPSILON
N	NANOS		

**Mednarodna tablica črkovanja**

A	ALPHA	N	NOVEMBER
B	BRAVO	O	OSCAR
C	CHARLIE	P	PAPA
D	DELTA	Q	QUEBEC
E	ECHO	R	ROMEO
F	FOXTROT	S	SIERRA
G	GOLF	T	TANGO
H	HOTEL	U	UNIFORM
I	INDIA	V	VICTOR
J	JULIET	W	WHISKEY
K	KILO	X	X-RAY
L	LIMA	Y	YANKEE
M	MIKE	Z	ZULU

Poglejmo, kako pravilno črkujemo klicni znak S59AGO (po slovenski in mednarodni tablici):

Slovensko:

SOČA PET DEVET ANKARAN GORICA ORMOŽ

Mednarodno:

SIERRA FIVE NINE ALPHA GOLF OSCAR

Črkujemo takrat, ko so pogoji sprejema slabi. Pri zelo slabih pa tudi črkovanje ponavljamo, pri tem pa dosledno pri vsaki ponovitvi rečemo »ponavljam (i repeat)«. Prav tako ne smemo pozabiti, da mora biti med besedami jasno razločen presledek.

Na primer:

ZULU DELTA ECHO NOVEMBER KILO OSKAR  
in ne  
ZULUDELTAECHONOVEMBERKILOOSKAR,

kar je pogosta govorna napaka prenekaterega operaterja. Še posebno pri oddajanju pozivnega znaka in mislite na to, da korespondent zapisuje. Dajte mu čas pisati.

Številke so že same po sebi besede, zato jih ne črkujemo. Lahko jih izgovarjamo kot; ena, dva, tri... ali redkeje; enka, dvojka, trojka...

Ko govorimo v tujem jeziku pa seveda tudi številke v tem jeziku. Obstajajo pa tudi mednarodna imenovanja števil. To se redko uporablja, prav pa je, da to poznamo.

**Mednarodno poimenovanje števil**

- 1 UNAONE
- 2 BISSOTWO
- 3 TERRATHREE
- 4 KATEFOUR
- 5 PANTAFIVE
- 6 SOXISIX
- 7 SETTESEVEN
- 8 OKTOEIGHT
- 9 NOVENINE
- 0 NADAZERO

, DECIMAL

. STOP

Besedi za številko sta dve, a se izgovorita povezano kot ena.

Nekdo, ki tega ne pozna, bi lahko na primer znak I6XX, črkovano INDIA SOXISIX X-RAY X-RAY razumel in sprejel kot IS6XX, kar je napačno.

Klicni znak oddamo oziroma črkujemo vedno v celoti - razne kombinacije npr.: 59AGO, 9AGO ... niso klicni znak radijske postaje! V zvezah, kjer je več udeležencev, se preprosto pove, kdo je na vrsti za oddajo, na vsakih nekaj minut pa se postaje predstavijo s polnim klicnim znakom (obvezno vsakih deset minut!).

**4.4. AMATERSKE DIGITALNE KOMUNIKACIJE**

**4.4.1. RTTY**

Že od samega začetka so radioamaterji iskali možnosti za nove, boljše in hitreje načine izmenjave informacij. Prvi korak v tej smeri je bila povezava teleprinterja in radijske postaje. Nastal je radijski teleprinter (RTTY). Na ta način sta lahko dva radioamaterja na velike daljave prenašala informacije hitreje kot pa s pomočjo Morzejevih znakov. Logične enice in ničle se pretvarjajo v dve neodvisni frekvenci, ki

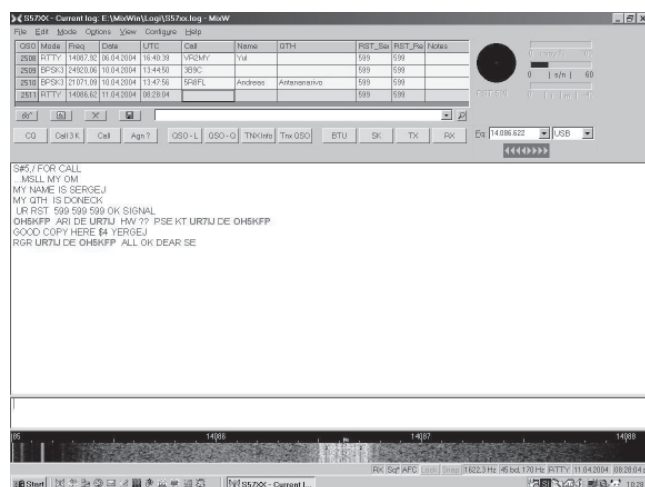


se razlikujeta za 170 Hz (odvisno od kode pa tudi 200 Hz, 425 Hz ali 850 Hz). Podobno kot pri Morse-kodu tudi tu kodificiramo črke, številke in ločila. Standardiziranih je več različnih kodov.

Poglejmo dva, ki sta najpogostejša:

BAUDOT kod je star, petbitni kod, ki se je uporabljal pri mehanskih napravah. Vsak znak je sestavljen iz enega začetnega bita, petih podatkovnih bitov ter enega in pol stop bita. Ker je podatkovnih bitov pet, lahko tvorimo le 25 (32) kombinacij, kar pa je še vedno dovolj za celoten nabor črk. Manjkajo seveda še številke, ločila in kontrolni znaki. Zato je ena od kombinacij petih podatkovnih bitov rezervirana za preklon črk v znake in druga kombinacija za preklon znakov v črke. Poglejmo primer: kod 11000 je tako črka "A" kot tudi znak "-"; kod za preklon na črke je 11111 in kod za preklon na znake 11011. Zaporedje "A-AA" bi torej zapisali kot 11111 11000 11011 11000 11111 11000 11000. Slabost Baudot koda je med drugim tudi to, da nimamo malih črk. Manjkajo nam tudi nekatera ločila in v določenih primerih, ko je poslana informacija vsebovala veliko ločil, številke in črk, je prenos trajal precej dolgo, saj je pošiljatelj veliko časa potreboval za preklon med znaki in črkami.

ASCII (American Standard Code for Information Interchange) je kod, razvit za izmenjavo podatkov med elektronskimi napravami. Novejši RTTY vmesniki (skoraj vse sedanje komunikacije v obliki RTTY potekajo preko računalnikov) uporabljajo osembitni ASCII kod. Ker je podatkovnih bitov sedem (osmi se uporablja za kontrolo prenosa - paritetni bit), imamo lahko do 128 različnih znakov, kar pa je dovolj za vse črke, številke, ločila in ostale potrebne znake.



Izgled ekrana pri uporabi enega od računalniških programov za RTTY delo

Za RTTY delo potrebujemo (če seveda ne najdemo starega mehanskega teleprinterja) le majhen vmesnik (namenjen pretvorbi in prilagoditvi signalov), ki ga

priključimo med radijsko postajo in računalnik, ter program, ki obdeluje sprejete podatke. Seveda lahko v ta namen uporabimo tudi zvočno kartico v računalniku. Vsebina RTTY zveze je podobna CW zvezi; sporočil seveda ne sprejemamo zvočno, temveč so vidna na monitorju. Za RTTY delo se uporabljajo dogovorjene frekvence.

#### 4.4.2. AMTOR

Velik problem pri prenosu informacij so napake. Pošiljatelj pač pošilja informacije, na drugi strani pa eden ali več prejemnikov sprejema tako informacije kot vse motnje. Napake so zato neizbežne, včasih jih je celo več kot koristnih informacij. Treba je torej uporabiti način prenosa, pri katerem motnje ne vplivajo več toliko na sam prenos. Tu smo se radioamaterji zgedovali po profesionalnih uporabnikih RTTY, predvsem po sistemu SITOR (SImplex Telex Over Radio), ki so ga uporabljali za komunikacijo med ladjami in kopnim (prenos telegramov). V osnovi je to protokol prenosa (zbirka predpisov, ki opisujejo določen način prenosa), kjer se na sprejemni strani preverja sprejeto sporočilo in po potrebi zahteva ponovitev določenega dela teksta. Seveda to opravlja naprava sama in ne operater ročno. Za radioamatersko uporabo se je tako privzelo ime AMTOR (AMateur Teleprinting Over Radio). Obstajajo tri vrste AMTOR komunikacij:

- ARQ (AMTOR A) z avtomatičnim zahtevkom (Automatic Repeat Query),
- FEC (AMTOR B) z vnaprejšnjo odpravo napak (Forward Error Correction),
- SEL-FEC/B (AMTOR B with SElective Broadcast), kjer pošiljatelj pošilja sporočilo hkrati le enemu prejemniku.

#### 4.4.3. PACTOR

Kljub vsem ugodnostim, ki jih je prinesel AMTOR, so bile pri prenosu podatkov vseeno še težave, saj je pri slabih zvezah močno prisoten šum in druge motnje. Občasno so motnje celo močnejše od koristnega signala. V takšnih primerih potrebujemo vrsto komunikacije, ki je kljub težkim pogojem sposobna vzdrževati zvezo.

Če radioteleprinterski AMTOR komunikaciji dodamo stiskanje (kompresiranje) podatkov med prenosom, spreminjanje hitrosti prenosa v odvisnosti od kvalitete zveze, dodatne podatke za večjo zanesljivost prenosa ter vse skupaj oblikujemo v ne prevelik paket podatkov, dobimo PACTOR.

Seveda za vse omenjene postopke obdelave podatkov majhno vezje ni več dovolj. V ta namen upo-

rabljamo zmogljive DSP računalnike in programe, ki pomagajo obdelovati podatke. PACTOR je sodoben način komuniciranja, ki ga uporabljamo na kratkem valu za dolge zveze v oteženih pogojih. Pasovna širina (kljub povečanemu pretoku informacij in uporabi FSK modulacije) ustreza zahtevam za delo na KV (500Hz).

Razvoj PACTOR-ja se še ni ustavil. Leta 1994 je DL2FAK predstavil nadaljevanje projekta, imenovanega PACTOR-II, ki omogoča še zanesljivejši in hkrati osemkrat hitrejši prenos podatkov, pri tem pa ostaja navzdol združljiv z originalnim PACTOR-jem. Povečana je neobčutljivost na motnje in omogočena je komunikacija pri signalih, ki so za več kot trikrat šibkejši kot prej.

Z razvojem programske opreme in dodelavo protokolov za prenos podatkov so v letu 2002 razvili uspešno nadaljevanje - PACTOR-III. Žal ni več navzdol združljiv s svojima predhodnikoma, saj uporablja za komunikacijo pasovno širino govornega kanala - 2,4kHz. Ima pa zato štiri do petkrat višjo hitrost prenosa (približno 5200b/s) pri prav nič okrnjeni neobčutljivosti na motnje. Zaradi zasedene pasovne širine pa je njegova uporabnost na zasedenem kratkem valu omejena.

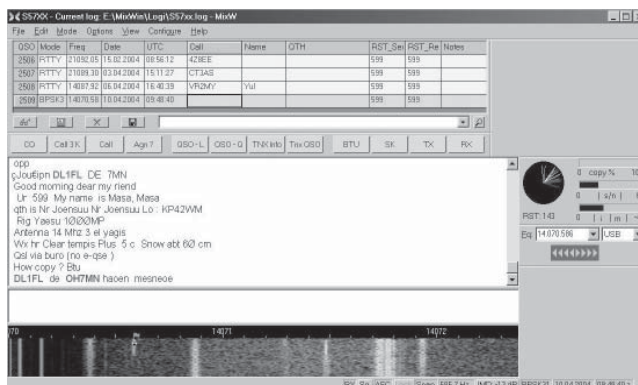
#### 4.4.4. G-TOR

Spreminjajoče razmere v ionosferi, šibki in neberljivi signali in želja po komunikaciji v oteženih pogojih so botrovali razvoju Golay-TOR-a, amaterske različice profesionalnega protokola, ki ga je razvil M. Golay in so ga uporabili prvič pri prenosih podatkov iz vesoljskega plovila Voyager. Protokol omogoča prenose do 300 baudov, z možnostjo zniževanja histrosti. Med radioamaterji protokol ni zaživel in se zelo redko uporablja.

#### 4.4.5. PSK31

Kljub temu, da si večino digitalnih komunikacij v zadnjem času predstavljamo kot prenos podatkov iz točke A do točke B, obstaja še vedno želja po živi "tipkovnica - tipkovnica" komunikaciji. V te namene je bil razvit nov protokol, ki postaja na KV vedno bolj popularen. S pomočjo DSP tehnologije in PSK (Phase Shift Keying) kodiranja ter spremenljive dolžine kode omogoča zanesljivo ozkopasovno komunikacijo maksimalne hitrosti 31 baudov. Ta hitrost je povsem zadovoljiva za živo tipkanje.

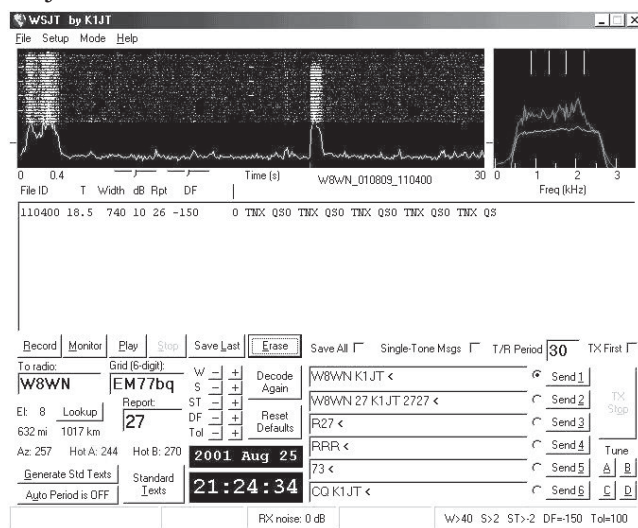
Obstaja tudi nadgradnja protokola s spremenjenim kodiranjem s štirikratnim faznim pomikom (QPSK) ter vgrajeno vnaprejšnjo odpravo napak, vendar pa je zato zmanjšano razmerje signal/šum.



PSK31 na ekranu računalnika

#### 4.4.6. WSJT

Večina do sedaj omenjenih vrst digitalnih komunikacij je namenjena kratkemu valu. Vendar pa obstaja potreba po nadgradnji tudi na višjih frekvencah. Obstajata dva tipična problema na višjih frekvencah: zveze z odbojem od meteoritskih sledi (MS) ter zveze z odbojem od Lune (EME). V prvem primeru potrebujemo hitro izmenjavo podatkov, saj je odboj večinoma mogoč le nekaj sekund, v drugem pa so sprejeti signali večinoma v nivoju šuma, ali pa celo pod njim. V ta namen je Joe Taylor, K1JT, razvil programsko opremo imenovano WSJT (Weak Signal by K1JT), ki podpira dva digitalna načina dela; FSK441, ki je uporaben za meteoritske sledi, ter JT44 za izredno šibke signale. Poleg programske opreme potrebujemo le še PC računalnik z zvočno kartico in povezavo z radijsko postajo, pomemben faktor je še izredno točna ura.



Izgled računalniškega ekrana ob uporabi enega izmed programov za WSJT

FSK441 je dobil ime po vrsti kodiranja (FSK) ter hitrosti prenosa 441 baudov. Za kodiranje uporablja štiri različne tone, podatke pa pošilja v kratkih "paketkih" - pingih. Sam protokol dela je enak kot pri klasičnem delu z meteoriti, ko operaterji oddajajo 30

sekund in naslednjih 30 poslušajo. Zaradi načina dela in uporabljenega protokola je mogoče uporabiti tudi zelo kratke meteoritske sledi, ki trajajo manj kot pol sekunde.

JT44 pa uporabljamo za povsem drug način dela. Prva značilnost protokola je, da vzorči signal v zelo dolgem časovnem okvirju ter lahko zato izloči komponento šuma in tako je možen sprejem signalov, ki so pod nivojem šuma - tipičen primer je zveza s pomočjo odboja od Lune. Pri oddaji uporablja sinhronizacijski ton in 44 tonov, za vsak znak po enega, ki so med seboj razmaknjeni za 10,8Hz. Vse skupaj se oddaja zelo počasi, s hitrostjo 5.38 baudov. Zaradi sinhronizacijskega tona je mogoče izničiti Dopplerjev efekt. Trideset sekundni intervali pri pošiljanju pa omogočajo dolgo vzorčenje.

WSJT-X izvaja komunikacijske protokole ali "načine", imenovane FT8, JT4, JT9, JT65, QRA64, ISCAT, MSK144 in WSPR, kot tudi enega imenovane Echo za odkrivanje in merjenje lastnih radijskih signalov, ki se odražajo z Lune. Ti načini so bili vsi zasnovani za izdelavo zanesljivih, potrjenih zvez v izjemno slabih signalnih pogojih. Vsi, razen ISCAT, uporabljajo skoraj enako strukturo sporočil in izvorno kodiranje - učinkovito stiskanje standardnih sporočil, ki se uporabljajo za minimalne zveze. JT65 in QRA64 sta bila zasnovana za EME ("moonbounce") na VHF / UHF pasovih; JT65 se je izkazal tudi kot priljubljen in učinkovit za komunikacijo po vsem svetu s pomočjo QRP pri HF. JT9 je optimiziran za pasove LF, MF in HF. Je približno 2 dB bolj občutljiv od JT65, medtem ko uporablja manj kot 10% pasovne širine. Z JT9 ali JT65 so svetovne QSOe možne z močjo nekaj vatov in kompromisnimi anteni. JT4 in QRA64 sta optimizirana za EME na VHF in višjih pasovih, še posebej v mikrovvalovnih pasovih od 2,3 do 24 GHz. FT8 je operativno podoben JT65, vendar je veliko hitrejši, z uporabo T / R ciklov le 15 s. MSK144 se uporablja za Meteor Scatter na VHF pasovih. WSPR izvaja protokol, zasnovan za preizkušanje potencialnih poti razširjanja z nizko močjo prenosa. WSPR se zdaj v celoti izvaja v WSJT-X, vključno s samodejnim spreminjanjem pasov.

#### 4.4.7. PACKET RADIO

Računalniki so hitro našli svoje mesto v radioamaterski praksi. Radioamaterji jih uporabljamo kot pripomoček pri svojem delu. Ponudba radioamaterskih računalniških programov je izredno pestra. Računalnik nam na primer pomaga pri učenju telegrafije, pri vodenju operatorskega dnevnika, omogoča nam delo z RTTY, izračunava tirnice umetnih satelitov itd. Da lahko svoj računalnik res dobro izkoristimo, nam kljub

pestri ponudbi programov še vedno nekaj manjka. Tako na primer za dokaj točen izračun tirnic satelitov potrebujemo vsak mesec sveže Keplerjeve elemente, ki jih lahko sicer najdemo v različnih radioamaterskih glasilih, vendar je vnašanje števil v računalnik zelo duhamorno opravilo. Seveda lahko poiščemo podatke tudi na internetu, a kaj, ko smo radioamaterji in želimo to rešiti brezžično. Kaj pa, če bi se lahko s svojim računalnikom brezžično povezali na kakšen drug računalnik, ki zelene podatke ima in nam jih "dovoli" presneti?

To je že razmišljanje, ki vodi v pravo smer! Seveda se takoj postavi vprašanje, kako tehnično izvesti povezavo med dvema računalnikoma. Najprej se je treba odločiti za ustrezen komunikacijski kanal, preko katerega si bosta računalnika izmenjevala podatke. Ker smo radioamaterji, si lahko za komunikacijski kanal izberemo radijski kanal. Povezava bo torej potekala preko radijske postaje. Zopet naletimo na problem, ker podatki iz računalnika niso primerni za prenos preko radijske postaje. Ta problem rešimo z uporabo modema, ki nam računalniški signal pretvori v signal, primeren za prenos preko radijske postaje. Seveda potrebujemo tak modem tudi na drugi (sprejemni) strani, kjer mora opraviti obratno operacijo. Računalniške signale tako na nek način pred oddajo moduliramo, po sprejemu pa demoduliramo; od tod tudi ime MODEM (MODulator-DEMulator). Z izbiro modema sta določeni vrsta modulacije in hitrost prenosa podatkov. Za uspešen prenos moramo definirati še obliko podatkov in komunikacijski PROTOKOL, ki predpisuje, kako naj računalnika vzpostavita zvezo, kako si izmenjata podatke in kako zvezo prekineta. Za to skrbi ustrezen računalniški program.

Povezava samo dveh računalnikov med sabo nam ne zadostuje. Pestro izbiro raznih podatkov, njihovo učinkovito iskanje in še kaj lahko zagotovi le več računalnikov, ki so med seboj povezani v računalniško OMREŽJE. Radioamatersko računalniško omrežje se imenuje PACKET RADIO (PR). Omogoča zanesljiv prenos podatkov, delitev komunikacijskega kanala med več postajami in avtomatsko usmerjanje po omrežju. Uporabnikom ponuja možnost uporabe različnih storitev, kot so na primer dostop do specializiranih baz podatkov, oglasne deske (BBS), izmenjava elektronske pošte, vzpostavljanje zvez, prehodi med različnimi omrežji itd.

Packet radio omrežje je zelo veliko in pokriva praktično cel svet. Da tako veliko omrežje lahko deluje, je potrebna določena infrastruktura, ki omogoča povezovanje računalnikov na zelo velikem geografskem področju. Osnovno infrastrukturo tvorijo vozlišča. VOZLIŠČE je računalnik, ki je preko radijskih postaj povezan z drugimi vozlišči. Njegova naloga je usmer-

janje podatkov oziroma prenos podatkov od predhodnih vozlišč ali od uporabnikov do naslednjih vozlišč z namenom, da vsak podatek prispe na pravi cilj - do pravega končnega vozlišča oziroma do končnega računalnika. Uporabnik mora tako zagotoviti samo povezavo z najbližjim vozliščem, kateremu poveže, kam naj ga poveže naprej po omrežju. Ko vozlišče preko omrežja vzpostavi navidezno zvezo z zelenim vozliščem ali zelenim - klicanim računalnikom, to sporoči uporabniku in prenos podatkov med uporabnikovim računalnikom in ciljnim računalnikom se lahko prične. Poleg vozlišč tvorijo infrastrukturo omrežja še posebni računalniki, ki nudijo uporabnikom različne storitve (baze podatkov, poštni nabiralniki za elektronsko pošto ipd).

Zaradi nazornosti si pogledajmo primer: uporabnik - radioamater iz Ljubljane se s svojim računalnikom poveže preko radijske postaje z vozliščem na Krvavcu in mu pošlje zahtevo, da naj vzpostavi zvezo z bazo podatkov v Mariboru. Vozlišče na Krvavcu preko vozlišč na Kumu in na Pohorju vzpostavi zvezo z bazo podatkov v Mariboru in uporabniku sporoči, da je povezava vzpostavljena. Prenos podatkov se tako lahko začne.

V dobrem omrežju uporabniku ni potrebno poznati poti do cilja, saj mora za to poskrbeti omrežje samo. Vsaka postaja v omrežju mora imeti svoj NASLOV. V primeru packet radia so naslovi kar klicni znaki. Klicnih znakov torej nimajo samo uporabniki - radioamaterji, temveč tudi vozlišča in drugi računalniki, ki tvorijo infrastrukturo omrežja.

Če želimo preko packet radia poslati določene podatke, na primer tekst, ki je dolg nekaj strani, računalnik ne pošlje vsega teksta v eni oddaji, temveč ga razdeli na več manjših delov, ki poleg delov teksta vsebujejo še nekatere druge podatke. Tak del imenujemo PAKET podatkov. Od tod tudi ime PACKET RADIO. Paket sestavljajo OKVIRJI. Število, vsebino in vrsto okvirjev predpisuje KOMUNIKACIJSKI PROTOKOL. Radioamaterski komunikacijski protokol, ki se uporablja pri packet radiu, se imenuje AX25 (Amateur Packet-Radio Link Layer Protocol). Protokol tudi točno določa postopke za vzpostavljanje, vzdrževanje in prekinitev povezave med računalniki. Za te namene predpisuje protokol posebne nadzorne okvirje. Poleg nadzornih okvirjev poznamo tudi informacijske okvirje, v katerih se prenaša podatki (v našem primeru deli teksta). Vsak okvir vsebuje naslov ciljnega računalnika (ciljni klicni znak) in naslov računalnika, ki ta okvir pošilja (pošiljateljev klicni znak). Okvir vsebuje tudi informacijo, preko katere lahko računalnik, ki paket sprejme, ugotovi, ali je pri prenosu prišlo do napake. Če je bilo vse v redu sprejeto, računalnik potrdi pravilen sprejem,

sicer pa od pošiljatelja zahteva, da ponovno odda nepravilno sprejet oziroma nepravilno sprejete okvirje. Tako je zagotovljen zanesljiv prenos podatkov.

Prej smo omenili, da omogoča packet radio delitev komunikacijskega kanala med več uporabniki. To pomeni, da si na eni frekvenci podatke lahko izmenjuje več packet postaj (računalnikov). Vsaka postaja lahko oddaja le nekaj časa (kolikor traja paket), potem pa mora malo počakati, da lahko odda še kakšna druga. V primeru, da dve postaji oddata paket hkrati, pride do TRKA paketov, kar ima za posledico, da na primer tretja postaja, ki ji je bil paket namenjen, le-tega ne more sprejeti. Postaji morata zato oddajo paketov ponoviti (seveda ne spet obe hkrati). Nadzor nad tem, kdaj lahko kakšna postaja odda paket, je zato pri packet radiu nujen. V ta namen se večinoma uporablja poseben algoritem za nadzor dostopa do komunikacijskega kanala, ki se imenuje CSMA (Carrier Sense Multiple Access). Algoritem CSMA lahko v grobem opišemo takole: vsaka postaja, ki želi oddati paket, najprej posluša, če je kanal prost (če že ne oddaja kakšna druga postaja) in če je, še malo počaka, spet preveri in nato odda paket. V primeru, da je kanal zaseden, paketa seveda ne odda in posluša ter čaka, dokler kanal ni prost. Čas, ko postaja pred oddajo še malo počaka, je zelo pomemben. Lahko je konstanten, še bolje pa je, da se naključno spreminja (kar še dodatno zmanjša verjetnost trkov). Do trkov v praksi seveda pride, če je na kanalu veliko uporabnikov. To pa predvsem zaradi tega, ker se vse postaje, ki delajo na isti frekvenci, med sabo ne slišijo, kar pa zelo zniža učinkovitost CSMA algoritma.

### **OPREMA ZA PACKET RADIO**

Ko se človek prvič sreča s PR, se kar malce ustraši vseh novih pojmov, ki jih sliši, zato pogledjmo lepo po vrsti, kaj je kaj. Ker se lahko pri PR opravlja direktna komunikacija, je torej potrebna osebna oprema za PR. V to sodi računalnik, ki je preko vmesnika povezan na radijsko postajo.

Kot vmesnik lahko uporabimo TNC (Terminal Node Controller), ki poleg mikroročunalniškega dela vsebuje še modem, ali pa v računalnik vgrajeno komunikacijsko kartico, ki vsebuje potrebne modeme.

Delo TNC-ja lahko opravlja tudi sam računalnik, seveda ob pomoči ustreznega programa, tako da potem potrebujemo le še modem. V Sloveniji je na voljo kar nekaj vmesnikov. TNC in megabitni TNC sta vmesnika, povezana preko serijskega vhoda na računalnik, in vsebujeta digitalni del, kjer se opravlja komunikacija z računalnikom in obdeluje tako sprejemne kot oddajne podatke ter različni modemi, odvisno od potrebe in zahtev. Druga vrsta je BayCom modem, ki deluje

brez TNC-ja, zato mora biti za njegovo delo računalnik vklopljen. BayCom modem je poceni, njegova pomanjkljivost pa je v tem, da nanj ne moremo priklapljati drugih modemov; zato smo omejeni le na hitrosti, ki jih sam lahko obdeluje. ETNC in S5LinBox sta prav tako TNC vmesnika, ki pa za povezavo potrebujeata mrežni priključek RJ45. Za vgradnjo v računalnik sta bili razviti SCC in SCC/DMA katici, prirejeni specifičnim razmeram v Sloveniji. To sta kartici, ki jo vtaknemo v razširitveni konektor PC računalnika in vsebujeta SCC (Serial Communications Controller) vezja. Na kartici so modemi za 300/1200 b/s, Manchester modemi za hitrosti med 2400 in 76800 b/s ter PSK modemi za hitrost 1,22 Mb/s.

Vrsta radijske postaje je pogojena z zeleno hitrostjo komunikacije. Za hitrosti do 2400 b/s so primerne tudi običajne UKV radijske postaje, za višje hitrosti pa potrebujemo posebne, doma razvite radijske postaje. Za hitrosti do 76800 b/s je primerna WBFM (Wide Band FM) širokopasovna radijska postaja, za še višje hitrosti pa posebna PSK radijska postaja.

### DELO NA PACKET RADIU

Kaj vse lahko počnemo s PR? Najprej so tako imenovane direktne zveze: zveza tipkovnica-tipkovnica, kjer se dva radioamaterja "pogovarjata" preko tipkovnice. To je najenostavnejša oblika zveze, vendar pa zahteva, da sta ob istem času prisotna oba.

Če eden od korespondentov ni prisoten, mu drugi lahko pusti sporočilo. To lahko naredi na več načinov. Če ima klicani priključen TNC z vgrajenim poštnim programom, mu lahko sporočilo pusti v njegovem internem poštnem predalu. Če le-tega nima, se priključi na najbližnji BBS in mu napiše sporočilo; vedeti mora le (poleg njegovega klicnega znaka), na katerem BBS-u se največ oglašča naslovnik (matični BBS). Sporočilo bo samo našlo pot do naslovnega BBS-a. Lahko pa se seveda priključi na njegov matični BBS in sporočilo bo tam počakalo naslovnika. Lastnost BBS-ov je, da so 24 ur na dan povezani v omrežje, kar nam seveda olajša delo v omrežju. Njihova naloga je, da hranijo sporočila za naslovnike, da sami odkrijejo pot, kam bodo poslali kakšno sporočilo, in da posredujejo naprej javna sporočila - biltene.

Vprašanje je seveda še, kako dejansko priklicati sogovornika. Če poznamo njegovo frekvenco in vemo, da nas lahko sliši direktno, ga pokličemo direktno. Poglejmo primer: mi smo S57YYY in želimo poklicati S59ZZZ; vemo, da je na frekvenci 144.950 MHz (ki je hkrati tudi frekvenca vozlišča S55YLJ). Naš klic je: C S59ZZZ in nič drugega. TNC se bo sam trudil vzpostaviti zvezo. Če pa S59ZZZ ne slišimo direktno, potem se najprej povežemo z vozliščem in preko njega

pokličemo uporabnika: C S55YLJ ter ko se vozlišče javi s Connected to S55YLJ, odtipkamo C S59ZZZ. Ker smo že pri direktnih zvezah, lahko omenimo še zveze preko več vozlišč. Recimo, da nas zanima, kdo je trenutno prisoten v Parizu na PR omrežju. Preko množice vozlišč se priključimo na enega izmed pariških vozlišč in si tam najdemo sogovornika. Vedeti moramo le, da vsako dodatno vozlišče doda nekaj časovne zakasnitve k zvezi, kar pomeni, da lahko na vsako naše vprašanje čakamo na odgovor kar precej časa.

Za delo z vozlišči moramo poznati osnovne ukaze. V svetu so se najprej pojavila vozlišča, sestavljena iz množice TNC-jev in modemov, ter vezja za povezavo le-teh, ki imajo vgrajen program TheNet. Ukazi, ki jih moramo tu poznati, so: **Connect**, **CQ**, **Info**, **Nodes**, **Users** in **Quit** (za pravilno razumevanje ukaza je dovolj, če vpišemo le tisti del ukaza, ki je napisan z velikimi črkami). **Connect** je namenjen klicanju druge postaje - ko se enkrat priključimo na vozlišče, se vsi odtipkani ukazi obnašajo tako, kot da bi pisali ukaze na vozlišču in ne doma. **CQ** je namenjen pozivanju vseh, **Info** pa nam da informacije o vozlišču (frekvenca, hitrost, nadmorska višina...). **Nodes** poda spisek vseh vozlišč, **BBS-ov** in **MailBox-ov**, ki so avtomatično dosegljivi preko tega vozlišča. **Users** nam izpiše vse uporabnike, ki so trenutno priključeni na vozlišče, in s **Quit** zaključimo delo (izklop iz vozlišča).

V Sloveniji pa se vozlišče imenuje "**SuperVozelj**". To je projekt, ki ga je razvil S53MV in je izključno domači izdelek. Tu niso več med sabo povezani TNC-ji, temveč je vse skupaj združeno v zmogljiv računalnik, zgrajen okoli procesorja Motorola 68010/68360, ki trenutno omogoča priključevanje do deset različnih modemov in postaj. SuperVozelji so zamenjali stara vozlišča TheNet, saj so zmogljivejši in prepotrebni za hitrejša omrežja. SuperVozelj ima v glavnem slovenske ukaze, zato se ti razlikujejo od ukazov v TheNet-u: **Avtomat** izpiše vse postaje, katerim lahko avtomatično posreduje klic (v TheNet-u ima to vlogo **Nodes**). **Connect** kliče drugo postajo, **Info** pa nam da spisek kanalov, frekvenc in hitrosti ter osnovne podatke o vozlišču. **Novice** so tekst, s katerim se uporabnike obvešča o vsem mogočem. **Poslušaj** vam javi, koga vse je v zadnjem času slišalo vozlišče, **Sporočij** pa je uporabljen zato, da uporabniku, ki je tudi priključen na to vozlišče, sporočite kratek tekst (namenjen je pogovorom med uporabniki). **Uporabniki** izpiše listo trenutno prisotnih uporabnikov, **Zapusti** pa zaključi zvezo.

Ker pa so na PR tudi BBS-i in MailBox-i, si pogledjmo, kaj lahko počnemo z njimi. Ko se priključimo na kateregakoli od njih, lahko sprejemamo in pošiljamo sporočila, beremo biltene z vsega sveta ter prenašamo

datoteke. Programi, na katerih tečejo BBS-i v Sloveniji, so BayBox, FBB in JNOS.

Osnovni ukazi, ki so ne glede na vrsto BBS-a enaki, so **Read**, **Send**, **List** in **Bye**. Z **Read** preberemo sporočilo, s **Send** ga pošljemo, z **List** listamo sporočila in z **Bye** se poslovimo (seveda tudi tu velja, da je za pravilno razumevanje ukaza dovolj prva črka besede). Poglejmo primer:

Želimo poslati sporočilo Kenu, K1ZKM, katerega matični BBS je KA1KAM. Napišemo S K1ZKM @ KA1KAM; sistem nas vpraša za naslov sporočila in ko ga vpišemo, lahko pričnemo pisati sporočilo. Zaključimo ga s **Control-Z**. BBS bo po svojih listah pogledal, kam (na katerega od sosednjih BBS-ov) mora najprej poslati sporočilo, da bo prišlo do ZDA. To je tako imenovano avtomatično posredovanje (automatic forward).

Ne najmanj pomembno področje dela na PR je zbiranje DX informacij. Za to služi DXCLUSTER-računalnik s programom, ki je povezan s podobnimi računalniki po vsej Evropi in si z njimi venomer izmenjuje informacije o trenutno zanimivih zvezah, frekvencah in podobnem. DXCluster je vedno bolj pomemben del "opreme" vsakega operaterja med tekmovanji, tako na kratkem valu kot tudi višje.

Ukazi, pomembni za delo z DX Cluster računalnikom, so drugačni od tistih za delo z BBS-i. Omenimo jih le nekaj: **Announce** je najava vsem uporabnikom na lokalnem računalniku, **Bye** zapusti program, z **DX** napoveš zanimivo zvezo (oblika ukaza je **DX frekvenca znak**), **Show/DX** ti prikaže zadnjih pet najav DX-ov, **Set** je tako kot **Show** zbirka različnih ukazov - uporabimo ga za nastavljanje nekaterih podatkov (**SET/Name** za vpis imena, ...), **Help** je pomoč, **Talk** pa uporabimo takrat, ko želimo poslati kratko sporočilo drugemu uporabniku, ki je takrat priključen.

Zaradi lažje uporabe vozlišč, BBS-ov, MailBox-ov in DXClustrov, imajo te postaje poleg klicnega znaka

še svoje alternativno ime, **Alias**, ki si ga večina uporabnikov lažje zapomni. Na primer: DXCluster, ki ima klicni znak S50DXC, ima alias DXCLUS. Kličemo ga lahko torej kot C S50DXC ali pa C DXCLUS.

Packet radio lahko uporabimo za dostop do zanimivih informacij – npr: Kaj se dogaja na frekvenčnih pasovih?

## PARAMETRI

Predno pričnemo z delom na PR, pravzaprav še preden prvič pričnemo oddajati paketke, je potrebno preveriti, ali imamo vse pravilno nastavljeno. Nastavitve se opravijo s parametri in dobro jih je vsaj nekaj poznati, saj lahko s pravnimi nastavitvami izboljšamo hitrost in zanesljivost prenosa. Hkrati s pravilno nastavljenimi parametri omogočamo tudi drugim uporabnikom, da kolikor toliko nemoteno delajo na istem kanalu.

**Paclen** je dolžina okvirja. Krajši kot je, z večjo zanesljivostjo bo prišel skozi zasedeno frekvenco; prekratek ne sme biti, saj povzroča prepogosto oddajanje in nepotrebno zasedanje kanala.

**TXDelay** je zakasnitev med trenutkom, ko gre postaja na oddajo, in začetkom oddajanja koristne informacije. Nastavimo ga na minimalno vrednost, pri kateri zveza še deluje.

**MAXFrame** je število okvirjev v enem paketu. Večji ko je **maxframe**, daljši je čas oddajanja paketa in s tem večja verjetnost, da bo prišlo med oddajo do motenj in napake.

Računalnik izračunava naključno številko med 0 in 255. S parametrom **P-Persist** nastavimo prag prehoda na oddajo. Če je naključno število manjše od nastavljenega praga, gre naša postaja na oddajo, drugače pa počaka določen čas, ki ga nastavimo s **Slottime**, in zopet ponovi izračun. Ta dva parametra uporabljamo zato, da ne pride do 'trkov', ko več postaj hkrati prične z oddajo. V primeru, da nastavimo **P-Persist** na 0, postaja nikoli ne bo šla na oddajo; če pa izberemo vrednost 255, bo postaja vedno šla na oddajo.

Še trije parametri so pomembni za delo na PR. Reptime je čas, ki ga naša postaja počaka, predno potrdi sprejete podatke, in naj bo daljši od najdaljšega paketa, saj s tem tudi drugim omogočimo delo na frekvencah.

**Frack** je čas, po katerem gre postaja zopet na oddajo, če ni dobila odgovora.

**Retries** pa je največje dovoljeno število ponovitev. Če je zveza slaba, lahko pride tudi do neskončnih ponovitev, zato je dobro ta parameter nastaviti na največ dvajset.

Še pregledna tabela priporočljivih nastavitvev, urejena za 1200 b/s, 2400 b/s, 19200 b/s, 76800 b/s, 1228800 b/s ob povprečno zasedeni frekvenci:

PARAMETER	1200 b/s	2400 b/s	19200 b/s	76800 b/s	1228800 b/s
TXDELAY	300ms	220ms	20ms	10ms	1ms
MAXFRAME	2	4	7	7	7
PACLEN	100	100	255	255	255
SLOTTIME	130ms	70ms	20ms	10ms	1ms
P-PERSIST	32	32	64	64	64
FRACK	10s	8s	2s	1s	1s
RESPTIME	2000ms	1000ms	180ms	150ms	15ms

In kako je s packet radiom v Sloveniji? Imamo preko petintrideset vozlišč in več BBS-ov in DXClusterov (stanje januarja 2004). Vhodi za uporabnike so na 2m, s hitrostmi med 1200 b/s in 2400 b/s, na 70cm 1200 b/s, 19200 b/s, 38400 b/s in 76800 b/s ter na 1,2GHz in 2,3GHz 1,2288 Mb/s. Za hitrosti do vključno 1200 b/s se uporablja AFSK modulacija, za hitrosti do 76800 b/s manchester modulacija in za višje hitrosti PSK modulacija. Povezani smo s sosednjimi državami, tako da je možno potovati po celi Evropi, imamo pa tudi prehode na in z interneta, preko katerega se povezujemo z radioamaterji po celem svetu ...

Posodobitev mreže je ves čas prisotna in razvoj strojne in programske opreme za še hitrejšo povezavo je v teku.

#### 4.4.8. APRS

Kot nadgradnja AX.25 protokola in njegova združitev z GPS (Global Positioning System) satelitsko navigacijo se je za zelo uporabnega pokazal APRS (Automatic Position Reporting System), ki ga je v poznih 80-ih letih prejšnjega stoletja razvil Bob Bruninga, WB4APR, z namenom izrisovanja geografske lokacije določene radioamaterske radijske postaje. Po svoji uradni predstavitvi leta 1992 je doživel veliko dopolnitev in v zadnjem času ga, predvsem zaradi vseh dodatnih storitev, ki jih omogoča, imenujejo Automatic Packet Reporting System, saj njegova naloga ni več le javljanje lokacije določene radijske postaje, temveč je precej širša. Osnovne funkcije, ki jih omogoča, so: izris geografske lokacije, telemetrija, javljanje meteoroloških podatkov, izmenjava sporočil med udeleženci v omrežju, izris DX Cluster informacij, uporaba satelitov, radiogoniometrija itd.

Dobra lastnost protokola je, da ne potrebuje zapletene opreme, saj izmenjava podatkov poteka s pomočjo običajne radijske postaje in pri hitrosti 1200 b/s z AFSK modulacijo, torej z opremo, ki jo uporablja večina radiomaterjev ali pa jo hrani v kakšnem zaprašenem kotu.

Radijske postaje v APRS omrežju lahko grobo razdelimo na stacionarne in mobilne. Mobilne imenujemo tudi sledilnik (tracker), saj so v njihovi opremi radijska postaja, TNC in GPS sprejemnik, ki paketke podatkov iz te radijske postaje opremlja s točno lokacijo. Stacionarne postaje ne potrebujejo GPS sprejemnika, imajo pa lahko vlogo digipiterja in posredujejo informacijo iz sledilnikov ostalim postajam. V Evropi se za APRS frekvenco uporablja predvsem 144.800 MHz, kar je smiselno, saj tako sledilniku ni potrebno skrbeti, na kateri frekvenci je potrebno oddajati.

#### 4.4.9. MGM

Zaradi hitrega razvoja različnih »modernih« vrst komunikacij se je uveljavil splošni izraz MGM – Machine Generated Modes (strojno generirani načini dela), ki zajemajo vse sedanje in bodoče vrste digitalnih komunikacij. Zato ni presenetljivo, če je v razporeditvi frekvenčnega pasu določen del namenjen MGM.

### 4.5. AMATERSKE SSTV IN FSTV (ATV) ZVEZE

#### 4.5.1. SSTV IN FAX ZVEZE

SSTV - Slow Scan Television (prenos mirujočih slik na daljavo) je eden izmed tehnično zahtevnejših načinov prenosa informacij. Soroden način prenosa je tudi FAX - Faksimile (prenos pisanih sporočil). Skupni lastnosti obeh sta, da oba uporabljata OZKOPASOVNI način oddaje in sprejema, torej ju lahko prenašamo na vseh frekvenčnih pasovih s SBB ali FM moduliranjem nosilca. Ker so slikovne informacije v obeh načinih dela v slišnem spektru, lahko te informacije zelo preprosto shranjujemo na vse medije, namenjene zapisu zvoka. Pri obeh načinih prenosa nastaja slika (vrstico za vrstico) v trajanju najmanj 8 sekund pri nizkoločljivem SSTV, pa do nekaj minut pri analogni ali digitalni SSTV oziroma FAX prenosu v visoki ločljivosti. Za oba načina dela so rezervirane posebne frekvence ali

kanali v vseh amaterskih frekvenčnih pasovih: na njih ne smemo vzpostavljati fone ali drugih zvez, razen če smo v SSTV ali FAX zvezi, kjer se med posameznimi relacijami s korespondentom tudi pogovarjamo.

SSTV omogoča prenos mirujočih črno-belih ali barvnih slik od najnižje ločljivosti (120 x 120 slikovnih točk) do visokih ločljivosti v barvah. Za SSTV delo je značilno to, da sprejeta slika počasi nastaja na ekranu monitorja. Za SSTV delo potrebujemo: običajno ozkopasovno (SSB ali NBFM) radijsko postajo s pripadajočo opremo, SSTV ali video kamero in Scan Converter (pretvornik SSTV v FSTV in obratno), monitor in magnetofon ali PC za arhiviranje opravljenih zvez. Samostojno napravo - Scan Converter dandanes zelo učinkovito nadomesti DSP ali PC računalnik z ustreznim programom in vmesnikom.

FAX delo omogoča prenos mirujočih črno-belih ali barvnih pisanih sporočil in slik v višjih ločljivostih. Za FAX delo je značilno to, da pri sprejemu nastaja slika običajno direktno na toplotno občutljivem papirju faksimilne naprave, razen ko se pri FAX zvezah v ta namen uporablja računalnik. Za FAX delo potrebujemo: običajno ozkopasovno (SSB ali NBFM) radijsko postajo s pripadajočo opremo, faksimile - napravo za prenos pisanih sporočil po telefonskih linijah, poseben vmesnik z modulatorjem za povezavo na radijsko postajo in kasetofon za arhiviranje. To posebno opremo preprosto nadomesti uporaba DSP ali PC računalnika z ustreznim programom in preprostim vmesnikom.

Procedura SSTV ali FAX zveze je podobna drugim amaterskim zvezam, le da se tukaj sporočila prenašajo slikovno. Na sliki ali več slikah za splošni klic je z velikimi in čitljivimi črkami izpisano: CQ CQ CQ SSTV DE S59XXX PSE K. Postaja, ki je slišala (videla) naš klic, bo po zaključku naše oddaje in krajši pavzi oddala sliko z vsebino: S59XXX DE S59YYY PSE K. Sedaj S59XXX odda prvi del zveze s serijo slik, ki morajo vsebovati: S59YYY DE S59XXX, raport, ime in QTH, S59YYY DE S59XXX. Sledi prvi del zveze S59YYY in nato drugi del zveze za S59XXX. V drugem delu izmenjamo slikovne informacije o uporabljeni SSTV (FAX) opremi ter prošnjo za izmenjavo QSL kartic. Na koncu zvezo tudi ustrezno zaključimo. Med posameznimi oddajami slik se s korespondenti po vnaprejšnjem dogovoru lahko tudi pogovarjamo.

Pri SSTV (FAX) zvezah se seveda ne prenašajo samo tekstovna sporočila. Čar teh oblik prenosa je v slikah iz telekomunikacijskih dejavnosti in življenja radioamaterjev, katere običajno prenašamo v drugem delu SSTV (FAX) zveze. Opisani teksti so napisani čez raznovrstne slike. Sprejete slike, natisnjene na črno-belem ali barvnem tiskalniku, so lahko zelo lep in trajen spomin na opravljene zveze.

Ne pozabimo: pred CQ klicem se vedno prepričajmo, če je SSTV (FAX) frekvenca prosta. Med zvezo vedno tudi poslušajmo signal v zvočniku, saj bomo le tako lahko ustrezno nastavili frekvenco in sinhronizirali sliko ali ugotovili vzrok sivih prog - motenj v sliki.

### 4.5.2. FSTV (ATV) ZVEZE

ATV - Amateur Television (radioamaterska televizija) ali FSTV - Fast Scan Television (hitro nastajajoča slika) je oblika brezžičnega prenosa vidne informacije - gibljive slike na daljavo. Zakaj dve kratici za eno vrsto dela? Kratica FSTV nam dejansko pove za kakšno obliko dela gre, vendar pa se je, odkar obstaja prenos gibljive slike, v vseh državah uveljavila kratica ATV in kot taka predstavlja prenos gibljive - žive slike. Poznamo analogne (ATV) in digitalne (DATV) prenose žive slike. Osnovne lastnosti ATV oblik prenosa so: ATV signal je po svoji zgradbi zelo kompleksen in zaradi tega zasede pri analognem prenosu večjo pasovno širino (od 8 do 16 MHz); poleg slike se v enem ali več tonskih podnosilcih (SBC - Sub Carrier) prenašajo vzporedno s sliko tudi zvočne informacije. Glede na zahtevano pasovno širino lahko ATV signale prenašamo izključno na višjih UHF amaterskih pasovih. Standard video signala v S5, I, OE in DL je PAL, za prenos pa se pri analogni ATV uporablja frekvenčna modulacija (FM), pri digitalni ATV pa je najbolj razširjen DVB-S standard s QPSK modulacijo. Oba sta po kvaliteti enakovredna običajnim satelitskim TV oddajam in ju je moč sprejemati tudi s komercialnimi SAT sprejemniki.

Opremo, potrebno za analogno ATV, sestavljajo: poseben širokopasovni ATV FM oddajnik in širokopasovni ATV FM sprejemnik s pripadajočo opremo, običajna video kamera, monitor, video-rekorder za arhiviranje; kot dodatno opremo pa uporabljamo video mešalnike, enote za video efekte in računalnike z dodatnimi video vmesniki. Slednji so v zadnjih letih naredili pravo tehnično revolucijo na tem področju in omogočajo skoraj vse, kar se da narediti s profesionalno studijsko TV opremo. Opremo, ki je potrebna za digitalno ATV (DATV), sestavljajo: DVB-S enkoder z multiplex-om in QPSK modulatorjem, ultra linearne oddajne stopnje ter ostala oprema, našteta pri analogni ATV. Za sprejem potrebujemo DVB-S kompatibilen sprejemnik in običajen TV ali video monitor ter antene s predojačevalnikom za ustrezen frekvenčni pas.

Pred pričetkom ATV zveze se najprej odločimo, ali bomo delali direktno zvezo ali posredovano preko ATV repitorja, in temu ustrezno nastavimo frekvence na sprejemniku in oddajniku. Radijsko postajo nastavimo vedno na pogovorno frekvenco, da nas bo morebitni



korespondent ali radioamater, ki samo sprejema naše signale, lahko poklical. Pred pričetkom zveze si vedno pripravimo nekaj napisov na bel papir (video test sliko, CQ CQ CQ ATV DE S59XXX PSE K, ATV TEST DE S59XXX in druge) ali pa v spomin video generatorja oziroma v kamero. Črke naj bodo kontrastnih barv in zelo velike. Tako jih bo korespondent lahko videl tudi pri velikem šumu v sliki. Preverimo, če so frekvence proste, in začnemo s splošnim klicem tako, da obrnemo kamero v napis CQ CQ CQ ATV DE S59XXX PSE K. Med tem ko smo na ATV oddaji, poslušamo na pogovorni frekvenci. Korespondent nas tam pokliče, počaka na zaključek CQ klica in gre sam na oddajo s sliko: S59XXX DE S59YYY PSE K.

Zveza se nadaljuje v obveznih dveh delih. V prvem izmenjamo raport, ime in QTH, v drugem pa podatke o opremi in druge informacije. V raportu dajemo ocene o kvaliteti tonskega podnosilca (SBC), jakosti sprejetega video signala in oceno kvalitete barv. V prvem in vseh naslednjih delih zveze je kamera običajno na stojalu in oddaja poteka v živo, z vnaprej pripravljenimi inserti posnetkov s traku ali digitaliziranih slik z računalnika. Po uspešni zvezi lahko korespondentu na njegovo željo predvajamo dele njegove oddaje, posnete na našem traku, da sam vidi kvaliteto lastne oddaje.

Vzpostavljeno ATV zvezo tudi vpišemo v dnevnik radijske postaje in jo potrdimo z odposlano QSL kartico. Potrjujemo lahko tudi samo sprejem ATV signalov; za sliko, sprejeto iz ATV repetitorja, QSL kartico pošljemo lastniku ali vzdrževalcu sistema. Vsaka ATV postaja (osebna ali repetitor) mora imeti vgrajen video identifikator (VID), v katerem je z dovolj velikimi in čitljivimi črkami zapisan klicni znak postaje, lahko pa tudi QTH, lokator, nadmorska višina in ostali podatki. Repetitorske postaje imajo vgrajeno eno ali več testnih slik s klicnim znakom in podatki sistema. Sodobni ATV repetitorji oddajajo v video signalu tudi teletext video strani. Osebne in repetitorske postaje vključujejo svoj video identifikator na začetku in ob koncu ATV zveze, po potrebi pa tudi občasno ali trajno med zvezo. Pri delu preko ATV repetitorja upoštevajmo navodila za delo, ki so običajno objavljena na informacijski strani video spomina na ATV repetitorju ali na spletnih straneh. Uporabljajmo le tiste ukaze ATV repetitorja, katerih pomen natančno poznamo. Namen ATV repetitorjev pa ni le vzpostavitev ATV zvez, temveč tudi predvajanje radioamaterskih in drugih filmov, katerih vsebina je povezana s telekomunikacijami ali ostalimi radioamaterskimi aktivnostmi. Raba ATV za komercialne - neamaterske namene ni dovoljena.

#### 4.6. DNEVNIK DELA RADIJSKE POSTAJE

Predpisi v večini držav vsebujejo tudi določila o obveznem vodenju dnevnika amaterske radijske postaje. Slovenski pravilnik, ki ureja delovanje amaterskih radijskih postaj, predpisuje, da se vsi podatki, ki se nanašajo na zvezo, vpišejo v dnevnik radijske postaje. Dnevnik se vodi tako, da je zagotovljena trajnost zapisa.

V dnevnik amaterske radijske postaje je treba obvezno vpisati naslednje podatke:

1. dan, mesec in leto vzpostavljene zveze;
2. čas začetka zveze; pri daljšem oddajanju tudi čas konca oddajanja;
3. klicni znak postaje, s katero je bila vzpostavljena zveza;
4. naziv uporabljenega frekvenčnega pasu;
5. vrsto oddaje;
6. podpis operaterja (za klubske postaje).

Dan in mesec se vpisujeta v obliki skupine štirih arabskih števil; čas se vpisuje po koordiniranem univerzalnem času (UTC) kot skupina štirih arabskih števil, ki označujejo ure in minute (0000-2359).

Gornji podatki so v dnevniku obvezni, vanj pa se praviloma vpišejo tudi podatki o kakovosti signala in kakovosti sprejema, lokacija postaje, s katero je bila vzpostavljena zveza, vrsta in jakost motenj in drugo.

Dnevnik amaterske postaje moramo hraniti najmanj tri leta po zadnjem vpisu.

Prav te predpisane podatke in še nekatere druge (npr. za izmenjavo QSL kartic) vsebuje standardni dnevnik amaterske radijske postaje - radioamaterji ga imenujemo LOG. Pisanje dnevnika izgleda takole:

DATE 1994	TIME	CALL- SIGN STATION	Freq Mode	SIGNAL REPORT		OTHER DATA /REMARKS	QSL	
				SENT	RECD		S	R
05.12	2046	VK4XA	14 CW	599	599	BRISBANE	RUSS	
"	2159	VE1LT	14 CW	599	599	WK HALIFAX	DOUG	
"	2211	5V7RF	7 SSB	59	59	VIA NC6A		✓ ✓
06.12	0705	JR3AKG	21 CW	569	579	OSAKA	TAK	
"	0709	JA4FMS	21 CW	579	559	OKAYAMA	KEN	
"	1121	7L9DXG	23 SSB	59	59	FREETOWN-BOX 10	JOHN	✓
08.12	0544	W2LYL	7 CW	559	579	NJ	LOU	✓
"	0549	W7EBF	7 CW	559	559	WA	ED	
09.12	0611	HC1MD	7 SSB	59	57	VIA K8LJG-DIRECT		✓
13.12	2005	D44BC	14 SSB	59	59	CBA		✓
"	2114	6Y5/W9GHY	14 CW	599	599			
"	2145	S59CW	10 CW	599	599	LJUBLJANA	STEVO	
"	2224	CN8EK	35 CW	599	599			
"	2307	KJ8M/CØH	14 CW	599	599	NA-67 (OTA)		✓
15.12	1226	S59AR	144 FM	59	59		DRAGO	
"	1252	S57XX	144 SSB	59	59	JN76DI	JUPE	
"	1256	S57GM	144 SSB	59	59	JN76DJ (SKOPELJA)	BORUT	
16.12	1444	S58AM	432 CW	559	559	JN86CR		

*Dnevnik amaterske radijske postaje (LOG)*

Seveda pa vedno več radioamaterjev dnevnik radijske postaje vodi s pomočjo računalnika. Vsebinske razlike med zapisoma ni; v obeh primerih so predpisani podatki, ki so obvezni za vpis v dnevnik, in prav tako

se morajo podatki hraniti najmanj tri leta po zadnjem vpisu. V primeru kontrole ustreznega organa, mora biti možen takojšnji prenos ali izpis računalniških podatkov.

#### 4.7. QSL KARTICA

Ko smo govorili o Q-kodu, smo rekli, da QSL pomeni "potrjujem sprejem". Kaj je pravzaprav QSL kartica? Kos kartona ali tršega papirja, ki ima podoben format kot dopisnica ali razglednica, je za radioamaterje zelo pomemben - kartice se pošiljajo in prejemajo, želijo, včasih tudi ne dobijo, pišejo, zbirajo... QSL kartica je neločljivi del radioamaterstva in pravzaprav njegov simbol. Njen namen je potrditev vzpostavljene zveze - dokaz, da smo res imeli zvezo z radioamaterjem, ki nam jo je poslal.

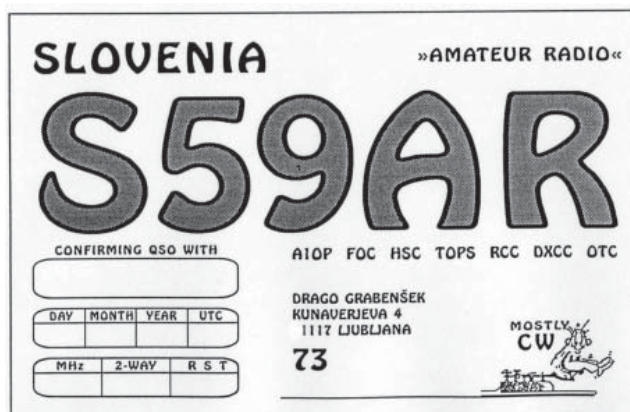
Poslati kartico je dožnost, sprejeti pa pravica.

Kakšna naj bo QSL kartica? QSL kartica je radioamaterska vizitka in tako kot so te različne, se tudi QSL kartice med seboj razlikujejo (odvisno od ocene, okusa in seveda denarja). Vsekakor pa mora biti kartica formata, ki ga priporoča IARU (9 x 14 cm, s čim manjšim odstopanjem). To pa ne pomeni, da ne smemo imeti večjega formata (in biti posebnejši; nekateri imajo celo format A5 ali celo večjega), vendar v tem primeru ne moremo pošiljati kartic preko QSL birojev članic IARU - takšen je dogovor in priporočilo IARU! QSL kartica naj bo izdelana iz kartona (150-250 g), seveda poljubne barve in izgleda. Kovine in plastike pustimo umetnikom, ker so kartice, izdelane iz teh materialov, težke, lomljive in na njih težko pišemo. In ne nazadnje - namen QSL kartice je potrditev zveze, ne pa prikaz bogastva in ekstravagance. Lahko so tiskane enostransko ali na obeh straneh, vsebovati pa morajo naše podatke (klicni znak, naslov; po želji podatke o antenski in tehnični opremi, UL lokator idr.) ter podatke o vzpostavljeni zvezi (klicni znak korespondenta, datum in čas zveze, frekvenca, vrsta oddaje in raport). Običajno je na kartici tudi prostor za krajša sporočila naslovniku. QSL kartico lahko izdelamo kar sami - nekateri radioamaterji imajo spretno roko, pa še računalnik pomaga ... Tudi razglednica domačega kraja ali s kakšnim drugim motivom bo prav zanimiva.

Kako je z reklamnimi sporočili na kartici? Radioamaterji pogosto, da rešijo problem financiranja, dajejo na QSL kartice razna reklamna sporočila, saj podjetja vedo, da le-te potujejo po celem svetu, in imajo za to interes. S tem ni nič narobe, treba je le poskrbeti, da reklama ni najpomembnejša na kartici in da je v mejah okusa; praviloma naj bi bila tudi povezana z našo

dejavnostjo.

Računalniki, ki nam tako lepo olajšajo in popestrijo delo na radijski postaji, so priskočili na pomoč tudi pri pisanju QSL kartic. Še posebno operaterjem, ki letno vzpostavijo več tisoč zvez - govorimo o nalepkah, ki jih, ko so izpisani podatki o zvezi, nalepimo na QSL kartico. Lepo je, če imamo kartico tiskano tako, da nalepko prilepimo na ustrezno mesto, in prav, da se na nalepko podpišemo. Uporaba nalepke za že prej tiskane kartice je rešitev v sili in primerna za tiste, ki pošiljajo res veliko kartic. Sicer pa je najlepša gesta, da jih pišemo lastnoročno, pa tudi kakšno dodatno sporočilo radioamaterju bo lep spomin na vzpostavljeno zvezo. Zapomnimo si. Nikoli ne odpošljimo nepodpisane kartice, ker nepodpisana ni veljavna.



QSL kartica

Pošiljanje QSL kartic po običajni pošti bi radioamaterje (posebno tiste, ki vzpostavijo veliko zvez) seveda veliko stalo. Zato imajo radioamaterske zveze po svetu za svoje člane organizirano posebno službo - QSL biro, kjer se zbirajo, razvrščajo in pošiljajo QSL kartice.

Tudi ZRS ima za člane organiziran takšen servis - QSL BIRO ZRS. QSL kartice pošiljamo ali osebno prinesemo na ZRS. Tu jih razvrščajo po državah in ko se nabere ustrezna količina, pošiljajo na QSL biroje po svetu. V obratni smeri pa se dosele QSL kartice razvrščajo v predale (vsak radioklub ZRS ima svojega). Kartice potem pošiljamo v radioklube, kjer jih prevzamejo člani - operaterji. Pri pošiljanju kartic se moramo držati navodil in priporočil biroja (kartice pravilno izpolnemo in sortiramo po državah), da omogočimo čimboljše in čimhitrejše poslovanje - letni promet QSL biroja ZRS je več stotisoč QSL kartic!

QSL kartica - da ali ne? Pravilo je, da ima vsak radioamater QSL kartico. Pošiljanje QSL kartic za vzpostavljene zveze je eno izmed osnovnih pravil radioamaterske morale. Izmenjujejo se na osnovi dogovora v radijski zvezi: preko QSL biroja, preko QSL man-

agerjev ali pa z običajno pošto. Pošiljanje kartic preko QSL biroja je najenostavnejše, vendar moramo vedeti, da ta način velja le za člane nacionalnih radioamaterskih organizacij. Skoraj večina DX odprav in nekatere DX postaje imajo organiziran poseben način izmenjave - QSL managerje (podobno kot QSL biroji). Naslove večine amaterskih radijskih postaj po svetu najdemo v publikaciji CALLBOOK. Za izmenjavo kartic preko običajne pošte se za odgovor uporabljajo IRC kuponi (International Reply Coupon, ki se zamenja za poštno znamko). Prav je tudi, da s kartico in kuponom pošljemo kuverto z našim naslovom - SAE (Self Addressed Envelope); nekateri radioamaterji pošiljajo kuverto tudi z naslovom in poštno znamko - SASE (Self Addressed and Stamped Envelope).

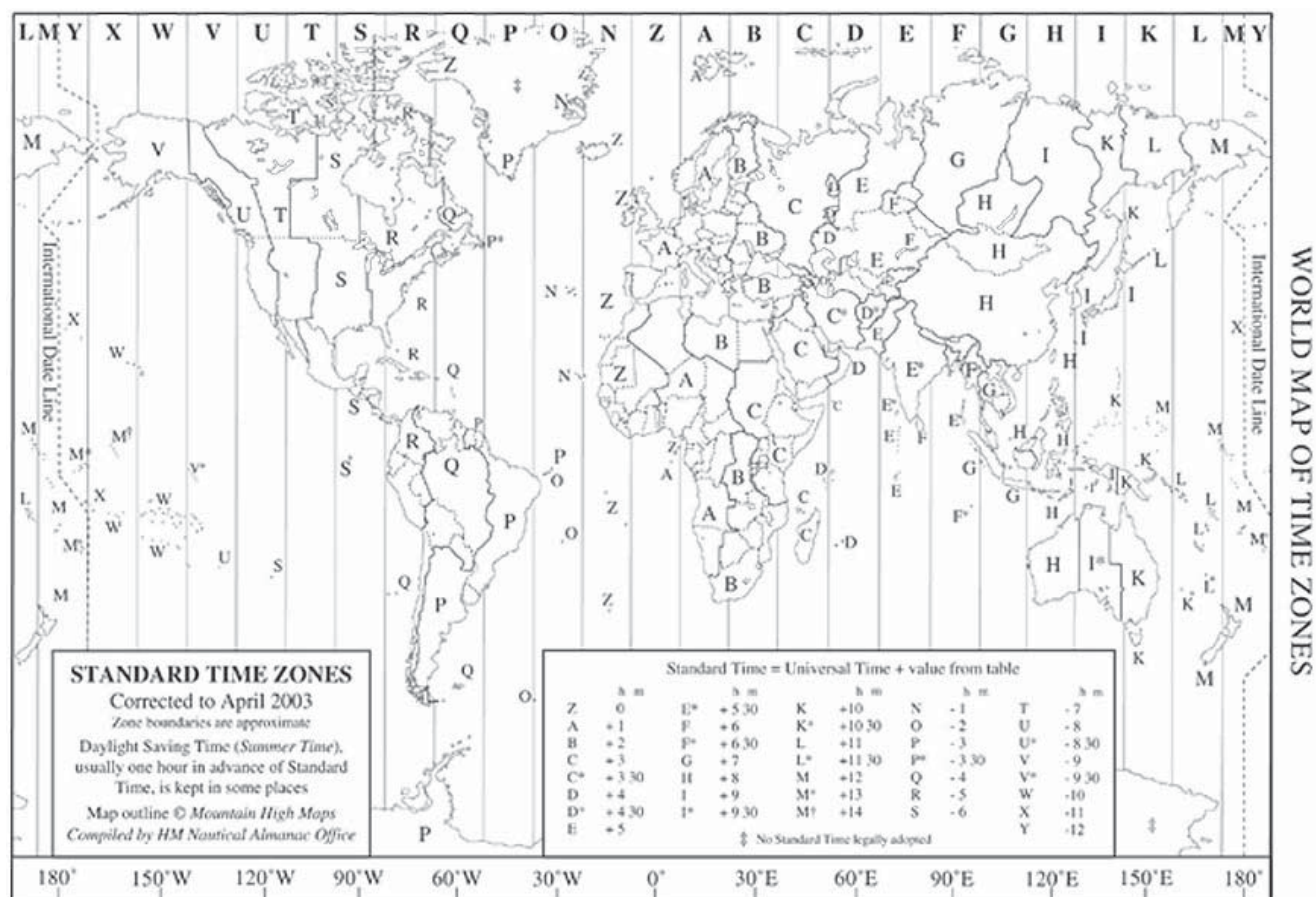
#### 4.8. ČASOVNE CONE IN KOORDINIRANI UNIVERZALNI ČAS (UTC)

Svet je razdeljen na 24 časovnih con, od katerih ima vsaka kot osrednjo linijo en poldnevnik (meridian) - to so conski poldnevniki, ki so medsebojno oddaljeni za 15°, njihov čas pa se razlikuje za eno uro. Časovne cone so široke po 15° in se razprostirajo 7°30' vzhodno in zahodno od conskega poldnevnika. Za začetni conski poldnevnik (nulti meridian) je določen greenwiški pol-

dnevnik (Greenwich, Anglija), okrog katerega je začetna (nulta) časovna cona - GMT (Greenwich Mean Time). Vzhodno od Greenwicha imajo časovne cone oznako "plus" in številke, zahodno pa "minus" in številke. Čas v posameznih conah določimo tako, da času v začetni časovni coni prištejemo (za vzhod) ali odštejemo (za zahod) številko te cone. Za nekatere časovne cone se uporabljajo tudi kratice npr. MEZ (srednjeevropski čas: GMT plus 1 ura), AST (atlantski standardni čas: GMT minus 4 ure), EST (vzhodnoameriški standardni čas: GMT minus 5 ur), PST (pacifiški standardni čas: GMT minus 8 ur).

Časovne cone pogosto sekajo državne meje - v manjših državah se uporablja enotni čas, v večjih (npr. ZDA, Rusija, Avstralija) pa različen čas. Mi moramo vedeti, da naš čas pomeni GMT plus 1 ura. Seveda moramo pri tem upoštevati vsakoletni prehod s srednjeevropskega pasovnega časa na poletno računanje časa in prehod nazaj (naš poletni čas je GMT plus 2 uri).

V radijskih komunikacijah se uporablja KOORDINIRANI UNIVERZALNI ČAS - UTC (Universal Time Coordinated); piše se kot skupina štirih arabskih števil, ki označujejo ure in minute (0000-2359). UTC je enak času nulte časovne cone (GMT) in ga moramo dobro poznati, saj ga obvezno uporabljamo pri pisanju



Časovne cone

dnevnika radijske postaje, QSL kartic, v tekmovanjih idr. Nekateri radioamaterji uporabljajo za čas tudi oznake GMT, UT ali Z (npr. 1025 GMT, 1228 UT, 0015 Z). Vse tri sicer pomenijo čas nulte časovne cone in so razumljive, vendar takšno označevanje ni priporočljivo - uporabljajte vedno koordinirani univerzalni čas, npr. 1658 UTC.

Pa še nasvet: aktivni radioamaterji imajo pri radijski postaji uro, ki je stalno naravnana na UTC čas. Na tržišču se dobijo posebne radioamaterske ure, ki kažejo čas v UTC in čase v različnih krajih po svetu.

### 4.9. UNIVERZALNI LOKATOR

Pri vzpostavljanju amaterskih radijskih zvez (še posebno na UKV frekvencah, v tekmovanjih in pri pridobivanju nekaterih diplom) je pomembna oddaljenost oziroma lokacija radijske postaje. Za določevanje geografske pozicije se običajno uporablja geografske koordinate: zemljepisno širino (vzporednik) in zemljepisno dolžino (poldnevnik). Obe veličini se podajata v stopinjah, minutah in sekundah.

Za določevanje oziroma označevanje točne lokacije radijske postaje (QTH) radioamaterji uporabljajo poseben način v obliki koda, ki je sestavljen iz šestih karakterjev: dveh črk, dveh številk in dveh črk (npr. JN76FB). Imenuje se LOKATOR SISTEM ali UNIVERZALNI LOKATOR (UL), tudi imenovan Maidenhead-dov lokator in izgleda takole:

#### VELIKA POLJA (FIELDS)

Zemljina površina je razdeljena na  $18 \times 18 = 324$  velikih polj (FIELDS), ki so velika 20 stopinj po dolžini in 10 stopinj po širini; označena so z AA do RR. Štetje velikih polj se začne na 180 stopinjah zemljepisne dolžine v vzhodno smer od A do R (prvi karakter) in na južnem polu v severno smer od A do R (drugi karakter). To nam nazorno pokaže spodnja slika.

#### POLJA (SQUARES)

Vsako veliko polje je razdeljeno na  $10 \times 10 = 100$  polj (SQUARES), velikosti 2 stopinji po dolžini in 1 stopinjo po širini. Označevanje polj z 00 do 99 se začne od zahoda proti vzhodu (tretji karakter) in od juga proti

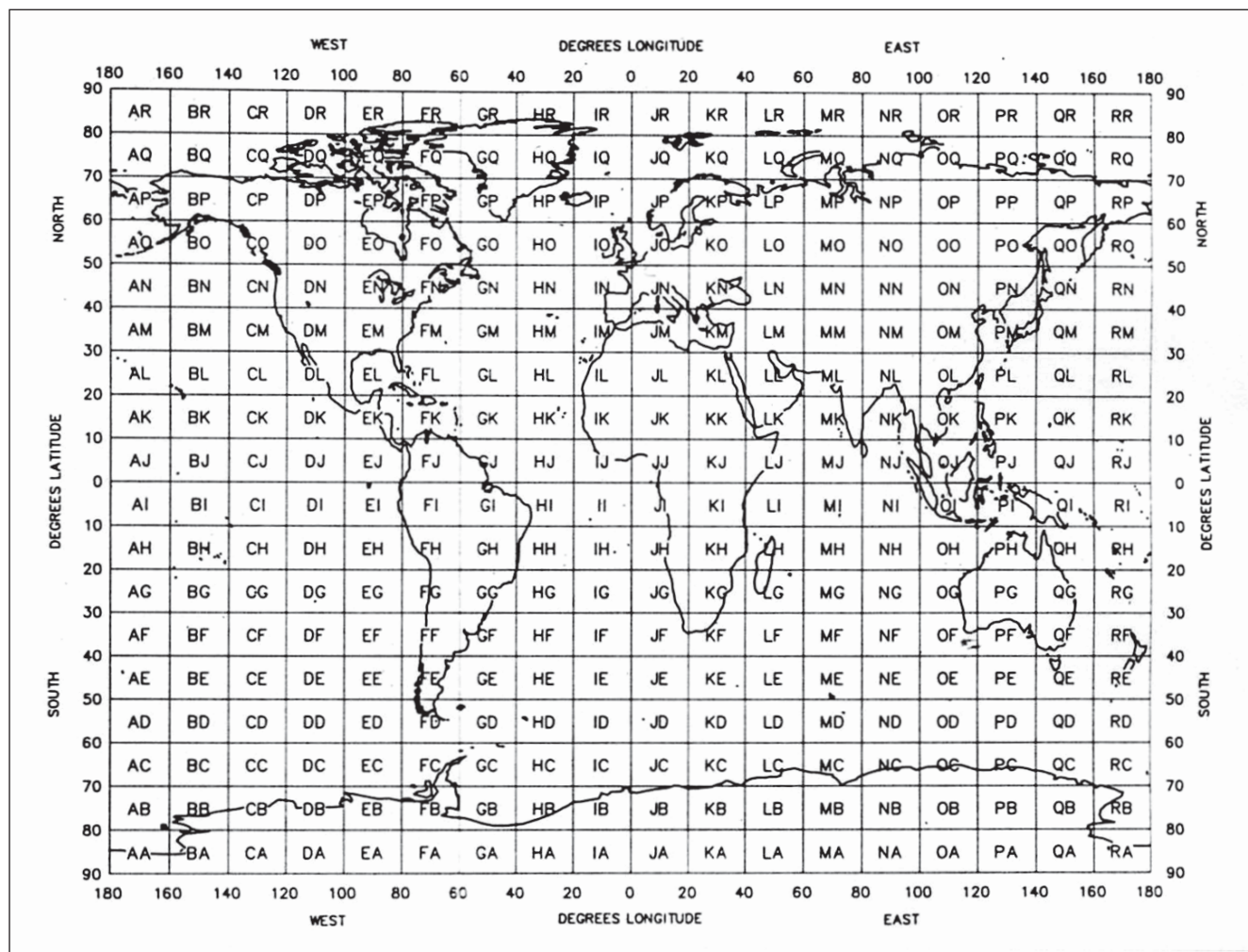


Tabela velikih polj

severu (četrti karakter).

10°	09	19	29	39	99		
9°							
4°	03	13	23	33	93		
3°	02	12	22	32	92		
2°	01	11	21	31	91		
1°	00	10	20	30	90		
0°							
	0	2	4	6	8	18	20

Tabela polj

### MALA POLJA (SUBSQUARES)

Ta polja so razdeljeni na  $24 \times 24 = 576$  malih polj (SUBSQUARES), velikosti 5 minut po dolžini in 2,5 minut po širini; označeni so z AA do XX. Začetek označevanja malih polj je tudi na zahodu (peti karakter) in na jugu (šesti karakter).

Za izračun lastnega UL moramo poznati zemljepisno širino in dolžino kraja oziroma lokacije radijske postaje. Točne podatke dobimo na zemljevidu (merilo 1:50.000 ali podrobnejše). Po lokator sistemu je Slovenija v velikem polju JN in poljih 65, 66, 75, 76 in 86, se pravi, da so prvi štirje karakterji v UL: JN65, JN66, JN75, JN76 in JN86. Ko najdemo, v katerem polju se nahaja naš kraj, določimo točno lokacijo po poziciji leta v malem polju (peti in šesti karakter v UL).

60.0'	AX	BX	CX	DX	XX		
57.5'							
10.0'	AD	BD	CD	DD	XD		
7.5'	AC	BC	CC	DC	XC		
5.0'	AB	BB	CB	DB	XB		
2.5'	AA	BA	CA	DA	XA		
0.0'							
	0	5	10	15	20	115	120

Tabela malih polj

Za primer pogledjmo UL lokacije sedeža ZRS. Bezjakova ulica 151, Pekre, SI - 2341 Limbuš:

46 (stopinj) 32 (minut) 7 (sekund) N

15 (stopinj) 35 (minut) 2 (sekundi) E

Je JN 76 TM

UL s šestimi karakterji se na splošno uporablja v ra-

dioamaterskih zvezah. Pri tem karakterju je malo polje različne velikosti. Največje je na ekvatorju in se proti polom krči do nič. V naših zemljepisnih širinah nas malo polje umesti v meje velikosti približno 4,5 km v širino in 6,5 km v dolžino. Kar je kar veliko področje. Pri natančnejšem določanju lokacije lahko srečamo UL z dodanim podpoljem dveh števil in mikropoljem dveh črk. Torej z desetimi karakterji. Tak natančnejši lokator nas umesti v meje mikropolja 17 m v širino in 25 m v dolžino.

Tako označen lokator za sedež ZRS bi izgledal:

**JN 76 TM 08 BI**

Obstaja tudi zemljevid z že vrisano mrežo polj in malih polj. Še najlažje pa danes določimo svoj lokator s pomočjo računalniškega programa ali na internetu ponujene aplikacije kot je na primer:

<http://k7fry.com/grid/>

[https://www.egloff.eu/googlemap\\_v3/cartto.php](https://www.egloff.eu/googlemap_v3/cartto.php)

<http://www.giangrandi.ch/electronics/radio/qthloc-calc.shtml> in druge.

### 4.10. RADIOAMATERSKA TEKMOVANJA

Čeprav radioamaterska dejavnost ni šport, imajo tudi radioamaterji kar precej tekmovalnega duha. Operatersko znanje, kakovost tehnične opreme in antenskih sistemov radi preizkušajo in dokazujejo v različnih tekmovanjih. Za vsako RADIOAMATERSKO TEKMOVANJE - CONTEST veljajo določena pravila, osnovno merilo pa je največkrat vzpostavitev čim večjega števila zvez v predpisanem časovnem obdobju (po pravilih tekmovanja). Tekmovanja so organizirana na frekvenčnih pasovih od 1.8 MHz do 76 GHz in višje (razen na 5 MHz, 10 MHz, 18 MHz in 24 MHz; po dogovoru na nivoju IARU tu tekmovanj ni!) in v praktično vseh načinih dela (CW, PHONE, RTTY, PSK31-128, FT4, FT8, SSTV,...). Tekmovanja so običajno ob vikendih in trajajo od nekaj do 48 ur; nekatera so tudi v več delih in v daljšem časovnem obdobju.

Glede na frekvenčne pasove poznamo HF tekmovanja (1.8-28 MHz) in VHF/UHF/SHF tekmovanja (50 MHz in od 144 MHz navzgor). Organizatorji tekmovanj so IARU, nacionalne radioamaterske zveze, klubi idr. Tekmuje se v različnih kategorijah: en operater (SINGLE OP.), več operaterjev (MULTI OP.), ekipe oziroma klubi; samo CW, samo PHONE ali oboje; na enem frekvenčnem pasu (SINGLE BAND) ali na več pasovih (MULTI BAND); z močjo, dovoljeno po licenci ali določeno močjo (npr. QRP - moč 5W) itd. Vse to je, kot že rečeno, določeno s pravili posameznega tekmovanja

in radioamater lahko sam izbere kategorijo, za katero oceni, da bo lahko dosegal čimboljše rezultate.

Kaj pa pravzaprav privlači stotisoče radioamaterjev po svetu, da vsako leto sodelujejo v različnih tekmovanjih? Rekli smo že, da se v tekmovanjih meri operaterska večina in preizkuša kakovost radioamaterske opreme. To je tudi priložnost za vzpostavitev zvez z redkimi in DX postajami ter osvojitve različnih radioamaterskih diplom; za radioamaterje-planince tudi izlet z radijsko postajo (npr. UKV tekmovanja); poživitev klubske aktivnosti idr. Skratka - ob tekmovanjih radioamaterske frekvence še posebno "oživijo" in če bi bili radijski valovi vidni, bi bilo kaj videti...

V tekmovanjih poteka vzpostavljanje zvez izredno hitro (o tem smo že govorili) in na poseben način: izmenjuje se klicne znake, raporte in običajno še posebne oznake (zaporedna številka zveze, prefiks, moč oddajnika ipd., v UKV tekmovanjih UL). Če se odločimo, da bomo tekmovali, moramo dobro poznati pravila tekmovanja, ki so objavljena v radioamaterskih glasilih.

Tekmovanja so ena izmed pomembnejših in zanimivih radioamaterskih aktivnosti. Našteti vse je praktično nemogoče (vseh je krepko preko sto), zato omenimo le nekaj najbolj znanih:

CQ WW DX CONTEST, CQ WW WPX CONTEST, WAEDC - EUROPEAN DX CONTEST, IARU HF CHAMPIONSHIP, ARRL INTERNATIONAL DX CONTEST, ALL ASIAN DX CONTEST, SCANDINAVIAN ACTIVITY CONTEST;

VHF-UHF-SHF IARU Region 1, ALPE-ADRIA VHF-UHF-SHF, MARCONI MEMORIAL VHF.

Omenimo še posebno zvrst radioamaterskega tekmovanja, kjer se ne vzpostavlja radijskih zvez – to je QRQ tekmovanje in AMATERSKO RADIOGONIOMETRIRANJE (ARG) ali ARDF (Amateur Radio Direction Finding). To je tekmovanje, kjer radioamaterji s posebnimi sprejemniki - radiogoniometri, imenovani tudi "lisičarji", odkrivajo skrite oddajnike ("liscice"). Zato takšno tekmovanje imenujemo tudi "lov na liscico". Osnovna pravila tekmovanja so: na določenem terenu (običajno izven naseljenih področij) je treba v omejenem času najti lokacije skritih oddajnikov (treh ali petih, ki so med sabo oddaljeni nekaj kilometrov). Oddajniki oddajajo na vnaprej znanih frekvencah (radioamaterska pasova 3,5 MHz ali 144 MHz) v enominutnih časovnih intervalih CW signale, ki so identifikacija "liscic" (signali MOE, MOI, MOS, MOH in MO5). Najboljši so seveda tisti tekmovalci, ki najhitreje odkrijejo oddajnike.

Amatersko radiogoniometriranje je najbolj popularno v Evropi, drugje po svetu precej manj. V prvem regionu IARU veljajo usklajena pravila, po katerih se organizirajo nacionalna ARDF (ARG) tekmovanja in tudi prvenstvo ARDF IARU Region 1. Skratka, tekmovanja so lahko klubska, regijska, državna, balkanska, evropska, 1. regiona ali svetovna. In posebej še mladinska.

### 4.11. RADIOAMATERSKE DIPLOME

Poleg diplom in priznanj za dosežene uspehe v tekmovanjih poznajo radioamaterji še druge "trofeje" - to so RADIOAMATERSKE DIPLOME, ki se dobijo za vzpostavljene radijske zveze, npr. za določeno število držav, zveze z vsemi kontinenti, z določenim številom radioamaterjev v posameznih državah, pokrajinah ali mestih; z različnimi prefiksi, UL ipd.

Za vse diplome veljajo določena pravila, izdajajo pa jih IARU, nacionalne radioamaterske organizacije, klubi, skupine radioamaterjev ali posamezniki ter tudi drugi. Pravila se objavljajo v radioamaterskih glasilih; izdaja se tudi posebne publikacije o radioamaterskih diplomah. Pogoji za diplome so različni: za ene lahko vzpostavimo zahtevane zveze v enem dnevu, za druge v nekaj mesecih, za nekatere (te so največje "trofeje") pa je potrebno več let dela na radijski postaji.

Radioamaterskih diplom je ogromno. Vse so po svoje zanimive in izdajajo se za zveze na HF in VHF/UHF/SHF frekvencah ter za vse načine dela CW, PHONE, RTTY, SSTV, FSTV; za delo preko satelitov, EME idr. Katero diplomo je najtežje osvojiti in velja največ, je težko reči, saj imajo radioamaterji različno opremo in moči oddajnikov ter tudi možnosti glede na operaterski razred. Ne glede na to, pa vsak lahko osvoji kakšno diplomo. In prav zato je diplom tako veliko ...

Ko že govorimo o diplomah, moramo omeniti nekaj takšnih, ki so med aktivnimi radioamaterji najbolj popularne in tudi cenjene:

**DXCC** - DX CENTURY CLUB AWARD (za zveze z najmanj 100 državami po DXCC listi);

**WAZ** - WORKED ALL ZONES (za zveze s 40 conami po radioamaterski razdelitvi sveta);

**WAC** - WORKED ALL CONTINENTS (za zveze z vsemi kontinenti);

**WAE** - WORKED ALL EUROPE (za zveze z evropskimi državami);

**IARU REGION 1 AWARD** (za zveze z radioamaterji držav, ki so članice prvega regiona IARU).

Ne pozabimo tudi dveh slovenskih diplom in sicer:

### **DIPLOMA SLOVENIJA S5 UL DIPLOMA**

Vse omenjene diplome imajo določena pravila. Za izpolnitev pogojev za te diplome (pa tudi za nekatere druge) moramo poznati "radioamatersko geografijo", ki je malce drugačna od običajne. Ko se radioamaterji pogovarjajo o vzpostavljenih zvezah z različnimi državami po svetu, je število le-teh precej drugačno, kot jih dejansko poznamo. Na svetu je v političnem smislu manj kot 200 držav, "radioamaterska lista držav" pa jih pozna preko 300. Za "radioamatersko državo" namreč štejejo tudi določena geografska področja, npr. otok Aland - OH0, ki je sicer država Finska, Kanarski otoki - EA8, sicer Španija ipd. Število držav se spreminja, zato si lahko vsak, ki ga to zanima, poišče zadnje podatke na svetovnem spletu.

Lista radioamaterskih držav je pravzaprav seznam držav in geografskih področij, izdelan v ameriški organizaciji radioamaterjev (ARRL), in je osnova za radioamatersko diplomu oziroma članstvo v DXCC. Ne glede na to, da je ta "lista držav" svojevrstno pojmovanje držav (ARRL po posebnih pravilih "priznava" geografsko področje za DXCC državo), je takšna razdelitev v radioamaterski praksi sprejeta in ni malo radioamaterjev, ki so že vzpostavili zveze z vsemi DXCC državami. Med njimi je kar nekaj slovenskih radioamaterjev!

Površino Zemlje so radioamaterji razdelili na kontinente drugače, kot je to geografsko pojmovano. "Radioamaterskih kontinentov" je šest: Evropa, Azija, Severna Amerika, Južna Amerika, Afrika in Oceanija. Ta razdelitev velja za diplomu WAC, za razna tekmovanja, DX zveze ipd.

Radioamaterji so svet razdelili tudi na cone, ki imajo poseben pomen v tekmovanjih in za pridobitev diplom. Ameriški radioamaterski časopis "CQ" izdaja diplomu WAZ za zveze z vsemi CQ-conami (skupaj 40) in organizira posebno tekmovanje. Poznamo pa tudi ITU/IARC-cone (skupaj 90). Ta razdelitev se uporablja v tekmovanjih in za izdajo diplom IARC (International Amateur Radio Club, ki deluje pri ITU v Ženevi, Švica). Slovenija - S5 je v 15. CQ-coni in v 28. ITU/IARC-coni.

Osvajanje diplom je zanimiv del radioamaterske dejavnosti in lahko rečemo, da skoraj ni aktivnega radioamaterja, ki ne bi imel vsaj ene. Nekateri so prav strastni zbiralci diplom (imajo jih nekaj sto!). Ti so večinoma včlanjeni v mednarodne klube npr. DIG (Diplom Interessenten Gruppe), AHC (Award Hunters Club), CHC (Certificate Hunters Club).

Posebna zvrst diplom (še posebno med CW operaterji so zelo cenjene) so priznanja, ki jih kot dokaz za kakovostno in aktivno operatersko delo izdajajo mednarodni klubi npr. FOC (First Class CW Operators Club), HSC (High Speed Club), VHSC (Very High Speed Club). Podobne diplome izdajajo nekatere radioamaterske organizacije, npr. ARRL: A-1OP, RCC (Rag Chewers Club), OTC (Old Timers Club) ipd.

## **4.12. RADIOAMATERSKA MORALA IN KODEKSI**

Vsaka skupnost ljudi ima svoje običaje, moralo in pravila obnašanja, ki niso vsa napisana, temveč so kot rezultat dolgoletne tradicije ustaljena med ljudmi s skupnimi interesi. Te moralne norme in tradicijo mora spoštovati tudi vsak novinec, ki se vključi v organizirano obliko združevanja interesov. Tako športniki poznajo "fair play" (pravilna, poštena igra), mornarji obveznost pomagati v pomorskih nesrečah itd.

Tudi radioamaterji, člani velike radioamaterske skupnosti, imajo svoja pravila obnašanja, moralo in tradicijo - HAM SPIRIT (radioamaterski duh). To je pravzaprav sklop v glavnem nenapisanih pravil in vodil, ki je nastal v začetku in nadaljnjem razvoju radioamaterstva. Zakaj ime "ham spirit" sicer obstaja več razlag, vendar nobena verjetno ni izvirna. Ime je nastalo v ZDA, kjer še danes radioamaterja imenujejo tudi "ham", radioamatersko dejavnost pa "ham radio". Kakorkoli že, ham spirit poznajo vsi radioamaterji sveta in vsi se ravnaajo po njem - eni več, drugi manj, odvisno tudi od osebnih vrlin.

Spoštovanje ham spirita pomeni vse, o čemer smo že govorili pri pravilih za vzpostavljanje zvez, QSL kartici, tekmovanjih... in še veliko drugega.

Občutek za častno in pošteno delo na radijski postaji, požrtvovalnost in pomoč drugim dobimo že po krajšem času vzpostavljanja zvez. Osnovna pravila, ki veljajo za radioamaterske komunikacije, poznamo, za vse situacije, v katerih se bomo znašli, pa bomo težko našli napisana navodila in odgovore. Vsekakor pa velja: po vzpostavljenih tisočih zvezah z ljudmi širom sveta, ki jih združujeta plemenita ideja in poslanstvo radioamaterstva (komuniciranje preko radijskih postaj ne glede na nacionalnost, raso, vero, politično pripadnost, socialni status, poklic, starost idr.), bi vsak radioamater moral vedeti, kaj je prav in kaj ne!

Nekaj pravil je seveda napisanih - to so KODEKSI. Poznamo več kodeksov, ki veljajo za različne vrste amaterskih radijskih zvez (npr. za DX delo, za delo preko repetitorjev) ter za aktivnosti radioamaterjev ob nesrečah in nevarnostih.

Vse to imamo lepo zbrano in zapisano v knjižici »ETIKA in OPERATORSKI POSTOPKI«.

#### 4.13. AKTIVNOSTI RADIOAMATERJEV OB NESREČAH IN NEVARNOSTIH

Radioamaterji vzpostavljajo zveze podnevi in ponoči, lahko rečemo 24 ur dnevno, tako da ni trenutka, ko na radioamaterskih frekvencah ni vsaj nekaj radioamaterjev. Poleg tega so radioamaterski frekvenčni pasovi v širokem radijskem spektru in zveze se vzpostavljajo na različne razdalje - signali amaterskih radijskih postaj pokrivajo praktično ves svet in radioamaterji so preostali "dežurni na frekvenci".

Pomembno je tudi veliko število radioamaterskih postaj, saj praktično ni večjega kraja, kjer ni radioamaterjev. Velika večina radijskih postaj je manjših dimenzij in lahko prenosljivih. UKV postaje imajo večinoma lastno napajanje. Mnogi radioamaterji jih imajo v vozilih ali pa jih dnevno nosijo kar s seboj.

Z dolgoletnim delom na radijskih postajah radioamaterji dobijo velike izkušnje in se znajo prilagoditi ter hitro ukrepati v različnih situacijah. In ne nazadnje - sestavni del radioamaterske aktivnosti je tudi stalna pripravljenost za pomoč pri zaščiti in reševanju človeških življenj ter materialnih dobrin.

Ob vsem povedanem torej ni nič nenavadnega, da so radioamaterji že nešteto pomagali ob elementarnih, ekoloških, prometnih in drugih nesrečah. Tudi slovenski radioamaterji so te radioamaterske aktivnosti vedno dobro opravljali - od časovno že oddaljenega potresa v Skopju, Banja Luki, na Tolminskem, pa do poplav, ki so večkrat prizadele našo deželo. Še posebno pomembno pa je bilo delo naših radioamaterjev med, na srečo, kratko vojno v Sloveniji in velika humanitarna pomoč, ki so jo nudili z radijskimi zvezami v vojni prizadetemu prebivalstvu na Hrvaškem ter v Bosni in Hercegovini. Nenazadnje se ne sme pozabiti na žledolom na Notranjskem, ko so v kritičnem času delovale samo radioamaterske postaje.

Aktiviranje amaterskih radijskih postaj v skoraj vseh primerih ni posledica nekega ukaza, temveč je to prvenstveno rezultat samoiniciative radioamaterjev, njihove morale in odgovornosti. Zgrešeno bi bilo sklepati, da pri teh radioamaterskih aktivnostih ni organiziranega delovanja in da je vse prepuščeno naključju ter da so rezultati odvisni samo od dobre volje in pripravljenosti posameznih radioamaterjev. Tako kot večina radioamaterjev - članov nacionalnih organizacij po svetu imajo tudi slovenski radioamaterji (poleg nepisanih pravil ham spirita) pravila vedenja in delovanja ob nesrečah in nevarnostih - KODEKS ARON.

V tovrstnih aktivnostih je obvezna uporaba klicnih znakov amaterskih radijskih postaj, vsebina zvez pa mora biti usklajena z organizacijo akcij ob elementarnih nesrečah; te radijske zveze imajo absolutno prednost pred drugimi, običajnimi radioamaterskimi zvezami. Delovanje teh amaterskih radijskih zvez je treba organizirati tako, da je v čim manjši meri motena vsakodnevna radioamaterska dejavnost.

Vidimo torej, da mednarodna skupnost tudi tu radioamaterjem priznava pomembno vlogo v svetovnem merilu. To nalogo so radioamaterji že nešteto uspešno opravili in to moralno obveznost sprejemajo vsi radioamaterji sveta.

Z željo, da si ju zapomnite, nikoli pa ne oddate, pogledajte še mednarodna signala za nesrečo oziroma nevarnost:

V telegrafiji **SOS** (tipkano povezano), (črke nimajo besednega pomena. Izključno prodorno melodijo)

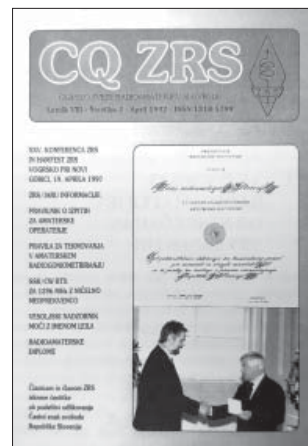
V telefoniji **MAYDAY** (izgovorimo povezano. Besedi sta francoskega in ne angleškega izvora)

Poznamo tudi druge znake za nevarnost ali nesrečo kot so:

V telegrafiji **FFFFFF** (serija F)  
**QRRR** (samo radioamaterji)

V foniji **SECURITY** (izgovori sikjurity)  
**PAN PAN** (večkratno PAN, pomeni večjo nujnost)  
**BRAKE** (izgovori brejk) Pomeni, vključil bi se v zvezo (postopek NI priporočljiv)  
**BRAKE BRAKE** Imam nujno obvestilo  
**BRAKE BRAKE BRAKE** Rabim nujno pomoč.

Zveza radioamaterjev Slovenije, klubi in tudi posamezniki so za svoje delovanje na področju širjenja tehnične kulture in človekoljubne pomoči pri reševanju in obveščanju, prejeli številna priznanja in odlikovanja. Tako je ZRS ob pedesetletnici delovanja, leta 1997, prejela odlikovanje Častni znak svobode Republike Slovenije za humanitarno pomoč pri naravnih in drugih nesrečah in še posebej za zasluge v procesu osamosvajanja Republike Slovenije.





#### 4.14. ARON IN KODEKS ARON

Od ustanovitve Zveze radioamaterjev Slovenije leta 1946, smo se radioamaterji spontano odzivali v primeru naravnih in drugih nesreč z obveščanjem, prenosom sporočil in ustrezno pomočjo prebivalstvu ter različnim službam. Čeprav velikokrat uspešno in pohvalno, vedno le ni bilo optimalno. Zato smo se še pred osamosvojitvijo Slovenije začeli ukvarjati z mislijo, da to svojo humanitarno dejavnost osmislimo bolj organizirano. Tako je postopoma nastajal pravilnik, katerega je v obliki kodeksa organiziranega omrežja za reševanje in obveščanje sprejel UO ZRS leta 1992. Poimenovali so ga ARON kodeks, kar pomeni Kodeks aktivnosti radioamaterjev ob nesrečah in nevarnostih. Kratico uporabljamo tudi kot Amatersko Radijsko Omrežje za Nevarnost.

Kodeks obravnava postopke, obnašanje in delovanje radioamaterjev ter vključevanje v domači in mednarodni sistem radijskih zvez v primeru nevarnosti, naravnih in drugih nesreč. V letu 2002 smo uspeli skleniti pogodbo med Ministrstvom za obrambo, Upravo Republike Slovenije za zaščito in reševanje in Zvezo radioamaterjev Slovenije na podlagi katere smo uradno zadolženi in pristojni organizirati in zagotavljati sistem rezervnih zvez v primeru izpada ali preobremenitve komunikacijskih poti. Za izvajanje nalog po pogodbi na podlagi Meril o organiziranju, opremljanju in usposabljanju z URSZR ZRS vsako leto podpiše aneks k pogodbi o sofinanciranju in prejme sredstva za organiziranje, usposabljanje in opremljanje ekip ter za vzdrževanja govornih in digitalnih skupnih tehničnih sredstev zvez. ZRS in njena društva so tako vključena v državni sistem varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami in so del enot zaščite, reševanja in pomoči, za kar jim pripada tudi status delovanja v javnem interesu.

Zveza radioamaterjev Slovenije skupaj s pooblaščenimi radioklubi po pogodbi z URSZR organizira 13 regijskih in državno ARON ekipo. ARON ekipe tako nudijo podporo Centru za obveščanje republike Slovenije (CORS) in Regijskim centrom za obveščanje (ReCO). Hkrati nudijo informacijsko-komunikacijsko podporo tudi regijskim in državnemu štabu Civilne zaščite ter enotam v sistemu zaščite, reševanja in pomoči tako doma kot v tujini. Ekipe so sestavljene iz vrst radioamaterjev strokovnjakov s področja telekomunikacij, zato lahko nudimo radijske komunikacije tudi v najtežjih pogojih dela. Vsaka ARON ekipa zagotavlja KV, UKV in digitalne zveze in kar je najpomembnejše ima na voljo ARON ekipe, ki imajo pogodbo z lokalno skupnostjo in radioamaterje, ki so po kodeksu ARON zavezani k obveščanju pristojnih oziroma ARON ekip.

Da so ARON ekipe v dobri kondiciji se enkrat mesečno izvajajo vaje ARON, vsaj enkrat letno se izvede večja, državna vaja. Prav tako se izvajajo redna usposabljanja posameznikov za upravljanje s sistemi in napravami in enkrat letno ZRS organizira usposabljanje ARON v Izobraževalnem centru za zaščito in reševanje na Igu.

ZRS tako zagotavlja organizacijo brezhibnega delovanja, nabavlja in vzdržuje opremo in sredstva zvez, zagotavlja usposabljanje ekip in udeležbo na vajah. Tako opravljamo naloge zaščite, reševanja in pomoč ob naravnih in drugih nesrečah, kot so poplave, požari, neurja, žledolomi, plazovi, potresi, prometne nesreče, onesnaževanje in ogrožanje okolja. Skratka, vedno, ko so ogrožena življenja ljudi in živali ter obstaja možnost večje materialne škode. Povezujemo se tudi preko meja naše države, predvsem kadar imajo nesreče in drugi dogodki mednarodne razsežnosti ali kolegi v tujini potrebujejo našo pomoč se povežemo tudi z tujimi radioamaterji. Seveda lahko za pomoč radioamaterje v tujini zaprosimo tudi mi, v kolikor bi takšno pomoč potrebovali. Slovenski radioamaterji smo v kontaktu tudi z EmComm koordinatorjem mednarodne radioamaterske organizacije IARU regiona 1 ter ostalimi koordinatorji radioamaterskih zvez tega regiona.

V izrednih razmerah mora potekati radijski promet po ustaljenih metodah v duhu Ham spirita. V takih primerih smo dolžni prekiniti ustaljeni promet zvez, se najaviti postaji, ki vodi akcijo in upoštevati njena navodila. Sodeluje se dokler je to potrebno in dokler profesionalne službe zadevo ne obvladajo. Ko je ocenjeno, da ni več potrebe za radioamatersko pomoč, se lahko posvetimo spet svojemu hobiju.

Za klice in zveze v takem primeru so določene posebne frekvence, za katere pa je prav, da jih poznamo.

**Na UKV področju:** FM na V40 - 145,500 MHz, U280 – 433,500 MHz, SSB 144,250 MHz.

Za ARON ekipe so določene še posebne simpleksne in repetitorske frekvence po regijah,

**Na KV področju:** SSB na 3,605 MHz, za EmComm IARU R1 na 3,760 MHz, 7,060 MHz, 7,110 MHz, 14,300 MHz, 18,160 MHz, 21,360 MHz,

Postopek dela v razmerah, ko je aktiviran ARON je pregledno podan kar v samem kodeksu.

#### KODEKS ARON

Kodeks aktivnosti radioamaterjev ob nesrečah in nevarnostih.

### 1. člen

S kodeksom ARON se določajo pravila vedenja in delovanja radioamaterjev - članov Zveze radioamaterjev Slovenije (ZRS) ob nesrečah in nevarnostih, kot so elementarne nesreče (poplave, požari, viharji, plazovi, potresi), večje ekološke nesreče ali nevarnosti (onesnaževanje ali ogrožanje okolja), prometne ali druge nesreče in nevarnosti večjih razsežnosti. Ta pravila veljajo smiselno tudi za sodelovanje z radioamaterji sosednjih in drugih držav v primerih nesreč in nevarnosti mednarodnih razsežnosti.

### 2. člen

Namen in cilj delovanja radioamaterjev po tem kodeksu je nudenje pomoči pri zaščiti in reševanju človeških in materialnih dobrin. Delovanje radioamaterjev temelji na humanitarnih, patriotskih in prostovoljnih osnovah v skladu s statutom ZRS in normami in principi mednarodne radioamaterske organizacije – IARU.

### 3. člen

V primeru nevarnosti ali nesreče večjih razsežnosti se radioamaterji organizirajo samoiniciativno ali pa na pobudo nosilcev zaščite in reševanja (Civilna zaščita, gasilci, Rdeči križ in drugi).

### 4. člen

Radioamater, ki opazi ali sprejme obvestilo o znamenjih, pojavih ali dogodkih, ki ogrožajo imetje, zdravja ali življenje ljudi, je dolžan na najhitrejši možni način o tem obvestiti ustrezne pristojne službe (Center za obveščanje telefon 112, policija telefon 113).

Obvestilo mora imeti jedrnato vsebino:

- Kaj se dogaja oziroma kaj se je zgodilo,
- Kje se dogaja (določiti orientirane točke kraja dogodka),
- Kdaj se je zgodilo (dan, ura, minuta).
- Kdo obvešča (ime in priimek, naslov, telefon/klicni znak amaterske radijske postaje in kraj od kje se javlja).

Radioamater samoiniciativno sproži delovanje po ARON-u, če oceni, da je nesreča ali nevarnost takšnega obsega, da zahteva takojšnje aktiviranje amaterskega radijskega omrežja. V primeru, da je nadaljnje delovanje in pomoč radioamaterja ali več radioamaterjev še potrebno, se ukrepa po navodilu ustreznih služb.

### 5. člen

Radioamaterji – člani ZRS, ki sodelujejo v aktivnostih, katere obravnava kodeks ARON, se lahko organizirajo v ustrezna radioamaterska omrežja. Radijski promet v akcijah ARON poteka po ustaljenem načinu v skladu z normativi, ki urejajo delo amaterskih radijskih postaj.

### 6. člen

Za aktiviranje in delovanje po ARON-u se lahko uporabljajo vsa frekvenčna področja, ki so dovoljena za radioamatersko delo. Radioamater uporabi frekvenco, odvisno od aparature, s katero razpolaga oziroma ocen, kako bo najhitreje prenesel obvestilo.

V primeru nesreč in nevarnosti večjih razsežnosti so priporočene frekvence: FM simpleksni kanal V40 145,500 MHz, FM simpleksni kanal U280 433,500 MHz, SSB 144,300 MHz, repetitorji ZRS in 3605 kHz.

V nesrečah in nevarnostih največjih razsežnosti se lahko uporabijo tudi druga frekvenčna področja. Ustrezna navodila v zvezi s tem izda Zveza radioamaterjev Slovenije na osnovi predhodnega dogovora s pristojnimi državnimi organi.

### 7. člen

Na frekvencah, kjer je sprožena ali deluje reševalna akcija, morajo vsi radioamaterji takoj prekiniti z vzpostavljanjem drugih radioamaterskih zvez. Dolžnost vsakega radioamaterja, ki sliši klic za nesrečo in nevarnost, je, da se takoj javi in se ravna po navodilih postaje, ki vodi reševalno akcijo.

### 8. člen

Akcijo praviloma vodi upravna postaja, ki je najbližja dogodkom na ogroženem mestu. Za koordinacijo lahko deluje več upravnih postaj, če to narekujejo velikost in obseg ogroženosti ali drugi tehnični razlogi. V času trajanja akcije poteka usmerjanje in koordiniranje dela vseh sodelujočih postaj preko upravne postaje (ali več postaj).

### 9. člen

Obseg in intenzivnost delovanja sta odvisna od potreb na ogroženem območju. Akcija traja od prijave nesreče ali nevarnosti do sanacije razmer oziroma dokler pristojni dejavniki ne ocenijo, da aktivnost radioamaterjev ni več potrebna. Akcija preneha takoj, ali postopoma, glede na razvoj dogodkov, zaradi katerih je bila sprožena.

### 10. člen

Sodelovanje v reševalnih akcijah in spoštovanje kodeksa ARON je dolžnost vsakega člana ZRS.

### 11. člen

Kodeks ARON je sprejel upravni odbor ZRS na seji v Ljubljani dne 14. marca 1992.



## 4.15 RADIOAMATERSKE SPECIALNOSTI - DEJAVNOSTI

### 4.15.1 AMATERSKO RADIJSKO GONIOMETRIRANJE

Amatersko radijsko goniometriranje, pri nas poznano s kratico ARG, v svetu pa bolj s kratico ARDF ali Amateur Radio Direction Finding, kar pomeni, radioamatersko ugotavljanje smeri. Poznano in popularno največkrat uporabljeno pa je tako iskanje skritih oddajnikov poznano kot »Lov na lisico«. Beseda goniometer sestavljata dve grški besedi in sicer gonio, kar pomeni kot in meter, kar pomeni merjenje. Če se to izvaja s pomočjo radijske tehnike pa imenujemo to radijsko goniometriranje.

Kmalu po izumu radijskih valov in usmerjenih anten se je ugotovila možnost ugotavljanja smeri oddajanja. Že v prvi svetovni vojni se je ta vid odkrivanja smeri oddajnikov uveljavil v drugi vojni pa celo zelo razvil in uporabljal. Danes je uporaba sledenju radijskih valov vtkana v vse pore našega življenja. Radijska navigacija v pomorski in zračni plovbi, ti valovi nam rišejo pomorske in letalske koridorje. Na njih bazira GPS, sledenje živalskim potem, reševanje (lavinska žolna) ne nazadnje tudi radar.

Radioamaterji so to lastnost radija začeli uporabljati kot športno disciplino že v letu 1924. Pri nas pa organiziramo tekmovanja že od leta 1954. Od takrat smo Slovenci poznani po aktivnosti in naši tekmovalci so bili in so še, doma in v mednarodnih tekmovanjih, v doseganju odličnih rezultatov, v samem vrhu. Zato je tudi prav, da to dejavnost dobro pozna sleherni slovenski radioamater. Disciplina je podobna krosu le, da tokrat pri teku uporabljamo tehnična sredstva, zato tudi uporabljamo izraz, da je lov na lisico tehnično-športna disciplina.

Za lov na lisico uporabljamo dve področji. Na KV 80 m in na UKV 2m. Vsako od teh področij ima svoje karakteristične značilnosti. Oddajnik-lisica na KV ima vertikalno anteno, krožnega sevanja in vertikalne polarizacije. Oddajna moč je 3 do 5W. Signal oddajnika je v nemodulirani telgrafiji A1A, od 3,510 do 3,6 MHz. Sprejemnik-lisica je opremljen z okvirno ali feritno anteno. Obe imata karakteristično usmerjen a simetrični diagram, v katerem je značilno, da je minimum sprejema v dokaj ozkih mejah, medtem ko je karakteristika maksimuma sprejema široka. Zato vedno lociramo pravo smer po minimumu signala.

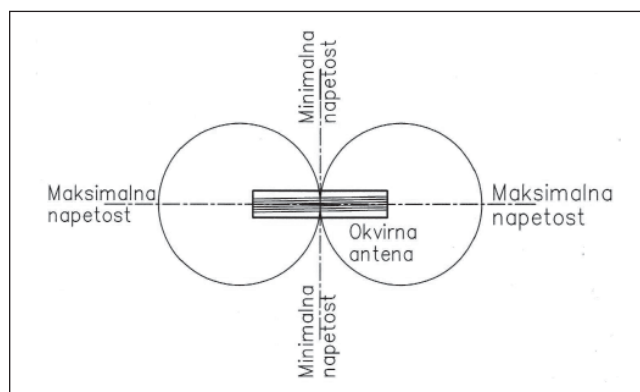


Diagram okvirne antene

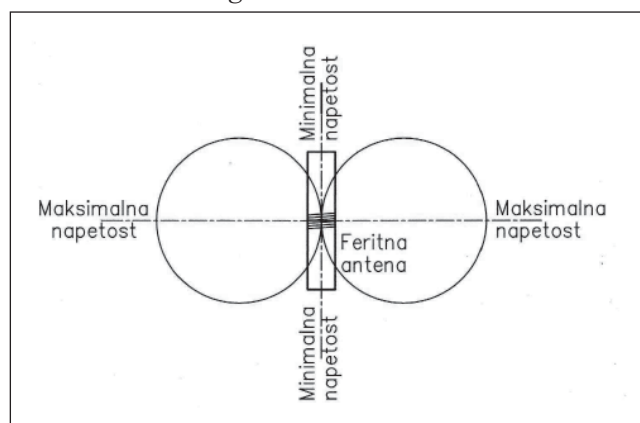
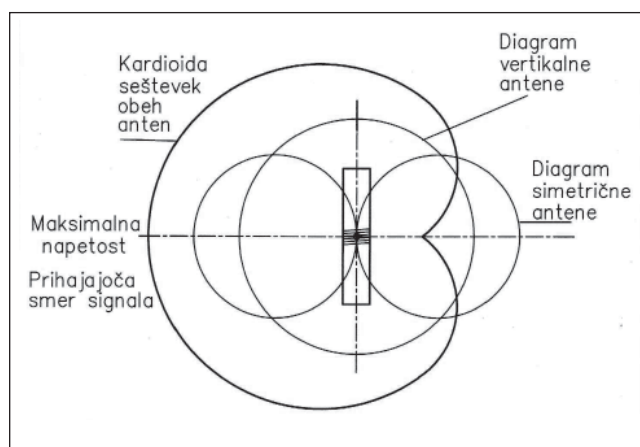


Diagram feritne antene

Kakor se vidi iz diagrama sta v obeh primerih simetrična, zato se zlahka določi linijo smeri signalov, ne pa tudi iz katere smeri prihajajo. To se pa določi s pomočjo pomožne vertikalne antene, ki ima krožni diagram, v povezavi obeh pa se ta diagram spremeni v nesimetričen, podoben kardioidi. Signali prihajajo iz smeri najmočnejšega signala. Kardioida je nenatančna, po njej samo določimo pravo smer prihajajočih signalov. Torej iz smeri lisice.



Kardioida, skupna karakteristika usmerjene in vertikalne antene

Na UKV področju ima oddajnik-lisica moč med 0,25 do 1,5 W, tokrat z anteno s krožno karakteristiko sevanja in horizontalno polarizacijo. Oddaja prav

tako v telegrafiji, z tonsko moduliranim signalom A2A. Sprejemnik-lisičar pa uporablja vsaj 3 el. yagi-uda, HB9CV ali podobno anteno. Take antene imajo izrazitejšo karakteristiko v smeri maksimuma in zato se usmerjamo po maksimumu.

Ker pa je maksimum samo v eni smeri je to tudi prava smer prihajajočih signalov.

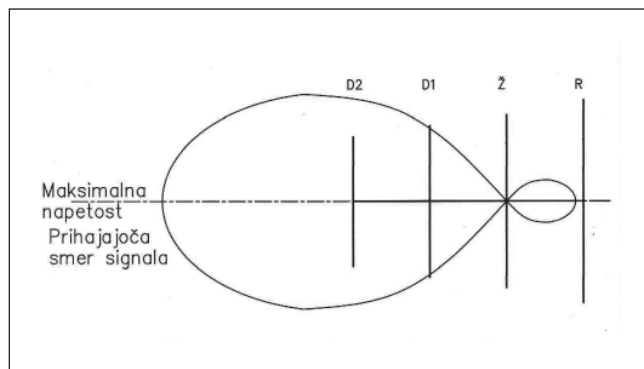
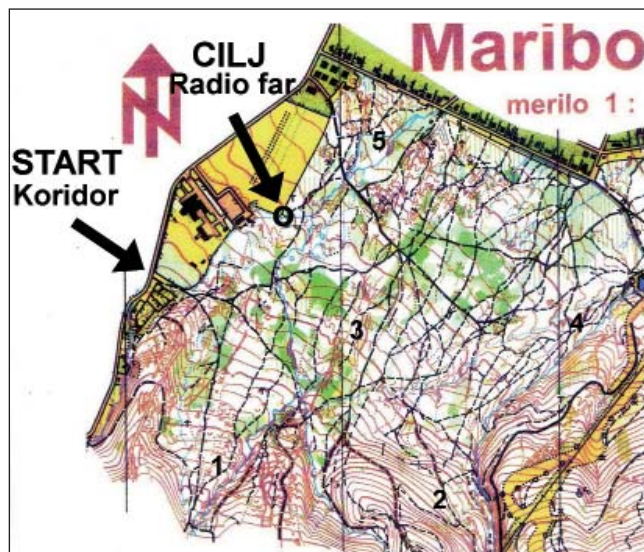


Diagram yagi-uda antene

V tekmovanju se uporabi lahko 3 ali 5 lisic in radijski svetilnik. Lisice se vklapljajo v intervalih vsaka po minuto. Vse na isti frekvenci le radijski svetilnik deluje na drugi. Vsaka lisica oddaja v svojem času karakteristični telegrafski signal in sicer: 1. lisica MOE, 2. lisica MOI, 3. lisica MOS, 4. lisica MOH in 5. lisica MO5. Zadnje črke in številke so pike po številu enake kot je številka lisice, berljive za tiste, ki ne obvladajo morzerjeve abecede.

Radijski svetilnik pa oddaja kontinuirano ves čas znak MO.

Tekmovalci so razvrščeni v kategorije: pionirji (6-15 let), juniorji (do 19 let), ženske (ne glede na leta), seniorji (do 40 let), veterani (do 70 let), starejši veterani (nad 70 let). Pionirji in starejši veterani iščejo samo 3 lisice. Tekmovalno polje je razgiban teren primerno



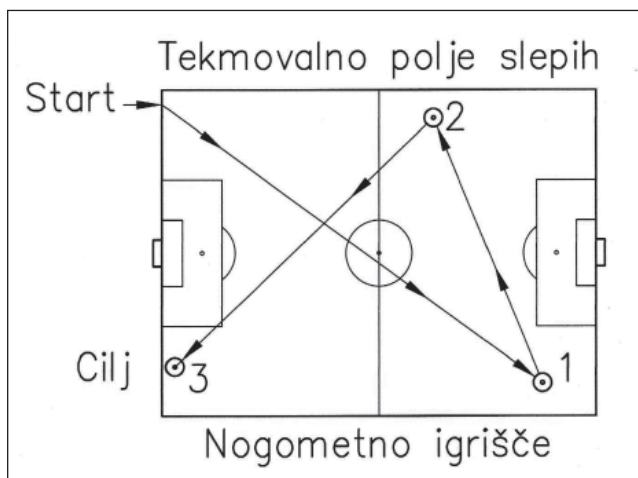
Karta tekmovalnega polja s petimi lisicami in radio farom

poraščen. Lisice pa razmeščene v tako, da je najkrajša pot med tremi 3 do 5 km in med petimi 5 do 10 km. Tekmovalec lahko uporablja karto terena in kompas. V tekmovalno polje vstopa vedno po obveznem koridorju, na koncu katerega ni več viden čakajočim tekmovalcem. Čas tekmovanja je omejen, med 90 in 120 minut. Po izključitvi delovanja lisic radijski svetilnik deluje vse dokler ne prikličje zaostale in izgubljene tekmovalce.

Zmaga tekmovalec, ki najde vse ali čim več v najkrajšem času. Tekmovanja se organizirajo v okviru kluba, ali regije, republike. Prav tako se organizirajo balkanska prvenstva, evropska, prvenstvo 1. regiona in svetovna prvenstva.

Opisano tekmovanje je najbolj običajno. Obstajajo pa še različice, kot so; hiter lov na lisice, kjer jih je lahko več in so tudi manjših moči. Skratka variant je vedno več.

Ena od variant je lov na lisico slepih. Ta lov je primeren za slepe in slabovidne ter zelo zabaven za šolarje, ker se lahko izvaja na šolskem ali nogometnem igrišču. Na igrišče se postavi 3 ali več lisic, ki pa ne smejo biti močnejše od 100mW. Vse delujejo na isti frekvenci in vsaka oddaja posamično dokler ni odkrita. Odkrita pa je, ko tekmovalec z zavezanimi očmi stopi na črto ali v krog premera 5 m, v sredini katerega stoji antena. Takrat oddaja odkrite lisice preneha in se takoj vklopi naslednja. Vedno tekmuje samo en tekmovalec v omejenem času na primer 10 minut. Ob boku slepega tekmovalca teče videči spremljevalec, ki pa mu ne sme pomagati. Mora pa ga opozoriti, če zaide iz meje igrišča in kadar najde lisico.

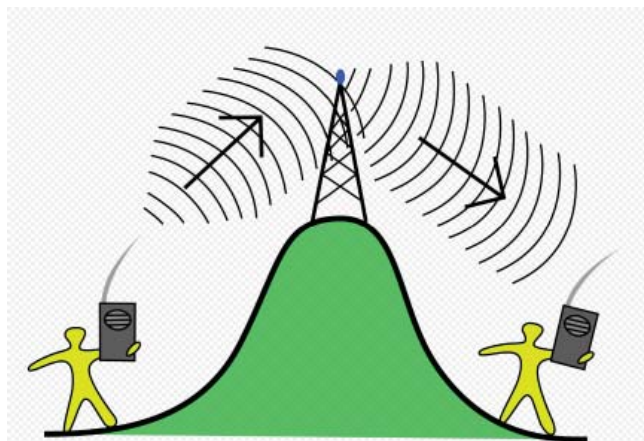


Tekmovalno polje slepih

Toliko o spoznavanju te tehnično športne discipline, ki nas radioamaterje pripravi, da zapustimo zaprte prostore kjer sedimo pred našimi postajami in se na zraku ter naravi razgibamo, družimo in zabavamo.

#### 4.15.2 REPETITORSKE KOMUNIKACIJE

Radioamaterski repetitor (angleško: *repeater*) je simpleksna ali duplexna radijska postaja običajno postavljena na lokaciji ugodni za sprejem šibkih signalov, predvsem prenosnih in mobilnih radijskih postaj ter oddajo le teh naprej z večjo močjo in boljšo anteno. Repetitorje radioamaterji in tudi drugi uporabniki postavljamo na visoke objekte v mestih ali v hribe. Repetitor s svojo izpostavljenostjo lokaciji, kvalitetnim antenskim sistemom, občutljivim sprejemnikom ter robustnim oddajnikom omogoča zvezo na daljše razdalje, med postajama, ki zaradi terena ali drugih pogojev ne moreta vzpostaviti neposredne zveze.



*Prikaz poteka zveze preko repetitorja med prenosnima postajama*

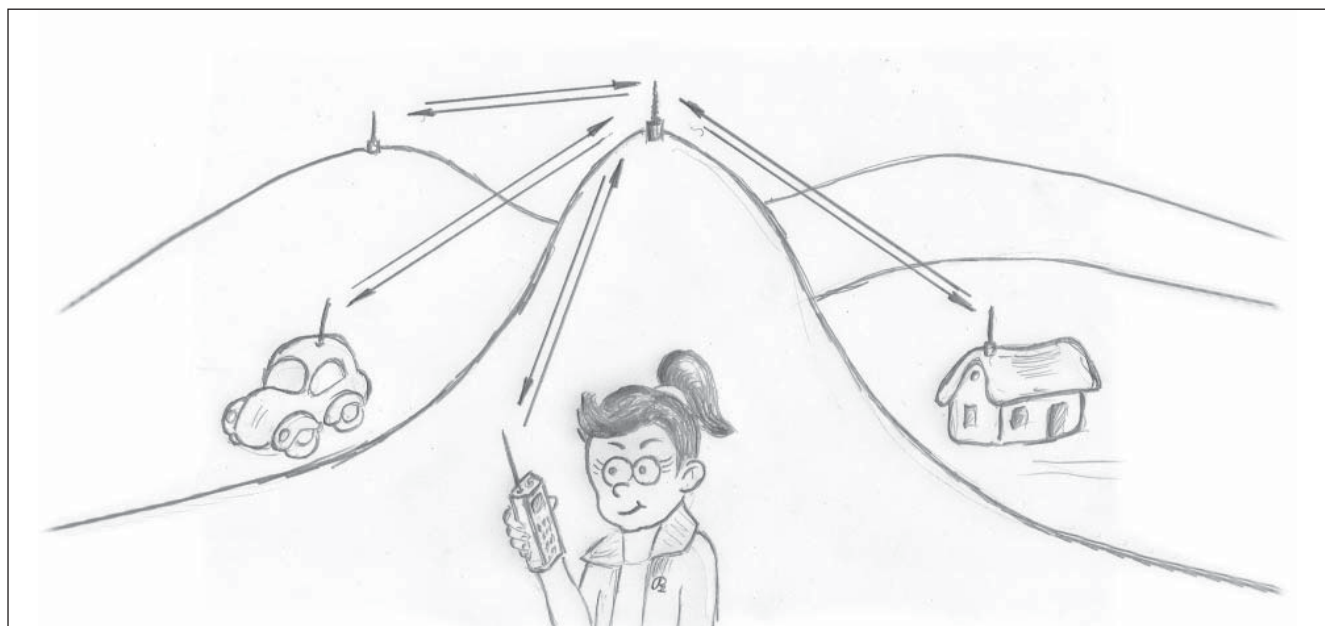
Če lahko postavljamo kvalitetne in usmerjene antene na fiksnih lokacijah, je to skoraj nemogoče pri uporabi ročnih postaj, na pohodu ali pa z mobilnimi postajami v vozilu. Da pa lahko vseeno vzpostavljamo zvezo na ta način, je uporaba repetitorja idealna. Zaradi

mobilnih in ročnih postaj uporabljamo pri repetitorjih skoraj vedno vertikalno polarizirane antene. Repetitor sprejema šibke signale in jih ponovi z večjo močjo.

Najenostavnejši repetitor je simpleksni repetitor, pravimo mu tudi papagaj, ki deluje na eni frekvenci in vsak sprejeti signal posname, shrani na pomnilnik ter šele, ko uporabnik konča s časovno omejeno oddajo, vključi oddajnik repetitorja in predvaja posnetek. Tak repetitor je enostaven in stroškovno cenejši, vendar podaljša čas prenosa informacije saj sprejemnik in oddajnik ne zmoreta sočasno oddajati.

Radioamaterji najpogosteje postavljamo in uporabljamo duplexne repetitorje. Ti lahko sprejeti signal na sprejemni frekvenci repetitorja istočasno oddajo na oddajni frekvenci. Za delo preko duplexnega repetitorja torej potrebujemo dve ločeni frekvenci, za kateri je, glede na frekvenčni obseg kjer deluje repetitor po frekvenčni razporeditvi, določen frekvenčni zamik. Da repetitor lahko sočasno sprejema in oddaja radijski signal mora imeti kvaliteten radijski sprejemnik in oddajnik. Sprejemnik mora biti občutljiv za šibke signale, hkrati pa selektiven in dobro filtriran, da ga lasten ali drugi oddajniki ne zadržijo oziroma degradirajo. Oddajnik repetitorja je za razliko od ostalih postaj, ki repetitor uporabljajo, ves čas na oddaji, zato mora biti primerno konstruiran in hlajen, da zdrži oddajo dlje časa. Oddajnik mora biti kvaliteten ter tako kot sprejemnik dobro filtriran, da ne povzroča motenj lastnemu sprejemniku ali drugim napravam na lokaciji.

Eden izmed sestavnih delov repetitorja je tudi repetitorski krmilnik. Krmilnik skrbi za povezavo sprejemnika z oddajnikom in poleg tega, da omogoča vklop



*Možni načini zveze s posredovanjem repetitorja*

oddajnika kadar se pojavi signal na sprejemniku skrbi za identifikacijo repetitorja.

Vsak repetitor se mora v radijskem prometu identificirati, zato mora imeti dodeljen klicni znak iz nabora klicnih znakov za repetitorje. Agencija za komunikacijska omrežja in storitve klicni znak lahko dodeli le Zvezi radioamaterjev Slovenije, katere pristojni manager pripravi ustrezno vlogo za postavitve repetitorja ter tudi koordinira sam potek postavitve tako doma kot po potrebi v tujini.

Krmilnik ima tudi funkcijo, da drži repetitor še kratek čas po padcu signala na sprejemniku na oddaji, lahko s tonom signalizira prekinitev sprejema, omogoča daljinski nadzor repetitorja itd.

Pri dupleksnih repetitorjih si sprejemnik in oddajnik največkrat delita en antenski sistem. Pri dupleksnih repetitorjih na istem frekvenčnem obsegu v ta namen uporabljamo tako imenovani dupleks filter ali duplekser.



*Dupleks filter pripravljen za vgradnjo v repetitor*

Duplekser je filter, ki na oddajni strani močno slabi vpliv oddajnika na sprejemno frekvenco repetitorja, na sprejemni strani pa filtrira oddajno frekvenco repetitorja. V kolikor so na lokaciji tudi drugi oddajniki se na sprejemni veji doda tudi pasovno propustni filter, ki prepušča le koristne signale v nekem ožjem frekvenčnem pasu v neposredni bližini sprejemnika. Vsak repetitor potrebuje tudi kvaliteten antenski sistem.

Od koaksialnega vodnika z minimalnimi izgubami do primernih dovolj robustnih anten, ki zdržijo tudi težje vremenske razmere in imajo primeren sevalni diagram ter željeno smer pokrivanja. Glede na to, da so repetitorji pomembni tudi za omrežje ARON in da so montirani pretežno v hribovitem in gorskem svetu je zelo pomembno tudi kako imajo urejeno napajanje. Rešitev napajanja iz elektro omrežja je najpreprostejša,

vendar se lahko ob slabih vremenskih razmerah hitro zgodi, da ostane repetitor brez oskrbe z električno energijo. Zato je pomembno, da imamo poleg zanesljivega usmernika, ki nam pretvori omrežno napetost na zeleno napetost repetitorja, po večini 12 ali 24 V, tudi ustrezen sistem rezervnega napajanja. Rezervno napajanje nam omogoča določeno časovno premostitev preskrbe z električno energijo. Na repetitorjih imamo tako v največ primerih dodane akumulatorje zaprtega tipa, zaradi emisij plinov, ki se lahko zadržujejo v zaprtem prostoru in škodujejo opremljeni ter zdravju ljudi. V zadnjem času se na repetitorskih lokacijah vse bolj uveljavljajo tudi solarni paneli, ki služijo kot rezervni ali pa edini sistem napajanja.



*Antenski sistem repetitorjev na Mrzlici*

Za repetitorske komunikacije uporabljamo naslednja frekvenčna območja:

- **10 m** oziroma 29 MHz z 100 kHz zamikom, kjer je zgornja frekvenca repetitorja oddajna, spodnja pa sprejemna
- **6 m** oziroma 51 MHz s 600 kHz zamikom, kjer je zgornja frekvenca repetitorja oddajna, spodnja pa sprejemna
- **2 m** oziroma 145 MHz s 600 kHz zamikom, kjer je zgornja frekvenca repetitorja oddajna, spodnja pa sprejemna
- **70 cm** oziroma 438 MHz s 7600 kHz zamikom, kjer je zgornja frekvenca repetitorja oddajna, spodnja pa sprejemna
- **23 cm** oziroma 1298 MHz z 28 MHz zamikom, kjer je zgornja frekvenca repetitorja oddajna,



spodnja pa sprejemna

- **13 cm** oziroma 2450 MHz z 48 MHz zamikom, kjer je zgornja frekvenca repetitorja oddajna, spodnja pa sprejemna



*Repetitorji na Mrzlici*

Glede na vrsto modulacije uporabljeno na repetitorjih delimo repetitorje na analogne in digitalne. Ana-

logni repetitorji uporabljajo večinoma FM modulacijo, medtem, ko je digitalnih načinov prenosa govora več.

Analogni repetitorji so enostavni za uporabo. Potrebno je vpisati le frekvenčni par s pravilnim frekvenčnim zamikom, subtonom oziroma CTCSS (*Continuous tone coded squelch system*) ali kakšen drug standard za delo preko repetitorja, v kolikor je sprejemnik repetitorja zaprt. Repetitorje zapiramo s subtoni zaradi motenj, ki lahko nehoti aktivirajo repetitor. Subtoni so standardizirani toni nizkih frekvenc med 67 in 250 Hz. Oddajnik radijske postaje ali repetitorja ob začetku oddaje prične generirati subton in sprejemnik aktivira NF izhod šele, ko dekodeer zazna pravi subton. Tako neželeni signali ne vključijo repetitorja in ne povzročajo motenj na sistemih.

Na analognih repetitorjih uporabljamo še eno vrsto tonov in sicer DTMF (*Dual tone multi frequency*) tone za krmiljenje repetitorjev, dostop do informacij o repetitorju ali sistemu ter za povezovanje v omrežja. Nekateri repetitorji imajo vgrajene pametne krmilnike, ki nam pri oddaji pravilnega DTMF ukaza sporočijo stanje napajanja, vremenske razmere na lokaciji, povedo koliko je ura ali pa omogočajo skrbniku repetitorja oziroma sysop-u (system operator), da repetitor izključi na daljavo. Kot že rečeno z DTMF toni lahko ukažemo repetitorju tudi, da vzpostavi povezavo v omrežje ali pa povezavo z omrežjem prekinemo.

V svetu so se po letu 2000 začela množično pojavljati VoIP (Voice over Internet Protocol) radioamater-

ska omrežja. Eno največjih takšnih omrežij je omrežje Echolink, katerega uporabljamo v Sloveniji. Omrežje omogoča povezovanje repetitorjev simpleksnih prehodov kot tudi uporabnikov osebnih računalnikov in pametnih telefonov ter podobnih naprav v enotno omrežje. Izven Evrope se veliko uporablja tudi omrežje IRLP (Internet repeater linking project), ki omogoča podobno povezovanje repetitorjev in simpleks prehodov kot omrežje Echolink, s tem, da ne omogoča povezovanja pametnih naprav in osebnih računalnikov. Žal ta omrežja uporabljajo le internetne strežnike, zato so lahko v primeru naravnih in drugih nesreč nedosegljiva ob izpadu interneta. Dobra lastnost sicer je, da ne potrebujejo širokopasovne internetne povezave in zadostuje že počasen internet. Omembe vredno je tudi omrežje FRN (Free radio network), katero je sicer v osnovi narejeno za prosto uporabo, vendar je uporabno tudi za radioamaterje, predvsem z vidika, da v omrežje lahko povežemo repetitorje mimo interneta.

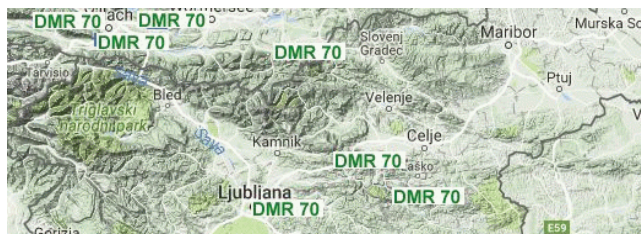
Najbolj razširjeni digitalni standardi so DMR (Digital mobile radio), D-STAR in Yaesu system Fusion. Vsak izmed digitalnih načinov prenosa govora uporablja svoj standard, zato direktno med seboj niso kompatibilni. Z namenom povezovanja različnih standardov uporabljamo reflektorje in različne prehode iz enega omrežja v drugega.



*Repetitorska postaja na Kumu – zgoraj krmilnik repetitorja, usmerjevalnik za linkovske zveze, duplekser, Hytera DMR repetitor, duplekser, končna stopnja in pod njo analogni repetitor, vremenska postaja in napajalnik z UPS-om.*

Bistvo digitalnih repetitorjev je, da poleg prenosa govora omogočajo tudi sočasen prenos podatkov kot so

npr. klicni znak, GPS lokacija radijske postaje, prenos kratkih sporočil. Digitalni repetitorji in radijske postaje imajo boljšo izrabo frekvenčnega spektra, repetitorje enostavno povezujemo v omrežja. Eno izmed najbolj popularnih digitalnih omrežij je omrežje BrandMeister katerega uporabljamo tudi v Sloveniji in za katerega imamo lasten strežnik.



#### 4.15.3 SATELITSKE KOMUNIKACIJE

Radioamaterji, če že nismo bili prvi pri odkrivanju različnih možnosti radijskih zvez, smo se pa z novimi odkritji hitro seznanili in smo ustvarjalni pri raziskovanju vsega novega. Tako smo že leta 1961, samo 4 leta po lansiranju Sputnika, prvega umetnega zemeljnega satelita, imeli svoj, radioamaterski satelit. Imenoval se je OSCAR, iz Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio. Ime Oscar je postalo generično in tako najraje poimenujemo vso množico naših satelitov, četudi nekatere nacionalne radioamaterske organizacije svoje imenujejo tudi drugače. Rusija svoje z RS (Radio Sputnik).

Za pospeševanje in koordinacijo radioamaterske satelitske službe skrbi organizacija AMSAT.

Prvi Oscar je na svoji poti oddajal v telegrafiji samo pozdrav HI HI HI (hai). Oscar III, ki je poletel 4 leta za prvim, je bil prvi telekomunikacijski satelit na svetu. Šele mesec kasneje mu je sledil mednarodni telekomunikacijski satelit Early Bird.

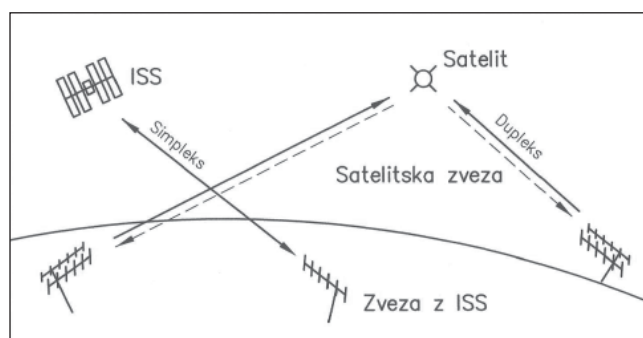


*Radioamaterski satelit, KiwiSat*

Danes kroži okoli zemlje množica amaterskih satelitov. Številka se suče že okoli 100. Nekaj jih usahne, a vzletajo novi in novi. Nekateri dosegaajo težo



nekaj deset kilogramov veliko pa je tudi malih, imenovanih »kocka« velikosti 10x10x10 cm in teže dober kg. Ti v glavnem samo oddajajo svoj signal in telemetrijo. S sateliti je mogoče vspostaviti zvezo že z malo močjo oddajnika. Celó z ročno postajo. Seveda pa, ko je satelit daleč, tik nad obzorjem, mora biti moč našega oddajnika primerno večja in antenski sistem z dobrim ojačanjem. Saj je taka trasa, če je satelit nekje na srednji višini 300 km, že več kot 2200 km, kar je za UKV že lepa oddaljenost. Od novembra 2018 imamo tudi že geostacionarni satelit, ki pokriva 1/3 zemeljske oble, od Brazilije, cele Evrope in Afrike do Tajske. Za delo preko geostacionarnega satelita je naša antena lahko fiksna, nagnjena na + 26 stopinj južno.



*Satelitska zveza*

Vsak satelit nosi na krovu radijski svetilnik in praviloma moramo najprej slišati njegov razpoznavni znak. Zveze se običajno vspotavljajo preko linearnega transponderja. To pomeni, da na frekvenci enega banda pošljamo signal gor (uplink), na frekvenci drugega banda pošlje satelit naš signal nazaj proti zemlji (downlink). Če premaknemo frekvenco oddaje, se enko premakne frekvenca na sprejemu. Na katerem band pasu se odvija smer gor ali dol označimo z »mod A, mod B ali mod J«. V modu A je uplink na 2 m, downlink pa na 10 m pasu. V modu B je uplink na 70 cm in downlink na 2 m pasu. V modu J je obratno, uplink na 2m in downlink na 70 cm pasu. Uveljavlja se pa vse bolj oznaka moda kar z V/U, kar pomeni, nad ulomkovo črto je vedno uplink, tokrat na VHF področju in pod črto downlink na UHF področju. Tako je preglednejše, ker se frekvence uporabljajo tudi še v višjih pasovih.

Uplink (MHz)

145,925	145,935	135,945	145,955	145,965	145,975
435,765	435,755	435,745	435,735	435,725	435,715

Downlink (MHz)

*Primer skale linearnega transponderja (Oskar 68) v modu V/U (J). Radijski svetilnik 435,790 MHz CW*

Kakor je razvidno, je postopek reverzibilen, ko se pomikamo v uplinku s frekvenco navzgor, satelit vrača v downlinku frekvenco navzdol. Prav tako se v primeru SSB zveze LSB sprevrže v USB. Zato, čeprav uporabljamo na višjih frekvencah od 30 MHz samo USB, tokrat oddajamo v LSB, da se signal vrne kot pravilni v USB.

Postopek vspostavitve zveze je, da najprej poiščemo signal svetilnika. Nato na sprejemniku poiščemo prsto frekvenco transponderja in se na njo z oddajnikom prižvižgamo. To pa zaradi tega, ker se frekvenca zaradi doplerjevega efekta spreminja. Hitrost satelita je velika in posledično tudi zamik frekvence, ki je znaten v primeru, ko se nam satelit približuje ali oddaljuje v direktni liniji.

Sateliti običajno niso stabilizirani. Ko jih nosilna stopnja rakete odrine v prostor se ti preprosto na svoji poti kotalijo tako, da določena polarizacija antene ni možna. Zato se v glavnem uporablja v zvezah s sateliti križno polarizirane antene.



*VHF – UHF antena za satelite*

Satelit se napaja iz sončnih celic, ki so nameščene na okrovu. Površina je mala in nikoli vsa osvetljena. Tako, da so sateliti skoraj vedno energijsko podhranjeni. Nekatere se občasno celo izključuje, da si njegovi akumulatorji opomorejo. Zato naj bodo naše zveze preko satelitov kratke.

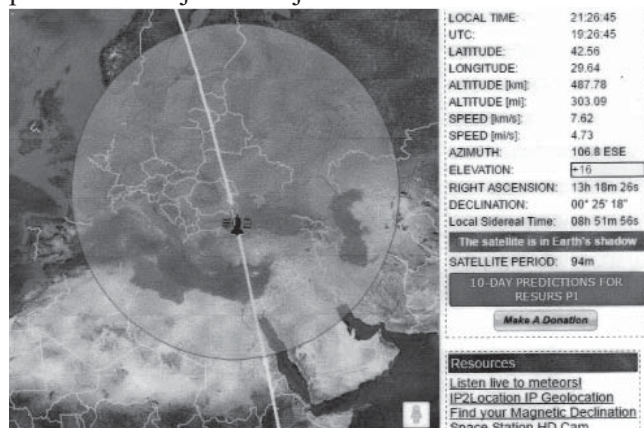
Primer take zveze v CW je:

1. CQ CQ DE S50ZRS S50ZRS BK
2. BK DE CU1XY BK
1. CU1XY UR RST 589 589 BK
2. BK R OK UR RST 579 579 BK
1. 73 DE S50ZRS SK
2. 73 SK DE CU1XY

Primer zveze v SSB bi naj bil:

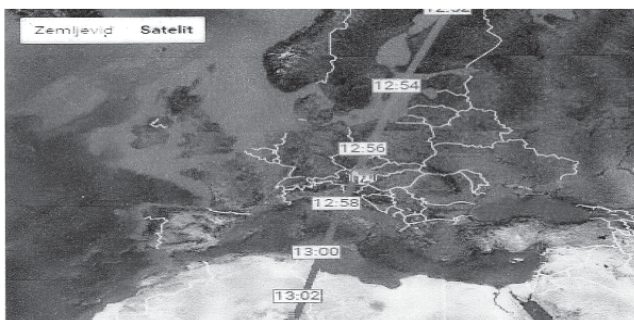
1. CQ Oscar CQ Oscar CQ Oscar this is S50ZRS S50ZRS siera five zero zulu radio siera
2. S50ZRS this is F3XX foxtrot three x-rey x-rey 58, Nantes name is Fran
1. F3XX thank you, Your are 57 in Pekre, name is Peter ...

Prelet in zveza s satelitom traja le nekaj minut, običajno 15, redkeje več. Odvisno v katerem delu od satelita osvetljenega področja zemlje se nahajamo. Tudi zato naj bodo zveze kratke. Radioamaterji spremljamo tudi druge satelite. Največ vremenske, iz katerih po dekodiranju znamo dobivati vremenske slike v realnem času. Spremljamo tudi Mednarodno vesoljsko postajo ISS, na kateri je vedno vsaj en radioamater. Podatke o satelitih, datumih in urah preleta, smeri in površini osvetljene zemlje zlahka dobimo na internetu.



Prikaz od satelita radijsko osvetljene površine zemlje

Pass beginning	Max altitude	Pass ending
Date: 31-Mar 12:51:0	Date: 31-Mar 12:57:30	Date: 31-Mar 13:03:55
Az: 12.56° (N)	Az: 284.68° (W)	Az: 198.08° (SSW)
Ei (alt): 0.28°	Ei (alt): 82.20°	Ei (alt): 0.47°
Mag: -	Mag: -	Mag: -
Dist to sat: 2894.4 km	Dist to sat: 639.6 km	Dist to sat: 2848.2 km
Eclipsed?: NO	Eclipsed?: NO	Eclipsed?: NO



Prikaz poti in časa preleta satelita

Na satelitih delujejo poleg linearnih transponderjev

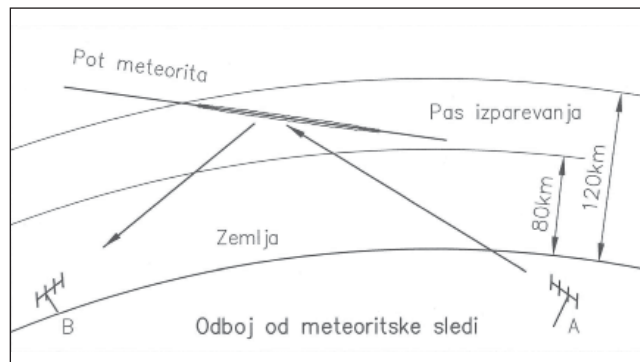
še repetitorji za FM modulacijo in tudi razne digitalne vrste dela, RTTY, SSTV in podobne.

V prilogi se nahaja spisek vseh radioamaterskih satelitov.

#### 4.15.4 MS, METEORITSKE SLEDI

MS, (Meteor - Scatter), Odboj od meteorske sledi. Tako imenujemo zveze vzpostavljene na večje oddaljenosti s pomočjo odboja radijskih signalov od sledi, ki jo naredi meteor v visoki zemeljski atmosferi, nekje med 90 in 110 km.

V zemljino atmosfero nenehno vdirajo meteorji. Taki meteorji je večinoma velikosti zrnca peska in imajo hitrost nekaj deset km na sekundo. Pri trenju z molekulami zraka se peščeni drobec segreje do izparitve in pušča za seboj svetlečo sled imenovano utrinek. Taka sled so razžarjeni plini, ki so izdatno ionizirani, kar omogoča odboj radijskih valov. Trajanje utrinka je zelo kratko. Običajno od desetinke sekunde do nekaj sekund, redkeje do minute ali dve, odvisno od velikosti meteorita, ker pri večjem meteoritu usihanje sledi traja dlje. Zveze so mogoče v razdalji med 500 in 2200 km.



Odboj od meteoritske sledi

Meteorji vdriajo v zemeljsko atmosfero sporadično iz vseh smer in teh je največ (tudi podnevi). A pogosto pa se v enakih časovnih presledkih pojavijo tudi v obliki roja, ko so utrinki pogostejši in prihajajo iz določenega kvadranta neba. Take roje potem tudi imenujemo po teh kvadrantih in so običajno zaostali ostanki kometov (tabela rojev je v prilogi priročnika).

Zaradi zelo kratkega trajanja mogočega odboja signala se poslužujemo hitrega prenosa oddaje in sicer tako, da v oddaji pospešimo oddajanje, na primer, v memorijo tasterja posneto proceduro oddamo z večjo hitrostjo. Pri sprejemu pa take pospešene signale upošasnimo v primernem računalniškem programu. Nekoč so se za to uporabljali magnetofoni z možnostjo spreminjanja hitrosti. Največ uporabljamo CW, tudi neke digitalne vrste dela in redkeje, v primeru dobrih in daljših sledi, tudi SSB. Odboji so mogoči med 10 m

in 70 cm področjem. Najmočnejši in daljši so na nižjih frekvencah, a zaradi priložnejše opreme se največ uporablja 2m področje. Oddajanje in sprejemanje se mora izvajati po periodah po 5 minut, za SSB po 1 minuto.

Zveze si lahko dogovorjene (sked), ki so zaneslivejše kot random, ko je potrebno veliko več potrpljenja. CQ se običajno kliče proti severu in proti zahodu prvo periodo, to je, prvih pet minut (po eno minuto za SSB) prve polne ure. Proti jugu in vzhodu pa drugo periodo. Lahko pa tudi drugače, a moramo potem obdržati sistem izbrane periode.

Raport je sestavljen iz dveh števil, na primer 26 (pogosto), pri tem pomeni prva sprejeti »ping« ali »burst« (izgovori, ping ali brst). Ping je tako kratek odboj, da smo sprejeli samo črko ali pa še te ne v celoti. Burst pa je v trajanju že dovolj dolgi odboj, da smo sprejeli razumljivo informacijo. Zaradi velikih hitrosti oddajanja je lahko odboj dolg pol sekunde že kar precej dober burst. Druga številka pa pomeni moč sprejetega signala.

Prva številka pomeni:

- 1 samo pingi (se ne uporablja)
- 2 bursti do 5 sekund
- 3 bursti 5 do 20 sekund
- 4 bursti 20 do 120 sekund
- 5 bursti nad 120 sekund

Druga številka pomeni:

- 6 signal jakosti pod S2 ali pod 5 dB
- 7 signal jakosti od S2 do S3 ali od 5dB do 10 dB
- 8 signal jakosti od S4 do S5 ali od 10 dB do 15 dB
- 9 signal jakosti nad S5 ali nad 15 dB

Primer dogovorjene zveze:

F1YY S51XX F1YY S51XX (DE se ne daje)

Ko je zveza vzpostavljena, dovolj je že samo del sprejetega pozivnega znaka, sledi

F1YY S51XX 26 26 F1YY S51XX 26 26 ...

Ko sprejmemo tudi koresponentov raport oddajamo »roger- raport« prvotni raport nikoli ne spreminjamo več, četudi so naslednji bursti boljši

F1YY S51XX R26 R26 F1YY S51XX R26 R26...

Po sprejetju koresponentovega R raporta začnemo oddajati v naši periodi

RRRRRRRR S51XX RRRRRRRR S51XX

(samo po 8 R v skupini)

Enako zaključni koresponent F1YY. Končni

RRRR se daje samo 3 periode in potem je zveza končana tudi če sprejema ni več.

Pri random zvezi kličemo:

CQ S51XX CQ S51XX

Postaja, ki se odzove daje že takoj raport S51XX F1YY 26 26 S51XX F1YY 26 26 ...

Nadalje poteka zveza kot pri sked zvezi.

Za vzpostavljanje takih zvez zadostuje že oddajnik kakih 100 W moči in antena z vsaj 10 dB ojačanja. Začetnik pa lahko preizkusi z raziskovanjem tega področja in svoje morebitno navdušenjem ugotavlja s sprejemanje močnih signalov TV postaj. Žal so večinoma že prešle na digitalne prenose. Nekaj jih pa na vzhodu Evrope še deluje. Če se nastavi sprejemnik na frekvenco slike na primer 48,250 MHz ali 49,740 MHz (nosilec AM signala se sliši na CW).

Prav tako je zelo dobro uporaben tudi radarski signal za vesoljski nadzor, ki je v Španiji na 143,050 MHz. Televizijski signal je kontinuiran, radarski pa v hitrih presledkih se lahko zato slišita kot dolgotrajen burst. Na enak način štejejo radioastronomi število meteorjev v določenem času.

Za zveze preko MS se vse bolj uporabljajo tudi digitalne vrste komunikacij. En tak komunikacijski protokol, ki je dovolj hiter, je na primer MSK144, ki se uporablja na VHF pasovih.

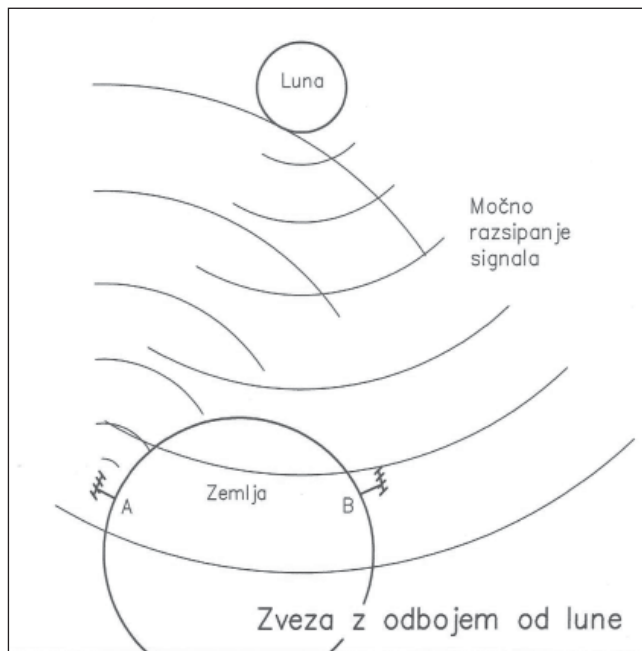
Ker so prileti meteorjev naključni in še posebej glede na smer naše antene, je potrebno da imamo zelo veliko potrpljenja. Za potrpljenje pa pregovorno rečemo, da je božja mast in dobri radioamaterji se znamo s to mastjo izdatno mazati.

#### 4.15.5 EME, ODBOJ OD LUNE

EME, (Earth – Moon – Earth), zemlja – luna – zemlja ali tudi imenovano »Moonbounce«, je vrsta komunikacije, ko dve postaji vspostavita komunikacijo s pomočjo lune, kot pasivnega odbojnika. EME je en od najbolj zahtevnih načinov radioamaterskih zvez in zahteva dobro opremo in veliko potrpljenja, ker se sprejema zelo šibke odbite signale. Oddani signal, čeprav zelo usmerjen, razseva večino energije po vesolju, saj je ločna velikost lune na nebu samo pol stopinje. Luna je kamnita gmota z nizkim odbojnim faktorjem in razbrazdane površine kar slabo odbite signale še bolj razprši. Luna je od zemlje oddaljena povprečno 384 400 km. Signal do nje in nazaj potuje približno 2,56 sekunde. Dovolj, da lahko slišimo in preverimo lastno oddajo.

EME zveze se izvajajo na UKV od 6 m pa vse do cm področja, a največ na 2m in 70cm. Zveza je že mogoča z anteno z 18 dB ojačanja in 100 W, a zelo težko in redko. Večinoma se lažje vspostavi zveza z antenskim sistemom več anten in vsaj 500W oddaj-

nikom, še najbolj pa z dovoljenimi 1500 W, čemur v šali rečemo »big gun«. Pomemben je tudi občutljiv sprejemnik s predojačevalnikom. Koristno je, da se za sprejem uporabi antena z možnostjo spremembe polarizacije. Od lune odbiti signali imajo tendenco, da spremenijo polarizacijo. Povzroči jo konfiguracija njene površine, zemeljsko magnetno polje in celo medsebojna oddaljenost obeh operaterjev. Dve horizontalno polarizirani anteni, glede na površino zemlje, sta na razdalji ene četrtine zemeljske oble pravokotni ena napram drugi. Pomemben pa je vsak dB sprejetega signala.



Zveza z odbojem od lune

Za sledenje položaja lune so danes narejeni že mnogi programi, ki s pomočjo računalnika krmilijo antenski rotator. Luna prepotuje v uri, približno 15 stopinj. Najboljše zveze se dosežejo, ko je luna tik nad horizontom, ko vzhaja ali zahaja, ker zemeljska površina kanalizira signale in lahko dosežemo 3 do 5 dB pribitka. Ta pribitek se začne izgubljati že, ko je luna 10 stopinj nad horizontom. Lunine mene praktično nimajo vpliva na moč odbitih signalov.

Večinoma se za delo preko lune uporablja CW, redkeje SSB. Za SSB so potrebni dobri pogoji in, da je vsaj ena postaja z veliko močjo in dobrim antenskim sistemom. Uveljavljajo se pa tudi že digitalne zveze.

Zveze se lahko vspostavijo po sistemu »random« (naključne), za katere so v band planu določene klicne frekvence. Ali po sistemu »sked« (dogovorjene) zveze. Takrat si postaji določita čas in frekvenco, pri tem pa se mora upoštevati, da lahko dogovorjena frekvenca varira glede na dopplerjev efekt, saj luna potuje in zemlja se vrti.

Zaradi posebnega in zahtevnega načina vspostav-

ljanja zveze, je pomembna tudi časovna uskladitev relacij sprejemanja in oddajanja. Nujna je uporaba zelo točne ure, uporablja se čas po UT. Zveza poteka v več sekvencah, razdeljenih na periode. Pri tem sekvenca traja 5 period po 2 min za 2m področje in 6 period po 2,5 min za 70 cm področje. Če ni drugače dogovorjeno pri sked zvezah, vedno kliče prva tista postaja, ki je na vzhodu bližje datumski meji. Enako kliče CQ vedno, šteto od polne ure v neparni sekvenci, postaja na vzhodni zemeljski polobli. Časovne sekvence in periode se moramo držati, da pri izpadu slišnosti še vedno vemo, da traja oddaja in da vemo za trenutek, ko smo sami na vrsti za oddajo, ker če lastnega odbitega signala ne slišimo več, še ni rečeno, da ga tudi korespondent ne sliši.

Ocena signala se samo izjemoma, če so res dobri, podaja v RST skali. Praviloma se signali ocenjujejo po posebni skali in sicer:

**Za 2 m področje in nižje**

- T signal je mogoče zaznati
- M deloma zaznani signali
- O sprejet je bil kompletni klic
- R Sprejeta sta bila potočila »O« in klici
- SK konec klica

**Za 70 cm in višje**

- T delno sprejeti signali
- M sprejeti signali
- O dober signal – dobro zaznavni (morda dovolj za SSB delo)
- R klici in poročila so bili popolnoma sprejeti
- SK konec dela

Procedura zveze pa je sledeča:

**Za 2 m področje in nižje – sekvenca z 2 min (1,5 + 0,5) proceduro**

Perioda	1,5 min	0,5 min
1 (kliče)	W1XX DE S51YY	(nadaljuje klic)
2	S51YYDE W1XX	TTTTTTT
3	W1XX DE S51YY	OOOOOO
4	RO RO RO RO	DE W1XX K
5	R R R R R R	DE S51YY SK

**Za 70 cm področje in višje – sekvenca z 2,5 min (2 + 0,5) proceduro**

Perioda	2 min	0,5 min
1	W1XX de S51YY	(nadaljuje klic)
2	S51YY de W1XX	(nadaljuje klic)
3	W1XX de S51YY	TTTTTTT
4	S51YY de W1XX	MMMMM

5	RM RM RM RM	de S51YY KK
6	R R R R R R	de W1XX SK

Pri tej vrsti zveze se v dnevnik mora vpisati obvezno čas začetka in konca zveze. Če to računalniško vodenje dnevnika ne omogoča pa vsaj čas zaključka zveze. Prav tako velja tudi za QSL kartico, ki je veljavna če so tudi raporti zapisani kot se dajejo v zvezi.

Na primer:

S primerno dobro anteno in občutljivim sprejemnikom je že mogoče lepo sprejemati odbite signale »big gun« postaj. To je prilika, da se spoznava ta način dela in morebiti izkoristi SWL znak za pošiljanje QSL kartic.

Vse več pa se zadnje čase uporabljajo digitalne zveze, ker je mogoče z njimi vzpostaviti zvezo s precej manjšo močjo oddajnika in ker sprejemnik digitalne signale sprejme, tudi če so na nivoju ali celo pod nivojem šuma. Recimo s komunikacijskim protokolom JT65, JT4 ali QRA64, ki so bili zasnovani za EME na VHF/UHF pasovih. Še posebno so primerni za pasove od 2,3 do 24 GHz protokoli JT4 in QRA64.

#### 4.15.6 ODBOJ OD OBJEKTOV

Da se radijski valovi odbijajo od ionosfere, od zemeljske površine, od raznih objektov vemo. Da so odboji tem intenzivnejši, čim višja in s tem trša je frekvenca.

Pri našem delu je to skoraj tako samoumevno, da temu ne posvečamo neke posebne pozornosti. Čisto drugačna pa postane zadeva, ko se nahajamo v neugodni poziciji.

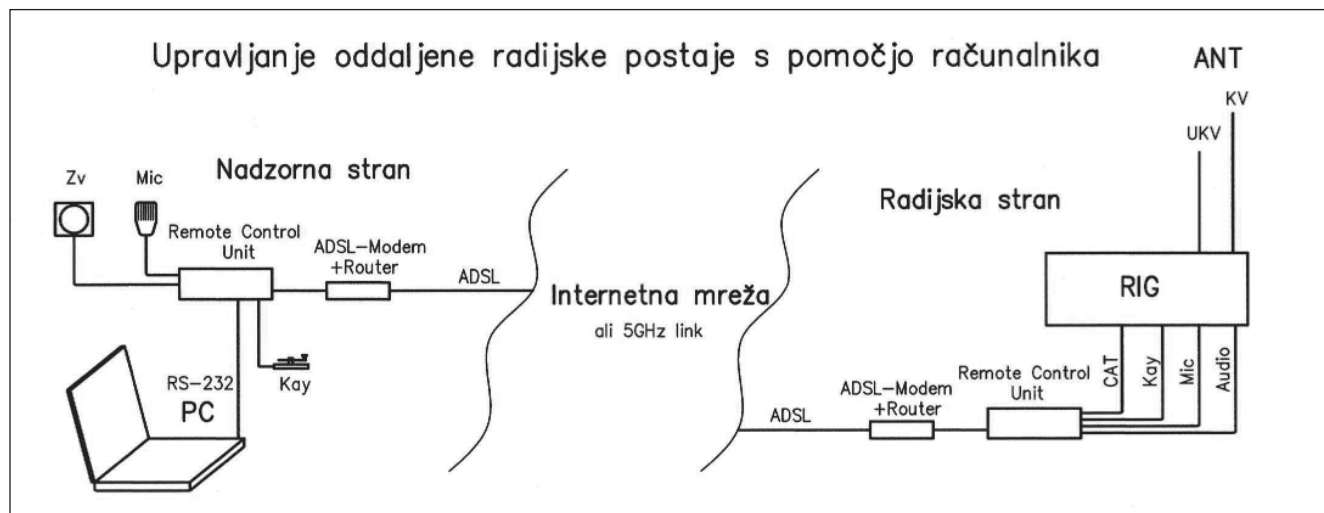
Recimo med visokimi zgradbami, v ozki dolini ali, da nam se na željeni smeri zveze nahaja nepremostljiva prepreka. Takrat se moramo zavestno uporabiti možnost obhoda prepreke z odbojem signala od nekega pa-

sivnega objekta. V ta namen so na nekaterih hribih postavljene večje kovinske plošče. Če v tako ploščo namerimo usmerjeno anteno, se od nje signali odbijejo in razsipajo po pokrajini in s tem dosežemo zveze, ki jih sicer nebi mogli. Prav tako so uporabni tudi drugi objekti, kot so razgledni stolpi, televizijski stolpi, žičnice, daljnovodi in podobno. V samem mestu pa tudi višje stolpnice, silosi, še posebno če so železobetonske konstrukcije. Skratka, možnosti je veliko, le uporabiti jih je treba znati.

Odlične možnosti za doseganje dolgih zvez so uporabni baloni, ki so prevlečeni z aluminijevo folijo. Zadnje čase je vse več navdušenja za uporabo obojev radijskih signalov od letal. Letala imajo zaradi zaobljenosti precej slab odbojni količnik, a še vedno dovolj dober za kvalitetne dolge zveze. Hitrost letal je precejšnja, zato so na razpolago kratke relacije zveze. Oddaja se le pozivne znake in ocena signala. Če zveza ni kompletna v eni relaciji, ni noben problem. Letala letijo po koridorjih in prej ko slej se na istem koridorju pojavi drugo letalo in zveza se kompletira. Zaradi doplerjevega efekta je uporaba FM modulacije možna le, če se nahaja letalo pravokotno na smer naših signalov. SSB in CW pa brez problemov. Ravno zaradi doplerjevega efekta letalstvo še vedno uporablja AM modulacijo.

#### 4.15.7 ZVEZE S POMOČJO RAČUNALNIKA

Povezave radijske postaje z računalnikom so vse bolj popularne. Še posebno, če je radioamater tudi ljubitelj računalništva. Začelo se je s tem, da je računalnik generiral in tudi razbiral telegrafske signale radijske postaje in jih prikazal na monitorju v čitljivi pisavi. Lahko pa razbira zelo šibke signale, ki so celo pod nivojem šuma, kar človeško uho skoraj več ne zmore. Več o tem je opisano v poglavju digitalnih komunikacij. Računalnik je danes skoraj nepogrešljiv pri vodenju radijskega dnevnika. Pri izločanju dvojnih zvez med



*Upravljanje z oddaljeno postajo*

tekmovanjem. Izračunavanju razdalj med postajama in računanjem tekmovalnih točk. Prikazovanju preletov satelitov, krmiljenju anten in še marsikaj drugega.

Uveljavlja se že ACDS. Automatically Controlled Digital Station ali daljinsko upravljane postaje brez posadke. V tem primeru od doma s pomočjo računalnika in primernim vmesnikom preko interneta upravljamo z oddaljeno radijsko postajo. Locirano na ugodnejši poziciji, na hribu, na klubske tekmovalni lokaciji in podobno. Taka postaja, opremljena z vmesnikom in ustreznim programom, deluje brez posadke.

### 4.15.8 RADIJSKI SVETILNIKI

Radijski svetilnik, imenovan tudi »radio far« (far po antičnem svetilniku na otoku Faros) je naprava, ki na znani lokaciji oddaja karakteristične signale s pomočjo katerih se v mornarici in letalstvu izvaja navigacija.

Radioamaterski radijski svetilniki pa nam služijo za ugotavljanja možnosti razprostiranja radijskih signalov na določeni trasi. Pogoji za delo so zelo odvisni od stanja v atmosferi, sončne aktivnosti, od letnega časa in od ure dneva. Različni na različnih radioamaterskih pasovih. Svetilniki delujejo na kratkih in ultrakratkih valovih. Kadar so dobro slišni, je zveza v njihovi smeri zanesljiva, če pa ne, je verjetnost, da vzpostavitev zveze ne bo. Večinoma oddajajo v CW. Zadnje čase tudi že v kaki digitalni verziji, zelo redki pa so glasovni. Poleg svojega karakterističnega znaka oddajajo, tudi svoj lokator, nadmorsko višino, moč in vrsto antene. Nekateri pa še temperaturo, zračni tlak in druge vremenske podatke. Skratka so zelo koristen pripomoček za našo dejavnost.

Vse več se pojavljajo že tako imenovani »reverzibilni svetilniki«. Pri tem primeru je naša radijska postaja nekak svetilnik, ki jo na neki oddaljeni lokaciji sprejema poseben sprejemnik, sprejme naš pozivni znak, oceni sprejete signale in to posreduje v realnem času na internetno omrežje.

Spisek radijskih svetilnikov se nahaja v prilogi.

### 4.15.9 SWL, SPREJEMNA RADIJSKA POSTAJA

*SWL, Short Wave Listening, (poslušanje kratkih valov)*

Sprejemno radijsko postajo, kot tudi radioamaterja, ki se ukvarja samo s sprejemanjem, imenujemo SWL postaja ali SWL radioamater. Radijski sprejemnik, ki ni namenjen samo poslušanju radiodifuznih postaj se tretira po zakonu kot radijska postaja. Ker ne oddaja, mu uradne inštitucije ne dodeljujejo pozivnega znaka in SWL radioamater ne potrebuje za to izpita. Na željo pa mu ZRS lahko dodeli znak in ga vodi v evidenci

sprejemnih radioamaterjev. Tako se lahko vključi v QSL biro in enakopravno z radiooperaterji sodeluje v izmenjavi QSL kartic.

Znak sprejemnega radioamaterja je v Sloveniji sestavljen iz prefiksa S5, črk RS (Reception Station) in treh števil. Na primer:

*S5-RS-057*

Slišano postajo seveda vpiše, za evidenco, v svoj SWL dnevnik, izpiše QSL kartico z vsemi podatki, kot jih pišejo operaterji in odpošlje preko klubskega biroja ali direktno, če iz Call book-a pridobi naslov. Lepo in prav bi bilo, da vsak začetnik začne s poslušanjem, da se navadi dela na radijskih frekvencah. Nič pa ni narobe, če tudi še oddajni operaterji zadržijo svoj SWL znak. Vedno pride prav, če mu uspe slišati kako zanimivo in eksotično postajo, s katero pa ni mogel vzpostaviti radijskega stika. Radioamater, ki dobi tako SWL kartico seveda, saj je srčen, odgovori s svojo in tako potrdi, da je bil resnično slišan. Prenekateri s tem vzpodbujajo, na tak lep način, začetnike in so zadovoljni če imajo tudi dokaz, da je bil njihov signal daleč slišan. SWL radioamaterji tudi sodelujejo v tekmovanjih in pridobivajo priznanja in diplome v tej kategoriji.

Kot zanimivost. Na SWL QSL kartice, lahko so to tudi le razglednice, odgovarjajo tudi s svojimi QSL karticami (koda QSL velja za vse), celo večina radio difuznih postaj na kratkem valu (razen BBC). Še kako rade spremljajo svojo slišnost. Včasih celo podarjajo svoje insignije. Žal je v Sloveniji SWL dejavnost precej zapostavljena, kar pa ni prav.

## **II. ELEKTROTEHNIKA IN RADIOTEHNIKA**

5 - ELEKTROTEHNIKA

6 - RADIOTEHNIKA

## 5. ELEKTROTEHNIKA

Predstavljajte si, kako žalostno bi izgledal naš svet, če ne bi poznali elektrike. Bil bi brez radia in televizije, brez električnih kuhalnikov, peči ... Tudi radioamaterjev ne bi bilo. Kakšen dolgčas!

Na našo srečo pa so ljudje odkrili, kako elektrika nastaja in kako jo koristno uporabljamo. S tem so ustvarili tudi novo vejo znanosti - elektrotehniko. Zakonitosti med različnimi veličinami, ki jih srečujemo v elektrotehniko, naj bi bile poznane vsakemu radioamaterju, zato začnimo z osnovami elektrotehniko.

### 5.1. ELEKTRIČNI TOK, NAPETOST IN UPORNOST

V tem poglavju se bomo seznanili z osnovnimi pojmi elektrotehniko, kot so električni tok, električna napetost, električna upornost in drugi. Ker je za poznavanje osnov elektrotehniko in v nadaljevanju radiotehniko potrebno osnovno znanje o sestavi snovi, bomo najprej govorili o zgradbi atoma.

#### 5.1.1. OSNOVNA TEORIJA ATOMOV

Vse stvari, tako na Zemlji kot v vesolju, so zgrajene iz atomov. Sodobna slika o teh majhnih delcih se danes močno razlikuje od tistega, kar so poznali že stari Grki. Ti so atomu dali ime, ki pomeni "nedeljiv". V bistvu je ATOM najmanjši delec snovi. Snov, ki jo z običajnimi postopki (kemijske reakcije) ne moremo več razstaviti na druge snovi, imenujemo ELEMENT. V nekaterih knjigah bomo zasledili tudi izraz PRVINA. Atomi vsakega elementa se ločijo od atomov vseh drugih elementov. V praksi imamo toliko različnih atomov, kolikor je elementov. Danes poznamo preko sto različnih elementov. Večina od njih je naravnih, nekateri pa so ustvarjeni umetno. Omenimo nekaj dobro znanih elementov: kisik, vodik, dušik, natrij, klor, baker, zlato.

Atomi se povezujejo v MOLEKULE, ki so osnovni in najmanjši gradniki SPOJIN. Od načina, kako se atomi med seboj povežejo, je odvisna lastnost spojine, ki se običajno razlikuje od lastnosti, ki jih imajo posamezni elementi. Oglejmo si trditev na primerih.

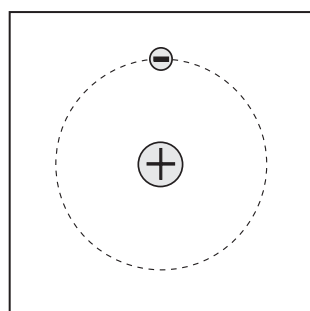
Kisik in vodik sta plina. Prvi je potreben za življenje, saj ga potrebujemo za dihanje. Drugi je dobrogorljiv plin, ki ga uporabljamo za pogon raket. V primeru, da se skupaj povežejo dva atoma vodika in en atom kisika, nastane molekula vode. Kot vsi vemo, voda ne gori, uporabljamo jo celo za gašenje.

Vsem je znana kuhinjska sol, ki jo uporabljamo pri pripravi hrane. Sol ima obliko kristalov, ki jih sestavljajo atomi natrija in klora. Klor (kot element) je strupen plin, ki so ga uporabljali celo v vojaške namene. Natrij je mehka kovina. Ker so se atomi natrija in klora združili na pravi način in v pravilnem razmerju, smo dobili natrijev klorid ali kuhinjsko sol.

Kot smo že omenili, so nekoč mislili, da je atom nedeljiv in najmanjši delec. V nasprotju s tem mišljenjem je sodobna znanost ugotovila, da je atom zgrajen iz še manjših sestavnih delcev. Še več - znanstvenikom je uspelo atom razcepiti (razgraditi). Odkrili so, da je atom sestavljen iz dveh osnovnih delov: sorazmerno velikega ATOMSKEGA JEDRA in določenega števila elektronov. Ker so elektroni in jedro nosilci različnih električnih nabojev, znotraj vsakega atoma obstaja svet elektrike, zato je to tudi razlog, zakaj smo obravnavo elektrotehniko začeli ravno pri atomu.

Vsak atom vsebuje majhne delce, ki nosijo dve vrsti ELEKTRIČNEGA NABOJA - POZITIVNEGA in NEGATIVNEGA. Istoimenska električna naboja se odbijata - temu pojavu v elektrotehniko pravimo ELEKTROSTATIČNA ODBOJNOST, nasprotno predznačena električna naboja pa se privlačita - govorimo o ELEKTROSTATIČNI PRIVLAČNOSTI. Običajno imajo atomi enako količino obeh elektrin, zato so navzven električno nevtralni.

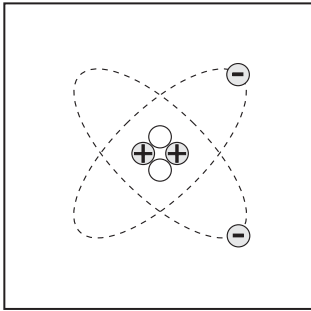
Od sestavnih delcev atoma so znanstveniki najprej odkrili ELEKTRON, ki nosi eno enoto negativnega naboja. V primerjavi z atomskim jedrom je elektron zelo majhen, saj bi 2000 elektronov tehtalo toliko kot jedro najlažjega elementa - vodika. Zato je v jedru zgoščena skoraj vsa teža atoma. Tudi jedro je za naša pojmovanja zelo majhno, saj ima premer le okoli 0.000 000 000 001 metra. Jedro je običajno sestavljeno iz dveh vrst delcev. Prvi so PROTONI. Vsak proton je nosilec ene enote pozitivnega naboja. Najdemo ga v vsakem jedru. Vodik je sestavljen iz jedra, v katerem je le en proton, okoli njega pa kroži en elektron (Slika 5.1.1). Drugi delci so NEVTRONI, ki so, kot že ime pove, električno nevtralni. Primer helija (Slika 5.1.2) nam pokaže, da jedro sestavljata dva protona in dva nevtrona, okoli



jedra pa krožita dva elektrona. Proton in nevtron sta približno enako težka; vsak tehta enako kot jedro atoma vodika.

Slika 5.1.1 Atom vodika

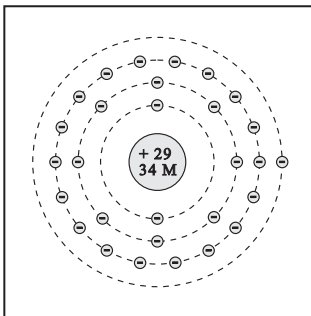




Slika 5.1.2 Atom helija

Predstavljamo si lahko, da je atom zgrajen iz pozitivno nabitega jedra, okoli katerega kroži toliko elektronov, da nevtralizirajo njegov pozitivni naboj (Slika 5.1.3).

Elektroni krožijo po določenih tirih, ki so razvrščeni v LUPINE ali ENERGETSKE NIVOJE. Vsak element ima značilno število elektronov, ki so razporejeni v točno določeno število lupin. Na vsaki lupini se lahko nahaja le določeno maksimalno število elektronov. Atomi imajo od ene do največ sedem lupin.



Slika 5.1.3 Atom bakra

Od posameznega elementa je odvisno, koliko elektronov se nahaja na zadnji lupini. To število se giblje med enim in osmimi elektroni. Ti elektroni nas bodo še posebno zanimali,

saj sodelujejo pri povezovanju posameznih atomov. Imenujemo jih VALENČNI ELEKTRONI.

Neon in drugi žlahtni plini imajo na zadnji lupini osem elektronov. To je največje možno število, zato se ne morejo vezati z drugimi elementi in jih v naravi najdemo v elementarni obliki.

Večina atomov na zadnji obli nima največjega možnega števila elektronov. Taki atomi se združujejo z drugimi v molekule, ki so sestavni deli spojin. Vse vezi med atomi in molekulami so po svoji naravi električne. Električne sile držijo skupaj tako atom sam (elektrostatična privlačnost med pozitivnim jedrom in negativnimi elektroni), kakor tudi posamezne atome v molekuli. Predvsem tisti atomi, ki imajo na zadnji lupini en ali dva elektrona, radi oddajo te elektrone. S tem pa atom ni več električno nevtralen; postal je naelektrjen delec, ki mu pravimo tudi ION. Ker je atom oddal elektrone, je postal pozitiven ion. Elemente, ki težijo k oddajanju elektronov, imenujemo tudi elektro-pozitivne. Druge elemente, ki težijo k povečanju števila elektronov, imenujemo elektronegativne in tvorijo negativne ione. Postopku, v katerem nastajajo ioni, rečemo tudi IONIZACIJA.

Poznamo tri vrste vezi, ki vežejo atome med seboj:

Prva in najpreprostejša izvira iz električne privlačnosti med pozitivnimi in negativnimi ioni, zato ji pravimo tudi IONSKA ali ELEKTROVALENTNA VEZ. Elektropozitiven atom odstopi svoj elektron elektrone-

gativnemu atomu, ki je v bližini. Tako nastanejo ioni, ki se razvrstijo v kristal, podobno kot črna in bela polja na šahovnici. Natrijev klorid (kuhinska sol) je zgrajen s pomočjo take vezi.

Druga vez nastane, ko si dva nevtralna atoma delita enega ali več elektronov. Na ta način se lahko vežejo le elektronegativni elementi. Vez, ki pri tem nastane, je zelo močna. Tako nastala spojina lahko brez posledic prestande najrazličnejše "dogodivščine" (kot sta npr. topitev ali talitev). Kljub vsemu snov ostane nespremenjena in ohranja svojo obliko na ravni molekule. Tudi ta vez ima svoje ime - KOVALENTNA VEZ. Med spojinami, ki nastanejo na osnovi take vezi, omenimo le vodo in ogljikov dioksid kot zelo znani spojin, od katerih je odvisno življenje na Zemlji.

Tretja vez, ki je še posebno zanimiva za elektrotehniko, pa je tako imenovana KOVINSKA VEZ. S to vezjo se povezujejo atomi v kovinah. V kosu žice, na primer bakrene, so atomi povezani med seboj tako, da oddajo nekaj odvečnih elektronov z zadnje lupine, nakar si jih lahko dva sosednja atoma delita. Ker vsi atomi v kovini stalno izgubljajo elektrone in jih delijo z drugimi, izgleda, kot bi med atomi plaval oblak elektronov. Če na kovino ne vplivamo od zunaj, je gibanje elektronov naključno, v posebnem primeru pa postane gibanje urejeno - pojavi se električni tok.

### 5.1.2. ELEKTRIČNO POLJE IN POTENCIAL

Ko se v prostoru pojavijo nosilci naboja, se hkrati pojavi tudi ELEKTRIČNO POLJE. Smer električnega polja ponazorimo s silnicami. Jakost polja je odvisna od količine naboja in razdalje od nosilca naboja. Označimo jo z  $E$  in merimo z enoto  $V/m$  (volt na meter).

Količino naboja merimo z enoto COULOMB, ki jo označimo z  $C$ . Včasih bomo opazili tudi enoto  $As$  (amper – sekunda), ki je po velikosti enaka coulombu. En coulomb je definiran kot količina električnega naboja, ki preteče skozi prečni prerez vodnika v času ene sekunde pri toku enega ampera.

Osnovne sile, ki vladajo med naboji, lahko opišemo z COULOMBOVIM ZAKONOM, ki ga podaja enačba:

$$F = k_0 \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

$F$  - sila med nabojema (N)

$Q_1, Q_2$  - naboja (C)

$r$  - razdalja med nabojema (m)

$k_0$  - konstanta

Vidimo, da je sila odvisna od količine naboja in od medsebojne razdalje.

V zvezi z nastankom električnega polja nas bo zanimal še en pojem. To je POTENCIAL polja. Potencial

električnega polja je številčno enak delu, ki ga opravi zunanja sila pri premiku enote pozitivnega naboja iz prostora izven polja v dano točko. Potencial merimo z enoto VOLT, ki jo označimo z V. Električni potencial v neki točki električnega polja znaša 1V, če se iz prostora izven polja prenese v dano točko pozitiven naboj 1C in se ob tem opravi delo 1J (joule).

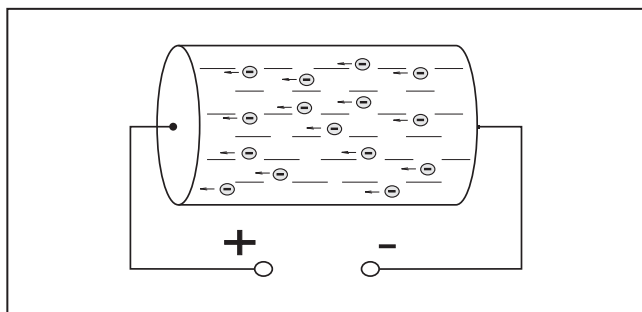
Opozoriti moramo na sledeče: Količina električnega naboja je težko merljiva fizikalna veličina. Zaradi tega so raje kot osnovno enoto določili tok. Enote za ostale veličine so zaradi tega izpeljane iz osnovnih enot. Več o električnem toku v sledečem poglavju.

### 5.1.3. ELEKTRIČNI TOK

Na začetku so znali uporabljati elektriko kljub temu, da si niso znali pravilno razložiti, kaj elektrika v bistvu je. Danes vemo, da je ELEKTRIČNI TOK usmerjeno gibanje nosilcev naboja. Marsičesa o elektriki še ne vemo, vendar nas to pri razvijanju možnosti njene uporabe ne moti.

Spoznali smo, da je v kovinah veliko prostih nosilcev naboja, ki se gibljejo med atomi. Če na kovino vplivamo tako, da njena konca priključimo na različna napetostna potenciala, se bodo v skladu z naravnim zakonom, ki teži k izenačitvi potencialov, pričeli nosilci naboja gibati. Na sliki 5.1.4 imamo kos bakrene žice. Zaradi bolj jasne slike smo narisali le proste elektrone. Ti se bodo gibali od konca, ki je označen z znakom minus, proti koncu, ki ga označuje plus (v smeri označeni s puščicami - fizikalna smer toka).

Po mednarodnem dogovoru bomo smer toka označevali vedno od višjega proti nižjemu potencialu; od "plusa proti minusu". Tej smeri bomo rekli pozitivna smer toka.



Slika 5.1.4 Pretok elektronov - električni tok

Kot vse druge fizikalne veličine bi radi izmerili tudi jakost električnega toka. To naredimo z instrumentom, ki mu pravimo AMPERMETER. Enota za električni tok se po francoskem fiziku imenuje AMPER; označimo jo z veliko črko A. Električni tok (kot fizikalno veličino)

označimo z veliko črko I. Tako nam izraz  $I=5A$  pomeni, da govorimo o električnem toku petih amperov. Manjše tokove merimo v miliamperih (mA) ali mikroamperih (A), večje pa v kiloamperih (kA).

### 5.1.4. ELEKTRIČNA NAPETOST

V prejšnjem poglavju smo govorili o električnem toku, ki je posledica razlike v potencialih na koncih žice. Razliko potencialov imenujemo drugače ELEKTRIČNA NAPETOST. Če spojimo pola baterije s kosom žice, se začno prosti nosilci naboja premikati in nastane električni tok. Baterija ne ustvarja prostih nosilcev, le požene jih v gibanje, podobno kot žene črpalka vodo po centralni napeljavi.

Tudi električno napetost, ki jo označimo z črko U, lahko merimo. Za to uporabljamo instrument, ki mu rečemo VOLTMETER; enota se po italijanskem znanstveniku Alessandru Volti imenuje VOLT in jo označimo z V. Tudi tu poznamo manjše in večje enote, podobno kot pri amperih (V - mikrovolt, mV - milivolt, kV - kilovolt).

### 5.1.5. PREVODNIKI IN NEPREVODNIKI

Že v poglavju o zgradbi atoma smo govorili o kovinski vezi. Atomi kovin se povezujejo med seboj tako, da oddajo nekaj elektronov, ki potem potujejo med atomi. Nadalje smo spoznali, da so ti elektroni pomembni za prevajanje električnega toka. Iz vsega naštetega lahko zaključimo, da so kovine dobri PREVODNIKI električnega toka. Podobno se obnašajo tudi nekatere druge snovi. Predstavniki dobrih prevodnikov so zlato, srebro, baker in aluminij. Svinec, na primer, pa je slabši prevodnik, kljub temu, da je kovina. Iz tega lahko sklepamo, da atomi svinca, ki se povezujejo med seboj, ne oddajo veliko elektronov. Podobno kot svinec se obnašajo tudi nekatere druge kovine ali njihove spojine. Zaradi slabše prevodnosti se pri prevajanju električnega toka segrevajo, zato jih uporabljamo v raznih grelnih telesih (kuhalniki, peči) ali v žarnicah (wolfram).

V primeru, ko se atomi spojijo tako, da ne generirajo prostih elektronov, ki bi lahko prevajali električni tok, govorimo o NEPREVODNIKI ali IZOLATORJIH. Predstavniki teh snovi so razne gume, keramika, steklo, les, nekatere plastične mase, razne barve in laki.

Izolatorji so zelo pomemben sestavni del naprav v elektrotehniko in elektroniki. Vsako žico, ki prevaja električni tok, moramo izolirati in s tem odstraniti možnost kratkega stika. Zelo opazni izolatorji so na daljnovodih visoke napetosti. Pomembni so tudi pri antenah, saj nam določajo dolžino antene in preprečujejo stik med posameznimi deli, kjer je to potrebno.

Posebna zvrst snovi, ki je še posebno pomembna v elektroniki, so POLPREVODNIKI. Ti imajo lastnost, da v nekaterih primerih prevajajo električni tok, v drugih ne. Zaradi takega obnašanja so tudi dobili ime. Predstavnik teh snovi sta germanij in silicij. Več o njih bomo govorili v poglavju 5.5. Polprevodniki.

### 5.1.6. ELEKTRIČNA UPORNOST

Nekatere snovi slabše prevajajo električni tok kot druge. ELEKTRIČNA UPORNOST je lastnost snovi, da se upira pretoku električnega toka. Pri žicah, ki povezujejo razne naprave med seboj, običajno želimo, da je upornost čim manjša. Drugje potrebujemo elemente, ki imajo znatno električno upornost. Pravimo jim UPORI. V električnih shemah označimo upore z veliko črko R. Pri prehodu električnega toka skozi upor se električna energija spremeni v drugo obliko energije - toplotno, ki segreva upor. Paziti moramo, da upora ne pregrejemo, saj bi v tem primeru zgorel. Govorimo o moči upora. Upori večjih dimenzij prenesejo večje moči, ker jim večja površina omogoča boljše oddajanje toplote - hlajenje.

Enota za merjenje električne upornosti se imenuje OHM, označimo pa jo z veliko grško črko omega ( $\Omega$ ).  $1\Omega$  je velikost upornosti vodnika, skozi katerega teče tok 1A ob napetosti na koncih 1V. Ime je dobila po nemškem fiziku, ki je preučeval električni tok v sklenjenem krogu. Ugotovil je, da so električni tok, napetost in upornost v sklenjenem krogu medsebojno odvisni. O tem bomo podrobneje govorili v poglavju 5.2. Ohmov zakon in moč. Instrument za merjenje upornosti je OHMMETER. Večje upornosti označujemo v kiloohmih ( $k\Omega$ ) in megaohmih ( $M\Omega$ ).

Kateri dejavniki pogojujejo lastnost vodnika, da ima večjo ali manjšo električno upornost? To so:

1. Specifična upornost snovi, ki je splošna lastnost vsakega materiala in jo najdemo v raznih priročnikih. Specifična upornost snovi je upornost vodnika, narejenega iz te snovi z dolžino 1m in prečnim presekom  $1\text{mm}^2$  pri temperaturi  $20^\circ\text{C}$ . Specifična upornost snovi je temperaturno odvisna. Pri večini snovi z naraščanjem temperature narašča tudi specifična upornost. Pravimo, da ima snov Pozitiven Temperaturni Koeficient (PTK). Nekateri materiali (polprevodniki) pa se obnašajo ravno drugače - imajo Negativen Temperaturni Koeficient (NTK), kar pomeni, da se jim s segrevanjem upornost manjša. Specifično upornost označimo z grško črko  $\rho$  (ro). Baker ima manjšo specifično upornost kot železo, zato je tudi boljši električni prevodnik;
2. Dolžina žice: daljša žica ima večjo upornost kot krajša;

3. Debelina ali presek žice: upor tanke žice je večji kot pri debelejši žici. Zaradi tega morajo biti žice, ki vodijo velike tokove (npr. med usmernikom in postajo), čimbolj debele.

Zgornje ugotovitve lahko strnemo v sledeči enačbi:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$R_t = R \cdot (1 + \alpha \cdot (t - 20^0))$$

R - upornost pri  $20^\circ\text{C}$  ( $\Omega$ )

$R_t$  - upornost pri temperaturi  $t$  ( $\Omega$ )

$\rho$  - specifična upornost ( $\Omega\text{mm}^2\text{m}^{-1}$ )

$l$  - dolžina vodnika (m)

S - prečni presek vodnika ( $\text{mm}^2$ )

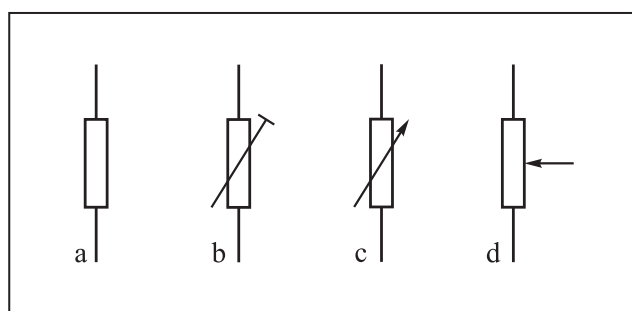
$t$  - temperatura ( $^\circ\text{C}$ )

$\alpha$  - temperaturni koeficient

Še nekaj besed o izvedbi uporov. Upore lahko delimo glede na to, iz kakšnega materiala so narejeni in pa kako jih v vezjih uporabljamo.

Glede na izvedbi ločimo:

1. Žične upore: naviti so iz uporovne žice. Določena dolžina žice je navita na izolacijsko cevko, ki je običajno iz keramike. Ta vrsta uporov je primerna za večje moči, saj prenesejo močno segrevanje;
2. Slojni upori: na izolacijsko cevko je nanešena uporovna snov. Upornost elementa je odvisna od debeline nanosa in vrste snovi;
3. Polni ali masni upori: v celoti so narejeni iz uporovne mase.



Slika 5.1.5 Simbol za stalni (a), nastavljivi (b), spremenljivi (c) upor in potenciometer (d)

Glede na možnost uporabe poznamo:

1. Stalne upore: imajo stalno, v tovarni določeno vrednost;
2. Nastavljive upore: vrednost lahko sami nastavimo s pomočjo drsnika ali odcepov, nato je ne spreminjamo več. Te upore poznamo pod imeni kot so: trimer upori, trimer potenciometri ali kar kratko trimerji;

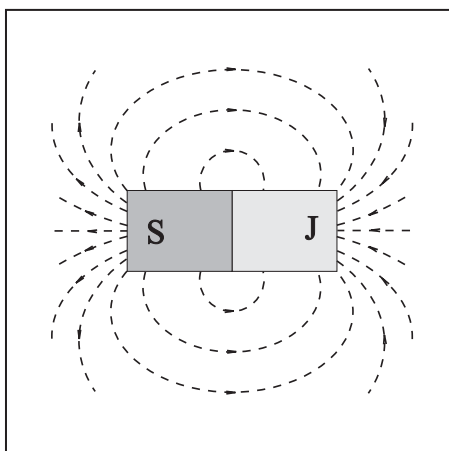
3. Spremenljive upore: vrednost lahko stalno spreminjamo. Uporabljajo se, recimo, za spreminjanje glasnosti pri radijskem sprejemniku. Pravimo jim tudi potenciometri.

Vrednost uporov se običajno podaja s pomočjo barvnih obročkov. Več o označevanju si pogledite v dodatku na koncu knjige.

### 5.1.7. MAGNETNO POLJE TRAJNEGA MAGNETA

Že stari Grki so poznali nekatere materiale, ki so imeli lastnost, da privlačijo kovinske predmete. Prve take snovi so odkrili v okolici mesta Magnezija v severni Grčiji. Po tem mestu so te snovi dobile ime MAGNET. Naravnih magnetov v naravi ni ravno v izobilju, zato so ljudje kasneje spoznali, da je mogoče nekatere materiale, kot so železo, jeklo, kobalt, nikelj, nekatere zlitine in kovinske okside, umetno namagnetiti.

Če paličast magnet (Slika 5.1.6) položimo v železne opilke in ga nato dvignemo, bomo opazili, da z njegovih koncev visita grozda opilkov. Konca magnetu imenujemo pola in ju ponavadi označujemo kot SEVERNI (S) in JUŽNI (J) POL. Črto, ki povezuje oba pola, imenujemo magnetna os. Istoimenska pola se odbijata, nasprotnoimenska pa privlačita; podobno kot pri elektrostatici. Naredimo še drugi poskus: pod list papirja, na katerega smo potresli opilke, postavimo paličasti magnet. Opazili smo, da se opilki razvrstijo v določenem redu. Razvrstitev sovпада z magnetnimi silnicami, ki so namišljene črte, ki povezujejo severni in južni pol magnetu. Okoli magnetu obstaja torej polje, ki mu pravimo MAGNETNO POLJE. Jakost magnetnega polja označimo z  $H$ , merimo pa z enoto A/m (amperov na meter).



Slika 5.1.6 Paličasti magnet

Arabci so prvi spoznali, da se magnetna palica, ki jo obesimo na nitko, z magnetno osjo postavi v smeri sever - jug (magnetni polji magnetu in Zemlje se poravnata). Tako so iznašli kompas.

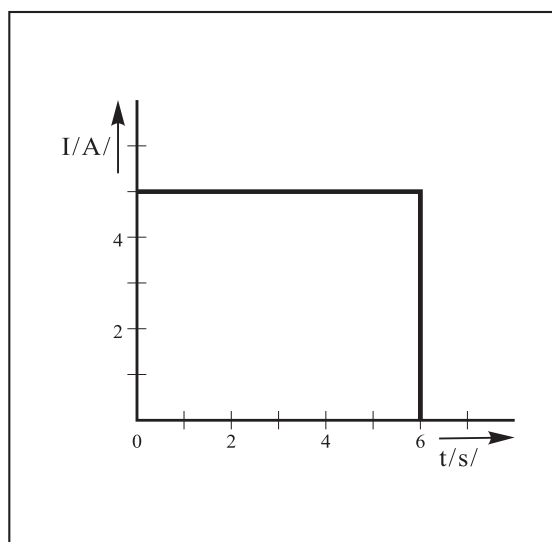
V primeru, da kos magnetu prelomimo, ugotovimo, da imata oba konca ponovno svoj severni in južni pol. Postopek lahko večkrat ponovimo; vedno bomo prišli do iste ugotovitve. To nas napeljuje na domnevo, da so atomi sami majhni magneti. Magnetizem atomov izvira iz šibkih električnih tokov, ki so posledica kroženja elektronov okoli atomskega jedra. V splošnem primeru krožijo elektroni vsak v svoji smeri, zato se magnetizem nevtralizira. Če nam uspe usmeriti gibanje večine elektronov pri vseh atomih v isto smer, se magnetni učinki ojačajo in dobimo magnet.

Poleg stalnih magnetov pa v elektrotehniku poznamo tudi elektromagnete. Če skozi žico, ki je v bližini magnetne igle, spustimo električni tok, bomo opazili, da se magnetna igla odkloni. To nas pripelje do zaključka, da se tudi okoli žice ustvari magnetno polje, ki ga povzroči električni tok v vodniku. Pojav bo izrazitejši, če bomo žico navili v obliki spirale, znotraj katere bomo namestili kos železa. Tako smo naredili preprost ELEKTROMAGNET. Več o elektromagnetizmu bomo izvedeli v poglavju 5.3. Tuljave in kondenzatorji.

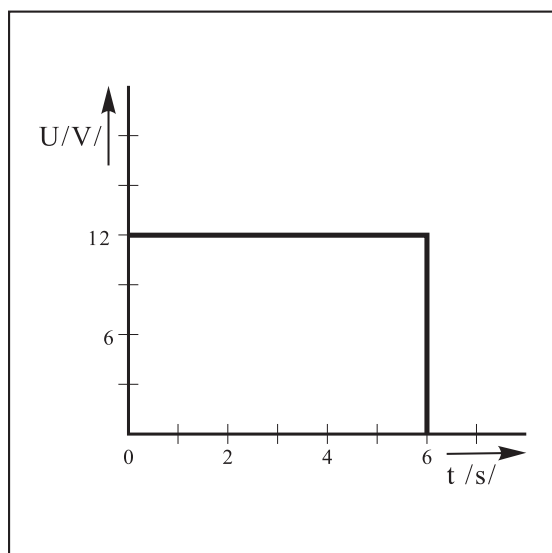
### 5.1.8. ENOSMERNI TOK

V poglavju o električnem toku smo povedali, da je to usmerjeno gibanje nosilcev naboja. V primeru, ko tečejo nosilci naboja le v eni smeri, govorimo o ENOSMERNEM TOKU. Z drugimi besedami: pri enosmernem toku se smer gibanja elektronov s časom ne spreminja. Namesto o toku lahko govorimo o enosmerni napetosti, ki povzroči, da steče enosmerni tok. ENOSMERNNA NAPETOST je tista napetost, ki generira enosmerni tok in se ji s časom predznak (polarizacija) ne spreminja. Kako to izgleda v praksi? Problem si osvetlimo z diagramoma na slikah 5.1.7 in 5.1.8.

Diagram na sliki 5.1.7 prikazuje potek enosmernega toka. Na vodoravno os nanašamo čas v sekundah, na navpično pa jakost toka v amperih. Predstavljajmo si, da ob času  $t=0$  vključimo stikalo in s tem omogočimo, da steče tok 5A. Tok ohranja svojo velikost vse do časa  $t=6$  sekund, ko stikalo izključimo. Med vklopom in izklopom stikala tok ohranja konstantno polariteto (vedno je pozitiven) in tudi amplitudo (vedno 5A). Ko stikalo izključimo, pade vrednost toka na 0A.



Slika 5.1.7 Enosmerni tok



Slika 5.1.8 Enosmerna napetost

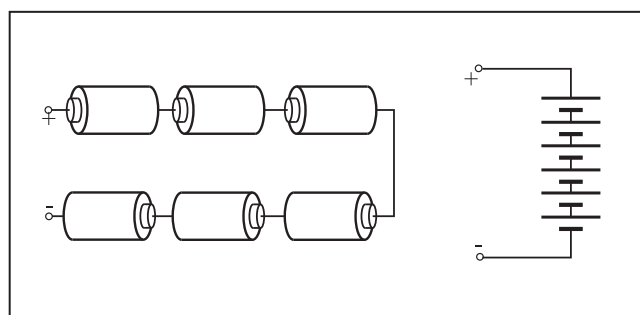
Podobne razmere opazimo na sliki 5.1.8, le s to razliko, da tu opazujemo potek napetosti, ki povzroča enosmerni tok. Na vodoravno os prav tako nanašamo čas v sekundah, na navpično pa velikost napetosti. Ob času  $t=0$  se napetost dvigne na vrednost 12V in taka ostane vse do časa  $t = 6$  sekund, ko pade na 0V.

V literaturi boste pogosto zasledili, da v primerih, ko se govori o enosmernih tokovih, to označijo z DC (Direct Current).

### 5.1.9. VIRI ENOSMERNEGA TOKA

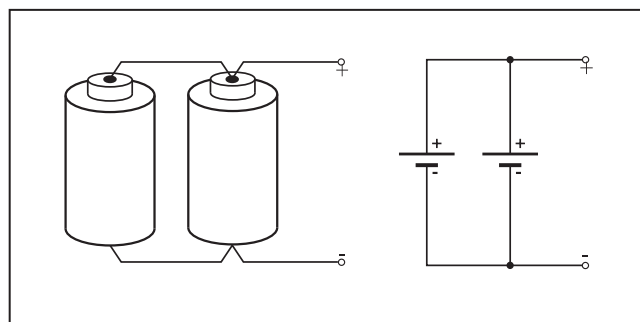
Do sedaj smo spoznali enosmerni tok. Vemo, da za nastanek toka potrebujemo neko snov, ki generira proste elektrone, poleg tega pa tudi neko potencialno razliko - napetost, ki požene elektrone v gibanje. Naštejmo nekaj načinov, kako pridemo do enosmernega toka.

1. Gretje snovi dovaja energijo, ki povzroči za bolj živahno uhajanje elektronov iz atomov, s tem pa nastane možnost električnega toka.
2. Nekateri kristali so občutljivi na pritisk, ki lahko v njih povzroči tok elektronov.
3. Vir električnega toka je lahko tudi magnetno polje. Če vodnik premikamo v polju magneta, se v njem pojavi (inducira) električna napetost, ki požene elektrone po žici. Ta pojav izkoriščamo pri generatorjih.
4. Fotoefekt je pojav, ki je opazen pri nekaterih snoveh. Če na njih pade svetloba, se generira električna napetost, ki požene tok. Na ta način pridobivamo elektriko iz sonca s pomočjo sončnih panelov.
5. S pomočjo kemične reakcije v akumulatorjih ali baterijah se nakopičena energija pretvarja iz kemične v električno.



Slika 5.1.9 Zaporedna vezava celic

Celice povežemo zaporedno tako, da negativni pol prve povežemo na pozitivni pol druge, negativni pol druge na pozitivni pol tretje in tako naprej. Baterijo na sliki 5.1.9 sestavlja šest celic, ki so vezane na opisan način. V primeru, da ima vsaka celica napetost 2V, dobimo baterijo, ki ima napetost 12V. Na ta način je sestavljen avtomobilski akumulator. Ker so celice vezane zaporedno, teče skozi vse enak tok, zato je dopustni tok celotne baterije enak dopustnemu toku ene celice. Napetost celotne baterije je enaka vsoti napetosti posameznih celic.



Slika 5.1.10 Vzporedna vezava celic

Vezavo na sliki 5.1.10 uporabimo, ko potrebujemo večje tokove oziroma večjo kapaciteto. Pravimo ji vzporedna vezava. Pri njej povežemo vse pozitivne

pole skupaj in vse negativne skupaj. Skupna napetost take baterije je enaka napetosti ene celice.

Strnimo ugotovitve o vezavi celic:

1. Pri zaporedni vezavi celic je skupna napetost enaka vsoti napetosti posameznih celic, dopustni tok je enak dopustnemu toku ene celice.
2. Pri vzporedni vezavi je skupna napetost enaka napetosti ene celice, dopustni tok je enak vsoti dopustnih tokov posameznih celic.

Pri celicah moramo biti pozorni na sledeče:

V nobenem primeru ne smemo kratko povezati pozitivnega in negativnega pola celice. Če bi prišlo do tega, bi stekli zelo veliki tokovi, ki bi povzročili pregrevanje celice. S tem bi celico trajno poškodovali, v najslabšem primeru bi lahko prišlo celo do eksplozije. Pred vezavo se prepričajmo, kateri pol celice je pozitiven, kateri negativen. Če poli celic niso jasno označeni, si pomagamo z voltmetrom.

Predno si ogledamo nekaj značilnih predstavnikov celic, se seznanimo še z nekaterimi pojmi, ki nas bodo zanimali pri vsaki bateriji ali akumulatorju.

Prvi je **KAPACITETA**, ki je izražena v amperurah (Ah). Pove nam, koliko časa je celica sposobna dajati določen tok. Zaradi jasnosti si oglejmo primer: Imamo akumulator z kapaciteto 10Ah. Koliko časa ga lahko uporabljamo? Odgovor je odvisen od tega, kakšno breme bomo priključili na akumulator. V primeru, da imamo porabnik, ki troši tok 5A, se bo akumulator spraznil v 2 urah ( $5A \cdot 2h = 10Ah$ ). Vzemimo drugo breme, ki troši le 0.1A in ponovimo račun. Ugotovili bomo, da bo preteklo celih 100 ur, preden bo akumulator prazen.

Vsaka celica ima neko **NOTRANJO UPORNOST** ( $R_g$ ). Ta povzroči, da se napetost obremenjene celice razlikuje od napetosti neobremenjene. Večja je ta upornost in bolj izpraznena je celica, večjo razliko bomo opazili.

**KRATKOSTIČNI TOK** ( $I_k$ ) je tok, ki steče, če pola celice kratko spojimo z vodnikom. Njegova velikost je odvisna od napetosti celice ( $U_C$ ) in notranje upornosti ( $R_g$ ):

$$I_k = \frac{U_C}{R_g}$$

$I_k$  - kratkostični tok (A)

$U_C$  - napetost celice (V)

$R_g$  - notranja upornost celice ( $\Omega$ )

Vidimo, da bi v primeru, če celica ne bi imela notranje upornosti ( $R_g=0$ ), stekel neskončno velik tok, kar pa v praksi ni mogoče.

**NAZIVNI TOK** celice je enak 1/10 vrednosti nazivne kapacitete celice. V primeru, da imamo celico z kapaciteto 5Ah, je njen nazivni tok 0.5A. Velikost nazivnega toka je pomembna pri polnjenju celic.

Celice delimo na dve veliki skupini:

1. **PRIMARNE** ali **OSNOVNE** celice so tiste, ki po spremembi kemične energije v električno nimajo možnosti obnavljanja. Predstavniki teh celic so:

- Cink-ogljikova suha celica z napetostjo 1.5V;
- Suha alkalno-manganska celica, ki ima drugačen elektrolit od cink-ogljikove. Daje napetost 1.35V, ima daljšo življensko dobo in daje večji trenutni tok;
- Živosrebrna celica daje napetost 1.4V. Je dražja, vendar je tudi njena življenska doba daljša.
- Litijeva celica ima napetost 3V.

Poleg naštetih celic, ki so v široki uporabi, poznamo tudi druge specialne celice, ki se uporabljajo za posebne namene v elektroniki.

2. **SEKUNDARNE CELICE** so tiste, ki se po izpraznitvi lahko napolnijo. Značilen predstavnik je avtomobilski akumulator, ki ga sestavlja šest celic. Proces polnjenja poteka tako, da skozi baterijo spustimo tok v obratni smeri, kot teče pri praznjenju. S tem pa obrnemo tudi kemični proces in regeneriramo napetost celice na vrednost pred praznjenjem. Nekateri predstavniki takih celic so:

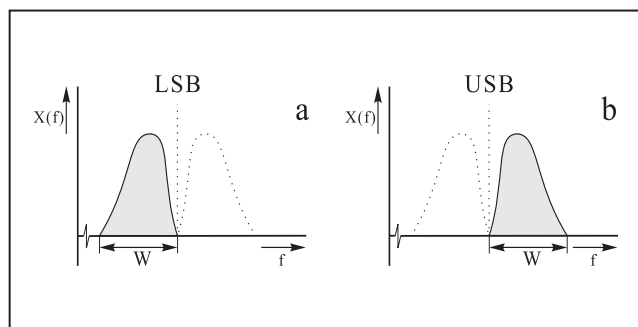
- Svinčena celica, ki jo običajno najdemo v avtomobilih. Daje napetost 2V in omogoča praznjenje z zelo velikimi tokovi. Problem predstavljata elektrolit (žveplena kislina, ki je zdravju nevarna, razjeda pa tudi razne materiale) in vzdrževanje, saj je sorazmerno zahtevno. Njeni dobri lastnosti sta nizka cena in velika kapaciteta.
- Nikelj-kadmijeva (NiCd) celica je zelo popularna in ima ob pravilnem ravnanju zelo dolgo življensko dobo. Daje napetost 1.2V. Je dražja od svinčene celice in ni zmožna dajati tako velikih tokov. NiCd celice polnimo s tokom, ki je enak desetini vrednosti njene nazivne kapacitete. V primeru, da imamo akumulator kapacitete 1Ah, ga polnimo 14 ur s tokom 0.1A. Paziti moramo, da je akumulator pred polnjenjem izpraznjen, saj dopolnjevanje s časoma poškoduje celice. Prazna NiCd celica ima napetost 1.1V. Obstajajo tudi "hitri" polnilci, s katerimi polnimo celice z večjim tokom, tako da akumulator napolnimo v eni uri ali še prej.
- Nikel-metal-hidridna (NiMH) je izboljšana NiCd celica. Daje napetost 1.2V. Njena prednost je večja kapaciteta (približno dva-kratna kapaciteta za iste dimenzije kot NiCd). Poleg tega ne vsebuje težkih

kovin (kadmij, svinec, živo srebro)

- Litij-ionska celica (Li-ion) je zelo lahka celica. Daje napetost 3.6V in ima trikrat večjo kapaciteto od NiCd celice pri enakih dimenzijah.
- Gold-Cap je v bistvu majhen kondenzator z zelo veliko kapaciteto. Polnimo jo hitro z velikimi tokovi. Daje napetost 5.5V.
- Power-Cap je izboljšana verzija Gold-Cap celice. Je še manjših dimenzij, daje napetost 3V.
- Polimerna celica ima eno od elektrod narejeno iz polimera (Polypyroll). Je majhna in daje napetost 3.6V. Kapaciteta je primerljiva z NiMH celicami.
- Pametna celica, ki se uporablja v nekaterih računalnikih. Narejena je na bazi NiMH celice in ima vgrajen mikročip. Preko vodila je povezana s procesorjem računalnika.

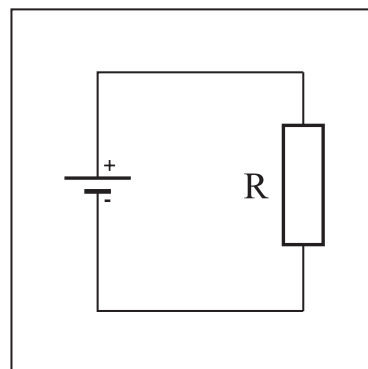
### 5.1.11. ELEKTRIČNE SHEME

V elektrotehnik in elektroniki želimo na čim bolj preprost in vsem razumljiv način predstaviti vsako električno vezje. Na sliki 5.1.11 imamo narisano preprosto električni tokokrog, ki ga sestavljajo le baterija, upor in povezovalni žici. Risanje vezja v taki obliki je zamudno že pri tako malem številu sestavnih elementov, kaj šele v primeru, če bi hoteli podati bolj kompleksen načrt, recimo za radijsko postajo, ki jo sestavlja na stotine elementov. Zaradi tega v elektrotehnik in elektroniki rišemo načrte z mednarodno dogovorjenimi oznakami, ki jim pravimo SIMBOLI. Vsak elektrotehniški element ima svoj simbol, s katerim ga predstavimo v načrtu, ki mu rečemo SHEMA. Na sliki 5.1.12, ki predstavlja shemo omenjenega električnega kroga, vidimo simbole za baterijo in upor, povezave so predstavljene z ravnimi črtami. Ker so ti simboli mednarodno dogovorjeni, vsakdo, ki ga ta shema zanima, ve kaj predstavlja. Kljub dogovorom obstaja nekaj razlik v označevanju, ki so opazne predvsem pri električnih shemah japonskega in ameriškega izvora.



Slika 5.1.11 Električni krog (baterija in upor)

Pri risanju električnih shem obstajajo tri osnovna pravila:



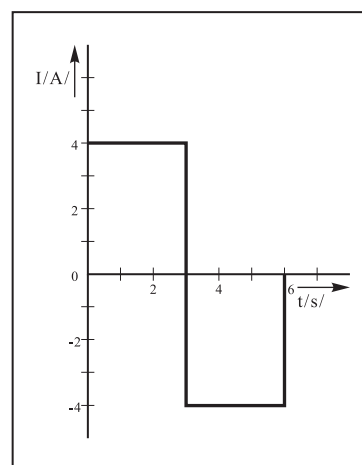
Slika 5.1.12 Shema električnega kroga s slike 5.1.11

1. Vsak element ima svoj specifičen simbol;
2. Povezave med elementi rišemo kot ravne črte. Če se te lomijo ali križajo, se morajo lomiti oziroma križati pod pravim kotom;
3. Položaj simbola v vezju je lahko vertikalni ali horizontalni; poševna lega simbola ni dovoljena.

V tem poglavju smo se že seznanili s simboli za baterijo, upor in povezave. Veliko več jih boste spoznali v nadaljevanju, ko se bomo seznanjali s posameznimi elementi, ki jih uporabljamo v elektrotehnik in elektroniki. Na koncu priročnika so zbrani najpogosteje uporabljeni simboli, ki jih srečamo v električnih shemah.

### 5.1.12. IZMENIČNI TOK

Do sedaj smo govorili le o enosmernem električnem toku. Čas je, da povemo nekaj tudi o izmeničnem električnem toku, ki je za človeka še pomembnejši od enosmernega. Oznaka zanj, ki jo pogosto opazimo, je AC. Izhaja iz besed Alternating Current, kar v prevodu pomeni izmenični tok. Če primerjamo enosmerni in izmenični tok, je bistvena razlika med njima v smeri gibanja nosilcev naboja.



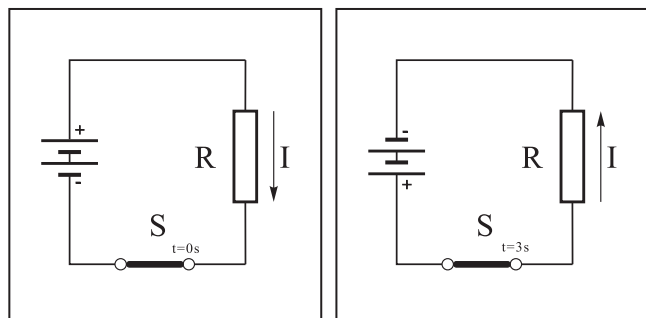
Slika 5.1.13 Tokovni diagram izmeničnega toka

Pri izmeničnem električnem toku tečejo nosilci naboja nekaj časa v eno smer, nato se jim smer gibanja obrne in tako naprej. Časovne spremembe smeri gibanja elektronov si lahko sledijo v enakomernih časovnih intervalih.

Podobno kot potek enosmernega toka lahko tudi potek izmeničnega prikažemo v diagramu (Slika 5.1.13), celoten proces pa osvetlimo s pomočjo vezij na slikah 5.1.14 in 5.1.15.

Ob času  $t=0$  sklenemo stikalo S. Steče tok  $I$  v smeri, kot ga označuje puščica (Slika 5.1.14.). V diagramu na sliki 5.1.13 narišimo potek toka v tem časovnem intervalu. Do tu je vse enako kot pri enosmernem toku. Ob času  $t=3$  sekunde naredimo sledeče: izključimo stikalo S, zamenjamo pola baterije in ponovno vključimo stikalo S (Slika 5.1.15). Kaj se zgodi? Najprej pade vrednost toka na 0A, ker tok lahko teče le v sklenjenem tokokrogu. Ko stikalo ponovno vklopimo, ponovno steče tok, le da tokrat v obratni smeri kot prej (puščica). Ker ima tok sedaj drugo smer, to označimo s predznakom "minus" in ga vrišemo v diagram.

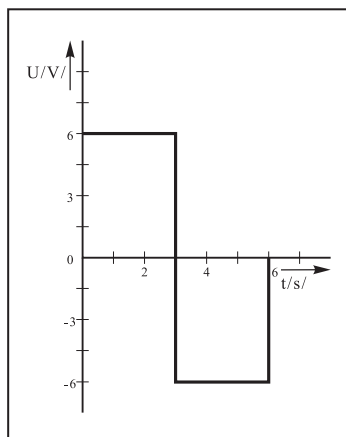
Vežji za ponazoritev izmeničnega toka:



Slika 5.1.14

Slika 5.4.15

Tako generiranje izmeničnega toka ni praktično. Isti potek toka bi dobili tudi v primeru, da bi namesto baterije, ki ji v intervalih obračamo pola, uporabili nek vir, ki bi se mu izmenično spreminjala napetost. Potek napetosti, ki bi generirala tok na sliki 5.1.13, je prikazan v diagramu na sliki 5.1.16.



Slika 5.1.16 Potek napetosti izmeničnega generatorja

Vidimo, da spreminjamo napetost med dvema mejama, ki sta po absolutni vrednosti enaki, razlikujeta se le po predznaku. Diagram je podoben tokovnemu, le na navpično os namesto toka nanašamo napetost. Vir bi moral v času med  $t=0$  in  $t=3$  sekunde dajati pozitivno napetost, nato pa med  $t=3$  sekunde in  $t=6$  sekund negativno napetost. V našem primeru smo si izbrali napetost 6 voltov.

### 5.1.13. VIRI IZMENIČNEGA TOKA

V začetku je bilo pridobivanje in izkoriščanje električnega toka omejeno le na enosmerni tok. Vendar se je pokazalo, da je prenos energije pri enosmernem toku na večje daljave problematičen. Nato se je pojavil znanstvenik, ki je dokazal prednosti izmeničnega toka in tudi postavil osnove trofaznega izmeničnega generatorja, na katerem še danes sloni vsa proizvodnja in izkoriščanje izmeničnega električnega toka. Ta znanstvenik je bil Nikola Tesla. Po njegovih zamislih je bila zgrajena tudi prva elektrarna na Niagarskih slapovih, ki je generirala izmenično napetost v komercialne namene. Hitro so se pokazale prednosti, ki jih ima izmenični tok v primerjavi z enosmernim, zato je pridobivanje enosmernega toka v elektrarnah kmalu zamrlo. Ker pa enosmerni tok še vedno potrebujemo za delovanje nekaterih naprav, smo se naučili, kako je mogoče izmenični tok pretvoriti v enosmernega, vendar o tem kasneje.

Najbolj poznan vir izmenične napetosti so električne vtičnice, ki se nahajajo v vsakem domu. Resnici na ljubo so to le odjemna mesta, prave vire pa je iskati v elektrarnah, v katerih so nameščeni električni generatorji. V bistvu gre pri pridobivanju električne napetosti za pretvorbo energij. Energija, ki se skriva v plinu, nafti, vodi ali uranovih palicah, se preko mehanske energije, ki poganja generator, spreminja v električno.

Poleg velikih generatorjev v elektrarnah poznamo tudi majhne prenosne generatorje, ki jih poganja motor z notranjim izgorevanjem. Tudi vsak avto ima svoj generator izmeničnega toka, ki se mu reče alternator in skrbi, da je akumulator vedno poln.

### 5.1.14. OSNOVNI GENERATOR IZMENIČNEGA TOKA

Nekaj poglavij nazaj smo omenili elektromagnete in medsebojni vpliv polj, ki jih ustvarjata magnet in žica, po kateri teče električni tok. V primeru, da žično zanko premikamo v megnetnem polju, se v zanki inducira napetost, ki požene po zanki električni tok. Do istega pojava pridemo, če zanka miruje in spreminjamo smer in velikost magnetnega polja. Velja pravilo, da je maksimalna inducirana napetost ( $U_{max}$ ) odvisna od



jakosti magnetnega polja, dolžine zanke in od hitrosti, s katero se premika vodnik. Zaradi tega sta za električni generator potrebna močno magnetno polje in hitro premikajoča se zanka.

Na sliki 5.1.17 vidimo principiarno shemo takega generatorja. Močan magnet ustvarja stalno magnetno polje. Silnice polja potekajo od severnega proti južnemu polu magneta. V polje postavimo žično zanko, ki jo vrtimo okoli vzdolžne osi. V zanki se inducira napetost ( $U$ ), ki preko odjemnih obrobov in bremena (žarnice) požene izmenični električni tok.

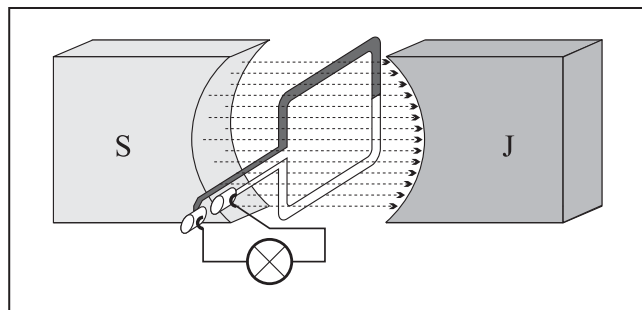
$$U = U_{\max} \cdot \sin(\alpha)$$

$U$  - inducirana napetost (V)

$U_{\max}$  - maksimalna inducirana napetost (V)

$\alpha$  - kot zanke glede na silnice polja

Velikost inducirane napetosti se spreminja v odvisnosti od položaja zanke ( $\alpha$ ). V primeru, ko je zanka pravokotna na silnice ( $\alpha=0^\circ$ ), se v njej napetost ne inducira. Bolj ko se zanka približuje vodoravni legi (90 stopinjski obrat glede na začetno lego, vzporedno s silnicami), večja napetost se inducira. Po prehodu preko te lege se inducirana napetost začne manjšati. Vsake pol obrata se spremeni predznak napetosti na odjemnih obrobov generatorja.



Slika 5.1.17 Generator izmeničnega toka

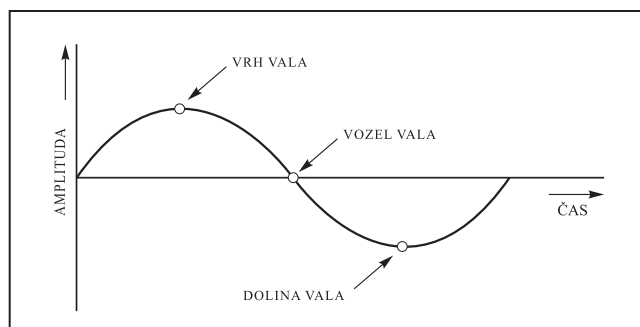
Potek napetosti nam prikazuje slika 5.1.18. Na navpično os nanašamo velikost napetosti, na vodoravno pa položaj zanke izražen v stopinjah. Pri 0 in 180 stopinjah je zanka pravokotna na silnice, zato v njej ni inducirane napetosti. Maksimum je takrat, ko je zanka vzporedna s silnicami - pri 90 in 270 stopinjah.

### 5.1.15. SINUSNA OBLIKA SIGNALA

Takoj ko nas pogovor zanese na področje izmeničnih veličin (izmenični tok in napetost, elektromagnetno valovanje) se srečamo s sinusno obliko signalov. Na sliki 5.1.20. imamo narisane sinusni val z nekaterimi značilnimi točkami. Najvišji točki vala rečemo VRH (ali teme), najnižji DOLINA, vmesna točka, kjer ni-

hanja ni, je VOZEL vala. Pri sinusnem signalu nas bo zanimalo nekaj pojmov, ki jih bomo spoznali v nadaljevanju.

AMPLITUDA je vrednost, ki nam pove razliko med vrhom in vozlom vala. Včasih namesto o amplitudi govorimo o VRHNJI ali TEMENSKI vrednosti. Amplitudo v diagramih nanašamo na navpično ali vertikalno os (Slika 5.1.20). Na vodoravni ali horizontalni osi je označen čas, faza ali pot, odvisno kaj nas trenutno zanima.



Slika 5.1.20 Sinusni val

FREKVENCA je naslednji pomemben pojem, ki je povezan z valom. Predstavljajmo si, da s fiksne pozicije opazujemo sinusno nihanje. Pri tem štejemo, koliko vrhov in dolin se je zamenjalo v točki opazovanja v neki časovni enoti. Čas merimo v sekundah. Perioda je čas, ki je potreben za en nihaj.

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{n}{t}$$

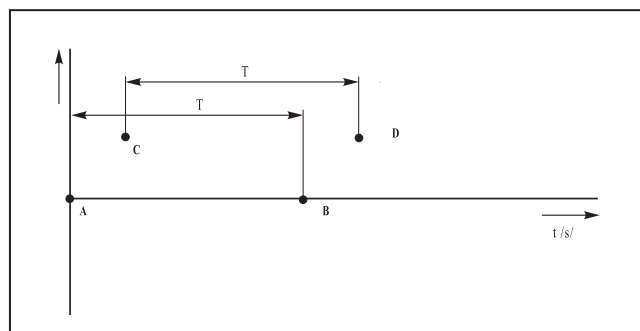
$f$  - frekvenca (Hz)

$T$  - perioda (s)

$t$  - čas opazovanja (s)

$n$  - število nihajev v času opazovanja

$$1\text{Hz} = 1/\text{s}$$

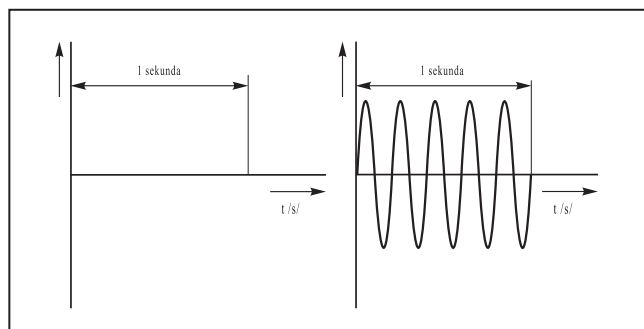


Slika 5.1.21 Frekvenca in perioda

Na sliki 5.1.21 imamo označen en nihaj. Začeli smo v točki A in ga končali v točki B. Prav tako bi lahko

začeli kjerkoli na krivulji pod pogojem, da končamo v isti točki en nihaj kasneje (na primer točki C in D). Frekvenca je enaka številu kompletnih nihajev v eni sekundi. Enota zanjo je HERTZ in jo označimo z Hz. En hertz pomeni en nihaj v sekundi.

Na sliki 5.1.22 imamo primera dveh signalov z različnima frekvencama. Pri prvem imamo en nihaj v času ene sekunde; signal ima frekvenco 1Hz. Pri drugem imamo pet nihajev v času ene sekunde; signal ima frekvenco 5Hz.

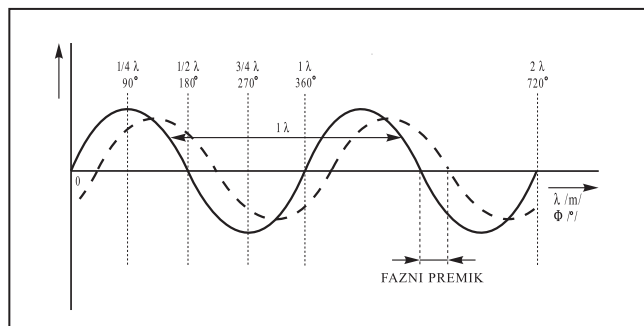


Slika 5.1.22 Signala z različnima frekvencama

Izračunajmo, kakšna je frekvenca valovanja, če v času petih sekund naštejemo sto nihajev.

$$f = \frac{n}{t} = \frac{100 \text{ nihajev}}{5 \text{ s}} = 20 \text{ Hz}$$

VALOVNA DOLŽINA je sledeči pojem, ki nas zanima. To je razdalja, ki jo val prepotuje v času enega nihaja. Merimo jo v dolžinskih enotah, najpogosteje v metrih (m). Simbol, ki nam označuje valovno dolžino, je mala grška črka lambda ( $\lambda$ ).



Slika 5.1.23 Valovna dolžina in faza

Valovna dolžina in frekvenca sta med seboj odvisni. Valovanje z višjo frekvenco ima krajšo valovno dolžino. Velja tudi obratno: valovanje z nižjo frekvenco ima daljšo valovno dolžino.

V povezavi z valovno dolžino se velikokrat omenja tudi FAZA valovanja; še posebno v primerih, ko opazujemo dve valovanji z isto frekvenco (Slika 5.1.23), ki sta medsebojno zamaknjeni. Fazo merimo v kotnih stopinjah. Celoten nihaj nam predstavlja 360 stopinj, polovica 180 stopinj in četrtnina nihaja 90 stopinj. Va-

lovanji, ki med seboj nista zamaknjeni, nihata sofazno - hkrati dosežeta maksimum in minimum. Če sta premaknjeni za 180 stopinj, nihata protifazno - eno doseže minimum, ko drugo doseže maksimum.

HITROST širjenja signala je povezana z valovno dolžino in frekvenco na naslednji način:

$$v = f \cdot \lambda$$

$v$  - hitrost (m/s)

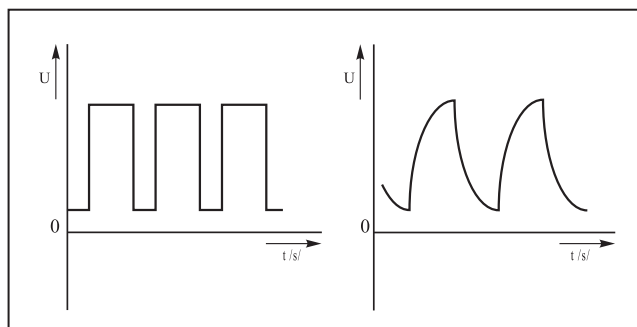
$f$  - frekvenca (Hz)

$\lambda$  - valovna dolžina (m)

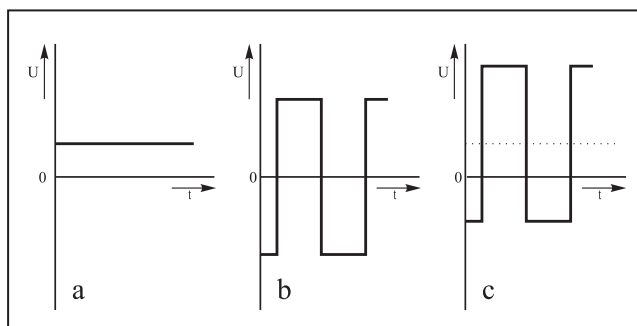
Hitrost je enaka produktu frekvence in valovne dolžine. Merimo jo v metrih na sekundo (m/s). Hitrost širjenja je odvisna od snovi, v kateri se valovanje širi.

### 5.1.16. DRUGE OBLIKE SIGNALOV

V elektrotehniko poleg enosmernih in sinusnih signalov srečamo tudi druge oblike, tako enosmernih kot tudi izmeničnih signalov. Na sliki 5.1.24 imamo dva primera enosmerne napetosti, kateri se spreminja amplituda, predznak (polariteta) pa ostaja nespremenjena. V takem primeru govorimo o PULZIRAJOČI enosmerni napetosti.



Slika 5.1.24 Pulzirajoča enosmerna napetost

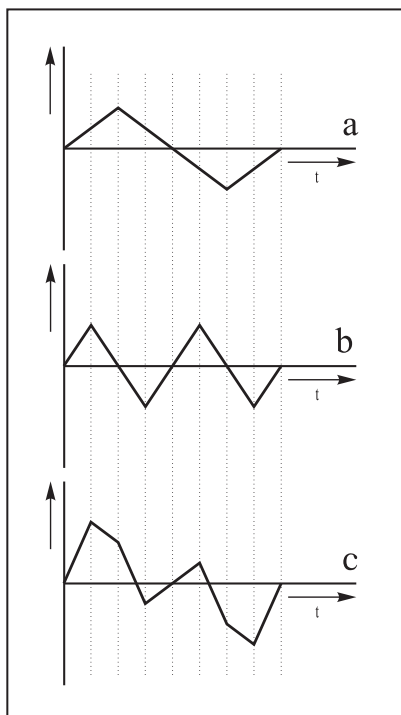


Slika 5.1.25 Enosmerna komponenta signala

V poglavju o izmeničnem toku smo se srečali s signalom pravokotne oblike. Poglejmo si, kaj se zgodi v primeru, če bi v serijo povezali dva napetostna vira: enega enosmernega (Slika 5.1.25.a) in drugega izmeničnega (Slika 5.1.25.b). Napetosti bi se sešteli.

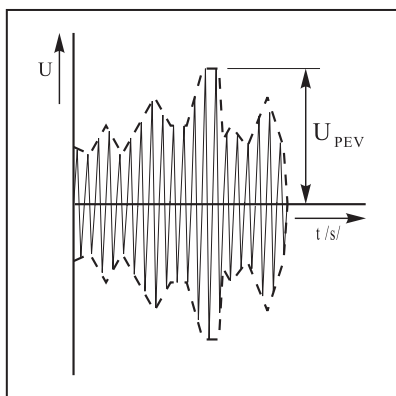
Kot rezultat bi dobili signal na sliki 5.1.25.c. V takem primeru rečemo, da izmenični signal vsebuje tudi enosmerno komponento.

Sledeč primer nam podaja dva trikotna signala. Eden naj ima frekvenco  $f$  (osnovna frekvenca), drugi  $2f$  (druga harmonska frekvenca). Če bi imeli še en signal z frekvenco  $3f$ , bi govorili o tretji harmonski frekvenci. Razmišljanje bi lahko nadaljevali v nedogled. Signala seštejmo; rezultat je neka sestavljena (kompleksna) oblika signala (Slika 5.1.26.c).



Slika 5.1.26 Sestavljen signal

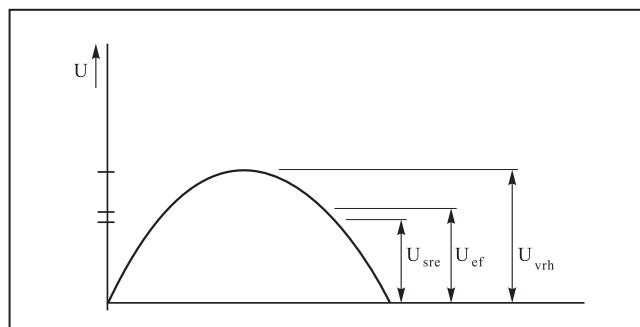
V primeru, da sestavimo veliko sinusnih signalov različnih frekvenc, pridemo do signala, ki bi lahko izgledal kot na sliki 5.1.27. Tako približno izgleda zvočni ali avdio signal. Pri takem signalu nas običajno zanima OVOJNICA signala. To je namišljena črta, ki povezuje vrhove posameznih valčkov. V sliki 5.1.27 je označena s prekinjeno črto.



Slika 5.1.27 Zvočni signal

### 5.1.17. NAPETOSTNI PARAMETRI IZMENIČNEGA SIGNALA

Časovna odvisnost izmeničnih tokov in napetosti pred nas postavlja vprašanje, kako definirati in kje meriti njihove vrednosti. Vrednosti se od trenutka do trenutka spreminjajo. Zanima nas, ali na valu obstajajo točke, s pomočjo katerih lahko podamo lastnosti kompletnega valovanja. Izkáže se, da je to mogoče. Oglejmo si polovico sinusnega vala z označenimi zanimivimi vrednostmi (Slika 5.1.28).



Slika 5.1.28 Parametri sinusnega vala

Prvi od parametrov je VRHNJA ali tudi TEMENSKA vrednost, ki jo bomo označevali z  $U_{vrh}$ .

Ko na izmenični generator priključimo upor, pride do njegovega segrevanja in oddajanja energije v obliki toplotnega sevanja. Do istega pojava pridemo tudi, če uporabimo enosmerni vir. EFEKTIVNA vrednost izmenične napetosti ( $U_{ef}$ ) je enaka velikosti enosmerne napetosti, ki povzroči enako segrevanje upora. Drugi izraz za efektivno vrednost je srednja-kvadratna-vrednost, oznaka zanjo je RMS (Root-Mean-Square). Za sinus velja:

$$U_{vrh} = \sqrt{2} \cdot U_{ef} \approx 1.414 \cdot U_{ef}$$

$$U_{ef} = \frac{U_{vrh}}{\sqrt{2}} \approx 0.707 \cdot U_{vrh}$$

$U_{vrh}$  - vrhna vrednost napetosti (V)

$U_{ef}$  - efektivna vrednost napetosti (V)

V primeru, da ni drugače označeno, se vrednosti izmeničnih tokov in napetosti podajajo v efektivnih vrednostih.

Merilni instrumenti običajno merijo srednjo oziroma povprečno vrednost izmeničnih veličin. Označili jo bomo z  $U_{sre}$ . Za sinus veljajo sledeče zveze:

$$U_{sre} = \frac{2}{\pi} \cdot U_{vrh} \approx 0.636 \cdot U_{vrh} \approx 0.9 \cdot U_{ef}$$

$$U_{vrh} = \frac{U_{sre}}{0.636} = 1.57 \cdot U_{sre}$$

$U_{sre}$  – srednja vrednost napetosti (V)  
 $U_{vrh}$  – vrhnja vrednost napetosti (V)  
 $U_{ef}$  – efektivna vrednost napetosti (V)

Pomemben podatek za obravnavo sestavljenih signalov (Slika 5.1.27) je vrhnja napetost ovojnice - PEV (Peak Envelope Voltage). Ovojnica je, kot smo že povedali, namišljena krivulja, ki povezuje vrhove posameznih “valčkov” signala. Ta vrednost je pomembna pri izračunu moči nekaterih oddajnikov.

Kljub temu, da smo se v razlagi in primerih omejili le na napetosti, veljajo iste zakonitosti za vse izmenične veličine.

V gospodinjstvu uporabljamo električno napetost 220V. To je efektivna vrednost. Izračunajmo si ostale vrednosti.

$$U_{ef} = 220V$$

$$U_{vrh} = \sqrt{2} \cdot U_{ef} = 1.414 \cdot 220V = 311V$$

$$U_{sre} = 0.9 \cdot U_{ef} = 0.9 \cdot 220V = 198V$$

$$U_{vrh-sre} = 2 \cdot U_{vrh} = 2 \cdot 311V = 622V$$

## 5.2. OHMOV ZAKON IN MOČ

### 5.2.1. OHMOV ZAKON

V prejšnjem poglavju smo se seznanili s tokom (I), napetostjo (U) in upornostjo (R). Razmerja med temi tremi veličinami je proučeval nemški znanstvenik Georg Simon Ohm. Ugotovil je, da je napetost v vezju enaka produktu toka in upornosti. To zakonitost so po njem poimenovali OHMOV ZAKON. Zelo enostavno je podan v naslednji enačbi:

$$U = I \cdot R$$

$U$  - napetost (V)  
 $I$  - tok (A)  
 $R$  - upornost ( $\Omega$ )

Enačba nam pove, da je napetost enaka toku, pomnoženem z upornostjo. Če poznamo napetost in upornost, lahko enačbo preoblikujemo in izračunamo tok:

$$I = \frac{U}{R}$$

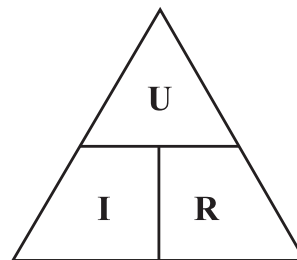
Električni tok je enak razmerju med napetostjo in upornostjo.

V primeru, da poznamo napetost in tok v vezju, lahko izračunamo upornost:

$$R = \frac{U}{I}$$

Upornost dobimo tako, da delimo napetost s tokom. Iz naštetega vidimo, da lahko s pomočjo dveh znanih veličin vedno izračunamo tretjo.

Najenostavnejši način, da si zapomnimo Ohmov zakon, je predstavitev z Ohmovim trikotnikom (Slika 5.2.1). Vedno poznamo dve vrednosti. Tretjo dobimo tako, da položimo prst na neznano vrednost, ostali vrednosti dasta sliko druge strani enačbe. V primeru, da iščemo upornost, pokrijemo R s prstom; v trikotniku nam ostaneta U nad I, to pa je tudi zveza, ki jo podaja enačba (napetost deljena s tokom). Če iščemo napetost, pokrijemo U: ostaneta nam I in R, ki sta v trikotniku eden poleg drugega, kar pomeni, da ju moramo zmnožiti. Ko iščemo tok, pa ... Poskusite sami!



Slika 5.2.1 Ohmov trikotnik

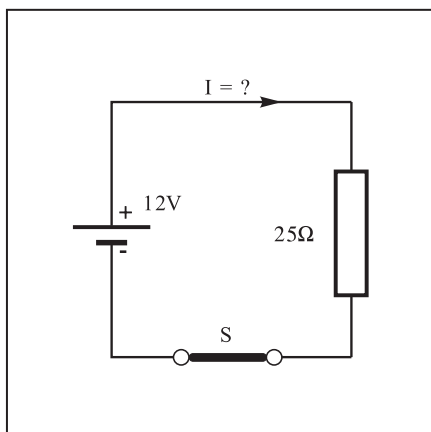
### 5.2.2. UPORABA OHMOVEGA ZAKONA

Pred nadaljevanjem se domenimo, da se pri reševanju enačb Ohmovega zakona uporabljajo osnovne enote za napetost, tok in upornost. To pomeni:

1. Vse napetosti bomo pisali v voltih (V) - mikrovolte, milivolte in kilovolte spremenimo v volte.
2. Vsi tokovi morajo biti podani v amperih (A) - mikroampere in miliampere spremenimo v ampere.
3. Vse upornosti naj bodo podane v ohmih ( $\Omega$ ) - kilohme ali megaohme spremenimo v ohme.

Izračunajmo nekaj značilnih primerov uporabe Ohmovega zakona. Za primer bomo narisali shemo, v kateri bomo označili znane vrednosti veličin.

Na sliki 5.2.2 imamo shemo vezja, ki ga sestavljajo baterija, stikalo in upor.



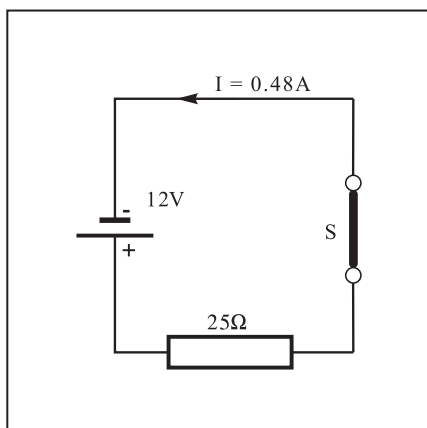
Slika 5.2.2 Zgled za izračun toka

Napetost baterije je 12V, upor ima vrednost 25Ω. Kakšen tok I bo tekkel skozi vezje? Uporabimo enačbo Ohmovega zakona za izračun toka. Ko vstavimo vrednosti, dobimo:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12V}{25\Omega} = 0.48A$$

Rezultat 0.48A nam pove, da skozi vezje teče tok 0.48 ampera.

Shemo na sliki 5.2.2 sedaj spremenimo tako, kot kaže slika 5.2.3.

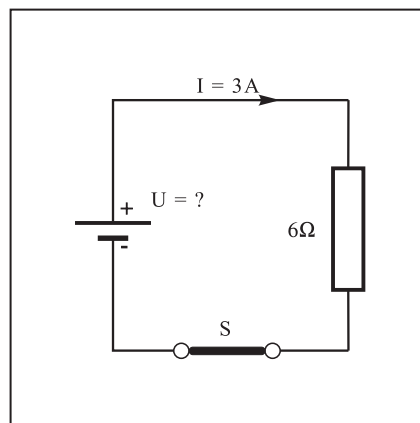


Slika 5.2.3 Sprememba razporeditve (glej sliko 5.2.2)

Če shemo natančno pogledamo, vidimo, da je identična s shemo na sliki 5.2.2. Iz tega sledi, da razpored elementov ni pomemben, paziti moramo le, kako potekajo medsebojne povezave.

Poglejmo, kako dobimo napetost, če poznamo tok in upornost (Slika 5.2.4).

Skozi vezje naj teče tok  $I=3A$ , vrednost upora je  $R=6\Omega$ . Kakšna je napetost baterije?



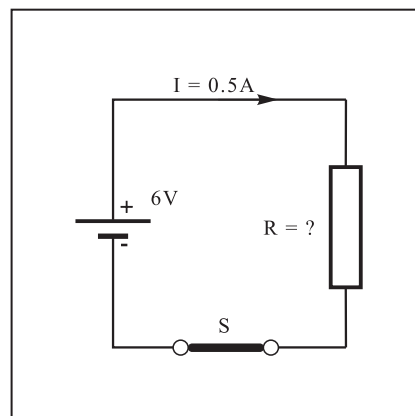
Slika 5.2.4 Zgled za izračun napetosti

V tem primeru uporabimo enačbo za izračun napetosti. Vstavimo vrednosti za tok in upornost ter pomnožimo:

$$U = I \cdot R = 3A \cdot 6\Omega = 18V$$

Odgovor: Napetost baterije je 18 voltov.

Izračunajmo še vrednost upora R na sliki 5.2.5.



Slika 5.2.5 Zgled za izračun upornosti

Vidimo, da v vezju teče tok 0.5A, ki ga povzroča baterija z napetostjo 6V.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{6V}{0.5A} = 12\Omega$$

Odgovor: Upor v vezju ima vrednost 12 ohmov.

Poizkusimo, kako se lotimo problema v primeru, ko vrednosti niso podane v osnovnih enotah. Vzemimo, da ima baterija na sliki 5.2.2 napetost 25mV, vrednost upora pa je 25kΩ. Kakšen je tok? Najprej moramo spremeniti 25 mV v volte in 25 kΩ v ohme:

$$25mV = 0.025V$$

$$25k\Omega = 25000\Omega$$

nato uporabimo znano enačbo:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{0.025V}{25000\Omega} = 0.000001A \text{ ali } 1\mu A$$

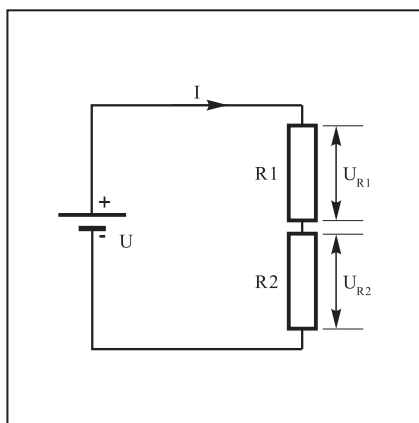
Skozi vezje teče tok  $1\mu A$ .

### 5.2.3. ZAPOREDNA IN VZPOREDNA VEZAVA UPOROV

Poznamo dva osnovna načina povezovanja uporov v vezjih: vzporedno in zaporedno.

#### ZAPOREDNA VEZAVA UPOROV

Slika 5.2.6 prikazuje zaporedno, imenovano tudi serijsko vezavo, dveh uporov. Pri njej teče skupni tok najprej skozi en upor, nato pa še skozi drugega.



Slika 5.2.6 Zaporedna vezava dveh uporov

Pri tej vezavi velja sledeče:

1. Skupna upornost je seštevek (vsota) posameznih upornosti in je vedno večja od posameznih vrednosti upornosti:

$$R_{skupna} = R_1 + R_2 + \dots$$

2. Skupna napetost je seštevek (vsota) padcev napetosti na posameznih uporih. Padec napetosti na uporu je posledica toka, ki teče skozenj.

$$U_{skupna} = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

3. Skozi vse upore teče enak tok. Zaradi tega je skupni tok enak toku skozi posamezni upor:

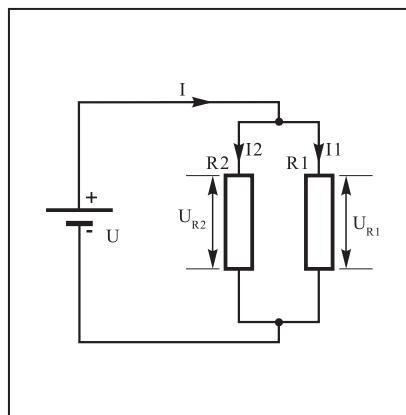
$$I_{skupni} = I_1 = I_2 = \dots$$

V primeru, da bi imela upora na sliki 5.2.6 vrednosti:  $R_1=100\Omega$  in  $R_2=200\Omega$ , bi skupno upornost izračunali takole:

$$R_{skupna} = R_1 + R_2 = 100\Omega + 200\Omega = 300\Omega$$

#### VZPOREDNA VEZAVA UPOROV

Na sliki 5.2.7 imamo ponazoritev vzporedne ali paralelne vezave dveh uporov. Pri tej se skupni tok deli na dva dela.



Slika 5.2.7 Vzporedna vezava dveh uporov

Pri vzporedni vezavi uporov velja:

1. Skupno upornost vzporedno vezanih uporov se izračuna na sledeč način:

$$\frac{1}{R_{skupna}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$R_{skupna} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots}$$

2. Napetost na posameznih uporih je enaka skupni napetosti:

$$U_{skupna} = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

3. Skupni tok je enak vsoti tokov skozi posamezne upore (Slika 5.2.7). Skozi upor, ki ima manjšo vrednost, teče večji tok.

$$I_{skupni} = I_1 + I_2 + \dots$$

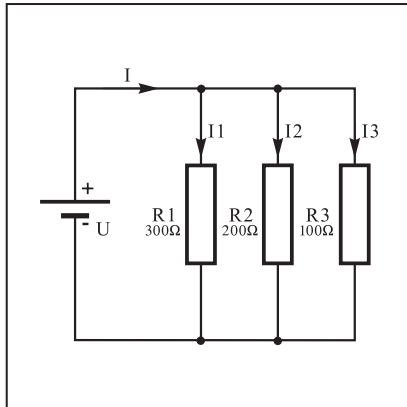
Skupna upornost pri vzporedni vezavi uporov je vedno manjša od najmanjše vrednosti posamezne upornosti v takem vezju. Če skričimo pravilo za vzporedno vezavo uporov na samo dva upora, dobimo enačbo:

$$R_{skupna} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Skupno upornost dveh uporov dobimo tako, da produkt (zmožek) teh dveh uporov delimo z njuno vsoto. Ugotovitev si osvetlimo s primerom. Vzemimo, da so vrednosti uporov na sliki 5.2.7 sledeče:  $R_1$  ima  $1000\Omega$ ,  $R_2$  pa  $4700\Omega$ . Skupna upornost je:

$$R_{\text{skupna}} = \frac{\text{PRODUKT}}{\text{VSOTA}} = \frac{1000\Omega \cdot 4700\Omega}{1000\Omega + 4700\Omega} = 824.6\Omega$$

Čas je, da se lotimo tudi malo bolj kompliciranih vezav. Kako bi izračunali skupno upornost treh vzporedno vezanih uporov (Slika 5.2.8)?



Slika 5.2.8 Vzporedna vezava treh uporov

Na razpolago imamo več možnosti za reševanje, oglejmo si eno od njih. Najprej izračunamo skupno upornost uporov R1 in R2 po enačbi, ki smo jo maloprej spoznali. Označimo jo z R4:

$$R_4 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{300\Omega \cdot 200\Omega}{300\Omega + 200\Omega} = 120\Omega$$

Ugotovimo, da smo združili R1 in R2 v nov upor R4=120Ω, ki je sedaj vzporeden uporu R3. Ponovno uporabimo znano enačbo in izračunamo:

$$R_{\text{skupna}} = \frac{R_4 \cdot R_3}{R_4 + R_3} = \frac{120\Omega \cdot 100\Omega}{120\Omega + 100\Omega} = 54.5\Omega$$

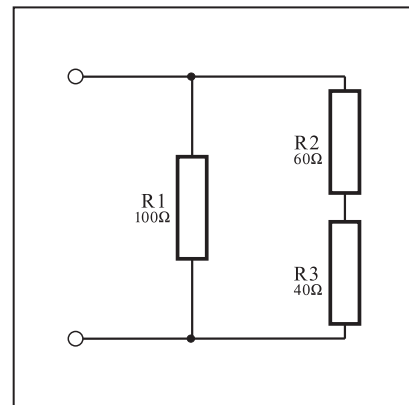
Izračun pokaže, da je končna skupna upornost nižja od katerekoli vrednosti upornosti v vezju na sliki 5.2.8. Na tak način lahko izračunamo skupno upornost za poljubno število vzporedno vezanih uporov.

Poznavanje zaporedne in vzporedne vezave uporov ima za konstruktorje tudi praktični pomen, saj lahko prihrani čas in denar. Tako na primer potrebujemo 100 ohmski upor, ki ga nimamo, imamo pa 200 ohmske upore; dva te vrednosti vežemo vzporedno in tako rešimo problem. Lahko vežemo tudi štiri 400 ohmske upore vzporedno ali pa dva 50 ohmska zaporedno.

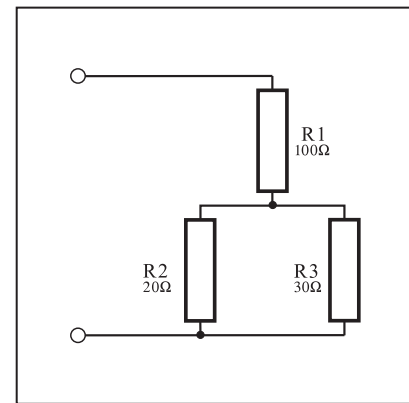
#### 5.2.4. ZAPOREDNO - VZPOREDNE VEZAVE UPOROV

V elektronskih vezjih se običajno srečamo s kombinacijami zaporedne in vzporedne vezave uporov v različnih stopnjah, zato je analiziranje (računanje) bolj

dolgotrajno in zahtevnejše. S pravilnim vrstnim redom reševanja pa lahko rešimo tudi zelo zapletene vezave. Za razumevanje si oglejmo dve kombinaciji na slikah 5.2.9 in 5.2.10.



Slika 5.2.9 Vzporedno-zaporedna kombinacija uporov



Slika 5.2.10 Zaporedno-vzporedna kombinacija uporov

Posvetimo se vezju na sliki 5.2.9. Kako se lotimo problema? Najprej ugotovimo skupno upornost zaporedno vezanih uporov R2 in R3, ki jo označimo z R4.

$$R_4 = R_2 + R_3 = 60\Omega + 40\Omega = 100\Omega$$

Ko to izračunamo, dobimo enostavno vzporedno vezavo R1 z R4 (R4 je enak vsoti R2 in R3). Izračunajmo skupno upornost R:

$$R = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_1 + R_4} = \frac{100\Omega \cdot 100\Omega}{100\Omega + 100\Omega} = 50\Omega$$

Shema na sliki 5.2.10 nam podaja malo drugačno vezje. Tudi tega bomo rešili postopno, vendar bo vrstni red reševanja malo drugačen. Izračunamo najprej vrednost vzporedne kombinacije R2 in R3 ter jo označimo z R4:

$$R = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_1 + R_4} = \frac{100\Omega \cdot 100\Omega}{100\Omega + 100\Omega} = 50\Omega$$

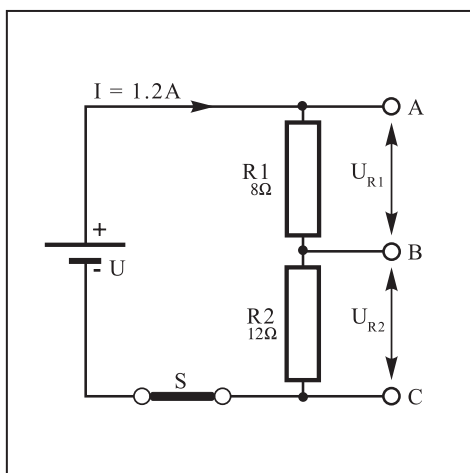
Tako dobimo zaporedno vezavo  $R_1$  z  $R_4$  in izračunamo:

$$R = R_1 + R_4 = 100\Omega + 12\Omega = 112\Omega$$

### 5.2.5. PADEC NAPETOSTI IN NOTRANJA UPORNOST GENERATORJA

Nobena stvar v življenju ni popolna. Tudi elektrotehnika ni nobena izjema. Do sedaj smo predpostavljali, da so napetostni viri stabilni, ne glede na to, kakšen porabnik priključimo nanj. Skrajni primer porabnika je kratek stik ( $R=0\Omega$ ). V takem primeru bi stekel neskončno velik tok, kar pa v praksi ni možno. Izkaže se, da ima vsak napetostni vir (enosmerni in izmenični) neko notranjo upornost, ki ji pravimo UPORNOST GENERATORJA. Označili jo bomo z  $R_g$ . Padec napetosti na tej upornosti povzroči, da se napetost na priključnih sponkah generatorja zniža. Pogosto boste slišali, da se napetost "sesede". Upornosti generatorja so običajno sorazmerno majhne, vendar nam kljub temu povzročajo probleme.

Omenjeno trditev si osvetlimo s primeri.



Slika 5.2.11 Zgled za izračun padca napetosti

Želimo izračunati napetost med točkama B in C ter napetost baterije. Tok skozi vezje je 1.2A. Ker sta upora  $R_1$  in  $R_2$  vezana zaporedno, bo skozi oba tekla enak, to je celotni tok. Napetost med točkama B in C je enaka padcu napetosti na uporu  $R_2$ . Padec izračunamo s pomočjo Ohmovega zakona:

$$U_{R2} = I \cdot R_2 = 1,2A \cdot 12\Omega = 14,4V$$

Izračunamo še padec napetosti na uporu  $R_1$ :

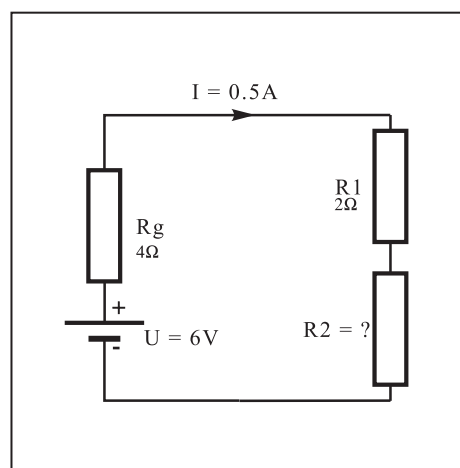
$$U_{R1} = I \cdot R_1 = 1,2A \cdot 8\Omega = 9,6V$$

Skupna napetost baterije je tako:

$$U = U_{R1} + U_{R2} = 9,6V + 14,4V = 24V$$

V elektrotehniki pravimo, da je padec napetosti na uporu  $R_1$  9.6V in padec napetosti na  $R_2$  14.4V. Vsota obeh padcev napetosti je enaka skupni napetosti v vezju. Druga pot, da pridemo do padca napetosti na uporih, je meritev z voltmetrom, ki ga vežemo vzporedno z uporom. Paziti moramo na pravilno polariteto priključitve inštrumenta.

Poglejmo naslednje vezje (Slika 5.2.12). Na njem imamo vezavo realnega generatorja in dveh zaporedno vezanih uporov. Realni generator sestavljata idealni napetostni vir (baterija) z napetostjo  $U=6V$  in upornost generatorja  $R_g=4\Omega$ . Izračunajmo vrednost upornosti  $R_2$ !



Slika 5.2.12 Zgled za izračun upornosti

Kaj bomo storili? Poznamo napetost in tok v vezju, tako da lahko določimo skupno upornost  $R$ :

$$R = \frac{U}{I} = \frac{6V}{0.5A} = 12\Omega$$

Tako! Najtežji del je za nami. Iz vezave elementov vidimo, da je skupna upornost enaka vsoti posameznih upornosti (zaporedna vezava uporov):

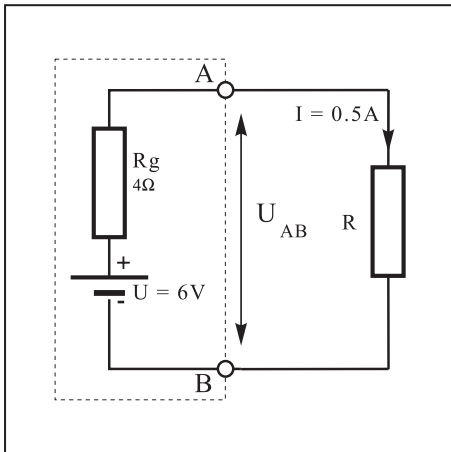
$$R = R_g + R_1 + R_2 = 12\Omega$$

Vse kar moramo še storiti, je, da preoblikujemo enačbo in izrazimo  $R_2$ :

$$R_2 = R - (R_g + R_1) = 12\Omega - (4\Omega + 2\Omega) = 6\Omega$$

V zadnjem primeru izračunajmo napetost med točkama A in B ( $U_{AB}$ ), ki predstavljata priključni sponki realnega napetostnega vira (Slika 5.2.13). Videli bomo, kakšen vpliv ima notranja upornost na napetost, ki jo dobimo na sponkah.





Slika 5.2.13 Uporaba realnega napetostnega vira

Napetost  $U_{AB}$  je enaka napetosti vira  $U$ , zmanjšani za padec napetosti na upor  $R_g$ . Ta padec je odvisen od toka. Za podatke na sliki velja:

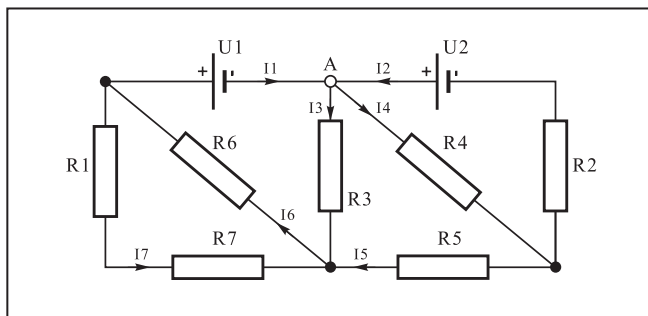
$$U_{AB} = U - R_g \cdot I = 6V - (4\Omega \cdot 0,5A) = 4V$$

Vidimo, da v navedenem primeru na sponkah vira (realnega!) dobimo le 4V napetosti. Z višanjem toka je napetost na zunanjem bremenu vedno manjša. V primeru, da breme nadomestimo s kratkim stikom, na njem ni nobene napetosti, saj je celotni padec napetosti na notranji upornosti generatorja  $R_g$ .

### 5.2.6. KIRCHHOFFOVI ZAKONI

Kirchhoffove zakone uporabljamo pri reševanjih električnih vezij. Skupaj z Ohmovim zakonom predstavljajo osnovne zakone, ki veljajo za električna vezja.

**PRVI KIRCHHOFFOV ZAKON** govori o tokovih v vozliščih vezij. Zanima nas, kakšno je razmerje med tokovi, ki v neko vozlišče pritekajo, in tokovi, ki iz njega odtekajo. Velja zakonitost, ki pravi, da je vsota tokov, ki pritekajo v vozlišče, enaka vsoti tokov, ki odtekajo iz vozlišča.



Slika 5.2.14 Ponazoritev 1. Kirchhoffovega zakona

Za vozlišče A vezja na sliki 5.2.14 lahko zapišemo enačbo:

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

Enačbo preuredimo:

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

Če se dosledno držimo pravila, da so tokovi, ki pritekajo v vozlišče, pozitivni, in tokovi, ki odtekajo iz vozlišča, negativni, lahko zapišemo prvi Kirchhoffov zakon:

Vsota tokov v vozliščni točki vezja je enaka nič. Matematično se to glasi takole:

$$\sum I = 0$$

$\sum$  - sigma, znak za vsoto  
 $I$  - električni tok (A)

Oglejmo si primer. Predpostavimo, da imajo tokovi sledeče vrednosti:

$$\begin{aligned} I_2 &= 5A \\ I_3 &= 1A \\ I_4 &= 3A \end{aligned}$$

Izračunajmo tok  $I_1$ !

V vozlišču A velja enačba:

$$\begin{aligned} I_1 + I_2 - I_3 - I_4 &= 0 \\ I_1 + 5A - 1A - 3A &= 0 \\ I_1 + 1A - 3A &= 0 \\ I_1 - 2A &= 0 \\ I_1 &= 2A \end{aligned}$$

Predznak minus pred vrednostjo toka nam pove, da je smer toka ravno obratna od tiste, ki je označena na shemi.

**DRUGI KIRCHHOFFOV ZAKON** govori o povezavi med napetostnimi viri ter padci napetosti na elementih v zaprtih zankah električnih vezij in pravi:

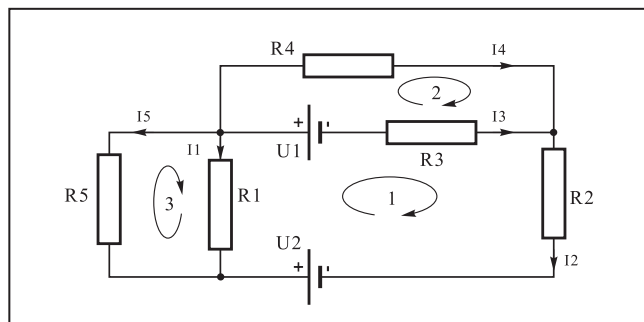
Vsota napetosti napetostnih virov v zaprti zanki vezja je enaka vsoti padcev napetosti na vseh delih vezja.

$$\sum U = \sum I \cdot R$$

$\sum$  - sigma, znak za vsoto  
 $U$  - napetosti napetostnih virov (V)  
 $I \cdot R$  - padci napetosti (V)

Pri sestavljanju enačb drugega Kirchhoffovega zakona moramo biti pozorni na smeri tokov in napetosti. Za smer obhoda zanke vzemimo smer urinega kazalca. V tem primeru napetosti napetostnih virov smatramo

kot pozitivne, če poganjajo tok v smeri, ki je enaka smeri obhoda zanke. Padci napetosti so pozitivni, če jih povzročajo tokovi, katerih smer je enaka smeri obhoda zanke.



Slika 5.2.15 Ponazoritev 2. Kirchhoffovega zakona

Za vezje na sliki 5.2.15 lahko zapišemo enačbe:

1. zanka:  $U_2 - U_1 = I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 - I_1 \cdot R_1$
2. zanka:  $U_1 = I_4 \cdot R_4 - I_3 \cdot R_3$
3. zanka:  $0 = I_1 \cdot R_1 - I_5 \cdot R_5$

Vidimo, da v tretji zanki nimamo napetostnih generatorjev, zato je na levi strani enačbe ničla.

### 5.2.7. ELEKTRIČNA MOČ

Električna MOČ je veličina, definirana kot zmnožek električne napetosti in električnega toka. Označimo jo z veliko črko P. Definicija, napisana v matematični obliki, izgleda takole:

$$P = U \cdot I$$

P - električna moč (W)

U - električna napetost (V)

I - električni tok (A)

Enota za merjenje moči se imenuje WATT, označimo jo z W. Večje ali manjše vrednosti označimo s predponami: kW pomeni kilowate (1000W), mW pa miliwate (0.001W).

Moč najenostavneje merimo s posebnim inštrumentom - wattmetrom. Možno je tudi posredno določanje moči: izmerimo napetostni padec na bremenu in tok, ki teče skozi njega, nato moč izračunamo s pomočjo gornje enačbe.

Z upoštevanjem enačb Ohmovega zakona lahko izraz za moč na bremenu R napišemo še na dva načina:

$$P = \frac{U^2}{R} \quad \text{in}$$

$$P = I^2 \cdot R$$

P - električna moč (W)

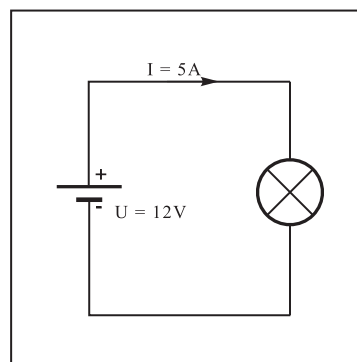
U - električna napetost (V)

I - električni tok (A)

R - upornost bremena ( $\Omega$ )

Za ponazoritev izračuna moči si oglejmo nekaj praktičnih primerov.

Izračunajmo moč, ki jo troši žarnica na sliki 5.2.16.



Slika 5.2.16 Zgled za izračun moči žarnice

S slike vidimo, da imamo podano napetost in tok. Uporabili bomo osnovno enačbo za izračun moči:

$$P = U \cdot I = 12V \cdot 5A = 60W$$

Izračunajmo moč žarnice, ki ima upornost  $360\Omega$  in je priključena na napetost  $120V$ !

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(120V)^2}{360\Omega} = 40W$$

Upor  $470\Omega$  je predviden za maksimalno moč  $0.5W$ . Kateri sta maksimalni dopustni vrednosti napetosti in toka na njem?

Za izračun napetosti bomo uporabili enačbo:

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Izraz preoblikujemo:

$$U^2 = P \cdot R$$

$$U = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{0.5W \cdot 470\Omega} = 15.3V$$

Izračun toka:

$$P = I^2 \cdot R$$

$$I^2 = \frac{P}{R}$$

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{0.5W}{470\Omega}} = 0.033A = 33mA$$

Preverimo izračun:

$$P = U \cdot I = 15,3V \cdot 0,033A = 0,5W$$

Torej upor deluje do napetosti 15.3V. Takrat bo skozi njega tekel tok 33mA. Z višanjem napetosti se viša tudi tok skozi njega. S tem se večja moč, ki se troši na uporu. Ker je ta večja, kot jo upor lahko prenese, se upor prične pregrevati, v skrajnem primeru celo zgori!

### MOČ PRI IZMENIČNIH VELIČINAH

V dosedanjih primerih smo se omejili le na enosmerne tokove in napetosti. Kako pa je v primeru, če imamo opravka z izmeničnimi veličinami? Trdimo lahko, da se oblika enačb za izračun moči ohranja. Le pri tokovih in napetostih moramo upoštevati njihove efektivne vrednosti!

$$P = U_{ef} \cdot I_{ef} \quad P = \frac{U_{ef}^2}{R} \quad P = I_{ef}^2 \cdot R$$

Pozorni moramo biti na sledeče:

Moč, ki smo jo dobili pri izračunu, je srednja moč kljub temu, da smo množili efektivni tok z efektivno napetostjo!

$$U_{ef} \cdot I_{ef} = P_{sre} \\ P_{sre} \neq P_{ef}$$

Ko se srečamo z uporabo linearnih ojačevalnikov pri oddajnikih, naletimo na oznako PEP (Peak Envelope Power). Po slovensko temu rečemo vrhnja (temenska) moč ovojnice. V primeru radijskih signalov razumemo pod PEP največjo vršno vrednost moči preko določene periode. Izračunamo jo na osnovi PEV (Peak Envelope Voltage), ki smo jo spoznali v enem od prejšnjih poglavij, kot pomemben podatek sestavljenih izmeničnih signalov.

$$P_{PEP} = \frac{U_{PEV}^2}{2 \cdot R}$$

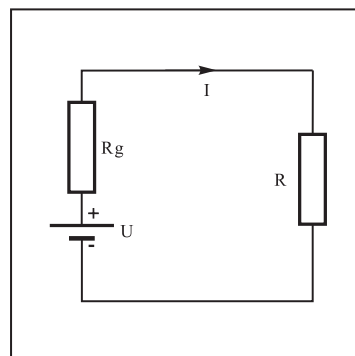
### PRENOS MOČI

Slika 5.2.17 nam predstavlja preprosto vezje, kjer realni generator napaja breme R. Kakšna moč se troši na bremenu?

Problema se lotimo na sledeč način:

$$P = I^2 \cdot R \quad I = \frac{U}{R + R_g}$$

Izraz za tok vstavimo v enačbo za moč in uredimo:



Slika 5.2.17 Prenos moči

Vidimo, da je moč, ki se troši na bremenu, odvisna od upornosti bremena (R), upornosti generatorja ( $R_g$ ) in napetosti generatorja. Matematično (s pomočjo diferencialnega računa) je mogoče dokazati, da se največji prenos moči izvrši takrat, ko sta upornosti bremena in generatorja enaki. V tem primeru govorimo o prilagodjenosti bremena na generator. Z upoštevanjem te ugotovitve lahko zapišemo:

$$P = I^2 \cdot R \quad I = \frac{U}{R + R_g}$$

### IZKORISTEK SISTEMA

Pri sistemih, katerim dovajamo neko moč, ugotovimo, da se le-ta porablja na dva načina: en del se porabi za koristno delo, drug del pa za nekoristno segrevanje sistema. Vedno želimo, da bi čimvečji del dovedene moči koristno porabili. IZKORISTEK sistema je razmerje med koristno izhodno močjo ( $P_I$ ) in močjo, ki jo sistemu dovajamo (dovedena ali vhodna moč -  $P_V$ ). Označimo ga z grško črko eta ( $\eta$ ):

$$\eta = \frac{P_I}{P_V} \quad 0 \leq \eta < 1$$

$P_I$  - izhodna moč (W)

$P_V$  - vhodna moč (W)

Izhodna moč je vedno manjša od moči, ki jo sistemu dovajamo. Zaradi tega je izkoristek vedno manjši od ena.

V primeru, da izkoristek podajamo v procentih, enačba izgleda takole:

$$\eta = \frac{P_I}{P_V} \cdot 100\% \quad 0\% \leq \eta < 100\%$$

$P_I$  - izhodna moč (W)

$P_V$  - vhodna moč (W)

### 5.2.8. ELEKTRIČNA ENERGIJA

O električni energiji največkrat slišimo takrat, ko se podraži! Kaj v bistvu je energija? Fizikalno gledano je **ENERGIJA** merilo za opravljeno delo. Če želimo delo opraviti, potrebujemo določeno moč in nekaj časa, da delo dokončamo. Matematično to izgleda takole:

$$W = P \cdot t$$

$W$  - energija (Ws)

$P$  - moč (W)

$t$  - čas (s)

Z  $W$  smo označili energijo,  $P$  je moč in  $t$  čas. Bodimo pozorni, da ne zamenjamo oznake za energijo z enoto za moč! Enoto za električno energijo dobimo z množenjem enot za moč (W) in čas (s), torej Ws (wattsekunda) ali Joule (J), ki je v bistvu »prava« enota za energijo.

$$1Ws = 1J \quad \text{od tod sledi} \quad 1W = 1 \frac{J}{s}$$

Za praktično uporabo je ta enota dokaj majhna. Veliko bolj poznana in veliko večja enota je kWh, ki pomeni kilowattura (v teh enotah nam zaračunavajo električno energijo, hi). Ta je izpeljana iz osnovne enote. Kakšno je razmerje med njima? Najlažje pridemo do odgovora, če si kar izračunamo:

$$1kW = 1000W \text{ in } 1h = 1ura = 3600s$$

torej

$$1kWh = 1000W \cdot 3600s = 360000Ws$$

Za boljše razumevanje si oglejmo primer.

Doma imamo električno peč, na kateri piše, da troši moč 2kW. Vzemimo, da je zunaj mraz, nas pa rado zebe, zato mora peč delovati 10 ur na dan. Koliko energije dnevno porabimo?

$$W = P \cdot t = 2kW \cdot 10h = 20kWh$$

Za vajo ponovimo račun, vendar ob uporabi osnovnih enot:

$$2kW = 2000W \text{ in } 10h = 36000s$$

$$W = 2000W \cdot 36000s = 72000000Ws$$

Iz primera vidimo, zakaj je uporaba izpeljane enote bolj praktična. V primeru, da uporabljamo Ws, je potrebno kar nekaj časa za štetje ničel, rezultat je pa isti.

Električno energijo merimo s posebnimi števci, ki jih pozna vsakdo, saj so nameščeni v vsakem domu.

### 5.2.9. DECIBEL

DECIBEL je relativna enota, s katero določamo ojačenje in slabljenje sistema. Ojačenje sistema je razmerje med izhodno in vhodno močjo. Izraženo v decibelih (dB) je podano s sledečo enačbo:

$$G(dB) = 10 \cdot \lg \left[ \frac{P_2}{P_1} \right]$$

$G$  - ojačenje sistema (dB)

$P1$  - moč na vohodu sistema (W)

$P2$  - moč na izhodu sistema (W)

V primeru, da je izhodna moč večja od vhodne, govorimo o ojačenju sistema. Sistem bo vnašal slabljenje, če bo izhodna moč manjša od vhodne; to označimo s predznakom "minus" (-) pred vrednostjo (na primer -3dB).

Tudi ojačenje toka ali napetosti lahko izrazimo v decibelih. Moč na bremenu  $R$  lahko napišemo:

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Izraz vstavimo v enačbo za ojačenje:

$$G(dB) = 10 \cdot \lg \left[ \frac{P_2}{P_1} \right] = 10 \cdot \lg \left[ \frac{U_2^2}{U_1^2} \right] = 10 \cdot \lg \left[ \frac{U_2}{U_1} \right]^2$$

Z upoštevanjem pravil logaritmičnega računa lahko napetostno ojačenje zapišemo na sledeč način:

$$G(dB) = 20 \cdot \lg \left[ \frac{U_2}{U_1} \right]$$

Prav tako lahko izpeljemo izraz za izračun tokovnega ojačenja, izraženega v decibelih:

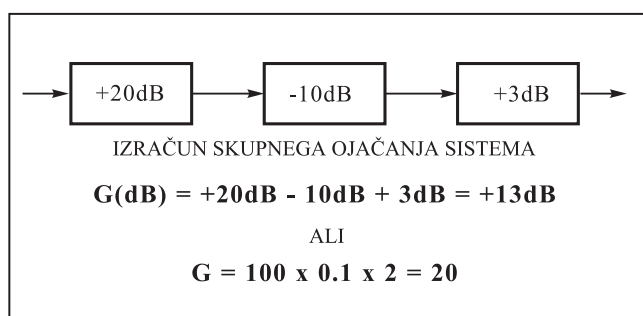
$$G(dB) = 20 \cdot \lg \left[ \frac{I_2}{I_1} \right]$$

Spodnja tabela 5.2.9. podaja nekaj značilnih vrednosti.

Računanje z decibeli nam prinaša dodatno ugodnost. V primeru serijsko vezanih ojačevalnih in slabilnih stopenj (Slika 5.2.18) dobimo celotno ojačenje sistema z enostavnim seštevanjem posameznih ojačenj vsake stopnje.

Tabela 5.2.9.

Ojačenje G (dB)	Razmerje moči (P2/P1)	Razmerje toka ali napetosti (I2/I1), (U2/U1)
+20	100	10
+10	10	3.16
+6	4	2.00
+3	2	1.41
0	1	1.00
-3	0.50	0.71
-6	0.25	0.50
-10	0.10	0.32
-20	0.01	0.10



Slika 5.2.18 Izračun ojačenja sistema

Ker je decibel relativna enota, moramo vedno imeti referenčno vrednost, glede na katero računamo ojačenje. V radiotehniko je referenčna vrednost ponavadi 1mW (1 miliwatt). Zaradi tega označujemo ojačenje z dBm, kar pomeni ojačenje v decibelih glede na 1mW. V praksi to izgleda takole: 2kW oddajnik ima plus 63dBm, signal s 5μW moči pa minus 23dBm. Ne verjamete? Izračunajmo:

$$G(\text{dBm}) = 10 \cdot \lg \left[ \frac{2000\text{W}}{0.001\text{W}} \right] = 10 \cdot 6.3 = 63\text{dBm}$$

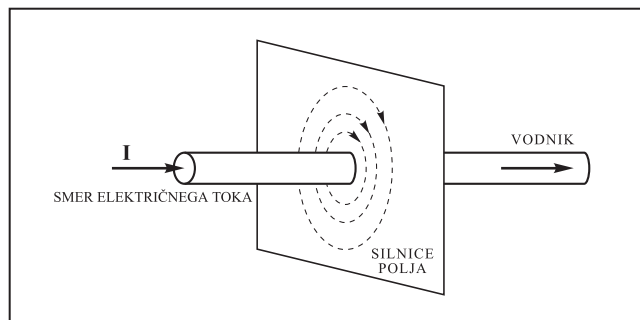
Naslednji primer naredite sami! Kar brez strahu, računalnik v roke in veselo na delo!

### 5.3. TULJAVE IN KONDENZATORJI

V tem poglavju bomo povedali nekaj osnovnih stvari o kondenzatorjih in tuljavah. Spoznali bomo tudi transformator kot poseben način uporabe tuljav. Poleg samih elementov bomo izvedeli tudi, kaj se dogaja, če te priključimo na enosmeren ali izmeničen vir napetosti.

#### 5.3.1. INDUKTIVNOST IN TULJAVE

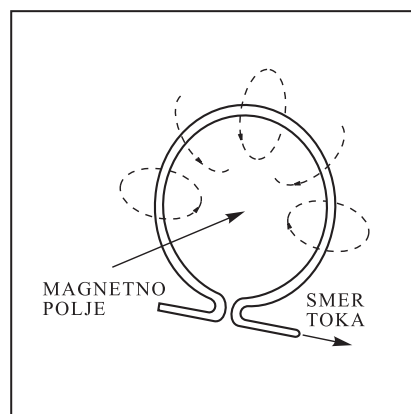
Povedali smo že, da se okoli vodnika, v katerem teče električni tok, ustvari magnetno polje. Smer, kako se polje ovije okoli vodnika, je pogojena s smerjo toka; če obrnemo smer toka se obrne tudi smer magnetnega polja. To dejstvo ponazarja slika 5.3.1.



Slika 5.3.1 Smer električnega toka in magnetnega polja

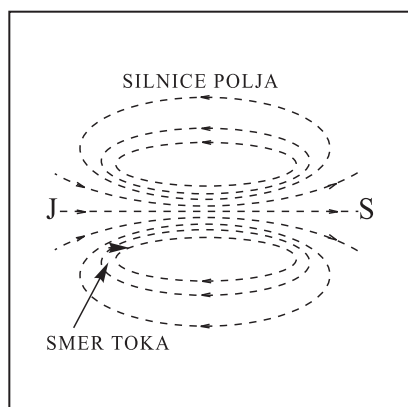
Smer silnic, ki ponazarjajo magnetno polje, Najlaže določimo s pomočjo pravila “desnega vijaka”. Desni vijak je tisti, ki ga privijamo pri vrtenju v desno (v smeri urinih kazalcev). Električni tok naj teče v smeri, ki je enaka gibanju vijaka, ki ga privijamo. Smer silnic je enaka smeri, v katero vrtimo vijak, ki ga privijamo.

Jakost magnetnega polja je odvisna od velikosti toka v vodniku in od oblike vodnika. Večji je tok, močnejše magnetno polje se zgradi okoli vodnika. Oblika vodnika določa lastnost, ki ji pravimo INDUKTIVNOST. Induktivnost tuljave je odvisna od njenih fizičnih dimenzij (premer, dolžina, število ovojev) in od materiala, na katerega je tuljava navita. Pri ravnem vodniku je induktivnost majhna. Če vodnik zvijemo v ovoj (Slika 5.3.2) ali tuljavo, se induktivnost poveča (Slika 5.3.3).



Slika 5.3.2 Magnetno polje ovoja žice

Induktivnost (oziroma tuljavo) v vezjih označimo z veliko črko L. Enota, v kateri merimo induktivnost, je HENRY ali kratko H (Ne zamenjajte z oznako za jakost magnetnega polja!).



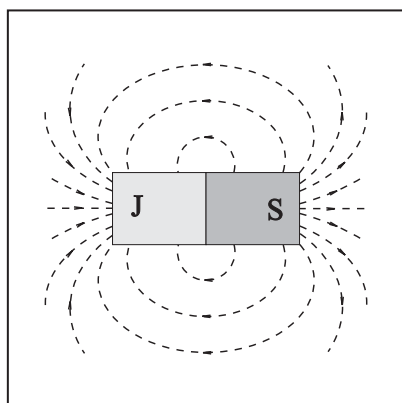
Slika 5.3.3 Magnetno polje v zračni tuljavi

Lastna induktivnost je lastnost elementa, da se upira hitrim spremembam električnega toka. Ko na tuljavo priključimo napetost, preteče nekaj časa, da tok doseže neko končno vrednost. Velja tudi obratno: ko tokokrog prekinemo, je potreben določen čas, da pade vrednost toka na nič. Vzrok za te zamude se skriva v magnetnem polju, ki se mora v prvem primeru formirati in v drugem počasi izginiti. Pri spreminjajočem magnetnem polju pa se v tuljavi inducira napetost, ki je tako polarizirana, da nasprotuje spremembi toka. Zaradi tega tej napetosti pravimo tudi POVRATNA NAPETOST. Induktivnost tuljave je  $1H$ , če se skozi njo spremeni tok za  $1A$  v času  $1s$  in pri tem povzroči, da se inducira povratna napetost  $1V$ .

S podobnim pojavom kot pri induktivnosti se srečamo tudi v mehaniki. Opazujmo kolo - vztrajnik. Potreben je nek čas, da ga poženemo na določene obrate. Ko kolo prenehamo poganjati, potrebuje nekaj časa, da se ustavi.

Tuljava z veliko ovoji bo imela večjo induktivnost kot tuljava z manj ovoji, tudi če sta tuljavi po velikosti enaki. Izkaže se, da se induktivnost povečuje s kvadratom števila ovojev in presekom (premerom) tuljave, zmanjšuje pa z njeno dolžino.

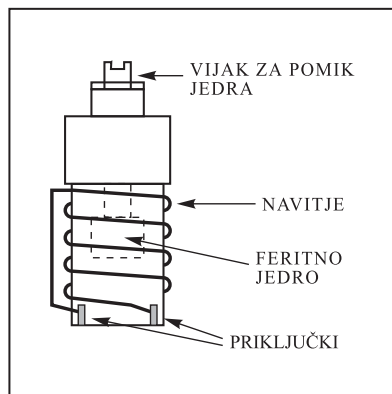
Vidimo, da je magnetno polje, ki se ustvari okoli tuljave, zelo podobno polju okoli trajnega magneta (Slika 5.3.4).



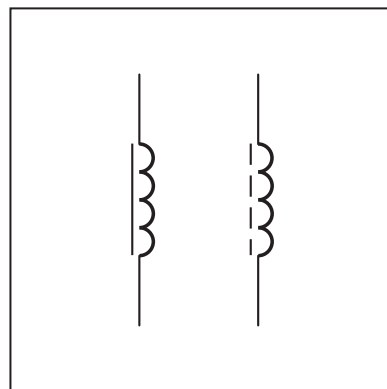
Slika 5.3.4 Magnetno polje trajnega magneta

Velikokrat nam je induktivnost zračne tuljave premajhna. Zaradi tega jo navijemo na posebno jedro, ki lahko zelo poveča induktivnost. Ta jedra so narejena iz železa oziroma za višje frekvence iz posebnih snovi - feritov. FERIT sestavljajo železov prah in razne keramične in druge primesi, ki mu določajo lastnosti. Snovni lastnosti jedra, da poveča induktivnost tuljave, pravimo PERMABILNOST. Zrak ima permabilnost  $1$ . Če tuljavo navijemo na jedro s permabilnostjo  $20$ , ima tuljava dvajsetkrat večjo induktivnost kot ista tuljava brez njega.

Kljub temu, da nam jedra pomagajo dvigniti induktivnost, nam vnašajo izgube. Te se višajo z višanjem frekvence toka, ki teče skozi tuljavo. Inducirana napetost, ki se pojavi na tuljavi, žene po železnem jedru tok, zaradi katerega se jedro segreje - del energije se je pretvoril v toploto. V takem primeru govorimo o izgubah zaradi VRTINČNIH TOKOV. Pomagamo si tako, da železno jedro razbijemo na tanke, med seboj izolirane lističe. Drugo obliko izgub je iskati v dejstvu, da jedro deluje kot vztrajnik; nasprotuje spremembi stanja, v katerem se trenutno nahaja. Del energije magnetnega polja se porablja za preprečevanje te vztrajnosti. V tem primeru govorimo o HISTEREZNIH IZGUBAH.



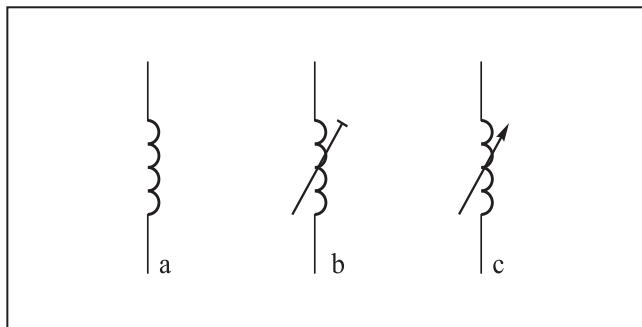
Slika 5.3.5 Tuljava z jedrom



Slika 5.3.6 Simbola za tuljavo z jedrom

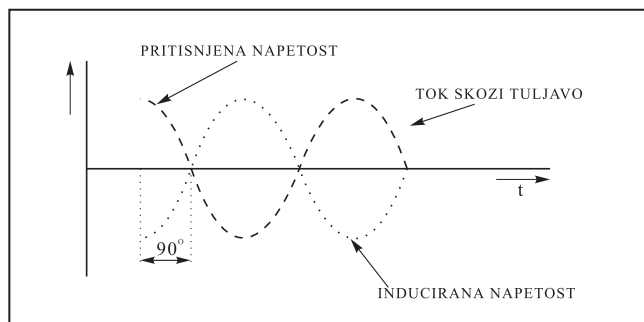
Ker je tuljava sestavljena iz določenega števila ovojev, to ponazarja tudi njen simbol, s katerim jo predstavimo v električnih shemah (Slika 5.3.7). V primeru,

da je tuljava navita na jedru, to ponazarja tudi simbol (Slika 5.3.6). Po izvedbi ločimo stalne, nastavljive in spremenljive tuljave; podobno kot pri uporih.



Slika 5.3.7 Simboli za fiksno (a), nastavljivo (b) in spremenljivo (c) zračno tuljavo

V primeru, da ste podrobno sledili razlagi, ste opazili, da se vedno pojavljata dva pojma: spreminjanje toka in spreminjanje jakosti magnetnega polja. Iz tega je možno sklepati, da induktivnost igra pomembno vlogo v vezjih izmeničnega toka, pri enosmernih tokokrogih pa ne. Res je tako. Višje gremo s frekvenco, pomembnejša postaja induktivnost. V primeru sinusnih signalov se izkaže, da tok v idealni tuljavi vedno zaostaja za napetostjo za  $1/4$  nihaja ali  $90$  stopinj. Pri idealni tuljavi predpostavljamo, da je navita iz žice, ki nima ohmskih izgub. Fazne razmere med napetostjo, tokom in inducirano povratno napetostjo nam podaja diagram na sliki 5.3.8.



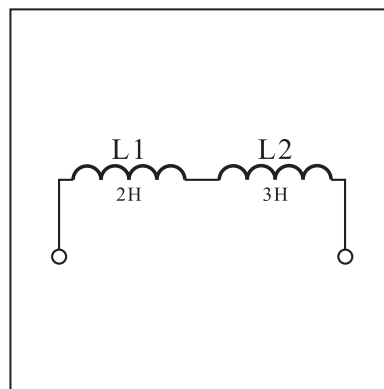
Slika 5.3.8 Fazne razmere med izmenično napetostjo in tokom na idealni tuljavi.

### ZAPOREDNA IN VZPOREDNA VEZAVA TULJAV

Tuljave lahko medsebojno povežemo podobno kot upore. Tudi enačbe so podobne, le  $R$  zamenjamo z  $L$ .

Zaporedna vezava tuljav:

$$L_{\text{skupna}} = L_1 + L_2 + \dots$$



Slika 5.3.9 Zaporedna vezava tuljav

Za primer na sliki 5.3.9 velja:

$$L_{\text{skupna}} = L_1 + L_2 = 2H + 3H = 5H$$

Skupna induktivnost tuljav je torej  $5H$ .

Pri vzporedni vezavi tuljav velja:

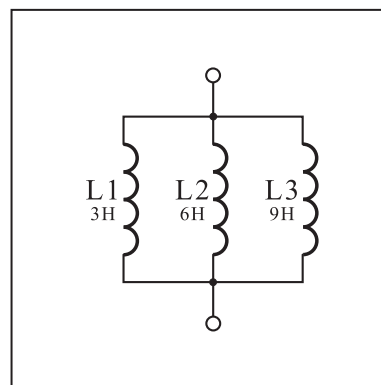
$$\frac{1}{L_{\text{skupna}}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots$$

Po preoblikovanju enačbe dobimo:

$$L_{\text{skupna}} = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots}$$

V primeru na sliki 5.3.10 izračunamo skupno induktivnost takole:

$$L_{\text{skupna}} = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}} = \frac{1}{\frac{1}{3H} + \frac{1}{6H} + \frac{1}{9H}} = \frac{18H}{11} = 1.63H$$



Slika 5.3.10 Vzporedna vezava tuljav

### INDUKTIVNA REAKTANCA

V primeru, ko na čisto induktivnost (brez ohmskih izgub v žici) priključimo generator izmenične napetosti, skozi navitje steče električni tok, ki natanko za  $90$  stopinj ali  $1/4$  nihaja zaostaja za pritisnjeno napetostjo.

Glavni vzrok tega zaostajanja je inducirana povratna napetost. Amplituda inducirane napetosti je odvisna od hitrosti spreminjanja toka, ta pa je proporcionalno odvisna od frekvence in induktivnosti tuljave. Izkaže se, da je odvisnost taka, da z višanjem teh dveh parametrov amplituda toka pada. Zaradi tega lahko definiramo INDUKTIVNO REAKTANCO ali induktivno upornost s sledečo enačbo:

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

$X_L$  - Induktivna reaktanca ( $\Omega$ )

$f$  - Frekvenca (Hz)

$L$  - Induktivnost (H)

$\pi$  - Konstanta (3.1416)

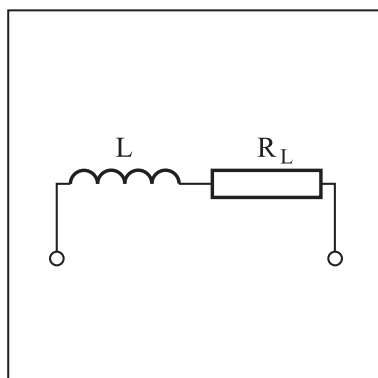
Pri tem je  $X_L$  induktivna reaktanca, ki jo izražamo v ohmih,  $f$  je frekvenca v Hz,  $L$  je induktivnost tuljave v H in  $\pi$  je konstanta. Iz enačbe vidimo, da pri  $f=0$ , torej pri enosmerni napetosti,  $X_L$  ne obstaja, oziroma ima vrednost  $0\Omega$ .

Poudariti pa moramo pomembno dejstvo: Kljub temu, da se nam pri reaktanci vsiljuje primerjava z upornostjo, to ni isto. Klasični (ohmski) upor vedno troši energijo. Pri tuljavi pa ni tako. Energija, ki se v eni polperiodi shrani v magnetnem polju, se v naslednji polperiodi preko inducirane napetosti ponovno vrne v vezje. Tuljava ne troši energije. Vse te predpostavke veljajo za idealno tuljavo brez izgub.

Induktivna reaktanca je torej definirana z upiranjem tuljave pretoku električnega toka in jo izražamo v ohmih. Induktivna reaktanca se večja z višanjem frekvence in induktivnostjo tuljave.

### REALNA TULJAVA

Pri realni tuljavi upoštevamo tudi ohmsko upornost, ki jo predstavlja navita žica (Slika 5.3.11) in jo označimo z  $R_L$ .



Slika 5.3.11 Realna tuljava

Za idealno tuljavo smo rekli, da ne troši energije; kar jo prejme v eni polperiodi, jo bo oddala v drugi.

Sedaj to ni več tako. Na upor se bo del energije porabil - pretvoril se bo v toploto. Zanima nas razmerje med shranjeno in porabljeno energijo v enem ciklu. Temu razmerju pravimo KVALITETA TULJAVE in jo označimo z  $Q$ . Večkrat boste slišali tudi izraz  $Q$ -faktor. Definira ga sledeči izraz:

$$Q = \frac{X_L}{R_L}$$

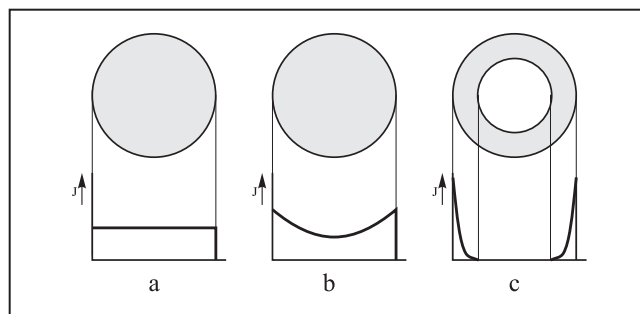
$Q$  - Kvaliteta tuljave

$X_L$  - induktivna reaktanca ( $\Omega$ )

$R_L$  - upornost navitja ( $\Omega$ )

Ker je induktivna reaktanca frekvenčno odvisna, se odvisno od frekvence spreminja tudi  $Q$ -faktor tuljave. Za visoko kvaliteto moramo pri dani reaktanci doseči čim nižjo upornost navitja. Zato tuljavo navijemo z debelo žico.

Izkaže se, da se s frekvenco spreminja tudi upornost žice. Vzrok za to je SKIN EFEKT (skin effect) ali v prevodu "kožni pojav". Problem je predstavljen na sliki 5.3.12.



Slika 5.3.12 Skin efekt

Pri enosmernem toku ( $f=0$ Hz), je gostota električnega toka po celotnem prerezu vodnika enaka (Slika 5.3.12.a). Gostota toka ( $J$ ) je jakost, toka deljena s presekom vodnika. Z višanjem frekvence se izkaže, da se gostota toka v sredini vodnika manjša, ob površini pa se večja (Slika 5.3.12.b). Izgleda enako, kot bi ista količina toka tekla po tanjšem vodniku. Zaradi tega za zelo visoke frekvence uporabljamo posrebrano žico. V skrajnem primeru tuljave navijemo iz posrebrane bakrene cevke, saj v sredini vodnika tako ali tako ne bi tekla tok (Slika 5.3.12.c).

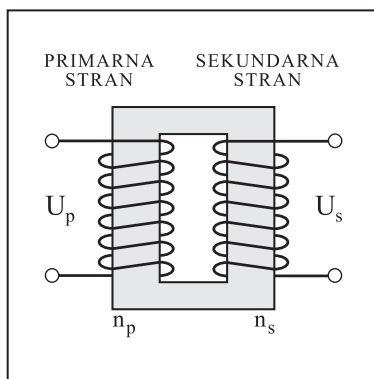
### 5.3.2 TRANSFORMATOR

Do sedaj smo govorili le o lastni induktivnosti tuljav. Kaj pa se zgodi v primeru, ko postavimo tuljavo v spreminjajoče se magnetno polje, ki ga generira druga tuljava? V prvi tuljavi se inducira napetost na podoben način, kot se inducira povratna napetost, ki smo jo



spoznali pri lastni induktivnosti. Ker pa se inducira napetost v prvi tuljavi, vzrok zanjo pa je tok v drugi, govorimo sedaj o MEDSEBOJNI INDUKTIVNOSTI med dvema tuljavama. Velikost medsebojne induktivnosti je odvisna od lastnih induktivnosti tuljav in sklopnega faktorja. Ta faktor je število med 0 in 1 in nam pove, kako močan je sklop in s tem medsebojni vpliv med tuljavama. 0 pomeni, da medsebojnega vpliva ni, 1 pa, da je popoln. Realne vrednosti so nekje vmes med obema mejama. Na velikost sklopnega faktorja vplivata bližina tuljav ter medsebojna lega. Pri vzporednih tuljavah je največji, pri pravokotnih pa minimalen.

Medsebojno induktivnost s pridom izkoriščamo pri električni napravi, ki jo imenujemo TRANSFORMATOR (Slika 5.3.13).



Slika 5.3.13 Transformator

Pri najenostavnejšem transformatorju imamo dve tuljavi, ki ju imenujemo primarna in sekundarna. Primarna tuljava je tista, ki je priključena na vir izmeničnega toka. Izmenični tok povzroči nastanek spreminjajočega magnetnega polja. Ker se v tem polju nahaja tudi druga tuljava - sekundarna, se v njej inducira napetost. Ker želimo, da je medsebojni vpliv čimvečji, sta tuljavi naviti na skupnem jedru, ki je lahko različnih oblik. Pri transformatorjih namesto o tuljavah govorimo o navitjih: PRIMARNO NAVITJE in SEKUNDARNO NAVITJE. Razmerje med napetostjo in tokom na primarju in sekundarju je odvisno od števila ovojev obeh navitij. Zvezi podajata enačbi:

$$\frac{U_P}{U_S} = \frac{n_P}{n_S}$$

$$\frac{I_P}{I_S} = \frac{n_S}{n_P}$$

$U_P$  - napetost primarja (V)

$U_S$  - napetost sekundarja (V)

$I_P$  - tok primarja (A)

$I_S$  - tok sekundarja (A)

$n_P$  - število ovojev primarja

$n_S$  - število ovojev sekundarja

Pri idealnem transformatorju bi bila vhodna moč na primarju enaka izhodni moči na sekundarju.

$$P_P = P_S$$

$P_P$  - moč na primarju (W)

$P_S$  - moč na sekundarju (W)

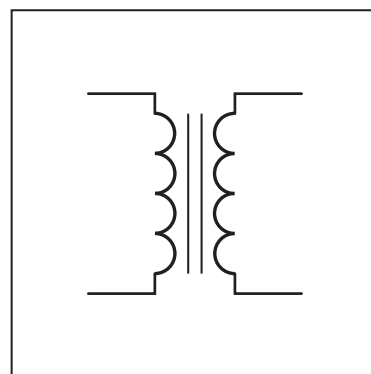
V praksi to ni tako, zato bomo govorili o večjem ali manjšem IZKORISTKU TRANSFORMATORJA ( $\square$ ). Moč sekundarja je enaka moči primarja, pomnoženi z izkoristkom:

$$P_S = \eta \cdot P_P$$

Transformator se običajno uporablja v sledečih primerih:

1. Izoliranje enega dela vezja od drugega (galvanska ločitev); med primarjem in sekundarjem ni direktne povezave,
2. Dviganje ali nižanje napetosti (v napajalnikih),
3. Impedančna transformacija oziroma prilagoditev, kjer za idealni transformator velja zakonitost, da se impedanca bremena na sekundarju preslika v neko novo vrednost na primarni strani transformatorja. Transformacija je odvisna od kvadrata razmerja navojev primarnega in sekundarnega navitja. Kljub temu, da to dobesedno velja le za idealni transformator, je zakonitost uporabna tudi v praksi.

Tudi transformator ima svoj simbol (Slika 5.3.14). Sestavljata ga dve navitji, črti med njima predstavljata skupno kovinsko jedro.

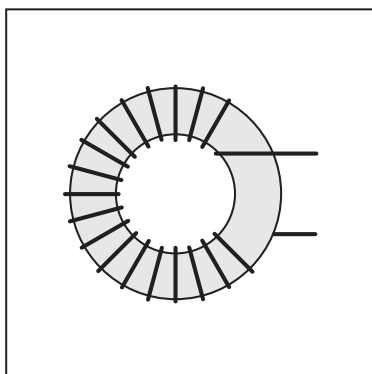


Slika 5.3.14 Simbol za transformator

Jedra so narejena iz različnih materialov glede na frekvenco, za katere uporabljamo transformator. Za frekvenco 50Hz, ki jo ima naše električno omrežje, so jedra narejena iz velikega števila tankih železnih lističev (podobno kot listi pri knjigi). Pri višjih frekvencah je navadno železo neuporabno. Uporabljamo feritna jedra, podobno kot pri tuljavah.

Vedno več se uporabljajo transformatorji, ki so naviti

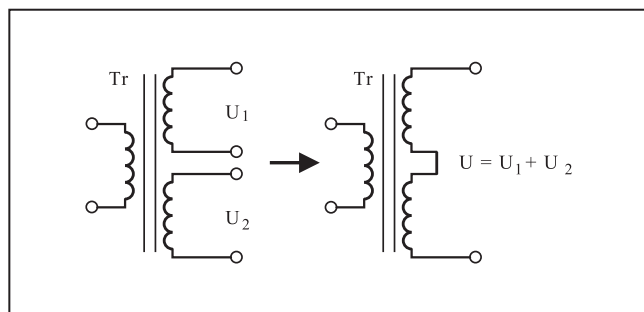
na jedra okrogle oblike in jih imenujemo toroidi. Oblika, vendar zaradi preglednosti le z enim navitjem, je predstavljena na sliki 5.3.15. Prednost teh transformatorjev je v njihovih manjših dimenzijah, ker imajo manjše magnetne izgube, s tem pa boljši izkoristek.



Slika 5.3.15 Navitje na toroidnem jedru

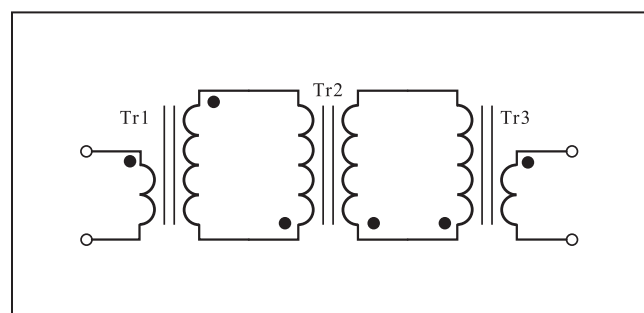
**VEZAVE TRANSFORMATORJEV**

V praksi se veliko uporabljajo transformatorji, ki imajo več sekundarnih navitij. Navitja lahko povežemo v serijo, tako da dobimo na sekundarju višjo napetost (Slika 5.3.16). Pomembno je, za kakšen tok je dimenzionirano posamezno navitje. Dopustni tok je enak dopustnemu toku šibkejšega navitja.



Slika 5.3.16 Zaporedna vezava navitij

Včasih boste tudi opazili vezavo transformatorjev v verigo (Slika 5.3.17). Temu načinu povezave pravimo tudi kaskadna vezava. Pri njej je sekundar prvega transformatorja vezan na primar drugega, sekundar drugega na primar tretjega itd.

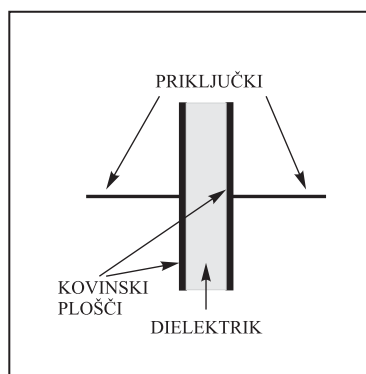


Slika 5.3.17 Kaskadna vezava

Včasih je zaradi faznih razmer pomembno, kateri konec navitja je kam priključen. V takih primerih označimo, kje se navitje začne. To storimo s piko, ki je narisana ob simbolu transformatorja (Slika 5.3.17).

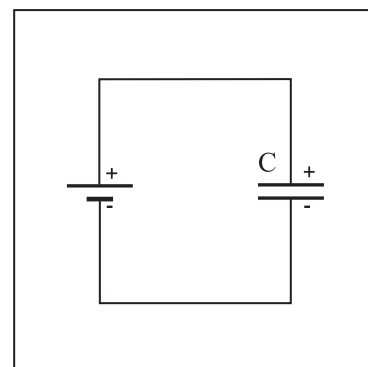
**5.3.3. KAPACITIVNOST IN KONDENZATORJI**

KONDENZATOR je v osnovi sestavljen iz dveh kovinskih plošč, ki sta blizu skupaj, vendar se ne stikata. Med njima je izolator ali dielektrik. IZOLATOR je lahko zrak ali katera druga snov. Na vsako ploščo je privarjen priključek, ki služi za povezavo kondenzatorja v vezje (Slika 5.3.18). Kondenzator je električni element, ki je sposoben shranjevati energijo in jo vračati nazaj v vezje - podobno kot pri tuljavi. Razlika je ta, da je energija v kondenzatorju shranjena v obliki električnega naboja, ki povzroči električno polje.



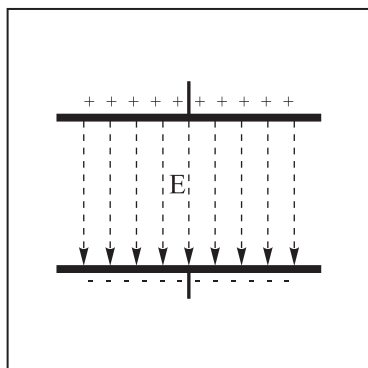
Slika 5.3.18 Kondenzator

Oglejmo si vezavo na sliki 5.3.19. V trenutku, ko na kondenzator priključimo baterijo, v spodnjo ploščo pričnejo potovati elektroni iz negativnega pola baterije. Hkrati iz zgornje plošče začnejo odtekati elektroni proti pozitivnemu polu baterije. Med ploščama začne nastajati potencialna razlika (napetost). Proces se ustavi, ko na zgornji plošči, ki postaja vedno bolj pozitivna, ni več prostih elektronov, ki bi lahko odtekli. Ko je proces končan, ugotovimo, da je napetost na kondenzatorju enaka napetosti baterije. Iz povedanega vidimo, da se najprej pojavi tok elektronov (električni tok), ki povzroči nastanek in naraščanje napetosti med ploščama. Zaradi tega pravimo, da pri kondenzatorju tok prehitveva napetost.



Slika 5.3.19 Preprosta vezava kondenzatorja

Med ploščama, ki sta nabiti ena na pozitivno, druga na negativno vrednost, nastane električno polje, ki ga ponazorimo s silnicami. Polje obstaja tako dolgo, dokler je med ploščama razlika v električnem potencialu, z drugimi besedami električna napetost.

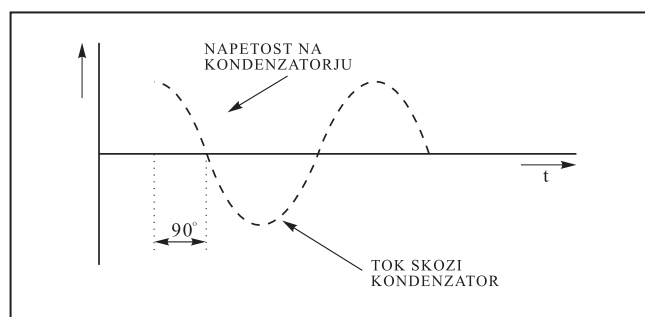


Slika 5.3.20 Električno polje med ploščama kondenzatorja

Sedaj kondenzator odklopimo z baterije. Napetost nek čas ostane konstantna, nato počasi začne padati. To je posledica dejstva, da noben dielektrik ni idealen. Elektroni s plošče, ki je negativno nabita, začno počasi uhajati proti pozitivni plošči. Pojavi se električni tok, ki ni zaželen. V elektrotehniko mu rečemo prečni ali tudi izgubni tok.

Potencialna razlika se začne manjšati, s tem pa slabi tudi električno polje med ploščama. Če obe plošči povežemo z žico (kratko sklenemo), višek elektronov v trenutku steče iz spodnje plošče preko žice na zgornjo ploščo. Pravimo, da smo kondenzator spraznili ali razelektrili.

Iz naštetega vidimo, da v vezju teče električni tok kljub temu, da je vezje prekinjeno; med ploščama je razmik. Vendar tok teče le v trenutkih, ko se plošče polnijo oziroma izgubljajo naboj. Ta čas je običajno kratek. Skozi kondenzator ne more biti stalnega električnega toka, če nanj priključimo vir enosmerne napetosti.



Slika 5.3.21 Fazne razmere med izmenično napetostjo in tokom pri kondenzatorju

Drugače je pri izmeničnem toku, kjer plošče ne prestando spreminjajo polariteto; električni tok teče ves čas, najprej v eno, nato v drugo smer. Zaradi tega bomo

kondenzatorje srečevali v zvezi z izmeničnim tokom, podobno kot tuljave. V primeru sinusnega električnega toka se izkaže, da tok fazno prehiteva napetost za 90 stopinj ali  $1/4$  nihaja (Slika 5.3.21).

KAPACITIVNOST je lastnost kondenzatorja, da kopiči električni naboj ob hkratnem povečevanju svoje napetosti. Matematično gledano je kapacitivnost sorazmernostni koeficient med električnim nabojem  $q$  in električno napetostjo  $U$ :

$$q = C U \text{ oziroma } C = \frac{q}{U}$$

$C$  – kapacitivnost

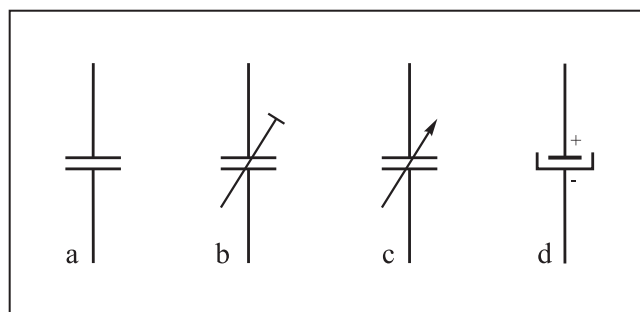
$q$  – električni naboj

$U$  – električna napetost

Kapacitivnost označimo s  $C$ , merimo pa z enoto Farad, ki ima oznako F. Farad je zelo velika enota, zato se v praksi uporabljajo manjše vrednosti: mikrofarad ( $\mu\text{F}$ ), nanofarad (nF) in pikofarad (pF).

Od česa je odvisna kapacitivnost? Kapacitivnost povečamo z večanjem površine plošč, pri čemer si lahko pomagamo z dodajanjem plošč. Kondenzator, ki ima večjo kapacitivnost, lahko shrani več naboja in s tem več energije. Z manjšanjem razdalje med ploščami se kapacitivnost povečuje in obratno. Kondenzator z bolj razmaknjenimi ploščami ima manjšo kapacitivnost. Pri najenostavnejših kondenzatorjih je dielektrik zrak - govorimo o zračnih kondenzatorjih. Vendar obstajajo materiali, ki povečajo kapacitivnost v primeru, da jih uporabimo za dielektrik. Pravimo, da imajo višjo dielektrično konstanto kot zrak.

Opozorimo naj še na dejstvo, da se kapacitivnost kondenzatorja spreminja v odvisnosti od temperature. Vzrok je v dielektriku, ki se mu s temperaturo spreminja dielektrična konstanta. Nekaterim se spreminja bolj, drugim manj. Nekaterim kapacitivnost s temperaturo raste, drugim pada, kar predstavlja problem pri konstrukciji vezij. Pomagamo si tako, da vežemo skupaj kondenzatorje z različnimi temperaturnimi koeficienti, tako da se temperaturni vplivi medsebojno kompenzirajo.



Slika 5.3.22 Simboli za stalni (a), nastavljivi (b), spremenljivi (c) in elektrolitski (d) kondenzator

V elektrotehnik in elektroniki poznamo več delitev kondenzatorjev. Po eni od njih jih delimo na stalne, nastavljive in spremenljive (podobno kot pri uporih); po drugi po vrsti dielektrika: zračni, sljudni, papirni, keramični, elektrolitski itd. Od dielektrika je odvisno, kakšne lastnosti ima kondenzator.

Posebno bi omenil elektrolitske kondenzatorje. Njihova značilnost je, da imajo kljub majhnemu ohišju sorazmerno veliko kapacitivnost. Pomembno je, kako jih v vezje priključimo, zato imajo označene priključke z + in -. Polaritete ne smemo zamenjati.

**DELOVNA NAPETOST KONDENZATORJA**

Ko na kondenzator priključimo napetost, so zaradi električnega polja med ploščama elektroni, ki so vezani v atomih dielektrika, podvrženi velikim silam. Dielektrik je izolator, zato v nasprotju s kovino nima prostih elektronov. Elektrone pa lahko umetno ustvarimo, če nanje vplivamo z dovolj veliko silo, ki jih odtrga iz atoma. V takem primeru, ko nastane dovolj prostih elektronov, ki so zmožni prevajati električni tok, pravimo, da izolator prebije. Ta preboj se izvrši pri dovolj visoki napetosti, ki ji pravimo prebojna napetost. Pojava ne smemo enačiti ali zamenjati z izgubnim tokom kondenzatorja!

Prebojna napetost izolatorja je odvisna od njegove kemijske sestave in debeline. Debelejši izolator prenese večje napetostne obremenitve od tanjšega. Kondenzatorji, ki prebijejo, so neuporabni, saj predstavljajo kratek stik tudi za enosmerne tokove. Izjema so zračni kondenzatorji, saj je zrak obnovljiv dielektrik. Preboj zračnega kondenzatorja je opazen kot iskra med ploščama. Ko napetost znižamo, iskra izgine in kondenzator je ponovno uporaben.

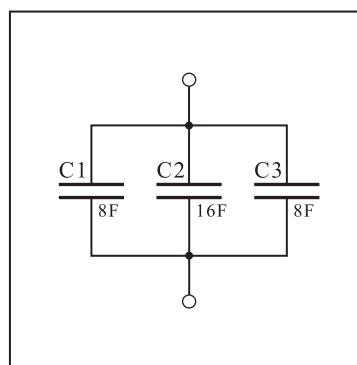
Kondenzatorji imajo na ohišju napisano delovno napetost. To je napetost, ki dielektrika ne bo poškodovala. V nobenem primeru ne uporabljajmo kondenzatorja pri višji napetosti.

**VZPOREDNA IN ZAPOREDNA VEZAVA KONDENZATORJEV**

Enačbe za izračun skupne kapacitivnosti vzporedno in zaporedno vezanih kondenzatorjev so podobne, vendar nasprotno enačbam za vezavo tuljav in uporov.

Pri vzporedni vezavi kondenzatorjev je skupna kapacitivnost enaka vsoti posameznih kapacitivnosti (površine plošč se seštevajo).

$$C_{skupna} = C_1 + C_2 + \dots$$



Slika 5.3.23 Vzporedna vezava kondenzatorjev

Izračun skupne kapacitivnosti za primer na sliki 5.3.23 se glasi:

$$C_{skupna} = C_1 + C_2 + C_3 = 8F + 16F + 8F = 32F$$

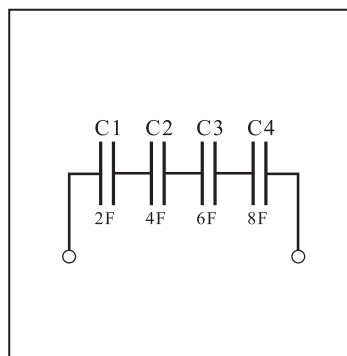
Skupno kapacitivnost zaporedno (serijsko) vezanih kondenzatorjev izračunamo podobno kot skupno upornost vzporedno vezanih uporov:

$$\frac{1}{C_{skupna}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$$

$$C_{skupna} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots}$$

Primer na sliki 5.3.24 rešimo takole:

$$C_{skupna} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4}} = \frac{1}{\frac{1}{2F} + \frac{1}{4F} + \frac{1}{6F} + \frac{1}{8F}} = \frac{24F}{25} = 0.96F$$



Slika 5.3.24 Zaporedna vezava kondenzatorjev

**KAPACITIVNA REAKTANCA**

Količina električnega naboja, ki ga shranimo v kondenzatorju, je odvisna od njegove kapacitivnosti in pritisnjene napetosti. Naboj se premika v ritmu ni-

hanja pritisnjene napetosti: v kondenzator in spet iz njega. Vemo, da naboju, ki se giblje, rečemo električni tok. Tok skozi kondenzator raste odvisno od amplitude pritisnjene napetosti, frekvence s katero niha in kapacitivnosti kondenzatorja. V primeru, da združimo frekvenco in kapacitivnost v eno veličino, ki ji rečemo kapacitivna reaktanca ( $X_C$ ), pridemo do podobnosti z upornostjo v Ohmovem zakonu. Kapacitivna reaktanca za kondenzator je definirana:

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

$X_C$  - kapacitivna reaktanca ( $\Omega$ )

$f$  - frekvenca (Hz)

$C$  - kapacitivnost (F)

$\pi$  - konstanta (3.1416)

$X_C$  izražamo v ohmih. Vidimo, da je pri  $f=0$ Hz (enosmerna napetost) vrednost kapacitivne reaktance neskončno velika; tok ne more teči, z višanjem frekvence pa se njena vrednost zmanjšuje.

Podobno kot pri induktivni reaktanci, se tudi v idealnem kondenzatorju ne troši nobena moč; energija, ki se je shranila v eni polperiodi, se vrne nazaj v vezje v drugi polperiodi.

### 5.3.4. REAKTANCA, IMPEDANCA IN RESONANCA

#### REAKTANCA

Do sedaj smo govorili ločeno o induktivni in kapacitivni reaktanci. V praktičnih vezjih se pojavijo kombinacije obeh. Zato v praksi raje govorimo kar o reaktanci, ki pa ima lahko KAPACITIVNI ali INDUKTIVNI ZNAČAJ. Kako je s tem? Spomnimo se:

- Vrednost induktivne reaktance se z naraščanjem frekvence povečuje;
- Vrednost kapacitivne reaktance se z naraščanjem frekvence zmanjšuje.

Iz tega vidimo, da se med seboj odštevata. Prevladata, ki je pri določeni frekvenci večja. Zaradi tega govorimo o njenem kapacitivnem oziroma induktivnem značaju. Reaktanco označimo z  $X$  in jo tudi izražamo v ohmih ( $\Omega$ ). Za izmenične napetosti, tokove in reaktanco lahko napišemo enačbe Ohmovega zakona, ki so po obliki zelo podobne enačbam za enosmerne veličine:

$$U = X \cdot I$$

$$I = \frac{U}{X}$$

$$X = \frac{U}{I}$$

$U$  - električna napetost (V)

$I$  - električni tok (A)

$X$  - reaktanca ( $\Omega$ )

V primeru, da na generator priključimo ohmsko breme, se na upor troši moč. Energija se spreminja iz električne v toplotno, zato se upor segreva. Pri reaktancah je drugače. Na reaktančnih bremenih ne more priti do izgube moči, saj se energija neprestano pretaka med vezjem in poljem, ki ga reaktanca povzroča. Matematično lahko to "neporabljeno" moč izračunamo. Imenujemo jo jalova moč. To je moč, ki se ne porabi za koristno delo (segrevanje).

#### IMPEDANCA

Vsa praktična vezja vsebujejo tako reaktance kot ohmske upornosti. Skupni vpliv obeh dejavnikov na razmerje med izmeničnim tokom in napetostjo imenujemo z drugo besedo impedanca. Impedanco označimo z  $Z$  in jo tudi merimo z ohmi. Impedanca je bolj splošen pojem kot sta reaktanca in upornost vsaka zase. Celo več: O impedanci lahko govorimo tudi pri vezjih, ki vsebujejo samo ohmske upornosti ali pa reaktance. Impedanco predstavimo kot kompleksno število; realni del števila predstavlja ohmsko upornost, imaginarni del (člen z  $j$ ) pa reaktanco:

$Z = R + jX$  impedanca, ki jo sestavljata upornost  $R$  in reaktanca induktivnega značaja;

$Z = R - jX$  impedanca, ki jo sestavljata upornost  $R$  in reaktanca kapacitivnega značaja.

Z impedancami lahko računamo podobno kot z upornostmi. Za njih lahko napišemo enačbe Ohmovega zakona, jih vezemo serijsko ali paralelno in podobno. Razlika je le ta, da so matematične operacije nekoliko bolj zahtevne, saj se spustimo na področje kompleksnega računa, to pa presega obseg te snovi.

#### RESONANCA

Malo prej smo spoznali, da je impedanca v splošnem sestavljena iz realnega dela, ki ga predstavlja ohmska upornost, in iz imaginarnega dela, ki je predstavljen z reaktanco. Prav tako smo se seznanili, da je značaj reaktance odvisen od vrednosti induktivne in kapacitivne reaktance. Prispevek teh dveh reaktanc je odvisen od frekvence. Iz tega lahko sklepamo, da obstaja neka

frekvenca, pri kateri se vrednost kapacitivne reaktance izenači z vrednostjo induktivne reaktance in zaradi tega izniči.

$$X_C = X_L$$

$$\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

Iz te relacije lahko izrazimo frekvenco:

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Frekvenci, pri kateri je vrednost induktivne reaktance enaka vrednosti kapacitivne reaktance, pravimo **RESONANČNA FREKVENCA**, pojavu pa **RESONANCA**. Ker se reaktanci medsebojno odštejeta, je skupna vrednost reaktance enaka 0.

$$X_C = X_L$$

$$X = X_C - X_L = 0$$

Izraz za impedanco v primeru resonance se glasi:

$$Z = R + j0 = R$$

lahko pa tudi:

$$Z = R - j0 = R$$

Vidimo, da je v resonanci impedanca kar enaka realni upornosti vezja, hkrati pa tudi, da ohmska upornost vezja na resonančno frekvenco ne vpliva.

## 5.4. FILTRI

Električni filtri so vezja, ki prepuščajo izmenične tokove določenih frekvenc, medtem ko tokove drugih frekvenc zelo oslabijo ali pa jih sploh ne prepuščajo. V osnovi so filtri sestavljeni iz pasivnih elementov (kondenzatorjev, tuljav in uporov).

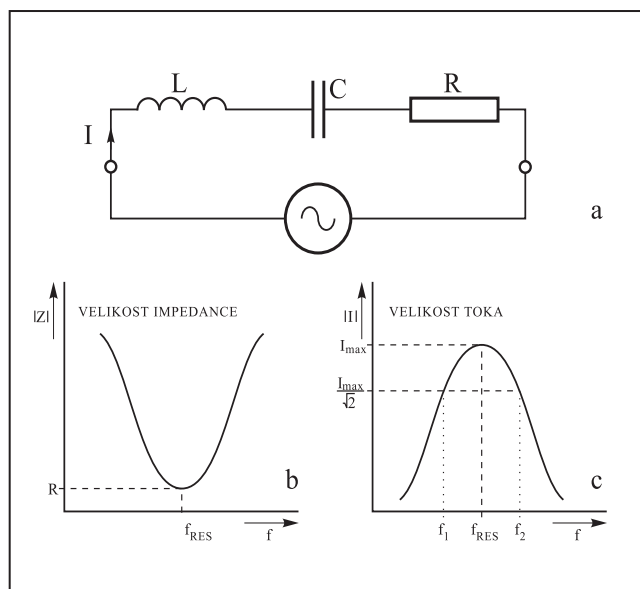
Ker je impedanca reaktančnih elementov frekvenčno odvisna, predstavlja tuljava za tokove nizkih frekvenc zelo malo impedanco ("upornost"), medtem ko je za tokove visokih frekvenc impedanca zelo velika. Kondenzator ima veliko impedanco pri nizkih frekvencah in zelo malo impedanco pri visokih frekvencah. Tuljava torej na splošno dobro prepušča tokove nizkih frekvenc, medtem ko kondenzator dobro prepušča tokove visokih frekvenc. Zaporedna vezava kondenzatorja in tuljave (zaporedni nihajni krog) dobro prepušča tokove le tistih frekvenc, ki so v bližini resonančne frekvence, medtem ko vzporedna vezava tuljave in kondenzatorja

(vzporedni nihajni krog) zelo oslabi tokove frekvenc, ki so blizu resonančne frekvence. Z ustrežno kombinacijo omenjenih elementov lahko torej naredimo filter, ki dobro prepušča tokove želenih frekvenc, tokove ostalih frekvenc pa čimbolj oslabi.

Zgoraj smo že omenili zaporedni in vzporedni nihajni krog. Poglejmo si ju bolj podrobno.

### 5.4.1. ZAPOREDNI NHAJNI KROG

Slika 5.4.1.a prikazuje zaporedni nihajni krog, ki je sestavljen iz tuljave, kondenzatorja in upora (upor navadno predstavlja predvsem upornost žice, iz katere je navita tuljava). Vsi elementi so vezani zaporedno (eden za drugim), zato tudi ime zaporedni nihajni krog. Če na takšno vezje priključimo generator izmenične napetosti, ki mu lahko frekvenco spreminjamo v zadosti velikem frekvenčnem območju, opazimo, da se vrednost toka, ki teče skozi nihajni krog, spreminja s spreminjanjem frekvence generatorja. Pri zelo nizkih frekvencah je impedanca zaporednega nihajnega kroga zelo velika (skozi vezje teče zelo majhen tok) predvsem na račun kapacitivne reaktance, pri zelo visokih frekvencah pa je zelo velika zaradi induktivne reaktance. Impedanca je najmanjša takrat, ko je kapacitivna reaktanca enaka induktivni. V tem primeru je impedanca kar enaka upornosti R. Frekvenca, pri kateri se to zgodi, se imenuje **RESONANČNA FREKVENCA**, pojav pa **RESONANCA**.



Slika 5.4.1 Zaporedni nihajni krog (a), impedančna resonančna krivulja (b) in tokovna resonančna krivulja (c)

Potek velikosti impedance v odvisnosti od frekvence generatorja (impedančno **RESONANČNO KRI-VULJO**) prikazuje slika 5.4.1.b, potek velikosti toka

v odvisnosti od frekvence (tokovno RESONANČNO KRIVULJO) pa slika 5.4.1.c.

Vezje je torej v resonanci takrat, ko je kapacitivna reaktanca enaka induktivni. Resonančno frekvenco lahko zato izračunamo po formuli

$$f_{RES} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

KVALITETO nihajnega kroga opišemo s Q faktorjem, ki je v splošnem definiran kot razmerje med energijo, ki je shranjena v nihajnem krogu, in močjo, ki se v tistem trenutku izgublja (rezultat še pomnožimo s krožno frekvenco, da dobimo število brez enote). Energija se v nihajnem krogu shranjuje v tuljavi in v kondenzatorju, izgublja (porablja) pa se na upor. Zato lahko Q faktor matematično zapišemo kot:

$$Q = \frac{X_L}{R} \quad \text{ali} \quad Q = \frac{X_C}{R}$$

$Q$  – kvaliteta

$X_L$  – velikost induktivne reaktance

$X_C$  – velikost kapacitivne reaktance

$R$  – upornost

Pasovno širino nihajnega kroga definiramo kot frekvenčni pas okoli resonančne frekvence, kjer vrednost toka ne pade pod  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  vrednosti toka (približno 0.7071) pri resonančni frekvenci, oziroma se ne zmanjša za 3 dB. Na sliki 5.4.1.c je to frekvenčni pas med frekvencama  $f_1$  in  $f_2$ .

$$B = f_2 - f_1$$

$B$  – pasovna širina

$$f_1 - \text{nižja frekvenca od } f_{RES}, \text{ kjer je } I = \frac{I_{MAX}}{\sqrt{2}}$$

$$f_2 - \text{višja frekvenca od } f_{RES}, \text{ kjer je } I = \frac{I_{MAX}}{\sqrt{2}}$$

Čim ožja je resonančna krivulja, tem manjša je pasovna širina nihajnega kroga in tem večji je njegov Q faktor. Q faktor in pasovna širina sta povezana, in sicer po formuli

$$Q = \frac{f_{RES}}{B} = \frac{f_{RES}}{f_2 - f_1}$$

Napetosti na reaktančnih elementih (na kondenzatorju in na tuljavi) sta v stanju resonance po velikosti enaki, vendar sta med sabo 180 stopinj fazno zamaknjeni. Ti dve napetosti sta za Q-krat večji od napetosti na sponkah vezja.

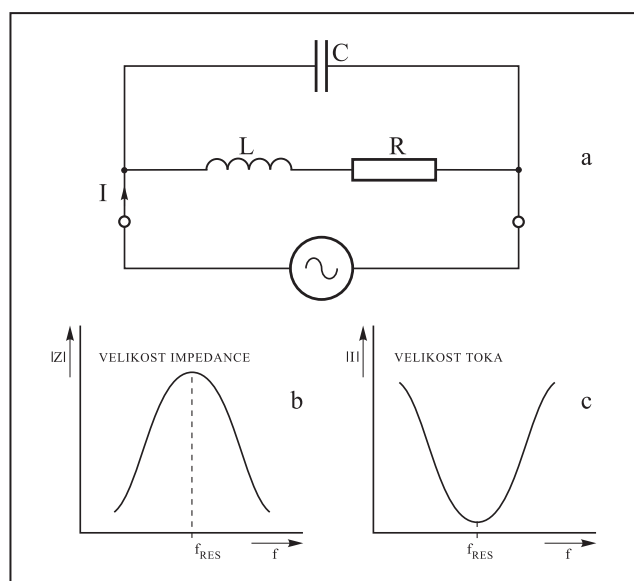
Q faktor realnega nihajnega kroga s kondenzatorjem in tuljavo razumljivih dimenzij je navadno okoli 100. To pomeni, da je lahko v tem primeru napetost na reaktančnem elementu 100 krat višja od napetosti na sponkah!

## 5.4.2. VZPOREDNI NIHAJNI KROG

Slika 5.4.2.a prikazuje vzporedni nihajni krog, ki je sestavljen iz vzporedne vezave kondenzatorja in tuljave. Tuljavi še zaporedno vežemo upor, ki predstavlja predvsem ohmske izgube v žici, s katero je tuljava navita. Pri zelo nizkih in zelo visokih frekvencah je impedanca tega vezja zelo majhna, največjo vrednost pa doseže pri resonančni frekvenci. Seveda bo tok skozi to vezje pri resonančni frekvenci dosegel najmanjšo vrednost.

Potek velikosti impedance v odvisnosti od frekvence generatorja (impedančno RESONANČNO KRIVULJO) prikazuje slika 5.4.2.b, potek velikosti toka v odvisnosti od frekvence (tokovno RESONANČNO KRIVULJO) pa slika 5.4.2.c.

Enačbe za resonančno frekvenco, pasovno širino in Q faktor zaporednega nihajnega kroga veljajo tudi za vzporedni nihajni krog.



Slika 5.4.2 Vzporedni nihajni krog (a), impedančna resonančna krivulja (b) in tokovna resonančna krivulja (c)

Čeprav je velikost toka skozi celotno vezje v resonanci majhna, je velikost toka skozi posamezne veje, torej skozi kondenzator in skozi tuljavo, lahko precej večja od velikosti toka skozi celotno vezje (ta tok je namreč vektorska vsota tokov posameznih vej). Tok skozi reaktančni element je v resonanci za Q krat večji od toka skozi celotno vezje.

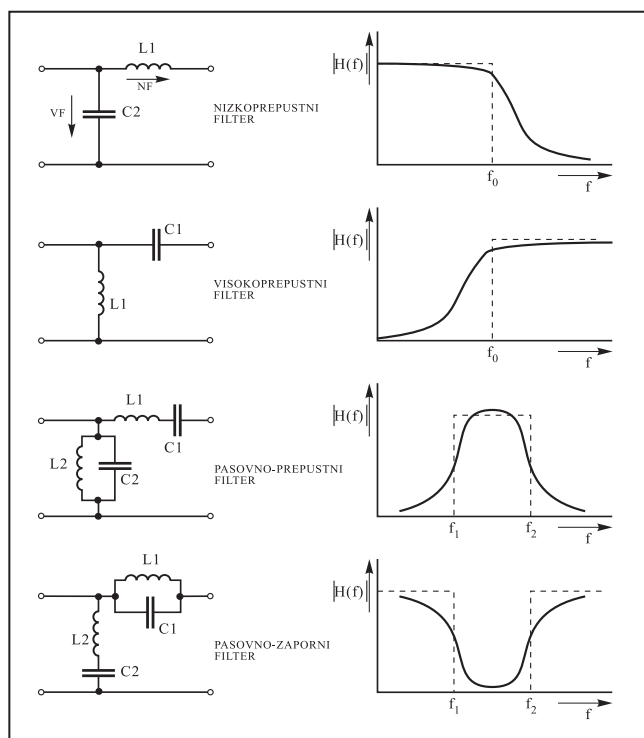
Q faktor realnega nihajnega kroga s kondenzatorjem in tuljavo razumljivih dimenzij je navadno okoli 100. To pomeni, da je lahko v tem primeru tok skozi reaktančni element 100 krat večji od toka skozi celotno vezje!

### 5.4.3. VRSTE FILTROV

Filtre delimo po različnih merilih. Zelo pomembno merilo je frekvenčni pas, ki ga filter prepušča. Po tej delitvi ločimo štiri vrste filtrov :

1. Nizko-prepustni filter (prepušča samo frekvence do določene mejne frekvence, vseh višjih od mejne pa ne);
2. Visoko-prepustni filter (prepušča frekvence, ki so višje od mejne frekvence, nižjih pa ne);
3. Pasovno-prepustni filter (prepušča samo določen frekvenčni pas od spodnje do zgornje mejne frekvence);
4. Pasovno-zaporni filter (ne prepušča frekvenc od spodnje do zgornje mejne frekvence, ostale pa).

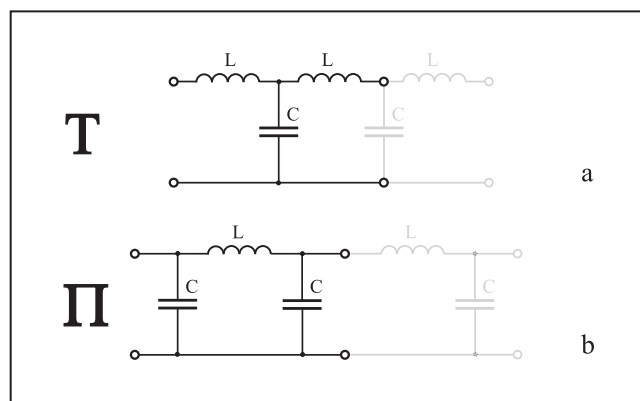
Obnašanje filtra lahko opišemo z njegovo prenosno funkcijo, ki nam pove, kako vpliva filter na amplitudo in fazo vhodnega signala. Zanima nas predvsem velikost prenosne funkcije kot funkcija frekvence (AMPLITUDNI FREKVENČNI ODZIV), iz katere lahko razberemo, katere frekvence filter prepušča, katere pa slabi. Kar se tiče faznega odziva, je na tem mestu dovolj, da povemo, da vsak filter povzroči fazni zasuk. Izhodni signal je torej po filtriranju vedno fazno zamaknjen glede na vhodnega.



Slika 5.4.3 Vrste filtrov in njihove prenosne funkcije (amplitudno – frekvenčni odziv)

Slika 5.4.3 prikazuje preproste izvedbe nizko prepustnega, visoko prepustnega, pasovno-prepustnega in pasovno-zapornega filtra ter primere njihovih amplitudnih odzivov. Črtkano so narisani idealni amplitudni odzivi omenjenih filtrov, ki pa jih ni mogoče doseči. Idealnim odzivom se lahko le bolj ali manj približamo z ustrezno izvedbo filtra. Kar dober približek lahko dosežemo z uporabo Butterworthovih filtrov, še boljšega z uporabo Chebyshevjevih filtrov in najboljšega z uporabo eliptičnih filtrov. Še bolj kot izvedba je za dober približek amplitudnega odziva pomemben RED FILTRA. Red filtra je enak številu reaktančnih elementov v filtru. Višji kot je red filtra, bolj se amplitudni odziv približuje idealnemu.

V radioamaterski praksi se pogosto uporabljata T in  $\Pi$  (pi) izvedbi filtrov. Slika 5.4.4.a prikazuje nizko-prepustni filter tipa T, slika 5.4.4.b pa nizko-prepustni filter tipa  $\Pi$ .



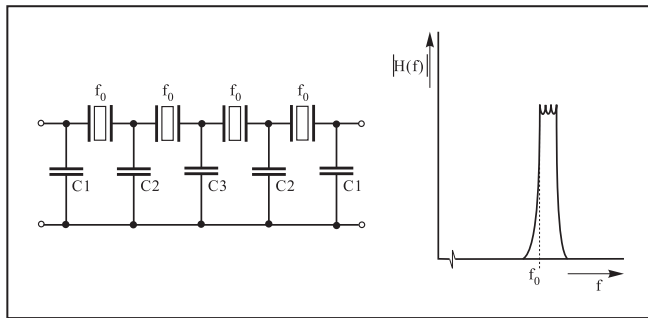
Slika 5.4.4 Izvedba nizko prepustnega T (a) in  $\Pi$  (b) filtra

Za izvedbo zelo ozkih pasovno-prepustnih ali pa pasovno-zapornih filtrov uporabljamo nihajne kroge (resonatorje) z zelo veliko kvaliteto (Q faktorjem). V ta namen se zato uporabljajo mehanski resonatorji, ki dosegajo zelo veliko kvaliteto. Takšni primerni resonatorji so ploščice iz piezoelektrične snovi, še posebej ploščice KREMENOVEGA KRISTALA. Ploščica kremenovega kristala je mehansko nihalo (resonator), ki lahko niha na različne načine in ima tudi zelo veliko resonančnih frekvenc. Pogosto ima ploščica obliko diska, na katerega sta na obeh straneh simetrično nparjeni kovinski elektrodi. Takšen disk lahko niha na svoji osnovni frekvenci ter na mnogokratnikih osnovne frekvence (na overtonskih frekvencah), vendar zaradi simetrične namestitve elektrod obstaja električni sklop samo z lihimi overtonskimi frekvencami.

Resonančne pojave v kremenovem kristalu izkoristimo za izdelavo pasovno-prepustnih in pasovno-zapornih KRISTALNIH FILTROV. Slika 5.4.5 prikazuje



pasovno-prepustni kristalni filter, narejen s kristali z enako nazivno resonančno frekvenco, ter njegov amplitudni frekvenčni odziv.

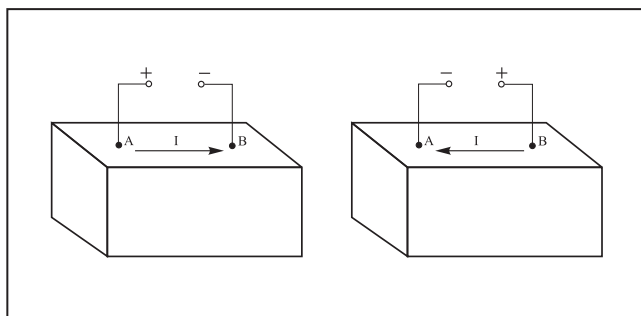


Slika 5.4.5 Kristalni filter

## 5.5. POLPREVODNIKI

### 5.5.1. POLPREVODNIK

Do sedaj smo spoznali dve vrsti materialov: prevodnike in izolatorje. Pri prevodnikih električni tok teče po celi dolžini prevodnika od točke A do točke B ali obratno, odvisno od polaritete napetosti, pritisnjene na ti dve točki (Slika 5.5.1).



Slika 5.5.1 Električni tok v prevodniku

Pri izolatorju tok seveda ne teče. Obstaja pa še tretji material - polprevodnik. Po imenu naj bi sodil prav vmes med prevodnike in izolatorje. Polprevodniki so snovi s specifično upornostjo med  $10^{-4}$  in  $10^7 \Omega/\text{m}$ , ki pa je zelo odvisna od temperature. V nasprotju s kovinami se upornost polprevodnikov zmanjšuje, če višamo temperaturo (NTK). Prav tako je upornost polprevodnikov odvisna od primesi v čistem kristalu, ki že v neznatnih količinah močno spremenijo upornost. Te lastnosti so skrite v kristalni zgradbi in jih s pridom izkoriščamo pri izdelavi polprevodniških elementov.

Tipična predstavnika polprevodnikov sta germanij (Ge) in silicij (Si), pri čemer se v zadnjem času uporablja predvsem silicij, tako zaradi stabilnosti in uporabnosti kot tudi cene. Oba tvorita atomsko kristalno zgradbo.

### 5.5.2. POLPREVODNIK S PRIMESMI

Čisti polprevodnik v kristalni obliki zelo slabo prevaja električni tok. Za primer si pogledjmo silicij, ki je štirivalenčen. Če dodamo petvalenčne atome, kot so fosfor, arzen ali antimon, le-ti zasedejo mesto silicija. Štirje valenčni elektroni se vežejo s sosednjimi silicijevimi atomi, peti valenčni elektron pa ostane prost. Ker pa ima izredno majhno vezalno energijo, ga že majhna dovedena energija odtrga in za sabo pusti ioniziran atom z električnim nabojem  $+q$ . V normalnih razmerah so v siliciju vsi petvalenčni atomi ionizirani, prosti elektroni pa povečujejo koncentracijo prostih elektronov v prevodnem pasu polprevodnika. Primesi petvalenčnih atomov dodajajo torej polprevodniku proste elektrone, zato se take primesi imenujejo donatorji. Ker pri polprevodniku s primesmi donatorjev prevladujejo elektroni, se tak tip polprevodnika imenuje **N-tip polprevodnika**.

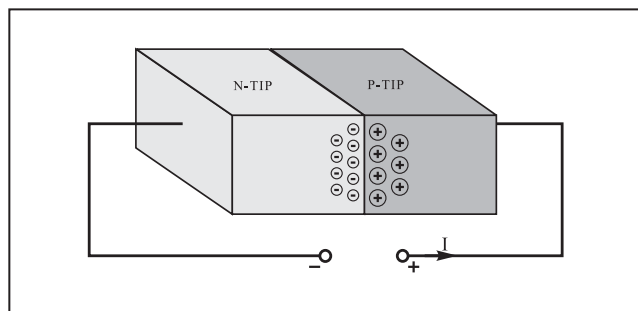
Kaj pa se zgodi, če siliciju namesto petvalenčnih primesi dodamo trivalenčne atome bora, aluminija, galija ali indija? Tu se trije atomi vežejo v valenčne vezi, četrta valenčna vez pa manjka, tako, da že pri majhnih dovedenih energijah pade v tako vrzel elektron iz okolice. Le-ta za sabo pusti gibljivo vrzel z nabojem  $+q$ , v sami kristalni zgradbi pa ostane ioniziran atom primesi z nabojem  $-q$ .

Ker primesi trivalenčnih atomov povečajo koncentracijo vrzeli s sprejemanjem elektronov iz okolice, se imenujejo akceptorji. V polprevodniku z akceptorji prenašajo električni tok pretežno premiki vrzeli, zato se tak polprevodnik imenuje P tip polprevodnika.

### PN SPOJ

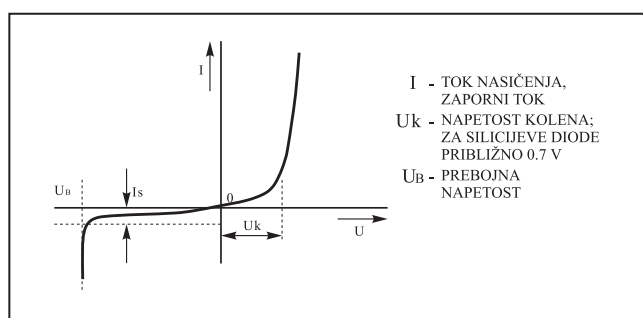
Če se koncentracija primesi v polprevodniku spreminja tako, da v enem področju polprevodnika prevladujejo donatorji, v drugem pa akceptorji, se meja, ki loči P tip in N tip polprevodnika, imenuje PN spoj. Večina polprevodniških elementov ima vsaj en PN spoj. Snovno geometrijske in električne lastnosti enega ali več PN spojev omogočajo realizacijo raznih funkcij, kot npr. usmerjanje, ojačevanje, preklapljanje ter druge operacije elektronskih vezij.

Vzemimo kocko P tipa polprevodnika in kocko N tipa polprevodnika ter ju spojimo skupaj (Slika 5.5.2). Ko sedaj priključimo napetost na tak spoj, bomo opazili značilno lastnost PN spoja - prevajanje toka le v eni smeri.



Slika 5.5.2 Električni tok v PN spoju

Pravzaprav v prepustni smeri tak spoj prevaja tok skoraj brez upornosti; v nasprotni smeri pa je upornost spoja izredno velika, vendar delček toka le teče tudi v zaporni smeri (Slika 5.5.3).



Slika 5.5.3 Prevajanje električnega toka v PN spoju

### 5.5.3. DIODA

PN spoj pa je v bistvu že prvi element, sestavljen iz polprevodnika, ki se imenuje dioda.

Dioda seveda deluje le do neke mejne napetosti in toka. Le-te so podane ob podatkih diode in se gibljejo od nekaj voltov in miliamperov do nekaj tisoč voltov ter nekaj sto amperov. V zaporni smeri je kritična prebojna napetost diode, saj ta določa maksimalno zaporno napetost, ki je ne smemo prekoračiti, ker si dioda po takem preboju ne bo več opomogla (Slika 5.5.3).

### 5.5.4. UPORABA DIODE V ELEKTRONSKIH VEZJIH

Elektronska vezja z diodami opravljajo mnoge funkcije pretvorbe električnih signalov. Za preoblikovanje izkoriščamo nelinearno karakteristiko diode. V raznih področjih nelinearnosti je dioda lahko krmiljena z velikimi ali pa majhnimi signali. Način krmiljenja in način povezave diode z ostalimi elementi določata električne lastnosti vezij z diodami. Električne lastnosti teh vezij lahko po namenu uporabe razdelimo v več skupin:

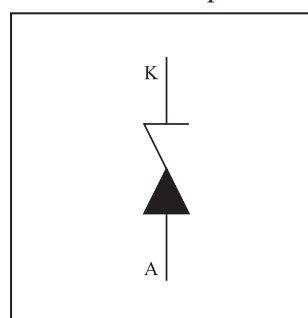
1. Usmerniki;
2. Frekvenčni množilniki in mešalniki;
3. Dioda kot stikalo;

4. Dvosignalni krmilniki;
5. Stabilizatorji napetosti.

Posebne vrste diod uporabljamo še za druge namene (uglaševanje resonančnih krogov, oscilatorji, ojačevalniki, fotoelektrični pretvorniki, senzorji in drugo).

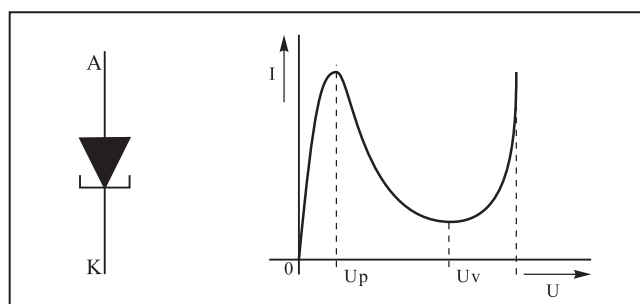
### 5.5.5. POSEBNE VRSTE DIOD

Zenerjeva dioda je element, ki izkorišča karakteristiko diode okoli prebojne napetosti. Uporabljamo jo v napajalnikih kot stabilizator napetosti.



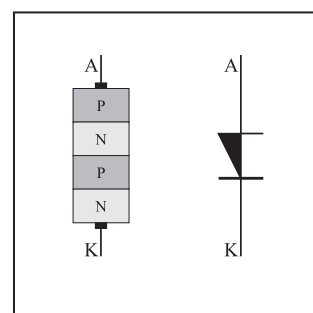
Slika 5.5.4 Zener dioda

Tunelska dioda (tudi Esakijeva dioda) je element, ki zaradi nenavadne karakteristike v prevodni smeri omogoča povsem nove možnosti uporabe. Z večanjem napetosti v prevodni smeri se nekaj časa večja tudi tok, vendar se v določenem trenutku kljub večanju napetosti tok prične zmanjševati, zopet do določene točke, nakar tok ponovno raste. Področje med točko  $U_p$  in  $U_v$  se imenuje področje negativne upornosti in ga izkoriščamo v ojačevalnikih in oscilatorjih.



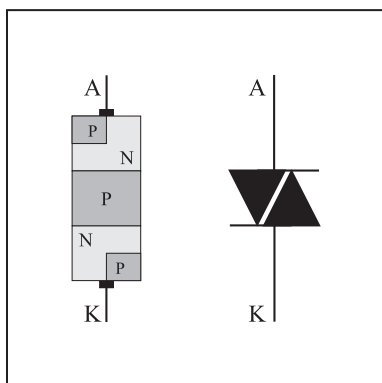
Slika 5.5.5 Tunelska dioda in njena karakteristika

Štirislojna dioda ali PNP dioda je dvopolni nelinearni element, namenjen zelo velikim tokovom, saj se uporablja v usmerniški tehniki pri elektrolizah in podobno.



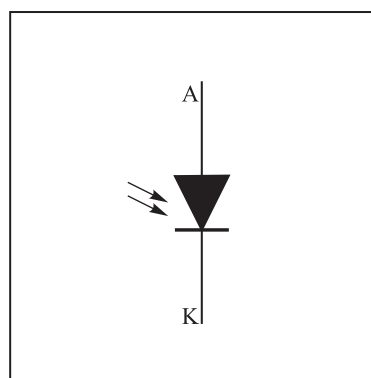
Slika 5.5.6 Štirislojna dioda

Če opisani PNP diodi vzporedno priključimo še eno NPN diodo, dobimo bilateralno diodno stikalo (diak).



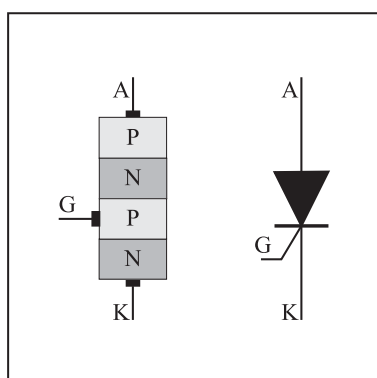
Slika 5.5.7 Bilateralno diodno stikalo - diak

nost pretvorbe svetlobe v električni signal v širokem področju svetlobne jakosti.



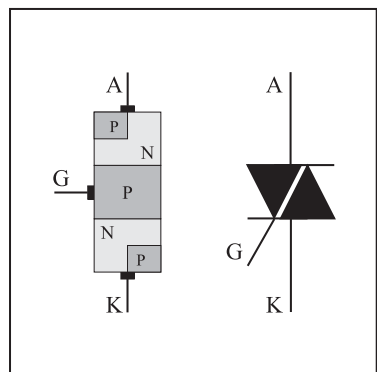
Slika 5.5.10 Fotodioda

Tiristor je tripolni polprevodniški element, ki ima poleg anode in katode še krmilno elektrodo G. Če krmilna elektroda ni priključena, deluje tiristor kot običajna PNP dioda, če pa mu dovajamo preko G dodaten tok  $I_g$ , se prevajalna karakteristika spreminja skladno s spreminjanjem toka na G.



Slika 5.5.8 Tiristor

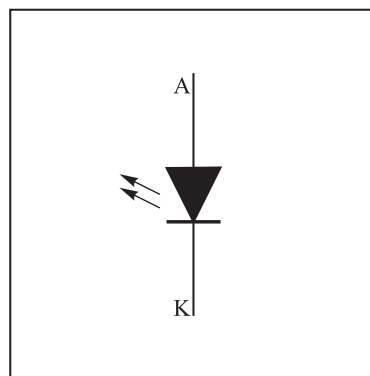
Triak pa je dvosmerni tiristor, vezava dveh tiristorjev, obrnjenih za 180 stopinj.



Slika 5.5.9 Triak

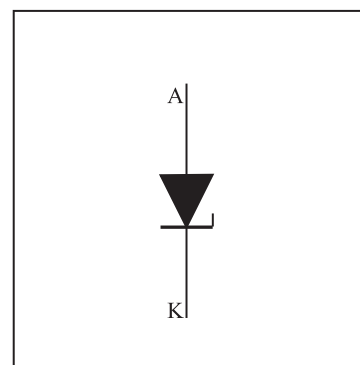
Fotodioda služi za registracijo in meritev svetlobe. Imeti mora čim večjo svetlobno občutljivost, zahtevano spektralno občutljivost in čim večjo linear-

LED (Light Emitting Diode) je dioda, ki pretvarja električno energijo v svetlobo. Na barvo je mogoče vplivati z zmesmi elementov (Ga,As,P) ali pa z dodatki drugih elementov. Svetleče diode uporabljamo namesto signalnih žarnic ali pa kot svetleči numerični ter črkovni izpis. V primerjavi z navadnimi signalnimi žarnicami so svetleče diode mnogo manjše, izredno hitro reagirajo na spremembe napajanja in porabijo manj moči.



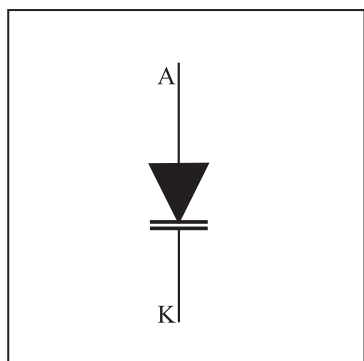
Slika 5.5.11 LED

Schottky dioda je spoj kovine s polprevodnikom. Najvažnejša lastnost te diode je, da ima izredno hitrost delovanja, ker toka ne nosijo manjšinski, temveč večinski nosilci naboja - elektroni.



Slika 5.5.12 Schottky dioda

Varaktorska (angl. VARIABLE CAPacitor = VARI-CAP) dioda deluje pri zaporni prednapetosti kot kondenzator s kapacitivnostjo, ki je odvisna od velikosti zaporne napetosti. Izredno uporabna je za uglaševanje resonančnih krogov, kot generator harmonskih frekvenc, parametrični ojačevalnik, mešalnik VF signalov in podobno.



Slika 5.5.13 Varaktorska dioda

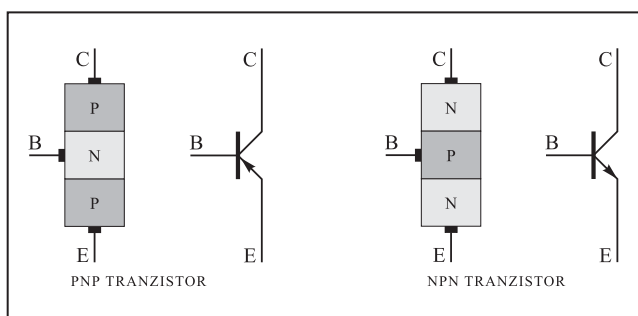
### 5.5.6. BIPOLARNI TRANZISTOR

Zdaj pa si oglejmo tranzistor! Pojem izvira iz angleščine. Besedi “Transfer resistor” (po naše bi se reklo “prenos upornosti”) sta zloženi v sestavljenko: TRAN(sfer re)SISTOR = TRANSISTOR. Originalni pojem je torej transistor, ki pa ga kot udomačeno tujko pišemo v domači izgovorjavi: tranzistor.

Z združitvijo treh polprevodnikov, ki se jim izmenično spreminja vrsta primesi, nastane bipolarni tranzistor. Tip polprevodnika se lahko spreminja od P tipa preko N tipa v P tip ali pa od N tipa preko P tipa v N tip polprevodnika. Glede na to sta možni dve izvedbi bipolarnega tranzistorja: PNP in NPN tranzistor.

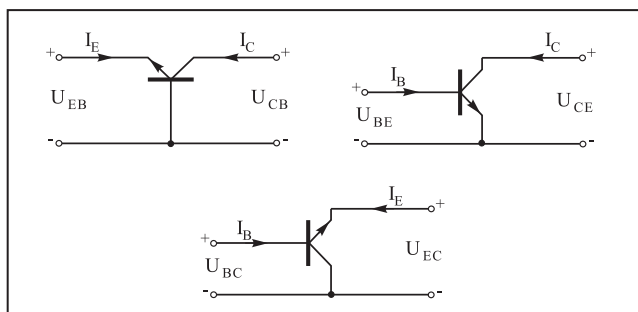
Pri bipolarnih tranzistorjih tečejo tokovi preko PN spojev zaradi premikov obeh vrst nosilcev naboja (elektronov in vrzeli). Zato jih po nazivu ločimo od unipolarnih tranzistorjev, pri katerih vodijo električni tok nosilci naboja ene same vrste (elektroni ali vrzeli). Zaradi krajše pisave bomo za bipolarni tranzistor uporabljali naziv tranzistor.

Tranzistor ima tri elektrode: emitor (E), baza (B) in kolektor (C). Ima dva PN spoja, ki se imenujeta emitorsko-bazni ali kratko emitorski spoj in kolektorsko-bazni ali krajše kolektorski spoj. Tranzistor je najpogosteje krmiljen tako, da je na emitorskem spoju prevodna, na kolektorskem spoju pa zaporna napetost. V tem primeru emitor injicira (emitira) nosilce naboja na bazo. Nekaj teh se rekombinira v bazi, večino pa zbere kolektor. Temu načinu delovanja sta prirejena tudi simbola PNP in NPN tranzistorja. Pri teh dveh simbolih je na emitorski strani puščica, ki kaže v smeri emitorskega toka, ta pa teče iz P tipa v N tip polprevodnika.



Slika 5.5.14 Bipolarni tranzistor

Ker ima tranzistor tri sponke, v vezju pa je običajno vezan kot četveropol (vezje s štirimi priključki), je ena od sponk vezana na dva priključka; pravimo, da ima skupni priključek. Zato poznamo tri možne orientacije (postavitve) tranzistorja: s skupno bazo, skupnim emitorjem in skupnim kolektorjem.

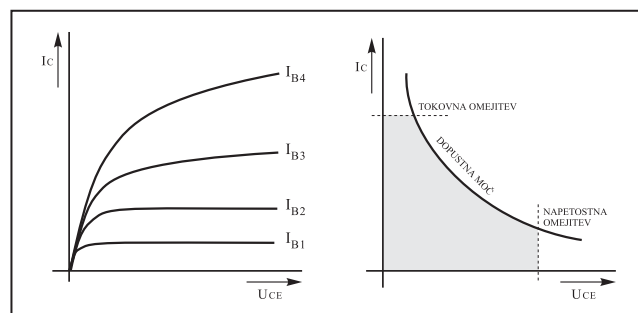


Slika 5.5.15 Možne orientacije tranzistorja

Tokovno ojačenje  $\alpha$  je podano kot razmerje kolektorskega in emitorskega toka, torej  $\alpha = I_C / I_E$  pri orientaciji tranzistorja s skupno bazo. Pri orientaciji s skupnim emitorjem pa imamo tokovno ojačenje  $\beta = I_C / I_B$ . Omenimo še povezavo med  $\alpha$  in  $\beta$ :

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \quad \text{oziroma} \quad \alpha = \frac{\beta}{1 + \beta}$$

Maksimalna dopustna moč tranzistorja  $P_C$  je približno enaka produktu  $U_{CE}$  in  $I_C$ , kar si lahko ogledamo tudi na  $I_C / U_{CE}$  karakteristiki tranzistorja.



Slika 5.5.16  $I_C / U_{CE}$  in močnostna karakteristika tranzistorja

Poglejmo si tabelico, ki nam pove nekaj lastnosti glede na orientacijo tranzistorja:

	Skupni E	Skupna B	Skupni C
Vhodni R	majhen	majhen	srednji
Izhodni R	srednji	visok	majhen
Ojačenje moči	veliko	srednje	majhno
Ojačenje U	zelo dobro	odlično	manjše od 1
Ojačenje I	zelo dobro	manjše od 1	zelo dobro

### 5.5.7. UNIPOLARNI TRANZISTOR

Unipolarni tranzistor prevaja električni tok po polprevodniški progi, katere upornost se spreminja skladno z zunanjim priključenim signalom. To polprevodniško proggo, ki si jo lahko predstavljamo kot nek uporovni vodnik, imenujemo kanal. Napetost preko kanala povzroča v njem poljski tok, ki je tem večji, čim manjša je upornost kanala. Ta upornost je odvisna od prereza kanala in od koncentracije gibljivih nabojev v njem. Če v kanalu prevladujejo elektroni, se kanal imenuje N-kanal in tok v kanalu je tok elektronov. Če pa je več vrzeli, je tak kanal P-kanal in električni tok v kanalu je tok vrzeli. V obeh primerih električni tok prenašajo večinski naboji v kanalu. Odtod izhaja tudi ime za unipolarni tranzistor za razliko od bipolarnega tranzistorja, v katerem prispevajo tokovom vseh elektrod oboji nosilci nabojev (elektroni in vrzeli).

Drugo ime za unipolarni tranzistor je FET, ki je kratica naziva Field Effect Transistor, po naše tranzistor z učinkom polja. Tako se imenuje zato, ker tok v tem tranzistorju krmili polje.

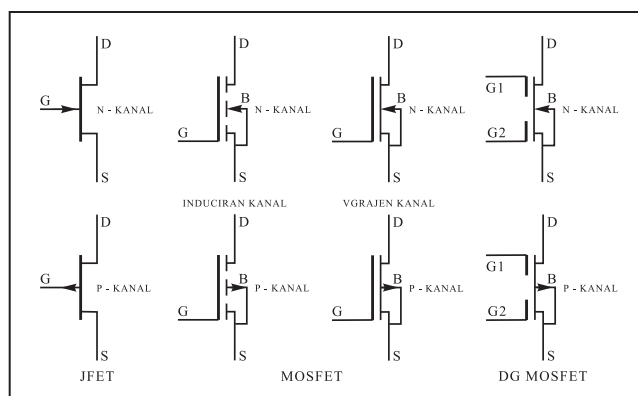
Unipolarnih tranzistorjev je več vrst. Glavna predstavnika sta:

- Unipolarni tranzistor s PN spojem ali spojni FET, ki ima tudi oznako JFET (Junction FET);
- Unipolarni tranzistor z izolirano krmilno elektrodo ali IGFET (Insulated Gate FET).

Še pogosteje je za IGFET v rabi ime MOS FET ali kar MOS tranzistor (Metal Oxide Semiconductor FET), ker je krmilni del tega tranzistorja kovinska elektroda na tanki plasti silicijevega dioksida, ki prekriva polprevodniški substrat.

Zunanje sponke vseh unipolarnih tranzistorjev imajo enake funkcije in oznake. Prevajalna ali delovna progga ima izvor S (source) in ponor D (drain). Na lastnosti te proge pa močno vpliva krmilna elektroda G (gate), ki jo imenujemo tudi vrata. Pri MOS tranzistorju je še četrta elektroda, in sicer substrat B (bulk); ta je navadno že spojena na izvor (S elektrodo) tranzistorja.

V uporabi pa so tudi Dualgate MOS FET tranzistorji, ki imajo dve krmilni elektrodi ( $G_1$ ,  $G_2$ ).



Slika 5.5.17 Vrste unipolarnih tranzistorjev

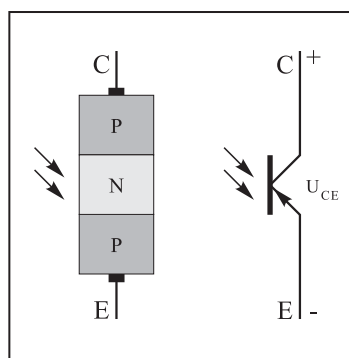
Za spojni FET uporabljamo dva grafična simbola (za vsako vrsto kanala po enega - Slika 5.5.17). Tako kot pri ostalih polprevodniških elementih je tudi tu puščica usmerjena iz P-plasti v N-plast.

Za MOS tranzistor potrebujemo štiri grafične simbole. Pri induciranim in pri vgrajenem kanalu je potrebna še ločitev med N-kanalom in P-kanalom. Substrat B je pri narisanih simbolih tranzistorjev že spojen na izvor S.

Delovanje spojnega FET-a si fizikalno predstavljamo tako, da je med ponorom in izvorom ohmska upornost N-plasti (ali P-plasti) polprevodnika s specifično prevodnostjo  $\sigma_n$ .

### 5.5.8. OSTALI POLPREVODNIŠKI ELEMENTI

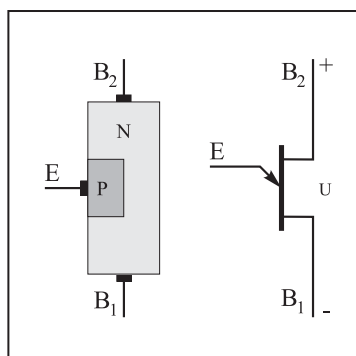
Fototranzistor je fotoelektrični pretvornik, ki se uporablja za enake namene kot fotodioda, le da ima zaradi notranjih ojačevalnih lastnosti precej večjo svetlobno občutljivost.



Slika 5.5.18 Fototranzistor

Enospojni tranzistor (UJT - UniJunction Transistor) uporabljamo kot krmiljeno stikalo, pri katerem je preklop vzbujen z napetostjo med sponkama in ali pa kot

dvopol z negativno upornostjo v vezjih ojačevalnikov in generatorjev sinusnih ter impulznih signalov.

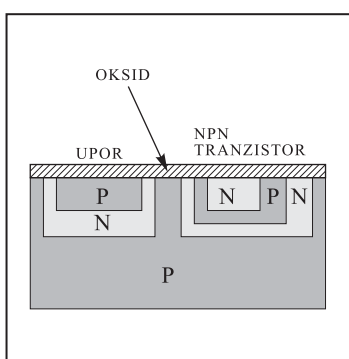


Slika 5.5.19 Enospojni tranzistor

### 5.5.9. INTEGRIRANA VEZJA

Integrirana vezja sodijo verjetno med najpomembnejše dosežke elektronike zadnjih desetletij in so tudi med najbolj pogosto uporabljanimi elementi v elektronskih vezjih.

Ker so vsi tranzistorji, diode in podobni elementi narejeni iz polprevodnika, se je porodila ideja, da vse elemente, ki so potrebni za določeno vezje, skrčimo na čim manjši prostor, najenostavneje tako, da za osnovo uporabimo kar polprevodnik (substrat), na katerega potem s pomočjo mask naparevamo različno dopirane P-ali N-tipe polprevodnika. Na ta način lahko na izredno majhnem prostoru sestavimo izredno komplicirana vezja, ki lahko vsebujejo tudi do nekaj milijonov tranzistorjev in ostalih elementov.



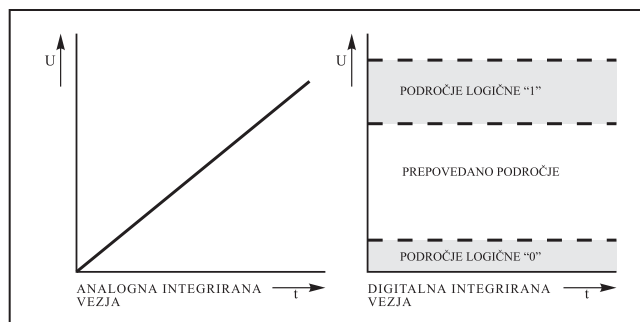
Slika 5.5.20 Princip sestave integriranega vezja

Integrirana vezja ločujemo na več različnih načinov, eden od teh je ločevanje glede na način delovanja. Obstajajo torej analogna (linearna) integrirana vezja in digitalna (impulzna) integrirana vezja.

Lastnost analognih integriranih vezij je, da izhodni signal zvezno sledi spremembam vhodnega signala. Med analogna vezja spadajo operacijski ojačevalniki,

integrirani napajalniki, modulatorji, demodulatorji, oscilatorji, sprejemniki in drugo.

Digitalna integrirana vezja pa poznajo in razpoznajo le dva napetostna nivoja oziroma poznajo le dve stanji: takrat, ko je napetost prisotna, je to logična '1', ko pa napetosti ni, je to logična '0'.



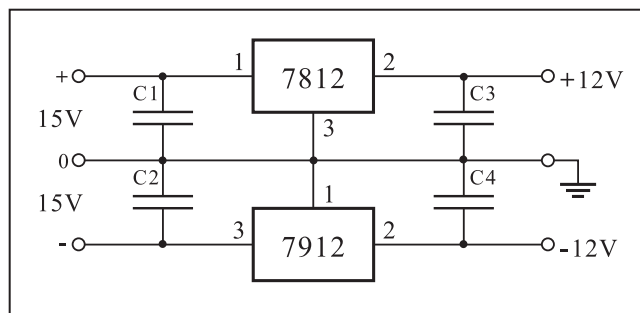
Slika 5.5.21 Analogna (linearna) in digitalna (impulzna) integrirana vezja

Uporabljamo jih v vseh mogočih napravah, od računalnikov, preko radijskih postaj, pa vse do vmesnikov za komunikacijo in ostalih pripomočkov.

Poleg omenjenih načinov delovanja obstajajo tudi kombinirana (hibridna) integrirana vezja, ki vsebujejo tako analogne kot tudi digitalne sestavne dele. Tipični primeri so A/D in D/A pretvorniki.

### 5.5.10. ANALOGNA INTEGRIRANA VEZJA

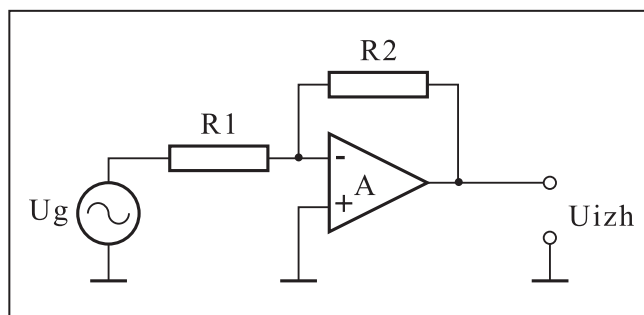
Na vsakem koraku srečujemo večja in manjša integrirana vezja, ki seveda niso vsa digitalna. Vedno več analognih integriranih vezij se uporablja v napajalnikih za krmilna vezja in samostojne napajalnike - stabilizatorje. Najbolj razširjena družina teh je verjetno še vedno 78xx za pozitivne napetosti in 79xx za negativne. Oznaka xx je na posameznih izvedbah nadomeščena s številko, ki pove, za katero napetost je narejeno vezje. 7812 torej pomeni, da je napetostni regulator narejen za 12V napetosti. Pomembno je tudi to, da razporedi nožic na pozitivnih in negativnih napetostnih regulatorjih niso identični. Na sliki 5.5.22 je prikazan stabilizirani napajalnik za simetrično napetost ±12V.



Slika 5.5.22 Stabilizirani napajalnik za simetrično napetost

Poleg omenjene družine je seveda na voljo še mnogo drugih napajalnikov: LM723, LM317, L200, LM350, LT1038 in drugi.

Drugo široko področje uporabe analognih integriranih vezij pa so ojačevalniki in kot njihova močna podskupina operacijski ojačevalniki. To so vezja, ki delujejo predvsem kot diferencialni ojačevalniki (imajo dva vhoda, ojačujeta razliko med vhodnima signaloma). Njihova lastnost je, da imajo veliko stopnjo ojačenja in nizko stopnjo šuma. Uporabljamo jih predvsem kot predojačevalnike, seveda pa so uporabni tudi kot primerjalniki različnih signalov in podobno. Najbolj znan, a že malce postaran predstavnik operacijskih ojačevalnikov, je znani  $\mu A741$ , ki pa ima že neskončno število boljših naslednikov: 061, 071, TL-Cxxx družina, CAxxxx družina, LM386, LM387 ...



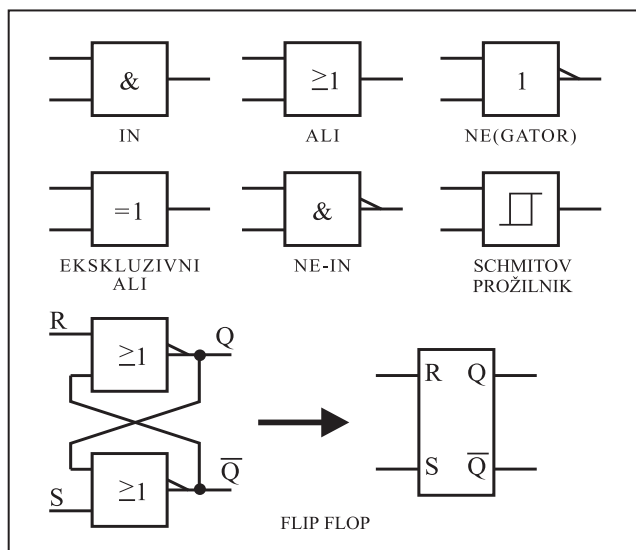
Slika 5.5.23 Operacijski ojačevalnik

### 5.5.11. OSNOVNA LOGIČNA VEZJA

Poglejmo si nekaj najbolj tipičnih sestavnih delov v digitalnih integriranih vezjih. To so logična vrata (IN, ALI, ekskluzivni IN, ekskluzivni ALI, NE-IN, NE-ALI), negatorji ter pomnilne celice ali flip-flopi. V uporabi so še vedno angleški izrazi, torej AND (IN), OR (ALI), XAND (ekskluzivni IN), XOR (ekskluzivni ALI), NAND (NE-IN), NOR (NE-ALI) in NOT (negator).

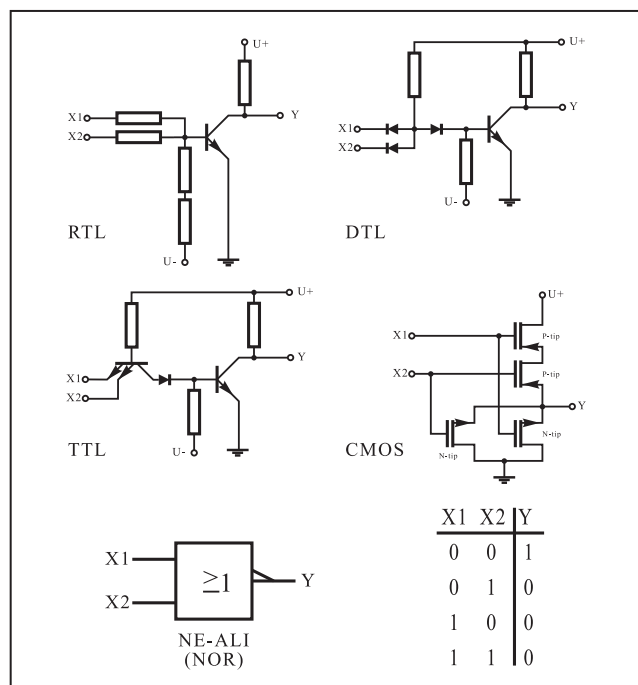
Zaradi različnih načinov izvedbe jih ločimo po družinah. Najbolj obsežni sta dve družini, TTL (Transistor-Transistor Logic) in CMOS (Complementary MOS). Obe družini se delita še na podskupine, predvsem glede na karakteristike. Tako poznamo TTL-L (TTL-Low power) z majhno porabo, TTL-S (TTL-Shottky) s hitrejšim delovanjem, TTL-LS, ki je kombinacija predhodnih dveh in je bila do nedavno med najbolj uporabljanimi TTL podskupinami, TTL-H (TTL-High speed) za velike hitrosti, TTL-AS (TTL-Advanced Shottky), TTL-ALS (TTL-Advanced Low power Shottky) in druge. Tudi CMOS družina ima svoje podskupine, v zadnjem času pa se predvsem upo-

rabljata dve podskupini, HC in HCT, ki sta poleg vsega zamenljivi s TTL družino (HC - High speed CMOS, HCT - High speed CMOS TTL compatible).



Slika 5.5.24 Nekaj logičnih vezij

Za primer si pogledjmo izvedbo logičnih vrat NE-ALI (NOR) na različne načine (Slika 5.5.25). Najprej v že na pol pozabljeni RTL (Resistor Transistor Logic - Upor Transistor Logika), za tem DTL (Diode Transistor Logic - Dioda Transistor Logika), nato TTL, CMOS ter kot simbol. Priložena je tudi tablica, ki prikazuje pravilnostno tabelo za podana logična vrata.



Slika 5.5.25 Vrata NE-ALI (NOR)

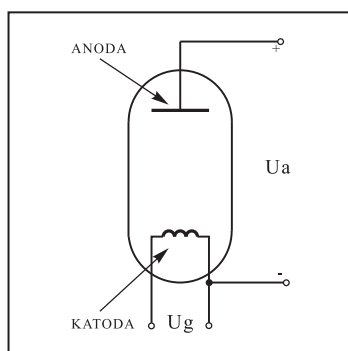
Integrirana vezja so vgrajena predvsem v plastična in keramična ohišja v tako imenovan tip DIL (Dual In Line), popularno stonoge. V kolikor je vezje bolj komplicirano, kot na primer pri mikroprocesorjih, so

nožice (priključni kontakti) na več straneh ohišja in zaradi tega je na voljo zelo veliko različnih tipov ohišij (QFP, TQFP, BGA, SSOP ...).

**05.06.01 ELEKTRONSKE CEVI**

Preden se posvetimo nekaterim osnovnim vezjem, si na kratko oglejmo element, ki je kraljeval v radiotehniko do nedavnega, še danes pa je nepogrešljiv pri močnih radijskih oddajnikih. To je elektronska cev ali popularno elektronka. Doba elektronk nikakor ni zamrla. Odpornejše so na moteče vplive radijskih motenj, na EMP in še vedno se ponašajo z visoko stopnjo ojačenja. Predvsem pa se spet vse bolj uporabljajo v avdio tehniki. Dinamika zvoka je pri elektronkah boljša in še posebno dinamični udar nizkih tonov. Najkvalitetnejše HI-FI naprave so izdelane še vedno v tehniki elektronk.

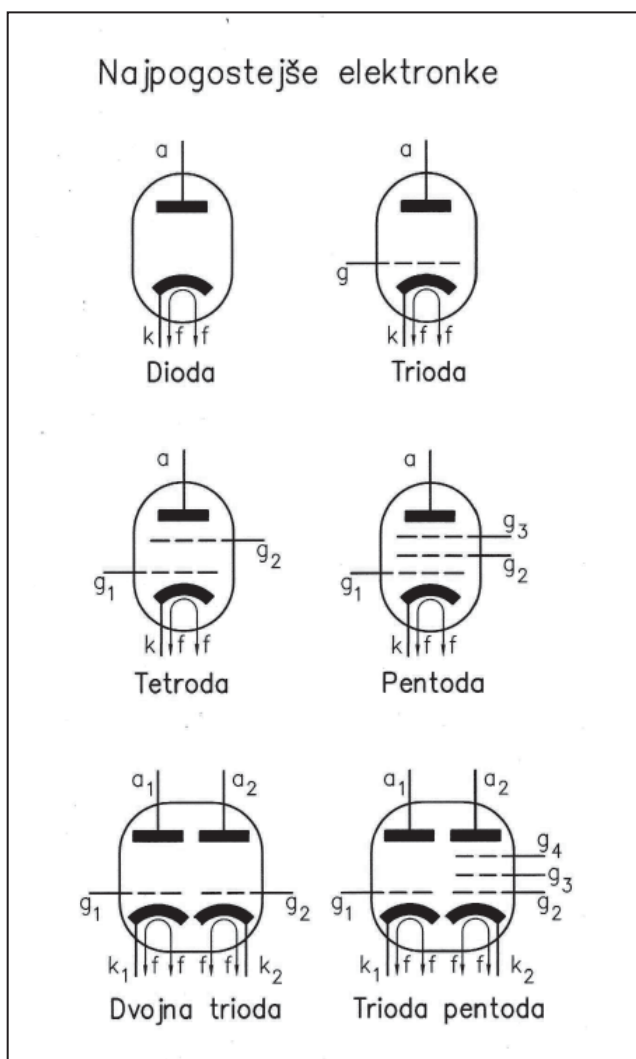
Leta 1904, kar 44 let pred odkritjem tranzistorja, je bila skonstruirana prva elektronska cev z dvema elektrodama (dioda). Njeno delovanje je preprosto. V vakuumsko zaprtem steklenem balonu sta dve elektrodi različnih temperatur. Žareča katoda izžareva (izpareva) elektrone, ki jih sprejema mrzla anoda. S tem je določena tudi smer toka.



Slika 5.6.1 Elektronska cev z dvema elektrodama

Kmalu je bila sestavljena tudi prva trioda (elektronska cev s tremi elektrodami), pri kateri ima tretja elektroda obliko mrežice in je postavljena med katodo in anodo. Z njo uravnavamo pretok elektronov in s tem tudi tok. Trioda ima podobno vlogo kot tranzistor. Seveda pa obstajajo tudi elektronske cevi z več elektrodami, tetrode (4), pentode (5), heksode (6) ... in tudi kombinacije v istem steklenem balonu, npr. trioda in heksoda (3+6), dvojna trioda (3+3) itd. Obstajajo še elektronske cevi za indikacije, imenovane magična očesa in elektronske cevi za stabilizacijo napetosti, ki pa so plinske in brez gretja.

Elektrode pri elektronkah označujemo s: k-katoda, a-anoda, g oziroma g1-prva mrežica, g2-druga mrežica itd. Oznaka f je priključek za gretje katode.



Slika 5.6.2 Najpogostejše elektronke

Elektronka z dvema elektrodama je dioda. Iz razžarjene katode izhajajo elektroni, ki jih pritegne pozitivno nabita anoda. Ta teče le v smeri proti anodi. Take elektronske cevi uporabljamo v glavnem za usmerjanje izmenične napetosti in za detekcijo.

Elektronka z tremi elektrodami je trioda. Mrežica med katodo in anodo ima napetost, ki zavira tok elektronov proti anodi. Če na tako mrežico privedemo neki signal, bo tok elektronov v ritmu signala reguliran. Z malo energije tako kontroliramo pretok večje energije in to da vtis pojačanja. Trioda nam služi kot ojačevalka, oscilatorka ali še za kaj.

Elektronka z štirimi elektrodami je tetroda. Druga mrežica, ki je na pozitivnem potencialu, a nižjem kot anoda, pospeši tok elektronov proti anodi. Uporabljamo jo kot ojačevalko večje moči.

Elektronka s petimi elektrodami je pentoda. V principu deluje enako kot tetroda s tem, da elektrone, ki se zaradi prevelike hitrosti odbijejo od anode zavrne nazaj



k anodi. Zato je te mrežica na negativnem potencialu. V nekaterih primerih je celo v sami elektronki povezana z negativno katodo. Uporabljamo jo v glavnem za največja pojačanja v končnih stopnjah.

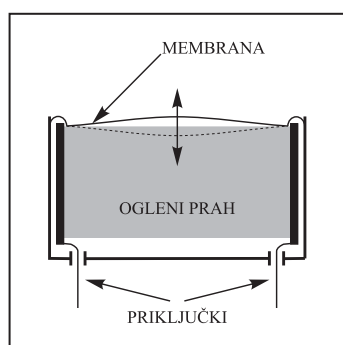
## 5.7. MIKROFONI

### 5.7.1. MIKROFONI

Mikrofon je naprava za pretvorbo zvočnih nihanj zraka v električno napetost. Poznamo več vrst mikrofonov: oglene, kondenzatorske, dinamične, kristalne... Oglejmo si jih.

#### OGLENI MIKROFON

V prevodni posodici so drobna ogljena zrnca, preko njih pa je napeta membrana. Ko govorimo v membrano, le-ta stiska ogljena zrnca in s tem se spreminja upornost ogljene plasti. Na ta način spreminja tok, ki teče skozi mikrofon, v ritmu sprejetega glasu. Te spremembe se nato v ojačevalniku ojačujejo za kasnejšo obdelavo.



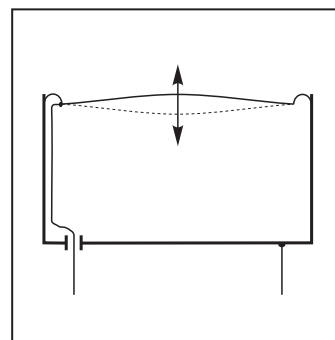
Slika 5.7.1 Ogljeni mikrofon

Ogljeni mikrofon je primeren za frekvenčne obsege od 300-3000Hz (govorno območje) in ima visokohmski izhod ter velik šum.

#### KONDENZATORSKI MIKROFON

Tudi tu uporabimo prevodno posodico, nanjo pripnemo prav tako prevodno membrano, ki pa ne sme imeti električnega stika s posodico. Tako smo v bistvu sestavili kondenzator, katerega eno ploščo tvori dno posodice, drugo ploščo pa pomična membrana.

Ko govorimo v membrano, ta v ritmu govora niha (proti in od dna posodice) ter na ta način spreminja razdaljo plošč, torej hkrati tudi spreminja kapaciteto kondenzatorja. Spremembe kapacitete pretvorimo v spremembe napetosti in ojačimo.



Slika 5.7.2 Kondenzatorski mikrofon

Kondenzatorski mikrofon ima širok frekvenčni obseg (vse tja do 50 kHz); je visokohmski in ima nizek šum. Uporablja se v prenosnih radijskih postajah, saj je tam velikost zelo pomembna, ti mikrofoni pa so lahko izredno majhni.

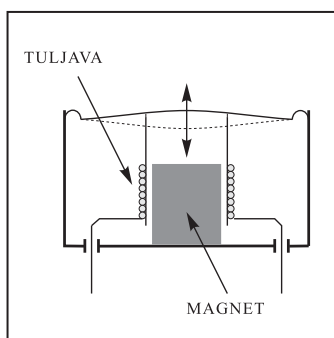


Namizni in ročni mikrofon za radijsko postajo

#### DINAMIČNI MIKROFON

Na membrano je pritrjena tuljavica, ki je povezana preko jedra iz trajnega magneta, pritrjenega na dno posode. Ob nihanju membrane se spreminja dolžina jedra, ki je v tuljavi, in s tem se spreminja inducirana napetost. Dinamični mikrofoni imajo izredno kvaliteten pretvorbo govornega signala v električno napetost

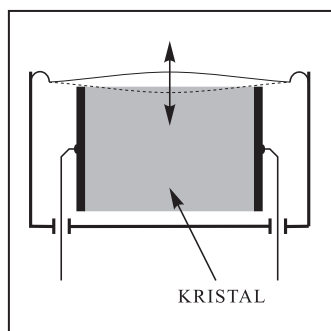
in zadovoljiv frekvenčni spekter (50 Hz - 16 kHz); so nizkoohmski in imajo nizek nivo šuma.



Slika 5.7.3 Dinamični mikrofona

### KRISTALNI MIKROFON

V kristalnih mikrofoni izkoriščamo piezo efekt kristala. Med dno posode in membrano je vstavljen rezina kristala, v katerem se ob stiskanju in raztezanju generira električna napetost. Ti mikrofoni imajo zelo širok frekvenčni spekter (vse tja do nekaj 100 kHz), nizek šum in srednje visoko impedanco.



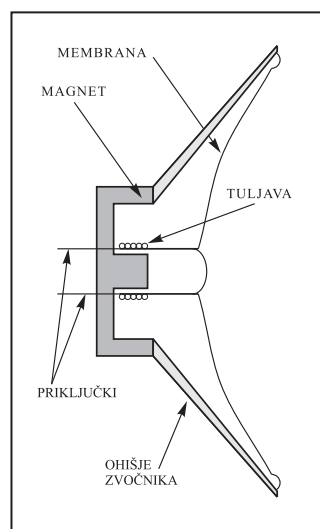
Slika 5.7.4 Kristalni mikrofona

### 5.7.2. ZVOČNIK

Zvočnik je naprava, ki (ravno obratno od mikrofona) pretvarja električno napetost v mehansko nihanje membrane. Velika večina zvočnikov, ki so danes na tržišču (prav tako tudi vsi zvočniki v radijskih postajah), je sestavljena podobno kot dinamični mikrofona, le dosti bolj robustno.

Namesto posode imamo tu močan trajen magnet, ki ima v sredini jedro, na katerega nasadimo tuljavo, ki je pritrjena na membrano. Ko tuljavi dovajamo napetost, se le-ta giblje po jedru gor in dol, s tem pa pomika membrano, ki na ta način tvori zvok.

Zvočniki imajo običajno nizko impedanco (4, 8, 16 ohmov), obstajajo pa tudi visokoohmske izvedbe. Izdelujejo jih za različne moči in frekvenčna področja.

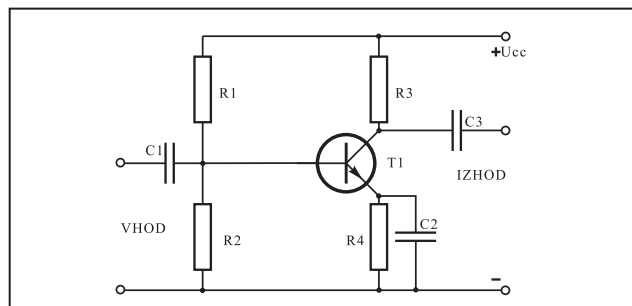


Slika 5.7.5 Zvočnik

## 5.8. OJAČEVALNIKI

Seveda sam nelinearni element (elektronka, tranzistor...) ne pomeni nič, če ni vgrajen v primerno elektronsko vezje. Tipična uporaba je v ojačevalnikih, kjer izkoriščamo njihovo lastnost ojačevanja signalov. Oglejmo si dve vrsti ojačevalnikov.

### 5.8.1. NIZKOFREKVENČNI OJAČEVALNIK



Slika 5.8.1 Načelna shema NF ojačevalnika

Nizkofrekvenčni ojačevalnik na sliki 5.8.1 je res izredno enostaven, vendar je prikazano bistvo delovanja.

Upora R1 in R2 tvorita napetostni delilnik, ki služi za nastavitve delovne točke tranzistorja, R4 pa skupaj s C2 tvori povratno vezavo, pri čemer ima C2 vlogo blokirnega kondenzatorja, ki nam določa tudi frekvenčno mejo ojačevalnika. R3 je v bistvu bremenski upor, C1 in C3 pa sta ločilna kondenzatorja, ki preprečujeta vstop (C1) in izstop (C3) enosmerne napetosti. Tranzistor je NPN tip.

### 5.8.2. RAZREDI DELOVANJA OJAČEVALNIKOV

Glede na nastavitve delovne točke lahko dosežemo različno kvaliteto ojačevalnika, predvsem glede na li-

nearnost (vernost sledenja vhodnemu signalu), prav tako glede na ojačenje toka  $A_I$ , napetosti  $A_U$  (iz tega seveda tudi ojačenje moči), kakor tudi glede na izkoristek  $\eta$ . Glede na postavitev delovne točke ločimo različne razrede delovanja: A, B, AB in C.

**Razred A:** Delovna točka v razredu A se nahaja v linearnem delu  $I_C/U_{BE}$  karakteristike, zato skozi tranzistor teče enosmerni kolektorski tok ne glede na prisotnost vhodnega signala. Izkoristek je zato zelo majhen, prav tako je relativno majhna koristna moč, vendar je potrebno poudariti, da je popačenje tu najmanjše (ojačevalnik je najbolj linearen). Ojačevalniki v razredu A se torej uporabljajo za ojačevanje majhnih signalov in v VF tehniki za SSB ojačevalnike (Slika 5.8.2.a).

**Razred B:** Tu se delovna točka nahaja v spodnjem delu  $I_C/U_{BE}$  karakteristike, običajno v točki, kjer preneha teči kolektorski tok (ko ni signala na vходу, tok ne teče). Zato je izkoristek tu dosti večji kot v razredu A, prav tako koristna moč. Žal so tu popačenja izredno velika, kar je največja pomankljivost tega razreda. Zaradi opisanih prednosti pa se razred B uporablja v ojačevalnikih moči (Slika 5.8.2.b).

**Razred AB:** Zaradi zakrivljenosti karakteristike  $I_C/U_{BE}$  v njenem spodnjem delu, se popačenju ne moremo izogniti, zato se delovna točka postavlja v vmesen položaj za razred AB. Tu kljub vsemu majhen kolektorski tok venomer teče, zato je izkoristek malce manjši od razreda B, vendar pa smo pridobili na linearnosti, saj se popačenje drastično zmanjša. Ta razred se zato največkrat uporablja tako za ojačevanje napetosti, kakor tudi za ojačevanje moči (Slika 5.8.2.c).

**Razred C:** Delovna točka v razredu C se nahaja v zapornem področju tranzistorja, zato tok skozi tranzistor teče samo v vrhovih period vhodnega signala. Izkoristek in ojačenje sta izjemna, vendar pa je popačenje prav tako največje. Razred C je primeren za ojačevanje konstantnih signalov, predvsem v VF tehniki, v NF vezjih pa ni uporaben (Slika 5.8.2.d).

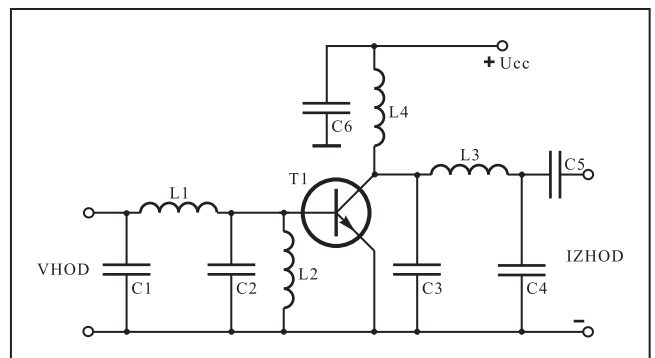
V zadnjem času se tudi v radioamaterski praksi uveljavlja nov razred delovanja, **razred D**. Govorimo o tako imenovanem »digitalnem« načinu delovanja, kjer tranzistor deluje kot stikalo. Ko je tranzistor zaprt, je tok skozi njega nič, in ko je tranzistor odprt, je napetost na njem majhna (idealno kar 0V). V vsakem primeru tako dosežemo izredno velik izkoristek in veliko izhodno moč. Dejansko razred D ni digitalni razred, saj še vedno deluje po analognih principih delovanja. Ojačevalnik v tem razredu uporablja PWM (Pulse

Wide Modulation), tipično pa ga krmilimo z žagastim signalom, ki ga dovajamo poleg koristnega signala.

### 5.8.3. VISOKOFREKVENČNI OJAČEVALNIK

Visokofrekvenčni ojačevalnik (Slika 5.8.3) je opremljen še z nekaterimi elementi, ki pri nizkofrekvenčnem niso potrebni. Tu so uporabljene tuljavice in kondenzatorji za dušenje neželenih višjih harmonskih komponent signala.

Ojačevalnik na sliki deluje v razredu C, torej je primeren za ojačevanje FM in CW signalov, kjer se amplituda signala ne spreminja.



Slika 5.8.3 Načelna shema VF ojačevalnika

Na vrodu tvorijo L1, C1 in C2 vhodni  $\pi$  filter (sito), prav tako pa L3, C3 in C4 tvorijo izhodno  $\pi$  pasovno sito. C6 je blokirni kondenzator, ki preprečuje visokofrekvenčnim signalom vpliv na napajalno napetost, prav tako pa C5 preprečuje enosmerni napajalni napetosti napredovanje v naslednjo stopnjo.

Pri ojačevalnikih omenimo še problem sproščanja odvečne moči v obliki toplote. Zaradi gretja tranzistorjev lahko zelo hitro pride do okvar le-teh, zato moramo odvečno toploto odvajati v okolico. To najlažje storimo s pomočjo hladilnih teles, največkrat v obliki rebrastih teles iz aluminija. Aluminij je dober prevodnik toplote, narebrenost pa poveča koristno površino takšnega hladila. Pri montaži tranzistorja na hladilno rebro moramo tudi paziti, da je mehanski stik čim boljši, da na stiku ni zračnih mehurčkov in podobno. Zato dajemo na take stike posebno pasto, ki izredno dobro prevaja toploto.

## 5.9. NAPAVALNIKI

Večina radijskih postaj, ki jih danes uporabljajo radioamaterji, ima predvideno napajalno napetost okoli 12 V. To seveda pomeni, da jih ne moremo kar direktno priključiti na električno omrežje 230 V, saj poleg nižje napetosti potrebujemo enosmerno in ne izmenično

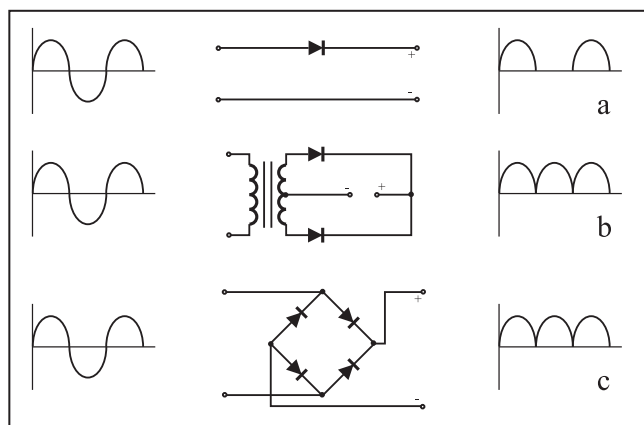
napetost. Potrebujemo torej vezje, ki nam bo napetost 230 V znižal na 12 V, poleg tega pa nam bo izmenično napetost spremenilo v enosmerno.

Napajalniki za radijske postaje in drugo radioamatersko opremo vsebujejo nekaj delov, ki so potrebni za pravilno in predvsem kvalitetno delovanje. To so transformator, usmernik, gladilnik, stabilizator in zaščita. Oglejmo si jih po vrsti.

### 5.9.1. USMERNIK

Ker smo o transformatorju in njegovem delovanju že govorili, takoj preidimo k usmerniku. Naloga usmernika je izmenično napetost spremeniti v enosmerno. Poznamo dve vrsti usmerjanja: polvalno in polnovalno.

Polnovalni usmerniki so dosti bolj pogosti, saj imajo precej večji izkoristek, za izdelavo pa niso zahtevni. Za usmernik potrebujemo eno ali več diod. Polnovalni usmernik s štirimi diodami na sliki 5.9.1 se z drugimi besedami imenuje tudi Graetzov spoj ali Graetzov mostič, poznamo pa tudi druge vezave za polnovalno usmerjanje.

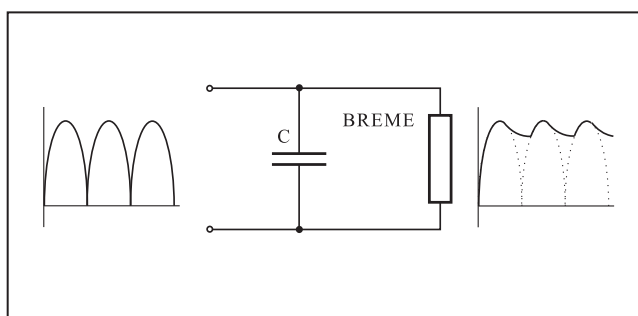


Slika 5.9.1 Polvalno in polnovalno usmerjanje

### 5.9.2. GLADILNIK

Iz usmernika resda dobimo enosmerno napetost, ki pa je še zelo neenakomerna, zato potrebujemo gladilnik, ki vsaj malo zgladi napetostna nihanja. Najenostavnejši gladilnik je kar kondenzator, seveda s čim večjo kapaciteto, da lahko vskladišči dovolj energije, ki jo oddaja med dvema polperiodama. Običajno se za to uporabijo elektrolitski kondenzatorji.

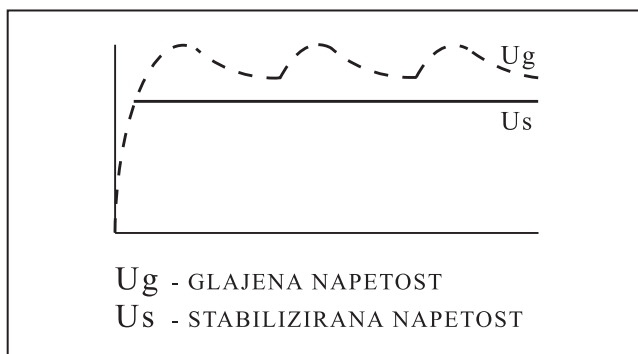
Seveda lahko namesto kondenzatorja uporabimo tudi druge elemente: tuljavo, LC člen, PI ( $\pi$ ) filter (sito) idr.



Slika 5.9.2 Gladilnik

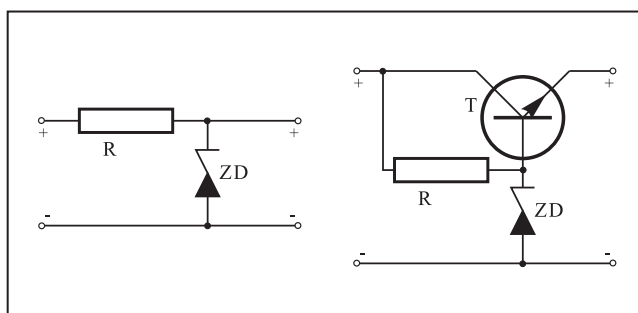
### 5.9.3. STABILIZATOR

Kljub vsemu naštetemu na izhodu napajalnika še vedno nimamo povsem enosmerne napetosti, saj le-ta opleta okoli srednje vrednosti. Zato potrebujemo vezje, ki nam napetost spusti na določen nivo tako, da ne opleta več.



Slika 5.9.3 Glajena in stabilizirana napetost

Najbolj enostavno vezje za stabilizacijo je zener dioda, pri kateri izkoriščamo efekt prebojne napetosti. Višek napetosti povzroči padec napetosti na upor  $R$ . Seveda pa sama zener dioda pri večjem toku ni dovolj. Takrat uporabimo še dodatni tranzistor, katerega naloga je razbremeniti zener diodo.

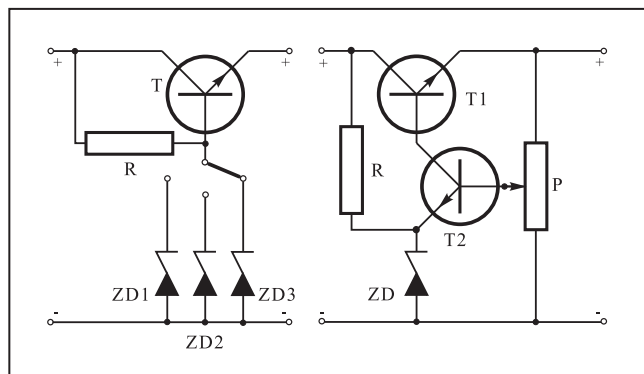


Slika 5.9.4 Vezji za stabilizacijo napetosti

Za stabilizacijo lahko namesto tranzistorjev uporabimo tudi integrirana vezja, namenjena ravno tem potrebam. Najbolj znana družina stabilizatorskih integriranih vezij so 78xx za pozitivne napetosti in 79xx za negativne napetosti, pri čemer 'xx' pomeni stabi-

lizacijsko napetost (7812 je torej namenjen za stabilizacijo pri 12 V). Poznamo še druga integrirana vezja (npr. LM317, LM723), stabilizacija manjših tokov do nekaj miliamperov pa je mogoča tudi z operacijskimi ojačevalniki (npr. 741).

Pri stabilizaciji omenimo še možnost regulacije izhodne napetosti, ki jo lahko izvedemo stopenjsko z običajnim preklopnikom, s katerim preklapljam različne zener diode, ali pa zvezno s pomočjo potenciometra (Slika 5.9.5).



Slika 5.9.5

#### 5.9.4. ZAŠČITA

Pomembno je, da napajalnika ne preobremenimo, saj lahko uničimo sestavne dele, kar pa ni poceni. Še huje je, če zaradi okvare napajalnika uničimo dragoceno radijsko postajo ali drugo napravo, ki je priključena na napajalnik. Obstaja več različnih načinov zaščite; od varovalk do elektronskih vezij, ki jih vgradimo v napajalnik. Glede na vrsto zaščite imamo na voljo zaščito pred prevelikim tokom in zaščito pred previsoko napetostjo.

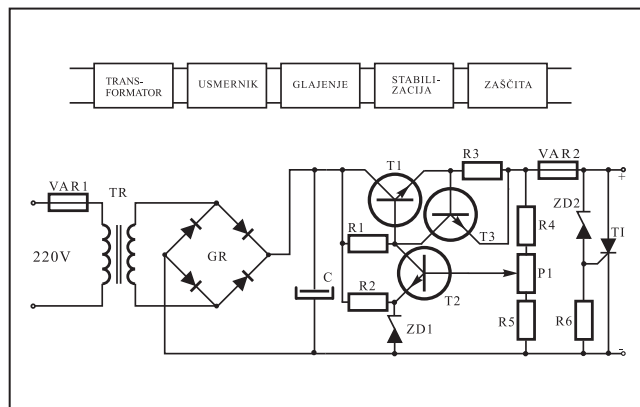
(Pre)tokovna zaščita ali zaščita pred kratkim stikom je lahko izvedena s pomočjo varovalk, ki pregorijo (se prekinejo) ob prevelikem toku, ali z elektronskimi vezji, ki nadzirajo in omejujejo tok. Na sliki 5.9.6 tvorita elektronsko pretokovno zaščito tranzistor T3 in upor R3. V kolikor se tok poveča toliko, da je padec napetosti na R3 večji od 0.6V, le-ta povzroči, da T3 prične prevajati in tok tedaj steče tudi skozi R1 in T3, kar pa povzroči zapiranje tranzistorja T1 in s tem zmanjšanje toka skozenj.

Druga vrsta zaščite je (pre)napetostna zaščita, katere namen je predvsem ščititi naprave, priključene na napajalnik. V primeru okvare tranzistorja T1 se lahko napetost na kolektorju, ki je dosti višja od potrebne izhodne napajalne napetosti, pojavi tudi na emitorju, kar je nevarno za ostale naprave. Na sliki 5.9.6 ima vlogo take zaščite vezje, ki vključuje varovalko VAR2, zener diodo ZD2, upor R6 in tiristor TI. Če napetost na

izhodnih priključnih sponkah preseže nazivno vrednost na ZD2, prične zener dioda prevajati in povzroči padec napetosti na R6, ki pa sproži TI. Le-ta kratko sklene izhodne sponke napajalnika, s čimer povzroči velik kratkostični tok in varovalka VAR2 pregori. Velikokrat to vezje imenujemo tudi crowbar vezje, saj kratko sklene izhodne sponke napajalnika.

#### 5.9.5. IZVEDBA NAPAJALNIKA

Praktična izvedba napajalnika, ki ima vgrajene vse omenjene sestavne dele, je prikazana na sliki 5.9.6.



Slika 5.9.6 Načelna shema napajalnika

Izmenična omrežna napetost se preko transformatorja pretvori na nižjo vrednost, polnovalno usmeri na greatzovem mostičku, zgladi na kondenzatorju, stabilizira na zener diodi ZD1 (ob pomoči T2, R2, R4, R5 in P1) ter se preko tokovne zaščite (T3, R3) in prenapetostne zaščite (VAR2, ZD2, R6 in TI) pojavi na izhodu napajalnika kot enosmerna, stabilna in dobro glajena napetost.

Seveda je prikazani napajalnik le ena od nešteti možnosti, vendar pa je njegova lastnost, da je pregleden, enostaven in da deluje tako, kot od dobrega napajalnika pričakujemo. Pri gradnji napajalnika ne pozabimo na hlajenje tranzistorjev (predvsem T1), saj lahko pregrevanje privede do poškodb in s tem do uničenja elementov.

## 6. RADIOTEHNIKA

### 6.1. RADIJSKI VALOVI IN PRENOS INFORMACIJ

Želja po prenosu sporočil na daljavo je stara skoraj toliko kot človeštvo. Človek lahko s pomočjo svojih naravnih danosti prenaša sporočila le na kratke razdalje. Tako največjo razdaljo med govorcem in poslušalcem določajo glasnost in kvaliteta govora govorca, slušna sposobnost poslušalca ter motnje okolice (na primer zavijanje vetra). Razdaljo (domet) so najprej povečali z uporabo posrednikov, za kar so uporabljali najrazličnejše možnosti: od posebej za to izurjenih ljudi - slov, ki so peš ali s konji prenašali govorna ali pisna sporočila, do poštnih golobov. Slabosti takšnega prenašanja sporočil sta bili predvsem počasnost in nezanesljivost (sel je lahko do cilja potoval več dni ali tednov, na poti so ga lahko ujeli roparji ipd.). Določena sporočila pa so morala prispeti do cilja kar se da hitro in zato so si ljudje izmislili tudi druge načine sporazumevanja na daljavo: ko so Turki ropali po deželi, so ljudje na vrhovih gora prižigali kresove in s tem prenašali sporočilo o bližajoči se nevarnosti. Indijanci so napravili korak naprej in so s pošiljanjem dimnih signalov znali sporočiti tudi vrsto nevarnosti, saj so informacijo o tem spravili v ustrezno obliko in zaporedje dimnih signalov. Informacijo so torej znali na ustrezen način kodirati. Na drugi strani pa je zato moral biti izurjen Indijanec, ki je poznal pomen dimnih signalov in je tako uspel signale dekodirati - izluščiti iz njih informacijo (sporočilo). Iz tega zadnjega primera si je važno zapomniti, kar velja za vse signale (tudi električne), in sicer, da so **SIGNALI NOSILCI INFORMACIJ!**

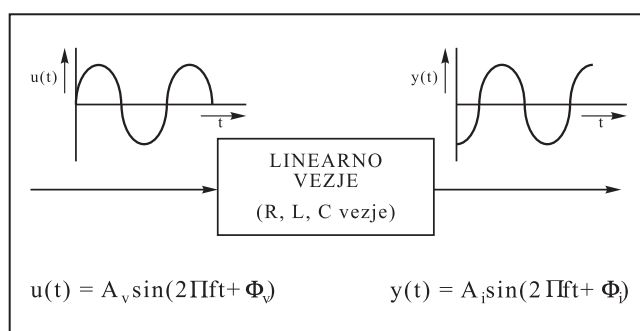
Takšnih in podobnih načinov sporazumevanja je bilo v zgodovini zelo veliko, vendar se je pravi razvoj tehnike prenašanja sporočil na daljavo (razvoj telekomunikacij) začel z odkritjem elektrike in še posebej z odkritjem elektromagnetnega valovanja. Elektromagnetno valovanje se širi po praznem prostoru s svetlobno hitrostjo, z ustrezno izbiro frekvence valovanja pa omogoča prenos velike količine informacij na velike razdalje. Elektromagnetno valovanje je torej res dober "posrednik" za prenos informacij. Da lahko elektromagnetno valovanje uporabimo za te namene, potrebujemo napravo, ki ga ustvari in "opremi" z informacijo, ter napravo, ki valovanje zaznava in iz njega informacijo izlušči. Nekaj teh naprav ter osnovnih principov delovanja le-teh bomo obravnavali v tem poglavju. Posebej si bomo ogledali nekaj postopkov, kako "opremiti" elektromagnetno valovanje določene

frekvence z informacijo. Omejili se bomo na radijske valove. Radijski val določene frekvence, ki "nosi" informacijo, bomo imenovali **NOSILNI VAL** oziroma **NOSILNI SIGNAL** ali **NOSILEC**, postopek, s katerim nosilni signal opremimo z informacijo, pa **MODULACIJA**.

Najprej pa nekaj o signalih.

#### 6.1.1. SIGNALI

Za uporabo v elektrotehniko so zelo primerni signali sinusne oblike. Sinusni signal se pri prehodu skozi električno vezje, ki vsebuje pasivne elemente (R,L,C) - linearno vezje, po obliki ne spremeni. Še vedno je sinusne oblike, spremenita pa se lahko njegova amplituda in faza (Slika 6.1.1).



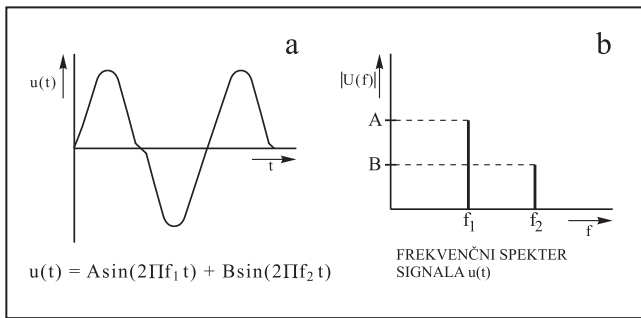
Slika 6.1.1 Sinusni signal in linearno vezje

Poleg tega lahko signale drugih oblik (pravokotne, trikotne...) vedno zapišemo kot vsoto sinusnih signalov različnih amplitud in frekvenc. Slika 6.1.2.a prikazuje signal  $u(t)$ , ki je vsota dveh sinusnih signalov različnih frekvenc in amplitud. Če signal narišemo tako, da na vodoravno os nanašamo čas  $t$ , na navpično os pa vrednost funkcije  $u(t)$ , vidimo, kako se naš signal  $u(t)$  s časom spreminja. Pravimo tudi, da smo signal prikazali v časovnem prostoru.

Pogosto nas zanima, katere frekvence naš signal vsebuje. V našem primeru s slike 6.1.2.a sta to dve frekvenci:  $f_1$  in  $f_2$ . Tudi ti lahko podamo v obliki diagrama, s tem, da zdaj na vodoravno os nanašamo frekvenco, na navpično os pa na primer amplitudo sinusoide pri dani frekvenci. Tako smo narisali **FREKVENČNI SPEKTER** našega signala. Pravimo tudi, da smo signal prikazali v frekvenčnem prostoru (Slika 6.1.2.b).

Signal torej lahko obravnavamo kot vsoto posameznih frekvenčnih komponent. Komponento pri frekvenci  $f_1$  imenujemo osnovno harmonsko komponento, komponento pri  $f_2$  pa prvo harmonsko komponento.

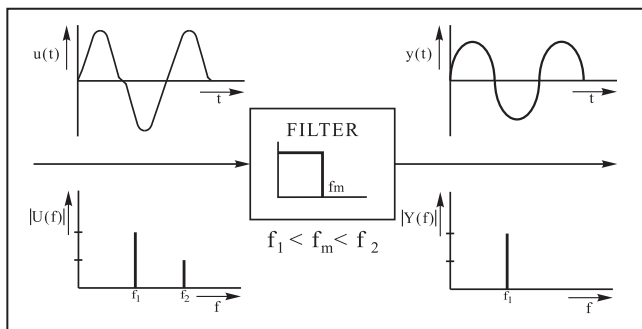
Sedaj si bomo pogledali nekaj operacij nad signali, ki so osnova za delovanje radijskih sprejemnikov in oddajnikov.



Slika 6.1.2 Prikaz signala v časovnem prostoru (a) in frekvenčnem prostoru (b)

Če želimo iz signala izločiti določene frekvence (določene frekvenčne komponente) ali pa kar določen frekvenčni pas, potem moramo signal FILTRIRATI (signal pošljemo skozi FILTER).

Slika 6.1.3 prikazuje naš signal  $u(t)$ , ki ga pošljemo skozi nizkoprepustni filter, ki ima mejno frekvenco višjo od  $f_1$  in nižjo od  $f_2$ . Skozi filter lahko torej pride samo frekvenčna komponenta pri frekvenci  $f_1$ .

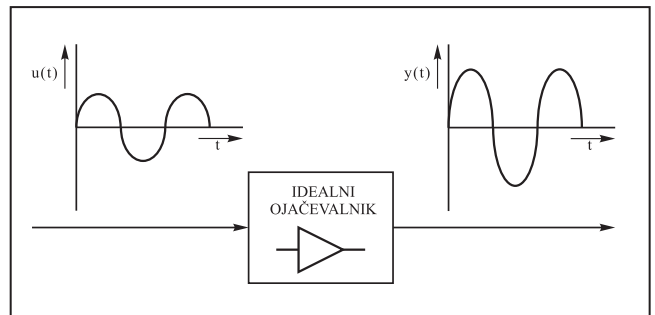


Slika 6.1.3 Filtriranje signala

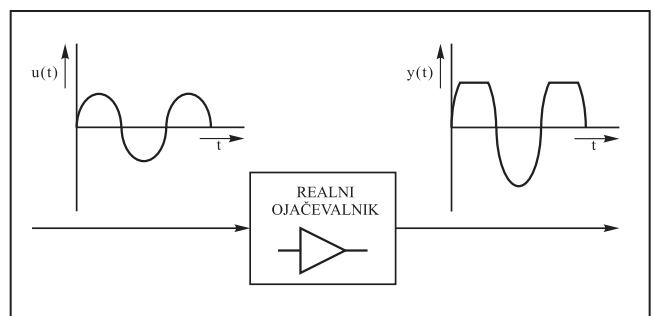
Poleg tega, da s filtrom izločimo določene frekvence iz signala, vplivamo s tem še na fazo signala. Signal, ki pride iz filtra, je fazno premaknjen glede na signal pred filtrom. Vsak filter povzroči fazni zasuk!

Signalu želimo pogosto spremeniti amplitudo; lahko ga OJAČIMO ali pa OSLABIMO. Napravo, ki signale ojačuje, imenujemo OJAČEVALNIK, napravo, ki signale slabi, pa SLABILNIK ali s tujko atenuator. Ojačevalniki so sestavljeni iz nelinearnih elementov (tranzistorjev, elektronskih cevi...), slabilniki pa so navadno vezja, sestavljena iz uporov. Ker so ojačevalniki sestavljeni iz nelinearnih elementov, so to v splošnem nelinearna vezja in zato lahko pričakujemo, da oblika izhodnega signala ne bo povsem enaka obliki vhodnega signala oziroma da bo izhodni signal poleg osnovne harmonske komponente vseboval še višje harmonske komponente (Slika 6.1.4.a in 6.1.4.b). To je slabost ojačevalnikov, saj pri ojačenju navadno želimo dobiti na izhodu signal enake oblike, kot ga imamo na vhodu ojačevalnika. Poznamo nekaj razredov delovan-

ja ojačevalnikov (A,AB,B,C). Izhodni signal najbolj natančno sledi vhodnemu signalu, če ojačevalnik deluje v razredu A, najbolj pa je popačen, če ojačevalnik deluje v razredu C.

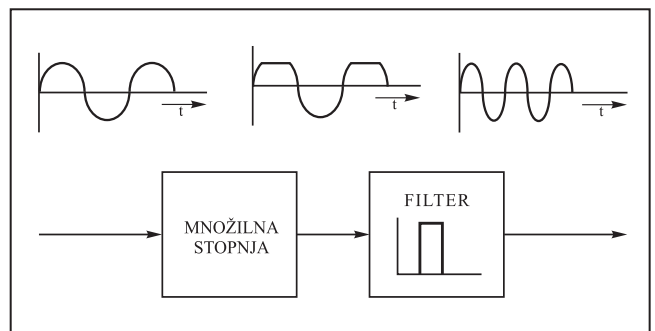


Slika 6.1.4.a Ojačenje signala z idealnim ojačevalnikom



Slika 6.1.4.b Primer ojačenja signala z realnim ojačevalnikom

Lastnost ojačevalnikov, da popačijo signal (kar pomeni, da signal vsebuje višje harmonske komponente), pa nam pride prav pri tako imenovanem MNOŽENJU frekvenc. Denimo, da imamo signal neke frekvence, radi pa bi dobili signal dvakrat višje frekvence. Signal pošljemo skozi MNOŽILNO STOPNJO, ki ni nič drugega kot ojačevalnik, ki deluje v razredu C (Slika 6.1.5). Na izhodu množilne stopnje dobimo poleg osnovne še višje harmonske komponente in z ustreznim filtrom izločimo želeno harmonsko komponento. V našem primeru je to prva harmonska komponenta (dvakrat višja frekvenca vhodnega signala).

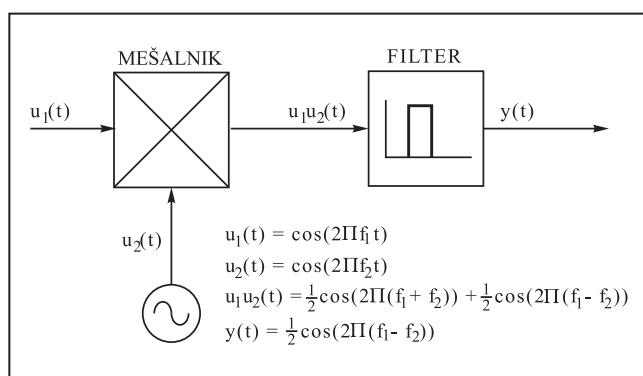


Slika 6.1.5 Množenje

Zelo pomembna operacija je MEŠANJE dveh signalov različnih frekvenc. Denimo, da v MEŠALNIK

(konverter) pripeljemo signal s frekvenco  $f_1$  ter signal s frekvenco  $f_2$ . Na izhodu mešalnika dobimo zagotovo signal frekvence  $f_1 + f_2$  (mešanje navzgor) ter signal frekvence  $f_1 - f_2$  (mešanje navzdol). Z ustreznim filtrom nato izločimo želen signal. Slika 6.1.6 prikazuje mešanje moduliranega signala  $u_1(t)$  s signalom  $u_2(t)$ . Idealni mešalnik je v bistvu množilnik in tako dobimo na izhodu produkt signalov  $u_1(t)$  in  $u_2(t)$ . Ta produkt je signal, ki je sestavljen iz dveh signalov: prvi signal ima frekvenco  $f_1 - f_2$ , drugi pa ima frekvenco  $f_1 + f_2$ .

Če na primer mešamo signal frekvence 576 MHz s signalom frekvence 144 MHz, dobimo na izhodu signal frekvence 432 MHz in signal frekvence 720 MHz. Če bi radi dobili samo signal s frekvenco 432 MHz, pošljemo izhodni signal iz mešalnika skozi filter, ki prepušča signal zelene frekvence, signala frekvence 720 MHz pa ne prepušča.



Slika 6.1.6 Mešanje dveh signalov

### 6.1.2 MODULACIJA

Že v uvodu smo poudarili, da so signali nosilci informacij. Na splošno signali niso prilagojeni na komunikacijski kanal. Frekvenčni spekter govora na primer obsega območje od 100 Hz do 8000 Hz. Če izberemo za komunikacijski kanal telefonsko žico, potem lahko pretvorjeni govor v električni signal direktno prenašamo preko tega komunikacijskega kanala, ne moremo pa ga direktno prenašati preko radijskega kanala, saj so za razširjanje po prostoru primerni le signali visokih frekvenc (dosti višjih od 8000 Hz). V tem primeru moramo našo informacijo (nizkofrekvenčni signal) "vtisniti" v visokofrekvenčni nosilni val (nosilec).

Pravimo, da nosilec moduliramo z informacijskim signalom. Ta postopek imenujemo MODULACIJA. Seveda moramo zato na sprejemni strani izvesti obratno operacijo (izluščiti informacijo iz nosilca), kar imenujemo DEMODULACIJA.

Nosilci so pogosto signali sinusne oblike:

$$u(t) = A \cos(2\pi ft + \Phi)$$

- $f$  – frekvenca
- $A$  – amplituda
- $t$  – čas
- $\Phi$  – faza

Za prenos informacije spreminjamo enega od parametrov nosilnega signala linearno z informacijo. Če kot spreminjajoči parameter vzamemo amplitudo nosilnega signala, potem govorimo o AMPLITUDNI modulaciji, če spreminjamo frekvenco, govorimo o FREKVENČNI modulaciji, in če spreminjamo fazo, govorimo o FAZNI modulaciji.

Preden se posvetimo različnim modulacijam, si pogledjmo pojem PASOVNA ŠIRINA, ki predstavlja bistveno omejitev hitrosti prenosa informacij. Če se signal s časom hitro spreminja, potem ima širok frekvenčni spekter oziroma zahteva veliko pasovno širino. Govorni signal na primer zahteva okoli 3 kHz pasovne širine, TV video signal pa zahteva pasovno širino nekaj MHz! Tudi komunikacijske naprave (na primer radijski sprejemniki, oddajniki) imajo določeno pasovno širino, saj vsebujejo elemente, ki shranjujejo energijo (kondenzatorje, tuljave), shranjena energija pa se ne more poljubno hitro spreminjati. (pasovna širina realnega vzporednega nihajnega kroga, ki ima Q faktor od 10 do 100, se giblje od 1 do 10% okrog resonančne frekvence) Pasovna širina in frekvenca nosilca sta zato tesno povezani. Velja pravilo, da naj bo razmerje pasovna širina proti frekvenci nosilca manjše od 0.1 in večje od 0.01:

$$0.01 < \frac{B}{f_c} < 0.1$$

- $B$  – pasovna širina
- $f_c$  – frekvenca nosilca

Iz te enačbe vidimo, da informacijski signali z veliko pasovno širino zahtevajo visoko frekvenco nosilnega signala. Amaterskih TV signalov ne moremo oddajati na kratkem valu, saj tam nimamo na razpolago dovolj pasovne širine.

Omenimo še, da je poleg pasovne širine bistvena omejitev prenosa informacij preko komunikacijskega sistema še ŠUM, ki se mu nikakor ne moremo izogniti. Moč šuma navadno merimo relativno glede na informacijski signal - definiramo razmerje signal-šum ( $S/N$  = signal/noise power ratio). Več bomo o šumu povedali pri obravnavi radijskih sprejemnikov.

Omenimo samo še to, da hitrost prenosa informacij ne more presežati kapacitete komunikacijskega kanala, ki je podana z enačbo:



$$C = B \lg\left(1 + \frac{S}{N}\right)$$

$C$  – kapaciteta kanala

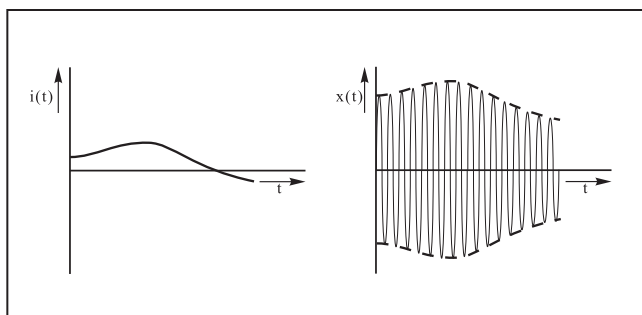
$B$  – pasovna širina

$\frac{S}{N}$  – razmerje signal-šum

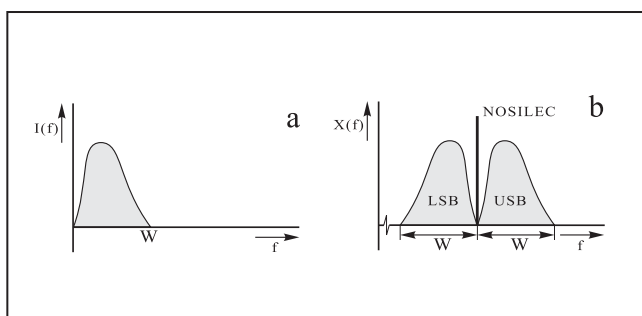
Ta relacija predstavlja zgornjo mejo zmogljivosti komunikacijskega sistema z dano pasovno širino in danim razmerjem signal-šum.

### AMPLITUDNA MODULACIJA (AM)

Kot nosilec uporabimo sinusni signal. Bistvo AM je, da ima ovojnica moduliranega nosilca enako obliko kot informacija, ki jo prenašamo - spreminjamo torej amplitudo nosilca glede na informacijski signal. Modulacijski (informacijski) signal  $i(t)$  in modulirani signal  $x(t)$  prikazuje slika 6.1.7.



Slika 6.1.7 Modulacijski (informacijski) in modulirani signal



Slika 6.1.8 Spekter modulacijskega (a) in AM signala (b)

$I(f)$  naj bo frekvenčni spekter modulacijskega signala  $i(t)$ . Najvišjo frekvenco, ki jo vsebuje signal  $i(t)$ , označimo z  $W$ . Frekvenčni spekter AM signala označimo z  $X(f)$ . Na sliki 6.1.8.a je prikazan spekter modulacijskega signala, na sliki 6.1.8.b pa je prikazan spekter AM signala. Vidimo, da je spekter AM signala sestavljen iz frekvenčne komponente nosilca ter iz dveh simetričnih bočnih pasov (spodnji bočni pas = Lower-SideBand, zgornji bočni pas = Upper-SideBand). Pas-

ovna širina AM signala je torej enaka dvakratni pasovni širini modulacijskega signala:

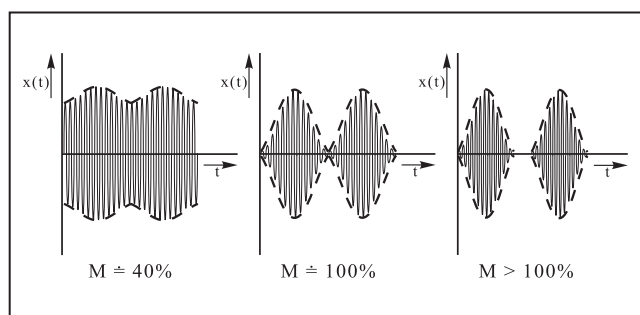
$$B = 2 \cdot W$$

Pri AM podajamo modulacijski indeks ( $m$ ), ki predstavlja stopnjo, s katero informacijski signal modulira nosilec oziroma procent modulacije ( $M$ ), ki je v procentih izražen modulacijski indeks:

$$m = \frac{\text{maksimalna vrednost modulacijskega signala}}{\text{maksimalna vrednost nosilca}}$$

$$M = m \cdot 100[\%]$$

Slika 6.1.9 prikazuje modulirani signal pri različnih procentih modulacije.

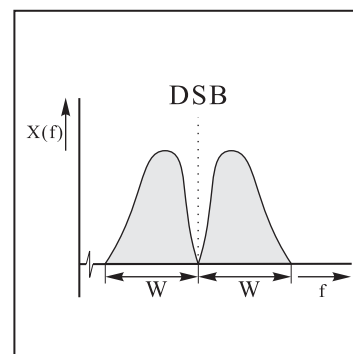


Slika 6.1.9 Modulirani signal pri različnih procentih modulacije

Ovojnica moduliranega signala natančno predstavlja informacijski signal, če sta izpolnjena dva pogoja:

1. Frekvenca nosilca je veliko večja od najvišje frekvence, ki jo vsebuje informacijski signal;
2. Odstotek modulacije ne presega 100%.

Izkaže se, da pri AM najmanj 50% moči porabimo za nosilec, ki sploh ne nosi nobene informacije. Zato je koristno, da se nosilca znebimo in dobimo amplitudno modulacijo s potlačenim nosilcem, ki jo označimo z DSB-SC (Double-SideBand Suppressed-Carrier) ali krajše DSB.

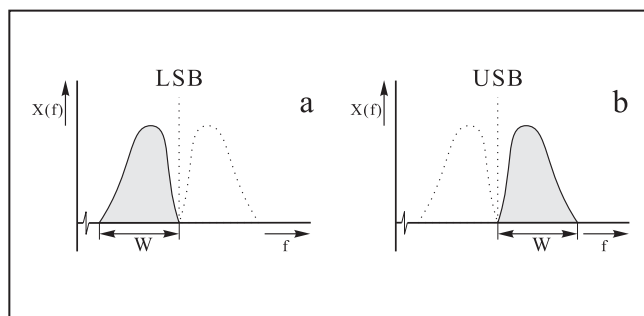


Slika 6.1.10 Frekvenčni spekter DSB signala

Frekvenčni spekter DSB signala prikazuje slika 6.1.10. Spekter je podoben spektru AM signala (manjka samo frekvenčna komponenta nosilca).

Moč, ki bi jo pri AM porabili za nosilec, lahko sedaj porabimo na bočnih pasovih. DSB prihrani moč glede na AM, vendar pa zahteva bolj zapleten postopek demodulacije.

Z odstranitvijo nosilca smo prihranili moč, še vedno pa nismo prihranili pasovne širine, saj tudi DSB zahteva dvakrat večjo pasovno širino od pasovne širine informacijskega signala. V bistvu koristno informacijo prenašamo dvakrat - na spodnjem in na zgornjem bočnem pasu. Če poleg nosilca potlačimo še bodisi spodnji bodisi zgornji bočni pas, dobimo enobočno modulacijo, ki jo označimo s SSB (Single-SideBand). Če potlačimo zgornji bočni pas, govorimo o LSB (Lower-SideBand), če pa spodnjega, pa govorimo o USB (Upper-SideBand). Frekvenčna spektra LSB in USB signala prikazuje slika 6.1.11.a in b.



Slika 6.1.11 Frekvenčna spektra LSB (a) in USB signala (b)

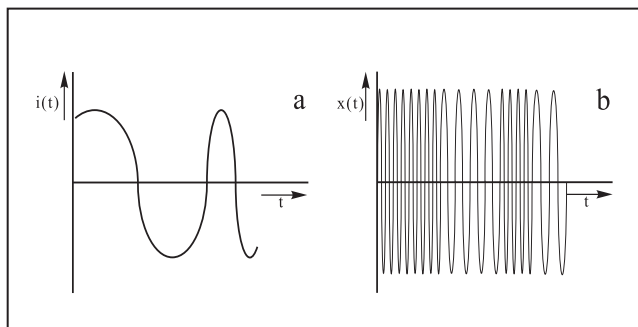
SSB prihrani moč in pasovno širino glede na AM, vendar pa zahteva zapleten postopek moduliranja in demoduliranja. SSB ima tudi boljše razmerje signal-šum, kot ga ima klasična AM pri sicer enaki grebenski oddajni moči.

S tem, da se pri SSB modulaciji s pomočjo filtra potlači en bok se je na polovico zmanjšala pasovna širina, a to ni dovolj saj prišteta frekvenca človeškega glasu lahko tudi ta polovični pas naredi preširokega, to pa ni cilj. Frekvenca človeškega glasu je v obsegu od 100 Hz pa do 8000 Hz. Moški glas od 100 do 900 Hz, ženski od 300 do 1100 Hz. Kar je višje so harmonske frekvence, zaradi katerih spoznamo človeka po glasu. Za razumevanja človeškega govora je dovolj razpon od 300 do 1350 Hz. Filter, ki prepušča samo en pas je narejen tako, da tudi odreže spodnjih 300 Hz in vse kar je višje od 2500 Hz. Tako ostane pasovna širina nekje v mejah običajno med 2000 Hz in največ 2500 Hz (običajno 2200 Hz).

Tako obrezan frekvenčni spekter govorjenega glasu deloma popači glas, a se je temu potrebno privaditi.

### FREKVENČNA MODULACIJA (FM)

Pri frekvenčni modulaciji spreminjamo frekvenco linearno z informacijskim signalom. Slika 6.1.12 prikazuje frekvenčno moduliran signal.



Slika 6.1.12 Informacijski signal (a) in frekvenčno moduliran signal (b)

Iz slike vidimo, da frekvenca FM signala varira okoli vrednosti frekvence nosilnega signala. Amplituda nosilca pa ni odvisna od modulacijskega signala - je torej konstantna!

Frekvenčni spekter FM signala je teoretično neskončno širok, vendar amplituda stranskih komponent hitro upada, tako da ga v praksi lahko ocenimo z enačbo:

$$B = 2 \cdot W + 2 \cdot D$$

$W$  je najvišja frekvenca, ki jo vsebuje modulacijski signal,  $D$  pa je FREKVENČNA DEVIACIJA, ki je definirana kot največji odmik frekvence FM signala od nosilne frekvence. Frekvenčna deviacija je sorazmerna amplitudi modulacijskega signala. Za primer vzemimo, da je naš modulacijski signal govor, ki naj ima najvišjo frekvenco 3 kHz, deviacija pa naj bo 5 kHz. Potrebna pasovna širina je torej 16 kHz.

Modulacijski indeks pri FM je definiran z enačbo:

$$m = \frac{D}{f_m}$$

$f_m$  je frekvenca sinusnega modulacijskega signala amplitude 1,  $D$  pa frekvenčna deviacija. Vidimo, da se modulacijski indeks pri FM spreminja s spreminjanjem frekvence modulacijskega signala. Če na primer moduliramo oddajnik s frekvenco 2 kHz pri deviaciji 6 kHz, je modulacijski indeks 3; če moduliramo s frekvenco 6 kHz, pa je modulacijski indeks 1.

Frekvenčna modulacija je glede na pasovno širino kar potratna. Prenos govora preko UKV radioamater-

skih postaj na primer zahteva okoli 15 kHz pasovne širine. Če je pasovna širina FM signala pod 50 kHz, govorimo o ozkopasovni FM (NBFM), če pa je večja, govorimo o širokopasovni FM (WBFM); radiodifuzne postaje, ki oddajajo glasbo, zahtevajo okoli 150 kHz pasovne širine.

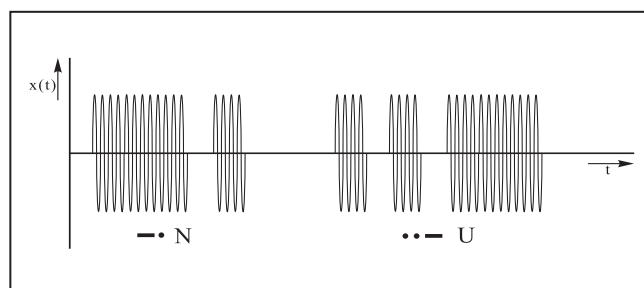
Frekvenčno modulacijo označujemo tudi z FM1 s pasovno širino 12 kHz, ki jo uporabljamo radioamaterji in še nekatere druge službe. FM2 s pasovno širino 15 kHz, nekatere profesionalne službe. Radiodifuzno s pasovno širino 150 kHz pa s FM5.

### FAZNA MODULACIJA (PM)

Pri fazni modulaciji spreminjamo fazo nosilnega signala glede na modulacijski signal. Spreminjanje faze ima za posledico spreminjanje frekvence nosilnega signala. To spreminjanje frekvence (frekvenčna deviacija) je sorazmerno hitrosti spreminjanja faze, le-ta pa je odvisna od frekvence in amplitude modulacijskega signala. Deviacija pri FM je sorazmerna samo amplitudi, deviacija pri PM pa je sorazmerna tako amplitudi kot frekvenci modulacijskega signala. Kljub tej razliki je težko ugotoviti, ali je nek signal fazno ali frekvenčno moduliran.

### TELEGRAFIJA (CW)

To je pravzaprav najpreprostejša metoda, s katero nosilni signal opremimo z informacijo. Nosilec preprosto vklopimo in izklopimo v ritmu vnaprej dogovorjenih znakov. Radioamaterji uporabljamo Morse-kod, kjer je vsak znak (črka, številka, ločilo) predstavljen z določeno kombinacijo dolgih in kratkih elementov (element predstavlja stanje "nosilec vključen"). Med elementi so kratki premori, med posameznimi znaki pa daljši (premor predstavlja stanje "nosilec izključen"). Slika 6.1.13 prikazuje nosilni signal, ki "vsebuje" dva znaka kodirana Morse-koda: N in U.



Slika 6.1.13 CW signal (dva znaka Morsejeve kode)

Zahtevana pasovna širina je sicer odvisna od hitrosti oddajanja znakov, je pa vsekakor majhna (okoli 100 Hz).

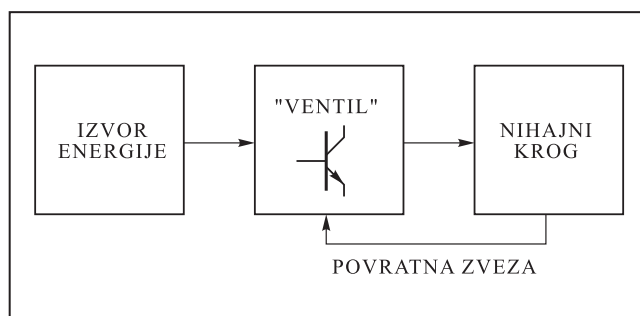
## 6.2. RADIJSKI ODDAJNIKI

V grobem povedano je RADIJSKI ODDAJNIK naprava, ki ustvari RF (radiofrekvenčni) signal, ga opremi z informacijo (ustrezno modulira), ojači in nato pošlje v anteno, kjer se izseva v prostor. Sestavljen je iz več elektronskih sklopov. Posebej si bomo ogledali izvore RF signala (to so oscilatorji in RF sintetizatorji), ostale sklope pa na posameznih primerih oddajnikov za različne načine modulacije.

### 6.2.1. OSCILATORJI

Oscilatorji (električni) so izvori izmeničnih nape-tosti ali tokov določene frekvence. To so vezja, v katerih se energija izvora enosmerne napetosti pretvarja v energijo izmenične napetosti določene frekvence. Oscilatorje, ki delajo na področju radijskih frekvenc, imenujemo RF oscilatorje in so osnovni gradniki radijskih naprav; prva stopnja v vseh preprostih oddajnikih je oscilator (ta določa frekvenco, na kateri bo oddajnik deloval).

Če nihajnemu krogu dovedemo začetno energijo, ta zaniha, vendar nihanje zaradi izgub v samem vezju izzveni - dušeno nihanje. Želimo pa dobiti nedušeno nihanje, zato je očitno, da moramo nihajnemu krogu na nek način dovajati energijo, tako da dobimo nihanje konstantne amplitude (nedušeno nihanje). Sklop, ki takšno nihanje "proizvaja", se imenuje OSCILATOR. Slika 6.2.1 prikazuje osnovne elemente oscilatorja.



Slika 6.2.1 Osnovni elementi oscilatorja

Izvor energije - je izvor enosmerne napetosti (na primer baterija).

Nihajni krog - določa frekvenco nihanja (osciliranja), saj je to frekvenčno selektivno vezje (filter).

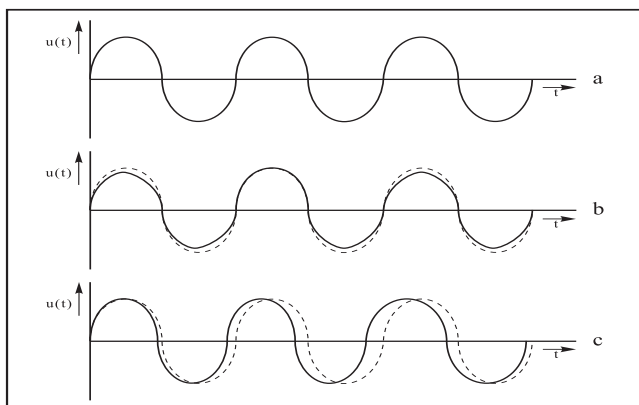
"Ventil" - skrbi za dovajanje energije nihajnemu krogu (na primer tranzistor ali elektronka).

Povratna zveza - z njo dosežemo, da je delovanje "ventila" sinhronizirano z nihanjem nihajnega kroga.

Oscilator je v bistvu ojačevalnik, kateremu določen del izhodnega signala preko povratne zveze pripeljemo nazaj na vhod. Ni nujno, da v takšnem vezju nastane-

jo oscilacije, saj so zato potrebni še nekateri dodatni pogoji.

Idealen oscilator bi generiral sinusni signal dane frekvence, kateremu se ne bi spreminjala niti amplituda niti faza (Slika 6.2.2.a). Ker se idealnega oscilatorja ne da narediti, je izhodni signal iz oscilatorja sinusoida, ki se ji (malo) spreminjata tako amplituda kot faza. Govorimo o AMPLITUDNEM ŠUMU in o FAZNEM ŠUMU oscilatorja. Pod pojmom amplitudni šum torej razumemo nezaželeno spreminjanje amplitude (Slika 6.2.2.b), pod pojmom fazni šum pa nezaželeno spreminjanje faze generiranega sinusnega signala (Slika 6.2.2.c).



Slika 6.2.2 Sinusni signal idealnega oscilatorja (a), amplitudni šum (b) in fazni šum (c)

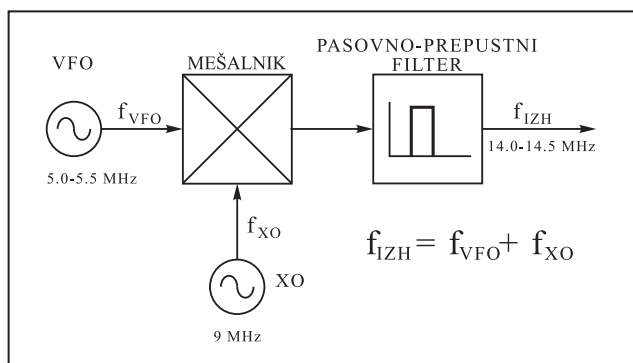
Od dobrega oscilatorja pričakujemo, da se mu frekvenca, na kateri dela, čimmanj spreminja (pravimo, da mora biti oscilator čimbolj STABILEN). To je odvisno predvsem od izvedbe (električne in mehanske) in uporabljenih elementov. Na stabilnost oscilatorja vplivata tudi temperatura okolice in staranje elementov.

Glede na uporabljeni nihajni krog ločimo več vrst oscilatorjev:

- Kristalni oscilator (XO) - za nihajni krog uporabimo kremenov kristal. Frekvenca nihanja je zelo stabilna. Določena je predvsem z debelino ploščice kristala, ki lahko niha na svoji osnovni frekvenci ali pa na overtonskih frekvencah (na lihih mnogokratnikih osnovne frekvence; največkrat na tretji ali peti).
- Kristalni oscilator spremenljive frekvence (VXO) - kristalu zaporedno ali vzporedno vežemo spremenljivi kondenzator ali zaporedno tuljavo in tako lahko s spreminjanjem kapacitivnosti kondenzatorja oziroma induktivnosti tuljave v zelo majhnem območju spreminjamo frekvenco nihanja.
- Oscilator spremenljive frekvence (VFO) - uporabimo LC nihajni krog. Kondenzator je navadno spremenljivi kondenzator, s katerim nastavljammo frekvenco nihanja.

- Napetostno kontrolirani oscilator (VCO) - uporabimo LC nihajni krog, le da namesto spremenljivega kondenzatorja uporabimo varaktorsko diodo, ki ji kapacitivnost spreminjamo s spreminjanjem napetosti na njej.

Praktična zgornja meja za dobro stabilnost (za uporabo v CW in SSB radijskih postajah) VFO-ja je nekje med 7 in 10 MHz. Za uporabo VFO-ja na višjih frekvencah pa lahko uporabimo heterodinski tip oscilatorja (Slika 6.2.3). Signal iz VFO-ja mešamo s signalom kristalnega oscilatorja (XO) in nato s filtrom izločimo signal želene frekvence. Denimo, da imamo VFO, ki pokriva frekvenčno območje od 5 MHz do 5.5 MHz. Po mešanju s signalom kristalnega oscilatorja frekvence 9 MHz dobimo poleg drugih produktov mešanja tudi signal frekvence 14 MHz, ki ga s filtrom izločimo. Tako dobimo oscilator, ki pokriva frekvenčno območje od 14 do 14.5 MHz. Z izbiro kristala v kristalnem oscilatorju in z izbiro filtra torej določimo, kam naj se "preslika" frekvenca VFO-ja. Na tak način je možno z enim VFO-jem pokriti na primer vsa amaterska frekvenčna področja na kratkem valu.



Slika 6.2.3 Heterodinski oscilator

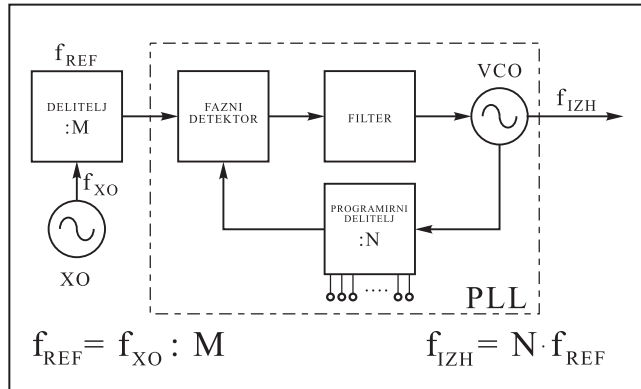
### 6.2.2. RF SINTETIZATORJI

Osnovni RF izvor v večini starejših radijskih oddajnikov in sprejemnikov je bil VFO. Danes so to vlogo v glavnem prevzeli frekvenčni sintetizatorji. Uporabljata se predvsem dva tipa sintetizatorjev: PLL sintetizator in direktni digitalni sintetizator (DDS); pa tudi kombinacija obeh.

#### PLL SINTETIZATOR

Ideja PLL sintetizatorja je uporabiti VCO, ki ga s pomočjo povratne zanke stabiliziramo. To dosežemo s fazno sklenjeno zanko (PLL = Phase-Locked Loop). Preprost PLL sintetizator prikazuje slika 6.2.4. Izhod iz VCO peljemo preko programirnega delitelja na fazni detektor. Fazni detektor primerja deljen izhod iz VCO z natančnim in stabilnim referenčnim signalom. Izhod

faznega detektorja je signal, ki je proporcionalen razliki faz vhodnih signalov. Izhod faznega detektorja nato filtriramo in peljemo na varaktorsko diodo v VCO, kjer povzroči spremembo frekvence VCO tako, da se zmanjša razlika med referenčno frekvenco in deljeno frekvenco VCO. Ta proces se nadaljuje, dokler frekvenci nista enaki. Takrat pravimo, da se zanka ujame.



Slika 6.2.4 PLL sintetizator

Delovno frekvenco pri PLL sintetizatorju nastavljamo digitalno s programiranjem programirnega delitelja. Frekvenco lahko nastavljamo samo v diskretnih korakih, ki jih določa referenčna frekvenca. Signal referenčne frekvence dobimo navadno z deljenjem izhodnega signala kristalnega oscilatorja. Referenčna frekvenca je zato zelo stabilna in točna, kar pomeni, da je takšna tudi izhodna frekvenca PLL sintetizatorja.

Referenčna frekvenca določa najmanjši frekvenčni korak. Za FM delo je najmanjši korak običajno 12.5 oziroma 25 kHz, za SSB in CW delo pa mora biti najmanjši korak vsaj 100 Hz, običajno pa je v novejših postajah še manjši. Manjši frekvenčni korak ima za posledico daljši čas vnhanja zanke (to je čas od spremembe delovne frekvence do trenutka, ko se zanka ujame) in/ali povečanje faznega šuma.

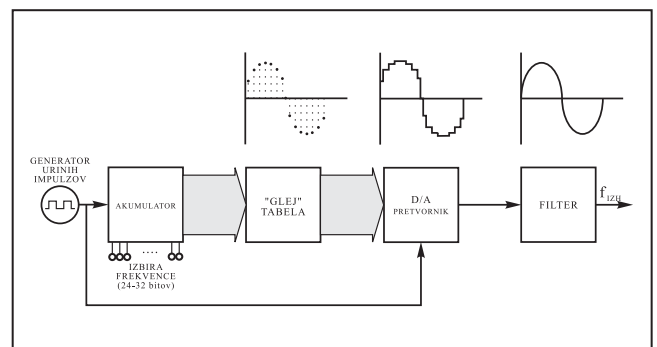
### DIREKTNI DIGITALNI SINTETIZATOR (DDS)

Sinusni signal lahko generiramo tako, da za določene vrednosti faz signala vnaprej izračunamo vrednosti amplitud. Izračunane vrednosti amplitud shranimo v pomnilnik v obliki, ki se imenuje "glej tabela". DDS temelji na dejstvu, da je frekvenca signala sorazmerna hitrosti spreminjanja njegove faze. Zato lahko iz vnaprej izračunanih vrednosti, ki so v "glej tabeli", generiramo sinusni signal skoraj poljubne frekvence. Skoraj poljubno pravimo zato, ker obstajata dve omejitvi, in sicer: najvišja frekvenca, ki jo lahko sintetiziramo, in najmanjši korak spremembe frekvence (resolucija), ki ga lahko dosežemo. Pri DDS dosežemo ustrezno hitrost spreminjanja faze (oziroma ustrezno frekvenco generiranega signala) z iz-

biro koraka pri naslavljanju "glej tabele" in z ustrezno izbiro časovnih trenutkov odčitavanja podatkov iz nje. Podatki so shranjeni v digitalni obliki, zato jih moramo pretvoriti v analogno obliko.

Pri DDS imamo opraviti z digitalnimi signali. To so signali, ki imajo definirano točno določeno vrednost samo ob določenih trenutkih, ki jih določa frekvenca urinih impulzov. Da lahko takšne signale natančno pretvorimo v analogne, mora biti po teoriji frekvenca urinih impulzov najmanj dvakrat večja od najvišje frekvence signala, poleg tega pa jih moramo po D/A pretvorbi še obvezno filtrirati z nizkoprepustnim filtrom.

Slika 6.2.5 prikazuje osnovni direktni digitalni sintetizator. Akumulator je binarni števec, ki ob vsakem urinem impulzu prišteje trenutni vrednosti nastavljeno vrednost. Vrednost akumulatorja je naslov v "glej tabeli", ki se nahaja v pomnilniku (v ROM ali v RAM). Na tem naslovu pa se nahaja ustrezna vrednost amplitude, ki gre potem v digitalno - analogni pretvornik (D/A pretvornik). Tako nastane stopničasti signal, ki ga je potrebno še filtrirati, da dobimo na izhodu lep sinusen signal določene frekvence. Frekvenco določajo frekvenca urinih impulzov, velikost akumulatorja ter nastavljena vrednost. Najmanjši frekvenčni korak pa določata velikost akumulatorja ter seveda frekvenca urinih impulzov. Če je na primer frekvenca urinih impulzov 17MHz in je velikost akumulatorja 24 bitov, potem je najmanjši korak približno 1Hz!



Slika 6.2.5 Direktni digitalni sintetizator

Če želimo narediti DDS za frekvence do 10 MHz, mora biti frekvenca urinih impulzov najmanj 20 MHz, v praksi pa vzamemo še nekaj več, na primer 30 MHz. Nizkoprepustni filter pa naj ima mejno frekvenco nekje pri 12 MHz. Vidimo, da v tem primeru rabimo zelo hiter D/A pretvornik, saj mora delati na frekvenci 30 MHz! Hitri in hkrati dobri D/A pretvorniki pa so danes še zelo dragi.

Preden si pogledamo posamezne primere oddajnikov, omenimo tri stopnje, ki jih najdemo praktično v vsakem oddajniku. To so:

**LOČILNA STOPNJA** (Buffer) je ojačevalnik. Glavna naloga ločilne stopnje je preprečiti vpliv naslednje stopnje na predhodno stopnjo. Oscilatorju navadno sledi ločilna stopnja, saj bi brez nje le-ta lahko zaradi prevelike obremenitve postal nestabilen.

**KRMILNA STOPNJA** (Driver) je močnostni ojačevalnik, ki mora ojačiti signal na nivo, ki je potreben za delovanje končne stopnje.

**KONČNA STOPNJA** (PA = Power Amplifier) je sestavljena iz močnostnega ojačevalnika in ustreznega pasovno-prepustnega ali nizkoprepustnega filtra. Naloga končne stopnje je ojačiti signal na zahtevan nivo ter filtrirati izhodni signal. Ojačevalniki so namreč nelinearna vezja in zato vsebuje izhodni signal iz ojačevalnika poleg osnovne še višje harmonske frekvence, ki pa jih je treba čimbolj zadušiti. Po predpisih mora biti nivo višjih harmonskih komponent vsaj 40dB pod nivojem osnovne frekvence. Izhodna impedanca končne stopnje je 50 ohm in je standardizirana za vse radioamaterske radijske naprave.

Močnostni ojačevalnik končne stopnje ima običajno izkoristek nekje med 0.4 do 0.7 (40% do 70%). Izkoristek pove, koliko moči je koristne (RF signal) in koliko se je nekoristno porabi (segrevanje tranzistorjev ali elektronskih cevi). Izhodna moč (output power) oddajnika je zato enaka produktu vhodne moči (input power) in izkoristka.

Vse stopnje morajo biti med sabo impedančno prilagojene, tako da je zagotovljen največji prenos moči med njimi.

### 6.2.3. CW ODDAJNIKI

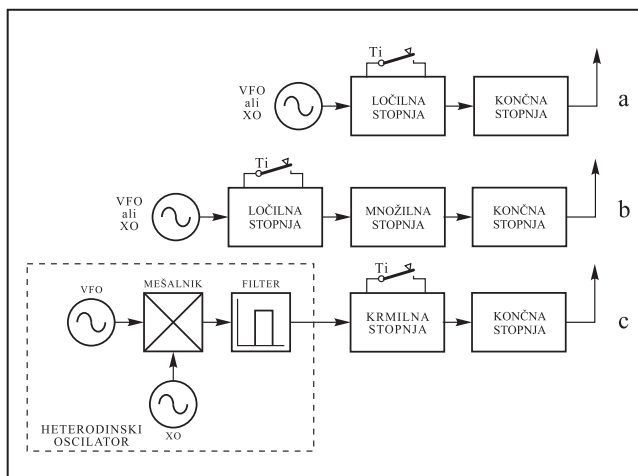
Telegrafija z uporabo Morsejeve kode je najpreprostejša modulatorska metoda v radioamaterski praksi. Pri radioamaterjih je zelo priljubljena, saj lahko izkušen radioamater pravilno dekodira telegrafske signale, čeprav so le-ti zelo šibki ali pa moteni.

Preprost kratkovalovni CW oddajnik prikazuje slika 6.2.6.a. Sestavljen je iz oscilatorja, ločilne stopnje in končne stopnje. Delovna frekvenca oddajnika je kar frekvenca, na kateri dela oscilator.

Oddajnik na sliki 6.2.6.b je podoben prejšnjemu, le da vsebuje še množilno stopnjo. Oscilator lahko zato dela na nižji frekvenci od delovne frekvence oddajnika. Če na primer dela oscilator na 3.5 MHz, množilna stopnja množi z 2 - rezultat je torej delovna frekvenca 7 MHz. Oddajnik lahko vsebuje tudi več množilnih stopenj.

Oddajnik na sliki 6.2.6.c vsebuje heterodinski oscilator. Delovna frekvenca je torej produkt mešanja

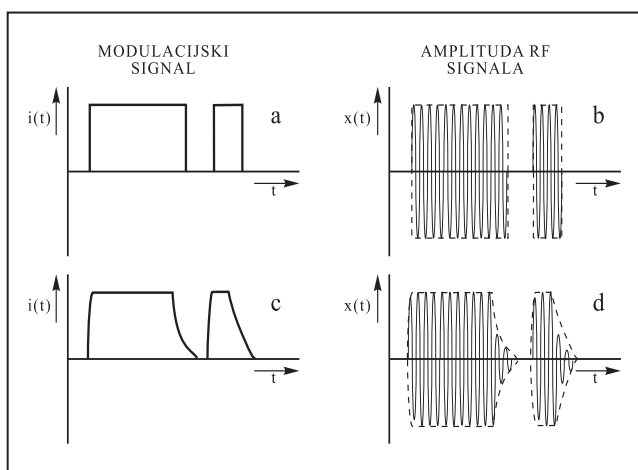
frekvence VFO ter frekvence kristalnega oscilatorja. Z izbiro kristala v kristalnem oscilatorju izbiramo frekvenčno področje oddajnika.



Slika 6.2.6.a, b in c CW oddajniki

Pri oddajanju telegrafije moramo na nek način prekinjati RF signal v ritmu telegrafskih znakov. To lahko naredimo tako, da vklapljamo ali izklapljamo oscilator, vendar se pogosteje uporablja vklapljanje ali izklapljanje stopenj, ki sledijo oscilatorju, torej ločilne ali krmilne stopnje.

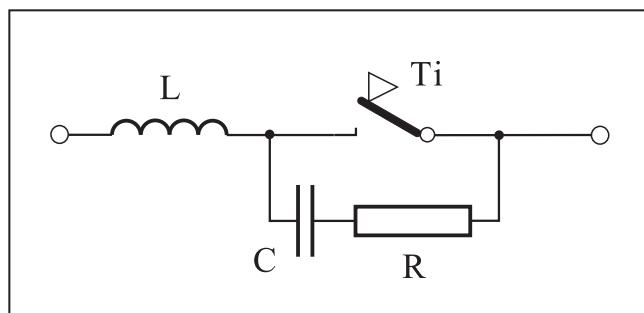
Neprestano vklapljanje in izklapljanje RF signala od nič do največje vrednosti in nazaj na nič je enakovredno 100 procentni amplitudni modulaciji s pravokotnim modulatorskim signalom. Ostri robovi signala povzročajo stranske frekvenčne komponente v spektru RF signala, ki se na sprejemni strani na določenih frekvencah slišijo kot "klik" vsakič, ko pritisnemo ali spustimo tipkalo. Klikli se pri tako ostrih robovih lahko slišijo več kot 100 kHz proč od nosilne frekvence in lahko predstavljajo resne motnje. Slika 6.2.7.a prikazuje napajalni tok stopnje, ki jo vklapljamo oziroma izklapljamo, če tipkamo črko N, slika 6.2.7.b pa rezultirajoč RF signal.



Slika 6.2.7.a, b, c in d Tok napajalne stopnje in RF signal pri CW oddajniku

Klike zelo zmanjšamo, če upočasnimo naraščanje in padanje toka napajanja stopnje (Slika 6.2.7.c). Tako je tudi ovojnica rezultirajočega RF signala bolj "pohlevna" (Slika 6.2.7.d).

Slika 6.2.8 prikazuje preprost "anti-klik" filter, ki ga lahko uporabimo v primeru, ko tipkalo prekinja enosmerno napajanje določene stopnje v oddajniku. Ko tipkalo pritisnemo, tuljava upočasnjuje naraščanje toka, ko tipkalo spustimo, pa polnjenje kondenzatorja upočasnjuje padanje toka. Upor prepreči hitro praznjenje kondenzatorja, ko tipkalo pritisnemo.

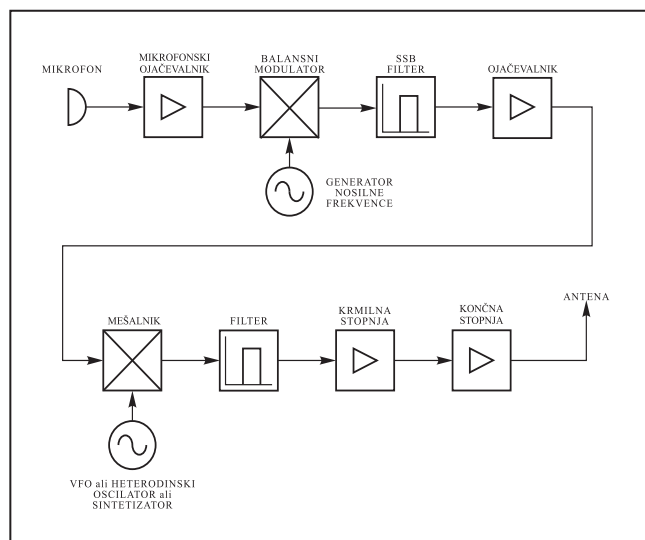


Slika 6.2.8 "Anti-klik" filter

Ojačevalniki za CW signale lahko delajo tudi v C razredu.

#### 6.2.4. SSB ODDAJNIKI

SSB modulacija je pri radioamaterjih zelo priljubljena in se uporablja predvsem za prenos govora na skoraj vseh radioamaterskih frekvenčnih področjih. V poglavju o modulacijah smo povedali, da je SSB modulacija vrsta amplitudne modulacije, ki ima potisnjen nosilec in ima samo en bočni pas. Eno izmed metod, kako dosežemo takšno modulacijo, si pogledjmo na primeru SSB oddajnika, ki ga prikazuje slika 6.2.9.



Slika 6.2.9 SSB oddajnik

Začnimo pri balansnem modulatorju. BALANSNI MODULATOR je električno vezje, ki ima dva vhoda. To sta vhoda za modulacijski signal in za RF nosilni signal. Na izhodu iz balansnega modulatorja dobimo DSB signal - torej signal, ki vsebuje spodnji in zgornji bočni pas, nosilca pa ne. Nosilec smo torej že izločili, sedaj moramo poskrbeti še za to, da bo RF signal vseboval samo en bočni pas (LSB ali USB), kar dosežemo s SSB filtrom.

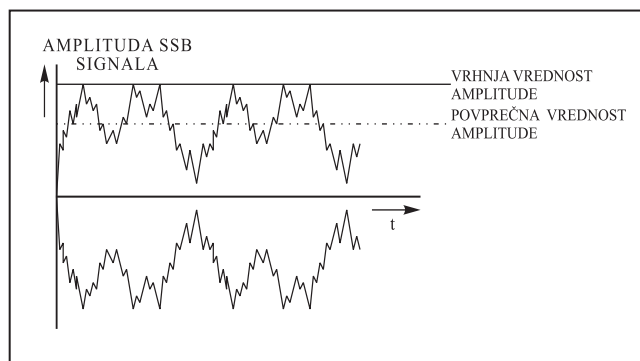
SSB FILTER je pasovno-prepustni filter, ki poreže vse razen enega od bočnih pasov. Pasovna širina takšnega filtra je navadno od 1.8 do 3 kHz. Zahteve za dušenje frekvenc izven prepustnega področja so zelo velike, zato se v te namene uporabljajo predvsem kristalni filtri.

Ali bomo oddajali LSB ali USB, izberemo bodisi z izbiro ustreznega SSB filtra bodisi z izbiro kristala v oscilatorju nosilne frekvence.

RF signal po filtriranju še ojačimo in nato mešamo s signalom iz oscilatorja ali sintetizatorja, s katerim izbiramo delovno frekvenco oddajnika in tako dobimo SSB signal želene frekvence, ki ga je potrebno samo še ojačiti na ustrezen nivo.

Ojačevalniki za SSB signale morajo biti kar se da linearni, zato običajno delujejo v A ali AB razredu.

Slika 6.2.10 prikazuje ovojnico SSB signala. Najvišjo vrednost amplitude ovojnice imenujemo vrhnja vrednost amplitude. Moč, ki jo ima signal pri vrhnji vrednosti ovojnice, imenujemo PEP (Peak Envelope Power) in je ena izmed karakteristik, ki jih podajamo pri SSB oddajnikih. Definiramo tudi povprečno vrednost amplitud ovojnice, ki je povpreček vrednosti amplitud v določenem časovnem obdobju (na primer trajanje zloga v govornem signalu).



Slika 6.2.10 Ovojnica SSB signala

Zaželeno je, da je razmerje med vrhnjo vrednostjo amplitud ovojnice in povprečno vrednostjo čim manjše, saj to pomeni večjo povprečno moč oddajnika oziroma

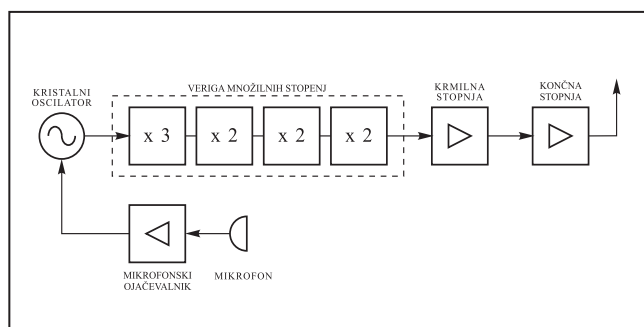
boljše razmerje signal-šum na sprejemni strani. Ker sam govorni signal (avdio signal) vsebuje nenadne zelo kratke skoke amplitude, ga moramo zato ustrezno obdelati. Govornemu signalu lahko ekstremno visoke vrhove amplitud pri določeni meji enostavno odrežemo (Audio Clipper) ali pa uporabimo ojačevalnik s povratno vezavo, kateremu se ojačenje spreminja tako, da “drži” izhodni signal v določenih mejah (Audio Compression). Tako obdelan avdio signal nato filtriramo in peljemo naprej na modulator. Obe operaciji lahko naredimo tudi na RF signalu (RF Clipper, RF Compression oziroma Automatic Level Control = ALC).

### 6.2.5. FM ODDAJNIKI

Radioamaterji uporabljamo frekvenčno modulacijo predvsem za lokalne in mobilne zveze na UKV, saj omogoča kvaliteten prenos govora. Žal pa zahteva dosti več pasovne širine kot na primer SSB modulacija in se na KV zato ne uporablja (razen na 10m področju).

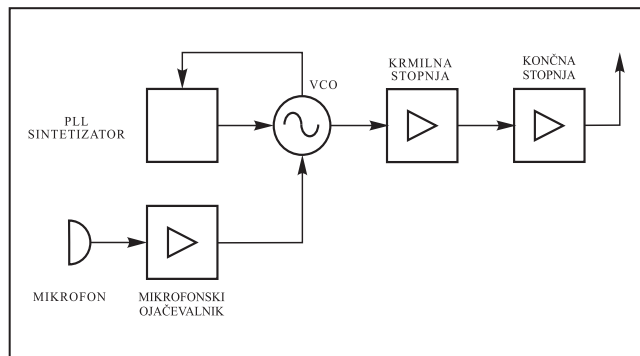
Slika 6.2.11 prikazuje preprost UKV FM oddajnik. Sestavljen je iz kristalnega oscilatorja, verige množilnih stopenj ter iz krmilne in končne stopnje. FM modulacijo dosežemo tako, da zaporedno kristalu v kristalnem oscilatorju vežemo varaktorsko diodo, na katero preko RC filtra pripeljemo modulacijski signal, ki povzroči spreminjanje napetosti na varaktorski diodi, kar ima za posledico majhno spreminjanje frekvence nihanja kristala. Dobljeni FM RF signal moramo sedaj “prestaviti” v zeleno frekvenčno področje, kar dosežemo z množilnimi stopnjami. Pri množenju se za ustrezeni faktor poveča tudi frekvenčna deviacija! Ko dobimo signal ustrezne frekvence, ga je potrebno še ojačiti na zelen nivo. Ojačevalniki za FM lahko delujejo tudi v razredu C.

Za primer vzemimo, da imamo v kristalnem oscilatorju kristal frekvence 6.06354 MHz. Po množenju s skupnim faktorjem 24 dobimo RF signal frekvence 145.525 MHz. Če je frekvenčna deviacija RF signala oscilatorja na primer okoli 1kHz, bo frekvenčna deviacija RF signala frekvence 145.525 MHz okoli 24 kHz.



Slika 6.2.11 UKV FM oddajnik

FM oddajnik na sliki 6.2.12 uporablja VCO, ki dela kar na delovni frekvenci oddajnika. Za stabilno delovanje VCO-ja skrbi PLL sintetizator. Modulacijski signal pripeljemo preko RC filtra na varaktorsko diodo VCO-ja. RF signal iz VCO-ja je potrebno samo še ojačiti na zelen nivo.



Slika 6.2.12 FM oddajnik s PLL sintetizatorjem

### 6.3. RADIJSKI SPREJEMNIKI

V prejšnem poglavju smo obravnavali radijske oddajnike, ki ustvarijo RF signal določene frekvence ter ga opremijo z informacijo. RF signal se nato preko antene izseva v prostor. Za prenos informacije pa seveda rabimo še napravo, ki je sposobna tak signal zaznati ter iz njega izluščiti informacijo. Takšno napravo imenujemo RADIJSKI SPREJEMNIK. Tudi radijski sprejemniki so sestavljeni iz več elektronskih sklopov, ki jih imenujemo STOPNJE SPREJEMNIKA. Nekatere sklope že poznamo, saj jih najdemo tudi v oddajnikih, nekaj značilnih sklopov, ki so samo v sprejemnikih, pa bomo obravnavali v tem poglavju. Na začetku poglavja bomo povedali nekaj o šumu ter o nekaterih najpomembnejših pojmihi, ki jih srečamo pri obravnavi sprejemnikov.

#### 6.3.1. ŠUM

Šum je pojav, ki se mu pri radijskih komunikacijah nikakor ne moremo izogniti in ki določa nekatere parametre komunikacijskega sistema. V grobem ga lahko razdelimo na TERMIČNI ŠUM in ŠUM OKOLICE.

#### TERMIČNI ŠUM

Termični šum nastane zaradi naključnega gibanja elektronov v prevodnikih in polprevodnikih. Iz termodinamike uporabimo enačbo, ki pravi, da je povprečna vrednost kvadrata napetosti šuma na upor  $R$  enaka:

$$\langle u^2 \rangle = 4 \cdot k \cdot T \cdot B \cdot R$$



$\langle u^2 \rangle$  – povprečna vrednost kvadrata napetosti šuma

$k$  – Boltzmanova konstanta,  $1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$

$R$  – upornost

$B$  – pasovna širina

$T$  – absolutna temperatura

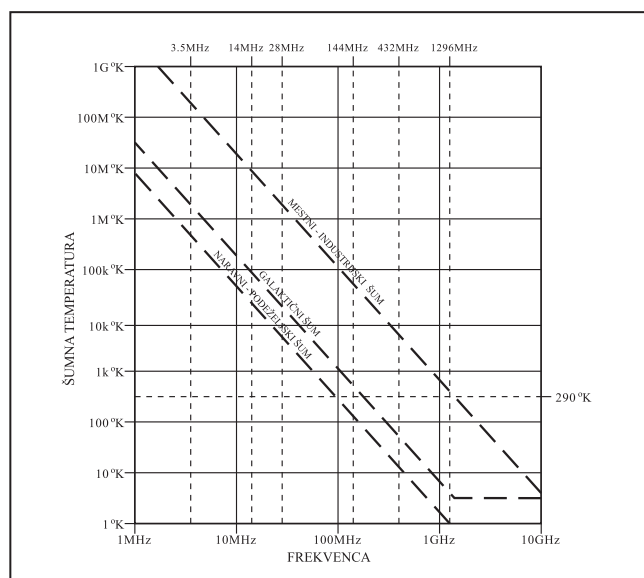
Če gledamo sedaj upor  $R$  kot generator šuma, je razpoložljiva moč, ki jo generator daje (prilagojenemu) bremenu, enaka:

$$N = \frac{\langle u^2 \rangle}{4 \cdot R} = k \cdot T \cdot B$$

Razpoložljiva moč šuma je torej odvisna samo od pasovne širine in absolutne temperature. Pri absolutni ničli (00K) je moč šuma nič - gibanje elektronov popolnoma zamre. Vidimo tudi, da termični šum ni odvisen od frekvence!

## ŠUM OKOLICE

Poleg termičnega šuma na komunikacijski sistem vpliva še šum, ki ga antena sprejema iz okolice. Tu gre predvsem za naravni šum, ki ga antena sprejema z neba, nekaj pa je tudi šuma, ki je posledica človeške dejavnosti (izvori šuma so lahko na primer mesta, industrija, drugi komunikacijski sistemi itd.). Ta šum ovrednotimo s ŠUMNO TEMPERATURO ANTENE ( $T_a$ ), kar pomeni, da si lahko namesto antene predstavljamo upor, ki je segret na temperaturo  $T_a$  in zaradi tega "proizvaja" termični šum, ki ima ravno tolikšno moč, kot jo ima šum, ki ga antena sprejema. Sprejemani šum torej nadomestimo z ekvivalentnim termičnim šumom. Šum okolice je močno frekvenčno odvisen (Slika 6.3.1).



Slika 6.3.1 Frekvenčna odvisnost šuma okolice

## RAZMERJE SIGNAL/ŠUM

Ko se pogovarjamo o sprejemu signalov, ki so moteni s šumom, nas vedno zanima razmerje med močjo koristnega signala in med močjo šuma. Zato definiramo količino, ki jo imenujemo RAZMERJE SIGNAL/ŠUM (S/N) (Signal/Noise power ratio), podajamo pa jo navadno v decibelih:

$$\frac{S}{N} = 10 \lg \frac{\text{moč signala}}{\text{moč šuma}} \quad [dB]$$

Bolj kot je signal moten s šumom, slabše je razmerje signal/šum. To razmerje nam torej na nek način podaja kvaliteto sprejema. Razmerje signal/šum pri telefonski zvezi je okoli 45 dB, razmerje signal/šum pri poslušanju glasbe s CD gramofona pa okoli 90 dB.

## ŠUMNI FAKTOR, ŠUMNO ŠTEVILO IN EKVIVALENTNA ŠUMNA TEMPERATURA

Ker so elektronski sklopi, ki sestavljajo sprejemnik, narejeni iz prevodnikov in polprevodnikov, so izvori termičnega šuma. Šum teh stopenj moramo zato na nek način ovrednotiti.

Vsaka stopnja, ki je izvor termičnega šuma, poslabša razmerje signal/šum, ki je na njenem vhodu. ŠUMNI FAKTOR ( $F$ , Noise factor) definiramo kot razmerje razmerja signal/šum na vhodu stopnje in razmerja signal/šum na izhodu stopnje. Šumni faktor nam torej pove, koliko se poslabša razmerje signal/šum zaradi termičnega šuma same stopnje:

$$F = \frac{\left(\frac{S}{N}\right)_{vh}}{\left(\frac{S}{N}\right)_{iz}}$$

Bolj pogosto uporabljamo količino, ki se imenuje ŠUMNO ŠTEVILO (NF, Noise figure). To ni nič drugega kot šumni faktor, izražen v decibelih:

$$NF = 10 \lg F \quad [dB]$$

Za opis šumnih lastnosti stopenj pa poleg omenjenih dveh količin uporabljamo še količino, ki se imenuje EKVIVALENTNA ŠUMNA TEMPERATURA ( $T_e$ ). Vzemimo, da na vhod stopnje priključimo 50 ohmski upor (zaradi prilagoditve ravno 50 ohmski), ki naj bo ohlajen na  $-273 \text{ }^\circ\text{C}$  oziroma 0K. Upor pri tej temperaturi ne bo "proizvajal" šuma. Šum, ki ga izmerimo na izhodu stopnje, je le termični šum same stopnje. Sedaj segrevajmo upor (dvigujmo njegovo temperaturo) tako dolgo, da se bo šum na izhodu stopnje dvakrat povečal (to pomeni, da bo šum, ki ga "proizvaja" upor, enak termičnem šumu stopnje). Temperatura, pri kateri se

to zgodi, je enaka EKVIVALENTNI ŠUMNI TEMPERATURI STOPNJE. Večji kot je termični šum stopnje, večja je šumna temperatura. Ekvivalentno šumno temperaturo podajamo v kelvinih.

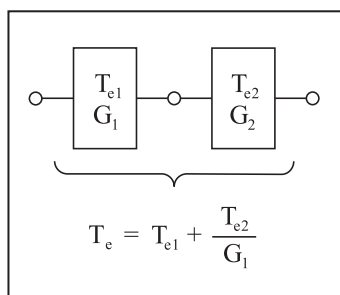
Ker vse tri količine opisujejo eno in isto stvar, obstajajo med njimi zveze:

$$NF = 10 \lg F = 10 \lg \left( 1 + \frac{T_e}{T_0} \right) \quad [dB]$$

$$T_e = T_0 \left( 10^{\frac{NF}{10}} - 1 \right) = T_0 (F - 1) \quad [K]$$

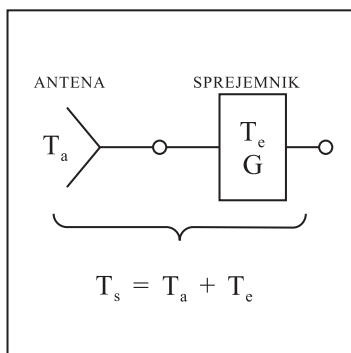
$$T_0 = 290K$$

Vzemimo sedaj dve zaporedno vezani stopnji. Vsaka stopnja naj bo opisana s svojo ekvivalentno šumno temperaturo in svojim ojačenjem (Slika 6.3.2).



Slika 6.3.2 Skupna ekvivalentna šumna temperatura dveh zaporedno vezanih stopenj

$T_e$  je skupna ekvivalentna šumna temperatura. Vidimo, da je vpliv šuma druge stopnje toliko manjši, kolikor je večje ojačenje prve stopnje! To praktično pomeni, da v primeru nizkošumnega ojačevalnika z velikim ojačenjem na začetku sprejemnika šum naslednje stopnje (na primer mešalnika) sploh ni pomemben! Kadar želimo razpravljati o razmerju signal/šum pa ni dovolj, da govorimo samo o ekvivalentni šumni temperaturi sprejemnika, temveč moramo tej temperaturi prišteti še temperaturo antene. Tako dobimo EKVIVALENTNO ŠUMNO TEMPERATURO SISTEMA ( $T_s$ ) - slika 6.3.3.



Slika 6.3.3 Ekvivalentna šumna temperatura sistema

Razmerje signal/šum je obratno sorazmerno TEMPERATURI SISTEMA, kar pomeni, da ga bomo izboljšali takrat, ko bomo zmanjšali temperaturo sistema! Ker je šumna temperatura antene zelo frekvenčno odvisna, je frekvenčno odvisna tudi šumna temperatura sistema. Šumna temperatura antene je na KV tudi do 10000-krat večja od šumne temperature antene na UKV. Izboljšanje ekvivalentne temperature sprejemnika s pomočjo dobrega predojačevalnika se na kratkem valu na spremembi temperature sistema praktično sploh ne pozna, ker je temperatura antene na KV področju zelo velika in njen delež v vsoti povsem prevlada. Drugače je na mikrovalovnem področju, kjer je temperatura antene dovolj majhna, da v vsoti za temperaturo sistema prevlada temperatura sprejemnika. Dobri nizkošumni predojačevalniki z velikim ojačenjem so zato navadno prva stopnja sprejemniškega sistema za to področje.

### 6.3.2. OSNOVNI POJMI

Poglejmo si nekatere pojme, ki jih srečamo pri obravnavi radijskih sprejemnikov.

#### OBČUTLJIVOST

Podatek o občutljivost sprejemnika nam pove, kako močan mora biti RF signal na vhodu sprejemnika, da bo na izhodu razmerje signal/šum enako 10dB. Boljša kot je občutljivost, šibkejše signale je naš sprejemnik sposoben detektirati. Občutljivost je obratnosorazmer na pasovni širini. S SSB sprejemnikom zato dosežemo boljše občutljivost kot pa na primer s FM sprejemnikom. Nivo signala na vhodu sprejemnika podajamo relativno glede na en miliwatt ali pa kot ekvivalentno napetost na vhodnih sponkah sprejemnika:

$$P_{dBm} = 10 \lg \frac{P}{1mW} \quad [dBm]$$

$$u = \sqrt{2 \cdot P \cdot R} \quad [V]$$

$$R = 50 \Omega$$

Podatek, da je občutljivost sprejemnika 0.5μV za razmerje signal/šum 10dB, nam pove, da mora biti na vhodu sprejemnika nivo signala -116dBm, da dobimo na izhodu razmerje signal/šum 10dB.

#### SELEKTIVNOST

Selektivnost pomeni sposobnost prepuščanja signalov na zelenem (navadno na ozkem) frekvenčnem pasu in hkrati sposobnost čimvečjega dušenja signalov izven njega. Selektivnost dosežemo z ustreznimi pasovno-prepustnimi filtri. Vsaka stopnja sprejemnika,

ki vsebuje pasovno-prepustne filtre, ima določeno selektivnost. Potrebno selektivnost po navadi dosežemo z medfrekvenčnimi filtri v medfrekvenci sprejemnika. Medfrekvenčni filtri za SSB prepuščajo frekvenčni pas širine 2.4KHz, filtri za CW navadno okoli 500Hz, filtri za FM pa okoli 15kHz.

### DINAMIČNO OBMOČJE

Dinamično območje sprejemnika nam pove, v kakšnih mejah se lahko giblje jakost vhodnega signala. Spodnjo mejo dinamičnega območja določata termični šum sprejemnika in šum okolice, ki ga sprejema antena, zgornjo mejo pa določa obnašanje sprejemnika pri močnih signalih, ki povzročajo preobremenitev, intermodulacijo in še kaj. Sodobni sprejemniki imajo dinamično območje od 80db do 120dB.

### PREOBREMENITEV

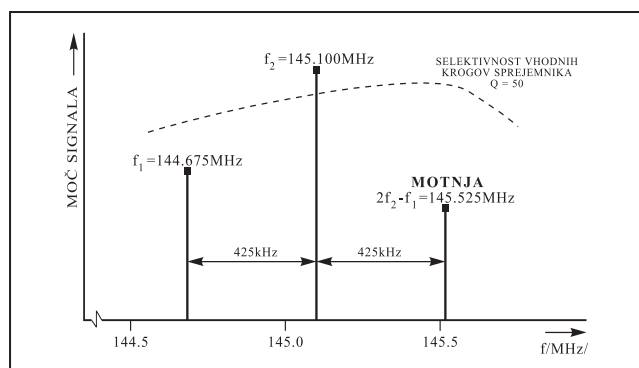
Preobremenitev nastopi, ko se na vhodu sprejemnika pojavi izredno močan RF signal, ki spravi v nasičenje eno ali več stopenj sprejemnika. Sprejemnik postane zelo neobčutljiv oziroma popolnoma "oglušni". Pri tem sploh ni potrebno, da je to signal, ki ga želimo sprejemati.

### INTERMODULACIJSKO POPAČENJE

V sprejemnikih imamo opravka z nelinearnimi vezji (ojačevalniki niso povsem linearni, mešalniki in množilne stopnje morajo biti nelinearna vezja itd.). Zaradi tega dobimo na njihovem izhodu tudi nezaželene frekvenčne komponente spektra izhodnega signala, ki jih potem z ustreznimi filtri želimo izločiti. Zelo težko pa je izločiti frekvenčne komponente, ki so zelo blizu želenim frekvencam, saj bi za to potrebovali zelo dobre filtre. Problem se pojavi predvsem takrat, ko nelinearno vezje krmilimo z dvema frekvencama ( $f_1$  in  $f_2$ ), ki sta zelo blizu skupaj. V tem primeru je težko izločiti nastali frekvenčni komponenti  $2f_1 - f_2$  in  $f_1 - 2f_2$ , ki ju imenujemo INTERMODULACIJSKA PRODUKTA TRETJEGA REDA, kot tudi ostale intermodulacijske produkte višjih redov, ki pa imajo že dosti manjšo jakost. Omenjeni pojav imenujemo INTERMODULACIJSKO POPAČENJE (IMD = InterModulation Distortion). Jakost intermodulacijskih produktov je odvisna od linearosti celega sprejemnika. Merilo za nelinearnost oziroma linearost sprejemnika je presečna točka intermodulacije tretjega reda IP3 (third-order intercept point), ki jo podajamo v dBm. Čim višji je IP3, tem boljši je naš sprejemnik.

Poglejmo si še primer intermodulacijskega popačenja.

V strnjenem naselju se pogosto zgodi, da je aktivnih več radioamaterjev hkrati. Če naš sosed uporablja repetitor R4, potem bo na vhodu našega sprejemnika zagotovo prisoten precej močan signal na 145.100 MHz (vhodna frekvenca R4). Če poslušamo na frekvenci 145.525 MHz (S21), ravno takrat, ko naš sosed oddaja, bomo na tej frekvenci slišali motnjo packet-radio signala s frekvence 144.675 MHz! (Slika 6.3.4) Za to motnjo nista kriva ne sosed ne packet-radio, ampak naš sprejemnik, ki ima nizek IP3.

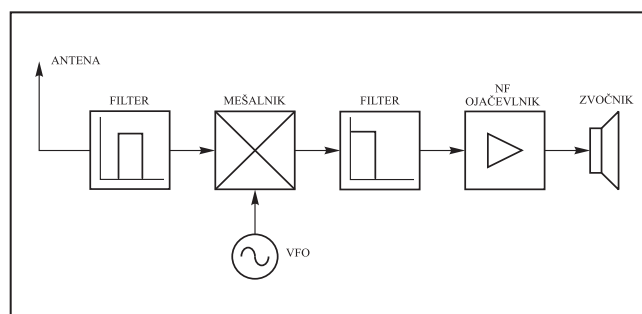


Slika 6.3.4 Primer intermodulacijskega popačenja (IMD)

### 6.3.4. SPREJEMNIK Z DIREKTNIM MEŠANJEM

Sprejemnik z direktnim mešanjem je preprost sprejemnik predvsem za sprejem CW in SSB signalov, možen pa je tudi sprejem AM signalov.

Slika 6.3.12 prikazuje preprost sprejemnik tega tipa. Detektor tega sprejemnika je pravzaprav produkt detektor, ki dela na želeni frekvenci, ki jo določa VFO. Na vhodu je pasovno-prepustni filter, ki prepušča signale na želenem frekvenčnem področju. Rezultat mešanja in nato filtriranja je nizkofrekvenčni (NF) signal, ki ga je potrebno samo še ojačiti na potreben nivo, da ga lahko slišimo v zvočniku oziroma v slušalkah.



Slika 6.3.12 Sprejemnik z direktnim mešanjem

Denimo, da želimo sprejemati CW signal na frekvenci 3550 kHz. Če nastavimo VFO na frekvenco 3550 kHz, ne slišimo ničesar, saj je rezultat mešanja nič ( $3550 - 3550 = 0$ ). To frekvenco VFO-ja imenujemo "ZERO BEAT". Nastavimo sedaj VFO na frekvenco 3550,5. V slušalkah slišimo CW signal frekvence

0,5 kHz ( $3550,5 - 3550 = 0,5$ ). Če frekvenco VFO-ja še malo povečamo, na primer na 3551 kHz, slišimo CW signal frekvence 1 kHz, itd. Zavrtimo sedaj kondenzator VFO-ja v drugo stran - nastavimo na primer frekvenco 3549,5: v slušalkah spet slišimo signal frekvence 0,5 kHz ( $3550 - 3549,5 = 0,5$ ). Vidimo, da s sprejemnikom z direktno konverzijo slišimo CW signal dvakrat (pod in nad "zero beat" frekvenco). To lastnost lahko uporabimo za sprejem SSB signalov, saj lahko na ta način na eni strani (od "zero beat" frekvence) sprejemamo LSB, na drugi strani pa USB signal. AM signale pa lahko sprejemamo, če nastavimo VFO na "zero beat" frekvenco.

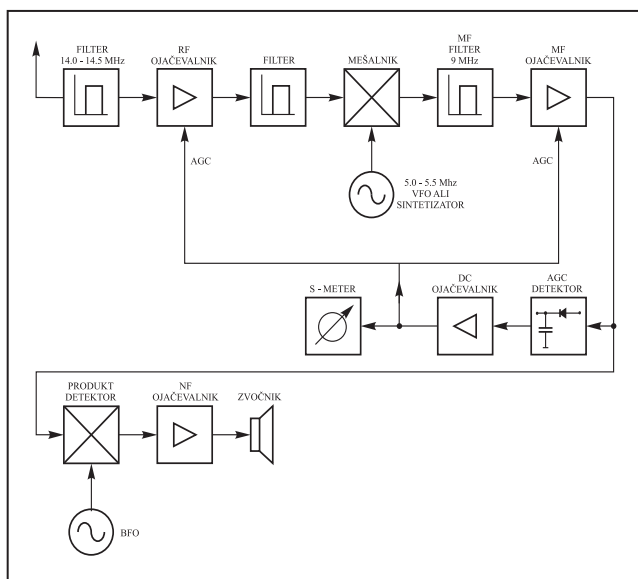
Sprejemnike z direktnim mešanjem uporabljamo predvsem na nižjih frekvencah kratkega vala. Ker je na teh frekvencah šum neba, ki ga sprejema antena, zelo velik in precej večji od šuma mešalnika, na vhodu sprejemnikov z direktno konverzijo ne uporabljamo RF ojačevalnikov. Zadostuje torej samo resonančno vezje - filter. Signal ojačimo šele po demodulaciji. V praksi potrebujemo od 80dB do 100dB ojačenja. Ti sprejemniki torej zelo ojačijo nizkofrekvenčni signal, kar ima za posledico probleme z mikrofonijsko, saj lahko že zelo majhni mehanski tresljaji povzročijo motnje na sprejemu. Potrebno selektivnost za sprejem CW in SSB signalov lahko dosežemo z RC filtrom, ki ga priključimo med NF ojačevalnik in slušalke oziroma zvočnik.

### 6.3.5. SUPERHETERODINSKI SPREJEMNIK

Modulirani RF signal visoke frekvence lahko mešamo na nižjo (ali na višjo) frekvenco, pri tem pa ne pokvarimo njegove informacijske vsebine. Ta proces mešanja smo že spoznali. Operacijo izvedemo v mešalniku, v katerem mešamo modulirani RF signal z nemoduliranim nosilcem iz lokalnega oscilatorja. Rezultata mešanja sta med drugimi tudi razlika frekvenc vhodnih signalov in vsota frekvenc vhodnih signalov. S filtrom nato izločimo signal želene frekvence.

Sodobni sprejemniki lahko delajo na zelo širokem frekvenčnem področju (na primer sodoben kratkovalnovni sprejemnik dela od 0.5MHz do 30MHz). Dobri ojačevalniki z velikim ojačenjem se navadno dajo narediti le za dosti ožja frekvenčna področja. Podobno velja tudi za druge sklope, ki sestavljajo sprejemnik. Zato je smiselno prestaviti vhodne signale na skupno fiksno MEDFREKVENCO (MF) in jih tam ustrezno obdelati. Sprejemnik lahko vsebuje več medfrekvenc. Če vsebuje le eno medfrekvenco, ga imenujemo enojni, če pa dve, dvojni superheterodinski sprejemnik.

Slika 6.3.13 prikazuje primer enojnega superheterodinskega sprejemnika za frekvenčno območje od 14.0 do 14.5 MHz.



Slika 6.3.13 Enojni superheterodinski sprejemnik

Vhodno selektivnost sprejemnika na sliki 6.3.13 zagotavljata dva pasovno-prepustna filtra (pred in za RF ojačevalnikom). Ta del sprejemnika se imenuje tudi PRESELEKTOR. RF ojačevalnik ojači signal iz antene. (Na kratkem valu na vhodu sprejemnika ne potrebujemo velikega ojačenja.) V mešalniku se RF signal meša s signalom iz lokalnega oscilatorja, ki je lahko VFO ali pa frekvenčni sintetizator. Želeni rezultat mešanja (v našem primeru signal frekvence 9 MHz) izločimo s pasovno-prepustnim MF FILTROM. V ta namen navadno uporabljamo kristalne filtre. Frekvenčni pas, ki ga MF filter prepušča, znaša običajno 2,4kHz (za SSB in CW) oziroma okoli 500 Hz (samo za CW). MF filter torej določa selektivnost sprejemnika. MF filtru sledi eden ali več MF ojačevalnikov, ki ojačijo MF signal na potreben nivo za detekcijo. Detekcijo (demodulacijo) signala izvrši produkt detektor. Njegov izhod je NF signal, ki ga po ojačenju z NF ojačevalnikom lahko poslušamo z zvočnikom. Frekvenco BFO-ja nastavimo glede na to, kaj želimo sprejemati. Za sprejem SSB signalov mora biti frekvenca BFO-ja približno 1.5kHz zamaknjena glede na srednjo frekvenco MF filtra, za sprejem CW signalov pa je navadno zamaknjena okoli 800Hz, kar da na NF izhodu ton frekvence 800 Hz. BFO lahko izvedemo kot kristalni oscilator, kateremu s preklapljanjem kristalov spreminjamo frekvenco glede na izbrano vrsto modulacije (USB, LSB, CW), ali pa ga izvedemo kot VXO (kristalu zaporedno vežemo varaktorsko diodo) in mu tako lahko zvezno spreminjamo frekvenco okoli srednje vrednosti medfrekvence. Ustrezen frekvenčni zamak za LSB, USB oziroma CW preprosto nastavimo s potenciometrom.

Zaželeno je, da se ojačenje sprejemnika spreminja glede na jakost vhodnega signala, to pa zato, da je izhodni nizkofrekvenčni signal čim bolj konstanten, ne glede na to, da se jakost vhodnega signala zaradi različnih vzrokov spreminja. Za kontrolo ojačenja zato v sprejemniku skrbi posebno vezje, ki se imenuje vezje za AVTOMATSKO REGULACIJO OJAČENJA (AGC = Automatic Gain Control). Informacijo o jakosti vhodnega signala dobi AGC vezje z detektiranjem MF signala ali pa z detektiranjem NF signala. V našem primeru s slike 6.3.13 AGC vezje usmeri MF signal. Sledi enosmerni ojačevalnik, ki ojači napetost na nivo, potreben za regulacijo ojačenja RF in MF ojačevalnika. Dobro načrtovano AGC vezje zagotavlja konstanten NF izhod (v mejah 3dB), tudi če se jakost vhodnega signala spreminja do 100dB.

Izhod AGC vezja lahko uporabimo tudi za relativno oceno jakosti signala s S-metrom. S-METER je navadno umerjen tako, da pomeni povečanje signala za 6dB spremembo kazalca za eno S-STOPNJO. S-meter vsebuje 9 S-stopenj. Če je signal močnejši od S9, potem se podajajo decibeli, ki povedo, za koliko je signal močnejši od S9 (na primer +20 dB). Definicija S-stopnje ni standardizirana, zato pri različnih proizvajalcih naletimo na različne definicije (na primer ena S-stopnja lahko pomeni spremembo signala za 4 dB). Prav tako ni standardizirane definicije za jakost signala pri S0.

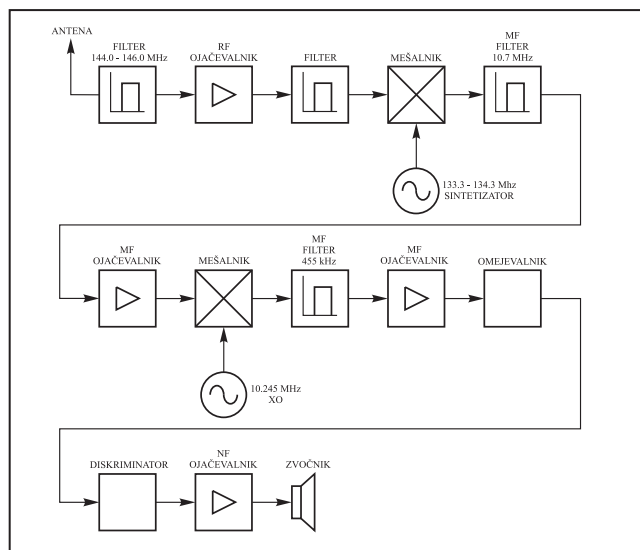
Pri superheterodinskih sprejemnikih naletimo na problem ZRCALNIH FREKVENC. Denimo, da sprejemamo RF signal frekvence 14MHz. Po mešanju s signalom lokalnega oscilatorja frekvence 5MHz dobimo medfrekvenčni signal frekvence 9 MHz ( $14 - 5 = 9$ ). MF signal frekvence 9MHz pa dobimo tudi, če pride v mešalnik RF signal frekvence 4 MHz ( $4 + 5 = 9$ )! Rezultat mešanja je torej prav tako MF signal frekvence 9 MHz, ki ga po detektiranju slišimo. Frekvenca 4 MHz je v tem primeru ZRCALNA FREKVENCA (Image frequency). Zelo močan RF signal frekvence 4 MHz bi lahko potemtakem povzročal resne motnje pri sprejemu RF signala frekvence 14 MHz, če bi se uspel prebiti skozi vhodne filtre sprejemnika do mešalnika.

V našem primeru je zrcalna frekvenca kar precej oddaljena od delovne frekvence našega sprejemnika, zato ji vhodni filtri lahko preprečijo preboj do mešalnika. Če pa bi izbrali nižjo medfrekvenco, na primer 0.455 MHz, bi bila zrcalna frekvenca 13.09 MHz, kar je slab MHz oddaljeno od delovne frekvence (14 MHz), in filtriranje močnega RF signala tako blizu delovne frekvence bi zahtevalo dober filter na vходу sprejemnika. Vidimo, da se lahko z izbiro višje medfrekvence in dobrimi filtri na vходу sprejemnika precej izognemo problemu zrcalnih frekvenc.

Katero medfrekvenco izbrati, je odvisno predvsem od potrebne selektivnosti sprejemnika in od problema

zrcalnih frekvenc. Boljšo selektivnost je lažje zagotoviti na nižjih medfrekvencah, medtem ko je zaradi problema zrcalnih frekvenc boljše izbrati višjo medfrekvenco. Zato imajo sprejemniki navadno dve medfrekvenci (dvojni superheterodinski sprejemniki) - prvo visoko, drugo nizko.

Slika 6.3.14 prikazuje primer dvojnega superheterodinskega sprejemnika za sprejem FM signalov na frekvenčnem področju od 144 do 146 MHz.



Slika 6.3.14 Dvojni superheterodinski sprejemnik

Na vходу sprejemnika s slike 6.3.14 se nahaja RF ojačevalnik s pasovno-prepuštnima filtroma na njegovem vходу in izhodu. Njegovo ojačenje mora biti dovolj veliko, da pokrije šum mešalnika in s tem popravi občutljivost sprejemnika. RF signal nato mešamo s signalom lokalnega oscilatorja (frekvenčni sintetizator, ki mu lahko nastavimo frekvenco od 133.3 do 135,3 MHz) in po filtriranju dobimo signal prve medfrekvence (10.7 MHz). (Za filter navadno uporabimo kristalni filter pasovne širine okoli 15 kHz - za FM.) Sledi MF ojačevalnik ter ponovno mešanje s signalom lokalnega oscilatorja, ki je v tem primeru kristalni oscilator, ki dela na fiksni frekvenci 10.245 MHz. Po filtriranju dobimo signal druge medfrekvence (455 kHz). (Za filtriranje signala na drugi medfrekvenci pogosto uporabljamo keramične filtre.) Signal pred detekcijo še ojačimo in amplitudno omejimo, nato s frekvenčnim diskriminatorjem izvedemo demodulacijo. Z NF ojačevalnikom ojačimo NF signal na želen nivo.

FM sprejemniki običajno vsebujejo še posebno vezje, ki odklopi NF izhod, če ni vhodnega signala, oziroma če je nivo vhodnega signala manjši od določenega praga, ki ga nastavimo.

To vezje se imenuje SQUELCH. Imajo ga tudi nekateri SSB sprejemniki.

### 6.3.6. SDR SPREJEMNIK

V letu 2019 nikakor ne moremo mimo SDR (*Software Defined Radio*), ki je trenutno najsodobnejša tehnologija dekodiranja radijskih signalov.

Software Defined Radio (SDR) je koncept brezžične komunikacijske naprave. Joseph Mitola je ta izraz v zgodnjih 90. letih opredelil kot koncept radia, ki ga je mogoče znova programirati in ponovno konfigurirati s programsko opremo. Mitola je predvideval idealen programsko definiran radio, katerega fizične komponente so bile le antena in analogno/digitalni pretvornik (ADC) na strani sprejemnika. Prav tako bi imel oddajnik digitalno/analogni pretvornik (DAC) in oddajno anteno. Preostale funkcije bi obdelovali z reprogramirljivimi procesorji.

Koncept je bil prvič predlagan v letu 1991, vendar so ga v vojaških izvedbah izdelan že od leta 1970 naprej. Recimo, izdelali so VLF radio z ADC in mikroprocesorjem 8085. V tistem trenutku procesorska moč in hitrosti ADC še niso zadostovali za uspešno realizacijo takšnega koncepta radija, z leti pa je tehnologija dovolj napredovala, da se jo je dalo tudi realizirati.

SDR se je tako kot večina tehnologij razvil iz vojaškega v civilno okolje. Prvi operativni SDR, znan kot Speakeasy, je razvila mornarica Združenih držav med letoma 1991 in 1995. Na žalost aplikacije ni bilo mogoče uporabiti razen s strojno opremo, za katero je bila zasnovana. Drugo negativno je bilo tudi dejstvo, da je naprava v celoti zasedla zadnjo stran transportnega vozila. Njegov mlajši brat Speakeasy II je dosegel veliko večji uspeh predvsem zaradi napredka v elektroniki, brezžičnih komunikacijskih vezjih ter večkratni uporabi in modularnem programiranju.

#### MOTIVACIJA IN CILJI

Industrija, predvsem pa hitro povečevanje potrošniških komunikacij, je danes gonilo napredka, saj so vložki v razvoj večinoma preveliki za radioamaterske razmere. Zato se je tudi razvoj SDR začel zaradi potreb industrije in seveda zaradi vojaških potreb. Katere so glavne motivacije za uporabo SDR tehnologije komercialnih radijskih sprejemnikov, ki pa jih lahko analogno preslikamo tudi v radioamatersko sfero:

- Komercialna industrija brezžičnih komunikacij se trenutno sooča s težavami zaradi nenehnega razvoja standardov in protokolov na nivoju povezave.
- Obstoj nezdržljivih tehnologij brezžičnega omrežja v različnih državah, ki zavirajo uvajanje globalnih gostovanj.
- Težave pri uvajanju novih storitev/funkcij zaradi široke razširjenosti obstoječih naročniških storitev.

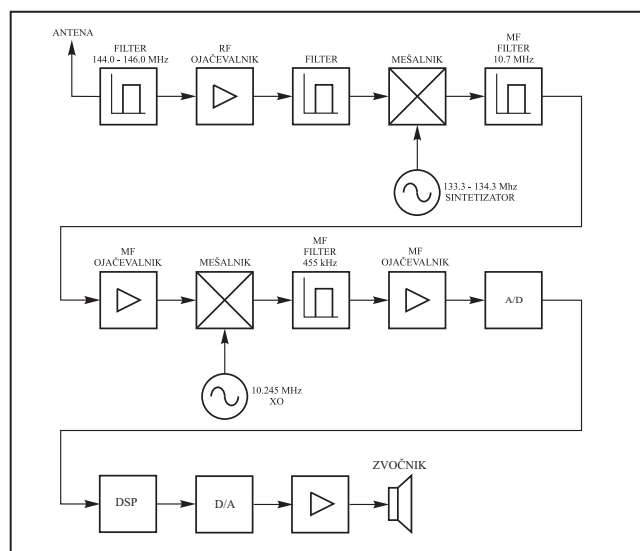
Vse te probleme lahko rešujemo s programsko definiranim radijem, ki odpravlja potrebo po stalno novih elektronskih vezjih, za vsako vrsto modulacije, za vsak tip protokla.

#### SDR STROJNA OPREMA

Najprej pogledjmo teoretični pregled strojnih razlik med tradicionalnimi in SDR sprejemniki, ki pojasnjuje tudi, kako poteka programsko definiran prenos.

Tradicionalni ali tipični sprejemnik poleg klasične demodulacije izvaja še tri operacije: (1) nastavitev frekvence nosilca za izbiro zelenega signala, (2) filter za selektivnost in (3) ojačanje za nadomestitev izgub pri prenosu. Poleg tega se pred blokom za demodulacijo običajno postavi ojačevalna stopnja, da prenese signal na sprejemljivo raven za vezje demodulatorja.

Večina tradicionalnih sprejemnikov že skoraj stoletje uporablja običajne heterodinske sheme. Notranji bloki superheterodinskega sprejemnika so prikazani na slikah 6.3.13 in 6.3.14. Za razlikovanje te zasnove od novega sprejemnika SDR je potrebno osnovno razumevanje strukture, ki je lepo opisano v prejšnjem poglavju o superheterodinskem sprejemniku.

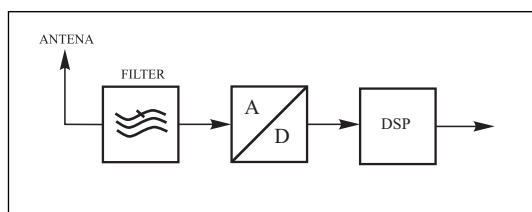


Slika 6.3.15 Sodobni superheterodinski sprejemnik z DSP enoto

Vidimo, da takšen sprejemnik potrebuje množico stopenj, ki so za vsako vrsto modulacije različne, čeprav so nekatere večnamenske. Veliko funkcij filtriranja tudi pri sodobnih radijskih postajah opravljajo tako imenovane DSP (*Digital Signal Processing*) enote, ki signal na NF ali nizki MF najprej digitalizirajo z A/D pretvorniki, jih matematično obdelajo in nato z D/A pretvorniki pretvorijo neposredno v nizkofrekvenčni signal, ki ga lahko predvajamo na zvočniku ali slušalkah.

Sodobne radijske postaje imajo vgrajene tudi zaslone, ki lahko prikazujejo tako visokofrekvenčne, kot avdio signale ter še množico drugih podatkov v grafični in tekstovni obliki. Za to je uporabljena druga veja, ki je prav trako opremljena z DSP enoto in procesorsko enoto za prikaz na zaslonu - običajno LCD oziroma OLED.

Pa pogledjmo, kakšno strojno opremo potrebuje SDR sprejemnik. Najenostavnejša idealna blok shema vsebuje le vhodne filtre, analogni/digitalni pretvornik (ADC) in DSP enoto.



Slika 6.3.16 Idealni SDR sprejemnik

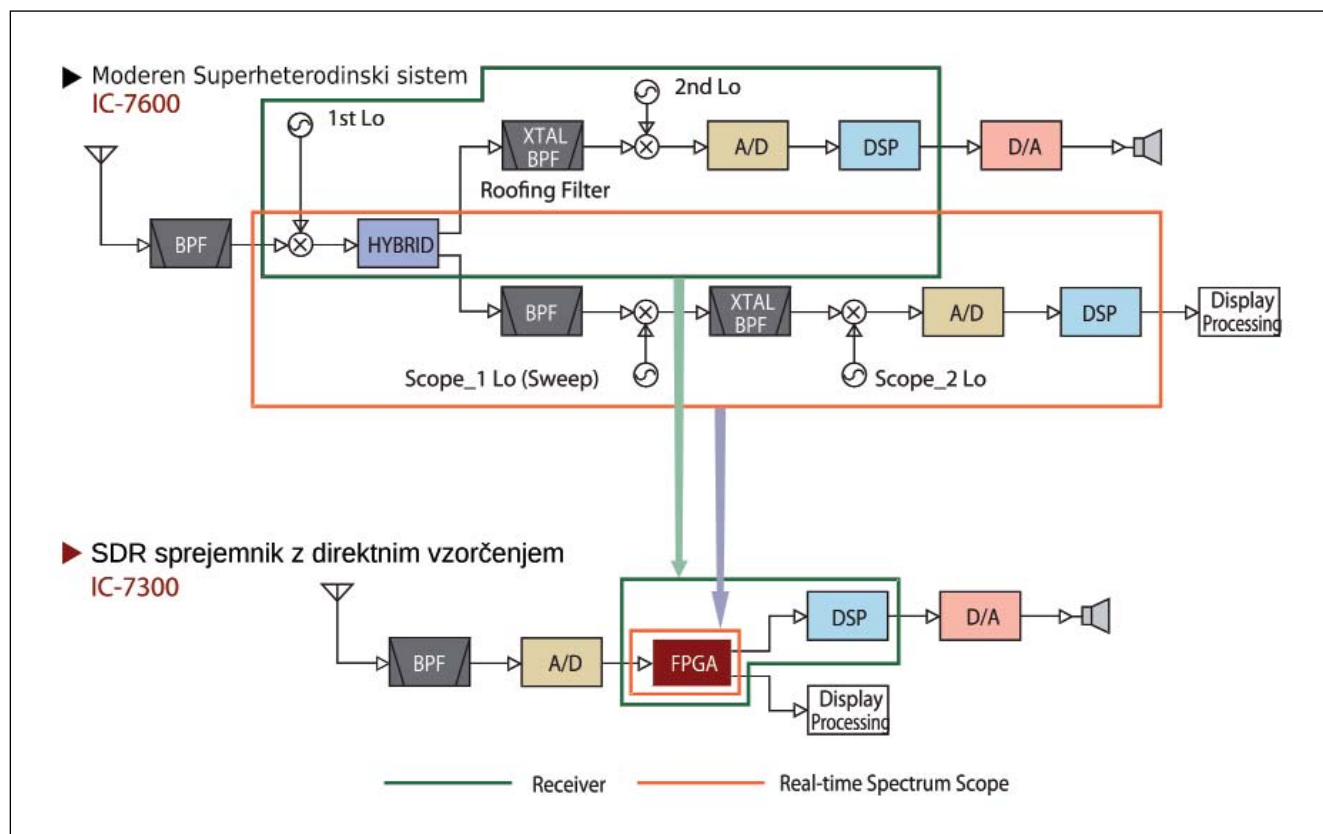
Signal, ki iz antene preko filtra prispe v A/D pretvornik se mora z veliko hitrostjo vzorčiti, zato potrebujemo res hitre ADC konvertorje, ki so relativno dragi in energijsko požrešni. Obenem morajo biti čim več bitni, da lahko zagotovijo ustrezno resolucijo in dinamiko. Današnji AD pretvorniki dosegajo dovolj visoke hitrosti, da lahko za sprejemljivo ceno direktno vzorčijo spekter do 432MHz, za višje frekvence

pa je že potrebna konverzija navzdol (*Down Conversion*). To pomeni, da direktno vzorčimo medfrekvenco (IF). Tako pridobljene podatke programsko obdelata računalnik in jih prikaže v ustrezni obliki - modulaciji in na ustreznem zaslonu, kot bi jih gledali na spektralnem analizatorju. V začetku so te signale obdelovali osebni računalniki, danes le izjemoma, drugače pa so računalniki vgrajeni v SDR radijske postaje. V nekaterih primerih program nadomešča programirljiva logika - FPGA (*Field Programmable Array*), v drugih pa mali sposobni računalniki. V obeh primerih se lahko po potrebi nadgradi programsko opremo z novimi ali popravljenimi funkcijami brez potrebe po predelavi elektronike.



Slika 06.03.17 SDR bratca - prva komercialna SDR KV radijska postaja KV/50/70MHz z direktnim vzorčenjem ter prva UKV radijska postaja z direktnim vzorčenjem 144/432 ter Down konverzija na 1296MHz

Ena najlepših prednosti teh naprav pa je, da signal ne le jasno in čisto slišimo, ampak ga tudi vidimo. Danes najcenejša SDR postaja omogoča pogled na vse signale na poljubno nastavljeni širini frekvenčnega spektra tako, kot ga je še naedavno lahko prikazal le dražji spektralni analizator.



Slika 6.3.15 Primerjava ene najmodernejših heterodinskih postaj z novo SDR tehnologijo

## 6.4. VALOVANJE

Ljudje so že zgodaj ugotovili, da v naravi pogosto pride do pojava valov. Valove najlažje opazimo na vodni površini. Tudi struna pri instrumentu valovi in s tem generira valovanje, ki ga uho zazna kot zvok. Elektromagnetne valove so odkrili kasneje, nekje na začetku 19. stoletja. Ravno področje elektromagnetnih valov, med katere spadajo tudi radijski valovi, nas bo v nadaljevanju najbolj zanimalo.

Za razumevanje elektromagnetnih valovanj so pomembni pojmi amplituda, frekvenca, valovna dolžina, faza in hitrost širjenja valov. To so osnovni pojmi, s katerimi se bomo srečevali vedno, ko nas bo delo zaneslo na področje valov. Z njimi smo se seznanili v uvodnih poglavjih, ko smo opazovali sinusno spreminjanje napetosti in toka. Vse kar smo izvedeli tam, nam bo tudi na tem mestu koristilo.

Takoj ko nas pogovor zanese na področje radijskih komunikacij, se srečamo s pojmom valovanja. Najbolj nazoren način valovanja opazimo na vodni površini, saj je to pojav, s katerim se skoraj vsakodnevno srečujemo, za njegovo opazovanje pa ne potrebujemo nobenih dodatnih naprav. V primeru, da na površino stoječe vode vržemo neki predmet, bomo izzvali valovanje, ki se krožno širi z mesta, kjer je predmet priletel v vodo. Nastalo valovno gibanje nima oblike vodnega toka, voda ne teče. To dokažemo tako, da na vodi opazujemo drevesni list ali kak drug majhen plavajoč predmet. List se ne premika po vodni gladini, le dviga in spušča se na mestu v ritmu valovanja.

### 6.4.1. ELEKTROMAGNETNI VALOVI

Valovi, ki smo jih opazovali na vodi, so ena od oblik prenosa energije. V primeru zvoka potrebujemo zrak kot medij za prenos energije od oddajnika (npr. struna) do sprejemnika (npr. človeško uho). Kot vidimo, take vrste valovanj potrebujejo neko snov, ki služi kot medij za prenos valov. Od sedaj naprej se bomo osredotočili na elektromagnetne (EM) valove. To so valovi, ki za prenos energije ne potrebujejo neke snovi in se v praznem prostoru širijo s hitrostjo svetlobe, 300000 kilometrov na sekundo. To hitrost obravnavamo kot konstanto in jo označimo s "c". Ob upoštevanju tega dejstva, lahko enačbo za hitrost širjenja EM valovanja napišemo v sledeči obliki:

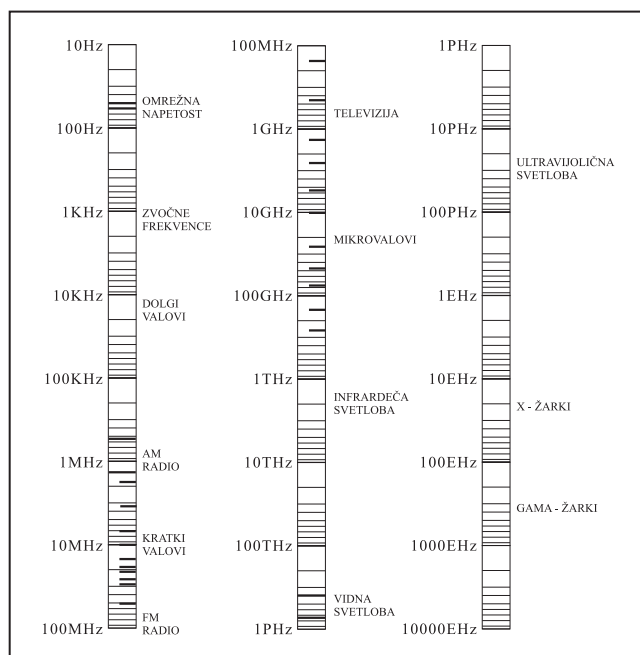
$$c = f \cdot \lambda$$

c - hitrost širjenja svetlobe - 300 000 000 m/s

f - frekvenca valovanja (Hz)

λ - valovna dolžina (m)

Spekter EM valovanj (Slika 6.4.1) obsega široko paleto valovanj z vsemi možnimi frekvencami. S krajšimi odebeljenimi črticami je označeno, kje v tem spektru se nahajajo frekvenčna področja, namenjena delu radioamaterjev.



Slika 6.4.1 Spekter EM valov

Iz enačbe za hitrost širjenja EM valov lahko izpeljemo sledeči zvezi:

$$f = \frac{c}{\lambda} \quad \text{in} \quad \lambda = \frac{c}{f}$$

V primeru, da računamo frekvenco v megahertzih (1MHz = 1000000Hz) in valovno dolžino v metrih (m), pridemo do enačb, ki ju bomo pogosto srečevali:

$$f = \frac{300}{\lambda} \quad \text{in} \quad \lambda = \frac{300}{f}$$

Primer: Kakšna je frekvenca valovanja z valovno dolžino 80m?

$$f(\text{MHz}) = \frac{300}{80} = 3.750\text{MHz} = 3750\text{kHz}$$

Kakšna je valovna dolžina valovanja s frekvenco 145,0 MHz?

$$\lambda = \frac{300}{145} = 2.07\text{m}$$

### 6.4.2. FREKVENČNA DELITEV

Radijski valovi so del celotnega elektromagnetnega spektra, ki nas najbolj zanima. Obsegajo frekvence od 3 kHz do 300 GHz. Zaradi praktičnosti razdelimo celotni spekter, ki ga obsegajo radijski valovi, v frekvenčne



pasove ali področja, ki jih radioamaterji imenujemo "bandi". Frekvenčni pas je skupina frekvenc, katero označimo s številsko vrednostjo, ki je blizu valovne dolžine ene od frekvenc iz skupine.

Poglejmo si dva primera:

Malo prej smo izračunali, da odgovarja valovni dolžini 80m frekvenca 3.750 MHz.

Kljub temu, da je radioamaterjem v Sloveniji dovoljena uporaba frekvenc med 3.5 MHz in 3.8 MHz, iz praktičnosti govorimo le o 80 metriskem pasu.

Na drugi strani imamo 2 metrski pas, ki zavzema frekvence med 144 MHz in 146 MHz. Izračun pokaže, da ima to področje valovne dolžine med 2.08 m in 2.05 m.

Iz vsega navedenega vidimo, da oznaka pasu ali področja ni neka natančna številka, se pa zaradi praktičnosti zelo pogosto uporablja.

Radijski spekter je razdeljen v skupine frekvenc. Posamezne skupine imajo pri razširjenju valov zelo različne lastnosti, znotraj ene skupine pa so te lastnosti zelo podobne. Ta delitev je prikazana v nadaljevanju.

1. **Zelo nizke frekvence - VLF** (Very Low Frequencies) obsegajo frekvence od 3 kHz do 30 kHz. Zelo dolgi valovi imajo valovno dolžino, ki presega 10 km.
2. **Nizke frekvence - LF** (Low Frequencies) obsegajo frekvence od 30 kHz do 300 kHz. Dolgi valovi imajo dolžino med 10 km in 1 km.
3. **Srednje frekvence - MF** (Medium Frequencies) obsegajo frekvence od 300 kHz do 3 MHz. Srednji valovi imajo dolžino med 1000 m in 100 m.
4. **Visoke frekvence - HF** (High Frequencies) obsegajo frekvence od 3 MHz do 30 MHz. Kratki valovi imajo dolžino med 100 m in 10 m.
5. **Zelo visoke frekvence - VHF** (Very High Frequencies) obsegajo frekvence od 30 MHz do 300 MHz. Tem valovom pravimo tudi "metrski valovi" in imajo dolžino med 10 m in 1 m.
6. **Ultra visoke frekvence - UHF** (Ultra High Frequencies) obsegajo frekvence od 300 MHz do 3 GHz. "Decimetrski valovi" imajo dolžino med 100 cm in 10 cm.
7. **Super visoke frekvence - SHF** (Super High Frequencies) obsegajo frekvence od 3 GHz do 30 GHz. "Centimetrski valovi" imajo dolžino med 10 cm in 1 cm.

8. **Ekstremno visoke frekvence - EHF** (Extremely High Frequencies) obsegajo frekvence od 30 GHz - 300 GHz. "Milimetrski valovi" imajo dolžino med 10 mm in 1 mm.

Radijski spekter si delijo mnogi uporabniki, med katerimi smo tudi radioamaterji, ki imamo določene frekvenčne pasove v skoraj vseh zgoraj naštetih frekvenčnih področjih. Izjema je le najnižje področje - zelo nizke frekvence (VLF). O frekvenčnih pasovih, ki so namenjeni radioamaterski dejavnosti, smo podrobneje govorili v poglavju Amaterske radijske komunikacije.

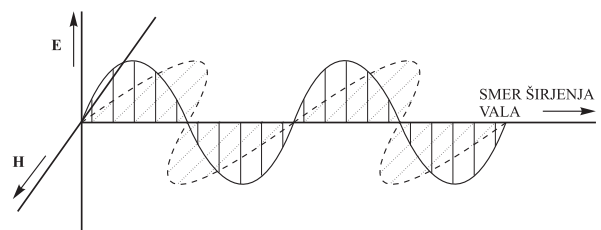
## 6.5. RAZŠIRJANJE RADIJSKIH VALOV

V poglavju o valovanju smo omenili, da radijski valovi za svoje razširjanje ne potrebujejo nekega prenosnega medija. Brez problemov se razširjajo tudi v praznem prostoru. V praksi pa se to dogodi bolj poredko, saj se večina valov razširja skozi atmosfero, kjer so podvrženi raznim vplivom, zaradi katerih se začno kriviti, odbijati ali pa zaradi absorpcije v določenih plasteh atmosfere celo izginejo.

Razširjanje radijskih valov je tema poglavja, ki je pred nami. Seznanili se bomo, kako pridejo radijski signali od oddajnika do sprejemnika, kaj se dogaja na poti med obema postajama ter kaj vse vpliva na to pot.

### 6.5.1. ELEKTROMAGNETNO VALOVANJE

Ko v nekem vodniku, na primer v antenski žici, povzročimo električni tok, se v okolici tega vodnika ustvari elektromagnetno (EM) polje, ki se širi od antene s svetlobno hitrostjo 300000 km/s.



Slika 6.5.1 Elektromagnetni val

Ti valovi potujejo od izvora v ravnih linijah pod pogojem, da na njih ne delujejo neke zunanje sile. Z večanjem oddaljenosti od izvora valovanja se jakost valovanja zmanjšuje. Izkaže se, da jakost valovanja pada s kvadratom oddaljenosti od izvora. To pomeni, da bo moč signala 2km od izvora le še 1/4 moči, ki jo je signal imel 1km od izvora, in da je moč 3km od iz-

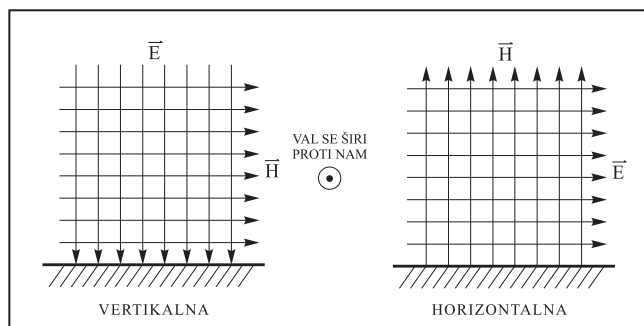
vora le 1/9 moči, ki jo je imel pri 1km. Vidimo, da moč hitro pada, vendar to danes ne predstavlja prehudega problema, saj so sprejemniki dovolj občutljivi in lahko "obdelajo" vhodni signal, ki je zelo šibak. Tako lahko sprejemamo signale, ki jih oddajajo na tisoče kilometrov oddaljeni oddajniki.

Elektromagnetno valovanje sestavljata dve polji - električno (E) in magnetno (H). Električno polje je posledica napetosti - potencialne razlike med dvema točkama, magnetno pa gibanja električno nabitih delcev - električnega toka. Polji sta med seboj pravokotni. Medsebojno lego glede na smer širjenja nam prikazuje slika 6.5.1.

### POLARIZACIJA

Smer električne komponente (E) elektromagnetnega polja določa njegovo polarizacijo. Splošna oblika polarizacije se imenuje eliptična polarizacija. Pri njej smer in amplituda E komponente polja nista fiksni, ampak se menjata v obliki elipse. Vse ostale vrste polarizacij so v bistvu le posebni primeri. Eden od teh je krožna ali cirkularna polarizacija, ki je glede na smer kroženja lahko desna ali leva. Ta tip polarizacije v kratkovalovnem področju nima posebne vloge. Večji pomen ima na UKV področjih, še posebno pri zvezah preko satelitov.

Pri linearni polarizaciji imajo silnice električnega polja konstantno smer. Z Zemljino površino, ki jo vzamemo kot referenčno ravnino, zavzemajo določen kot. Skrajna primera sta horizontalna in vertikalna polarizacija (Slika 6.5.2). Pri vertikalno polariziranem valu so silnice E polja pravokotne na zemljo. Pri horizontalno polariziranem valu pa so silnice električnega polja vzporedne z Zemljino površino. Možni so tudi vmesni koti. Na sliki 6.5.1 vidimo vertikalno polariziran EM val.



Slika 6.5.2 Vertikalna in horizontalna polarizacija

Zelo posplošeno lahko rečemo, da vertikalno postavljena antena generira vertikalno polarizirane valove in horizontalno postavljena antena horizontalno polarizirane valove. Teoretično ne moremo sprejemati vertikalno polariziranih valov s horizontalno postav-

ljeno anteno in obratno. V praksi pa zaradi odbojev od ovir in nepravilnosti v ionosferi prihaja do sprememb v polarizaciji. Zaradi tega je možna zveza tudi med postajami, od katerih ima ena vertikalno, druga pa horizontalno polarizirano anteno.

### ODBOJ, LOM IN UKLON VALOVANJA

To so trije pojmi, ki jih pri valovanju pogosto srečujemo.

**Odboj ali refleksija** se deli na usmerjeno in difuzijsko. Usmerjen odboj nastane na ravni površini. Zanj je značilno, da sta vertikalna na odbojno površino, vpadni val in odbiti val v isti ravnini. Vpadni kot je enak odbojnemu. Difuzijski odboj nastane na neravni površini in povzroči, da se valovanje, ki je zadelo ob tako površino zadelo, razprši.

**Lom ali refrakcija** valovanja nastane pri prehodu med dvema prenosnima snovema, ki imata različni dielektrični konstanti. Od te konstante je odvisna hitrost razširjanja valovanja. Če se spremeni hitrost valovanja, se spremeni tudi njegova smer. Za primer lahko vzamemo palico, ki jo poševno postavimo v posodo z vodo - zdi se, da je palica zlomljena.

Do **uklona ali difrakcije** valovanja pride na robovih ovir, ki se nahajajo na poti valovanja. Ta pojav je zelo frekvenčno odvisen - s porastom frekvence se intenzivnost zavijanja zmanjšuje.

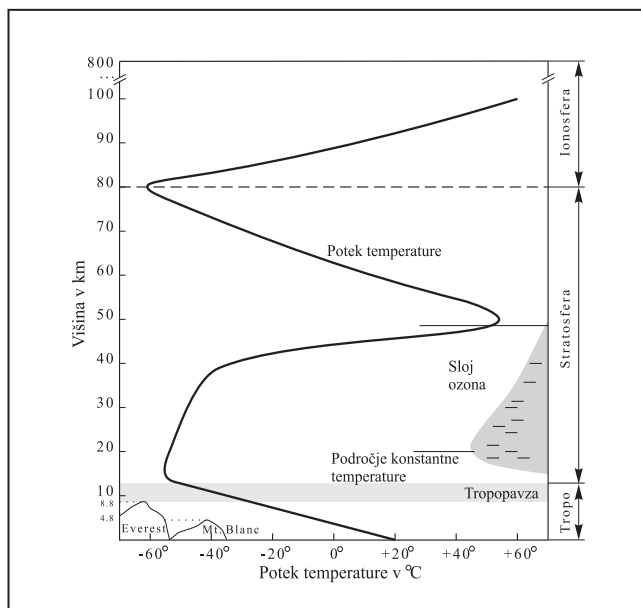
### 6.5.2. ZEMELJSKA ATMOSFERA

Zemeljska atmosfera ima pomembno vlogo pri razširjanju elektromagnetnih valov. Sega do višine okoli 2500km in je sestavljena iz raznih plinov (kisik, dušik, ogljikov dioksid, ozon) ter vodne pare. Deli se na tri glavne plasti: troposfero, stratosfero, ionosfero.

**Troposfera** sega od Zemljine površine do višine okoli 11km. V njej se odvijajo vsi meteorološki procesi, ki vplivajo na stanje vremena. Temperatura z višino konstantno pada in v zgornjih plasteh doseže približno minus 50 °C. V troposferi je približno 3/4 vseh plinov in par, ki sestavljajo atmosfero. Stanje v tem atmosferskem pasu je še posebno pomembno za razširjanje UKV valov.

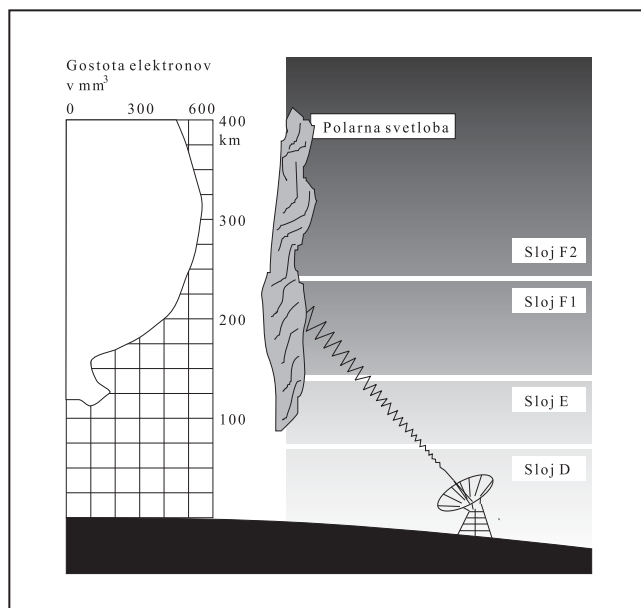
**Stratosfera** se razprostira na višini od 11 - 80 km. To področje je brez meteoroloških pojavov in ne vsebuje vodnih par. Sprva je temperatura konstantna (do približno 20 km), nato pa do 50km neprestano raste in doseže okoli 50 °C. V tem področju je veliko ozona,

ki varuje Zemljo pred življenju nevarnimi sevanji (ultravijolični žarki - UV). Nad to višino začne temperatura ponovno padati vse do višine 80 km, kjer se začne ionosfera in se prične temperatura dvigati (Slika 6.5.3).



Slika 6.5.3 Zgradba atmosfere

**Ionosfera** se prične na višini 80km. Razširja se nekako do višine 800km, nato pa začne počasi prehajati v medplanetarni prostor - vesolje. Območje tega prehoda imenujemo tudi eksosfera. Za ionosfero je značilno, da je sestavljena iz velikega števila nosilcev električnega naboja - elektronov in ionov. Ti delci nastanejo pretežno zaradi cepljenja nevtralnih molekul zraka pod vplivom ultravijoličnega in rentgenskega sevanja sonca. Ta sevanja imajo dovolj veliko energijo, da izbijejo elektrone iz molekul prisotnih plinov. Tako poleg prostega elektrona dobimo tudi pozitivni ion.



Slika 6.5.4 Gostota elektronov v ionosferi

V primeru, da se svobodni elektron ponovno veže na pozitivni ion, ponovno dobimo nevtralno molekulo. Procesu, v katerem ponovno nastane nevtralni atom ali molekula, pravimo rekombinacija.

Gostota prostih elektronov je odvisna od intenzivnosti sevanja sonca in višine (Slika 6.5.4).

Odboj valov z določeno frekvenco lahko razložimo s prisotnostjo električno nabitih delcev. V bistvu ne gre za dobesedni odboj (kot svetloba v ogledalu), ampak za počasno zavijanje vala v ionosferski plasti.

Raziskave ionosfere so pokazale, da je ta sestavljena iz štirih glavnih slojev, ki jih imenujemo **D**, **E**, **F1** in **F2** sloj.

**D** sloj se nahaja na višini okoli 80km in je prisoten le čez dan, ponoči pa izgine. **E** sloj se nahaja na višini okoli 120 km. Nad njim je **F** sloj. Čez noč in v času nizke ionizacije je to en sloj, ki pa se čez dan in v času velike ionizacije razdeli na dva sloja - **F1** in **F2**. Višina **F1** sloja je okoli 220 km, **F2** sloja pa 400 km. Iz slike 6.5.4 je razvidno, da ionizacija raste vse do sloja **F2**, nato pa začne počasi upadati.

Zavedati se moramo, da so te številke namenjene orientaciji in lažji predstavi. Med posameznimi sloji ni ostre meje; en sloj počasi prehaja v drugega. Jakost ionizacije in višina maksimalne ionizacije se neprestano menjata v odvisnosti od aktivnosti sonca, letnega časa in ure dneva.

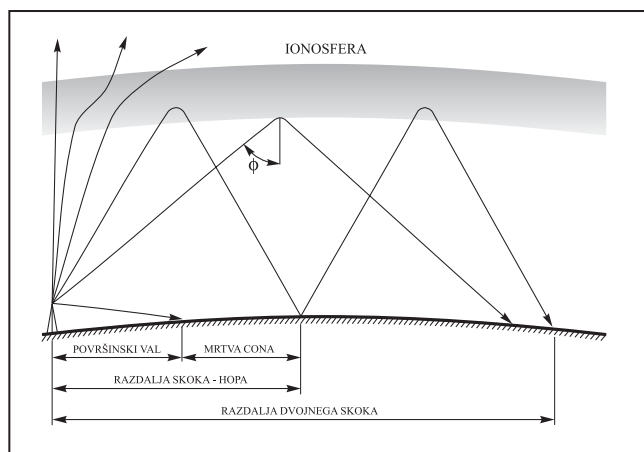
### 6.5.3. DELITEV RADIJSKIH VALOV GLEDE NA NAČIN ŠIRJENJA

Glede na način širjenja delimo valove na:

- površinske ali talne,
- troposferske ali direktne,
- prostorske ali ionosferske.

**Površinski valovi** se širijo ob površini Zemlje. Zaradi tega so podvrženi absorpciji v Zemljini površini, preko katere se širijo. Absorpcija je tem večja, čim višjo frekvenco ima valovanje. Za doseganje velikih razdalj je ta način razširjanja uporaben le za srednje in dolge valove. Na kratkovalovnem področju je doseg površinskega vala le od 15km do 100km, odvisno od frekvence.

Za **troposferske valove** je značilno, da se ves čas širijo v zemeljski troposferi. Na ta način se širijo valovi vseh UKV področij. V primeru, da zadenejo ob oviro, se odbijejo in spremenijo smer.



Slika 6.5.5 Širjenje valov

Za kratke valove je značilno **prostorsko razširjanje**. Valovi se širijo v prostor, odbijejo od ionosfere in se vrnejo na Zemljo. S to vrsto razširjanja je mogoče doseči največje razdalje na KV področju. Do loma valovanja v ionosferi pride zaradi različnih hitrosti valovanja, ki so posledice različnih gostot prostih elektronov. Pri tem obstaja odvisnost: čim višja je frekvenca valovanja, večja mora biti gostota elektronov, da pride do uspešnega odboja.

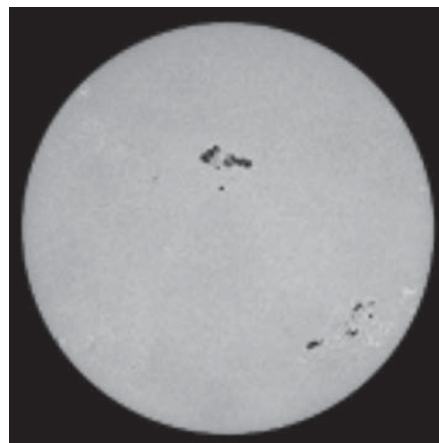
Poleg tega na kvaliteto odboja vpliva tudi kot, pod katerim valovi zadenejo ionosfero. Nižji je vertikalni kot sevanja antene glede na Zemljino površino, uspešnejši je odboj, hkrati pa je tudi dosežena razdalja večja. Če je vpadni kot valovanja prevelik, se ne odbije; prebije ionosfero in se izgubi v vesolju.

Slika 6.5.5 nam ponazarja, kako valovanje zapušča oddajno anteno in se vrača na zemljo. Področje, ki je blizu oddajne antene, bo sprejemalo signale površinskega vala. Temu sledi področje "mrtve cone", ki se nahaja med dosegom površinskega vala in vala, ki se odbije od ionosfere. Signal se lahko odbije od Zemljine površine nazaj proti ionosferi, kjer se ponovno odbije proti Zemlji. Ta proces se lahko večkrat ponovi - govorimo o skokih ali "hopih".

#### 6.5.4. AKTIVNOST SONCA - SOLARNI CIKLUS

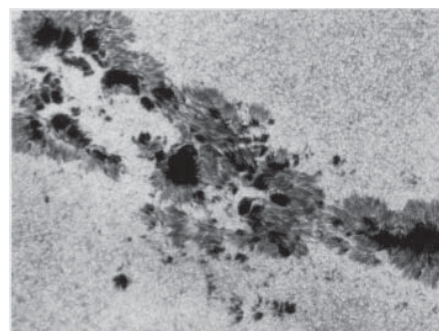
Možnost vzpostavljanja zvez na kratkem valu s pomočjo prostorskih valov je najbolj odvisna od stanja v ionosferi. Na ionosfero pa najbolj vpliva UV sevanje Sonca, z drugimi besedami aktivnost Sonca ali solarni cikel. Približno pet let in pol je potrebno, da intenzivnost ultravijoličnega sevanja preide od minimuma na maksimum. V obdobju, ko je UV sevanje majhno, je tudi ionizacija majhna. Zaradi tega se signali, ki imajo kratko valovno dolžino, od nje ne morejo odbiti. Prebijejo ionosfero in se izgubijo v vesolju. V času velike intenzivnosti UV sevanja se ionizacija poveča, kar

omogoči odboj signalov s krajšo valovno dolžino od ionosfere.



Sonce – vidne so sončne pege

Emisija velikih količin UV sevanja je v tesni zvezi s pojavi na površini Sonca. Posebno pomembno vlogo pri tem imajo sončne pege. Pokazalo se je, da je UV sevanje minimalno v času, ko je teh najmanj. Pege se lahko pojavljajo v skupinah ali posamezno. Značilno je, da se pojavijo predvsem v območju Sončnega ekvatorja in se gibljejo hkrati z njegovo rotacijo, ki znaša 27 dni. Med nastankom in ponovnim izginotjem peg preteče nekaj ur, lahko pa tudi več mesecev. Na osnovi opazovanj so znanstveniki ugotovili, da se število sončnih peg periodično spreminja, v povprečju na vsakih 11 let.



Sončne pege od blizu

Temu pravimo cikel sončnih peg. Samega pojava sončnih peg in njihovega ciklusa znanost še ni uspela uspešno razložiti in za znanstvenike ostaja ena od velikih ugank.

#### VPLIV AKTIVNOSTI SONCA NA POSAMEZNE SLOJE ATMOSFERE

##### F sloj

F sloj je od vseh slojev v ionosferi najmočnejše ioniziran. Za vzpostavljanje dolgih zvez (DX) na KV je najpomembnejši F2 sloj. Rekombinacija v tem sloju je počasna, tako da obstaja tudi ponoči. Minimum ionizacije je tik pred sončnim vzhodom. Z vzhodom Sonca

ionizacija hitro doseže povprečno dnevno vrednost. Višina sloja se preko dneva spreminja. Podnevi je višja kot ponoči.

Za F2 sloj so značilne nepravilnosti ali anomalije, ki se pojavljajo občasno ali redno. Ena od teh je, da ionizacija ni največja v času, ko je Sonce v zenitu - opoldan, ampak v zgodnjih popoldanskih urah (dnevna anomalija). Drug primer je, da se ionizacija poveča ponoči, ko sloj sploh ni osvetljen (nočna anomalija).

F1 sloj obstaja le čez dan. Nastane pod F2 slojem, to se pravi bliže Zemlji. Poleti je bolj pogost kot pozimi. F1 sloj je za razširjanje kratkih valov nezaželen, saj s slabljenjem signalov otežkoča odboj od F2 sloja.

### E sloj

E sloj se formira samo nad predelom Zemlje, ki ga osvetljuje Sonce. Po vzhodu Sonca se ionizacija hitro povečuje in doseže maksimum okoli poldneva. Nato začne ionizacija do zahoda Sonca počasi padati. Z nastankom noči E sloj v roku ene ure popolno izgine.

Sporadični E sloj (Es) je občasen pojav močno ioniziranega področja, ki pa nima oblike sloja, temveč je bolj podoben oblaku. Ta pojav spada med ionosferske motnje. Es je področje zelo velike ionizacije, ki lahko odbija celo UKV valove.

### D sloj

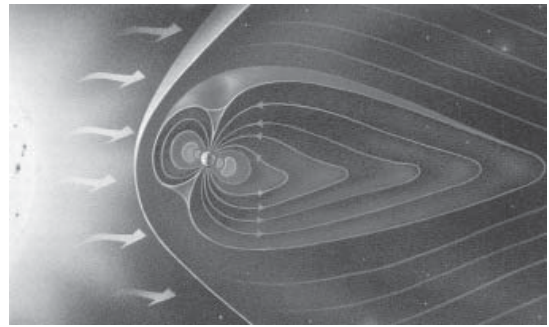
D sloj je najnižji sloj v ionosferi in se nahaja v relativno gostem delu atmosfere. Gostota prostih elektronov v tem sloju je majhna, zato se od njega lahko odbijajo le relativno dolgi valovi. Kratki valovi pa skozenj prodrjejo in se pri tem več ali manj oslabijo. Slabljenje pada z višanjem frekvence, tako da je največje na področju 80 m, najmanjše pa na področju 10m. D sloj nastane le čez dan, z nastopom noči pa nastopi hitra rekombinacija in sloj izgine.

## MOTNJE V IONOSFERI

Motnje v ionosferi so vedno prisotne z večjo ali manjšo intenziteto. So posledica aktivnosti Sonca. S povečanjem njegove aktivnosti pride tako do povečanega sevanja, kakor tudi do povečane emisije delcev (Sončni veter). Vzrok motenj v ionosferi je največkrat veliko povečanje ionizacije v D sloju. Posledica tega je povečanje slabljenja signalov, tako da ni možno vzpostavljati dolgih zvez.

Ti pojavi so lahko kratkotrajni ali pa trajajo več dni. Pojavijo se lahko tako podnevi kot ponoči. Med motnje v ionosferi štejemo tudi pojav polarne svetlobe (aurora) in sporadičnega E sloja (Es). O nastanku Es, ki je za-

nimiv predvsem za UKV DX zveze, obstaja več teorij, vendar nobena v celoti ne razloži tega pojava.



*Sončev veter in magnetno polje Zemlje*

### 6.5.5. KRITIČNA FREKVENCA, NAJVIŠJA IN NAJNIŽJA UPORABNA FREKVENCA

Med radioamaterji kroži kar nekaj računalniških programov, ki naj bi služili napovedovanju širjenja radijskih valov. Take napovedi objavljajo tudi nekatere tuje radioamaterske revije. V njih se pojavljajo izrazi, ki so razloženi v naslednjih vrsticah.

KRITIČNA FREKVENCA (označimo jo z  $f_{kr}$ ) je najvišja frekvenca, pri kateri se val, ki pod pravim kotom zadene ionosfero, še odbije in se vrne na Zemljo. Valovi, ki imajo višjo frekvenco od kritične, se od ionosfere ne odbijejo. Iz tega sledi, da okoli oddajnika nastane področje, kjer ni mogoče sprejemati oddanih signalov. Tako področje je znano pod imenom MRTVA CONA. Njena velikost je odvisna od uporabljene frekvence in sloja ionosfere, ki sodeluje pri odboju.

Najvišja uporabna frekvenca - MUF (Maximum Usable Frequency) je najvišja frekvenca valovanja, ki se bo še odbilo od ionosfere. Pri tem je vpadni kot valov manjši od pravega kota. MUF je odvisna od sloja, ki sodeluje pri odboju, letnega časa, geografskega položaja postaj, ki sta v zvezi, ure in seveda od sončne aktivnosti. Kritična frekvenca in MUF sta povezani z enačbo:

$$MUF = \frac{f_{kr}}{\cos(\Phi)}$$

$f_{kr}$  - kritična frekvenca  
 $\Phi$  - vpadni kot vala

Pri tem je  $\Phi$  vpadni kot vala (kot med normalo na ionosfero in valom), ki zadane ionosfero,  $f_{kr}$  pa kritična frekvenca.

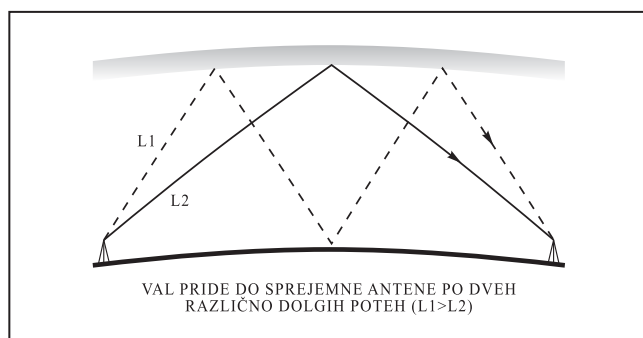
Najnižja uporabna frekvenca - LUF (Lowest Usable Frequency), imenovana tudi frekvenca slabljenja, je

najnižja frekvenca, ki se v KV področju še lahko uporablja za vzpostavljanje zvez s pomočjo prostorskega vala. Valovanje s frekvenco, ki je manjša od LUF, se bo v ionosferi popolno absorbiralo, tako da se na Zemljo signal ne bo več vrnil.

Iz navedenega sledi, da se koristno frekvenčno področje nahaja med frekvencama, ki jih določata MUF in LUF. Praksa je pokazala, da je za vzpostavljanje zvez najbolj primerno tisto amatersko področje, ki je najbližje MUF-u.

### 6.5.6. FEDING

V primeru, da signal od oddajne antene pride do sprejemne po dveh ali več različnih poteh, se srečamo s pojavom fedinga (Slika 6.5.6). V sprejemniku pride do interference signalov, kar ima za posledico spreminjajočo jakost signala. Če so signali v fazi, se jakost poveča, če niso, se jakost zmanjša ali pa signal v celoti izgine.



Slika 6.5.6 Pojav fedinga

Feding pa se lahko pojavi tudi zaradi mnogih drugih vzrokov, ki jih lahko strnemo v nekaj točk:

1. Zmanjšanje ionizacije ob zahodu Sonca;
2. Povečana absorpcija valov ob nastajanju D sloja v jutranjih urah;
3. Razlika v dolžinah poti valov;
4. Ko začne E sloj izginjati, val prodre skozi njega in se odbije od F sloja. Posledica tega je postopno večanje mrtve cone, kar je vzrok za padanje moči signala;
5. Odboj valov od dveh različnih slojev.

### 6.5.7. POGOJI RAZŠIRJANJA VALOV NADV, SV IN KV FREKVENČNIH PASOVIH

Vsi kratkovalovni amaterski obsegi in srednevalovni pasova so pod močnim vplivom dejavnikov, ki smo jih spoznali v prejšnjem delu - sončne aktivnosti, ionosfere, dnevnega časa, letnega časa ter vremena. Pri

delu na frekvenčnih pasovih se srečamo z izrazi kot "osemindvajsetka je odprta" ali "na 80 metrih je vse mrtvo". Noben frekvenčni pas ni idealen za doseg vseh zahtev, ki jih postavljajo komunikacije. Prav to in pa naključni pojavi, ki lahko drastično spremenijo pogoje razširjanja, povečujejo zanimivost amaterskih radijskih komunikacij.

Običajno radioamater nima možnosti merjenja stanja v ionosferi. Prav tako ne more določiti optimalne frekvence za prenos informacij, ker je omejen na amaterske pasove. Vendar lahko z izkušnjami in spremljanjem, kaj se na frekvencah dogaja, pride do določenega občutka, kateri frekvenčni pasovi so trenutno primerni za vzpostavljanje določenih zvez.

Vsak frekvenčni pas ("band") ima nekaj svojih karakteristik, slabosti in prednosti. Ugotovitve, ki so nastale na osnovi izkušenj mnogih radioamaterjev, lahko strnemo v naslednje značilnosti:

#### 2200-metrski pas (135,7 kHz – 133,8 kHz)

To je edini radioamaterski pas v dolgovalovnem območju. Za dolge valove je značilno, da je razširjanje izrazito površinsko. Od ionosfere se ne odbijajo. Imajo pa rahlo tendenco sledenju zemeljski ukrivljenosti. Zato na tem pasu ne pričakujemo daljših zvez. Še posebno, ker smo omejeni z zelo malo močjo (1W eirp ali 1,64 W erp) in tudi zaradi kompromisnih anten, saj bi polvalni dipol bil dolg kar dober kilometer. Skratka za krajevne zveze in raziskovanja. Pas uporabljamo kot sekundarni uporabniki.

#### 630-metrski pas (472 kHz – 479 kHz)

To je radioamaterski pas, ki je v spodnjem srednje valovnem območju. Odobren nam je bil pred kratkim in ga radioamaterji še vedno raziskujemo. Njegova značilnost je podobna dolgovalovnemu področju, z izrazitim površinskim valom, ter možnostjo vzpostavljanja zvez do nekaj 10 km. Omejeni smo z dovoljeno malo močjo (5 W eirp ali 8,2 W erp). Kar pa na tej valovni dolžini ne zagotavlja večjega dosega. Pas uporabljamo na sekundarni osnovi.

#### 160-metrski pas (1.810 MHz – 2.000 MHz)

To je radioamaterski pas, ki je v zgornjem srednevalovnem področju. Čez dan so možne lokalne zveze na oddaljenosti okoli 100 km, ker D sloj absorbira večino radijskih valov. Valovi, ki pridejo do ionosfere pod velikim kotom, se lahko odbijejo od E sloja. Velik problem predstavljajo atmosferski šum, industrijski šum in zelo močni signali radiodifuznih postaj, ki se nahajajo tik pod amaterskim pasom. Propagacije so preko poletja najslabše,boljšajajo pa se pozimi, še posebno če temu sledi tudi zmanjšanje atmosferskih motenj. V nočnem času se propagacije občutno boljše kot podnevi

- obstaja možnost pravih DX zvez. Pas uporabljamo deloma na primarni in deloma na sekundarni osnovi.

### 80-metrski pas (3.5 MHz - 3.8 MHz)

Čez dan so možne komunikacije na oddaljenosti okoli 400 km, ker D sloj še vedno precej absorbira valove. Valovi, ki zadanejo ionosfero pod velikim kotom, se odbijejo od E sloja. V zimskem času se dnevne propagacije lahko precej popravijo. Preko noči se "band odpre", možno je vzpostavljati zelo dolge veze. Uspešno delo lahko motijo atmosferski šum, industrijski šum in šum, ki ga proizvajajo daljnovodi visoke napetosti, ter transformatorji. Pas uporabljamo na primarni osnovi.

### 60-metrski pas ( 5,3515 MHz – 5,3665 MHz)

Ta radioamaterski pas nam je bil dodeljen pred kratkim. Njegove značilnosti so nekje med 80 m in 40 m pasom. Omejeni smo z malo močjo oddajanja (15 W eirp ali 24,6 W erp). Po izkušnjah z 80 in 40 m pasu se s tako močjo, ob dobrih pogojih širjenja signala lahko vzpostavijo tudi DX zveze. Pas uporabljamo na sekundarni osnovi.

### 40-metrski pas (7.0 MHz - 7.2 MHz)

Ta del radijskega spektra si radioamaterji delimo z nekaterimi kratkovalovnimi radiodifuznimi postajami, ki imajo zelo močne oddajnike. Posebno v nočnem času je to lahko problematično. Lastnosti razširjanja valov so podobne kot pri 80m obsegu. Možno pa je vzpostavljati daljše zveze čez dan (tudi preko 800 km). Ko Sonce zaide, je možno komunicirati po celem svetu. To še posebno velja za področja, ki se nahajajo na "sivi liniji". Siva linija (grey line) je področje, kjer noč prehaja v dan in obratno. Atmosferske motnje na 40m pasu so manjše kot na 80m pasu, najbolj izrazite pa so v poletnih mesecih. Pas uporabljamo na primarni osnovi.

### 30-metrski pas (10.10 MHz - 10.15 MHz)

Ta pas so dobili radioamaterji po zasedanju WARC'79. Podnevi je možno vzpostaviti zveze okoli 1500 km, v času teme pa zveze s celotnim svetom. Problemi industrijskega šuma tu niso več tako pereči kot na prejšnjih pasovih. Pas uporabljamo na sekundarni osnovi.

### 20-metrski pas (14.00 MHz - 14.35 MHz)

To je pravi DX pas, saj je praktično vedno odprt za vzpostavljanje dolgih zvez. Ko je sončna aktivnost velika, je odprt tako rekoč 24 ur na dan. Z manjšanjem sončne aktivnosti ostane ta pas čez dan še vedno dober, še posebno v času vzhajanja in zahajanja Sonca. Atmosferski in industrijski šum ne predstavljata hujšega problema. Pas uporabljamo na primarni osnovi.

### 17-metrski pas (18.068 MHz - 18.168 MHz)

Ta pas so amaterji dobili prav tako na konferenci WARC'79. Ima podobne lastnosti kot 20 m pas. V času velike sončne aktivnosti je odprt cel dan, v času slabe aktivnosti pa so mogoče dolge zveze podnevi. Atmosferski in industrijski šum nista problematična. Pas uporabljamo na primarni osnovi.

### 15-metrski pas (21.00 MHz - 21.45 MHz)

Ta pas ima v obdobjih velike sončne aktivnosti veliko skupnega z ostalimi DX pasovi. Ko je aktivnost Sonca majhna, je tudi možnost vzpostavljanja zvez ponoči zelo majhna, v zimskih mesecih pa praktično nemogoča. Podnevi se pas občasno odpre in je možno vzpostaviti dolge zveze. Pojavi pa se nov faktor - sporadični E sloj ali krajše sporadik. Ta omogoča zveze do 2000 km. Signali postaj iz Evrope so zelo močni, bolj oddaljenih postaj pa praktično ni slišati. Atmosferski in industrijski šum sta praktično zanemarljiva. Pas uporabljamo na primarni osnovi.

### 12-metrski pas (24.89 MHz - 24.99 MHz)

Ta pas lahko radioamaterji uporabljajo od leta 1979 (WARC'79). Ima veliko skupnega s 15m in 10m pasom. Ko je sončna aktivnost visoka, je pravi DX pas. Sporadični E sloj omogoča zanimiva odprtja. Tudi tu je šum praktično zanemarljiv. Pas uporabljamo na primarni osnovi.

### 10-metrski pas (28.0 MHz - 29.7 MHz)

To je zadnji od radioamaterskih KV pasov in že meji na UKV področje. Kot tak ima karakteristike obeh. Ko je sončna aktivnost velika, je možno z majhnimi močmi vzpostaviti zveze po celem svetu, tako ponoči kot podnevi. Ko pa aktivnost doseže minimum, je pas praktično "mrtev". Med tema dvema ekstremoma so propagacije močno odvisne od trenutne sončne aktivnosti, komuniciranje pa je praktično mogoče le čez dan. Podobno kot na 12 m pasu obstaja možnost pojave sporadika. Tako atmosferski kot industrijski šum je zanemarljiv. Pas uporabljamo na primarni osnovi.

## 6.5.8 POGOJI RAZŠIRJANJA VALOV NA UKV FREKVENČNIH PASOVIH

Razširjanje valov nad frekvenco 30 MHz običajno ni odvisno od dogajanj v ionosferi. Valovi ionosfero predrejo in uidejo v vesolje. Te frekvence so predvsem uporabne za direktne zveze, delo z amaterskimi sateliti ter delo z odbojem od Lune - EME zveze. Izjema je 6-metrski pas - 50MHz, ki se v pogojih močne ionizacije obnaša podobno kot 10-metrski obseg.

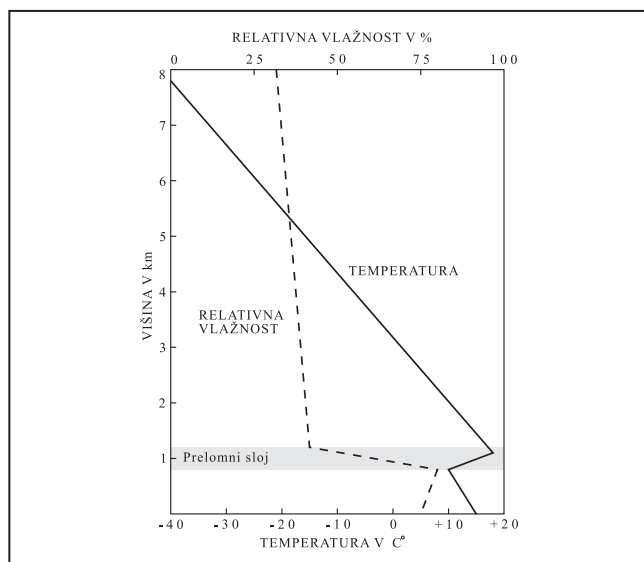
Na UKV pasovih zanesljiva zveza zahteva optično vidljivost med obema korespondentoma. Znotraj te

razdalje se nihanja v moči polja praktično ne pojavljajo, tako da je možno vzpostaviti zvezo tudi z zelo majhnimi močmi oddajnika. Praksa pa je pokazala, da je možno vzpostaviti zanesljive zveze tudi na razdaljah, ki so večje od optične vidljivosti. To si razlagamo tako, da pride v troposferi zaradi različnih gostot vodne pare do zavijanja vala, kar ima za posledico povečan domet. To povečanje pa ni veliko in znaša le okoli 15% optične vidljivosti.

Na UKV pasovih se občasno pojavljajo velika povečanja dometa signala (1000km in več), ki pa se jih ne da razložiti na tako enostaven način, kot je bilo to mogoče v prejšnjem primeru. Pogojujejo jih pojavi v troposferi, odboji od močno ioniziranj plasti (meteoritske sledi, E sporadik) in odboji od satelitov, ki so lahko umetni, ali pa Luna. Možnost takega povečanja pada z višanjem frekvence.

### TEMPERATURNNA INVERZIJA

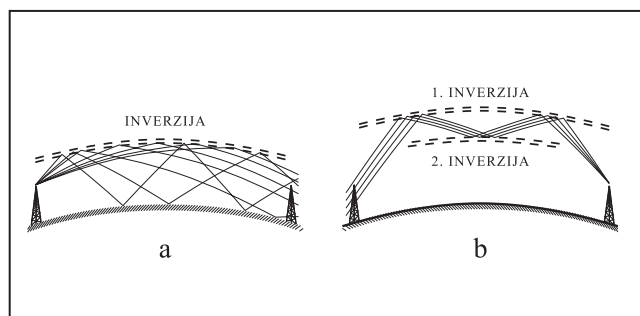
Na splošno se temperatura v troposferi z višino konstantno zmanjšuje (6 - 8 stopinj na 1000 m - Slika 6.5.3). Zaradi gibanj zračnih mas in meteoroloških pojavov se lahko zgodi, da je sprememba temperature in relativne vlažnosti zraka skokovita, tako da odstopa od normalnega obnašanja (Slika 6.5.7). Tako pride do temperaturne inverzije, ki pa vpliva tudi na gostoto zraka.



Slika 6.5.7 Potek temperature in vlažnosti v primeru inverzije

Pri prehodu UKV valov skozi pas inverzije se le-ti zakrivijo in vrnejo proti Zemlji. Tu se lahko ponovno odbijejo in proces se ponovi (Slika 6.5.8.a). V primeru, da se inverzija nahaja nizko nad tlemi, je povečanje dometa majhno, če pa je visoko (nekaj 1000 metrov), je povečanje precejšnje. Poseben pojav predstavlja

dvojna inverzija (Slika 6.5.8.b). Med dvema slojema inverzije se val širi kot po nekakšni cevi. Za ta pojav je značilno, da lahko vzpostavimo zveze le z postajami, ki se nahajajo na ozko omejenem področju.



Slika 6.5.8.a in b Troposferski prenos s pomočjo inverzije

### SPORADIČNI E SLOJ - ES

Sporadični E sloj nastane takrat, ko v območju E sloja nastane oblak z zelo veliko koncentracijo elektronov. Tak oblak lahko odbije UKV val nazaj proti Zemlji. Ker se tak oblak pojavi na višinah med 100km in 150km, se domet UKV vala lahko poveča tudi do 2000km. Slabljenje, ki se pojavi pri zvezi preko Es, je zelo majhno, tako da je zveza mogoča že pri majhnih močeh oddajnika in z enostavnimi antenami.

Oblak, ki tvori Es, se ponavadi giblje z večjo ali manjšo hitrostjo, zato je možnost vzpostavljanja zvez običajno kratkotrajna. Zveze moramo hitro končati, tako da tudi drugim omogočimo delo z zanimivimi in nevzakdanjimi postajami. Običajno se v teh UKV zvezah izmenjajo le klicni znak, UL lokator in RS(T) raport.

### ODBOJ OD METEORITSKIH SLEDI - MS

Zemlja na svoji poti skozi vesolje občasno pride v območja, kjer je število meteoritov še posebno veliko (meteoritski roji).



Meteorit na nočnem nebu



Meteoriti z zelo veliko hitrostjo (72 km/s) priletijo v atmosfero in običajno zgorijo nekje na višini med 100 km in 200 km. Meteor, ki izgoreva, pušča za seboj svetlo sled, hkrati pa tudi zelo močno ioniziran kanal, od katerega se lahko odbijejo UKV valovi. Več v poglavju Radioamaterske specialnosti – dejavnosti

Večji kot je meteorit, močnejša je ionizacija. Vendar je taka sled le kratkotrajna, zato so tudi zveze, ki so narejene z njihovo pomočjo, kratke. Obstaja poseben način dela preko meteoritskih sledi, vendar to ni tema tega poglavja. Več v poglavju Radioamaterske specialnosti – dejavnosti

### **ODBOJ OD POLARNE SVETLOBE - AURORA**

Polarna svetloba je znak, da v območju Zemljinega pola obstaja zelo močno ioniziran del E sloja, ki lahko odbija UKV valove. Pri tem je potrebno opozoriti, da je odboj zelo difuzen, ker je sama struktura sloja zelo nehomogena. Signali so zelo grobi s precej šuma in bruma, še najbolj podobni mačjemu pihanju in pretepu. Uporaba SSB modulacije je praktično nemogoča, zato delamo predvsem s telegrafijo - CW.



*Aurora*

### **TRANSALPSKA PROPAGACIJA - TAP**

Ta način širjenja UKV valov je poznan tudi pod oznako FAI (Field Aligned Irregularity), kar bi lahko prevedli kot nepravilnosti v porazdelitvi polja. Pojav je možno zaznati predvsem na 2 metrskem področju, na 70cm in višje pa ne. Obstaja možnost medsebojne povezave TAP in Es, čeprav celoten pojav še nima dokončne razlage. Značilno je, da oddani signal spremeni smer v primerjavi z linijo, ki povezuje oba korespondenta. Vzrok za pojav TAP propagacije so nepravilnosti v E sloju ionosfere. Najpogosteje se pojavlja od sredine maja do konca julija, običajno v popoldanskem času, redkeje ponoči. Če želimo delati s pomočjo TAP, moramo antene obrniti proti Alpam (v smeri Švice). Točno smer za našo lokacijo ugotovimo z poskušanjem. Opazili bomo, da bo smer anten ostala vedno praktično ista; odstopanja so le okoli 5 stopinj.

Za uspešno delo je pomembna tudi elevacija antene, ki se giblje okoli 10 stopinj. Glede na Slovenijo se pri pojavu FAI signali usmerjeni v smeri Švice zalomijo proti južni Franciji in Španiji. FAI se lahko pojavi tudi v nasprotni smeri nad Karpati. Takrat se zalomijo v smeri držav Črnega morja. Kadar se pojavijo nenavadno dobri pogoji slišnosti postaj na 28 in 50 MHz področju je velika možnost pojava FAI na 144 MHz oziroma na 432 MHz.

### **TRANSEKVATORIALNA PROPAGACIJA - TEP**

To je dokaj redek pojav propagacije. Njena značilnost so nenavadno dolge zveze (okoli 4000 km) v smeri sever - jug, simetrično na Zemljin magnetni ekvator, katerega položaj se nekoliko razlikuje od geografskega ekvatorja. Propagacija te vrste se običajno pojavi v obdobjih maksimalne Sončne aktivnosti predvsem na 50 MHz. Iz naših krajev je možno vzpostaviti zveze z amaterji na območju južne Afrike.

### **DELO Z ODBOJEM OD LUNE - EME**

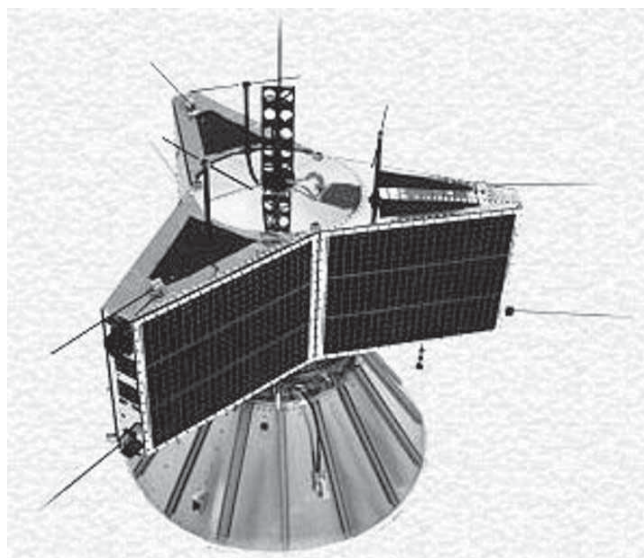
Delo preko Lune ali tudi EME (Earth - Moon - Earth) dobiva čedalje več privrženecv. Pogoji, da dva amaterja na različnih koncih Zemlje lahko vzpostavita zvezo na ta način je, da imata oba na nebu Luno. Njeno gibanje je potrebno slediti z antenami. Signal, ki se po odboju od površine vrne nazaj na Zemljo, potrebuje za svojo pot približno dve sekundi. Zaradi velikih razdalj in drugih dejavnikov pride na tej poti do velikega slabljenja oddanih signalov, zato za uspešno delo potrebujemo dokaj velike antenske sisteme, precejšnje moči in kakovostne sprejemnike.



Radijski signal pot Zemlja-Luna-Zemlja prepotuje v dobrih dveh sekundah. Na sliki sta Zemlja in Luna, kot ju vidijo astronomi. Več v poglavju Radioamaterske specialnosti – dejavnosti.

## DELO PREKO UMETNIH SATELITOV

Tudi ta zvrst dela je zelo zanimiva. Ker UKV valovi praktično nemoteno prebijejo ionosfero, je preko satelitov mogoče delati z majhnimi močmi in enostavnimi antenami (celo z ročno postajo in "gumi" anteno!). Običajno oddajamo in sprejemamo na različnih frekvenčnih pasovih (»Cross band« zveze). Več v poglavju Radioamaterske specialnosti – dejavnosti.



Radioamaterski satelit – Oscar 10

### 6.5.9. ZNAČILNOST IN EKATERI HUKV PASOV

Grobe ugotovitve o značilnosti razširjanja valov na posameznih UKV frekvenčnih pasovih lahko strnemo v naslednje:

#### 6-metrski pas (50.0 MHz – 52.0 MHz)

Ta pas se podobno kot 28 MHz nahaja na prehodu med KV in UKV, zato ima lastnosti obeh. V času maksimalne aktivnosti Sonca je preko dneva pravi DX pas, z nastopom noči pa se zapre. Dokaj pogosti so pojavi Es. Ko je aktivnost Sonca majhna, pade tudi aktivnost na tem pasu.

#### 2-metrski pas (144 MHz - 146 MHz)

Je najpopularnejši radioamaterski UKV pas. Značilno je troposfersko razširjanje valov, z občasnimi pojavi kot so inverzija, Es, FAI, aurora. Možna je uporaba Lune kot pasivnega reflektorja ali radioamaterskih satelitov. FM del pasu se uporablja za lokalno delo, zaradi boljšega pokrivanja terena pa se postavljajo repetitorji.

#### 70-centimetrski pas (430 MHz - 440 MHz)

Veljava tega frekvenčnega pasu se v Sloveniji počasi veča. Običajno zaživi le v času tekmovanj.

Zveze so predvsem troposferske. Posebni pojavi so veliko redkejši kot na 2-metrskem pasu. Pas se uporablja tudi za delo preko satelitov, EME in PR. FM repetitorji omogočajo boljše pokrivanje terena za lokalno delo.

Na višjih frekvenčnih pasovih obsegih se odvija aktivnost predvsem na eksperimentalni ravni. Frekvence si radioamaterji delimo z drugimi službami in smo večinoma sekundarni uporabniki. Še največ aktivnosti je na 1.2 GHz in 10 GHz, predvsem ob tekmovanjih, drugod pa zelo malo. Izjema so nekateri deli 23 cm (1.3 GHz) in 13 cm (2.4 GHz) pasov, ki se vse pogosteje uporabljajo za hitre povezave med PR vozlišči.

### 6.5.10. VPLIV VIŠINE ANTENE NA DOSEG VALOV

V veljavi je splošno pravilo, ki pravi: višje postavljena antena je boljša antena. Višina antene vpliva na vertikalni kot njenega sevanja. Z višino antene se kot niža, kar pripelje do daljšega skoka signala (Slika 6.5.5).

Na UKV področjih je primerno višino antene lažje doseči kot na KV. Pojavi pa se drug problem. Spoznali smo, da se UKV valovi praviloma širijo le premočrtno. Na ovirah se odbijejo in spremenijo smer. Pojavi se vprašanje, kolikšen je zanesljiv domet UKV vala. Zanesljiv domet UKV signala je enak oddaljenosti od horizonta. Zakaj ravno od horizonta? Zato, ker se valovi tam najbolj približajo površini Zemlje, nato se začno ponovno oddaljevati (Slika 6.5.9). Oddaljenost od horizonta je odvisna od nadmorske višine lokacije, na kateri je antena postavljena, in konfiguracije terena. Praksa je pokazala, da je zanesljiv domet malo večji, kar je posledica rahlega uklona valov. Približno oddaljenost se da izračunati s pomočjo sledečega obrazca:

$$d = 1.15 \cdot \sqrt{(r+h)^2 + r^2}$$

obrazec lahko poenostavimo:

$$d = 4.13 \cdot \sqrt{h}$$

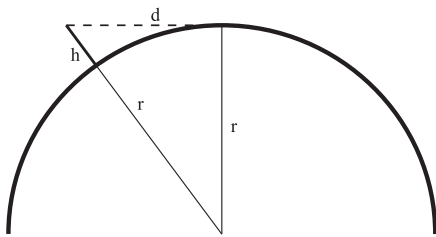
$d$  - oddaljenost (km)

$h$  - nadmorska višina antene (m)

$r$  - polmer Zemlje (6370km)

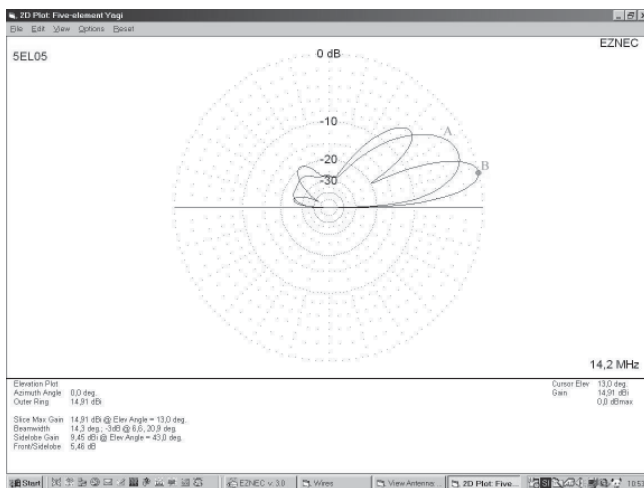
Pri tem smo že upoštevali 15% povečanje dometa, ki velja za UKV signale. Iz slike 6.5.9 vidimo, da je možno zanesljivo vzpostaviti zveze na oddaljenosti, ki je enaka vsoti oddaljenosti od horizonta obeh postaj. Pri takih pogojih je zveza možna s preprostimi antenami

in močmi vsega nekaj wattov. V praksi so mogoče tudi dosti daljše zveze, vendar moramo takrat uporabljati večje antene in dosti močnejše oddajnike.



Slika 6.5.9 Skica za izračun horizonta

V današnji dobi računalnikov nam k boljšemu razumevanju medsebojnih vplivov višine antene, vpliva reliefa in dosega radijskih valov pripomorejo različni programi. Podrobneje se v računalniške analize ne bomo spuščali. V nadaljevanju je za ilustracijo podanih le nekaj slik s komentarjem.

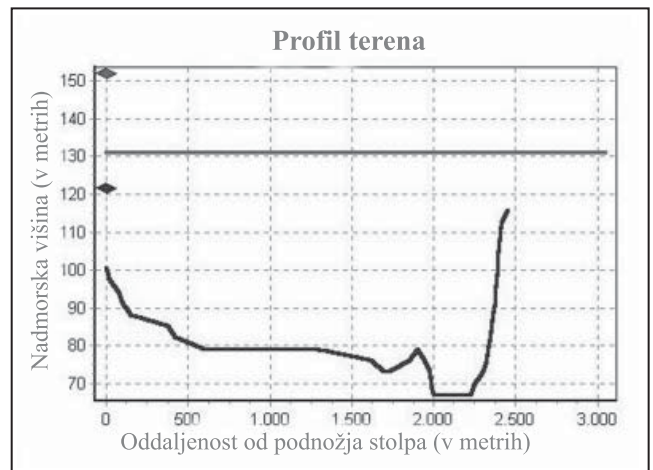


Sevalna diagrama dveh enakih anten, ki sta postavljeni na različnih višinah

Sevalni diagram A pripada anteni 0.5 valovne dolžine nad tlemi, sevalni diagram B pa anteni 1.0 valovno dolžino nad tlemi. Vidimo, da ima nižja antena bolj »čist« diagram sevanja (brez stranskih snopov). Glavni snop višje postavljene antene (B) seva precej bolj proti horizontu, opazimo pa tudi dokaj očiten stranski snop, ki ima precej visok kot sevanja.

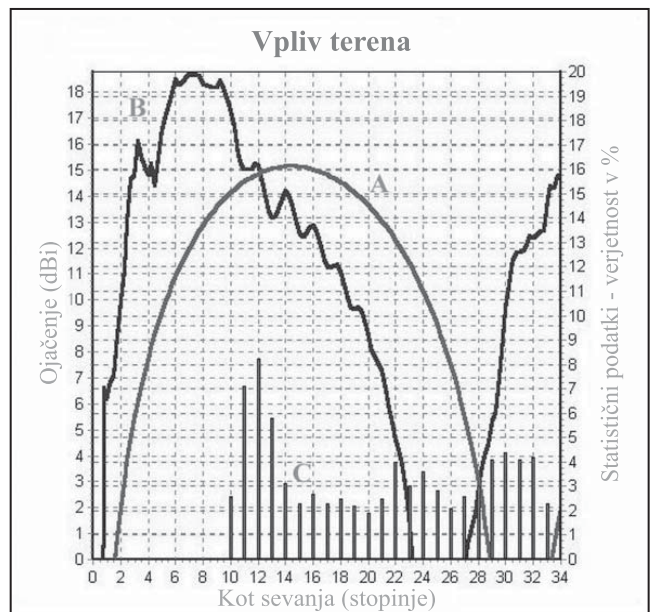
Slika na desno zgoraj ponazarja dva različna profila terena. Običajno računalniški programi za analizo anten predvidevajo, da je teren okoli antene raven. To nam ponazarja gornja, ravna, črta v diagramu. Spodnja, valovita, pa predstavlja bolj realen presek oziroma profil terena. Pozicijo antene v obeh primerih označujeta majhna romba. Nadmorski višini sta zamaknjena zato,

da se nam diagrami ne prekrivajo. Višina antene v obeh primerih je malo več kot 20 m.



Predstavitve profila terena

Če podatke o sevalnem diagramu antene, obliki terena in statistične podatke o vpadnih kotih, pod katerimi lahko pričakujemo radijski val, združimo, dobimo sliko v nadaljevanju.



Vpliv terena na sevalni diagram antene

Na sliki so združeni trije diagrami. A (gladka krivulja) označuje sevalni diagram antene v primeru ravnega zemljišča. Z B (nazobčana krivulja) je označen sevalni diagram iste antene, vendar so upoštevani vplivi razgibanega terena. S C (vertikalne črte) pa so označene statistične ocene o vpadnih kotih, pod katerimi lahko pričakujemo radijski val. V primeru na sliki vidimo, da z približno 8% verjetnostjo pričakujemo radijski val pod kotom 12 stopinj, s 7% verjetnostjo pod kotom 11 stopinj, itd. Opozarjamo, da je gornji primer zgolj hipotetičen za neko izmišljeno, ne preveliko razdaljo in zadosti veliko sončno aktivnost.

Iz računalniške analize vidimo, da nam antena ob upoštevanju profila terena ne bo delovala optimalno, saj maksimalno ojačanje antene pričakujemo pri približno sedmih stopinjah, kjer pa signalov ni pričakovati.

## 6.6. ANTENE

Antena in z njo povezan napajalni vod sta verjetno najpomembnejša dela radijske postaje. Čas, sredstva in napor, ki smo ga vložili v izgradnjo kvalitetnega antenskega sistema, nam bodo prinesli dosti več zadovoljstva ob kvalitetnih zvezah, kot pa če bi te iste zveze dosegli z večanjem moči oddajnika.

### 6.6.1. ANTENA IN NJENA DOLŽINA

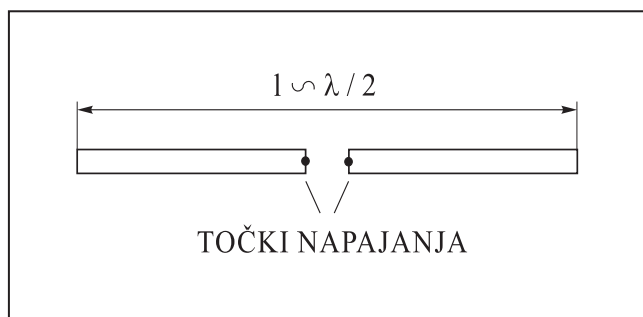
Antena je element, ki pretvarja električno moč iz oddajnika v elektromagnetne valove in jih izseva v prostor. Velja tudi obratno - EM valovi, ki zadenejo anteno, povzročijo nihanje električnih delcev v anteni - pojavita se električni tok in napetost, ki ju zazna naš sprejemnik kot koristen signal ali motnjo. V zvezi z antenami sta zelo pomembna pojma valovna dolžina in frekvenca, ki smo ju spoznali v prejšnjih poglavjih. Da lahko antena svojo nalogo uspešno opravi, mora biti ravno prav dolga. V praksi rečemo, da je antena resonančna. S pojmom resonance smo se srečali že pri impedanci. V resonanci predstavlja antena čisto ohmsko breme. Tipične resonančne dolžine so:  $1/4\lambda$ ,  $1/2\lambda$ ,  $3/4\lambda$ ,  $1\lambda$  itd. Iz tega vidimo, da so resonančne dolžine celoštevilčni mnogokratnik  $1/4\lambda$ .

### 6.6.2. POLVALNI DIPOL

Polvalni dipol (Slika 6.6.1) je gotovo najbolj razširjena in najenostavnejša antena. Zelo pogosto se uporablja kot sestavni del drugih anten. Radi ga uporabljamo kot referenčno anteno, na osnovi katere določamo ojačenje drugih anten. Njegova dolžina  $l$ , izražena v metrih, je:

$$l(m) = \frac{150}{f(MHz)} \cdot k$$

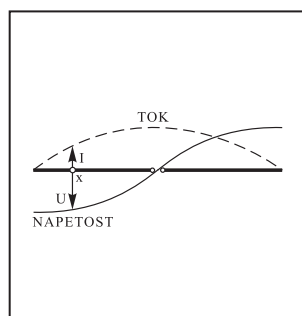
Pri tem je  $f$  frekvenca izražena v MHz,  $k$  pa je faktor vitkosti, ki se običajno giblje med 0.93 in 0.98. Faktor vitkosti je odvisen od razmerja valovne dolžine in debeline antenskega vodnika.



Slika 6.6.1 Polvalni dipol

### RAZPOREDITEV TOKA IN NAPETOSTI - IMPEDANCA ANTENE

Razporeditev toka in napetosti na polvalnem dipolu nam prikazuje slika 6.6.2. Opazimo, da je tok največji v sredini dipola, na koncih pa je minimalen. Napetost je fazno premaknjena za 90 stopinj ali  $1/4$  valovne dolžine. Minimalna je v sredini, največja pa na koncih dipola.



$I$  - amplituda toka  
 $U$  - amplituda napetosti  
 $x$  - točka opazovanja

Slika 6.6.2 Razporeditev toka in napetosti pri polvalnem dipolu

Razporeditev toka in napetosti na antenskem vodniku nam podaja informacijo o upornosti antene. Na osnovi Ohmovega zakona lahko za vsako vrednost poznanega toka in napetosti določimo upornost. Navidezna upornost ali impedanca v določeni točki je razmerje med amplitudo napetosti in amplitudo toka v tej točki. V primeru, da je antenski vodnik resonančen, je impedanca čisto ohmska - realna. Če pa imamo opravka s predolgim ali prekratkim vodnikom, se poleg realnega dela v impedanci pojavi še imaginarni del (induktivna ali kapacitivna reaktanca). Pri tem se induktivna reaktanca pojavi pri antenah, ki so daljše od resonančne dolžine, in kapacitivna reaktanca pri antenah, ki so krajše od resonančne dolžine. Poglejmo in analizirajmo sliko 6.6.2. Ugotovimo lahko sledeče:

- na koncih dipola imamo veliko napetost in majhen tok; iz tega sledi, da je tu impedanca velika;
- v sredini dipola imamo majhno napetost in velik tok; impedanca je majhna.

Kljub temu, da lahko določimo impedanco za vsako točko na anteni, pod pojmom impedanca antene ra-

zumemo impedanco v točki, kjer priključimo napajalni vod, ki anteno povezuje z oddajnikom. Dipol je antena, ki jo napajamo v sredini, zato je njegova impedanca nizka. Giblje se nekako med 50 in 80 ohmi, odvisno od višine antene in vpliva okolišnjih predmetov (drevesa, hiše, ...).

V primeru, da bi anteno, dolgo polovico valovne dolžine, napajali na njenem koncu, bi ugotovili, da je tu njena impedanca zelo visoka (nekaj 100 ohmov). Zato potrebujemo za napajanje posebno vmesno vezje, ki prilagodi nizkoohmski izhod naše postaje na visokoohmsko impedanco antene.

### SEVALNA UPORNOST

To je računski vrednost upornosti, na osnovi katere lahko določimo več lastnosti antene. Računa se v točki največje amplitude toka, predstavlja pa ekvivalentno upornost, na kateri bi se porabila moč oddajnika. Pri anteni, kot je polvalni dipol, ki se napaja v trebuhu toka, je vhodna upornost v anteno kar enaka vsoti upornosti sevanja ( $R_s$ ) in upornosti, ki predstavlja izgube v antenski žici ( $R_i$ ). Na upornost sevanja vplivajo mnogi dejavniki, kot so višina antene, vpliv predmetov iz okolice, kvaliteta tal, dimenzije in oblike anten itd. V splošnem je upornost izgub precej nižja od upornosti sevanja. Upornost izgub nam ponazarja ohmske izgube v žici in dielektrične izgube v izolatorjih.

Od razmerja upornosti sevanja in upornosti izgub je odvisen izkoristek antene, ki ga podaja naslednja enačba:

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{R_i}{R_s}}$$

$\eta$  – (eta) izkoristek  
 $R_i$  – upornost žice  
 $R_s$  – upornost sevanja

Iz vsega naštetega sledi, da morajo biti antene narejene iz materialov, ki dobro prevajajo električni tok. V nasprotnem primeru so izgube v anteni prevelike in z njo ne moremo doseči dobrih rezultatov.

### SKRAJŠEVALNI FAKTOR

Mehanska dolžina antene in električna dolžina se pri praktično narejenih antenah nekoliko razlikujeta. Enaki bi bili le v primeru, da bi naredili anteno iz neskončno tanke žice, antena pa bi morala biti postavljena v prazen prostor. Vse to je le teoretična možnost. Vse antene so narejene iz materialov končnih dimenzij, prav tako pa jih postavimo v prostor, kjer imajo sosednji objekti in tla dokajšen vpliv na njihovo delovanje. Od skrajševalnih faktorjev smo že spoznali faktor vitkosti "k". Njegov vpliv si lahko razlagamo na naslednji način: antena, narejena iz debelejšega vod-

nika, ima večjo kapacitivnost kot antena iz tanjšega vodnika. V vsakem nihajnem krogu se resonančna frekvenca zniža, če povečamo kapacitivnost kondenzatorja v njem. Pri isti dolžini žice bo imela debelejša antena nižjo resonančno frekvenco kot antena iz tanjše žice. V primeru, da želimo imeti obe anteni z isto resonančno frekvenco, moramo debelejšo anteno skrajšati. Faktor vitkosti je za različne tipe anten različen. Za polvalni dipol, narejen iz žice, je okoli 0.98.

V praksi se je pokazalo, da na dolžino žičnih anten vplivajo še drugi dejavniki, ki vplivajo na večje skrajšanje anten. Govorimo o tako imenovanem "efektu koncev". Vsaka žična antena se konča z izolatorjem. Ti izolatorji in pa konec žice, ki je pritrjena na njih, predstavljajo dodatno kapacitivno obremenitev, kar pa zahteva nadaljnje skrajšanje antene. Vse to privede do skrajševalnega faktorja 0.95, ki se je v praksi pokazal za najugodnejšega.

Vse naštetu velja predvsem za KV žične antene. Če je antena narejena iz cevi, se na njenih koncih za pritrditev običajno ne potrebuje izolatorjev. Zaradi tega na skrajševalni faktor vpliva le faktor vitkosti.

### 6.6.3 OJAČENJE ANTENE IN USMERJENOST SEVANJA

Anteno, ki bi sevala energijo v vse strani enako, imenujemo točkasti izvor ali izotropni radiator. Sevanje take antene si predstavljamo tako, da jo postavimo v središče krogle; v vsaki točki na površini krogle bi bila gostota izsevanane energije enaka. Take antene v praksi ne moremo narediti. Služi le kot matematični model, na osnovi katerega določamo usmerjenost in ojačenje praktično narejenih anten.

Vsaka praktično narejena antena seva usmerjeno. Pri nekaterih je ta usmerjenost bolj izrazita, pri drugih manj. Popolno predstavo o karakteristiki usmerjenosti antene bi dobili le na osnovi trodimenzionalne slike. Ker pa to v praksi ni enostavno dosegljivo, se največkrat zadovoljimo s karakteristikami usmerjenosti v horizontalni in vertikalni ravnini. Kako ločiti pojma horizontalna in vertikalna ravnina? Karakteristiko antene v horizontalni ravnini dobimo tako, da na ravnini, ki je vzporedna z zemljino površino, opazujemo točke, kjer je gostota sevanja antene enaka. Vertikalna ali navpična ravnina pa je tista, ki je pravokotna na zemljino površino. Prav tako kot pri horizontalni ravnini opazujemo točke, kjer je gostota sevanja enaka. Diagrame, ki jih dobimo na osnovi takih opazovanj, imenujemo horizontalni (tudi vodoravni) in vertikalni (tudi navpični) sevalni diagram.

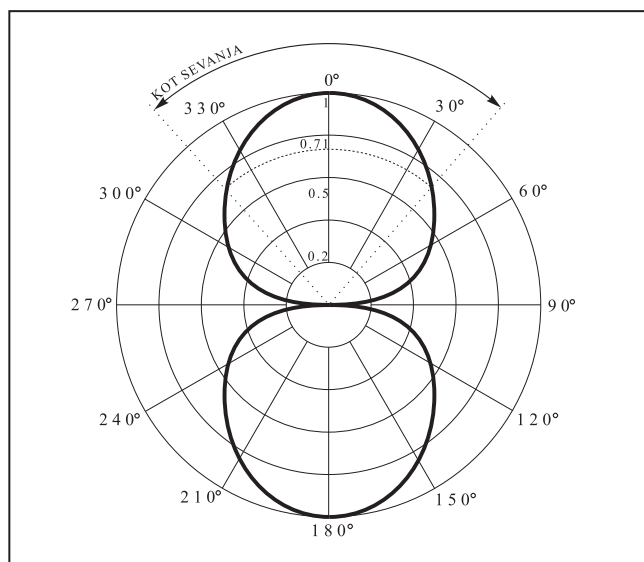
Ojačenje antene in usmerjenost sta v tesni medsebojni zvezi. Če za dipol postavimo element - reflektor, ki je nekoliko daljši od sevalca, dosežemo to, da

se razpoložljivo sevanje v eni smeri ojača. Gostota sevanja postane v tej smeri večja. Gostota sevanja je tem večja, čim bolj ostro usmerjeno je sevanje.

**KARAKTERISTIKE SEVANJA**

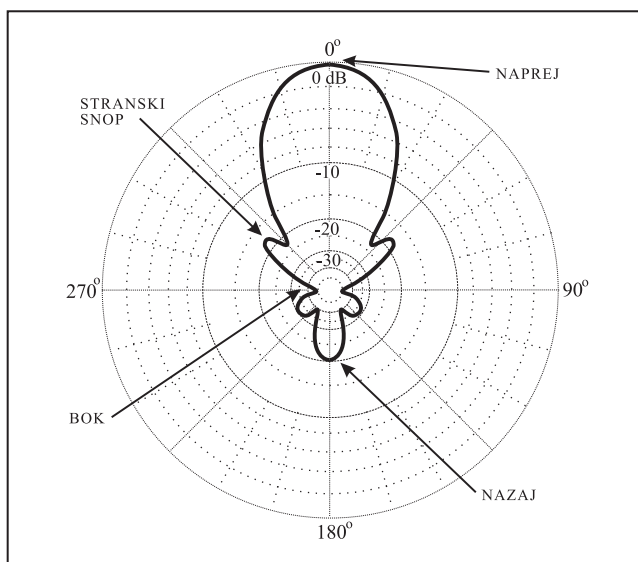
Karakteristiko sevanja največkrat podamo s sevalnimi diagrami, ki predstavljajo presek karakteristike sevanja z ravno površino. Diagrami so največkrat predstavljeni v polarnem koordinatnem sistemu. Tak sistem sestavlja mreža koncentričnih krogov in ravnih linij, ki se začenejo v centru krogov. Te linije določajo kote oziroma smeri sevanja, krogi pa predstavljajo napetost oziroma intenziteto sevanja. V središču je napetost enaka 0. Po dogovoru glavna smer sevanja sovpada s črto, ki nam predstavlja 0 stopinj (Slika 6.6.3). Vrednosti, ki jih nanašamo v diagram, so največkrat normirane glede na maksimalno vrednost.

Iz diagrama lahko določimo nekaj pomembnih lastnosti, od katerih je odvisno delovanje antene. Širina sevanja antene v glavni smeri se imenuje kot sevanja antene. Kot sevanja dobimo tako, da v diagramu poiščemo točki na obeh koncih glavnega snopa, kjer je vrednost napetosti le še 0.71 maksimalne vrednosti. Ta padec predstavlja 50% padec moči ali drugače izraženo minus 3 dB. Kot med tema točkama je tisti, ki ga iščemo (Slika 6.6.3.a).

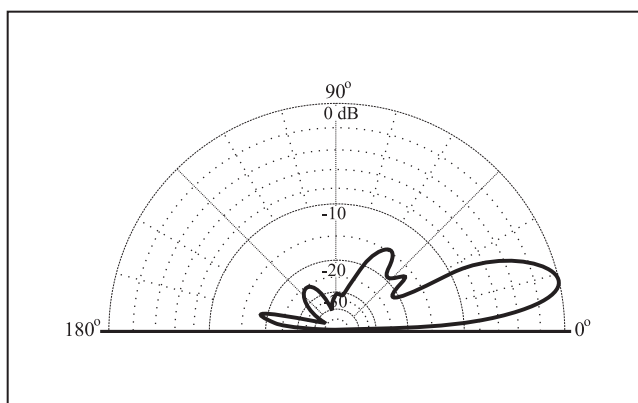


Slika 6.6.3.a Normirani vodoravni diagram sevanja

V praksi se pogosteje srečamo z oblikami sevalnih diagramov, kot jih ponazarjata sliki v nadaljevanju. Na slikah sta prikazana horizontalni in vertikalni sevalni diagram usmerjene antene, ki se nahaja polovico valovne dolžine nad nivojem tal. Na sliki 6.6.3.b so označeni nekatere pomembnejše lastnosti sevalnega diagrama, o katerih je govora v nadaljevanju.



Slika 6.6.3.b Horizontalni sevalni diagram usmerjene antene



Slika 6.6.3.c Vertikalni sevalni diagram usmerjene antene

Razmerje med napetostjo v smeri maksimalnega sevanja (0 stopinj) in njemu nasprotnega sevanja (180 stopinj) imenujemo tudi slabljenje v nasprotni smeri (F/B ratio - front to back ratio). Razmerje izražamo v decibelih, v katerih izražamo tudi razmerje med sevanjem v direktni smeri in sevanjem v bočni smeri (90 stopinj, 270 stopinj). To razmerje imenujemo slabljenje z boka ali angleško "front to side ratio" - F/S.

Antene imajo običajno poleg glavnega snopa še večje ali manjše število stranskih snopov. Ti so največkrat nezaželeni, še posebno pri antenah, ki jih nameravamo postaviti v antenske skupine ("grupe"). Slabljenje stranskih snopov nam pove, kakšno je razmerje med glavnim in prvim stranskim snopom.

**DEFINICIJA OJAČENJA ANTENE**

Ojačenje je definirano kot razmerje moči, ki karakterizira porast moči usmerjene antene glede na referenčno anteno. Če predstavlja  $P_1$  moč antene, ki se troši na bremenu, in  $P_2$  moč referenčne antene v istem

polju, potem je ojačenje definirano kot:

$$G = \frac{P_1}{P_2}$$

Zaradi praktičnosti ojačenje največkrat izrazimo v decibelih (dB):

$$G(\text{dB}) = 10 \lg \left[ \frac{P_1}{P_2} \right]$$

V primeru, da opazujemo napetost, pa:

$$G(\text{dB}) = 20 \lg \left[ \frac{U_1}{U_2} \right]$$

Računanje z decibeli je bolj praktično, saj se vrednosti v decibelih enostavno seštevajo in odštevajo.

### REFERENČNE ANTENE

Omenili smo že, da za referenčno anteno za matematično primerjanje služi največkrat točkasti izvor ali izotropni radiator. Karakteristika sevanja je sferična - na vse strani seva enako. Ojačenje, ki ga dobimo na osnovi primerjanja s tako anteno, označimo z dBi - decibelov glede na izotropni radiator.

V praksi najpogosteje uporabljena referenčna antena je polvalni dipol. Njegova prednost je v tem, da je enostaven in se ga lahko prilagodi vsakemu generatorju. Njegovo ojačenje glede na izotropni radiator je 2.14dBi. Ojačenje, ki ga določimo na osnovi dipola, dostikrat označimo kot dBd - decibelov glede na dipol.

Iz navedenega je razvidno, da je glede na referenčno anteno razlika v ojačenju 2.14dB, kar ni zanemarljiva vrednost. Take razlike se pogosto pojavljajo v perspektivah proizvajalcev anten.

### OJAČENJE ANTENE, EFEKTIVNA IZSEVANA MOČ - ERP

Ojačenje antene je relativna vrednost, ki jo dobimo s primerjanjem z neko anteno, ki nam služi kot referenca - referenčno anteno. Obe anteni se morata nahajati v istem elektromagnetnem polju in morata biti tako postavljeni, da sprejemata maksimalno moč. Pri definiciji ojačenja je vedno potrebno navesti referenčno anteno, na kar pa nekateri proizvajalci komercialnih anten radi pozabijo. Podatke o zelo velikem ojačenju anten je potrebno jemati z rezervo, še posebno, če ni navedene referenčne antene.

Efektivna izsevana moč (ERP) je moč, pomnožena z ojačenjem antenskega sistema.

Primer: Imamo oddajnik z močjo 25 W, anteno z ojačenjem 12 dB in napajalni kabel, v katerem imamo 2 dB izgub. Iz navedenega je razvidno, da je skupno ojačenje antenskega sistema 10 dB oziroma 10-krat. Efektivna izsevana moč je:

$$ERP = 10 \cdot 25W = 250W$$

Z drugimi besedami: Ob uporabi dipola (ojačenje naše namišljene antene smo podali v dBd!) bi za isto efektivno moč potrebovali 250 W oddajnik.

Pogosto se uporablja za izsevano moč izraz EIRP, predvsem v zakonskih aktih. Ta izsevana moč se nanaša na izotropno anteno, ki je teoretična in fizično ne obstaja. Saj se računa, da izotropna antena seva enakomerno krožno iz točke.

Relacija med EIRP in ERP je:

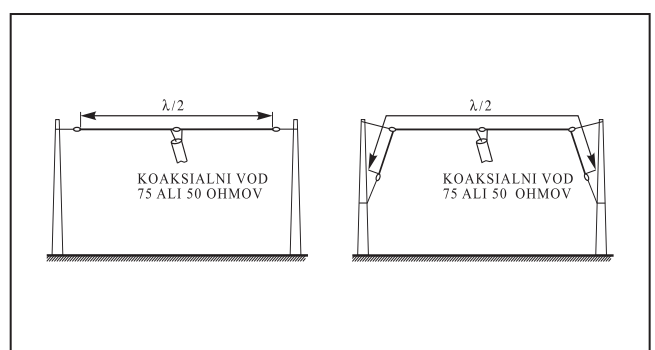
$$\begin{aligned} EIRP (W) &= 1,64 ERP (W) \\ EIRP (dB) &= ERP (dB) + 2,15 \end{aligned}$$

### 6.6.4. PRAKTIČNE OBLIKE ANTEN

#### POLVALNI DIPOL

Polvalni dipol je ena od temeljnih in najenostavnejših anten. Njegova dolžina  $l$  v metrih je:

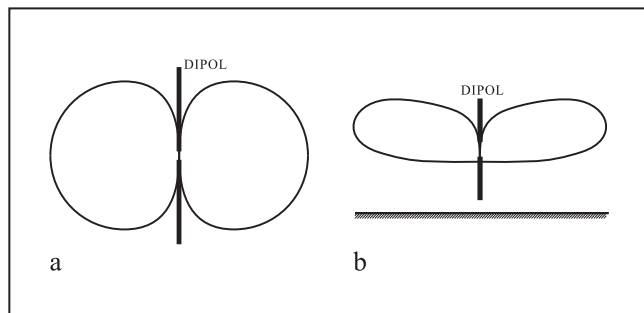
$$l(m) = \frac{150}{f(\text{MHz})} \cdot k$$



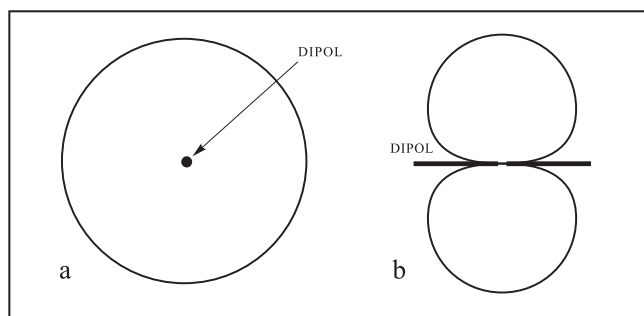
Slika 6.6.4 Žični polvalni dipol - izvedbe

Dipol ne seva na vse strani enako. Način sevanja je odvisen od postavitve antene (vertikalna ali horizontalna) in njene višine. Dobro je, da je dipol postavljen vsaj  $1/2$  valovne dolžine od tal. To seveda ni vedno mogoče, zato trpi sevalni diagram, ki se popači zaradi energije, ki se odbije od tal. V primeru, da je dipol postavljen horizontalno, so valovi, ki jih seva, horizontalno polarizirani. Dobra stran dipola je, da ga je moč v primeru,

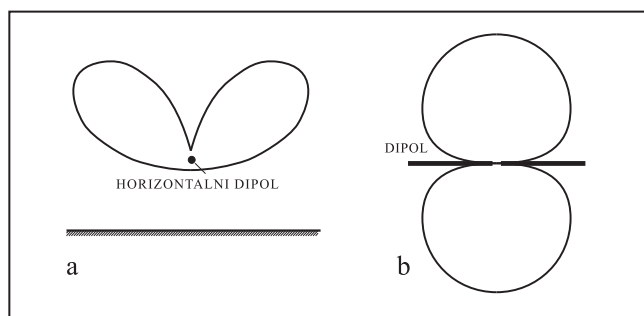
ko nimamo dovolj prostora za razpetje žice, stisniti na manjši prostor tako, da njegove konce zavijemo proti tlem. Vse to vpliva na sevalni diagram, rezonanco antene in impedanco v priključni točki, vendar imamo kljub temu anteno, s katero lahko delamo. Slabi strani te antene sta, da potrebujemo dve visoki točki za podporo, poleg tega pa je tudi sorazmerno ozkopasovna.



Slika 6.6.5 Vertikalni sevalni diagram vertikalnega dipola  
a - v praznem prostoru (brez vpliva zemlje)  
b - na majhni višini (vpliv zemlje)



Slika 6.6.6 Sevalni diagram horizontalnega dipola v praznem prostoru  
a - vertikalni, b - horizontalni



Slika 6.6.7 Sevalni diagram horizontalnega dipola na majhni višini  
a - vertikalni, b - horizontalni

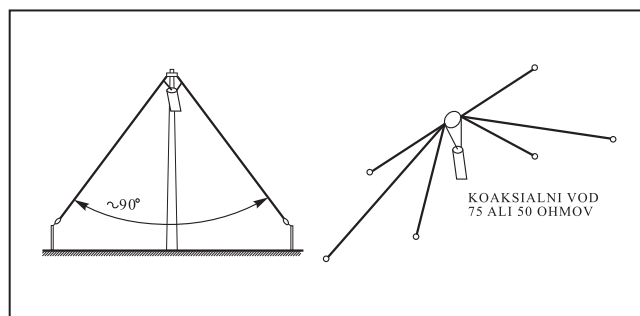
Če primerjamo sevalne diagrame na slikah 6.6.6 in 6.6.7, bomo opazili, da ima bližina tal močan vpliv na vertikalni sevalni diagram. Vpliv tal na obliko horizontalnega sevalnega diagrama v smeri najmočnejšega sevanja je dosti manjši.



Žična antena

### ANTENA OBRNJENI V - INVERTED V

Inverted V - obrnjeni V je zelo priljubljena antena, saj za postavitev potrebuje le eno visoko podporno točko (Slika 6.6.8). V bistvu gre za varianto dipola. Dolžina žice je za malenkost daljša kot pri polvalnem dipolu (5%).



Slika 6.6.8 Inverted V antena

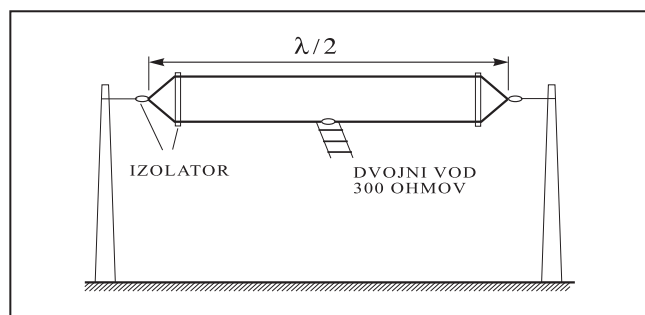
Antenska žica naj zapira kot okoli 90 stopinj, njeni konci s izolatorji pa naj bodo vsaj 3m od tal – tako, da se mimoidoči ne more dotakniti žice. Anteno uglašujemo s spreminjanjem dolžine žice in njenega naklona.

Na ta način je možno dokaj enostavno narediti anteno za več frekvenčnih pasov. Več anten za različne amaterske frekvence povežemo skupaj v napajalni točki in jih napajamo z enim koaksialnim vodom. Žice lahko razporedimo krožno - podobno kot "špice" pri dežniku.

### ZAPRT POLVALNI DIPOL

Zaprt polvalni dipol se uporablja predvsem na UKV frekvenčnih pasovih, čeprav ima svoje mesto tudi na KV. Zanj je značilno, da je bolj širokopasoven od navadnega polvalnega dipola. Njegova impedanca je okoli 300 ohmov, zato ga je potrebno napajati z odprtim vodom 300 ohmov ali pa z koaksialnim vodom 50 ohmov in transformatorjem impedance 6 : 1 (balunom).





Slika 6.6.9 Zaprt polvalni dipol

### DIPOLANTENE ZA DELO NA VEČ FREKVENČNIH PASOVIH - MULTIBAND DIPOLI

V amaterski praksi se večkrat srečamo z zahtevo, da anteno, ki je dimenzionirana za delo na enem frekvenčnem pasu, uporabimo tudi na višjih harmonskih frekvencah. V takem primeru pridemo do antene, ki predstavlja kompromisno rešitev. Pojavijo se problemi impedance antene, saj je ta spreminja v odvisnosti od frekvence. Največkrat si moramo pomagati z različnimi prilagodilnimi vezji. Pojavi se lahko tudi problem motenj, saj prihaja do sevanja napajalnega voda. Kljub vsemu naštetemu pa take oblike anten pridobivajo na veljavi. So poceni, zavzamejo sorazmerno malo prostora, s pravilno izbranimi dimenzijami pa dobimo anteno, ki dokaj uspešno dela na večih amaterskih KV pasovih.

#### Zepp antena

Ta oblika antene je dobila ime po cepelinih, kjer se je prvotno uporabljala. V bistvu je to polvalna antena, ki jo napajamo na enem koncu z odprtim vodom, dolgim  $1/4$  valovne dolžine (Slika 6.6.10.a). Antena, ki je dimenzionirana za delo na 80-metrskem pasu, deluje tudi na 40-, 20-, 15- in 10-metrskem pasu, v povezavi s kvalitetnim prilagodilnim vezjem pa tudi na vseh ostalih KV pasovih. Ta oblika antene je poznana pod imenom "End-fed Zepp" ali enojni Zepp in jo napajamo na njenem koncu. Druga oblika te antene pa je "Center-fed Zepp" oziroma Zepp antena, ki jo napajamo v sredini (Slika 6.6.10.b). Pravimo ji tudi dvojni Zepp. Njena prednost je predvsem v tem, da ima bolj simetričen diagram sevanja kot antena, ki je napajana na enem koncu.

#### Windom antena

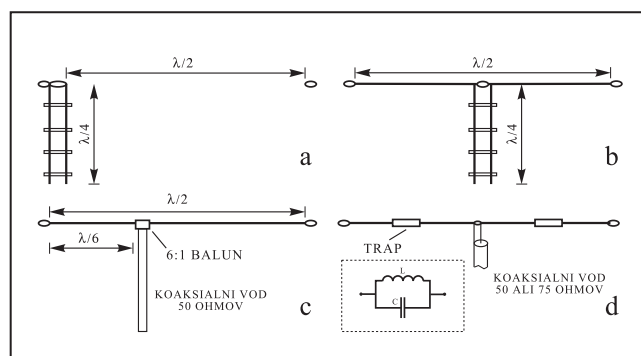
Ime je dobila po ameriškem radioamaterju, ki jo je iznašel. To je polvalna antena z napajalnim vodom, ki se nahaja oddaljen približno  $1/3$  dolžine antene od njenega konca. S tem dosežemo, da je impedanca na osnovni frekvenci in vseh harmonskih frekvencah okoli 300 ohmov. V osnovi je bila v celoti narejena iz žice (tudi napajalni vod), kar pa danes zaradi motenj ne pride več v poštev. Zato anteno napajamo s koak-

sialnim vodom in transformatorjem impedance 6:1, ki je nameščen na anteni. Tako obliko antene poznamo pod imenom FD-4 ali D4B (Slika 6.6.10.c). Antena, ki je dimenzionirana za 80-metrski pas, pokrije še 40-, 20- in 10- metrske pasove. Danes pa je to že premalo, zato je zanimiv dvojni Windom. V bistvu ga sestavljata dve anteni (z istim transformatorjem impedance in napajalnim vodom), od katerih je ena dimenzionirana za 80-, 40-, 20- in 10-metrške pasove, druga pa za 30- in 15-metrška pasova. Zanimivo je, da se antena dobro obnaša tudi na 17- in 12-metrskem pasu.

#### "Trap" dipol

Pri tej anteni imamo v antensko žico vgrajena posebna vezja - pasti ali "trape" (Slika 6.6.10.d). V bistvu so to vzporedni nihajni krogi, ki v resonanci predstavljajo veliko upornost, tako da izgleda, kot da antene od "trapa" dalje sploh ne bi bilo. Glede na število vgrajenih "trapov" je odvisno, na koliko frekvenčnih pasovih lahko anteno uporabljamo.

Posebna izvedba te antene je W3DZZ – poimenovana s klicnim znakom radioamaterja, ki jo je iznašel. Njena značilnost je, da kljub enemu paru trapov pokriva več amaterskih pasov. To dosežemo s pravilnim razmerjem med L in C v nihajnem krogu, ki ima resonančno frekvenco 7.1 MHz.



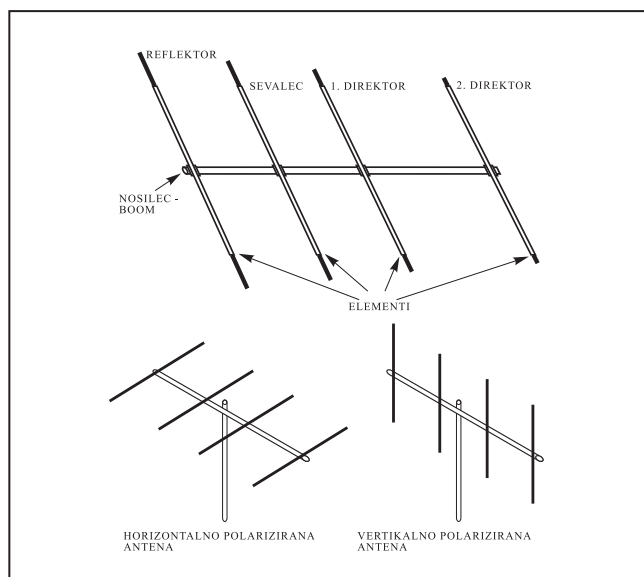
Slika 6.6.10 Dipoli za delo na več pasovih: Zepp (a), Dvojni Zepp (b), Windom (c) in Trap dipol (d)

### YAGI ANTENA

To je tipična predstavnica usmerjenih anten. Ime je dobila po japonskem inženirju, ki jo je iznašel okoli leta 1930. Yagi anteno dobimo tako, da za sevalni element, ki je lahko odprt ali zaprt dipol, postavimo nekoliko daljši element, ki mu pravimo reflektor, pred sevalni element pa enega ali več krajših elementov, ki jim pravimo direktorji (Slika 6.6.11).

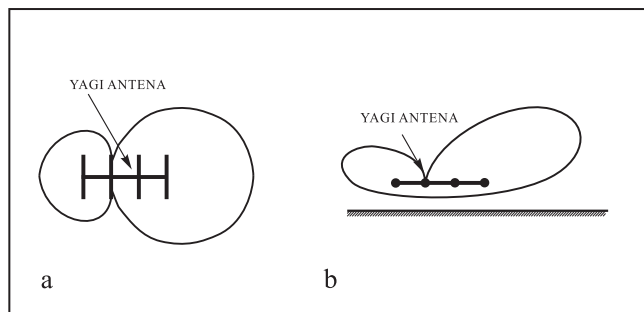
Sevalnemu elementu oziroma dipolu pravimo tudi aktivni element, ker preko njega anteno napajamo. Reflektor in direktorji pa so parazitni elementi, ki skrbijo za povečano usmerjenost antene. Energija, ki jo oddajnik posreduje anteni, se skoncentrira v bolj ali manj

ozek snop. Le manjši del se izseva v druge, nezaželene smeri.



Slika 6.6.11 4-elementna Yagi antena

Večje je število direktorjev, ožji je glavni snop in večje ojačenje ima antena. Kljub vsemu pa števila direktorjev ne moremo povečevati v nedogled. Obstaja neka mejna vrednost, nad katero števila direktorjev nima pomena povečevati. Slika 6.6.12 prikazuje sevalni diagram Yagi antene.



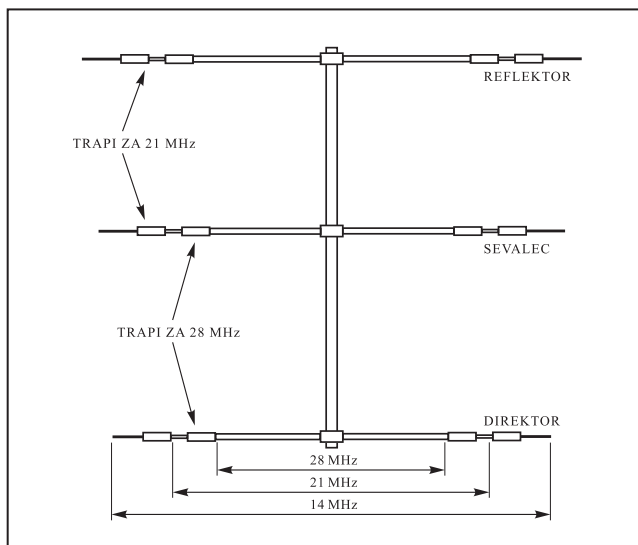
Slika 6.6.12 Sevalni diagram horizontalno polarizirane Yagi antene  
a - vodoravni, b - navpični

Ta tip antene je zelo popularen na frekvencah nad 14 MHz, ko postane dimenzije antene še kar sprejemljive. Največ se Yagi antena uporablja na UKV frekvenčnih pasovih in više. Antene obračamo s pomočjo posebnih motorčkov - rotorjev tako, da je antena obrnjena v smeri, v kateri želimo komunicirati. Kljub vsem problemom, ki se pojavijo pri zelo velikih antenah, pa se ta tip antene vse pogosteje uporablja tudi na 7 MHz in celo na 3.5 MHz, seveda pri amaterjih, ki premorejo dovolj prostora, velike antenske stolpe in zelo močne rotorje, ki so sposobni tako veliko anteno nositi in obračati.

Zelo popularna je "multiband" Yagi antena, ki ima v elemente vgrajene "trape", tako da ti resonirajo na več

amaterskih obsegih. Tipičen primer je trielementna antena za 20 m, 15 m in 10 m. Ni sicer tako kvalitetna kot tri posamezne antene, kljub vsemu pa nam omogoča vzpostavljati dolge zveze po celem svetu.

V splošnem so pri odločitvi, kakšno Yagi anteno izbrati, merodajni trije dejavniki: interes, razpoložljiv prostor in denar. Kljub temu, da na tržišču dobimo precej komercialno narejenih anten, pa se samogradnja izplača. Anteno za en frekvenčni pas ("monobander") je z nekaj osnovnega orodja relativno enostavno narediti. Gradnja antene za več frekvenčnih pasov ("multiband") pa seveda predstavlja večji problem predvsem zaradi izdelave in uglasitve "trapov".



Slika 6.6.13 Yagi antena za delo na več frekvenčnih pasovih

Razvoj »multiband« Yagi anten se vsekakor ni ustavil na tem mestu. V zadnjem obdobju postajajo vse popularnejše antene za delo na več frekvenčnih pasovih, ki ne uporabljajo »trapov«. Uporaba računalnika in ustreznih programov za modeliranje anten pomaga pri porajanju novih zamisli – nekatere od njih zaživijo v praksi, druge ostanejo na stopnji eksperimentiranja.

### ZANČNE (LOOP) ANTENE

Prav tako kot Yagi antena sta zelo popularni anteni tudi Quad in Delta Loop. Quad sestavljata dva (Qubical Quad) ali več kvadratov, ki so narejeni iz žice ali aluminijastih cevi (slika 6.6.14).

Pri tej anteni je dolžina žice, ki sestavlja sevalni element, dolga približno celo valovno dolžino. Reflektor je nekoliko daljši (3-5%), direktorji pa so krajši (3-5%). Antensko žico držijo v pravilnem položaju palice, ki morajo biti iz izolatorskega materiala. Razmik med elementi je okoli 0.2 valovne dolžine (lambda). Ta antena se je v nekaterih primerih izkazala celo boljše kot Yagi antena. V primerjavi z Yagi anteno imajo zančne antene dve dobri lastnosti:

- nižji vertikalni kot sevanja na majhnih višinah (nižjih od  $\lambda/2$ ), ki omogoča dolge zveze;
- na sprejemu so manj občutljive na šum, kar omogoča sprejem tudi šibkejših signalov, ki se sicer pri Yagi anteni v njem izgubijo.

Problem pri zančni anteni predstavlja slaba odpornost na vremenske vplive (veter, sneg, led), saj ima antena tri dimenzije, Yagi antena pa v bistvu le dve. Poseben primer te antene je Delta Loop antena, ki ima elemente v obliki trikotnika (delte). Dolžine elementov in razmaki so podobni kot pri Quad anteni. Mehansko je antena bolj čvrsta, saj sta stranski stranici elementov običajno iz aluminijastih cevi, vrhnja stranica pa je iz žice.



*Dvo elementna quad antena*

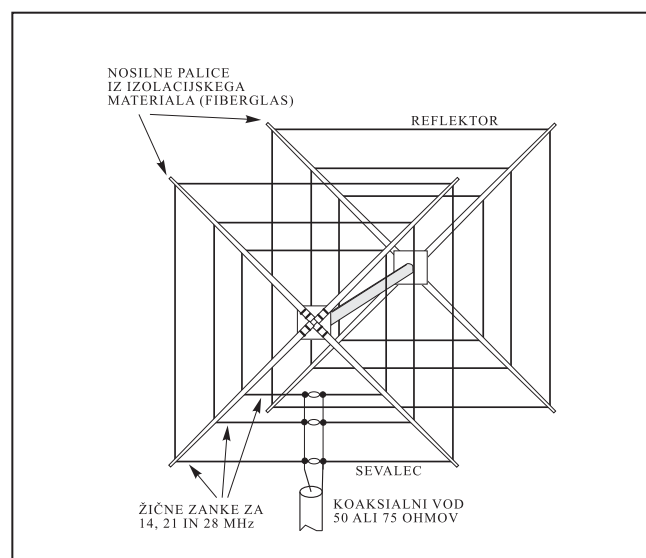
Na UKV pa prevladujejo Yagi antene, ki jih je zahtevano natančnostjo lažje narediti kot pa antene tipa Quad ali Delta Loop.

### **LOGARITMIČNO - PERIODIČNE DIPOL ANTENE**

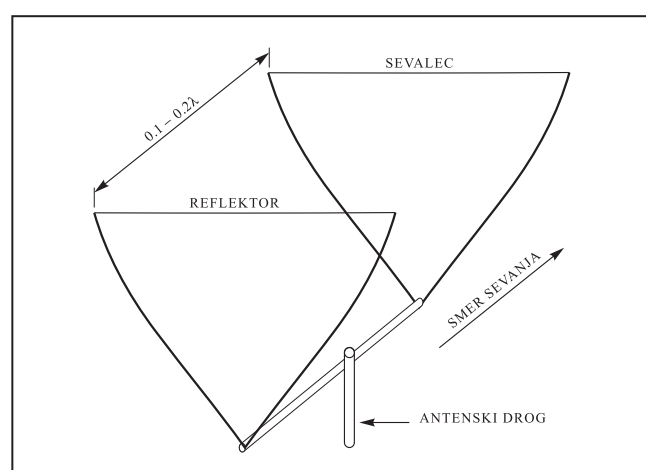
Logaritmično-periodične dipol antene (LPDA) imenujemo krajše tudi log-periodik (LP). Do nedavnega so se uporabljale predvsem v profesionalne namene, z večanjem števila radioamaterskih pasov pa postajajo zanimive tudi za nas. Največkrat jih opazimo kot logaritimske TV sprejemne antene. Značilnost teh anten je, da pokrivajo širok frekvenčni pas; imajo konstantno ojačenje, odnos naprej-nazaj, dokaj čist sevalni diagram in konstantno napajalno impedanco preko celotnega pasu, za katero so konstruirane. Anteno sestavlja niz napajalnih elementov - dipolov, ki so med seboj povezani, kot kaže slika 6.6.16.



*LPDA antena*



*Slika 6.6.14 Quad antena za delo na več frekvenčnih pasovih*

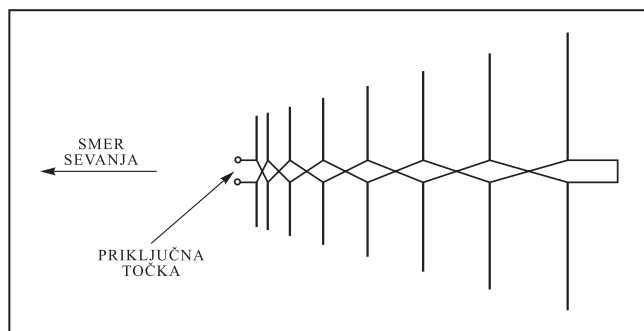


*Slika 6.6.15 Delta Loop antena*

Dvo- ali večelementne antene teh dveh tipov se pogosto uporabljajo na KV frekvencah, kjer se na iste nosilce namesti več kompletov elementov (za 14MHz, 21MHz, 28MHz).

Najdaljši in najkrajši dipol določata zgornjo in spodnjo frekvenco pasu, kjer antena deluje, število elementov in medsebojni razmaki med dipoli pa določajo ojačenje antene. Za anteno je značilno, da se napaja na

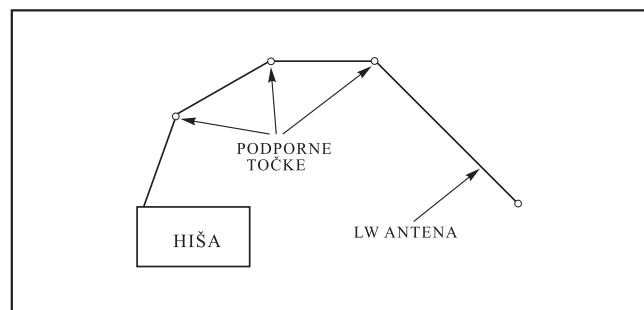
sprednjem delu - pri najkrajšem dipolu. K sevanju prispevajo le dipoli, katerih resonančna frekvenca je blizu frekvence oddajnika. Dipoli, ki so prekratki, delujejo kot direktorji, predolgi pa kot reflektorji. Iz tega vidimo, da antena seva v smeri od daljših proti krajšim dipolom.



Slika 6.6.16 Princip LPDA antene

### LONG - WIRE ANTENA (LW)

To je cenena žična antena, ki jo običajno postavimo v primeru, ko nimamo prostora za polvalni dipol ali celo za usmerjeno anteno. Anteno sestavlja žica, ki je čimbolj dolga. Idealna dolžina je nekaj valovnih dolžin. Žico namestimo čimvišje. Njena dobra stran je, da dobro dela na vseh radioamaterskih KV frekvencah. Za uspešno delo ni potrebno, da je antena napeta v ravni liniji; lahko jo postavimo v lomljeni liniji (Slika 6.6.17). Slaba stran antene pa je, da jo moramo vedno uporabljati v povezavi s prilagodilnim vezjem, ki prilagodi vhodno impedanco antene na izhodno impedanco oddajnika. Tudi sevalni diagram ni najboljše definiran, kar je posebno opazno ob "zlomljeni" postavitvi. V primeru, da je antena postavljena v ravni liniji, opazimo nekoliko usmerjenosti v smeri odprtega konca žice. Paziti moramo, da je antena na najnižji frekvenci dolga več kot 3/4 valovne dolžine. V nasprotnem primeru se lahko zgodi, da je ne moremo uspešno prilagoditi na oddajnik.



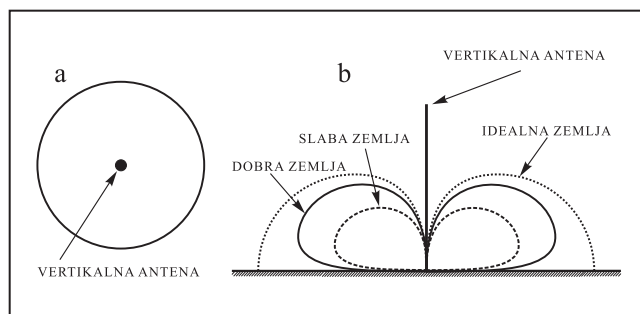
Slika 6.6.17 Možna postavitev Long-wire antene

### VERTIKALNE ANTENE

V primeru, ko pogoji onemogočajo postavitev drugih anten, nam ostane na razpolago še vertikalna an-

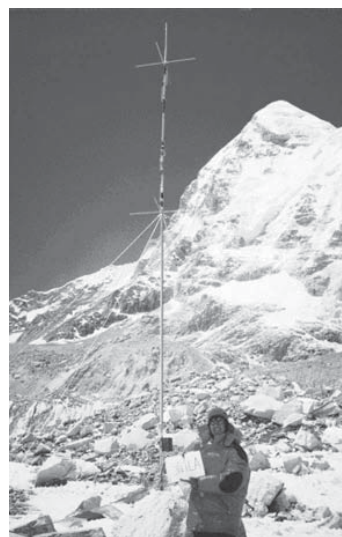
tena. V primeru mobilnega dela iz vozila je to poleg dela z ročnimi postajami na UKV frekvencah praktično edina možnost. Nikakor pa ne smemo misliti, da je to zasilna antena. Dobro narejena in primerno ozemljena vertikalna antena je zelo dobra za vzpostavlanje dolgih DX zvez na KV frekvencah.

Sevalni diagram vertikalne antene, ki je običajno dolga 1/4 valovne dolžine, je krožne oblike v horizontalni ravnini - na vse strani seva antena enako. V vertikalni ravnini pa je izražena precejšnja usmerjenost (Slika 6.6.18).



Slika 6.6.18 Sevalni diagrama vertikalne antene: horizontalni (a) in vertikalni (b)

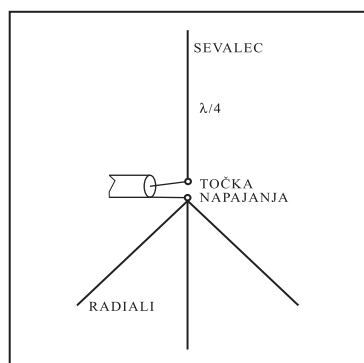
Najmočnejše sevanje dosežemo pod dokaj nizkim kotom glede na Zemljino površino. Idealno je, če je ta kot manjši od 30 stopinj. Ker vertikalna antena seva energijo v vse strani enako in tudi sprejema signale iz vseh strani enako, ji pravimo tudi "omnidirekionalna" antena.



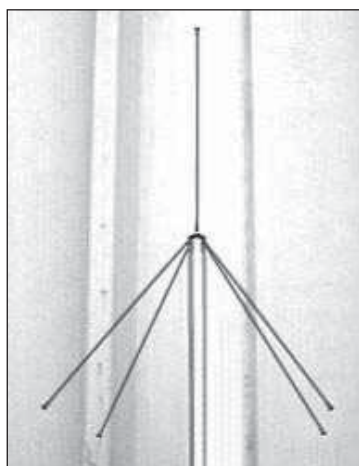
Vertikalna antena v baznem taboru pod Everestom

Vertikalno anteno si lahko predstavljamo kot polovico vertikalnega dipola. Druga polovica se zrcali v zemlji, ki je pod anteno. Zaradi tega je zelo kvalitetna ozemljitev izrednega pomena za dobro delovanje antene. V primeru, da je antena postavljena visoko od tal, potrebujemo "umetno zemljo" ali bolj poznano "ground

plane". Zemljo nam predstavljajo radiali, ki se pod določenim kotom spuščajo od sevalca proti zemlji (Slika 6.6.19). Radiali so lahko narejeni iz žice (običajno na KV frekvencah) ali pa iz aluminijastih cevi.

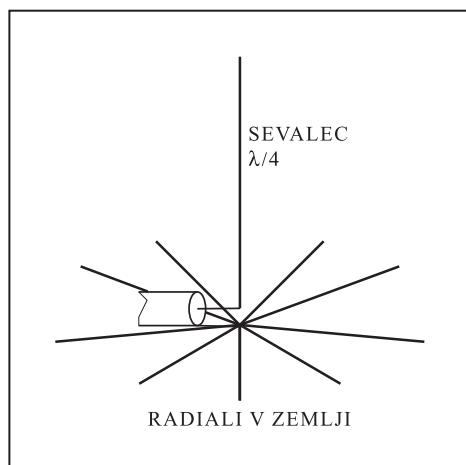


Slika 6.6.19 Princip Ground plane - GP antene



GP antena za 2m področje

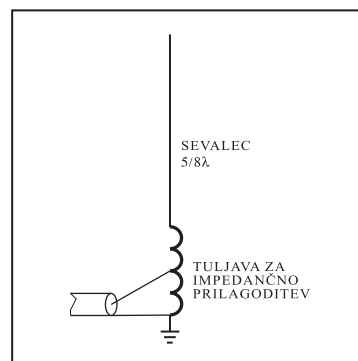
V primeru, ko je antena postavljena na površino zemlje, izboljšamo kvaliteto ozemljitve z radiali, ki jih položimo na zemljo oziroma jih zakopljemo nekaj centimetrov globoko. Radiali so lahko različno dolgi. Njihova priporočljiva dolžina je odvisna od števila položenih radialov in se običajno giblje nekako med 0.2 in 0.5 valovne dolžine (Slika 6.6.20).



Slika 6.6.20 Vertikalna antena, postavljena na zemlji

Od kvalitetne ozemljitve je odvisno, kako nizek bo vertikalni kot sevanja antene. Boljša je ozemljitev, nižji je ta kot. Anteno napajamo direktno s koaksialnim vodom impedance 50 ohmov.

Na KV frekvencah pogosto opremimo vertikalno anteno s »trapi«, tako da ta deluje na več radioamaterskih pasovih. Kljub temu, da je  $1/4$  valovne dolžine dolga antena najbolj razširjena, pa lahko dokažemo, da dosežemo optimalni kot sevanja pri anteni, ki je dolga  $5/8$  valovne dolžine. Slaba stran te antene pa je bolj zamotano napajanje, ker ima antena impedanco, ki se razlikuje od impedanc vseh komercialnih napajalnih vodov. Poleg tega  $5/8\lambda$  dolga antena ni resonančna. Ker je malo predolga, ima njena impedanca kapacitivni značaj. Pomagamo si s tuljavo, ki je nameščena ob vznožju antene. Z njeno pomočjo kompenziramo kapacitivni značaj impedance, hkrati pa prilagodimo impedanco antene na impedanco napajalnega voda. (slika 6.6.21.).



Slika 6.6.21  $5/8$  valovne dolžine dolga vertikalna antena

Vertikalna antena je pri oddaji idealna. Pri sprejemu pa se pokaže, da poleg koristnega signala pobere tudi precej več šuma kot horizontalne antene, tako da se lahko pojavi problem sprejemanja zelo šibkih signalov. Vzrok je ta, da je večina industrijskega šuma vertikalno polariziranega, zato ga vertikalna antena bolje lovi od antene, ki je horizontalno polarizirana.

### PARABOLIČNA ANTENA

Parabolična antena je tip antene, ki se uporablja predvsem na UHF, SHF in višjih frekvenčnih pasovih, vendar poznamo kar nekaj amaterjev, ki so si postavili tak tip antene tudi za 144MHz (premer reflektorja okoli 15m!). Izdelava take antene v domači delavnici pa predstavlja že kar ugleden konstruktorski dosežek!

V bistvu anteno sestavljata velik reflektor v obliki paraboličnega zrcala in sevalni element, ki je nameščen v gorišču zrcala in seva EM valove proti paraboličnemu reflektorju, oziroma sprejema valove, ki se od reflektorja odbijejo proti sevalcu. Sevalci so lahko različnih ob-

lik, z njihovo menjavo pa lahko uporabljamo anteno na več frekvenčnih pasovih (npr. na 432 MHz in 1.3 GHz).



*Parabolična antena*

Značilnost paraboličnih anten je veliko ojačenje in s tem ozek kot sevanja. Največkrat jih uporabljamo za satelitske in EME zveze, lahko pa tudi za klasične tropo zveze.

### UMETNA ANTENA

Umetna antena je posebna oblika antene, ki ne seva energije v prostor. Sestavljena je iz uporov primerne moči, ki predstavljajo popolnoma prilagojeno breme. Njen namen je, da dovoljuje uglaševanje in testiranje oddajnikov brez povzročanja motenj drugim uporabnikom frekvenčnega spektra. V praksi se nekaj energije sicer izseva, ker sevanja ne moremo popolnoma preprečiti, vendar je moč signala veliko nižja, kot če bi uporabljali pravo anteno.



*Umetna antena*

### 6.6.5. PASOVNA PREPUSTNOST ANTEN

Vsaka antena deluje dobro v nekem frekvenčnem pasu. Pravimo, da je antena selektivni element, ki slabi signale z višjo ali nižjo frekvenco od tiste, za katero je antena narejena. Antena postane bolj ozkopasovna

(povečana selektivnost) zaradi vpliva objektov, ki so v bližini antene, in zaradi vpliva tal. Če želimo bolj širokopasovno anteno, mora biti ta narejena iz debelejših cevi.

Pasovna širina antene je odvisna tudi od frekvence, na kateri antena dela. Polvalni dipol za 80 m bo imel širino le okoli 250 kHz, medtem ko bo imel dipol za 20m pasovno širino celih 1000 kHz. Z drugimi besedami: dipol za 20 m bo brez problemov pokrival celoten pas, medtem ko bomo pri dipolu za 80m opazili precejšnje povečanje SWR-a na koncih pasu.

### 6.6.6. POSTAVLJANJE ANTEN

Pri postavljanju anten se srečujemo z delom na višini. Pri takem delu moramo še posebno paziti na varnost, saj že majhna neprevidnost lahko povzroči nesrečo. Obvezna je uporaba varnostnih pasov, s katerimi se lahko privežemo na antenski stolp ali drevo. Le tako imamo lahko proste roke in uspešno opravljamo delo, ki je potrebno za postavitev antene.



*Delo na antenskem stolpu – uporaba varovalnega pasu*



*Uporaba dvigala pri postavljanju anten*

Če imamo možnost uporabe dvigala in varnostne košare, je takšno delo pri postavljanju anten veliko enostavnejše in tudi bolj varno.

Razen na varnost pri delu moramo paziti tudi na to, da postavimo anteno na ustrezno mesto, in to tako, da ne ogrožamo niti svoje niti tuje lastnine. Posebno pozornost je potrebno posvetiti električnim vodom. Antena mora biti postavljena tako, da v nobenem primeru ne more zadeti ob vodnike.

In še dve misli za konec:

Antena, ki je narejena v lepem toplen vremenu, ne bo nikoli delala tako dobro kot tista, ki smo jo postavljali v dežju ali snegu ali pa vsaj pri minus 20 stopinjah Celzija.

Antena, ki je sneg ni podrl, je lahko ali premajhna ali pa prenizko postavljena. Tretje možnosti ni! (HI!)

## 6.7. NAPAJSANJE ANTEN

Močan oddajnik in kvalitetna antena nam ne koristita, če ju ne povežemo. To storimo s posebnim vodom, ki mu običajno rečemo antenski ali napajalni vod. Zavedati se moramo, da ni vsak kabel primeren za napajanje vsake antene. Nekaterim antenam moramo dovesti energijo preko visokoohmskih napajalnih vodov, drugim preko nizkoohmskih. Nekatere potrebujejo simetrične vode, druge spet nesimetrične. Sledi nekaj osnov o napajalnih vodih in možnostih prilagajanja vodov na anteno in oddajnik.

### 6.7.1. NAPAJSALNI VODI

Pri napajanju anten se spomnimo pravila, ki pravi, da se največji prenos moči izvrši takrat, ko sta generator (končna stopnja oddajnika) in breme (antena) impedančno prilagojena.

Največji izkoristek prenosa moči dosežemo takrat, ko breme predstavlja čisto realno upornost. To pomeni, da se ne pojavljata kapacitivna ali induktivna komponenta upornosti. Ta pogoj je izpolnjen takrat, ko se antena nahaja v resonanci s frekvenco oddajnika. Med oddajnikom in anteno se ponavadi nahaja vod za prenos energije (vod za napajanje ali antenski vod), ki mora imeti take lastnosti, da ne vnaša neprilagojenosti med generator in breme. Optimalni antenski vod mora imeti sledeče karakteristike:

- Vod ne sme sevati energije, ki jo prenaša - ne sme delovati kot antena;
- Pri prenosu se energija ne sme izgubiti;
- Vod mora imeti konstantne električne karakteristike po celi dolžini;

- Karakteristike voda se ne smejo spreminjati zaradi vremenskih vplivov.

Tak idealni vod bi do drugega konca prenesel 100% energije, ki jo na enem koncu pošiljamo vanj. V praksi takega voda ne moremo narediti. Vsak antenski vod vnaša večje ali manjše izgube med anteno in radijsko postajo. Izgube se pojavljajo zaradi ohmske upornosti vodnikov, izgub v izolatorju med vodniki (dielektrične izgube) in sevanja voda, ki se mu ne moremo izogniti v celoti.

### 6.7.2. KARAKTERISTIČNA IMPEDANCA VODA

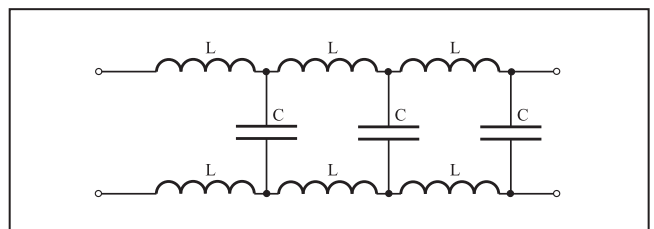
V večini primerov je vsak antenski vod sestavljen iz dveh električnih vodnikov, ki sta med seboj lahko vzporedna (dvožilni vod) ali pa se en vodnik nahaja znotraj drugega (koaksialni vod). Poleg teh dveh osnovnih vrst vodov naj omenimo tudi valovode. To so v osnovi cevi ustreznega preseka, ki se uporabljajo predvsem v mikrovalovnih frekvenčnih pasovih. Zaradi kompleksnosti obravnave jih v tem priročniku ne bomo natančneje predstavili.

Pri vseh napajalnih VF vodih je zelo pomembna njihova karakteristična impedanca  $Z$ . To vrednost določimo iz razmerja napetosti  $U$  in toka  $I$ , če ju opazujemo na neskončno dolgem vodniku.

Vsak vod lahko predstavimo kot vezavo vzdolžnih induktivnosti in prečnih kapacitivnosti (Slika 6.7.1). Ta vezava predstavlja poenostavljeno ekvivalentno shemo dvožilnega antenskega voda.

V praksi pogosto zanemarimo izgube v vodju, tako da lahko karakteristično impedanco voda izračunamo po sledeči enačbi:

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$$



Slika 6.7.1 Ekvivalentna shema dvožilnega antenskega voda

$Z$  je realna vrednost, tako da je neodvisna od frekvence in dolžine voda. Iz zgornje enačbe vidimo, da velika induktivnost in majhna kapacitivnost pripeljeta do voda, ki ima veliko karakteristično impedanco. V praksi to pomeni, da imajo tanki vodniki (velik  $L$ ) na večji medsebojni razdalji (mala  $C$ ) veliko karakteristično im-

pedanco  $Z$ . Velja tudi obratno - debelejši vodnik (mali  $L$ ) na manjši medsebojni razdalji (večji  $C$ ) ima manjšo karakteristično impedanco  $Z$ . Iz vsega naštetega sledi, da je karakteristična impedanca odvisna predvsem od geometrijskih dimenzij vodnikov. Ta trditev velja v primeru, da je izolator med vodniki zrak, ki ima dielektrično konstanto ena. ( $\epsilon_r = 1$ ) V primeru, da je izolator neka snov, ponavadi umetna masa, vplivajo na impedanco voda tudi snovne lastnosti izolatorja - relativna dielektrična konstanta. Ob upoštevanju vsega naštetega in geometrijskih dimenzij vodnika lahko impedanco dvožilnega napajalnega voda izračunamo na naslednji način:

$$Z(\Omega) = \frac{120}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln \frac{2 \cdot D(mm)}{d(mm)}$$

### 6.7.3. VPLIV DIELEKTRIKA PRI ANTENSKIH VODIH

Hitrost širjenja elektromagnetnih valov je odvisna od snovi, skozi katero se valovi širijo. V brezračnem prostoru in po večini tudi v atmosferi se valovi širijo s hitrostjo svetlobe,  $c = 300000$  km/s. To velja v primeru, ko je vrednost dielektrične konstante ena. Vsak drug material ima dielektrično konstanto, ki je vedno več kot ena. Iz enačbe

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

$v$  – hitrost v snovi (km/s)

$c$  – hitrost svetlobe (300000 km/s)

$\epsilon_r$  – relativne dielektrična konstanta

sledi, da se hitrost razširjanja v snovi zmanjša. Večja je relativna dielektrična konstanta snovi, bolj se hitrost razširjanja zmanjša. V spodnji tabeli je za primerjavo navedenih nekaj relativnih dielektričnih konstant za nekaj najpogosteje uporabljenih snovi.

Izolator	Relativna dielektrična konstanta ( $\epsilon_r$ )
Zrak	1.0
Penasti polistirol	1.05
Teflon	2.0
Izolacijski papir	2.2
Polietilen	2.3
Stirofleks	2.5
Pleksi steklo	3.0 .. 3.6
Polivinil (PVC)	3.1 .. 3.5
Epoksi smola	3.5
Pertinaks	5.6 .. 6.5
Porcelan	6.5

S pomočjo relativne dielektrične konstante izolatorja, ki se uporablja v napajalnih vodih, lahko določimo skrajševalni faktor voda, ki ga označimo z  $V$ . Izračunamo ga iz razmerja hitrosti razširjanja valovanja v vodu in zraku. Skrajševalni faktor  $V$  je vrednost, ki je vedno manjša od ena in je poleg impedance zelo pomemben podatek za vsak napajalni vod. Potrebujemo ga pri določanju rezonančne dolžine voda.

$$V = \frac{v}{c} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

Zgled:

Izračunaj skrajševalni faktor koaksialnega voda RG213, katerega izolator ima relativno dielektrično konstanto 2.3!

$$V = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{1}{\sqrt{2.3}} = 0.66$$

Skrajševalni faktor omenjenega voda je 0.66. Večina koaksialnih vodov, ki jih radioamaterji uporabljamo, ima tak skrajševalni faktor.

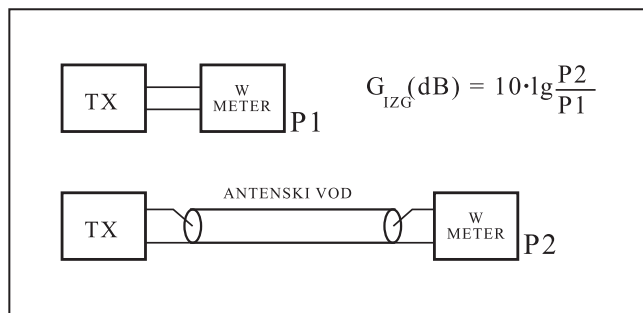
### 6.7.5. IZGUBE V NAPAJALNIH VODIH

Omenili smo že, da vod ne more prenesti energije brez določenih izgub. Izgube nastanejo zaradi omske upornosti žice, ki se z višanjem frekvence veča (kožni pojav ali bolj znano skin efekt), izgub v dielektriku in zaradi sevanja voda. Upornost žic skušamo zmanjšati s srebrenjem bakrenih vodnikov, kar pa je narejeno le pri boljših (in dražjih) vodih. Naj na tem mestu opozorimo na nekatere koaksialne vode (RG 58), ki imajo cinkan oplet in srednjo žilo. Ti vodi so za prenos VF energije z višjo frekvenco zelo slabi, saj so ohmske izgube zaradi skin efekta dosti večje kot pri vodu, ki je narejen le iz bakra. Za sevanje voda je največkrat kriv premalo gost oplet, ki predstavlja največjo porabo materiala pri izdelavi in s tem tudi največji strošek. Kvalitetni vodi imajo po dva zelo gosta opleta ali pa bakreno folijo in preko nje še oplet. Dielektrične izgube so odvisne od kvalitete dielektrika, ki je v vodu uporabljen.

Proizvajalci poleg drugih lastnosti podajajo slabljenje voda za različne frekvence, ki je najpogosteje izraženo v dB/100m. Iz teh podatkov lahko hitro določimo, kolikšne bodo izgube v vodu, ki ga uporabljamo.

Izgube v vodu lahko sami izmerimo na enostaven način (Slika 6.7.8) s pomočjo merilnika moči. Izračunamo jih iz kvocientov izmerjenih moči na koncu voda in moči, ko watt meter priključimo direktno na generator.

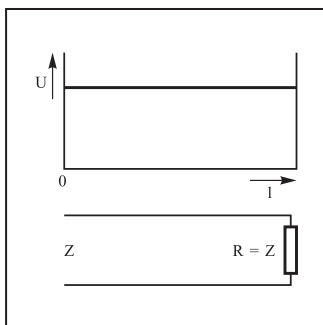




Slika 6.7.8 Merjenje izgub v vodju

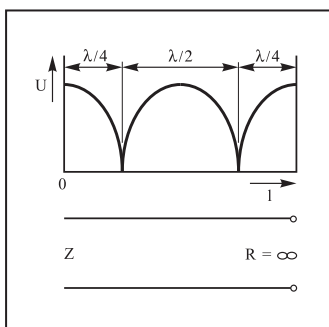
### 6.7.6. PORAZDELITEV TOKA IN NAPETOSTI VZDOLŽ VODA - STOJNO VALOVANJE

V primeru, da konec voda zaključimo z uporom  $R$ , ki ima upornost enako karakteristični impedanci voda  $Z$ , je porazdelitev napetosti na napajalnem vodju taka, kot jo prikazuje slika 6.7.9. Vsa moč, ki se pošlje v vod, se bo v bremenu  $R$  potrošila.



Slika 6.7.9 Porazdelitev VF napetosti na vodju v primeru prilagojenega bremena

V primeru, da je upor  $R$  neskončno velik, lahko tako breme ponazorimo z odprtimi sponkami (Slika 6.7.10). Val, ki se širi od oddajnika proti anteni, na koncu voda ne zadane ob breme, zato se v celoti odbije ali reflektira nazaj proti oddajniku. Tako imamo na vodju dvoje valovanj: napredujoče in odbito ali reflektirano. Na vodju nastane stojno valovanje, ki je vsota obeh vrst valovanj.

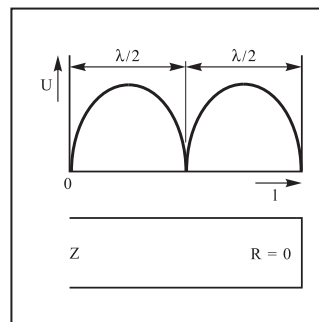


Slika 6.7.10 Porazdelitev VF napetosti pri odprtem vodju

V primeru odprtega voda imamo na koncu vedno maksimum napetosti, nato pa si sledijo minimumi in maksimumi v pravilnem zaporedju. Podobno razmišljanje

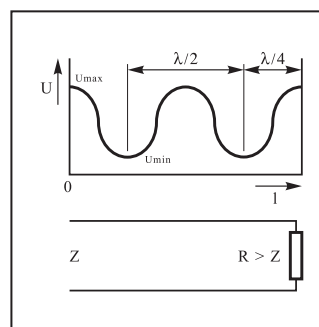
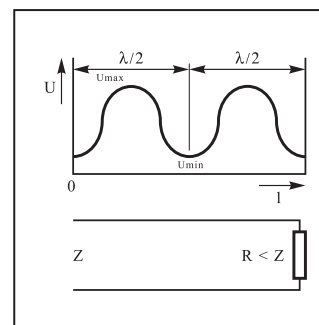
velja tudi za tok, le da je stojno valovanje toka premaknjeno za  $1/4$  valovne dolžine oziroma za  $90$  stopinj. Kjer ima napetost maksimum, tam ima tok minimum.

Podobno lahko razmišljamo tudi v primeru, če je vod zaključen s kratkim stikom (Slika 6.7.11). Na vodju se ravno tako pojavi stojno valovanje, ki pa je premaknjeno glede na prejšnji primer za  $1/4$  valovne dolžine. Napetost na kratkem stiku ne more obstajati, zato je tu njen minimum.



Slika 6.7.11 Porazdelitev VF napetosti pri kratko sklenjenem vodju

Stojno valovanje se pojavi vedno, kadar se nam na vodju pojavi odbiti val, ki je posledica neprilagojenosti bremena na vod. Kratak stik in odprte sponke sta dva mejna primera neprilagojenosti. Za njiju je značilno, da se izrazite ničle napetosti javljajo na vsaki  $1/2$  valovne dolžine. V praksi pa imamo bremena, ki imajo upornost  $R$  večjo ali pa manjšo od karakteristične impedance voda  $Z$ . V teh primerih pridemo do stojnega valovanja, ki ga prikazujeta sliki 6.7.12 in 6.7.13.


 Slika 6.7.12 Porazdelitev VF napetosti pri  $R > Z$ 

 Slika 6.7.13 Porazdelitev VF napetosti pri  $R < Z$

V zadnjih dveh navedenih primerih ne pride do popolne refleksije. Večji ali manjši del VF energije se potroši na bremenu. Le preostali del, ki ga breme R zaradi neprilagojenosti ne more porabiti, se vrne v obliki reflektiranega vala. Iz merjenja minimalne in maksimalne napetosti lahko določimo razmerje stojnega valovanja (SWR). Prav to nam omogoča znani instrument, s katerim ugotavljamo prilagojenost antenskega sistema na oddajnik - merilnik razmerja stojnega valovanja ali bolj znano SWR meter.

$$SWR = \frac{U_{max}}{U_{min}}$$

Zakaj nas zanima SWR na antenskem vodu? Obstajata dva glavna vzroka. Prvi je ta, da večanje SWR-a vnaša dodatne izgube v antenski vod. Izgube v vodu pomenijo segrevanje voda, kar lahko postane problem pri večjih močeh, saj se v primeru, da ima nek vod 3dB izgub, kar 50% moči, ki jo oddajnik pošlje proti anteni, porabi v vodu. Pregrevanje voda pa lahko privede do poškodbe izolacije, kar vpliva na spremembo električnih karakteristik. Drugi vzrok je, da odbiti val lahko poškoduje končno stopnjo oddajnika. Zato je dopustna meja pri  $SWR = 3$ , kjer se 25% moči, ki je bila oddana, odbije na bremenu in vrne proti oddajniku.

### 6.7.7. ELEMENTI ZA PRILAGODITEV IN TRANSFORMACIJO

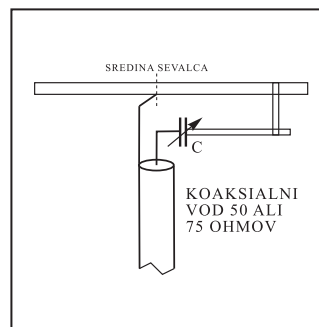
V praksi se pogosto pojavi zahteva po transformaciji impedance iz ene vrednosti na drugo - na primer iz 200 ohmov na 50 ohmov. Prav tako se lahko srečamo s problemom prilagoditve antenskega voda na anteno ali oddajnika na antenski vod. Pomagamo si lahko na več načinov, nekaj najpogostejših si bomo ogledali v nadaljevanju.

#### PRILAGODITEV VODA NA ANTENO

Nekatere antene imajo impedanco, ki se razlikuje od karakteristične impedance voda. Da dosežemo optimalni prenos moči in čim manjši SWR, moramo uporabiti posebne načine napajanja anten.

#### Gama prilagoditev

Gama prilagoditev se uporablja takrat, ko je potrebno anteno prilagoditi na nesimetrični vod. Gama prilagoditev opravi transformacijo impedance (Slika 6.7.14). Transformacija je odvisna od dimenzij prilagoditve (premer, razmak in dolžina prilagodilnega elementa). Dipol je v sredini ozemljen, kar nam omogoča zaščito pred atmosferskimi praznjenji.

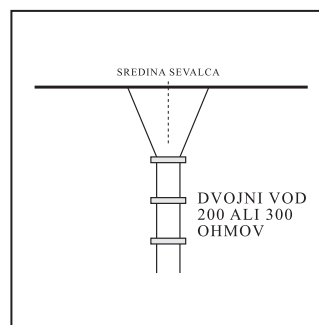


Slika 6.7.14 Gama prilagoditev

Gama element uglašimo tako, da s kratkostično objemko in spremenljivim kondenzatorjem dosežemo minimalni SWR na željeni frekvenci.

#### Delta prilagoditev

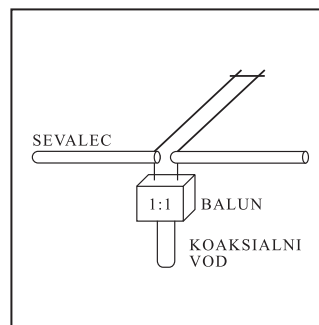
Delta prilagoditev se uporablja takrat, ko je potrebno odprti dipol prilagoditi na impedanco 200 ali 300 ohmov (Slika 6.7.15). Priključne žice delta prilagoditve so postavljene simetrično na sredino dipola. Sredino dipola lahko ozemljimo, kar je še posebno primerno za antene, ki so narejene iz aluminijastih cevi.



Slika 6.7.15 Delta prilagoditev

#### “Hairpin” prilagoditev

Ta vrsta prilagoditve je med amaterji dokaj popularna. Njena prednost je, da jo je lažje uglašiti kot gama prilagoditev. Ima pa tudi nekaj pomankljivosti, ki vplivajo predvsem na mehanske lastnosti antene.



Slika 6.7.16 Hairpin prilagoditev

Sevalni element mora biti v sredini prekinjen in izoliran od ostalega dela antene. Poleg tega moramo, če želimo anteno napajati s koaksialnim vodom, uporabiti člen za simetriranje. "Hairpin" je v bistvu kos dvožilnega voda, ki je na enem koncu vezan na dipol, na drugem koncu pa je kratko sklenjen. Stopnja transformacije je odvisna od njegovih dimenzij. Prilagoditev dosežemo s pomikanjem kratkostičnika.

### TRANSFORMATORJI IMPEDANCE

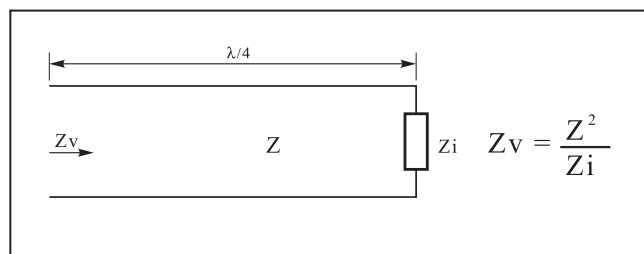
Večkrat se pojavi zahteva po transformaciji impedance z ene vrednosti na drugo. Lep primer je napajanje zaprtega polvalnega dipola, ki ima impedanco okoli 300 ohmov, na impedanco napajalnega kabla, ki je ponavadi 50 ali 75 ohmski.

#### Četrtni transformator impedance

Med karakteristično impedanco voda  $Z$ , ki ima električno dolžino  $1/4$  valovne dolžine, njegovo vhodno impedanco  $Z_v$  in izhodno impedanco  $Z_i$ , velja sledeča zveza:

Produkt vhodne ( $Z_v$ ) in izhodne ( $Z_i$ ) impedance je enak kvadratu karakteristične impedance voda.

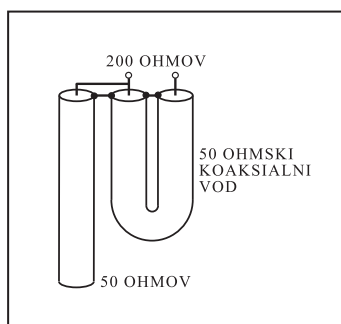
Opozorimo naj, da moramo obvezno upoštevati skrajševalni faktor voda, ki ga uporabljamo.



Slika 6.7.17 Četrtni transformator impedance

#### Polvalna koaksialna zanka

Polvalna koaksialna zanka, ki je povezana na način, ki ga vidimo na sliki 6.7.18, nam transformira impedanco v razmerju 4:1, hkrati pa omogoča tudi simetriranje.



Slika 6.7.18 Polvalna koaksialna zanka

Pri računanju dolžine zanke moramo obvezno upoštevati skrajševalni faktor koaksialnega voda.

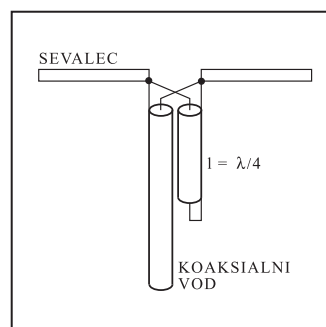
### TRANSFORMATORJI ZA SIMETRIRANJE

V primeru, da simetrično anteno (polvalni dipol) napajamo s koaksialnim vodom, ki je nesimetrični napajalni vod, lahko zaradi nesimetrije pride do stranskih vplivov, ki slabšajo karakteristike antene. V opletu voda se pojavijo neželeni tokovi, ki povzročijo deformacijo sevalnega diagrama antene. Da se temu pojavu izognemo, uporabimo transformatorje za simetriranje. Eden od transformatorjev za simetriranje je tudi polvalna koaksialna zanka, ki smo jo spoznali malo prej.

Transformatorji za simetriranje so poznani tudi pod imenom BALUN (sestavljanka iz začetkov besed BALanced - UNbalanced, kar pomeni prehod iz simetričnega na nesimetrično).

#### "Bazooka" simetrirni člen

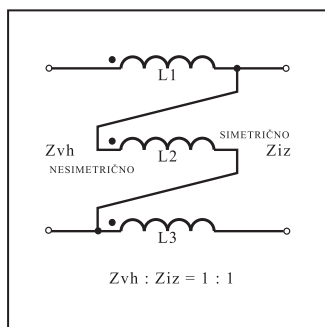
Na KV področju nam uspešno simetriranje opravi kos koaksialnega voda, ki je na enem koncu kratko sklenjen, na drugem pa je povezan tako, kot je razvidno iz slike 6.7.19. Električna dolžina člena je  $1/4$  valovne dolžine - upoštevati je potrebno skrajševalni faktor voda. Razdalja med členom in napajalnim vodom mora biti približno 5 cm.



Slika 6.7.19 Bazooka simetrirni člen

#### Simetriranje s pomočjo trifilarnega navitja

Slika 6.7.20 prikazuje vezavo trifilarnega navitja, ki uspešno služi kot člen za simetriranje. Na plastično cev premera okoli 35 mm navijemo tri konce žice, dolge okoli 150 cm. Konce žic povežemo po shemi. Dobra lastnost tega člena je, da je dokaj širokopasoven in se ga lahko uspešno uporablja v področju od 7 do 30 MHz. Če ga uporabljamo na nižjih frekvencah, moramo za navijanje uporabiti debelejšo cev (okoli 50mm).



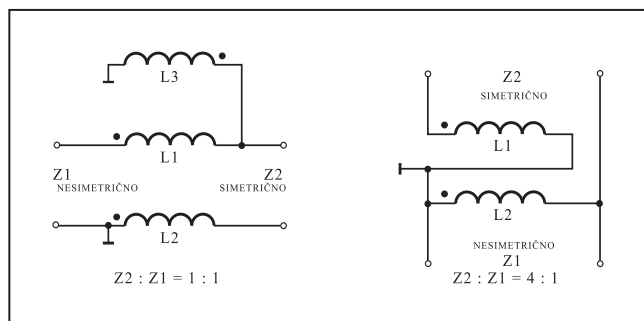
Slika 6.7.20. Vezava trifilarnega navitja

### Uporaba dušilke

Z uporabo dušilke prav tako dosežemo, da v opletu napajalnega kabla tokovi ne tečejo. Dušilka je narejena tako, da pri anteni naredimo deset ovojev napajalnega kabla. Premer navojev je okoli 20 cm. Taka dušilka se je pokazala dovolj učinkovita na KV pasovih.

### ŠIROKOPASOVNIBALUNTRANSFORMATORJI

Slabost vseh prejšnjih transformatorjev impedance in členov za simetriranje je, da uspešno delujejo le na ozkem frekvenčnem pasu. Značilnost širokopasovnih balun transformatorjev pa je, da lahko pokrijejo veliko širši frekvenčni pas – lahko tudi vse radioamaterske KV pasove hkrati. Seveda to velja ob predpostavki, da so feritni obroči, na katerih se navije transformator, iz pravega materiala. V praksi je možno izdelati širokopasovne transformatorje, ki imajo razmerje transformacije med 1:1 in 10:1. Število navitij in njihovo medsebojno povezovanje je odvisno od zelene stopnje transformacije. Dimenzije žic in feritnega obroča pa določajo maksimalno moč, za katero se balun uporablja. Vezavi feritnih balunov za transformacijo 1:1 in 4:1 prikazuje slika 6.7.21.

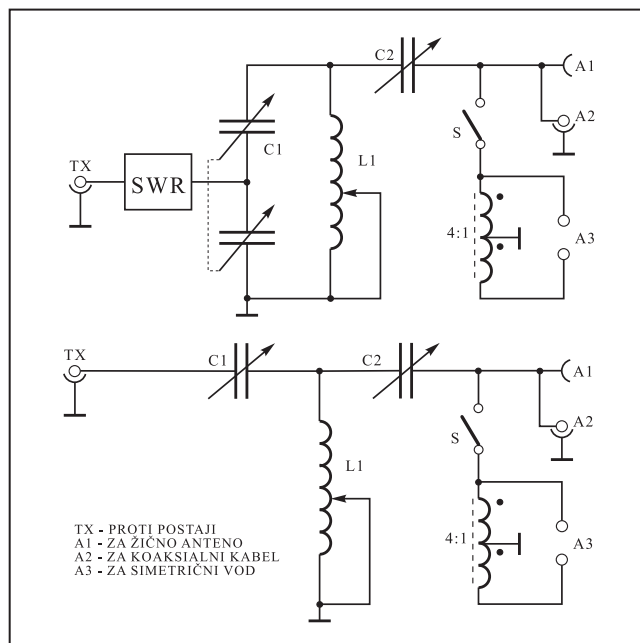


Slika 6.7.21 Vezavi feritnih balunov za simetriranje in transformacijo impedance 1:1 in 4:1

### PRILAGODITEV ODDAJNIKA NA ANTENSKI VOD

V praksi se lahko srečamo z antenami, ki imajo impedanco dokaj različno od tiste, ki jo ima izhodna

stopnja našega oddajnika (50 ohmov). Novejše postaje so zelo občutljive na neprilagojenost končne stopnje na antenski sistem, zato se z večanjem SWR-a začne izhodna moč avtomatsko zniževati. Če se želimo temu izogniti, moramo med postajo in antenski sistem postaviti posebno vezje, ki poskrbi za prilagoditev impedanc - antensko prilagodilno vezje (antena tuner).



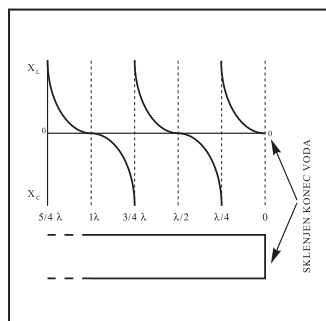
Slika 6.7.22 Vezji za prilagoditev oddajnika na antenski vod

Vezje lahko prilagodi 50 ohmski vhod oddajnika na zelo široko področje impedanc. Kako široko je to področje, je odvisno od uporabljenih elementov - tuljav in kondenzatorjev. Pri dobro dimenzioniranih vezjih je ta razpon lahko med 25 in 8000 ohmi, tako da je možno prilagoditi vsak kos žice. V zadnjem času so se začela pojavljati avtomatska vezja, kjer posebna elektronika "odčitava" vrednost SWR in skrbi za pravilno nastavitev tuljav in kondenzatorjev. Ta vezja ponavadi lahko prilagodijo antene z impedanco med 30 in 200 ohmi. Na sliki 6.7.22 sta prikazani dve vezji za prilagoditev oddajnika na antenski vod. Obe vezji imata vhode za koaksialni vod (A2), LW anteno (A1) in simetrični vod visoke impedance (A3).

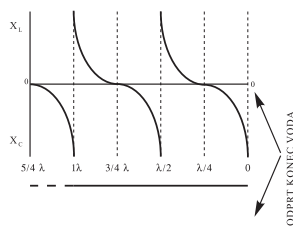
### 6.7.8. NAPAVALNI VOD KOT ELEMENT ZA UGLAŠEVANJE

V prejšnjih poglavjih smo ugotovili, da se na vodu, ki ni zaključen z bremenom, ki ima isto karakteristično impedanco kot sam vod, pojavita stojni valovanja napetosti in toka, ki sta med seboj fazno zamaknjeni. Če poznamo potek obeh veličin, lahko za vsako točko voda določimo njegovo impedanco, ki je v splošnem

kompleksna vrednost. Poleg realnega dela  $R$  se pojavi tudi reaktivni del  $X_c$  ali  $X_L$ . Slika 6.7.23 nam prikazuje potek impedance na kratkosklenjenem dvožilnem vodju, slika 6.7.24 pa na odprtem vodju.



Slika 6.7.23 Potek impedanc na kratkosklenjenem dvožilnem vodju



Slika 6.7.24 Potek impedanc na odprtem dvožilnem vodju

Iz navedenega sledi, da kos voda, ki je običajno krajši od  $1/4$  valovne dolžine, lahko uporabljamo kot prilagodilni element, ki ima lahko značaj kapacitivnosti, induktivnosti ali nihajnega kroga. V primeru, da se vod uporablja kot reaktivni element, veljata sledeči enačbi:

- a) **Kratkosklenjen vod** z impedanco  $Z$  in dolžino  $l$  izraženo v stopinjah ( $l < 90$  stopinj) ima induktivno reaktanco  $X_L$ :

$$X_L (\Omega) = Z \cdot \operatorname{tg}(l)$$

- b) **Odprt vod** z impedanco  $Z$  in dolžino  $l$  izraženo v stopinjah ( $l < 90$  stopinj) ima kapacitivno reaktanco  $X_C$ :

$$X_C (\Omega) = Z \cdot \operatorname{ctg}(l)$$

Spodnja tabela nam strnjeno prikazuje lastnosti odprtih in kratkosklenjenih vodov do dolžine  $1/2$  lambde.

DOLŽINA VODA	SKLENJEN VOD		ODPRT VOD	
	PORAZDELITEV NAPETOSTI	DELUJE KOT	PORAZDELITEV NAPETOSTI	DELUJE KOT
$l < \lambda/4$				
$l = \lambda/4$				
$l > \lambda/4$ in $l < \lambda/2$				
$l = \lambda/2$				

Slika 6.7.25 Karakteristike odprtih in kratkosklenjenih VF vodov, dolgih do  $1/2 \lambda$ .

## 6.8. MOTNJE

Motnje, ki jih povzročajo radijska postaja na sosedovem televizorju ali radiu, lahko marsikateremu radioamaterju zagrenijo življenje. Zato je pomembno, da vsak poskrbi za to, da s svojim delom ne povzročajo motenj drugim uporabnikom radijskega spektra. Vendar pa včasih to ni dovolj. Kljub vsem filtrom, oklopom in ozemljitvi lahko še tako dobra postaja povzročajo motnje na sosedovem TV sprejemniku ali radiu. Rešitev je možno najti z dobrososedskim razgovorom in medsebojnim razumevanjem. Morda je dovolj že nekaj ovojcev kabla na feritnem jedru ali pa filter v antenskem dovodu TV sprejemnika. Nihče ne sliši rad, če mu rečete, da je z vašo postajo vse v redu (tudi če je) in je njegov TV sprejemnik slab (tudi če je).

Drugi problem pa predstavljajo motnje, katerih žrtve so radioamaterji. Izvor motenj so lahko razni stroji na električni pogon, močni oddajniki komercialnih radijskih postaj in podobno. Veliko motenj si naredimo tudi sami, včasih celo namerno, saj ti nekaj kHz širši signal v tekmovanju zagotavlja na sprejemu več miru. To dejstvo na žalost mnogi uspešno uporabljajo v praksi!

### 6.8.1. VZROKI ZA NASTANEK MOTENJ IN UKREPI ZA PREPREČEVANJE

Vzrokov za nastanek motenj je več vrst. Motnja lahko nastane v oddajniku ali pa šele v sprejemniku, ki ga motimo. Tudi prenašanje motenj je različno. Lahko jih izseva naša antena ali neprimeren antenski kabel; v primeru slabega oziroma neprimerno grajenega ohišja in ozemljitve se širijo iz postaje v prostor okoli nje ali pa "uidejo" v električno omrežje.

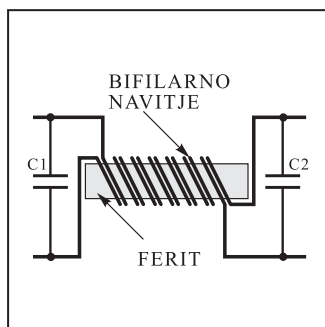
#### ANTENE

Problem postavljanja anten je še posebno pereč v gosto naseljenih predelih, kot so naselja, bloki in podobno. Pri postavljanju anten se držimo pravila, da za njihovo napajanje uporabljamo oklopljene antenske - koaksialne vode. Neoklopljeni vodi sevajo VF energijo v okolico, to pa je že lahko vzrok za nastanek motenj. Samo anteno moramo postaviti tako, da se ne nahaja v neposredni bližini sprejemnih anten za TV ali radio.

Poleg naštetega pa moramo paziti tudi na kakovostno izdelavo antene. Slabi spoji ali neresonančne antene lahko privedejo do visokega razmerja stojnega valovanja, kar pa lahko vpliva na delovanje končne stopnje oddajnika, ki lahko začne proizvajati nezaželjene signale.

#### PRIKLJUČEK NA ELEKTRIČNO OMREŽJE

Motnje se lahko razširjajo tudi preko električnega omrežja. Zaradi tega mora imeti vsaka postaja vgrajen poseben filter, ki preprečuje, da bi VF energija "uhajala" iz postaje preko priključnega vodnika na električno omrežje. Poleg filtra je pomembna tudi kvalitetna ozemljitev, na katero mora biti priključena postaja.



Slika 6.8.1 Bifilarna dušilka za preprečitev vstopa VF napetosti v sprejemnik

Enaki filtri bi morali biti vgrajeni tudi v vsakem TV ali radijskem sprejemniku, saj se lahko v električni napeljavi inducira VF napetost kot posledica močnega elektromagnetnega polja v bližini naše oddajne antene. V primeru, da filter v radiu in televiziji ne zadostuje, si

pomagamo z dušilko, ki je lahko narejena kar iz nekaj ovojev priključnega vodnika, navitega na feritnem prstanu ali palici (Slika 6.8.1).

#### PARAZITNE OSCILACIJE

Parazitne oscilacije se lahko pojavijo v vsakem oddajniku. To so neželene oscilacije, ki nastanejo zaradi različnih mehanskih ali električnih dejavnikov v oddajniku. Njihov vpliv oziroma nastanek lahko preprečimo s pravilno gradnjo. Nastanek parazitnih oscilacij je lahko pogojen tudi s prevelikim SWR-om, zato moramo paziti, da imamo anteno vedno dobro prilagojeno na oddajnik.

#### VIŠJE HARMONSKKE FREKVENCE

Harmonske frekvence se pogost vzrok za nastanek motenj. Noben oscilator ne more generirati le želene frekvence  $f$ , ampak poleg nje nastane še določeno število višjih harmonskih frekvenc, ki so celoštevilski mnogokratnik osnovne frekvence ( $2f$ ,  $3f$ ,  $4f$  ...). Praviloma naj bi te imele manjšo amplitudo od osnovne frekvence. Včasih je nastajanje višjih harmonskih frekvenc zaželeno (v množilnih stopnjah), velikokrat pa ne. Harmonske frekvence lahko zadržimo z dodatnimi filtri, ki prepuščajo le signal želene frekvence, vse druge pa bolj ali manj dušijo.

#### MOTNJE ZARADI PREOBREMENITEV SPREJEMNIKA

V primeru, da se nek sprejemnik nahaja v močnem polju oddajnika, lahko pride do preobremenitve sprejemnika, posledica katerega je nastanek motnje. Do preobremenitve pride zaradi tega, ker selektivna vezja na vходу sprejemnika niso sposobna dovolj oslabiti signalov, ki se nahajajo izven sprejemnega področja. Ta vrsta motenj se večkrat pojavlja pri sprejemu TV signala, še posebno če je TV antena priključena na televizor preko širokopasovnega ojačevalca. Značilno za te motnje je, da ponavadi izginejo, če oddajnik priključimo na umetno anteno ali pa obrnemo našo anteno, če je to mogoče, proč od TV antene. Odpravimo jih s filtri, ki jih vstavimo med anteno in TV sprejemnik. Nameščeni morajo biti čim bližje TV sprejemnika, dušiti pa morajo vse signale, ki se nahajajo izven TV frekvenčnega področja.

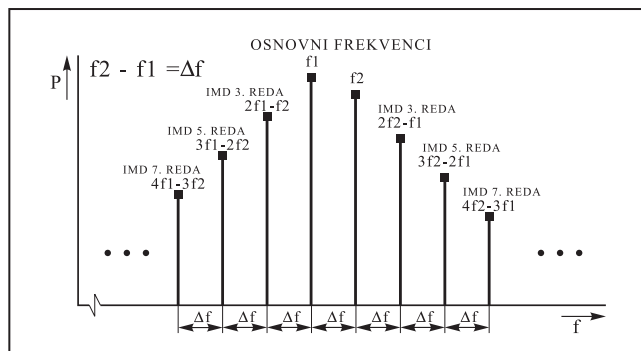
#### MOTNJE ZARADI INTERMODULACIJSKIH POPAČENJ - IMD

Vsak sprejemnik sestavljajo elementi, ki delujejo linearno le v določenem amplitudnem območju sig-

nalov. Če je amplituda vhodnega signala prevelika, pade sprejemnik v nelinearno področje delovanja - pojavijo se intermodulacijski produkti.

Kot smo že spoznali, imamo v radijski tehniki opravka s sinusnimi signali. Prenosno funkcijo sprejemnika lahko zapišemo v obliki polinoma. Z matematičnimi operacijami pridemo do naslednjih ugotovitev:

- V primeru, da opazujemo eno frekvenco  $f_1$ , nam kvadratni, kubni in višji členi generirajo višje harmonske frekvence, ki jih s filtri lahko zadušimo;
- Težavneje je, če imamo opraviti z dvema frekvenca  $f_1$  in  $f_2$ , ki sta sorazmerno blizu. V tem primeru poleg višjih harmonskih frekvenc, ki jih generirajo vsi členi, razen linearnega in enosmernega, nastanejo tudi frekvence, ki jih generirajo členi polinoma z lihimi potencami (3, 5, 7 ...). Pojavijo se intermodulacijski produkti 3., 5., 7. ... reda. Za njih je značilno, da se pojavljajo v konstantnem koraku levo in desno od frekvenc  $f_1$  in  $f_2$ . Ta korak je enak razliki frekvenc  $f_1$  in  $f_2$ . Ker se ti produkti pojavijo zelo blizu želenih frekvenc, uporaba filtrov za njihovo dušenje ne pride v poštev.



Slika 6.8.2 Nastanek IMD

Odpornost na IMD lahko povečamo z boljšo zgradbo sprejemnika in uporabo bolj selektivnih ojačevalnikov. Veliko IMD se pojavi v tekmovanjih, kjer dela veliko postaj z velikimi močmi in predojačevalniki s prevelikim ojačenjem.

Poleg IMD v sprejemniku pa poznamo tudi nastanek IMD v oddajniku, ki je posledica nepravilnega delovanja končnih stopenj v primeru, ko linearni ojačevalnik prekrmilimo. S tem ta postane nelinearen, zato poleg ojačenega osnovnega signala generira tudi višje harmonske frekvence in intermodulacijske produkte.

### OKLAPLJANJE IN BLOKIRANJE

Vsi deli naprav, kjer se generira VF energija, morajo biti zaprti oziroma oklopljeni, tako da preprečimo neželjeno emisijo valovanja v okolico. Oklep je običajno iz pločevine in dobro ozemljen.

Prav tako je potrebno posvetiti pozornost vsem dovodom, saj lahko tudi preko njih VF energija uide v okolje. Uporabljamo vode z opletom, ki ga čimvečkrat spojimo z ohišjem. Začetek in konec voda "blokiram" s primernim kondenzatorjem, ki nezaželene VF tokove spelje na maso.

Podobno ravnamo tudi v primeru, ko se želimo zaščititi pred motnjami, ki jih povzročajo razni stroji, stikala, kontaktorji itd. Ohišja strojev moramo ozemljiti in dovode blokirati proti masi s kondenzatorji. Tudi mesta, kjer je možen nastanek isker (stikala in kontaktorji), blokiramo s kondenzatorji. Kapacitivnost kondenzatorja določimo s poskušanjem, ponavadi pa se giblje v območju nanofaradov (nF).

### 6.8.2 VRSTE MOTENJ

Motnje najpogosteje delimo po tem, na kaj s svojo prisotnostjo vplivajo. Vsaka vrsta motenj zahteva za odpravljanje svoj pristop. Navedenih je le nekaj najpogostejših vrst motenj.

#### RADIJSKE MOTNJE - RFI

Radioamaterska postaja je lahko vzrok ali pa žrtev radijskih motenj, ki jih poznamo pod oznako RFI - Radio Frequency Interference. V obdobju zadnjih desetletij je razvoj telekomunikacij privedel do tega, da je na svetu na sto in sto tisoče (verjetno pa tudi številka nekaj milijonov ni zgrešena) oddajnikov raznih služb (civilnih, vojaških, radioamaterskih,...), ki so vsi potencialni povzročitelji RFI motenj.

Drugi pomemben doprinos radijskim motnjam pa je tako imenovani radijski šum, ki je posledica iskrenja, razelektritev in delovanja večine strojev na električni pogon, ki lahko sevajo radijske motnje v zelo širokem frekvenčnem spektru. Če imamo take stroje doma, jih poskusimo dobro ozemljiti, stikala in priključne vode pa blokiramo. Na motnje, ki jih povzročajo industrija, pa praktično ne moremo vplivati in se moramo z njimi sprijazniti.

Zelo dober generator radijskih motenj so tudi računalniki, brez katerih si skoraj ne moremo več predstavljati radioamaterstva, saj nam olajšajo marsikatero delo. Pri računalnikih radi sevajo priključni vodi, zato si pomagamo s feritnimi obročki, ki jih natakemo preko voda. S tem tudi preprečimo, da bi VF polje iz naše postaje prodrlo v računalnik. Ves trud pa je zaman, če je računalnik v plastičnem ohišju, ki ga ne moremo ozemljiti.

#### TELEVIZIJSKE MOTNJE - TVI

Motnje pri sprejemu televizije so največkrat glavni problem, s katerim se sreča prenekateri radioamater. Na

žalost se velikokrat dogodi, da za pojav TVI (TeleVision Interference) neopravičeno obsodijo prav radioamaterje.

Do TVI lahko pride zaradi preobremenitve sprejemnika kljub temu, da sta frekvenci našega oddajnika in TV sprejemnika zelo narazen. To se zgodi največkrat v primeru, ko je sprejemna antena v močnem polju oddajne antene. Značilno za to vrsto motenj je, da se razprostirajo praktično po vsem področju, ki ga TV sprejemnik pokriva. Te motnje se pojavijo lahko tudi zaradi uporabe širokopasovnih TV predojačevalnikov. Odpraviti jih poskušamo z uporabo ozkopasovnih ojačevalnikov in dodatnih filtrov v TV antenskem vod, ki dušijo frekvence izven TV kanalov.

Drug glavni izvor TVI pa so višje harmonske frekvence, ki jih lahko generira naš oddajnik. Odpravimo jih z dodatnimi nizkoprepustnimi filtri v antenskem dovodu naše postaje.

### DRUGE VRSTE MOTENJ

Druge vrste motenj se pojavljajo predvsem v zvezi z avdio in video komponentami v naših domovih. Problem lahko predstavljajo predolgi povezovalni kabli med posameznimi komponentami, ki delujejo kot nekakšne antene. Pomagamo si z majhnimi feriti, ki jih namestimo na dovode. Včasih je dovolj že dodatno blokiranje vhodov proti masi. Še posebno kritični so dovodi zvočnikov, ki so ponavadi najdaljši. Te motnje najlažje odpravimo s feritnimi obroči ali palicami, na katere navijemo nekaj ovojjev kabla.

Prav tako se lahko dogodi, da motimo telefon. Vzrok običajno najdemo v dolgih dovodih ali v samem vezju telefona.

### TEHNIČNI UKREPI ZA ZAGOTAVLJANJE ELEKTROMAGNETNE ZDRUŽLJIVOSTI

Za zagotavljanje elektromagnetne združljivosti (EMC) med napravami mora radioamater izvesti potrebne tehnične ukrepe, da jakost ustvarjenega električnega polja na območjih, kjer ljudje uporabljajo elektronske naprave ne presega 3V/m.

Oddajnik in antena sevata tudi stranske komponente. Povprečna moč vsake stranske komponente, s katero oddajnik napaja antenski vod, mora biti v skladu z ITU RR App3 (International Telecommunication Union Radio Regulation Appendix3, edition 20169 in sicer:

1. Za radioamaterske radijske postaje, ki delujejo v frekvenčnih pasovih pod 30 MHz:  
 -(43 + 10 log PEP\*) db ali 50 db pod srednjo močjo; velja pogoj, ki je manj strog.

2. Za radioamaterske radijske postaje, ki delujejo v frekvenčnih pasovih nad 30 MHz:  
 -(43 + 10 log PEP\*) db ali 70 db pod srednjo močjo; velja pogoj, ki je manj strog.

\*PEP (peak envelope power) temenska ovojnična moč (W), ki gre iz oddajnika na antenski vod.

## 6.9. MERITVE IN MERILNI INŠTRUMENTI

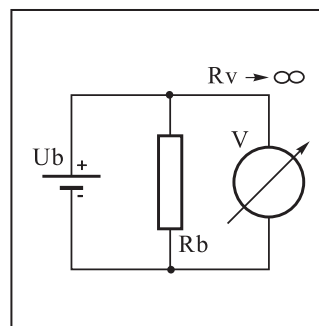
### 6.9.1. MERITVE

Če želimo izvedeti, kako dolga je miza, kako težak je kamen, kakšna napetost je na priključnih sponkah napajalnika, kakšna je frekvenca, na kateri oddaja naša postaja, ali karkoli drugega, moramo izvesti meritve.

Meritve se seveda med seboj razlikujejo glede na merjeno količino in način izvedbe meritve. Za radioamaterske potrebe si oglejmo nekaj meritev, potrebnih tako pri sestavljanju novih elektronskih sklopov in anten, kakor tudi pri vzpostavljanju zvez.

#### MERJENJE NAPETOSTI

Mnogokrat nas zanima, kakšno napetost daje na svojih priključnih sponkah napajalnik naše radijske postaje, saj preveliko odstopanje od nazivne napetosti lahko poškoduje ali celo uniči drago napravo. Postopek meritve napetosti je preprost. Inštrument (voltmeter) ima dve priključni sponki, ki ju priključimo vzporedno z bremenom, na inštrumentu pa odčitamo izmerjeno napetost.



Slika 6.9.1 Merjenje napetosti

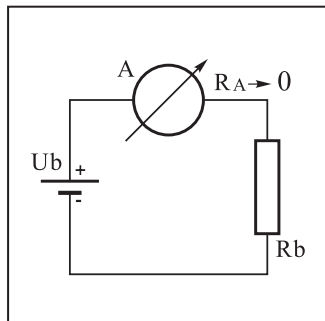
Merimo lahko enosmerne in izmenične napetosti, pri čemer imajo običajno merilniki izmeničnih napetosti vgrajene Greatzove mostičke za usmerjanje.

#### MERJENJE TOKA

Ko smo kupili napajalnik za našo radijsko postajo, smo opazili podatek, da napajalnik da 20A toka pri



13.5V enosmerne napetosti. Nanj smo priključili nekaj porabnikov in zanima nas, koliko toka potroši vsak od njih. Izvedemo meritev toka, pri kateri v tokokrog vsakega porabnika (ali vseh skupaj, če želimo izmeriti skupni tok) vstavimo zaporedno vezan merilnik toka (ampermeter). Tok odčitamo direktno na ampermetru.



Slika 6.9.2 Merjenje toka

Prav tako kot pri napetosti lahko tudi pri toku merimo enosmerne ali izmenične veličine.

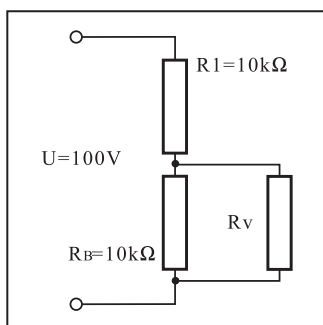
### NAPAKE PRI MERITVAH

Nobena meritev ni povsem natančna, saj noben merilni inštrument ni povsem natančen. Napake se pojavijo tako zaradi težavnosti odčitavanja, kakor tudi zaradi občutljivosti inštrumenta, merilnih pogojev (vlaga, temperatura, drugi motilni pojavi), vgrajenih elementov in ostalega. Merilni napaki pravimo tudi pogrešek. Napake dobrih inštrumentov so največ 5%, vendar pa obstajajo tudi inštrumenti z napakami, manjšimi od 1%, so pa zato neprimerno dražji.

#### Vpliv frekvence

Merjenje enosmernih veličin ni problematično, saj se spremembe le-teh dogajajo počasi. Pri merjenju izmeničnih veličin pa se pojavi problem parazitnih kapacitivnosti in induktivnosti, ki popačijo izmerjeni rezultat ali pa meritev pri višjih frekvencah povsem onemogočijo. Zato se za visoke frekvence izdelujejo posebni inštrumenti, ki ta vpliv upoštevajo.

#### Vpliv notranje upornosti inštrumentov



Slika 6.9.3 Merjenje napetosti z realnim voltmetrom

V idealnem voltmetru je njegova notranja upornost neskončna, torej nima vpliva na meritev in je odčitek povsem natančen. Žal pri realnih voltmetrih to ni tako, zato merilni inštrument vpliva na samo meritev. Na sliki 6.9.3 je prikazana tipična meritev z voltmetrom.

Merimo napetost na  $R_B$ , pri čemer je voltmeter predstavljen le s svojo notranjo upornostjo  $R_V$ . V primeru, da je  $R_1=R_B=10\text{ k}\Omega$  in je napetost  $U=100\text{ V}$ , je napetost na  $R_B$  enaka 50 V. Naš voltmeter prikaže napetost, izračunano po naslednji formuli:

$$U_V = U \cdot \frac{R_N}{R_1 + R_N}$$

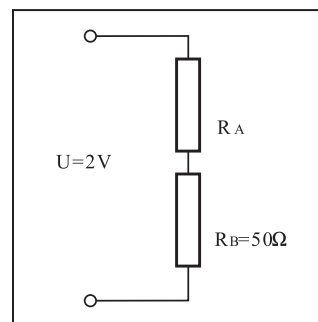
$U_V$  = izmerjena napetost

$R_N$  = nadomestna upornost ( $R_B, R_V$ )

$$R_N = \frac{R_B \cdot R_V}{R_B + R_V}$$

Upornost voltmetra podajamo v ohmih na volt ( $\Omega/\text{V}$ ) ter velja za vsako merilno območje posebej. Pri  $1000\ \Omega/\text{V}$  (za merilno območje 100 V, torej  $1000\ \Omega/\text{V} \cdot 100\text{ V} = 100\text{ k}\Omega$ ) bomo na voltmetru odčitali podatek 47.6 V, pri voltmetru, ki pa bo imel  $20\text{ k}\Omega/\text{V}$  (kar je tipičen podatek za voltmetre z vrtljivo tuljavico), pa bomo odčitali 49.9 V, kar je dosti bolj točna vrednost. Za še boljše odčitke uporabimo digitalne merilne inštrumente, ki imajo notranjo upornost nekaj  $\text{M}\Omega/\text{V}$ .

Pri voltmetru smo želeli imeti čim večjo notranjo upornost, da bi bil vpliv inštrumenta na meritev čim manjši. Pri ampermetru pa si želimo to upornost zmanjšati (pri idealnem inštrumentu bi morala biti ta enaka nič), saj je ampermeter vezan zaporedno z bremenom.



Slika 6.9.4 Merjenje toka z realnim ampermetrom

Skozi upor  $R_B$  teče brez prisotnosti notranje upornosti ampermetra  $R_A$  tok  $2\text{ V}/50\ \Omega = 40\text{ mA}$ . Ko sedaj v tokokrog dodamo ampermeter, ki ima notranjo upornost  $2\ \Omega$ , je tok, ki ga le ta pokaže, le še 38 mA, saj se je upornost spremenila s  $50\ \Omega$  na  $52\ \Omega$ . Dobri ampermetri imajo notranjo upornost manjšo od  $0.5\ \Omega$ . Pri takem

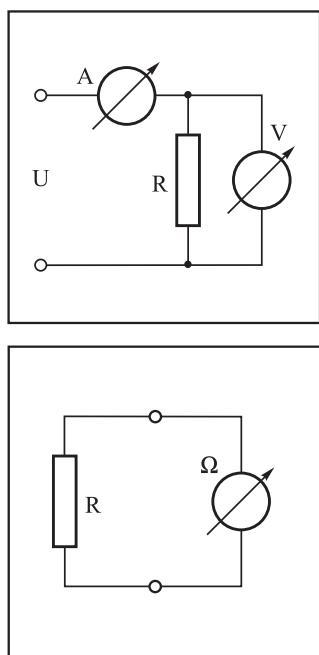
inštrumentu bi odčitali iz podatkov na sliki 6.9.4 vrednost 39.6 mA.

**Vpliv oblike merjene vrednosti**

Pomembno je tudi, da vemo, kakšno obliko ima merjena napetost ali tok. Odčitki pri sinusni vrednosti ali pri pravokotnih signalih ne bodo enaki.

**MERJENJE UPORNOSTI**

Ko dobimo v roke upor neznane vrednosti, imamo na voljo več načinov za merjenje upornosti. Če imamo na voljo ampermeter in voltmeter, priključimo upor na vir napetosti, pomerimo napetost na njem in tok, ki teče skozi, ter s pomočjo ohmovega zakona izračunamo upornost. Vendar pa je taka meritev zamudna. Dosti lažje je upor izmeriti z inštrumentom, ki se imenuje ohmmeter. Upornost z ohmmetrom merimo v bistvu kot merjenje toka skozi neznani upor pri znani napetosti. Ohmmeter kaže polni odklon inštrumenta pri upornosti nič (največji tok) ter najmanjši odklon pri razklenjenih sponkah (upornost je neskončna).



Slika 6.9.5 in 6.9.6 Merjenje upornosti

**MERJENJE MOČI**

Tudi pri merjenju moči lahko uporabimo posredno ali neposredno metodo. Pri posredni metodi uporabimo voltmeter in ampermeter (glej sliko 6.9.5) ter izračunamo moč kot produkt napetosti in toka  $P = U I$ . Seveda ta rezultat velja le, če so vrednosti enosmerne. Pri izmeničnih veličinah moramo upoštevati še kot med napetostjo in tokom oziroma njegov kosinus. Delovna moč je torej pri izmeničnih veličinah  $P = U I \cos(\varphi)$ . Pri visokih frekvencah moramo, če želimo dobiti prave po-

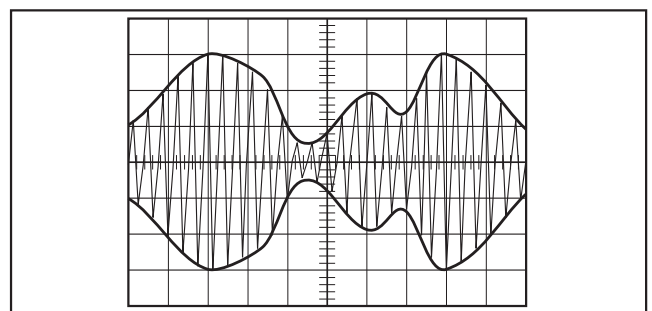
datke o izhodni moči oddajnika (OUTPUT POWER), pravilno obremeniti izhod le-tega, kar pomeni realno 50 ohmsko breme, ki nima ne parazitnih kapacitivnosti ne induktivnosti, saj v nasprotnem primeru  $\varphi$  ni  $0^\circ$  in je potrebno izračunati  $\cos(\varphi)$ .

**MERJENJE STOJNEGA VALOVANJA**

V antenskem vodniku se zaradi neprilagojenosti posameznih elementov pojavlja stojno valovanje. Iz razmerja med napredujočim valom (VF energija, ki potuje od oddajnika proti anteni) in odbitim valom (VF energija, ki se odbije od antene in potuje nazaj proti oddajniku) dobimo faktor stojnega valovanja, merilnik pa se imenuje reflektometer, popularno tudi SWR meter (Standing Wave Ratio meter). Rezultat se podaja kot razmerje ali kot odstotek odbitega valovanja.

**MERJENJE OBLIKE VF SIGNALA**

Ko končno uspemo sestaviti oddajnik, moramo pred dejanskim delom še preveriti, kakšen signal daje na izhodu. Ko smo pomerili moč in SWR, pogledamo še obliko signala. Le-to lahko pogledamo v časovnem prostoru, za kar uporabimo osciloskop, ali pa v frekvenčnem prostoru, za kar potrebujemo spektralni analizator. Če želimo pri amplitudni modulaciji pogledati stopnjo modulacije, to najbolje opravimo z osciloskopom. V primeru, da bi VF signal z nosilno frekvenco modulirali z nizkofrekvenčnim izvorom, bi na zaslonu osciloskopa dobili naslednjo sliko (glej tudi poglavje 6.1.2. Modulacija):



Slika 6.9.7 Amplitudna modulacija na osciloskopu

Seveda lahko prikažemo tudi druge oblike signalov, tako trikotne kot tudi pravokotne impulze, enosmerne signale in podobno.

**MERJENJE FREKVENCE**

Tudi frekvenco lahko merimo na več načinov. Uporabimo lahko točen merilnik časa in natančen števec. V določenem času štejemo impulze in ko le-te delimo s časom, v katerem smo merili, dobimo frekvenco, ni-

haje na sekundo ali Hertze (Hz). Daljši ko je časovni interval, v katerem merimo, bolj natančna je meritev. Seveda pri visokih frekvencah tak način meritve ne pride v poštev, razen če imamo tako napravo, ki vsebuje tako števec kot merilnik časa in opravlja meritev avtomatično.

Če nas zanima samo prisotnost visoke frekvence, ne pa njena vrednost, merimo z VF indikatorji, ki so v bistvu nihajni krogi, ki jih s spremembo kondenzatorja spravimo v resonanco. Odčitek resonance opravimo z občutljivim voltmetrom.

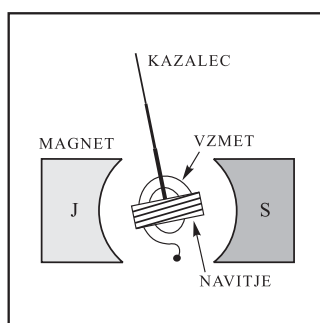
V primeru, da sestavimo nihajni krog, ki ima spremenljiv kondenzator, katerega skalo smo umerili pri različnih frekvencah, imamo že srce absorpcijskega valomerja, ki meri resonančne frekvence. Nihajni krog približamo izviru VF energije in z vrtenjem kondenzatorja poiščemo resonančno frekvenco. Na skali odčitamo frekvenco.

Ostane nam še en merilnik resonančne frekvence, ki meri resonančne frekvence pasivnih nihajnih krogov. Prav tako lahko z njim izmerimo neznane vrednosti kondenzatorjev in tuljav. Imenuje se Grid-Dip meter.

## 6.9.2. MERILNI INŠTRUMENTI

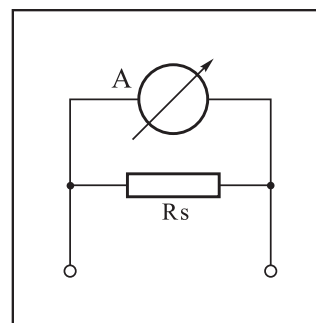
### INŠTRUMENT Z VRTLJIVO TULJAVICO

Skoraj vsi inštrumenti, ki imajo kot prikazovalnik pomičen kazalec, so inštrumenti z vrtljivo tuljavico. Pomični del je sestavljen iz tuljavice, vpete med dva magnetna pola iz trajnega magneta. Ko steče skozi tuljavico tok, le-ta povzroči pomik tuljavice v magnetnem polju. Temu pomiku pa se upira spiralna vzmet, ki določa mirovno lego. Tok skozi tuljavo je prenosorazmeren pomiku tuljavice in s tem kazalca, ki je pritrjen nanjo.



Slika 6.9.8 Inštrument z vrtljivo tuljavico

Skozi tuljavico lahko teče le majhen tok, običajno okoli  $50\mu\text{A}$ , kar pomeni, da ni primerna za merjenja večjih tokov. To pomankljivost odstranimo s pomočjo souporov (shunt uporov), ki jih vežemo vzporedno z inštrumentom.

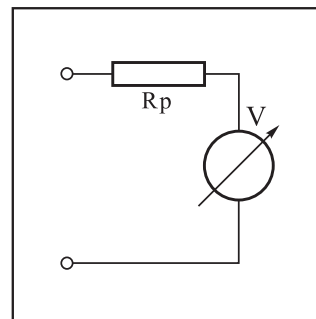


Slika 6.9.9 Uporaba soupora pri merjenju toka

Tipičen inštrument z vrtljivo tuljavico ima notranjo upornost tuljavice  $2000\ \Omega$  in maksimalni tok  $50\ \mu\text{A}$ , torej je pri maksimalnem odklonu padec napetosti na njem  $100\ \text{mV}$ . Če želimo s takim inštrumentom meriti tokove do  $50\text{mA}$  ( $1000$  krat večje tokove), uporabimo soupor  $R_s$ , skozi katerega teče  $50\ \text{mA} - 50\ \mu\text{A} = 49.95\ \text{mA}$ . Z uporabo Ohmovega zakona izračunamo, da je vrednost soupora

$$R_s = \frac{U}{I} = \frac{0.1\text{V}}{0.04995\text{A}} \cong 2\ \Omega$$

Podobno ravnamo pri meritvi napetosti; na vrtljivi tuljavici je lahko padec napetosti le  $100\ \text{mV}$ , kar pomeni, da moramo za večje napetosti dodati predupor.



Slika 6.9.10 Uporaba predupora pri merjenju napetosti

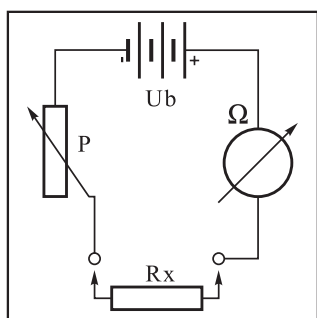
V primeru, da želimo meriti napetosti do  $10\ \text{V}$ , mora biti na upor  $R_p$  padec napetosti  $10\ \text{V} - 0.1\ \text{V} = 9.9\ \text{V}$ . Z uporabo Ohmovega zakona (še vedno velja, da je maksimalni tok skozi tuljavico  $50\ \mu\text{A}$ ) izračunamo vrednost predupora:

$$R_p = \frac{U}{I} = \frac{9.9\text{V}}{0.005\text{A}} = 198\text{k}\Omega$$

Tudi upornost lahko merimo s pomočjo inštrumenta z vrtljivo tuljavico. Električni krog sestavimo iz inštrumenta z vrtljivo tuljavico, znanega vira napetosti in potenciometra za nastavitev polnega odklona.

Inštrument pred merjenjem najprej umerimo na upornost  $0\ \Omega$  (sklenjenje merilne sponke). Tako smo nastavili, da pri znani napetosti teče tudi znan tok. Nato zaporedno z inštrumentom dodamo neznan upor  $R_x$  in

odčitamo upornost. Skala na inštrumentu je nelinearna ter ima to lastnost, da je poln odklon enak  $0 \Omega$ , brez odklona pa je takrat, kadar na sponke ni priključen noben upor ( $R_x = \infty \Omega$ ).

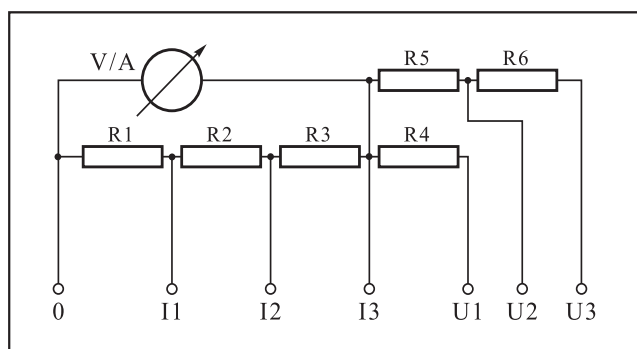


Slika 6.9.11 Merjenje upornosti

Namesto inštrumenta z vrtljivo tuljavico se v zadnjem času vedno bolj uveljavlja (predvsem pri merjenju napetosti, toka in upornosti) elektronski prikazovalnik, pri katerem ni več problema z vztrajnostjo tuljavice in mehansko izdelavo. Merilniki imajo na vhodnih priključkih FET tranzistorje, zaradi česar so vhodne upornosti pri voltmetrih izredno visoke, ampermetri pa delujejo na principu tokovnih klešč, ki v tokokrog vnesejo minimalno obremenitev.

**MULTIMETRI**

Če vse tri zgoraj opisane inštrumente združimo v enega, dobimo AVO meter (Amper Volt Ohm meter). To pa je le eden izmed vrste multimetrov (merilnikov, ki merijo več različnih količin). Prvi multimeter je bil sestavljen iz ampermetra in voltmetra za več območij.



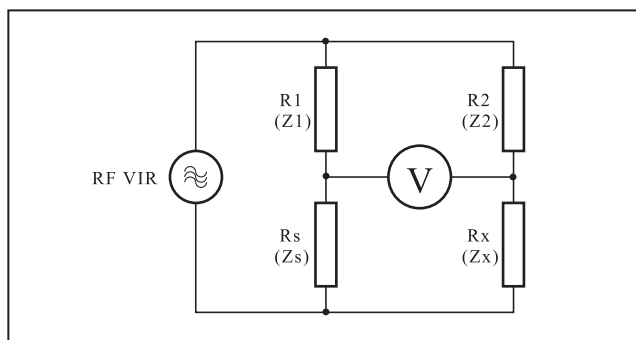
Slika 6.9.12 Amper-Volt meter z več območji

Uporabnik AV-metra s slike 6.9.12 lahko po potrebi pretika med različnimi tokovnimi območji (I1, I2, I3) in različnimi napetostnimi območji (U1, U2, U3).

**REFLEKTOMETER**

Reflektometer (merilec odbitih - reflektiranih valov) je v osnovi Wheatstonov mostič za visoke frekvence,

kjer upornosti nadomestimo z impedancami (merilec impedance).



Slika 6.9.13 Osnovna shema reflektometra

Ko je mostiček uravnotežen (voltmeter kaže 0V), velja naslednja enačba:

$$Z_x = Z_s \cdot \frac{Z_2}{Z_1}$$

Impedanca bremena je število, ki nam opisuje povezavo med izmeničnim tokom in napetostjo na bremenu. Za enosmerni tok je impedanca preprosto upornost, za izmenični tok pa je impedanca kompleksno število, čigar realni del predstavlja delovno upornost, imaginarni del pa jalovo (reaktivno) upornost.

Pri visokih frekvencah je težko meriti napetosti in tokove, ker so parazitne kapacitivnosti in induktivnosti voltmetrov ter ampermetrov velike, zato tudi ne moremo preprosto izmeriti impedance bremena. Zato merimo namesto impedance neko drugo veličino, ki jo imenujemo odbojnost ali refleksijski koeficient. Odbojnost označimo z veliko grško črko  $\Gamma$  (gama) ali pa z majhno latinsko črko  $r$ . Na visokih frekvencah jo je lažje meriti kot impedanco.

$$\Gamma = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0} \quad 0 \leq \Gamma \leq 1$$

- Z - impedanca bremena
- $Z_0$  - referenčna impedanca ( $50\Omega$ )
- $\Gamma$  - velikost odbojnosti

Odbojnost je vedno definirana glede na neko referenčno impedanco, običajno  $50\Omega$ , kar ustreza karakteristični impedanci koaksialnega kabla. Odbojnost je kompleksno število brez enote, njegova absolutna vrednost pa je med 0 in 1. Pri tem 0 pomeni popolnoma prilagojeno, 1 pa popolnoma neprilagojeno breme.

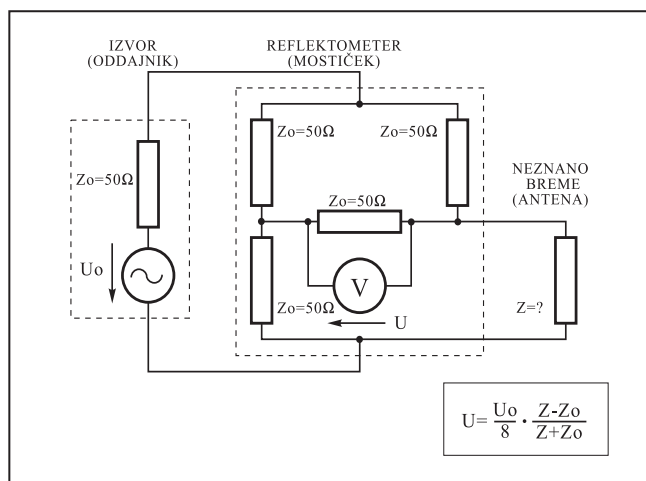
Odbojnost ima za računanje in meritve zelo zanimivo lastnost; če med merilnik odbojnosti in breme vstavimo brezizguben visokofrekvenčni vod (KRAJŠI kos koaksialnega kabla), ki ima karakteristično impedanco enako referenčni impedanci za odbojnost ( $50\Omega$ ), se izmerjena absolutna vrednost odbojnosti ne spre-

meni, spremeni se le faza odbojnosti in to preprosto razmeroma dolžini vstavljenega voda.

Odbojnost hkrati predstavlja razmerje amplitud napredujočega in odbitega vala na visokofrekvenčnem vodju. Od absolutne vrednosti odbojnosti je zato odvisna valovitost ali razmerje stojnega vala na vodju. Valovitost je realno število brez enote z vrednostjo med 1 in  $\infty$  ter ga označimo z grško črko  $\rho$  (ro) oziroma kratico SWR (Standing Wave Ratio). Pri tem pomeni valovitost 1 popolnoma prilagojeno breme in valovitost  $\infty$  popolnoma neprilagojeno breme.

$$SWR = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} \quad 1 \leq SWR \leq \infty$$

Valovitost (SWR) uporabljamo le še radioamaterji, saj ne vsebuje informacije o fazi odbojnosti in se zato v profesionalni tehniki skorajda ne uporablja več. Vsi reflektometri merijo amplitudo odbojnosti, na skali inštrumenta pa je običajno izrisana le valovitost.



Slika 6.9.14 SWR meter

Na sliki 6.9.15 je prikazana tabelica nekaterih vrednosti SWR-a v odvisnosti od  $\Gamma$  ter odstotka odbite moči. Pomembno je omeniti, da je izmerjen podatek odvisen tudi od priključnih vodov, zato se pri priključitvi vedno potrudimo, da je povezava med radijsko postajo in našim merilnikom čim krajša.

SWR	$ \Gamma $	odbita moč [%]
1:1	0	0
1:2	0.33	11
1:3	0.5	25
1:5	0.67	45
1:9	0.8	64
1: $\infty$	1	100

Slika 6.9.15. Vrednosti SWR

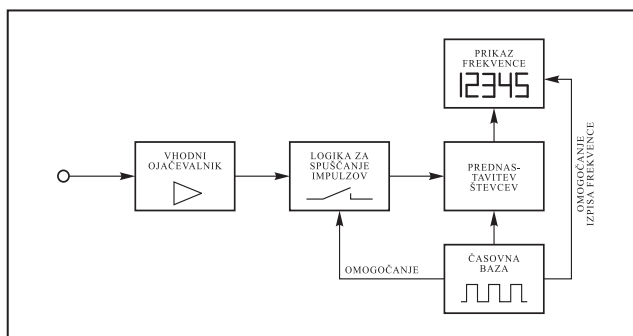
Večina SWR metrov je narejena malce drugače. Narejeni so s smernim sklopnikom, uporabljamo pa

jih na naslednji način. S preklopnikom, v položaju za merjenje napredujočega vala, najprej pomerimo napredujoči val in umerimo instrument na polni odklon skale. Nato preklopimo na odbiti val in odčitamo njegovo vrednost, pri čemer je skala že umerjena na razmerje SWR.

### FREKVENČNI MERILNIKI

#### Števec frekvence

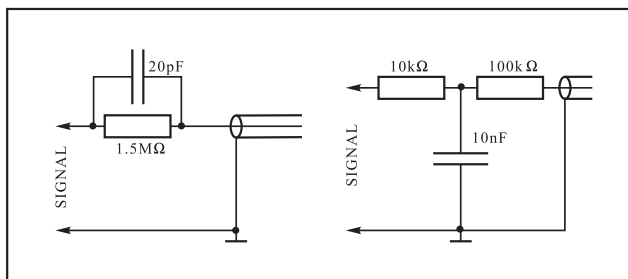
Če merimo neznano frekvenco s pomočjo štetja nihajev (impulzov) v časovni enoti, lahko uporabimo inštrument, katerega osnovni načrt je podan na sliki 6.9.16.



Slika 6.9.16 Osnovni načrt števca frekvence

Vhodni ojačevalnik ojači signal neznane frekvence. Ta signal potem skozi posebna vrata spuščamo v števec taktat, ko se sproži časovna baza, ki generira izredno natančne časovne impulze. Števec nato v časovni enoti prešteje število nihajev vhodnega signala in število deli s časovno enoto. Izpis prikaže na prikazovalniku (displayu). Točnost takšnega merilnika je omejena s hitrostjo števca, točnostjo časovne baze in številom elementov (mest) prikazovalnika. Pri meritvi moramo biti pozorni na vhodni signal, ki ima običajno poleg osnovne frekvence, ki jo želimo meriti, še dodatne motnje, na primer šum, višje harmonske komponente...

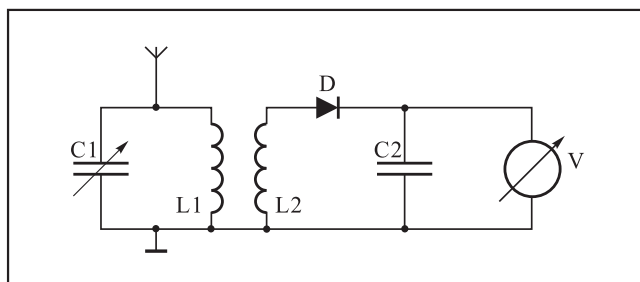
Zato na vhodu uporabimo sita (filtre), in sicer za nizke frekvence nizkopropustna, za visoke frekvence pa visokopropustna sita.



Slika 6.9.17 Sita na vhodu frekvenčnega merilnika

**Absorbcijski frekvenčni merilnik**

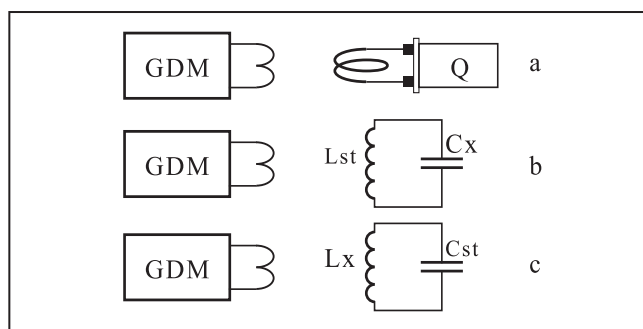
Dosti bolj enostaven princip je iskanje resonančne frekvence. Nihajni krog s spremenljivim kondenzatorjem umerimo za določeno frekvenčno področje in z vrtenjem kondenzatorja, na katerem je umerjena skala z izpisanimi frekvencami, poiščemo resonančno frekvenco. Le-to nam pokaže inštrument z vrtljivo tuljavico, lahko pa je namesto inštrumenta vgrajena svetilka, ki zasveti, ko dosežemo resonančno frekvenco.



Slika 6.9.18 Absorbcijski merilnik frekvence

**GRID-DIP METER**

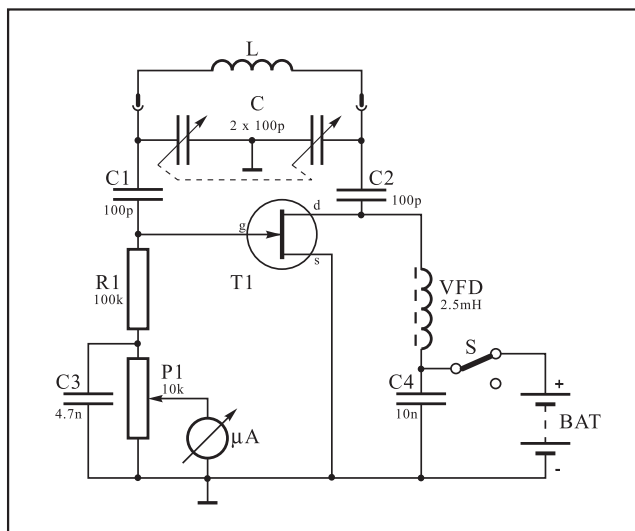
Ko oscilator približamo nihajnemu krogu, nihajni krog v resonanci prevzame nekaj oscilatorjeve energije. V prvih inštrumentih, ki so bili narejeni na tem principu, je miliampermeter meril mrežni tok triode v oscilatorju. Ko je bil oscilator s triodo postavljen poleg kroga, uglašena na njegovo frekvenco, se je mrežni tok zmanjšal. Po tem pojavu, ko se tok v določeni točki zniža (po angleško DIP) na mrežici (GRID), imenujemo inštrument - GRID-DIP meter (GDM). Z GDM lahko merimo resonančno frekvenco neznanega nihajnega kroga (tudi kremenčevih kristalov), posredno pa tudi neznano kapacitivnost oziroma induktivnost.



Slika 6.9.19 Merjenje neznanne resonančne frekvence (a), kondenzatorja (b), tuljave (c)

Tipično se za standardni kondenzator uporablja 100 pF, za standardno tuljavo pa 5 μH. Če poznamo standardni element in lastno frekvenco nihajnega kroga, lahko izračunamo neznan element.

$$C = \frac{25330}{L[\mu H] \cdot f^2 [MHz]} [pF] \quad L = \frac{25330}{C[pF] \cdot f^2 [MHz]} [\mu H]$$

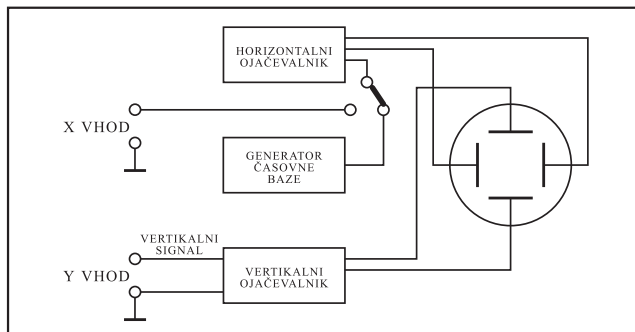


Slika 6.9.20 Osnovna shema GRID-DIP metra

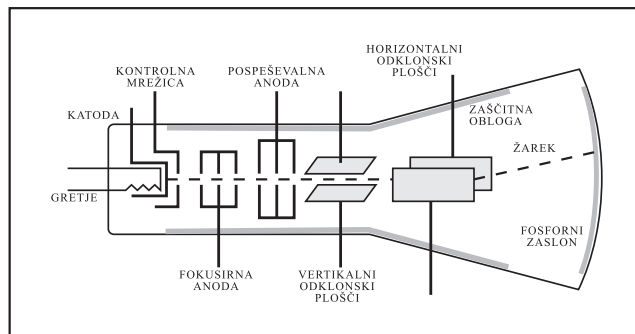
**OSCILOSKOP**

Osciloskop je inštrument, ki na zaslonu prikazuje oblike električnih signalov v odvisnosti od časa ali kakšnega drugega parametra. Največkrat ga uporabljamo za opazovanje signalov v časovnem prostoru, predvsem ponavljajočih se pojavov (VF signal, stopnja modulacije ...).

Princip delovanja osciloskopa je prikazan na sliki 6.9.21.



Slika 6.9.21 Osnovni princip delovanja osciloskopa



Slika 6.9.22 Prezrez katodne cevi osciloskopa

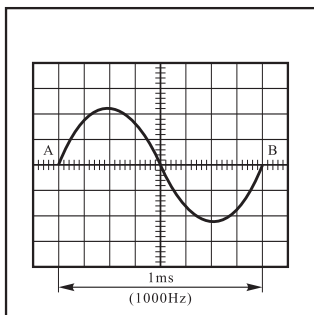
Na Y vhod običajno priključimo naš opazovani signal, časovna baza na X vhodu pa poskrbi, da se signal izrisuje po celotnem zaslonu katodne cevi. Na vhodu osciloskopa so običajno signali izredno majhnih ampli-

tud (nekaj mV), ki jih nato z vertikalnim ojačevalnikom ojačimo in peljemo na odklonske plošče. Generator časovne baze omogoča osciloskopu, da prikaže signale različnih frekvenc na zaslonu kot stoječe valovanje. Impulz iz časovne baze je žagasta napetost, ki sovпада s hitrostjo preleta žarka preko zaslona katodne cevi. Prikaz signala na zaslonu osciloskopa prikazujeta sliki 6.9.7 in 6.9.23.

Osciloskopi so delani za različna frekvenčna področja, tipično pa so modeli narejeni za frekvence do 20 MHz, 40 MHz, 60 MHz ter 100 MHz, vendar pa s frekvenco raste tudi cena. V zadnjem času se v ospredje prebijajo digitalni (spominski) osciloskopi, ki signal digitalno obdelujejo, si ga zapomnijo in ga lahko kasneje ob primerjavi različnih signalov zopet prikažejo na zaslonu.

Na zaslonu osciloskopa je običajno narisana mreža, s pomočjo katere lahko odčitamo vrednosti merjenega signala. Na preklopnikih za izbiro amplitude in časovne konstante so podatki o voltih na razdelek ali sekundah na razdelek. Amplitudo signala tako dobimo z enostavnim preštevanjem razdelkov in množenjem s faktorjem, napisanim na preklopniku. Enako velja za časovno enoto oziroma kasnejše preračunavanje v frekvenco.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10^{-3} s} = 1000 \text{ Hz}$$



Slika 6.9.23 Izračun frekvence

## 6.10. NEVARNOSTI PRI DELU Z ELEKTRIČNIM TOKOM

Pri vsakodnevem delu z napravami, ki so priključene na električno omrežje, se srečamo z nevarnostjo, da pridemo v stik z deli, ki so pod napetostjo. Do tega lahko pride zaradi okvare na napravi ali pa zaradi nestrokovnega rokovanja z njo.

### 6.10.1. UČINKI ELEKTRIČNEGA TOKA NA ČLOVEKOVO TELO

V praksi se je pokazalo, da napetosti, ki so nižje od 50 voltov, niso nevarne za človekovo zdravje ali

življenje. Kljub vsemu pa so tudi tu izjeme. Nekateri lahko brez problema prenesejo tudi višje napetosti, za druge pa je že manjša napetost lahko usodna.

Poškodbe, ki nastanejo v primeru udara električnega toka, se kažejo v obliki opeklin (toplotni učinek), krčev mišic (mehanski učinek) in kemijske razgradnje celic (kemijski učinek).

### 6.10.2. ROKOVANJE IN POPRAVILO NAPRAV

Večina radioamaterskih postaj deluje na napetosti okoli 12V. Kljub temu pa se vsak radioamater sreča z raznimi usmerniki in polnilci akumulatorjev, ki za svoje delovanje potrebujejo napetost 230 voltov, ki pa je smrtno nevarna. Zato je potrebno biti še posebno pazljiv pri rokovanju z napravami, ki delujejo pri višjih napetostih. Pred vsakim posegom v take naprave se moramo prepričati, da je le-ta izključena iz omrežne napetosti. V primeru, da moramo nekaj narediti na napravi, ki je pod napetostjo, pa se tega lotimo le, če smo popolno prepričani, kateri deli naprave so na visokem napetostnem potencialu. Vedno uporabljajmo obuvale, ki ima gumijast podplat. Tako povečamo upornost proti zemlji. Seveda nam to ne pomaga veliko, če stojimo v vodi. Vedno se držimo pravila, da moramo pri delu z visokimi napetostmi imeti eno roko v žepu. Zakaj? V primeru, ko z eno roko primemo del, ki je pod napetostjo, se z drugo roko ne moremo prijati za ohišje ali kak drug del naprave. Tako ne sklenemo električnega tokokroga preko našega telesa. Če pa tudi z drugo roko zgrabimo za ozemljen del naprave, zaradi krča, ki nastopi, tega dela ne moremo spustiti. S tem sklenemo tokokrog preko telesa, kar pa je lahko usodno.

### 6.10.3. VAROVALKA

Pri delu z električnim tokom moramo opozoriti še na posebno pomemben element, ki je namenjen preprečevanju večjih okvar na napravah - to je varovalka. Varovalka je najšibkejši člen v tokokrogu naprave, zato bo, če je pravilno dimenzionirana, varovala napravo pred večjimi okvarami. V primeru okvare običajno steče večji tok od normalnega, zato varovalka pregori in tokokrog prekine. Če se to ne zgodi, lahko pride do pregrevanja naprave, kar lahko privede do požara. Če nam torej varovalka pregori, se najprej prepričajmo, da je z napravo vse v redu oziroma odpravimo pomanjkljivosti, nato pa varovalko zamenjajmo z novo enake vrednosti. Nikoli ne uporabljamo močnejših varovalk, kot jih predpiše proizvajalec naprave oziroma varovalk, ki smo jih s koščkom žice "popravili".

V napravi pa lahko pride tudi do okvare, ki ne povzroči pregorjene varovalke. V takem primeru se nam

lahko zgodi, da ohišje naprave doseže visok potencial, ki je lahko nevaren. Da to preprečimo, morajo biti vse naprave, ki obratujejo pod visoko napetostjo, povezane s kvalitetno ozemljitvijo, ki nas varuje pred prebojem visoke napetosti na ohišje. V ta namen so naprave priključene preko "šuko" vtičnic ali pa imajo celo posebno priključno mesto za ozemljitev.

#### 6.10.4. ZELO VISOKE NAPETOSTI

Kljub temu, da novejšje postaje obratujejo pod nizko napetostjo, ki ni nevarna, se slejkoprej srečamo z močnostnimi ojačevalniki, ki jih napajamo z zelo visokimi napetostmi, ki se lahko gibljejo od 1kV do 5kV ali celo več. Vsak dotik take napetosti lahko privede do hudih poškodb ali celo smrti. Zaradi tega je potrebno biti še posebno pazljiv pri servisiranju naprav, ki bi morale biti grajene tako, da se v primeru odprtja naprave visoka napetost avtomatsko izklopi.

Poseben problem predstavljajo visokonapetostni kondenzatorji, kjer je visoka napetost prisotna še kar nekaj časa po izklopu. Za povezovanje naprav, ki delujejo pod visoko napetostjo, uporabljamo le oklopljene priključne vode. Njihova izolacija mora brez problemov zdržati visoke napetosti. Zaradi varnosti vzamemo ponavadi 30-50% rezerve. Navadno uporabljamo vode s teflonsko izolacijo ali pa kvalitetne koaksialne kable, ki so namenjeni napajanju anten. Pozornost je potrebno posvetiti tudi priključnim konektorjem, ki morajo biti izbrani tako, da ni možna zamenjava med antenskim konektorjem in konektorjem za dovod visoke napetosti.

Še posebno pomembna je dobra zaščitna ozemljitev naprav, ki obratujejo pod zelo visoko napetostjo.

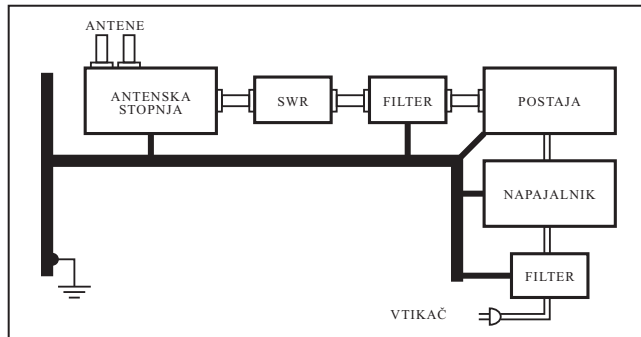
#### 6.10.5. STRELOVOD IN OZEMLJITEV

Kvalitetna strelovodna ozemljitev nam lahko prihrani marsikatero neprijetnost. Nanjo priključimo tako vse antenske drogove kakor tudi vse električne naprave. Dober strelovod mora imeti upornost le nekaj ohmov. Kaj nam predstavlja kvaliteten strelovod, je v precejšnji meri odvisno od zemljišča. Na dobro prevodnih tleh je to lahko le nekaj metrov cevi zabite v zemljo, drugje bakrena plošča, ki je zakopana dovolj globoko, morda pa potegnemo enega ali več krakov valjanca. Paziti moramo, da je ozemljitev zakopana dovolj globoko, kjer ostane zemlja vlažna tudi ob daljšem sušnem obdobju. Če smo na zemljišču, ki je slabo prevodno, si lahko pomagamo z industrijsko soljo, ki jo potresemo preko ozemljitve. Preden jo dokončno zasujemo, vse skupaj dobro zalijemo z vodo, kar izboljša prevodnost zemlje. Tako izboljšana ozemljitev je dobra nekaj let, nato je potrebno postopek ponoviti.

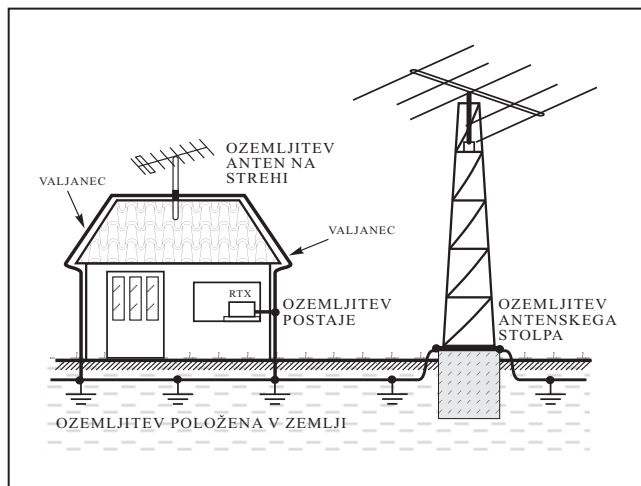
Od ozemljitve do objekta je najbolje položiti valjanec, po objektu pa razpeljemo ozemljitev z debelo bakreno pletenico. Tudi do antenskih drogov potegnemo valjanec. To je še posebno pomembno v primeru, da okoli naših anten ni višjih objektov (kar ponavadi želimo). Z ozemljitvijo anten omogočimo, da naboj, ki se nabira na antenah, sproti odteče v zemljo. Tako zmanjšamo verjetnost, da bi si v primeru atmosferskih prazenj strela izbrala za tarčo ravno našo anteno ali pa objekt v njeni neposredni bližini (sosedovo hišo!).

Strelovodi v obliki vodovodne instalacije ali centralne kurjave niso dobri. V večini primerov je kovinska le instalacija v hiši. Kvalitete spojev med cevmi so z električnega stališča vprašljive. Iz zemlje v hišo pa običajno vodi plastična - alkatena cev, ki ne prevaja električnega toka. Občasno se slišijo komentarji v stilu: "Saj imam ozemljitev, pa še dobra je. Kos žice imam zataknen v lonček z rožami, rože pa vedno zalivam ...". Taki ljudje se igrajo v prvi vrsti z lastnim življenjem, lahko pa tudi življenjem svojih bližnjih.

Dobra ozemljitev ni pomembna le kot zaščita pred atmosferskimi prazenji. Ohišja praktično vseh fiksnih postaj imajo poseben priključek, ki je namenjen ozemljitvi postaje. Z dobro ozemljitvijo ohišja preprečimo neželjeno sevanje iz postaje, ki nam lahko povzroča motnje.



Slika 6.10.1 Ozemljitev radijske postaje



Slika 6.10.2. Ozemljitev poslopja in antenskih instalacij



## **III. PRILOGE**

P1 - PRILOGE ZA OPERATORSKO DELO

P2 - PRILOGE TEHNIČNE NARAVE

P3 - VIRI

# PRILOGE ZA OPERATORSKO DELO

## KAZALO

- P1.1 FREKVENČNI PASOVI
- P1.2 FREKVENCE SIMPLEKSNIH IN REPETITORSKIH KANALOV
- P1.3 PREFIKSI S PRIPADAJOČIMI ENTITETAMI
- P1.4 PREFIKSI ENTITET
- P1.5 SLOVENSKI REPETITORJI
- P1.6 SLOVENSKI RADIJSKI SVETILNIKI
- P1.7 RADIOAMATERSKI SATELITI
- P1.8 METEORITSKI ROJI
- P1.9 OCENJEVANJE SIGNALOV
- P1.10 Q – KODE
- P1.11 MEDNARODNE KRATICE PROCEDURE
- P1.12 RADIOAMATERSKE KRATICE
- P1.13 SPISEK DRŽAV PODPISNIC CEPT DEKLARACIJE
- P1.14 ČRKOVANJE
- P1.15 ITU CONE
- P1.16 CQ ALI WAZ CONE
- P1.17 ČASOVNE CONE

P1.1

## FREKVENČNI PASOVI NAMENJENI RADIOAMATERJEM v Sloveniji

### LF, MF, HF – FREKVENČNI PASOVI

Verzija – 30.sept. 2018 de S51WQ

Radioamaterski pas	Do širine nosilca	Namen uporabe pasu in vrsta oddaje	Razred in moč A N	
<b>LF 135 kHz – 2200 m</b>		<b>Sekundarno</b>		
135,7 – 137,4 kHz	200 Hz	CW (QRSS)	1 W eirp	
137,4 – 137,6 kHz	500 Hz	CW, Digitalne (QRSS)	1 W eirp	
137,6 – 137,8 kHz	200 Hz	CW (QRSS)	1 W eirp	

<b>MF 472 kHz – 630 m</b>		<b>Sekundarno</b>		
472 – 475 kHz	200 Hz	CW	5 W eirp	
475 – 479 kHz	500 Hz	CW, Digitalne	5 W eirp	

<b>MF 1 800 kHz – 160 m</b>		<b>1 810 kHz Primarno 1 850 kHz Sekundarno 2 000 kHz</b>		
1 810 – 1 838 kHz	200 Hz	CW (1 836 kHz QRP)	1500 W	
1 838 – 1 840 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne	1500 W	
1 840 – 1 843 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, Digitalne	1500 W	
1 843 – 2 000 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste	1500 W	

<b>HF 3 500 kHz – 80 m</b>		<b>Primarno</b>		
3 500 – 3 510 kHz	200 Hz	CW DX, (tu se ne tekmuje)	1500 W	100W
3 510 – 3 560 kHz	200 Hz	CW, (3 555 kHz QRS)	1500 W	100 W
3 560 – 3 570 kHz	200 Hz	CW, (3 560 kHz QRP)	1500 W	100 W
3 570 – 3 580 kHz	200 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne	1500 W	100 W
3 580 – 3 590 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne, (3 590 kHz RTTY DX)	1500 W	100 W
3 590 – 3 600 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne, ACDS	1500 W	100 W
3 600 – 3 620 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, Digitalne, ACDS ( <b>3 605 kHz ARON</b> )	1500 W	100 W
3 620 – 3 650 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, (za SSB tekmovalja), (3 630 kHz DV)	1500 W	100 W
3 650 – 3 700 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, (3 690 kHz SSB QRP)	1500 W	100 W
3 700 – 3 775 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, (za SSB tekmovalja),	1500 W	100 W
3 775 – 3 800 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, SSB DX, (tu se ne tekmuje)	1500 W	100 W

<b>HF 5 000 kHz – 60 m</b>		<b>Sekundarno</b>		
5 351,5 – 5 354 kHz	200 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne	15 W eirp	
5 354 – 5 366 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, (SSB delati na USB)	15 W eirp	
5 366 – 5 366,5 kHz	20 (!) Hz	Za šibke in ozke digitalne signale (raje se izogni)	15 W eirp	

<b>HF 7 000 kHz – 40 m</b>		<b>Primarno</b>		
7 000 – 7 040 kHz	200 Hz	CW, (7 030 kHz QRP)	1500 W	100 W
7 040 – 7 047 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne	1500 W	100 W
7 047 – 7 050 kHz	500 Hz	CW, ozkopasovne, Digitalne, ACDS	1500 W	100 W
7 050 – 7 053 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, Digitalne, ACDS, SSTV, FAX	1500 W	100 W
7 053 – 7 060 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, Digitalne	1500 W	100W
7 060 – 7 100 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, (SSB tekmovalja), (7 090 kHz SSB QRP), (7 070 kHz DV)	1500 W	100 W
7 100 – 7 130 kHz	2700 Hz	CW, Fone, <b>7 110 kHz ARON</b>	1500 W	100 W
7 130 – 7 175 kHz	2700 Hz	CW, Fone, (SSB tekmovalja), (7 165 kHz IC)	1500 W	100 W
7 175 – 7 200 kHz	2700 Hz	CW, Fone, SSB DX (SSB tekmovalja)	1500 W	100 W

<b>HF 10 000 kHz – 30 m</b>		<b>Sekundarno</b>		
10 100 – 10 130 kHz	200 Hz	CW, (10 116 kHz QRP)	300 W	
10 130 – 10 150 kHz	500 Hz	CW, Digitalne	300 W	

<b>HF 14 000 kHz – 20 m</b>		<b>Primarno</b>		
14 000 – 14 060 kHz	200 Hz	CW, (CW tekmovalja), (14 055 kHz QRS)	1500 W	
14 060 – 14 070 kHz	200 Hz	CW, (14 060 QRP)	1500 W	
14 070 – 14 089 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne	1500 W	
14 089 – 14 099 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne, ACDS	1500 W	
14 099 – 14 101 kHz		Radijski svetilniki		
14 101 – 14 112 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, Digitalne, ACDS	1500 W	
14 112 – 14 125 kHz	2700 Hz	CW, V se vrste	1500 W	
14 125 – 14 190 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, (SSB tekmovalja), (14 130 kHz DV)	1500 W	
14 190 – 14 200 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, Prvenstveno za DXpedicije	1500 W	
14 200 – 14 300 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, (SSB tekmovalja), (14 285 kHz SSB QRP)	1500 W	
14 300 – 14 350 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, <b>14 300 kHz ARON</b>	1500 W	

<b>HF 18 000 kHz – 17 m</b>		<b>Primarno</b>		
18 068 – 18 095 kHz	200 Hz	CW, (18 086 kHz QRP)	1500 W	
18 095 – 18 105 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne	1500 W	
18 105 – 18 109 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne, ACDS	1500 W	
18 109 – 18 111 kHz		Radijski svetilniki		
18 111 – 18 120 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, Digitalne, ACDS	1500 W	
18 120 – 18 168 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, (18 130 kHz SSB QRP), (18 150 kHz DV), <b>18 160 kHz ARON</b>	1500 W	

<b>HF 21 000 kHz – 15 m</b>		<b>Primarno</b>		
21 000 – 21 070 kHz	200 Hz	CW, (21 055 kHz QRS), (21 060 kHz QRP)	1500 W	100 W
21 070 – 21 090 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne	1500 W	100 W
21 090 – 21 110 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne, ACDS	1500 W	100 W
21 110 – 21 120 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, (razen SSB), Digitalne, ACDS	1500 W	100 W
21 120 – 21 149 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne	1500 W	100 W
20 149 – 21 151 kHz		Radijski svetilniki		
21 151 – 21 450 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, (21 180 kHz DV), (21 285 SSB QRP), (21 340 kHz IC), <b>21 360 kHz ARON</b>	1500 W	100 W

<b>HF 24 000 kHz – 12 m</b>		<b>Primarno</b>		
24 890 – 24 915 kHz	200 Hz	CW, ( 24 906 kHz QRP)	1500 W	
24 915 – 24 925 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne	1500 W	
24 925 – 24 929 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne, ACDS	1500 W	
24 929 – 24 931 kHz		Radijski svetilniki		
24 931 – 24 940 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, Digitalne, ACDS	1500W	
24 940 – 24 990 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, Digitalne, (24 950 kHz SSB QRP), (24 960 kHz DV), ACDS	1500 W	

<b>HF 28 000 kHz – 10 m</b>		<b>Primarno</b>		
28 000 – 28 070 kHz	200 Hz	CW, (28 055 kHz QRS), (28 060 kHz QRP)	1500 W	100 W
28 070 – 28 120 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne	1500 W	100 W
28 120 – 28 150 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne, ACDS	1500 W	100 W
28 150 – 28 190 kHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne	1500 W	100 W
28 190 – 28 199 kHz		Lokalni radijski svetilniki, občasni		
28 199 – 28 201 kHz		Svetovni radijski svetilniki, občasni		
28 201 – 28 225 kHz		Radijski svetilniki, stalni		
28 225 – 28 300 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, Radijski svetilniki	1500 W	100 W
28 300 – 28 320 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, Digitalne, ACDS	1500 W	100 W
28 320 – 29 000 kHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, (28 330 kHz DV), (28 360 kHz SSB QRP), (28 680 kHz IC)	1500 W	100 W
29 000 – 29 100 kHz	6000 Hz	CW, Vse vrste	1500 W	100 W
29 100 – 29 200 kHz	6000 Hz	CW, Vse vrste, FM simpleks kanali po 10 kHz	1500 W	100 W
29 200 – 29 300 kHz	6000 Hz	CW, Vse vrste, Digitalne, ACDS	1500 W	100 W
29 300 – 29 510 kHz	6000 Hz	Satelitske zveze, link satelit zemlja		
29 510 – 29 520 kHz		Varovalni pas		
29 520 – 29 590 kHz	6000 Hz	CW, Vse vrste, FM repetitorji vhod od RH1 do RH8	50 W	25 W
29 600 kHz	6000 Hz	FM pozivni kanal	50 W	25 W
29 610 kHz	6000 Hz	FM simplex repetitor (vhod in izhod)	50 W	25 W
29 620 – 29 700 kHz	6000 Hz	CW, Vse vrste, FM repetitorji izhod od RH1 do RH8	1500 W	100 W

### VHF FREKVENČNI PASOVI

Radioamaterski pas	Do širine nosilca	Namien uporabe pasu in vrsta oddaje	Razred in moč	
			A	N
<b>VHF 40 MHz 8m</b>		<b>Sekundarno</b>		
40,660 – 40,700 MHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne, Digitalne, Radijski svetilniki	100 W	

<b>VHF 50 MHz 6m</b>		<b>Sekundarno</b>		
50,000 – 50,100 MHz	500 Hz	CW, Posebni globalni radijski svetilniki, (50,050 – 50,090 MHz CW DX),	100 W	25 W
50,100 – 50,400 MHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, (50,100 – 50,130 DX), ( 50,150 SSB pozivna za EU), (50,200 Random MS), (50,305 PSK), (50,310 - 50,320 EME), (50,320 – 50,380 MS),	100 W	25 W
50,400 – 50,500 MHz	1000 Hz	Radijski svetilniki (50,401 + - 500Hz WSPR)		
50,500 – 52,000 MHz	12 kHz	CW, Vse vrste, (50,510 MHz SSTV), (50,520 – 50,540 MHz FM simplex internet), (50,550 MHz IC), (50,600 MHz RTTY, FSK), (50,620 – 50,750 MHz Digitalne), (50,630 MHz DV pozivna), (51,210 – 51,390 MHz FM/DV Repetitorji vhod), (51,410 – 51,590 MHz FM/DV Simplex), (51,510 MHz FM pozivna), (51,810 – 51,990 MHz FM/DV Repetitorji izhod)	100 W	25 W

<b>VHF 70 MHz 4m</b>		<b>Sekundarno</b>		
70,000 – 70,090 MHz	1000 Hz	Radijski svetilniki, (70,091 MHz WSPR svetilnik)		
70,090 – 70,100 MHz	1000 Hz	CW, MGM	100 W	25 W
70,100 – 70,250 MHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, MGM, (70,185 MHz stičišče CW/Fone), (20,250 MHz MS pozivna)	100 W	25 W
70,250 – 70,294 MHz	12 kHz	CW, Vse vrste, (70,260 MHz AM/FM pozivna), (70,270 MHz MGM pozivna),	100 W	25 W
70,294 – 70,450 MHz	12 kHz	CW, Vse vrste, (70,3125 in 70,3250 MHz Digitalne), (70,450 MHz FM pozivna), (70,4875MHz Digitalne)	100 W	25 W

<b>VHF 144 MHz 2m</b>		<b>Primarno</b>		
144,000 – 144,025 MHz	2700 Hz	Satelitske zveze, smer zemlja		
144,025 – 144,035 MHz	500 Hz	CW, (DX, EME)	1500 W	
144,035 – 144,135 MHz	500 Hz	CW, (144,050 MHz CW pozivna), ( 144,100 MHz MS Random)	1500 W	25 W
144,135 – 144,150 MHz	500 Hz	CW, MGM, (144,110 – 144,160 MHz EME MGM)	1500 W	25 W
144,150 – 144,165 MHz	2700 Hz	CW, SSB, MGM	1500 W	25 W
144,165 – 144,360 MHz	2700 Hz	CW, SSB, (144,195 – 144,205 MHz MS SSB Random), ( <b>144,250 MHz SSB ARON</b> ), (144,300 MHz SSB pozivna)	1500 W	25 W
144,360 – 144,399 MHz	2700 Hz	CW, SSB, MGM	1500 W	25 W
144,400 – 144,490 MHz		Radijski svetilniki		
144,491 – 144,493 MHz	500 Hz	EMGM (Eksperimentalni MGM)	50 W	
144,500 – 144,794 MHz	20 kHz	CW, Vse vrste, (144,500 MHz, IC, SSTV, FAX...), (144,600 MHz MGM, RTTY), (144,750 MHz, ATV)	300 W	25 W
144,800 – 144,990 MHz	12 kHz	MGM (144,800 APRS), (144,8125, 144,8250, 144,8375, 144,8500, 144,8625 MHz, DV, internet vhodi)	50 W	25 W
144,990 – 145,1935MHz	12 kHz	FM/DV Repetitorji vhod	50 W	25 W
145,1935 – 145,206 MHz	12 kHz	FM/DV Vesoljske zveze	50 W	
145,206 – 145,5935 MHz	12 kHz	FM/DV Simplex, ( <b>145,500 FM Pozivni kanal, ARON</b> )	50 W	25 W
145,5935 – 145,7935MHz	12 kHz	FM/DV Repetitorji izhod		
145,7935 – 145,806 MHz	12 kHz	Vesoljske zveze	50 W	
145,806 – 146,000 MHz	12 kHz	Satelitske zveze	50 W	

### **UHF FREKVENČNI PASOVI**

Radioamaterski pas	Do širine nosilca	Namena uporabe pasu in vrsta oddaje	Razred in moč	
			A	N
<b>UHF 430 MHz 70cm</b>		<b>Primarno</b>		
430,000 – 430,925 MHz	20 kHz	Vse vrste, MGM	50 W	25 W
430,950 – 431,025 MHz	20 kHz	Multimode repetitorji vhod (+7,6 MHz)	50 W	25 W
431,050 – 431,775 MHz	20 kHz	FM Repetitorji vhod (+7,6 MHz)	50 W	25 W
432,000 – 432,100 MHz	500 Hz	CW, (432,050 MHz CW pozivna), (432,088 MHz PSK31)	1500 W	25 W
432,100 – 432,399 MHz	2700 Hz	CW, SSB, MGM, (432,200 MHz SSB pozivna), (432,370 MHz FSK441)	1500 W	25 W
432,400 – 432,490 MHz		Radijski svetilniki		
432,4901– 432,493 MHz		EMGM (eksperimentalni MGM)	1500 W	25 W
432,500 – 432,975 MHz	12 kHz	Vse vrste, (432,500 MHz APRS)	1500 W	25 W

433,000 – 433,375 MHz	12 kHz	FM/DV Repetitorji vhod (+ 1,6 MHz)	50 W	25 W
433,400 – 433,575 MHz	12 kHz	FM/DV Simplex, (433,400 MHz, SSTV, FM/AFSK), (433,450 MHz DV pozivna), (433,500 MHz FM pozivna, ARON)	1500 W	25 W
433,600 – 434,000 MHz	20 kHz	CW, Vse vrste, Digitalni	1500 W	25 W
434,000 – 434,594 MHz	12 kHz	CW, Vse vrste, Digitalni, ATV	1500 W	25 W
434,600 – 434,975 MHz	12 kHz	FM/DV Repetitorji izhod (-1,6 MHz)		
435,000 – 438,000 MHz	20 kHz	Satelitske zveze	50 W	
438,000 – 438,525 MHz	20 kHz	MGM	50 W	25 W
438,550 – 438,625 MHz	20 kHz	Multimode repetitorji izhod (-7,6 MHz)		
438,650 – 439,375 MHz	20 kHz	FM Repetitorji izhod (-7,6 MHz)		
439,400 – 439,775 MHz	20 kHz	CW, Vse vrste, MGM	50 W	25 W

Radioamaterski pas	Do širine nosilca	Namien uporabe pasu in vrsta oddaje	Razred in moč	
			A	N
<b>UHF 1,2 GHz 23cm</b>		<b>Sekundarno</b>		
1240,000 – 1240,500 MHz	2700 Hz	CW, Vse vrste (rezervirano za bodočnost)	300 W	
1240,500 – 1240,750 MHz	500 Hz	CW, MGM (rezervirano za bodoče Radijske svetilnike)	300 W	
1240,750 – 1241,000 MHz	20 kHz	FM, DV (rezervirano za bodočnost)	300 W	
1241,000 – 1242,025 MHz	20 kHz	CW, Vse vrste	300 W	
1242,025 – 1243,250 MHz	20 kHz	Repetitorji izhod (RS1 – RS 50)		
1243,250 – 1260,000 MHz	*	ATV, Digitalna ATV (1258,150 – 1259,350 MHz Repetitorji izhod)	300 W	
1260,000 – 1270,000 MHz	*	Satelitske zveze	50 W	
1270,000 – 1272,000 MHz	20 kHz	CW, Vse vrste	300 W	
1272,000 – 1290,994 MHz	*	ATV, Digitalna ATV	300 W	
1290,994 – 1291,481 MHz	20 kHz	FM, Repetitorji vhod (1291,000 – 1291,475 MHz RM1-RM19), (DV)	50 W	
1291,494 – 1296,000 MHz	20 kHz	Vse vrste	300 W	
1293,150 – 1294,350 MHz	20 kHz	Repetitorji R20 – R68 vhod	50 W	
1294,350 – 1296,000 MHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne	300 W	
1296,000 – 1296,025 MHz	500 Hz	CW, EME	300 W	
1296,025 – 1296,150 MHz	500 Hz	CW	300 W	
1296,150 – 1296,400 MHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, MGM	300 W	
1296,400 – 1296,600 MHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, Linearni transponder vhod, (1296,500 MHz FAX)	300 W	
1296,600 – 1296,700 MHz	2700 Hz	CW, Vse vrste, Linearni transponder izhod		
1296,700 – 1296,800 MHz	2700 Hz	CW, Vse vrste	300 W	
1296,800 – 1296,994 MHz	500 Hz	Radijski svetilniki (CW, MGM)		
1296,994 – 1297,000 MHz	20 kHz	FM, DV,	300 W	
1297,000 – 1297,475 MHz	20 kHz	Repetitorji izhod (RM0 – RM19)		
1297,475 – 1297,481 MHz	20 kHz	FM, DV	300 W	
1297,494 – 1297,900 MHz	20 kHz	FM, DV, (1297,500 MHz SM20), (1297,725 MHz DV pozivna)	300 W	
1297,900 – 1297,975 MHz	20 kHz	Simplex FM internet prehod	300 W	
1297,975 – 1297,981 MHz	20 kHz	FM, DV, (1297,975 MHz SM39)	300 W	
1298,000 – 1299,000 MHz	20 kHz	Vse vrste, (1298,025 MHz RS1, 1298,975 MHz RS39)	300 W	
1299,000 - 1299,750 MHz	150 kHz	Vse vrste, Digitalne visokih hitrosti	300 W	
1299,750 – 1300,000 MHz	20 kHz	Vse vrste	300 W	

Radioamaterski pas	Do širine nosilca	Namien uporabe pasu in vrsta oddaje	Razred in moč	
			A	N
<b>UHF 2,4 GHz 13cm</b>		<b>Sekundarno</b>		
2300,000 – 2320,000 MHz	20 kHz	Vse vrste	300 W	
2320,000 – 2320,025 MHz	500 Hz	CW EME	300 W	
2320,025 – 2320,150 MHz	500 Hz	CW	300 W	
2320,150 – 2320,750 MHz	2700 Hz	CW, SSB	300 W	
2320,750 – 2320,800 MHz		Lokalni radijski svetilniki (max 10W ERP)		
2320,800 – 2321,000 MHz	500 Hz	Radijski svetilniki, (CW, MGM)	300 W	
2321,000 – 2322,000 MHz	20 kHz	FM	300 W	
2322,000 – 2355,000 MHz	20 kHz	ATV	300 W	
2355,000 – 2365,000 MHz	20 kHz	Digitalne	300 W	
2365,000 – 2370,000 MHz	20 kHz	FM Simpleks, FM Repetitorji	50 W	
2370,000 – 2392,000 MHz	20 kHz	ATV	300 W	
2392,000 – 2400,000 MHz	20 kHz	Digitalne	300 W	
2400,000 – 2450,000 MHz	20 kHz	Satelitske zveze	50 W	

### SHF FREKVENČNI PASOVI

Radioamaterski pas	Do širine nosilca	Namien uporabe pasu in vrsta oddaje	Razred in moč	
			A	N
<b>SHF 3,4 GHz 9cm</b>		<b>Sekundarno</b>		
3400,000 – 3400,750 MHz	500 Hz	CW, Ozkopasovne, (3400,100 MHz EME klicna)	100W	
3400,750 – 3400,800 MHz	500 Hz	Lokalni radijski svetilniki		
3400,800 – 3400,995 MHz		Radijski svetilniki, (CW, MGM)		
3401,000 – 3402,000 MHz	2700 Hz	Vse vrste	100 W	
3402,000 – 3410,000 MHz	2700 Hz	Satelitski link smer zemlja		

<b>SHF 5,6 GHz 6cm</b>		<b>Sekundarno</b>		
5650,000 – 5666,000 MHz	2700 Hz	Vse vrste, Satelitski link navzgor	50 W	
5666,000 – 5670,000 MHz	2700 Hz	Vse vrste, Satelitski link navzgor, (5666,200 MHz ozkopasovni)	100 W	
5670,000 – 5700,000 MHz	2700 Hz	MGM, Digitalne,	100 W	
5700,000 – 5720,000 MHz	2700 Hz	ATV	100 W	
5720,000 – 5760,000 MHz	2700 Hz	Vse vrste	100 W	
5760,000 – 5760,750 MHz	2700 Hz	Vse vrste, (5760,200 MHz ozkopasovna)	100 W	
5760,750 – 5760,800 MHz		Lokalni radijski svetilniki		
5760,800 – 5760,990 MHz	2700 Hz	CW, MGM	100 W	
5761,000 – 5790,000 MHz	2700 Hz	Vse vrste	100 W	
5790,000 – 5850,000 MHz	2700 Hz	Vse vrste, Satelitski link navzdol		



Radioamaterski pas	Do širine nosilca	Namens uporabe pasu in vrsta oddaje	Razred in moč	
			A	N
<b>SHF 10 GHz 3cm</b>		<b>Sekundarno</b>		
10,000 – 10,150 GHz	*	MGM	100 W	
10,150 – 10,250 GHz	*	Vse vrste	100 W	
10,250 – 10,350 GHz	*	MGM	100 W	
10,350 – 10,368 GHz	*	Vse vrste	100 W	
10,368 – 10,368750 GHz	2700 Hz	Vse vrste, (10,3682 GHz ozkopasovni način)	100 W	
10,368750 – 10,368800 GHz		Lokalni radijski svetilniki		
10,368800 – 10,368990 GHz		Radijski svetilniki		
10,369 – 10,450 GHz	2700 Hz	Vse vrste	100 W	
10,450 – 10,500 GHz	2700 Hz	Satelitske zveze	50 W	

<b>SHF 24 GHz 1,2cm</b>		<b>24,000 GHz Primarno 24,050 GHz Sekundarno 24,250 GHz</b>		
24,000 – 24,048 GHz	*	Vse vrste	50 W	
24,048 – 24,0488 GHz	500 Hz	Ozkopasovni	50 W	
24,0488 – 24,048995 GHz		Radijski svetilniki		
24,049 – 24,050 GHz	2700 Hz	Satelitske zveze in ozko pasovni	50 W	
24,050 – 24,192 GHz	*	Vse vrste	50 W	
24,192 – 24,194 GHz	*	Ozko pasovni	50 W	
24,194 – 24,250 GHz	*	Vse vrste	50 W	

**EHF FREKVENČNI PASOVI**

Radioamaterski pas	Do širine nosilca	Namen uporabe pasu in vrsta oddaje	Razred in moč	
			A	N
<b>EHF 47 GHz 6mm</b>		<b>75,500 GHz Primarno 47,200 GHz Sekundarno 47,200 GHz</b>		
47,000 – 47,088 GHz	*	Vse vrste	50 W	
47,088 – 47,090 GHz	2700 Hz	Vse vrste, Satelitske zveze, (47,0882 ozkopasovne)	50 W	
47,090 – 47,200 GHz	*	Vse vrste	50 W	

<b>EHF 75 GHz 4mm</b>		<b>75,500 GHz Sekundarno 77,500 GHz Primarno 78,000 GHz Sekundarno 81,500 GHz</b>		
75,500 – 76,000 GHz	2700 Hz	Vse vrste, Satelitske zveze. (75,976200 GHz ozke)	50 W	
76,000 – 77,500 GHz	*	Vse vrste	50 W	
77,500 – 77,501 GHz	2700 Hz	77,500200 GHz Priporočena frekvenca za ozkopasovne vrste dela, Satelitske zveze	50 W	
77,501 – 78,000 GHz	*	Vse vrste (priporočen segment)	50 W	
78,000 – 81,500 GHz	*	Vse vrste (ni priporočen segment)	50 W	

<b>EHF 122 GHz 2,5 mm</b>		<b>Sekundarno</b>		
122,250 – 122,251 GHz	2700 Hz	Vse vrste, (ozkopasovni načini dela)	50 W	
122,251 – 123,000 GHz	*	Vse vrste	50 W	

<b>EHF 134 GHz 2mm</b>		<b>134,000 GHz Primarno 136,000 GHz Sekundarno 141,000 GHz</b>		
134,000 – 134,928 GHz	*	Vse vrste, Satelitske zveze	50 W	
134,928 – 134,930 GHz	2700 Hz	Vse vrste, (134,930 GHz priporočena frekvenca za ozkopasovne vrste dela)	50 W	
134,930 – 136,000 GHz	2700 Hz	Vsi načini (priporočen segment)	50 W	
136,000 – 141,000 GHz	2700 Hz	Vsi načini (ni priporočen segment)	50 W	
78,000 – 81,500 GHz	*	Vse vrste (ni priporočen segment)	50 W	

<b>EHF 241 GHz 1mm</b>		<b>241,000 GHz Sekundarno 248,000 GHz Primarno 250,000 GHz</b>		
241,000 – 248,000 GHz		Vse vrste, (ni priporočen segment)	50 W	
248,000 – 248,001 GHz		Satelitske zveze in ozkopasovni	50 W	
248,001 – 250,000 GHz		Vse vrste, (priporočen segment)	50 W	

## Indeks pojmov k tabeli frekvenčnih pasov

### Pasovne širine nosilcev določene s predpisom:

Širina nosilca do 200 Hz	– CW nemodulirana telegrafija, MGM, digitalne modulacije
Širina nosilca do 500 Hz	– ozko pasovne vrste dela, MGM, digitalne modulacije
Širina nosilca do 2700 Hz	– SSB, MGM
Širina nosilca do 6000 Hz	– AM, široko pasovne vrste dela
Širina nosilca do 12 kHz	– FM, široko pasovne digitalne komunikacije
Širina nosilca do 20 kHz	– zelo široko pasovne digitalne komunikacije
*	– nepredpisana širina nosil

### Pasovne širine posameznih modulacij:

CW – 100 Hz	MGM modulacije:
SSB – 2 400 Hz	QRSS – 1 Hz
AM – 5 000 Hz	WSPR – 6 Hz
FM1 – 10 kHz	FT8 – 50 Hz
FM2 – 15 kHz	JT9 – 20 Hz
RTTY – 1 000 Hz	JT4A – 17,5 Hz, JT4B – 35 Hz, JT4C – 70 Hz,
SSTV –	JT4D – 157,5 Hz, JT4E – 315 Hz
ATV – 16 MHz	JT6M – 15,6 Hz
DV -	JT65 (A, B) 177,6 Hz
	QRA64 – 111,1 Hz
	ISCAT A – 904 Hz, ISCAT B – 1 809 Hz
	FSK441 – 1 750 Hz
	MSK144 – 2 400 Hz
	PSK -
	PR -

### Drugo

CW	– telegrafija
SSB	– enobočna fonija
Vse vrste	– vse vrste fonijskih zvez v okviru dovoljene pasovne širine
Digitalne	– digitalne modulacije
ACDS	– daljinsko upravljane postaje, postaje brez posadke (Automatically Controlled Digital Station)
DV	– digitalna fonija (Digital Voice)
IC	– Prenos slik (Image Centre)
MGM	– strojno generirana modulacija (Machine Generated Modes)

ARON	– Amatersko Radijsko Omrežje za Nevarnost. Mednarodno usklajena pozivna frekvenca.
Vesoljske zveze	– Zveza z vesoljskim plovilom s posadko.
Satelitske zveze	– zveza zemlja – zemlja s posredovanjem sat

## FREKVENCE SIMPLEKSNIH IN REPETITORSKIH KANALOV

### 10 m področje

Simpleksne frekvence	
Oznaka	
H0	29,600 MHz Pozivna
H0	29,610 MHz

Repetitorske frekvence		
Oznaka	Oddajna	Sprejemna
RH1	29,620 MHz	29,520 MHz
RH2	29,630 MHz	29,530 MHz
RH3	29,640 MHz	29,540 MHz
RH4	29,650 MHz	29,550 MHz
RH5	29,660 MHz	29,560 MHz
RH6	29,670 MHz	29,570 MHz
RH7	29,680 MHz	29,580 MHz
RH8	29,690 MHz	29,590 MHz

### 6 m področje

Simpleksne frekvence	
Oznaka	Frekvenca
F41	51,410 MHz
F42	51,420 MHz
F43	51,430 MHz
F44	51,440 MHz
F45	51,450 MHz
F46	51,460 MHz
F47	51,470 MHz
F48	51,480 MHz
F49	51,490 MHz
F50	51,500 MHz
F51	51,510 MHz Klicni kanal
F52	51,520 MHz
F53	51,530 MHz
F54	51,540 MHz
F55	51,550 MHz
F56	51,560 MHz
F57	51,570 MHz
F58	51,580 MHz
F59	51,590 MHz

Repetitorske frekvence		
Oznaka	Oddajna	Sprejemna
RF79	51,790 MHz	51,190 MHz
RF81	51,810 MHz	51,210 MHz
RF83	51,830 MHz	51,230 MHz
RF85	51,850 MHz	51,250 MHz
RF87	51,870 MHz	51,270 MHz
RF89	51,890 MHz	51,290 MHz
RF91	51,910 MHz	51,310 MHz
RF93	51,930 MHz	51,330 MHz
RF95	51,950 MHz	51,350 MHz
RF97	51,970 MHz	51,370 MHz
RF99	51,990 MHz	51,390 MHz

**2m področje**

2m - simpleks frekvence	
Oznaka	Frekvenca
V16	145,200 MHz
V17	145,2125 MHz
V18	145,225 MHz
V19	145,2375 MHz
V20	145,250 MHz
V21	145,2625 MHz
V22	145,275 MHz
V23	145,2875 MHz
V24	145,300 MHz
V25	145,3125 MHz
V26	145,325 MHz
V27	145,3375 MHz
V28	145,350 MHz
V29	145,3625 MHz
V30	145,375 MHz
V31	145,3875 MHz
V32	145,400 MHz
V33	145,4125 MHz
V34	145,425 MHz
V35	145,4375 MHz
V36	145,450 MHz
V37	145,4625 MHz
V38	145,475 MHz
V39	145,4875 MHz
V40	145,500 MHz Klicni kanal
V41	145,5125 MHz
V42	145,525 MHz
V43	145,5375 MHz
V44	145,550 MHz
V45	145,5625 MHz
V46	145,575 MHz
V47	145,5875 MHz

**70 cm področje**

70cm - simpleksna frekvence	
Oznaka	
U272	433,400 MHz
U274	433,425 MHz
U276	433,450 MHz
U278	433,475 MHz
U280	433,500 MHz Klicni kanal
U282	433,525 MHz
U284	433,550 MHz
U286	433,575 MHz

2m - repetitorske frekvence		
Oznaka	Oddajna	Sprejemna
RV48	145,600 MHz	145,000 MHz
RV49	145,6125 MHz	145,0125 MHz
RV50	145,625 MHz	145,025 MHz
RV51	145,6375 MHz	145,0375 MHz
RV52	145,650 MHz	145,050 MHz
RV53	145,6625 MHz	145,0625 MHz
RV54	145,675 MHz	145,075 MHz
RV55	145,6875 MHz	145,0875 MHz
RV56	145,700 MHz	145,100 MHz
RV57	145,7125 MHz	145,1125 MHz
RV58	145,750 MHz	145,125 MHz
RV59	145,7375 MHz	145,1375 MHz
RV60	145,750 MHz	145,150 MHz
RV61	145,7625 MHz	145,1625 MHz
RV62	145,775 MHz	145,175 MHz
RV63	145,7875 MHz	145,1875 MHz

**70 cm področje**

70cm - repetitorske frekvence		
Oznaka	Oddajna	Sprejemna
RU692	438,650 MHz	431,050 MHz
RU694	438,675 MHz	431,075 MHz
RU696	438,700 MHz	431,100 MHz
RU698	438,725 MHz	431,125 MHz
RU700	438,750 MHz	431,150 MHz
RU702	438,775 MHz	431,175 MHz
RU704	438,800 MHz	431,200 MHz
RU706	438,825 MHz	431,225 MHz
RU708	438,850 MHz	431,250 MHz
RU710	438,875 MHz	431,275 MHz
RU712	438,900 MHz	431,300 MHz
RU714	438,925 MHz	431,325 MHz
RU716	438,950 MHz	431,350 MHz
RU718	438,975 MHz	431,375 MHz
RU720	439,000 MHz	431,400 MHz
RU722	439,025 MHz	431,425 MHz
RU724	439,050 MHz	431,450 MHz
RU726	439,075 MHz	431,475 MHz
RU728	439,100 MHz	431,500 MHz
RU730	439,125 MHz	431,525 MHz
RU732	439,150 MHz	431,550 MHz
RU734	439,175 MHz	431,575 MHz
RU736	439,200 MHz	431,600 MHz
RU738	439,225 MHz	431,625 MHz
RU740	439,250 MHz	431,650 MHz



P1.3

## PREFIKSI S PRIPADAJOČIMI ENTITETAMI

Jan. 2019 - S51WQ

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
1A	216	Sovereign Military Order of Malta	EU	28	15	+1	42N	13E
1A0	246	Sovereign Military Order of Malta	EU	28	15	+1	42N	13E
1B	901	Northern Cyprus	AS	39	20	+3	35N	33E
1M*	178	Minerva Reef	OC	62	32	-12	24S	179W
1S	247	Spratly Islands	AS	50	26	+7	9N	112E
2A	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2B	233	England	EU	27	14	0	52N	0
2C	233	England	EU	27	14	0	52N	0
2D	114	Isle of Man	EU	27	14	0	54N	4W
2E	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2F	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2G	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2H	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2I	265	Northern Ireland	EU	27	14	0	54N	6W
2K	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2L	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2M	279	Scotland	EU	27	14	0	57N	2W
2N	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2O	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2P	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2Q	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2R	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2S	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2T	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2U	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2V	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2X	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2Y	223	England	EU	27	14	0	52N	0
2Z	223	England	EU	27	14	0	52N	0
3A	260	Monaco	EU	27	14	+1	44N	8E
3B	165	Mauritius	AF	53	39	+4	20S	58E
3B6	4	Agalega & St Brandon	AF	53	39	+4	10S	57E
3B7	4	Agalega & St Brandon	AF	53	39	+4	10S	57E
3B8	165	Mauritius	AF	53	39	+4	20S	58E
3B9	207	Rodriguez Island	AF	53	39	+4	20S	63E
3C	49	Equatorial Guinea	AF	47	36	-1	4N	9E
3C0	195	Annobon Is (Pagalu)	AF	52	36	-1	1S	6E
3D2	489	Conway Reef	OC	56	32	+12	22S	175E
3D2	176	Fiji	OC	56	32	+12	18S	178E
3D2	450	Rotuma	OC	56	32	+12	13S	177E
3D6	486	Swaziland	AF	57	38	+2	26S	31E
3DA	468	Swaziland	AF	57	38	+2	26S	31E
3DC	468	Swaziland	AF	57	38	+2	26S	31E
3DD	468	Swaziland	AF	57	38	+2	26S	31E
3DE	468	Swaziland	AF	57	38	+2	26S	31E
3DF	468	Swaziland	AF	57	38	+2	26S	31E
3DG	468	Swaziland	AF	57	38	+2	26S	31E

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
3DH	486	Swaziland	AF	57	38	+2	26S	31E
3DI	486	Swaziland	AF	57	38	+2	26S	31E
3DJ	486	Swaziland	AF	57	38	+2	26S	31E
3DK	486	Swaziland	AF	57	38	+2	26S	31E
3DL	486	Swaziland	AF	57	38	+2	26S	31E
3DM	486	Swaziland	AF	57	38	+2	26S	31E
3DN	176	Fiji	OC	56	32	+12	18S	178E
3DO	176	Fiji	OC	56	32	+12	18S	178E
3DP	176	Fiji	OC	56	32	+12	18S	178E
3DQ	176	Fiji	OC	56	32	+12	18S	178E
3DR	176	Fiji	OC	56	32	+12	18S	178E
3DT	176	Fiji	OC	56	32	+12	18S	178E
3DU	176	Fiji	OC	56	32	+12	18S	178E
3DV	176	Fiji	OC	56	32	+12	18S	178E
3DX	176	Fiji	OC	56	32	+12	18S	178E
3DY	176	Fiji	OC	56	32	+12	18S	178E
3DZ	176	Fiji	OC	56	32	+12	18S	178E
3E	88	Panama	NA	11	7	-5	9N	80W
3F	88	Panama	NA	11	7	-5	9N	80W
3G	112	Chile	SA	14	12	+8	33S	70W
3H	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
3I	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
3J	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
3K	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
3L	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
3M	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
3N	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
3O	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
3P	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
3Q	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
3R	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
3S	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
3T	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
3U	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
3V	474	Tunisia	AF	37	33	+1	37N	10E
3W	293	Vietnam	AF	49	26	+7	11N	107E
3X	107	Guinea	AF	46	35	0	10N	14W
3Y	24	Bouvet	AF	67	38	0	54S	3E
3Y	199	Peter I. Island	AN	72	12	-6	69S	91W
3Z	269	Poland	EU	28	15	+1	51N	19E
4A	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
4B	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
4C	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
4D	375	Philippines	OC	50	27	+8	11N	124E
4E	375	Philippines	OC	50	27	+8	11N	124E
4G	375	Philippines	OC	50	27	+8	11N	124E
4H	375	Philippines	OC	50	27	+8	11N	124E
4I	375	Philippines	OC	50	27	+8	11N	124E
4J	18	Azerbaijan	AS	29	21	+4	40N	50E
4J1	151	Maly vysotsky Island	EU	29	16	+3	56N	37E
4K	18	Azerbaijan	AS	29	21	+4	40N	50E
4K1	241	South Shetland Island	SA	73	13	-4	62S	58E



PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
4L	75	Georgia	AS	29	21	+4	42N	45E
4M	148	Venezuela	SA	12	9	-4	10N	67W
4N	296	Serbia	EU	28	15	+1	44N	25E
4N5*	502	Nord Macedonia	EU	28	15	+1	42N	22E
4O	514	Montenegro (Črna Gora)	EU	28	15	+1	43N	19E
4P	315	Sri Lanka	AS	41	22	+5,5	7N	80E
4Q	315	Sri Lanka	AS	41	22	+5,5	7N	80E
4R	315	Sri Lanka	AS	41	22	+5,5	7N	80E
4S	315	Sri Lanka	AS	41	22	+5,5	7N	80E
4T	136	Peru	SA	12	10	-5	12S	76W
4U	117	ITU Geneva	EU	28	14	+1	46N	6E
4U_ITU	117	ITU Geneva	EU	28	14	+1	46N	6E
4U_UN	289	United Nations HQ	NA	8	5	-5	41N	47W
4V	73	Haiti	NA	11	8	-5	19N	72W
4W	511	Timor Leste	OC	54	28	+8	9S	126E
4X	336	Israel	AS	39	20	+2	32N	35E
4X1*	336	Israel - Palestina	AS	39	20	+2	32N	35E
4Y		International Civil Aviation						
4Z	336	Israel	AS	39	20	+2	32N	35E
5A	436	Libya	AF	38	34	+2	33N	13E
5B	215	Cyprus	AF	39	20	+3	35N	33E
5C	446	Morocco	AF	37	33	0	34N	7W
5D	446	Morocco	AF	37	33	0	34N	7W
5E	446	Morocco	AF	37	33	0	34N	7W
5F	446	Morocco	AF	37	33	0	34N	7W
5G	446	Morocco	AF	37	33	0	34N	7W
5H	470	Tanzania	AF	53	37	+3	7S	39E
5H1*	307	Zanzibar	AF	53	37	+3	7S	39E
5I	470	Tanzania	AF	53	37	+3	7S	39E
5J	116	Colombia	SA	12	9	-5	5N	74W
5K	116	Colombia	SA	12	9	-5	5N	74W
5L	434	Liberia	AF	46	35	-0,75	6S	11W
5M	434	Liberia	AF	46	35	-0,75	6S	11W
5N	450	Nigeria	AF	45	35	+1	6N	3E
5O	450	Nigeria	AF	45	35	+1	6N	3E
5P	221	Denmark	EU	18	14	+1	56N	13E
5Q	221	Denmark	EU	18	14	+1	56N	13E
5R	438	Madagascar	AF	63	39	+3	19S	48E
5S	438	Madagascar	AF	63	39	+3	19S	48E
5T	444	Mauritania	AF	46	35	-1	18N	16W
5U	187	Niger	AF	46	35	+1	14N	2W
5V	483	Togo	AF	46	35	0	6N	1E
5W	190	Samoa	OC	62	32	-11	14S	172W
5X	285	Uganda	AF	48	37	+3	0	33E
5Y	430	Kenya	AF	48	37	+3	2S	37E
5Z	430	Kenya	AF	48	37	+3	2S	37E
6A	478	Egipt	AF	38	34	+2	29N	32E
6B	478	Egipt	AF	38	34	+2	29N	32E
6C	384	Syria	AF	39	20	+2	34N	36E
6D	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
6E	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
6F	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
6G	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
6H	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
6I	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
6J	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
6K	137	South Korea	AS	44	25	+9	38N	127E
6L	137	South Korea	AS	44	25	+9	38N	127E
6M	137	South Korea	AS	44	25	+9	38N	127E
6N	137	South Korea	AS	44	25	+9	38N	127E
6O	232	Somalia	AF	48	37	+3	2N	46E
6P	372	Pakistan	AS	41	21	+5	34N	73E
6Q	372	Pakistan	AS	41	21	+5	34N	73E
6R	372	Pakistan	AS	41	21	+5	34N	73E
6S	372	Pakistan	AS	41	21	+5	34N	73E
6T	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
6U	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
6V	456	Senegal	AF	46	34	0	15N	18W
6W	456	Senegal	AF	46	34	0	15N	18W
6X	438	Madagaskar	AF	53	39	+3	19S	48E
6Y	82	Jamaica	NA	11	08	-5	18N	77W
6Z	434	Liberia	AF	46	35	-0,75	6N	9W
7A	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
7B	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
7C	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
7D	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
7E	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
7F	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
7G	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
7H	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
7I	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
7J	339	Japan	AS	45	25	+9	36N	137E
7J1*	194	Okino Tori-shima	AS	45	27	+10	30N	140E
7K	339	Japan	AS	45	25	+9	36N	137E
7L	339	Japan	AS	45	25	+9	36N	137E
7M	339	Japan	AS	45	25	+9	36N	137E
7N	339	Japan	AS	45	25	+9	36N	137E
7O	492	Yemen	AS	39	21	+3	13N	45E
7P	432	Lesotho	AF	57	38	+2	29S	27E
7Q	440	Malawi	AF	23	37	+2	14S	34E
7R	400	Algeria	AF	37	33	0	37N	3E
7S	248	Sweden	EU	28	15	+1	59N	18E
7T	400	Algeria	AF	37	33	0	37N	3E
7U	400	Algeria	AF	37	33	0	37N	3E
7V	400	Algeria	AF	37	33	0	37N	3E
7W	400	Algeria	AF	37	33	0	37N	3E
7X	400	Algeria	AF	37	33	0	37N	3E
7Y	400	Algeria	AF	37	33	0	37N	3E
7Z	378	Saudi Arabia	AS	39	21	+3	25N	47E
8A	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
8B	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
8C	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
8D	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
8E	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
8F	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
8G	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
8H	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
8I	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
8J	339	Japan	AS	45	25	+9	36N	137E
8K	339	Japan	AS	45	25	+9	36N	137E
8L	339	Japan	AS	45	25	+9	36N	137E
8M	339	Japan	AS	45	25	+9	36N	137E
8N	339	Japan	AS	45	25	+9	36N	137E
8O	402	Botswana	AF	57	38	+9	36N	137E
8P	62	Barbados	NA	11	08	-4	13N	60W
8Q	159	Maldives	AS	41	22	+5	4N	37E
8R	129	Guyana	SA	12	9	-3,75	6N	58W
8S	248	Sweden	EU	28	15	+1	59N	18E
8T	324	India	AS	41	22	+5,5	29N	77E
8U	324	India	AS	41	22	+5,5	29N	77E
8V	324	India	AS	41	22	+5,5	29N	77E
8W	324	India	AS	41	22	+5,5	29N	77E
8X	324	India	AS	41	22	+5,5	29N	77E
8Y	324	India	AS	41	22	+5,5	29N	77E
8Z	378	Saudi Arabia	AS	39	21	+3	25N	47E
8Z4*	226	Saudi Arabia/Iraq Neutral Zone	AS	39	21	+3	25N	47E
8Z5*	68	Saudi Arabia/KuWait Neutral Zone	AS	39	21	+3	25N	47E
9A	497	Croatia	EU	28	15	+1	46N	15E
9B	330	Iran	AS	40	21	+3,5	36N	51E
9C	330	Iran	AS	40	21	+3,5	36N	51E
9D	330	Iran	AS	40	21	+3,5	36N	51E
9E	53	Ethiopia	AF	48	37	+3	9N	39E
9F	53	Ethiopia	AF	48	37	+3	9N	39E
9G	424	Ghana	AF	45	35	0	5N	0
9H	257	Malta	EU	28	15	+1	36N	15E
9I	482	Zambia	AF	53	36	+2	15S	28E
9J	482	Zambia	AF	53	36	+2	15S	28E
9K	348	Kuwait	AS	39	21	+3	29N	48E
9K3*	68	Saudi Arabia/KuWait Neutral Zone	AS	39	21	+3	25N	47E
9L	458	Sierra Leone	AF	46	35	0	9N	13W
9M	299	West Malaysia	AS	54	28	+7,5	3N	102E
9M0	247	Spratly Islands	OC	50	26	+7	9N	112E
9M2*	299	West Malaysia	AS	54	28	+7,5	3N	102E
9M4	299	West Malaysia	AS	54	28	+7,5	3N	102E
9M6	46	East Malaysia	OC	54	28	+8	2N	110E
9M8	46	East Malaysia	OC	54	28	+8	2N	110E
9N	369	Nepal	AS	42	22	+5,75	28N	85E
9O	414	Dem. Republic of Kongo	AF	52	36	+1	4S	15E
9P	414	Dem. Republic of Kongo	AF	52	36	+1	4S	15E
9Q	414	Dem. Republic of Kongo	AF	52	36	+1	4S	15E
9R	414	Dem. Republic of Kongo	AF	52	36	+1	4S	15E
9S	414	Dem. Republic of Kongo	AF	52	36	+1	4S	15E
9S4*	210	Saar	EU	28	14	+1	49N	7E
9T	414	Dem. Republic of Kongo	AF	52	36	+1	4S	15E

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
9U	381	Burundi	AF	52	36	+7,5	1N	104E
9U5*	299	Ruanda - Urundi	AF	52	36	+7,5	3N	102E
9V	545	Singapore	AS	54	28	+3	2S	30E
9W	90	West Malaysia	AS	54	28	-4	11N	62W
9X	90	Rwanda	AF	52	36	-4	11N	62W
9Y	402	Trinidad & Tobago	SA	11	9	+2	25S	25E
9Z	160	Trinidad & Tobago	SA	11	9	+13	21S	175W
A2	370	Botswana	AF	57	38	+4	24N	59E
A3	306	Tonga	OC	62	32	+5,5	28N	90E
A4	391	Oman	AS	39	21	+4	24N	54E
A5	376	Bhutan	AS	41	22	+4	25N	52E
A6	434	United Arab Emirates	AS	39	21	-0,75	6N	11W
A7	304	Qatar	AS	39	21	+4	26N	51E
A8	291	Liberia	AF	46	35	-5	39N	77W
A9	291	Bahrain	AS	39	21	-5	39N	77W
AA	291	United States of America	NA	6, 7, 8	3, 4, 5	-5	39N	77W
AB	231	United States of America	NA	6, 7, 8	3, 4, 5	+5,5	27N	89E
AC	268	United States of America	NA	6, 7, 8	3, 4, 5	+6	30N	92E
AC3*	291	Sikim	AS	41	22	-5	39N	77W
AC4*	591	Tibet	AS	41	23	-5	39N	77W
AD	591	United States of America	NA	6, 7, 8	3, 4, 5	-5	39N	77W
AE	591	United States of America	NA	6, 7, 8	3, 4, 5	-5	39N	77W
AF	591	United States of America	NA	6, 7, 8	3, 4, 5	-5	39N	77W
AG	515	United States of America	NA	6, 7, 8	3, 4, 5	-6	17N	84W
AH	591	United States of America	NA	6, 7, 8	3, 4, 5	-5	39N	77W
AH8S*	591	Swains Island	OC	62	32	-5	39N	77W
AI	591	United States of America	NA	6, 7, 8	3, 4, 5	-5	39N	77W
AJ	591	United States of America	NA	6, 7, 8	3, 4, 5	-5	39N	77W
AK	281	United States of America	NA	6, 7, 8	3, 4, 5	+1	40N	4W
AL	281	United States of America	NA	6, 7, 8	3, 4, 5	+1	40N	4W
AM	281	Spain	EU	37	14	+1	40N	4W
AN	372	Spain	EU	37	14	+5	34N	73E
AO	372	Spain	EU	37	14	+5	34N	73E
AP	372	Pakistan	AS	41	21	+5	34N	73E
AQ	372	Pakistan	AS	41	21	+5	34N	73E
AR	324	Pakistan	AS	41	21	+5,5	29N	77E
AS	324	Pakistan	AS	41	21	+5,5	29N	77E
AT	324	India	AS	41	22	+5,5	29N	77E
AU	324	India	AS	41	22	+5,5	29N	77E
AV	100	India	AS	41	22	-3	35S	58W
AW	100	India	AS	41	22	-3	35S	58W
AY	318	Argentina	SA	41	22	+8	40N	116E
AZ	318	Argentina	SA	41	22	+8	40N	116E
B0	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
B1	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
B2	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
B3	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
B4	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
B5	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
B6	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
B7	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
B9	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BA	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BB	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BC	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BD	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BE	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BF	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BG	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BH	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BI	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BJ	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BK	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BL	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BM	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BN	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BO	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BP	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BQ	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BQ9	505	Pratas Island	AS	44	24	+8	21N	122E
BR	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BS	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BS7	506	Scarborught Reef	AS	50	27	+8	15N	118E
BT	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
BU	386	Taiwan	AS	44	24	+8	25N	122E
BV	386	Taiwan	AS	44	24	+8	25N	122E
BV9	505	Pratas Island	AS	44	24	+8	25N	122E
BX	386	Taiwan	AS	44	24	+8	25N	122E
BY	318	China	AS	33, 42, 43, 44	23,24	+8	40N	116E
BZ	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
C2	157	Nauru	OC	65	31	+11,5	1S	167E
C3	203	Andora	EU	27	14	+1	43N	2E
C4	215	Cyprus	AS	39	20	+3	35N	33E
C5	422	The Gambia	AF	46	35	0	13N	17W
C6	60	Bahamas	NA	11	8	-5	25N	77W
C7		World Meteorological Organization						
C8	181	Mozambique	AF	53	37	+2	26S	33E
C9	181	Mozambique	AF	53	37	+2	26S	33E
C9*	164	Manchuria	AS	33	24	+8,5	46N	127E
CA	112	Chile	SA	14	12	-4	33S	71W
CB	112	Chile	SA	14	12	-4	33S	71W
CC	112	Chile	SA	14	12	-4	33S	71W
CD	112	Chile	SA	14	12	-4	33S	71W
CE	112	Chile	SA	14, 16	12	-4	33S	71W
CE0X	217	San Felix & San Ambrosio	SA	14	12	-5	26S	80W
CE0Y	47	Easter Island	SA	63	12	-7	27S	109W
CE0Z	125	Juan Fernandez	SA	14	12	-4	34S	79W
CE9	13	Antartica	AN	6, 7, 67, 69, 74	12, 13, 29, 30, 32, 38, 39	0	90S	0
CE9	241	Suth Shetland Islands	SA	73	13	-4	62N	58W
CF	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
CG	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
CH	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
CI	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
CJ	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
CK	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
CL	70	Cuba	NA	11	8	-5	23N	82W
CM	70	Cuba	NA	11	8	-5	23N	82W
CN	446	Morocco	AF	37	33	0	34N	7W
CN2*	246	Tanger	AF	37	33	0	36N	8W
CO	70	Cuba	NA	11	8	-5	23N	82W
CP	104	Bolivia	SA	12, 14	10	-4	17S	68W
CQ	272	Portugal	EU	37	14	0	39N	9W
CR8*	42	Damao, Dui	AS	41	22	+5,5	21N	71E
CR8*	101	Goa	AS	41	22	+5,5	16N	74E
CR8*	200	Portuguese Timor	OC	54	28	0	39N	9W
CT	272	Portugal	EU	37	14	0	39N	9W
CT3	256	Madeira Island	AF	36	33	-1	33N	17W
CU	149	Azores	EU	36	14	-1	38N	26W
CV	144	Uruguay	SA	14	13	-3	35S	56W
CW	144	Uruguay	SA	14	13	-3	35S	56W
CX	144	Uruguay	SA	14	13	-3	35S	56W
CY	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
CY0	211	Sable Island	NA	9	5	-5	44N	60W
CY9	252	St Paul Island	NA	9	5	-5	47N	60W
CZ	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
D2	401	Angola	AF	52	36	+1	9S	13E
D3	401	Angola	AF	52	36	+1	9S	13E
D4	409	Cape Verde	AF	46	35	-2	15N	23W
D5	434	Liberia	AF	46	35	-0,75	6N	11W
D6	411	Comoros	AF	53	39	+3	12S	43E
D7	137	South Korea	AS	44	25	+9	36N	128E
D8	137	South Korea	AS	44	25	+9	36N	128E
D9	137	South Korea	AS	44	25	+9	36N	128E
DA	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DB	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DC	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DD	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DE	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DF	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DG	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DH	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DI	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DJ	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DK	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DL	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DM	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DN	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DO	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DP	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DQ	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DR	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
DS	137	South Korea	AS	44	25	+9	36N	128E
DT	137	South Korea	AS	44	25	+9	36N	128E
DU	375	Philippines	OC	50	27	+8	15N	121E

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
DV	375	Philippines	OC	50	27	+8	15N	212E
DW	375	Philippines	OC	50	27	+8	15N	212E
DX	375	Philippines	OC	50	27	+8	15N	212E
DY	375	Philippines	OC	50	27	+8	15N	212E
DZ	375	Philippines	OC	50	27	+8	15N	212E
E2	387	Thailand	AS	49	26	+7	14N	101E
E3	51	Eritrea	AF	48	37	+3	15N	39E
E4	510	Palestine	AS	39	20	+2	32N	34E
E5	234	South Cook Islands	OC	62	32	+10,5	22S	158E
E6	188	Niue	OC	62	32	-11	19S	170E
E7	501	Bosnie and Herzegovina	EU	28	15	+1	44N	18E
EA	281	Spain	EU	37	14	+1	40N	4W
EA6	21	Balearic Islands	EU	37	14	+1	38N	3E
EA8	29	Canary Islands	AF	36	33	0	28N	15W
EA9	32	Ceuta & Melilla	AF	37	33	+1	36N	5W
EA9*	113	Ifini	AF	37	33	0	29N	10W
EB	281	Spain	EU	37	14	+1	40N	4W
EC	281	Spain	EU	37	14	+1	40N	4W
ED	281	Spain	EU	37	14	+1	40N	4W
EE	281	Spain	EU	37	14	+1	40N	4W
EF	281	Spain	EU	37	14	+1	40N	4W
EG	281	Spain	EU	37	14	+1	40N	4W
EH	281	Spain	EU	37	14	+1	40N	4W
EI	245	Ireland	EU	27	14	0	53N	6W
EJ	245	Ireland	EU	27	14	0	53N	6W
EK	14	Armenia	AS	29	21	+4	40N	45E
EL	434	Liberia	AF	46	35	-0,75	6N	11W
EM	288	Ukraine	EU	29	16	+2	50N	30W
EN	288	Ukraine	EU	29	16	+2	50N	30W
EO	288	Ukraine	EU	29	16	+2	50N	30W
EP	330	Iran	AS	40	21	+3,5	36N	51E
EO	330	Iran	AS	40	21	+3,5	36N	51E
ER	179	Moldavia	EU	29	16	+3	47N	29E
ES	52	Estonia	EU	29	15	+2	59N	25E
ET	53	Ethiopia	AF	48	37	+3	9N	39E
EU	27	Belarus	EU	29	16	+2	54N	28E
EV	27	Belarus	EU	29	16	+2	54N	28E
EW	27	Belarus	EU	29	16	+2	54N	28E
EX	135	Kyrgyzstan	AS	30, 31	17	+6	43N	75E
EY	262	Tajikistan	AS	30	17	+6	39N	69E
EZ	280	Turkmenistan	AS	30	17	+5	38N	58E
F	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
FA	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
FB	227	France	EU	27	14	+1	44N	2E
FC	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
FD	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
FE	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
FF*	59	French West Africa	AF	46	35	0	15N	18W
FG	79	Guadeloupe	NA	11	8	-4	16N	62W
FH	169	Mayotte	AF	53	39	+3	13S	45E
FH*	39	Comoros (FB)	AF	53	39	+3	12S	43E
FI	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
FI8*	58	French Indo China	AS	49	26	+7	11N	107E
FJ	516	St Barthelemy	NA	11	8	-4	18N	63W
FK	162	New Caledonia	OC	56	32	+11	22S	167E
FM	84	Martinique	NA	11	8	-4	15N	61WF
FN	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
FN8*	67	French India	AS	41	22	+5,5	12N	80E
FO	175	French Poynesia	OC	63	32	-10	18N	150W
FO0	36	Clipperton Island	NA	10	7	-7	10N	109W
FO0	508	Austral Islands, Tubual	OC	63	32	-10	23S	149W
FO0	509	Maquesas Islands	OC	63	31	-10	9S	140S
FP	277	St Pierre & Miquelon	NA	9	5	-4	47N	56W
FQ	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
FQ8*	57	French Equatorial Africa	AF	47, 52	36	+1	5N	18E
FR	453	Reunion	AF	53	39	+4	21S	55E
FR/E	124	Juan De Nova, Europa	AF	53	39	+3	17S	43E
FR/G	99	Glorioso Islands	AF	53	39	+3	12S	47E
FR/J	124	Juan De Nova, Europa	AF	53	39	+3	17S	43E
FR/T	276	Tromelin Island	AF	53	39	+4	16S	54E
FS	518	St Marten	SA	11	8	-4	18N	63W
FT	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
FT5W	41	Crozet	AF	68	39	+3	46S	25E
FT5X	131	Kerguelen Island	AF	68	39	+5	50S	70E
FT5Z	10	Amsterdam & St Paul Island	AF	68	39	+5	38S	78E
FU	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
FV	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
FW	298	Wallis & Funtana Island	OC	62	32	-10,5	14S	172W
FX	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
FY	63	French Guiana	SA	12	9	-4	5N	52W
FZ	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
G	223	England	EU	27	14	0	52N	0
GA	223	England	EU	27	14	0	52N	0
GB	223	England	EU	27	14	0	52N	0
GC	294	Wales	EU	27	14	0	52N	3W
GD	114	Isle of Man	EU	27	14	0	54N	4W
GE	223	England	EU	27	14	0	52N	0
GF	223	England	EU	27	14	0	52N	0
GG	223	England	EU	27	14	0	52N	0
GH	122	Jersey	EU	27	14	0	49N	2W
GI	265	Northern Ireland	EU	27	14	0	55N	6W
GJ	122	Jersey	EU	27	14	0	49N	2W
GK	223	England	EU	27	14	0	52N	0
GL	223	England	EU	27	14	0	52N	0
GM	279	Scotland	EU	27	14	0	57N	2W
GN	265	Northern Ireland	EU	27	14	0	55N	6W
GO	223	England	EU	27	14	0	52N	0
GP	106	Guernsey	EU	27	14	0	49N	3W
GQ	223	England	EU	27	14	0	52N	0
GR	223	England	EU	27	14	0	52N	0
GS	279	Scotland	EU	27	14	0	57N	2W
GT	114	Isle of Man	EU	27	14	0	54N	4W
GU	106	Guernsey	EU	27	14	0	49N	3W
GV	223	England	EU	27	14	0	52N	0



PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
GW	294	Wales	EU	27	14	0	52N	3W
GX	223	England	EU	27	14	0	52N	0
GY	223	England	EU	27	14	0	52N	0
GZ	279	Scotland	EU	27	14	0	57N	2W
H2	215	Cyprus	AS	39	20	+3	35N	33E
H3	88	Panama	NA	11	7	-5	9N	80W
H4	185	Solomon Islands	OC	51	28	+11	9S	160E
H40	507	Temotu	OC	51	58	+11	11S	166E
H5	462	South Africa	AF	57	38	+2	26S	28E
H6	86	Nicaragua	NA	11	7	-6	12N	87W
H7	86	Nicaragua	NA	11	7	-6	12N	87W
H8	88	Panama	NA	11	7	-5	9N	80W
H9	88	Panama	NA	11	7	-5	9N	80W
HA	239	Hungary	EU	28	15	+1	48N	19E
HB	287	Switzerland	EU	28	14	+1	47N	7E
HBO	251	Lichstenstein	EU	28	14	+1	47N	10E
HB3Y	251	Lichstenstein	EU	28	14	+1	47N	10E
HBL	251	Lichstenstein	EU	28	14	+1	47N	10E
HC	120	Ecuador	SA	12	10	-5	0	79W
HC8	71	Galapagos Islands	SA	12	10	-6	1S	90W
HD	120	Ecuador	SA	12	10	-5	0	79W
HD8	71	Galapagos Islands	SA	12	10	-6	1S	90W
HE	287	Switzerland	EU	28	14	+1	47N	10E
HF	269	Poland	EU	28	15	+1	51N	19E
HF0	241	South Shetland Island	SA	73	13	-4	62S	28W
HG	239	Hungary	EU	28	15	+1	48N	19E
HH	73	Haiti	NA	11	8	-5	19N	72W
HI	72	Dominican Republic	NA	11	8	-5	18N	70W
HJ	116	Colombia	SA	12	9	-5	5N	74W
HK	116	Colombia	SA	12	9	-5	5N	74W
HK0	161	Malpelo Islands	SA	12	9	-5	4N	82W
HK0	216	San Andreas & Providencia	NA	11	7	-6	13N	82W
HK0*	19	Bajo Nuevo	NA	11	8	-5	4N	82W
HK0*	228	Serrana Bank & Rocandur Cay	NA	11	7	-5	14N	80W
HL	173	Southern Korea	AS	44	25	+9	38N	127E
HM	344	Nordhern Korea (DPR)	AS	44	25	+9	39N	126E
HN	333	Iraq	AS	39	21	+3	32N	45E
HO	88	Panama	NA	11	7	-5	9N	80W
HP	88	Panama	NA	11	7	-5	9N	80W
HQ	80	Honduras	NA	11	7	-6	14N	87W
HR	80	Honduras	NA	11	7	-6	14N	87W
HS	387	Thailand	AS	49	26	+7	14N	101E
HT	86	Nicaragua	NA	11	7	-6	12N	87E
HU	74	El Salvador	NA	11	7	-6	14N	89W
HV	295	Vatican	EU	28	15	+1	42N	13E
HW	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
HX	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
HY	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
HZ	378	Saudi Arabia	AS	39	21	+3	25N	47E
I	248	Italy	EU,AF	28	15,33	+1	42N	12E
I1*	271	Trieste	EU	28	15	+1	46N	14E
I5*	115	Italian Somaliland	AF	48	37	+3	2N	46E

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
IM0	225	Sardinia	EU	28	15	+1	39N	9E
IS0	225	Sardinia	EU	28	15,33	+1	39N	9E
J2	382	Djibouti	AF	48	37	+3	12N	43E
J3	77	Grenada	NA	11	8	-4	12N	62W
J4	263	Grece (Dodecanese)	EU	28	20	+2	38N	24E
J5	109	Guinea - Bissao	AF	46	35	-1	12N	16W
J6	97	St Lucia	NA	11	8	-4	14N	61W
J7	95	Dominica	NA	11	8	-4	15N	61W
J8	98	St Vincent	NA	11	8	-4	13N	61W
JA	339	Japan	AS	45	25	+9	36N	140E
JB	339	Japan	AS	45	25	+9	36N	140E
JC	339	Japan	AS	45	25	+9	36N	140E
JD	339	Japan	AS	45	25	+9	36N	140E
JD1	177	Minami Torishima	OC	90	27	+10	24N	154E
JD1	192	Ogasawara	AS	45	27	+10	28N	142E
JE	339	Japan	AS	45	27	+9	36N	140E
JF	339	Japan	AS	45	27	+9	36N	140E
JG	339	Japan	AS	45	27	+9	36N	140E
JH	339	Japan	AS	45	27	+9	36N	140E
JI	339	Japan	AS	45	27	+9	36N	140E
JJ	339	Japan	AS	45	27	+9	36N	140E
JK	339	Japan	AS	45	27	+9	36N	140E
JL	339	Japan	AS	45	27	+9	36N	140E
JM	339	Japan	AD	45	27	+9	36N	140E
JN	339	Japan	AS	45	27	+9	36N	140E
JO	339	Japan	AS	45	27	+9	36N	140E
JP	339	Japan	AS	45	27	+9	36N	140E
JQ	339	Japan	AS	45	27	+9	36N	140E
JR	339	Japan	AS	45	27	+9	36N	140E
JR6*	193	Okinawa	AS	45	27	+9	36N	140E
JS	339	Japan	AS	45	27	+9	36N	140E
JT	363	Mongolia	AS	32,33	23	+7,5	48N	107E
JU	363	Mongolia	AS	32,33	23	+7,5	48N	107E
JV	363	Mongolia	AS	32,33	23	+7,5	48N	107E
JW	259	Svalbard (Norway)	EU	18	40	+1	78N	16E
JX	118	Jan Mayen (Norway)	EU	18	40	-1	71N	9W
JY	323	Jordan	AS	39	20	+2	32N	36E
JZ	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
JZ0*	184	Netherlands New Guinea	OC	51	28	+10	10S	147E
K	291	United States of America	NA	6,7,8	3,4,5	-5	39N	77W
KC4	13	Antarctica	AN	6,7,67	12,13,29, 30,32,38, 39	0	90S	0
KG4	105	Guantanamo Bay	NA	11	8	-5	20N	75W
KH0	166	Mariana islands	OC	64	27	+10	15N	146E
KH1	20	Baker & Howland Onsels	OC	61	31	-12	0N	176W
KH2	103	Guam	OC	64	27	+10	13N	145E
KH3	123	Johnston Islands	OC	61	31	-11	17N	170W
KH4	174	Midway Islands	OC	61	31	-11	28N	177W
KH5	197	Palmyra & Jarvis Islands	OC	61,62	31	-11	6N	162W
KH5K*	134	Kingman Reef	OC	61	31	-11	6N	162W
KH6	110	Hawaii	OC	61	31	-10	21N	158W
KH7K	138	Kure Island	OC	61	31	-11	29N	178W

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
KH8	9	American Samoa	OC	62	32	-11	14S	171W
KH8S	515	Swains Island	OC	62	32	-11	11S	171W
KH9	297	Wake Island	OC	65	31	+12	19N	163E
KL7	6	Alaska (USA)	NA	1, 2	1	-10	66N	152W
KP1	182	Navassa Island	OC	11	8	-5	18N	75W
KP2	285	Virgin Island	NA	11	8	-4	18N	65W
KP3	202	Puerto Riko	NA	11	8	-4	18N	66W
KP3*	228	Serrana Bank & Rocandor Cay	NA	11	7	-5	14N	80W
KP4	202	Puerto Riko	NA	11	8	-4	18N	66W
KP5	41	Desecheo Island	NA	11	8	-4	18N	68W
KR6*	193	Okinawa	AS	45	25	+8	26N	128E
KR8*	193	Okinawa	AS	45	25	+8	26N	128E
KS4*	228	Serrana Bank & Rocandor Cay	NA	11	7	-5	14N	80W
KS4*	261	Swan Island	NA	11	7	-6	17N	84W
KZ5*	28	Kanal Zone	NA	11	7	-5	9N	80W
L2	100	Argentina	SA	14, 16	13	-3	35S	58W
L3	100	Argentina	SA	14, 16	13	-3	35S	58W
L4	100	Argentina	SA	14, 16	13	-3	35S	58W
L5	100	Argentina	SA	14, 16	13	-3	35S	58W
L6	100	Argentina	SA	14, 16	13	-3	35S	58W
L7	100	Argentina	SA	14, 16	13	-3	35S	58W
L8	100	Argentina	SA	14, 16	13	-3	35S	58W
L9	100	Argentina	SA	14, 16	13	-3	35S	58W
LA	266	Norway	EU	18	14	+1	60N	11E
LB	266	Norway	EU	18	14	+1	60N	11E
LC	266	Norway	EU	18	14	+1	60N	11E
LD	266	Norway	EU	18	14	+1	60N	11E
LE	266	Norway	EU	18	14	+1	60N	11E
LF	266	Norway	EU	18	14	+1	60N	11E
LG	266	Norway	EU	18	14	+1	60N	11E
LH	266	Norway	EU	18	14	+1	60N	11E
LI	266	Norway	EU	18	14	+1	60N	11E
LJ	266	Norway	EU	18	14	+1	60N	11E
LK	266	Norway	EU	18	14	+1	60N	11E
LM	266	Norway	EU	18	14	+1	60N	11E
LN	266	Norway	EU	18	14	+1	60N	11E
LO	100	Argentina	SA	14	13	-3	35S	58W
LP	100	Argentina	SA	14	13	-3	35S	58W
LQ	100	Argentina	SA	14	13	-3	35S	58W
LP	100	Argentina	SA	14	13	-3	35S	58W
LQ	100	Argentina	SA	14	13	-3	35S	58W
LR	100	Argentina	SA	14	13	-3	35S	58W
LS	100	Argentina	SA	14	13	-3	35S	58W
LT	100	Argentina	SA	14	13	-3	35S	58W
LU	100	Argentina	SA	14	13	-3	35S	58W
LV	100	Argentina	SA	14	13	-3	35S	58W
LW	100	Argentina	SA	14	13	-3	35S	58W
LX	254	Luxemburg	EU	27	14	+1	50N	6E
LY	146	Lithuania	EU	29	15	+2	55N	25E
LZ	212	Bulgaria	EU	28	20	+2	43N	23E
M	223	England	EU	27	14	0	52N	0
M2	223	England	EU	27	14	0	52N	0

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
M4	223	England	EU	27	14	0	52N	0
MA	223	England	EU	27	14	0	52N	0
MB	223	England	EU	27	14	0	52N	0
MD	114	Isle of Man	EU	27	14	0	54N	4W
ME	223	England	EU	27	14	0	52N	0
MF	223	England	EU	27	14	0	25N	0
MG	223	England	EU	27	14	0	52N	0
MH	122	Jersey	EU	27	14	0	49N	2W
MI	265	Nothern Ireland	EU	27	14	0	54N	6W
MK	223	England	EU	27	14	0	25N	0
ML	223	England	EU	27	14	0	25N	0
MM	279	Scotland	EU	27	14	0	57N	2W
MN	263	Nothern Ireland	EU	27	14	0	54N	6W
MO	223	England	EU	27	14	0	25N	0
MP	106	Guernsey	EU	27	14	0	49N	3W
MQ	223	England	EU	27	14	0	25N	0
MR	223	England	EU	27	14	0	25N	0
MS	297	Scotland	EU	27	14	0	57N	2W
MT	114	Isle of Man	EU	27	14	0	54N	4W
MU	106	Guernsey	EU	27	14	0	49N	3W
MV	223	England	EU	27	14	0	25N	0
MX	223	England	EU	27	14	0	25N	0
MY	223	England	EU	27	14	0	25N	0
MZ	279	Scotland	EU	27	14	0	57N	2W
N	291	United States of America	NA	6, 7, 8	3, 4, 5	-5	39N	77W
NH8N	515	Swains Island	OC	62	32	-11	11S	171W
NL	6	Alaska (USA)	NA	1, 2	1	-10	66N	125W
NP1	182	Nawasa Island	NA	11	8	-5	18N	75W
OA	136	Peru	SA	12	10	-5	12S	78W
OB	136	Peru	SA	12	10	-5	12S	78W
OC	136	Peru	SA	12	10	-5	12S	78W
OD	354	Lebanon	AS	39	20	+2	34N	36E
OE	260	Austria	EU	28	15	+1	48N	16E
OF	224	Finland	EU	18	15	+2	60N	25E
OG	224	Finland	EU	18	15	+2	60N	25E
OH	224	Finland	EU	18	15	+2	60N	25E
OHO	5	Aland Island	EU	18	15	+2	60N	20E
OHOM	167	Market Reef	EU	18	15	+2	60N	19E
OI	224	Finland	EU	18	15	+2	60N	25E
OJ	224	Finland	EU	18	15	+2	60N	25E
OJO	167	Market Reef	EU	18	15	+2	60N	19E
OK	503	Czech Republic	EU	28	15	+1	50N	15E
OM	504	Slovak Republic	EU	28	15	+1	48N	17E
ON	209	Belgium	EU	27	14	+1	51N	4E
OO	209	Belgium	EU	27	14	+1	51N	4E
OP	209	Belgium	EU	27	14	+1	51N	4E
OQ	209	Belgium	EU	27	14	+1	51N	4E
OR	209	Belgium	EU	27	14	+1	51N	4E
OS	209	Belgium	EU	27	14	+1	51N	4E
OT	209	Belgium	EU	27	14	+1	51N	4E
OU	221	Denmark	EU	18	14	+1	56N	13E
OV	221	Denmark	EU	18	14	+1	56N	13E

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
OW	221	Denmark	EU	18	14	+1	56N	13E
OX	237	Greenland	NA	5, 75	40	-3	64N	52W
OY	222	Faroe Islands	EU	18	14	0	62N	7W
OZ	221	Denmark	EU	18	14	+1	56N	13E
P2	163	Papua New Guinea	OC	51	28	+10	10S	147E
P2*	198	Papua Territory	OC	51	28	+10	10S	147E
P2*	267	Terr. New Guinea	OC	51	28	+10	10S	147E
P3	215	Cyprus	AS	39	20	+3	35N	33E
P4	91	Aruba	SA	11	9	-4	13N	70W
P5	344	North Korea	AS	44	25	+9	39N	126E
P6	344	North Korea	AS	44	25	+9	39N	126E
P7	344	North Korea	AS	44	25	+9	39N	126E
P8	344	North Korea	AS	44	25	+9	39N	126E
P9	344	North Korea	AS	44	25	+9	39N	126E
PA	263	Netherlands	EU	27	14	+1	52N	5E
PB	263	Netherlands	EU	27	14	+1	52N	5E
PC	263	Netherlands	EU	27	14	+1	52N	5E
PD	263	Netherlands	EU	27	14	+1	52N	5E
PE	263	Netherlands	EU	27	14	+1	52N	5E
PF	263	Netherlands	EU	27	14	+1	52N	5E
PG	263	Netherlands	EU	27	14	+1	52N	5E
PH	263	Netherlands	EU	27	14	+1	52N	5E
PI	263	Netherlands	EU	27	14	+1	52N	5E
PJ	263	Netherlands (Antilli)	SA	11	8	-4	16N	72W
PJ2	517	Curacao	SA	11	8	-4	12N	69W
PJ4	520	Bonaire	SA	11	9	-4	12N	69W
PJ5	519	Saba, St Eustatius	NA	11	8	-4	18N	63W
PJ6	519	Saba, St Eustatius	NA	11	8	-4	18N	63W
PJ7	518	St Marten	SA	11	8	-4	18N	63W
PJ8*	522	St Marten, Saba, St Eustatius	SA	11	8	-4	18N	63W
PJ9*	85	Bonaire, Curacao	SA	11	9	-4	12N	69W
PK	327	Indonesia	OC	51	14	+7,5	6S	106E
PK1*	119	Java	OC	54	28	+7,5	6S	107E
PK2*	119	Java	OC	54	28	+7,5	6S	107E
PK3*	119	Java	OC	54	28	+7,5	6S	107E
PK4*	258	Sumatra	OC	54	28	+7	1S	100E
PK5*	183	Netherlands Borneo	OC	54	28	+8	3S	115E
PK6*	30	Celebe & Moluca Islands	OC	54	28	+8	5S	119E
PL	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	106E
PM	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	106E
PN	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	106E
PO	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	106E
PP	108	Brazil	SA	12	11	-3	16S	48W
PP0F	56	Fernando de Noronha	SA	13	11	-2	4S	32W
PP0S	253	St Peter & Paul Rocks	SA	13	11	-2	1N	29W
PP0T	273	Trinidad & Martin Vaz Islands	SA	15	11	-2	21S	29W
PQ	108	Brazil	SA	15	11	-3	16S	48W
PR	108	Brazil	SA	15	11	-3	16S	48W
PS	108	Brazil	SA	15	11	-3	16S	48W
PT	108	Brazil	SA	15	11	-3	16S	48W
PU	108	Brazil	SA	15	11	-3	16S	48W
PV	108	Brazil	SA	15	11	-3	16S	48W

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
PW	108	Brazil	SA	15	11	-3	16S	48W
PX	108	Brazil	SA	15	11	-3	16S	48W
PY	108	Brazil	SA	15	11	-3	16S	48W
PZ	140	Suriname	SA	12	9	-3,5	6N	55W
R1MV	151	Maly Vysotsky Island*	EU	29	16	+3	61N	29E
RA	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RA	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RB	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RB	54	European Russia	EU	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16	+3	56N	37E
RC	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RC		European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RD	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RD	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RE	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RE	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RF	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RF	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RG	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RG	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RH	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RH	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16,	+3	56N	37E
RI	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RI	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RJ	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RJ	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
RK	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RK	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RL	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RL	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RM	15	Asiatic Russia	AS	29	16	+7	52N	104E
RM	54	European Russia	EU	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+3	56N	37E
RM1V	151	Maly Vysotskij Island	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	61N	29E
RN	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RN	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RO	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RO	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RP	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RP	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RQ	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RQ	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RR	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RR	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RS	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RS	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RT	15	Asiatic Russia	AS	20,21,22,23, 24,25,26,30, 31,32,33,34, 35,75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RT	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RU	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RU	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
RV	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RV	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RW	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RW	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RX	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RX	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RY	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RY	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
RZ	15	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
RZ	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
S0	302	Western Sahara	AF	46	33	0	27N	13W
S2	305	Bangladesh	AS	41	22	+6	24N	90E
S3	305	Bangladesh	AS	41	22	+6	24N	90E
S4	462	South Africa	AF	57	38	+2	26N	28E
S5	499	Slovenia	EU	28	15	+1	46N	15E
S6	318	Singapore	AS	54	28	+7,5	1N	104E
S7	379	Seyshelles	AF	53	39	+4	5S	55E
S8	426	South Africa	AF	57	38	+2	16S	28E
S9	219	Sao Tome & Principe	AF	47	36	0	0	7E
SA	248	Sweden	EU	28	15	+1	59N	18E
SB	248	Sweden	EU	28	15	+1	59N	18E
SC	248	Sweden	EU	28	15	+1	59N	18E
SD	248	Sweden	EU	28	15	+1	59N	18E
SE	248	Sweden	EU	28	15	+1	59N	18E
SF	248	Sweden	EU	28	15	+1	59N	18E
SG	248	Sweden	EU	28	15	+1	59N	18E
SH	248	Sweden	EU	28	15	+1	59N	18E
SI	248	Sweden	EU	28	15	+1	59N	18E
SJ	248	Sweden	EU	28	15	+1	59N	18E
SK	248	Sweden	EU	28	15	+1	59N	18E
SL	248	Sweden	EU	28	15	+1	59N	18E
SM	248	Sweden	EU	28	15	+1	52N	21E
SN	269	Poland	EU	28	15	+1	52N	21E
SO	269	Poland	EU	28	15	+1	52N	21E
SP	269	Poland	EU	28	15	+1	52N	21E
SQ	269	Poland	EU	28	15	+1	52N	21E
SR	269	Poland	EU	28	15	+1	52N	21E
SSA	478	Egypt	AF	38	34	+2	31N	31E
SSB	478	Egypt	AF	38	34	+2	31N	31E



PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
SSC	478	Egypt	AF	38	34	+2	31N	31E
SSD	478	Egypt	AF	38	34	+2	31N	31E
SSE	478	Egypt	AF	38	34	+2	31N	31E
SSF	478	Egypt	AF	38	34	+2	31N	31E
SSG	478	Egypt	AF	38	34	+2	31N	31E
SSH	478	Egypt	AF	38	34	+2	31N	31E
SSI	478	Egypt	AF	38	34	+2	31N	31E
SSJ	478	Egypt	AF	38	34	+2	31N	31E
SSK	478	Egypt	AF	38	34	+2	31N	31E
SSL	478	Egypt	AF	38	34	+2	31N	31E
SSM	478	Egypt	AF	38	34	+2	31N	31E
SSN	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
SSO	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
SSP	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
SSQ	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
SSR	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
SSS	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
SST	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
SSU	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
SSV	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
SSW	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
SSX	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
SSY	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
SSZ	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
ST	466	Sudan	AF	48	34	+2	16N	33E
ST0*	244	Souther Sudan	AF	47, 48	34	+2	16N	33E
SU	478	Egypt	AF	38	34	+2	31N	31E
SV	236	Grece	EU	28	20	+2	38N	24E
SV/A	180	Month Athos	EU	28	20	+2	40N	24E
SV5	45	Dodecanese	EU	28	20	+2	36N	28E
SV9	40	Crete	EU	28	20	+2	36N	24E
SW	236	Grece	EU	28	20	+2	38N	24E
SX	236	Grece	EU	28	20	+2	38N	24E
SY	236	Grece	EU	28	20	+2	38N	24E
SZ	236	Grece	EU	28	20	+2	38N	24E
T2	282	Tuvalu	OC	65	31	+12	9S	179E
T30	31	West Kiribati	OC	65	31	+12	1S	173E
T31	32	Central Kiribati	OC	62	31	+12	4S	171W
T32	48	Eastern Kiribati	OC	61, 63	31	+12	2N	158W
T33	490	Banaba Island	OC	65	31	+11,5	1S	170E
T4	70	Cuba	NA	11	8	-5	23N	82W
T5	232	Somalia	AF	48	37	+3	2N	46E
T6	3	Afganistan	AS	40	21	+5	34N	67E
T7	278	San Marino	EU	28	15	+1	44N	12E
T8	22	Palau	OC	64	27	+10	7N	134E
T9*	501	Bosnia and Herzegovina	EU	28	15	+1	44N	18E
TA	390	Turkey	EU,AS	39	20	+2	40N	33E
TB	390	Turkey	EU,AS	39	20	+2	40N	33E
TC	390	Turkey	EU,AS	39	20	+2	40N	33E
TD	76	Guatemala	NA	11	7	-6	16N	92W
TE	308	Costa Rica	NA	11	7	-6	10N	84W
TF	242	Iceland	EU	17	40	0	64N	22W

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
TG	76	Guatemala	NA	11	7	-6	16N	92W
TH	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
TI	308	Costa Rica	NA	11	7	-6	10N	84W
TI9	37	Cocos Islands	NA	11	7	-6	6N	87W
TJ	406	Cameroon	AF	47	36	+1	4N	12E
TK	214	Corsica	EU	28	15	+1	42N	9E19E
TL	408	Central African Republic	AF	47	36	+1	5N	19E
TM	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
TN	412	Congo (Republic of The)	AF	52	36	+1	4S	15E
TO	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
TP	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
TQ	227	France	EU	27	14	+1	49N	2E
TR	420	Gabon	AF	52	36	+1	1N	10E
TS	474	Tunisia	AF	37	33	+1	37N	10E
TT	410	Chad	AF	47	36	+1	12N	15E
TU	428	Ivory Coast	AF	46	35	0	7N	5W
TV	223	France	EU	27	14	+1	49N	2E
TW	223	France	EU	27	14	+1	49N	2E
TX	512	Chesterfield Islands	OC	55	30	+10	12S	144E
TY	416	Benin	AF	46	35	0	6N	3E
TZ	442	Mali	AF	46	35	0	13N	8W
UA 1, 3, 4, 6, 7	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
UA2	126	Kaliningrad	EU	29	15	+2	55N	21E
UB 1, 3, 4, 6, 7	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
UC 1, 3, 4, 6	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30				
UD 1, 3, 4, 6, 7	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
UE 1, 3, 4, 6, 7	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
UF 1, 3, 4, 6, 7	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
UG 1, 3, 4, 6	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
UH 1, 3, 4, 6, 7	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
UI 1, 3, 4, 6, 7	54	European Russia	EU	19, 20, 29, 30	16	+3	56N	37E
UA 8, 9, 0	54	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75	16, 17, 18, 19, 23	+7	52N	104E
UB 8, 9, 0	54	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75				
UC 8, 9, 0	54	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75				
UD 8, 9, 0	54	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75				

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
UE 8, 9, 0	54	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75				
UF 8, 9, 0	54	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75				
UG 8, 9, 0	54	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75				
UI 8, 9, 0	54	Asiatic Russia	AS	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 75				
UJ	292	Uzbekistan	AS	30	17	+6	41N	69E
UK	292	Uzbekistan	AS	30	17	+6	41N	69E
UL	292	Uzbekistan	AS	30	17	+6	41N	69E
UM	292	Uzbekistan	AS	30	17	+6	41N	69E
UN	130	Kazakhstan	AS	29, 30	17	+5,5	43N	77E
UN1*	292	Karelo –Finnish Republic	AS	30	17	+3	64N	32E
UO	130	Kazakhstan	AS	29, 30	16	+5,5	43N	77E
UP	130	Kazakhstan	AS	29, 30	16	+5,5	43N	77E
UQ	130	Kazakhstan	AS	29, 30	16	+5,5	43N	77E
UR	288	Ukraine	EU	29	16	+2	50N	30E
US	288	Ukraine	EU	29	16	+2	50N	30E
UT	288	Ukraine	EU	29	16	+2	50N	30E
UU	288	Ukraine	EU	29	16	+2	50N	30E
UV	288	Ukraine	EU	29	16	+2	50N	30E
UW	288	Ukraine	EU	29	16	+2	50N	30E
UX	288	Ukraine	EU	29	16	+2	50N	30E
UY	288	Ukraine	EU	29	16	+2	50N	30E
UZ	288	Ukraine	EU	29	16	+2	50N	30E
V2	94	Antigua & Barbuda	NA	11	8	-4	17N	62W
V3	66	Belize	NA	11	7	-5,5	17N	89W
V4	294	St Kitts & Nevis	NA	11	8	-4	17N	63W
V5	464	Namibia	AF	57	38	+2	22S	17E
V6	173	Micronesia	OC	65	27	+11	7N	158E
V7	168	Marshall Islands	OC	56	31	+12	7N	171E
V8	345	Brunei	OC	54	28	+8	5N	115E
V9*	462	South Africa	AF	57	38	+2	26S	28E
VA	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
VB	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
VC	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
VD	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
VE	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
VF	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
VG	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
VH	150	Australia	OC	55, 58, 59	29, 30	+10	35S	149E
VI	150	Australia	OC	55, 58, 59	29, 30	+10	35S	149E
VJ	150	Australia	OC	55, 58, 59	29, 30	+10	35S	149E
VK	150	Australia	OC	55, 58, 59	29, 30	+10	35S	149E
VK0	111	Heard Islands	AF	68	39	+5	35S	73E
VK0	153	Macquarie Islands	OC	60	30	+11	54S	159E

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
VK9*	198	Papua Territory	OC	51	28	+10	10S	147E
VK9*	267	Territory New Guinea	OC	51	28	+10	10S	147E
VK9C	38	Cococs –Keling Islands	OC	54	29	+6,5	12S	97E
VK9L	147	Lord Howe Islands	OC	60	30	+10	31S	159E
VK9M	171	Mellish Reef	OC	55	30	+10	17S	156E
VK9N	189	Norfolk Islands	OC	60	32	+11,5	29S	163E
VK9W	303	Willis Island	OC	55	30	+10	16S	150E
VK9X	35	Christmas Island	OC	54	29	+7	10S	106E
VL	150	Australia	OC	55, 58, 59	29, 30	+10	35S	149E
VM	150	Australia	OC	55, 58, 59	29, 30	+10	35S	149E
VN	150	Australia	OC	55, 58, 59	29, 30	+10	35S	149E
VO	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
VP	223	England	EU	27	14	0	25N	0
VP2E	12	Anguilla	NA	11	8	-4	18N	63W
VP2M	96	Montserrat	NA	11	8	-4	17N	62W
VP2V	65	British Virgin Islands	NA	11	8	-4	18N	65W
VP5	89	Turks & Caicos Islands	NA	11	8	-5	22N	71W
VP6	172	Pitcairn island	OC	63	32	-8,5	25S	128W
VP6	513	Ducie Island	OC	63	32	-9	25S	125W
VP8	141	Falkland Islands	SA	16	13	-4	52S	58W
VP8	235	South Georgia Islands	SA	73	13	-1,5	54S	37W
VP8	238	South Orkney Islands	SA	73	13	-3	61S	45W
VP8	240	South Sandwich Islands	SA	73	13	-3	59S	27W
VP8	241	South Shetland Islands	SA	73	13	-4	62S	58W
VP9	64	Bermuda	NA	11	5	-4	32N	65W
VQ	223	England	EU	27	14	0	25N	0
VQ1*	307	Zanzibar	AF	53	37	+3	7S	39E
VQ6*	26	British Somali	AF	48	37	+3	2N	46E
VQ9*	8	Aldabra	AF	53	39	+4	9S	46E
VQ9	33	Chagos	AF	41	39	+5	7S	72E
VQ9*	44	Desroches	AF	53	39	+4	6S	55E
VQ9*	55	Farquhar	AF	53	39	+4	10S	51E
VR	321	Hong Kong (China)	AS	44	24	+8	22N	114E
VS	223	England	EU	27	14	0	25N	0
VS2*	25	British Nord Borneo	OC	54	28	+8	6N	116E
VS2*	155	Malaya	AS	54	28	+7,5	3N	102E
VS4*	25	British Nord Borneo	OC	54	28	+8	6N	116E
VS4*	220	Sarawak	OC	54	28	+8	2N	110E
VS9A*	243	Peoples Dem Rep. of Yemen	AS	39	21	+3	13N	45E
VS9H*	139	Kuria Muria Islands	AS	39	21	+4	18N	56E
VS9K*	127	Kamaran Island	AS	39	21	+3	15N	56E
VS9P*	243	Peoples Dem Rep. of Yemen	AS	39	21	+3	13N	45E
VS9S*	243	Peoples Dem Rep. of Yemen	AS	39	21	+3	13N	45E
VT	324	India	AS	41	22	+5,5	29N	77E
VU	324	India	AS	41	22	+5,5	29N	77E
VU4	11	Andaman & Nicobar Islands	AS	49	26	+5	12N	93E
VU7	142	Lakshadweep Island	AS	41	22	+5	10N	73E
VV	324	India	AS	41	22	+5,5	29N	77E
VW	324	India	AS	41	22	+5,5	29N	77E
VX	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
VY	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
VZ	150	Australia	OC	55, 58, 59	29, 30	+10	35S	149E
W	291	United States of America	NA	6, 7, 8	3, 4, 5	-5	39N	77W
WH8S*	515	Swains Island	OC	62	32	-11	11N	171W

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
WL	6	Alasaka (USA)	NA	1, 2	1	-10	66N	152W
WP1*	182	Navasa Island	NA	11	8	-5	18N	75W
XA	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
XA4	204	Revilla Gigedo	NA	10	6	-7	18N	113W
XB	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
XC	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
XD	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
XE	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
XF	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
XG	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
XH	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
XI	50	Mexico	NA	10	6	-6	20N	99W
XJ	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
XK	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
XL	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
XM	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
XN	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
XO	1	Canada	NA	2	5	-5	45N	76W
XP	221	Denmark	EU	18	14	+1	56N	13E
XQ	112	Chile	SA	14, 16	12	-4	33S	71W
XR	112	Chile	SA	14, 16	12	-4	33S	71W
XS	318	China	AS	33	24	+8	40N	116E
XT	480	Burkina Faso	AF	46	35	0	12N	2W
XU	312	Cambodia	AS	49	26	+8	12N	105E
XV	293	Vietnam	AS	49	26	+7	11N	107E
XV9	247	Spratly Island	OC	50	26	+7	9N	112E
XW	143	Laos	AS	49	26	+7	20N	102E
XX9	152	Macao	AS	44	24	+8	22N	114E
XY	309	Myanmar	AS	49	26	+6,5	17N	96E
XZ	309	Myanmar	AS	49	26	+6,5	17N	96E
Y2	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
Y3	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
Y4	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
Y5	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
Y6	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
Y7	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
Y8	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
Y9	230	Germany	EU	28	14	+1	53N	13E
YA	3	Afganistan	AS	40	21	+5	34N	67E
YB	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
YC	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
YD	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
YE	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
YF	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
YG	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
YH	327	Indonesia	OC	51	28	+7,5	6S	107E
YI	333	Iraq	AS	39	21	+3	32N	45E
YJ	158	Vanuatu	OC	56	32	+11	18S	168E
YK	384	Syria	AS	39	20	+2	34N	36E
YL	145	Latvia	EU	29	15	+2	57N	24E
YM	390	Turkey	EU, AS	39	20	+2	40N	33E
YN	86	Nicaragua	NA	11	7	-6	12N	87W
YQ	275	Romania	EU	28	20	+2	45N	26E
YP	275	Romania	EU	28	20	+2	45N	26E

PFX	DXCC	DRŽAVA	WAC	ITU	WAZ	UT	LAT	LON
YO	275	Romania	EU	28	20	+2	45N	26E
YR	275	Romania	EU	28	20	+2	45N	26E
YS	74	El Salvador	NA	11	7	-6	14N	89W
YT	296	Serbia	EU	28	15	+1	45N	21E
YU	296	Serbia	EU	28	15	+1	45N	21E
YV	148	Venezuela	SA	12	9	-4	10N	67W
YV0	14	Aves Island	NA	11	8	-4	16N	64W
YW	148	Venezuela	SA	12	9	-4	10N	67W
YX	148	Venezuela	SA	12	9	-4	10N	67W
YY	148	Venezuela	SA	12	9	-4	10N	67W
YZ*	296	Serbia	EU	28	15	+1	45N	21E
Z2	452	Zimbabwe	AF	53	38	+2	18S	31E
Z3	502	Macedonia (Northern Macedonia)	EU	28	15	+1	24N	22E
Z6	522	Republic of Kosovo	EU	28	15	+1	42N	21E
Z8	521	South Sudan	AF	48	34	+2	5N	32E
ZA	7	Albania	EU	28	15	+1	41N	20E
ZB	233	Gibraltar	EU	37	14	+1	37N	5W
ZB2	233	Gibraltar	EU	37	14	+1	37N	5W
ZC4	283	Cyprus Sovereign Base Areas	AS	39	20	+2	35N	33E
ZC5*	25	British Northern Borneo	OC	54	28	+8	6N	116E
ZC6*	196	Palestine	AS	39	20	+2	32N	34E
ZD	223	England	EU	27	14	0	25N	0
ZD4*	102	Gold Coast, Togoland	AF	64	35	0	5N	0
ZD7	250	St Helena Island	AF	66	36	0	16S	6W
ZD8	205	Ascension Island	AF	66	36	0	8S	14W
ZD9	274	Tristan da Cunha & Gough Islands	AF	66	38	0	37S	12W
ZE	223	England	EU	27	14	0	25N	0
ZF	69	Cayman Islands	NA	11	8	-5	19N	81W
ZG	223	England	EU	27	14	0	25N	0
ZH	223	England	EU	27	14	0	25N	0
ZI	223	England	EU	27	14	0	25N	0
ZJ	223	England	EU	27	14	0	25N	0
ZK	170	New Zealand	OC	60	32	+12	41S	175E
ZK1	191	Northern Cook Islands	OC	62	32	-10,5	10S	116W
ZK1	243	Southern Cook island	OC	62	32	-10,5	22S	158W
ZK2	188	Niue	OC	62	32	-11	19S	170W
ZK3	270	Tokelau	OC	62	31	-11	9S	171W
ZL	170	New Zealand	OC	60	32	+12	41S	175E
ZL7	34	Chatham Islands	OC	60	32	+12,75	44S	177W
ZL8	133	Kermadec Island	OC	60	32	+12	29S	178W
ZL9	16	Auckland & Campbell	OC	60	32	+12	51S	166E
ZM	170	New Zealand	OC	60	32	+12	41S	175E
ZN	223	England	EU	27	14	0	25N	0
ZO	223	England	EU	27	14	0	25N	0
ZP	132	Paraguay	SA	14	11	-4	26S	57W
ZQ	223	England	EU	27	14	0	25N	0
ZR	462	South Africa	AF	57	38	+2	26S	28E
ZS	462	South Africa	AF	57	38	+2	26S	28E
ZS0*	493	Penguin Islands	AF	57	38	+2	27S	15E
ZS8	201	Prince Edward & Marion Islands	AF	57	38	+3	47E	38E



## PREFIKSI ENTITET

Povzeto po DXCC listi z dne 10.1.2019

Entiteta	Številka	Prefiks
<b>A</b>		
Agalega & St Brandon	4	3B6, 3B7,
Annobon Island (Pagalu)	195	3C0,
Azerbajjan	18	4J, 4K, 4J
Algeria	400	7R, 7T, 7U, 7V, 7W, 7X, 7Y,
Argentina	100	AY, AZ, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9, LO, LP, LQ, LR, LS, LT, LU, LV, LW,
Andora	203	C3,
Antartica	13	CE9, KC4,
Azores	149	CU,
Angola	401	D2, D3,
Armenia	14	EK,
Austral Islands, Tubual	508	FO0
Amsterdam & St Paul Island	10	FT5Z
American Samoa	9	KH8
Antigua & Barbuda	94	V2
Alaska	6	KL7,NL, WL
Austria	206	OE
Australia	150	VK, VH, VI,VJ, VN, VZ
Aland Island	5	OH0
Aruba	91	P4
Asiatic Russia	15	RA, RB, RC, RD, RE, RF, RG, RH, RI, RJ, RK, RL, RM, RN, RO, RP, RQ, RR, RS, RT, RU, RV, RW, RX, RY, RZ, UA8, UA9, UAO
Anguilla	12	VP2E
Aldabra	8	VQ9
Afghanistan	3	YA, T6
Aves Island	17	YV0
Albania	7	ZA
Ascension Island	205	ZD8
Auckland & Campbell	16	ZL9
Andaman & Nicobar Islands	11	VU4
<b>B</b>		
Bouvet	24	3Y
Botswana	402	A2, 8O
Barbados	62	8P
Burundi	404	9U
Bhutan	306	A5
Bahrain	304	A9
Bahamas	60	C6
Bolivia	104	CP
Bosnie and Herzegovina	501	E7, (T9, vrnjeno UTI)
Balearic Islands	21	EA6
Belarus	27	EU, EV, EW,
Bajo Nuevo	19	HK0
Baker & Howland Islands	20	KH1
Bulgaria	212	LZ



Belgium	209	ON, OO, OP, OQ, OR, OS, OT,
Bonaire	520	PJ4
Bonaire, Curacao	85	PJ9
Brazil	108	PP, PQ, PR, PS, PT, PU, PV, PW, PX, PY, ZV, ZW, ZX, ZY, ZZ
Bangladesh	305	S2, S3
Banaba Island	490	T33
Benin	416	TY
Belize	66	V3
Brunei	345	V8
Bermuda	64	VP9
British Somali	26	VQ6
British Northern Borneo	25	VS2, VS4, ZC5
British Virgin Islands	65	VP2V
Burkina Faso	480	XT
<b>C</b>		
Conway Reef	489	3D2
Chile	112	3G, CA, CB, CC, CD, CE, XQ XR,
China	318	3H, 3I, 3J, 3K, 3L, 3M, 3N, 3O, 3P, 3Q, 3R, 3S, 3T, 3U, B0, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, BA, BB, BC, BD, BE, BF, BG, BH, BI, BJ, BK, BL, BM, BN, BO, BP, BQ, BR, BS, BT, BY, BZ, VR, XS
Cyprus	215	5B, C4, H2, P3,
Cyprus Sovereign Base Areas	283	ZC4
Croatia	497	9A
Canada	1	CF, CG, CH, CI, CJ, CK, CY, CZ, VA, VB, VC, VD, VE, VF, VG, VO, VX, VY, XJ, XK, XL, XM, XN, XO
Cuba	70	CL, CM, CO, T4
Cape Verde	409	D4
Comoros	411	D6,
Comoros (FB)	39	FH
Canary Islands	29	EA8
Central Kiribati	32	T31
Ceuta & Melilla	32	EA9
Clipperton Island	36	FO0
Crozet	41	FT5W
Colombia	116	HJ, HK, 5J, 5K
Czech Republic	503	OK, OL
Curacao	517	PJ2
Celebe/Molucca Islands	30	PK6
Crete	40	SV9
Costa Rica	308	TE, TI
Cocos Islands	37	TI9
Cocos- Keeling Islands	38	VK9C
Cameron	406	TJ
Corsica	214	TK
Central Africa	408	TL
Congo ( Republic of The)	412	TN
Chad	410	TT
Chesterfield Islands	512	TX
Christmas Islands	35	VK9X
Chagos	33	VQ9
Cambodia	312	XU

Cayman Islands	69	ZF
Chatham Islands	34	ZL7
<b>D</b>		
Dem. Republic of Kongo	414	9O, 9P, 9Q, 9R, 9S, 9T
Damao,Dui	42	CR8
Dominican Republic	72	HI
Dominica	95	J7
Djibouti	382	J2
Desecheo Island	41	KP5
Denmark	221	OU, OV, OW, OZ, XP, 5P, 5Q
Dodecanese (Grece)	45	SV5
Desroches	44	VQ9
Ducie Island	513	VP6
<b>E</b>		
England	223	2A, 2B, 2C, 2E, 2F, 2G, 2H, 2K, 2L, 2N, 2O, 2P, 2Q, 2R, 2S, 2T, 2U, 2V, 2X, 2Y, 2Z, G, GA, GB, GE, GF, GG, GK, GL, GO, GQ, GR, GV, GX, GY, M, M2, M4, MA, MB, ME, MF, MG, MK, ML, MO, MQ, MR, MV, MX, MY, VP, VQ, VS, ZD, ZE, ZG, ZH, ZI, ZJ, ZN, ZO, ZQ,
Equatorial Guinea	49	3C
Egypt	478	6A, 6B, SSA, SSB, SSC, SSD, SSE, SSF, SSGSSH, SSI, SSJ, SSK, SSL, SSM, SU,
Ethiopia	53	9E, 9F, ET,
East Malaysia	46	9M6, 9M8
Easter Island	47	CE0Y
Estonia	52	ES
Ecuador	120	HC, HD,
El Salvador	74	YS, HU
European Russia	54	RA, RB, RC, RD, RE, RF, RG, RH, RI, RJ, RK, RL, RM, RN, RO, RP, RQ, RR, RS, RT, RU, RV, RW, RX, RY, RZ, UA1, UA3, UA6, UA7
Eastern Kiribati	48	T32,
Eritrea	51	E3
<b>F</b>		
Falkland Islands	141	VP8
Farquhar	55	VQ9
Faroe Island	222	OY
Fernando de Noronha	56	PP0F
Fiji	176	3D2, 3DN, 3DO, 3DP, 3DQ, 3DR, 3DT, 3DU, 3DV, 3DX, 3DY, 3DZ
France	227	F, FA, FB, FC, FD, FE, FI, FL, FN, FQ, FT, FU, FV, FX, FZ, HW, HX, HY, TH, TM, TO, TPTQ, TV, TW,
Franz Josef Land	61	R1FJ
French West Africa	59	FF
French Indo-cina	58	FI8,
French India	67	FN8
French Polynesia	175	FO
French Eq. Africa	57	FQ8
French Guiana	63	FY
Finland	224	OF, OG, OH, OI, OJ
<b>G</b>		
Gabon	420	TR
Guinea	107	3X

Guinea- Bisao	109	J5
Georgia	75	4L,
Germany	230	DA, DB, DC, DD, DE, DF, DG, DH, DI, DJ, DK, DL, DM, DN, DO, DP, DQ, DR, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, Y9
Gibraltar	233	ZB, ZB2
Guayana	129	8R
Ghana	242	9G
Goa	101	CR8
Gold Coast, Togoland	102	ZD4
Guadeloupe	79	FG
Glorioso Islands	99	FR/G
Galapagos Islands	71	HC8, HD8
Grece	236	J4, SV, SW, SX, SY, SZ
Grenada	77	J3
Grenland	237	OX
Guantanamo Bay	105	KG4
Guam	103	KH2
Guernsey	106	MP, MU, GU, GP
Guatemala	76	TD, TG,
<b>H</b>		
Haiti	73	HH, 4V
Hawaii	110	KH6
Heard Islands	111	VK0
Honduras	80	HQ, HR
Hungary	239	HA, HG
Hong Kong (China)	321	VR
<b>I</b>		
Israel	336	4X, 4X1, 4Z
Indonesia	327	7A, 7B, 7C, 7D, 7E, 7F, 7G, 7H, 7I, 8A, 8B, 8C, 8D, 8E, 8F, 8G, 8H, 8I, YB, YC, YD, YE, YF, YG, YH, JZ, PL, PK, PM, PN, PO
India	324	8T, 8U, 8V, 8W, 8X, 8Y, AT, AU, AV, AW, VT, VU, VV, VW
Iran	330	9B, 9C, 9D, EP, EO
Ifni	113	EA9
Ireland	245	EI, EJ
Isle of Man	114	GD, GT, MD, MT, 2D
Italy	248	I
Italian Somaliland	115	I5
Irak	333	HN, YI
Iceland	242	TF
Ivory Coast	428	TU
ITU Geneva	117	4U, 4U_ITU,
International Civil Aviation		4Y
<b>J</b>		
Jamaica	82	6Y
Japan	339	7J, 7K, 7L, 7M, 7N, 8J, 8K, 8L, 8M, 8N, JA, JB, JC, JD, JE, JF, JG, JH, JI, JJ, JK, JL, JM, JN, JO, JP, JQ, JR, JS
Juan Fernandez	125	CE0Z
Juan De Nova, Europa	124	FR/E, FR/J
Jersej	122	GH, GJ, MH
Jan Mayen	118	JX
Jordan	342	JY

Johnston Islands	123	KH3
Java	119	PK1, PK2, PK3
<b>K</b>		
Kaliningrad	126	UA2
Kenya	430	5Y, 5Z
Kuwait	348	9K
Kerguelen Island	131	FT5X
Kingman Reef	134	KH5K
Kanal Zone	28	KS5
Kazakstan	130	UN, UO, UP, UQ
Karelo-finnish Republic	128	UN1
Kuria Muria Islands	139	VS9H
Kamaran Island	127	VS9K
Kermadec	133	ZL8
Kyrgystan	135	EX
Kure Island	138	KH7K
Kosovo	522	Z6
<b>L</b>		
Lybia	436	5A
Liberia	434	5L, 5M, 6Z, A8, D5, E1,
Lesotho	432	7P
Liechtenstein	251	HBO, HB3Y, HBL
Lithuania	146	LY
Lord Howe Islands	147	VK9L
Luxemburg	254	LX
Lebanon	224	OD
Laos	143	XW
Latvia	145	YL
Lakshadweep Island	142	VU7
<b>M</b>		
Malaya	155	VS2
Mali	442	TZ
Mauritius	165	3B, 3B, 3B8,
Minerva Reef	178	1M
Monaco	260	3A
Mexico	50	4A, 4B, 4C, 6D, 6E, 6F, 6G, 6H, 6I, 6J, XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG, XH, XI
Maly Vysotsky Island	151	4J1, R1MV,
Montenegro (Črna Gora)	514	4O
Moroco	446	5C, 5D, 5E, 5F, 5G, CN
Madagascar	438	5R, 5S, 6X
Mauritania	444	5T
Malawi	440	7Q
Maldives	159	8Q
Malta	257	9H
Mozambique	181	C8, C9
Maquesas Island	509	FOO
Manchuria	164	C9
Madeira Island	256	CT3
Moldavia	179	ER
Mayotte	169	FH

Martinique	84	FM
Malpelo Islands	161	HK0
Minami Torishima	177	JD1
Mongolia	363	JT, JU, JV
Mariana Islands	166	KH0
Midway Islands	174	KH4
Market Reef	167	OH0M, OJ0,
Micronesia	173	V6
Marshall Islands	168	V7
Macquarie Islands	153	VK0
Mellish Reef	171	VK9M
Montserat	96	VP2M
Macao	152	XX9
Myanmar	309	XY, XZ
Macedonia (Nord Macedon.)	502	Z3, (4N5, vrnjeno ITU)
Month Athos	180	SV/A
<b>N</b>		
Nepal	369	9N
Nothern Cyprus	901	1B
Nigeria	450	5N, 5O
Niger	187	5U
Nauru	157	C2
Niue	188	E6, ZK2
New Caledonia	162	FK
Northern Ireland	265	GI, GN, MI, MN, 2I
Nicaragua	86	H6, H7, HT, YN
Netherlands New Guinea	184	JZ0
Norway	266	LA, LB, LC, LD, LE, LF, LG, LH, LI, LJ, LK, LM, LN
Nawasa Island	182	KP1, NP1, WP1
Netherlands	263	PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG, PH, PI, PJ
Netherlands Borneo	183	PK5
Namibia	464	V5
Norfolk Islands	189	VK9N
New Zealand	170	ZK, ZL, ZM
Nothern Cook Islands	191	ZK1, E5
Nord Korea	344	HM, P5, P6, P7, P8, P9
<b>O</b>		
Ogasawara	192	JDI
Okino Tori-shima	194	7J1
Oman	370	A4
Okinawa	193	KR6, KR8, JR6
<b>P</b>		
Pakistan	372	AP, AQ, AR, AS, 6P, 6Q, 6R, 6S,
Peter I. Island	199	3Y
Pratas Island	505	BQ9, BV9
Portugal	272	CT, CQ
Portuguese Timor	200	CR8
Philippines	375	DU, DV, DW, DX, DY, DZ, 4D, 4E, 4G, 4H, 4I,
Palestine	510	E4
Palestine	196	ZC6
Panama	88	H3, H8, H9, HO, HP, 3E, 3F

Poland	269	HF, SN, SO, SP, SQ, SR, 3Z
Palmira & Jarvis Islands	197	KH5
Puerto Rico	202	KP3, KP4,
Peru	136	OA, OB, OC, 4T
Palau	22	T8
Papua New Guinea	163	P2
Papua Territory	198	P2, VK9
Pictairn Island	172	VP6
Peoples Dem. Rep. of Yemen	243	VS9A, VS9P, VS9S,
Penguin Islands	493	ZS0
Paraguay	132	ZP,
Prince Edward & Marion Is.	201	ZS8
<b>Q</b>		
Qatar	376	A7
<b>R</b>		
Reunion	453	FR
Rodriguez Island	207	3B9
Rotuma	460	3D2
Revilla Gigedo	204	XA4
Romania	275	YO, YP, YQ, YR
Republic of Kosovo	522	Z6
Ruanda-Urundi	208	9U5
Rwanda	545	9X
<b>S</b>		
Sovereign Mil. Order of Malta	246	1A, 1A0,
Spratly Islands	247	1S, 9M0, XV9
Swaziland	486	3D6, 3DA, 3DC, 3DD, 3DE, 3DF, 3DG, 3DH, 3DI, 3DJ, 3DK, 3DL, 3DM
Serbia	296	4N, YT, YU, YZ,
Sri Lanka	315	4P, 4Q, 4R, 4S,
Samoa	190	5W
Syria	384	6C, YK
South Korea	137	6K, 6L, 6M, 6N, D7, D8, D9, DS, DT, HL
Somalia	232	6O, T5
Sudan	466	6T, 6U, SSN, SSO, SSP, SSQ, SSR, SSS, SST, SSU, SSV, SSW, SSX, SSY, SSZ, ST
South Sudan	521	Z8
Souther Sudan	244	ST0,
Senegal	456	6V, 6W,
Saudi Arabia	378	7Z, 8Z, HZ
Saudi Arabia/Iraq Neut. Zone	226	8Z4, 8Z5, 9K3,
Siera Leone	458	9L
Spratly Islands	247	9M0, XV9
Saar	210	9S4
Singapore	381	9V, S6,
Sikim	231	AC3
Swains Island	515	AH8S, KH8S, WH8S, NH8N
Swan Island	261	KS4
Scarborough Reef	506	BS7
San Felix & San Ambrosio	217	CE0X

South Shetland Islands	241	CE9, HF0, VP8, 4K1
Sable Island	211	CY0
South Cook Islands	234	E5,ZK1
Spain	281	AM, AN, AO, EA, EB, EC, ED, EE, EF, EG, EH
St Barthelemy	516	FJ,
St Kitts & Nevis	249	V4
ST Pierre & Miquelon	277	FP
Scotland	279	GM, GS, GZ, MM, MS, MZ
Solomon Islands	185	H4
South Africa	462	H5, S4, S8, V9, ZR, ZS, ZT, ZU
Switzerland	287	HB, HE
San Andres & Providencia	216	HK0
Serrana Bank&Roncador Car	228	HK0, KP3, KS4
Sardinia	225	IMO, ISO
St Lucia	97	J6
St Vincent	98	J8
Svalbard	259	JW
Saba, St Eustatius	519	PJ5, PJ6
St Marten	518	PJ7,FS
St Marten, Saba, St Estatius	522	PJ8
Sumatra	258	PK4
St Peter & Paul Rocks	253	PPOS
ST Paul Island	252	CY9
Suriname	140	PZ
Slovak Republic	504	OM
Slovenia	499	S5
Seychelles	379	S7
Sao Tome & Principe	219	S9
Sweden	284	SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SI, SJ, SK, SL, SM, 7S, 8S
San Marino	278	T7
South Georgia Islands	235	VP8
South Orkney Islands	238	VP8
Soud Sandwich Islands	240	VP8
Sarawak	220	VS4
St Helena Island	250	ZD7
<b>T</b>		
Taiwan	386	BV, BU, BX
Tunisia	474	3V, TS
Timor Leste	511	4W
Tanzania	470	5H, 5I
Togo	483	5V
Trinidad & Tobago	90	9Y, 9Z
Tonga	160	A3
Tibet	268	AC4
The Gambia	422	C5
Tanger	246	CN2
Thailand	387	E2, HS
Tajikistan	262	EY
Tristan Da Cunha & Gough Is.	274	ZD9
Turkmenistan	280	EZ
Tuvalu	282	T2

Temotu	507	H40
Trieste	271	I1
Turkey	390	TA, TB, TC, YM
Trinidad & Martin Vaz Islands	273	PP0T
Territory New Guinea	267	P2, VK9
Turks & Caicos Islands	89	VP5
Tokelau	270	ZK3
Tromelin Island	276	FR/T
<b>U</b>		
Uganda	286	5X
United Arab Emirates	391	A6
United States of America	291	AA, AB, AC, AD, AE, AF, AG, AH, AI, AJ, AK, K, N, W
United Nations HQ	289	4U_UN,
Ukraine	288	EM, EN, EO, MO, UR, US, UT, UU, UV, UW, UX, UY, UZ
Uruguay	144	CV, CW, CX
Uzbekistan	292	UJ, UK, UL, UM,
<b>V</b>		
Vatikan	295	HV
Vietnam	293	3W, XV
Virgin Island	285	KP2
Vanuatu	158	YJ
Venezuela	148	YV, YW, YX, YY, 4M
<b>W</b>		
West Malaysia	299	9M, 9M2, 9M4, 9W
Wales	294	GC, GW
Wallis & Futuna Island	298	FW
Wake Island	297	KH9
Western Sahara	302	S0
West Kiribati	31	T30
Willis Islands	303	VK9W
Walvis Bay	488	ZS9
World Meteorological Organ.		C7
<b>Y</b>		
Yemen	492	7O, VS9A
<b>Z</b>		
Zanzibar	307	5H1, VQ1
Zambia	482	9I, 9J
Zimbabwe	452	ZZ



P1.5

**SLOVENSKI REPETITORJI****SLOVENSKI REPETITORJI NA 6m PODROČJU**

Oddaja MHz	Sprejem MHz	Call	QTH	LOC	ASL m	CTCSS Hz	Echolink	Op.
51,890	51,290	S55VHF	Mrzlica	JN76NE	1122	123		
51,580	51,580	S55VMB	Pohorje	JN76TM				

**SLOVENSKI REPETITORJI NA 2m PODROČJU**

Oddaja MHz	Sprejem MHz	Call	QTH	LOC	ASL m	CTCSS Hz	Echolink	Op.
145,5875	144,9875	S55VCM	MALIČ (Celje, Laško)	JN76OE	936	123		
145,6125	144,6125	S55VKR	MOHOR	JN76CF	952			
145,6125	145,6125	S55VRT	STUCINOV HRIB (Rimske Toplice)	JN760C	600	123		
145,625	145,6125	S55VKP	NANOS	JN75AS	1240			
145,6375	145,0375	S55VBO	KOBLA	JN66XF	1560	123		
145,6375 438,625	145,0375 431,025	S55VSC	STARE SLEMENE	JN76QH	630	77	Link na S55USC	
145,650	145,050	S55VNM	TRDINOV VRH	JN75PS	1178	123		
145,650	145,050	S55VGB	KUP (Podbrdo)	JN66XF	1046			
145,675	145,075	S55VSG	KORADA	JN66SB	812			
145,675	145,075	S55VRK	URŠLJA GORA	JN76LL	1700			
145,675	145,075	S55VKG	KRANJSKA GORA	JN66VL	1040			
145,6875	145,0875	S55VZV	ŽAGARSKI VRH	JN76IA	626	77		
145,700	145,100	S55VCE	MRZLICA	JN76NE	1122	123	167520	B5
145,725	145,125	S55VID	VOJSKO	JN66WA	1129			
145,725	145,125	S55VMB	POHORJE (Mariborsko)	JN76TM	1147		DTMF na 6m+70cm	S55VMB-S55UMB
145,725	145,125	S55VJE	JESENICE	JN76CK	715			
145,7375	145,1375	S55VOR	VELIKI BREBROVNIK (Ormož)	JN86CK	300	123		
145,750	145,150	S55VIB	GRMADA	JN75CM	780	123		
145,750	145,150 433,150	S55VBR	KARLOVICA	JN75BN	772		DTMF 7	
145,7625	145,1625	S55VUZ	MALIA (Izola)	JN65TM	277	123	393430	B12
145,775	145,175	S55VLJ	KRIM	JN75FW	1108	123		
145,7875	145,1875	S55VTO	KANIN	JN66RI	2202	123	315147	B8
145,7875	145,1875	S55VMO	SPODNJE KRASE (Mozirje)	JN76KH	460			
145,7875	145,1875	S55VKK	ČRETEŽ (Krško)	JN75RX	429	123		

## SLOVENSKI REPETITORJI NA 70 cm PODROČJU

Oddaja MHz	Sprejem MHz	Call	QTH	LOC	ASL m	CTCSS Hz	Echolink/ Mod.	Op.
438,55	430,95	S55UZV	ŽAGARSKI VRH	JN76JA	626	123		
438,600 145,500	431,000 145,500	S55UBK	MIRNA GORA	JN75NP	1014	123	70cm >2m DTMF 88	RRC4
438,625 145,6375	431,025 145,1375	S55USC	STARE SLEMENE	JN76QH	630	123	646960 >S55VSC	B17
438,68	431,08	S55UKV	KRVAVEC	JN76GH	1853	123	271336	B15
438,7	431,1	S55UIB	GRMADA	JN75CM	780	123	200776	B23
438,7	431,1	S55UKP	NANOS	JN75AS	1240	123		
438,73	431,13	S55UBR	BREŽICE	JN75TV	162	123		
438,73	431,13	S55UTB	ZG. KOČJAN (Radenci)	JN86AO	301	123	FM/DMR/ D-STAR/YSF	
438,75	431,15	S55UGO	TRSTELJ	JN65UU	643	123	FM/DMR/ D-STAR/C4FM	
438,78	431,18	S55ULX	KRIM	JN75FW	1108	123		
438,8	431,2	S55UPI	RK PIRAN	JN65TM	150			
438,825 144,5375	431,225 144,5375	S55UBC	BOČ	JN76TG	980	123	271797 >2m	B11
438,825 145,425	431,225 145,425	S55UPO	PEČNA REBER (Postojna)	JN75CS	660	123	609569	B25
438,875 145,2875	431,275 145,2875	S55ULJ	JANČE (Ljubljana)	JN76IB	794	123	654836 >2m	B20
438,88	431,28	S55USG	KORADA	JN66SB	812			
438,9	431,3	S55USX	SV. ROK	JN76PA	374	123	952012	B1
438,93	431,33	S55UKR	KRVAVEC (Pl. dom)	JN76GH	1491			
438,95	431,35	S55UCE	CELJE (mesto)	JN76PF	238	123		
439	431,4	S55USE	LAZE (Sevnica)	JN75PX	528	123	316250	B9
439,03	431,43	S55UBO	KOBLA	JN66XF	1560	123	FM/DMR	
439,08	431,48	S55DMR	PODGORICA (Lisca)	JN76PA	649	123	FM/DMR RPT	
439,13	431,53	S55UHF	KUM	JN76MC	1219	123	608521	
439,15	431,55	S55UKO	MALA KOPA	JN76OM	1522	123		
439,18	431,58	S55UTR	SV. PLANINA (Trbovlje)	JN76ME	1011	123	ID: 47093 FM/DMR	B3
439,2	431,6	SPPDTR	ČRETEŽ (Krško)	JN75RX	429	123	ID: 804765	B22
439,2	431,6	S55UKK	POHORJE (Maribor)	JN76TM	935	88,5	ID: 271749	B2
439,23	431,63	S55UMX	POHORJE (Maribor)	JN76TM	1147		>S55VMB 2m	
439,23	431,63	S55UMB	VOJSKO	JN66WA	1129			
439,28	431,68	S55UID	MRZLICA	JN76NE	1122	123	ID: 785783	B19
439,3	431,7	S55UZA	MALIČ (Celje)	JN76OE	936	123	ID: 561316	B7
439,33	431,725 144,5625	S55UCM	STRMEC (Rogaška Slatina)	JN76UG	468	91,5	2m>70cm	
439,33	431,73	S55URS	STRUŠKA	JN76	1944			
439,38	431,78	S55UJE	URŠLJA GORA	JN76LL	1700			

## SLOVENSKI D-STAR REPETITORJI

Oddaja MHz	Sprejem MHz	Call	QTH	LOC	ASL m	CTCSS Hz	Echolink	Op.
438,200	430,600	S55DLJ	KRIM	JN75FW	1108			
438,225	430,625	S55DPI	MALIA (Izola)	JN65TM	277			
438,225	430,625	S55DSC	STARE SLEME	JN76QH	630			
438,250	430,650	S55DSL	LUBNIK	JN76DE	1025			
438,275	430,675	S55DHF	KUM	JN76MC	1219	123		FM/DMR
438,300	430,700	S55DZA	MRZLICA	JN76NE	1122	123		FM/DMR
438,325	430,725	S55DBC	BOČ	JN76TG	980	123		FM/DMR
438,350	430,750	S55DMX	POHORJE (Maribor)	JN76TM	935	123		
438,350	430,750	S55DRI	TRAVNA GORA	JN75HR	857	123		
438,375	430,775	S55DKK	ČRETEŽ (Krško)	JN75RX	429	123		
438,400	430,800	S55DSE	LAZE (Sevnica)	JN75PX	528	123		
438,425	430,825	S55DCE	GORA (Celje)	JN76OH	554			
438,450	430,850	S55DCS	KALOBJE	JN76QE	600			
438,475	430,875	S55DKV	KRVAVEC	JN76GH	1853			
438,500	430,900	S55DSN	KOKOS	JN65WP	670	123		
438,550	430,950	S55DZV	ŽAGARSKI VRH	JN76IA	626	123		
438,700	431,100	S55DKP	NANOS	JN75AS	1240	123		FM/DMR
438,725	431,125	S55UTB	ZG. KOCJAN (Radenci)	JN86AO	301	123		FM/DMR
438,725	431,125	S55DGV	ERMANOVEC (Gorenja vas)	JN76AC	1026			
438,725	431,125	S55DST	VINJI VRH (Šmarješke.Toplice)	JN75PV	380			
438,750	431,150	S55UGO	TRSTELJ	JN65UU	643	123		FM/DMR
438,925	431,325	S55UKA	VELIKA PLANINA	JN76HH	1666	123		
439,025	431,425	S55UBO	KOBLA	JN66XF	1560	123	ID:293019	CC:1
439,075	431,475	S55DMR	PODGORICA (Lisca)	JN76PA	649	123	ID:293001	FM/DMR
439,175	431,575	S55DTR	SV. PLANINA (Trbovlje)	JN76ME	1011	123		FM/DMR
439,200	431,600	S55DKE	KNEŽAK	JN75	581			
439,200	431,600	S55DLM	LJUBLJANA (Center)	JN76GB	300	123		
439,225	431,625	S55DSX	SLAVNIK	JN75DQ	1028			
439,250	431,650	S55DGO	NOVA GORICA (Pod Skabrijelom)	JN65UX	385	123		FM/DMR
439,300	431,700	S55DKN	KANIN	JN66RI	2202	123		FM/DMR
439,350	431,750	S55DKB	KUK NAD LIVKOM	JN76TE	1230	123		
439,375	431,775	S55DIB	KARLOVICA	JN75BN	772			
438,375	431,775	S55URK	URŠLJA GORA	JN76LL	1700	123		
433,425	433,425	S56AL	BOVEC (mesto)	JN66SI	450			

## SLOVENSKI ECHOLINK PREHODI

Oddaja MHz	Sprejem MHz	Call	QTH	LOC	ASL m	CTCSS Hz	Echolink	Op.
144,550	144,550	S55VZR-L <b>S55VZR</b>	LJUBLJANA – BEŽIGRAD	JN76GB	300	123	ID:216136 Conf.: S5	B6
144,575	144,575	S58BJ-L <b>S58BJ</b>	ŽIRI	JN76BB	500	123	ID:342904	B10
144,6125	144,6125	S51PW-L <b>S51PW</b>	BOHINJSKA BISTRICA	JN66XG	509	123	ID:64714 Conf.: S5	B16
144,6125	144,6125	S59ACP-L <b>S59ACP</b>	BREŽICE	JN75TV	162	123	ID:54959 Conf.: S5	B21
145,225	145,225	S50EDX-L <b>S50EDX</b>	CERKNO	JN66XD	324		ID:124137	B4
145,250	145,250	S57OEK-L <b>S57OEK</b>	SPODNJA IDRIJA	JN76AA	360	123	ID:744206	B18
145,475	145,475	S53AAN-L <b>S53AAN</b>	AJDOVŠČINA	JN65WV	100		ID:954483	B24

## P1.6

## SLOVENSKI RADIJSKI SVETILNIKI

QRG	Call	QTH	Loc	ASL m	Ant	Pol	PWR	Mode	QRV
29,205 MHz	S55ZRS	Kum	JN76MC	1219	GP	V	1 W	CW	+
50,422 MHz	S55ZRS	Kum	JN76MC	1219	GP	V	5 W	CW	+
70,029 MHz	S55ZMB	Starše	JN76VK	262	4	H	5 W	CW	+
144,478 MHz	S55ZRS	Kum	JN76MC	1219	X Dipol	H	1 W	CW	+
432,447 MHz	S55ZRS	Kum	JN76MC	1219	Omni	H	1 W	CW	+
1.296,050 MHz	S55ZSE	Kokoš	JN65WP84AO	620	Slot	H	0,3 W	CW	+
1.296,090 MHz	S55ZMS	Dolina (MS)	JN86CR16HB	350	Slot	H	0,3 W	CW	+
1.296,380 MHz	S55ZRS	Kum	JN76MC	1219	Slot	H	0,2 W	CW	+
2.304,050 MHz	S55ZSE	Kokoš	JN65WP84AO	620	Slot	H	0,1 W	CW	+
2.320,050 MHz	S55ZSE	Kokoš	JN65WP84AO	620	Slot	H	0,1 W	CW	-
2.320,090 MHz	S55ZMS	Dolina (MS)	JN86CR16HB	350	Slot	H	0,1 W	CW	+
3.400,050 MHz	S55ZSE	Kokoš	JN65WP84AO	620	Slot	H	0,5 W	CW	+
3.400,090 MHz	S55ZMS	Dolina (MS)	JN86CR16HB	350	Slot	H	0,5 W	CW	+
5.760,010 MHz	S55ZSE	Kokoš	JN65WP84AO	620	Slot	H	0,5 W	CW	+
5.760,045 MHz	S55ZRS	Kum	JN76MC	1219	Slot	H	0,2 W	CW	+
5.760,090 MHz	S55ZMS	Dolina (MS)	JN86CR16HB	350	Slot	H	0,5 W	CW	+
10.368,050 MHz	S55ZRS	Kum	JN76MC	1219	Slot	H	0,8 W	CW	+
10.368,070 MHz	S55ZMS	Dolina (MS)	JN86CR16HB	350	Slot	H	0,8 W	CW	+
10.368,892 MHz	S55ZKP	Slavnik	JN65XM78CC	1028	Slot	H	0,4 W	CW	+
24.048,044 MHz	S55ZMS	Dolina (MS)	JN86CR16HB	350	Slot	H	0,17 W	CW	+
24.048,210 MHz	S55ZKP	Slavnik	JN65XM78CC	1028	Slot	H	0,4 W	CW	+



## RADIOAMATERSKI SATELITI

Januar 2019

IME	Call	Far MHz	UP Link MHz	Down Link MHz	Mode	Period min
ES,HAIL-2-P4A Radio in TV difuz. + 2 radioamaterska transponderja		Radiodifuz. 10.706,000	NB 2.400,050 - 2.400,300 WB 2.401,500 - 2.409,500	NB 10.489,550 - 10.489,800 WB 10.491,000 - 10.499,000	CW, SSB, PSK, MGM, DATV	1436,1 Geo Stacionarni
OSCAR 7		29,502; 145,970	145,850 – 950 145,975 - 925	29,400 – 500 145,975 - 925	CW, SSB	114,9
OSCAR 11	UOSAT 2	2.401,500	145,826	435,025	FM, PSK	97,1
OSCAR19	LUSAT-11-12	437,125	145,840 - 900	437,125 - 150	CW	100,5
ITAMSAT	ITMSAT-11	435,791	145,875 - 950	435,822 - 867	JAS	100,7
JAS 2		435,795	145,900 - 000	435,900 - 800	CW, SSB, DM	106,4
SPACE SATION	RSOISS, ARIS		145,825	145,825	AFSK, FM	92,7
TECHSAT 1B	4XTECH-11	435,325	145,850 - 930	435,225	FSK	101,1
PCSAT	W3ADO	145,827	145,827	145,827	AFSK	100,7
SAUDISAT 1C			145,850	436,795	FM (67 Hz)	97,6
CUTE - 1	YQ1YCY	436,838		437,838	CW, AFSK	101,3
CUBESAT XI-IV	JQ1YCW	436,848		437,940	CW, AFSK	101,3
CUBESAT XI-V	JQ1YGW	437,465		437,345	CW, AFSK	98,4
FALCONSAT 3	PFS3-11-12		145,840	435,103	GMSK	93,8
CUTE-1.7+APD II	JQ1YTC	437,275		437,475	CW, AFSK	96,8
AUSATCUBESAT 2	OZ2CUB	437,428		437,426	MSK, FSK	96,3
DELFI C3	DLFIC3	145,867		145,870	BPSK	95,8
SEEDS	JQ1YGU	437,485		437,845	CW, AFSK,	96,6
STARS (KUKAI)	JR5YBN JR5YBO	473,305; 437,275		437,485 437,465	FM, CW FM, CW	97,4
KKS-1 (KISEKI)	JQ1YYY	437,385		437,445	CW, AFSK	97,6
SWISSCUBE	HB9EG1	437,505		437,505	CW, BFSK	98,9
BEESAT	DPOBEE	436,000		436,000	GMSK	98,9
ITUPSAT 1		737,325		437,325	CW, GFSK	98,9
XIWANG-1	BJ1SA	435,790			CW	109,4
JUGNU		437,276		437,505	CW	101,9
SRMSAT		437,425	145,900	437,500	CW	102,1
M-CUBED/EXP-1	K7MSU-1	437,485; 437,502	437,305	437,505	AFSK, USB GMSK	95,7
STRAND 1		437,568		437,568	GMSK	100,3
SOMP	DP0TUD	437,503		437,485	CW, AFSK	94,8
BEESAT-3	DPOBEG	435,950		435,950	CW, GMSK	94,9
BEESAT-S	DPOBEF	435,950		435,950	CW, GMSK	94,9
ESTCUBE 1	ES5E-11, /S	437,254		437,505,	CW, GMSK	97,8
ZACUBE	123456	14,099	145,860	437,355	CW, GMSK	97,2
GOMX 1		437,250		437,250	CW, GMSK	98,7
FIRST-MOVE	MOVE1	145,970	435,520	145,970	CW, BPSK	97,2
CUBEBUG 2	CUBEB2-6			437,445	FSK	97,6

IME	Call	Far MHz	UP Link MHz	Down Link MHz	Mode	Period min
FUNCUBE 1		145,935	435,130 - 150	145,970 - 950	BPSK	97,2
UWE-3	DPOUVG			435,000; 436,395; 437,385	CW, DMSK	97,4
RADIO ROSTO				29,3525; 29,3987		127,7
MOZHAYETS 4				432,098; 435,352		98,2
YUBELEINY				435,215; 435,315		115,8
MCUBED-2	NOCAL	437,479		437,485	GMSK	97,4
SPROUT	JQ1ZJQ	437,525		437,525	CW, GMSK	96,8
UNISAT 6	IIOUS	437,422		437,425	GMSK	97,7
BUGSAT 1	LU7AA			437,445	GMSK	96,3
DUCHIFAT-1	4X4HSL	145,980	435,220	145,825 - 980	CW, BPSK	96,6
NANOSAT C BR1	NCBR1	145,865	435,xxx	145,865	CW, BPK	96,7
DTUSAT-2	OZ2DTU	2.401,860	1.268,900	2.401,835	CW, MSK	96,7
POLYITAN 1	EMOUKP	437,677		437,677	CW, FSK	96,7
TIGRISAT	HNATIG			435,000	FSK	97,7
DX 1	DAURIA	438,225	144,975 – 145,025	434,975 – 435,025	GFSK	97,2
UKUBE 1	UKUBE1	145,840; 145,915	435,060 – 080	145,960 – 940 145,805; 2.401,0 145,950 - 930	SSB CW, PBSK BPSK	97
FIREBIRD 3	K7MSU			437,396 - 405	FSK	94,9
FIREBIRD 4	K7MSU			437,219 - 230	FSK	94,9
GRIFEX	KD8SPS			437,480	GMSK	95
EXOCUBE	KK6HGC XO3	437,270		437,270	CW, FSK	95,2
PARKINSONSAT	PSAT			435,350; 145,825	AFSK, PSK31	93,3
XW-2A	BJ1SB	145,640; 145,660		145,685 - 665	CW, GMSK	93,4
XW-2B	BJ1SC	145,705; 145,725	28,120; 145,825	145,750 - 730	CW, GMSK	95
XW-2C	BJ1SD	145,770; 145,790	435,030 - 050	145,815 - 795	CW, GMSK	95
XW-2D	BJ1SE	145,835; 145,855	435,090 - 110	145,880 - 860	CW, GMSK	95
KAITUO 1B	BJ1SK		435,150 - 170	145,475; 437,950	GMSK	94,8
TIANWANG 1A			435,210 - 230	435,645	GMSK	93,5
XW-2E	BJ1SF	145,890; 145,910		145,935 - 915	CW, GMSK	94,9
XV-2F	BJ1SG	145,955 145,975		146,000 - 145,980	CW, GMSK	94,9
LILACSAT 2	BJ1SI	437,200	435,270 - 290	437,225	AFSK, GFSK	95,1
TANWANG 1C			435,330 - 350	435,645	GMSK	92,7

IME	Call	Far MHz	UP Link MHz	Down Link MHz	Mode	Period min
LAPAN A2	YBSAT	437,425	144,350 - 390	435,880	APRS	97,5
FOX-1A		145,980		145,980	FM (67Hz)	97,6
BISONSAT	N7SKC,		145,880 - 825	437,375	GMSK	97,5
ATHENOXAT-1	ATX1	437,485	435,172	437,485	CW, GMSK	95,2
VELOX 2	VELOX2	145,930		145,930	CW, BPSK	95,3
HORYU 4	JG6YBW	437,375		437,375; 24.00,3	CW, AFSK, GMSK, PMSK	95,9
E-ST@R-II	E-STAR-II	437,485		437,485	CW, AFSK	95,7
AAUSAT-4	OZ4CUB	437,425		437,425	CW, GFSK	95,6
NUSAT 1				145,965 – 935 436,445	CW, SSB GFSK	94,3
AIST 2D		435,315		435,3065 - 3235	CW, PSK	93,9
NUSAT 2		145,900	435,935 - 965	145,9 - 935	CW, SSB	94,2
BEESAT-4	DPOBEH	435,950	145,831 - 849	435,950	CW, GMSK	94,6
ALSAT 1N	AL1N		435,935 - 965	437,646	FSK	98,3
NAYIF		145,940		145,990 - 960	SSB, PBSK	94,4
HAVELSAT	ON02TR	436,845		436,845	CW, GMSK	90,2
PHOENIX	ON01TW		435,015 - 045	436,915	GMSK	91
XCUBESAT	ON01FR			437,020	FM, AFSK	89,5
OBEE50-LZU-OC	ON01SE			435,800	GFSK	90,2
ZA-AEROSAT	ON01AZ		145,860	437,195	GMSK	91,1
SPACECUBE	ON05FR			436,880	FM, AFSK	90,2
NJUST-1	BI4ST			436,570	BPSK	91,3
LILACSAT-1	ON02CN		145,860	436,510	FM, PBSK	90,7
NSIGHT-1	ON02AZ			435,900; 2.405,000	GMSK	92
SNUSAT-1	ON03KR		145,985	435,950	BPSK	89,6
AOXIANG-1	NPUAX1			436,150; 437,640	BPSK	91,2
BEEAGLESAT	ON01TR			437,370	GMSK	90,9
ZHUHAI-1 01	BJ1SK	145,86		145,870, 145,835	SSB CW, GMSK	95,4
ZHUHAI-1 02	BJ1SL	145,910		145,925 145,890	SSB CW, GMSK	95,4
NIUSAT	NIUOBT		435,220	436,0; 2.240,0	Manchester	94,7
LITUANICASAT 2	ON06GB		435,280	437,265	FSK	94,6
AALTO 1	OH2H1S	437,220		437,220; 2.402,0	CW, FSK	94,7
URSA MAIOR	URSAMR			435,950	FSK	94,7
MAX VALIER SAT	I13MV	145,960; 437,325		145,860	CW	94,6
SUCHAI	SUCHAI	437,229		437,225	CW	94,6
SKGUBE	OM9SAT	437,100		437,100; 2,401,0	CW, DGP	94,6
VZLUSAT 1	VZLUSAT1	437,240		437,240	CW, MSK	94,6



IME	Call	Far MHz	UP Link MHz	Down Link MHz	Mode	Period min
ROBUSTA 1B	FX6FR	437,325	437,100	437,325	CW, AFSK	94,6
BIRD JJ	JG6YJO	437,372		437,375	CW, GMSK, AFSK	91
BIRD MM	JG6YJQ	437,372		437,375	CW, GMSK, AFSK	91
BIRD BB	JG6YJS	437,372		437,375	CW, GMSK, AFSK	91
BIRD NN	JG6YJR	437,372		437,375	CW, GMSK, AFSK	91,1
FOX-1B		145,960		145,960	FM(67Hz), DUV	97,4
ECAMSAT	KE6QLL			437,095	AFSK	92,3
INS-1C	INDUSR-10		435,250	435,080	Manchester	94,6
STEP CUBE LAB		437,485		437,485	CW, FSK	94,5
S-NET D	DP0TB			435,950; 2.263,0	FFSK	96,2
FOX-1D		145,880		145,880	FM(67Hz)	94,5
XIAOXIANG 2				435,350	GMSK, OFDM	95,3
FENGMANIU 1	BUAABJ	435,350	435,350	435,350	FM, BPSK	94,5
SHAONIAN XING	MXSAT1	436,370	435,350		BPSK	94,5
1KUNS-PF			145,945	437,300	GMSK	92,2
IRAZU	TIOIRA			436,500	FSK	92,2
LONGJIANG 2	BJ1SN	436,400		435,400, 2.275,200	GMSK, JT4G	1462,8 Geosta.
EQUISAT		435,550		435,550	CW, LED, FSK	92,4
BIRD-MY	JG6YKN	437,375		145,825	CW, DGP, APRS	92,4
BIRD-PH	JG6YKM	437,375		145,825	CW, DGP, APRS	92,4
BIRD-BT	JG6YKL	437,375	145,825	145,825	CW, DGP, APRS	92,4
SIRIUSSAT-1	RS13S		145,825	435,570	GMSK	92,5
SIRIUSSAT-2	RS14S		145,825	435,670	GMSK	92,5
CP-7 DAVE	WI2XNR-1	437,150		437,150	CW, FSK	93,7
ELFIN B	WJ2XOX			437,475	GFSK	93,7
ELFIN A	WJ2XNX			437,450	GFSK	93,7
STARS-ME	JJ2YPL	437,245		437,405	CW, GMSK, AFSK	92,5
CUBEBEL-1	EU10S	436,990	436,200	436,200	DGP, GMSK	94,9
TEN-COH	JG6YKY	437,510	435,280	437,390	CW, VSJT, AFSK, GMSK	96,6
AIST 2D			145,831 - 849	435,3065-3235	CW, PSK	93,9

Skupaj 133 aktivnih radioamaterskih satelitov.

Do sedaj umrlih 150, ki niso več na spisku. Lansiranih je bilo že skupaj 328 RA satelitov.

## P1.8

## METEORITSKI ROJI

Datum	Ime roja	Vrhunec	Rektoscenzija	Deklinacija	Hitrost km/s	Hitrost km/s	Število na uro	Opis	Izvor
1.jan – 5. jan	Kvadrantidi	3. jan	15: 20	+49	41	41	120	Moč.	Aster. H11
1.jan – 15.jan	Gama Velidi	5. jan	8:20	-47	35	35	2	Slab	
6.jan – 28.jan	Alfa Krucidi	15.jan	12:48	-63	20	20	3	Šibek	
1.jan – 31.jan	Delta Kanceridi	17.jan	8:40	+20	28	28	4	Sred.	
5.jan – 14.feb	Alfa Hidridi	19.jan	8:52	-11	44	44	2	Šibek	
14.jan - 27.jan	Eta Karinidi	21.jan	10:40	-59			2	Šibek	
24.jan – 9.feb	Alfa Karinidi	30.jan	6:20	-54	25	25	2	Šibek	
22.jan – 21.feb	Delta Veridi	5.feb	8:44	-52	35	35	1	Šibek	
28.jan – 21.feb	Alfa Kentavridi	7. feb	14:00	-59	56	56	6	Sred.	
31.jan – 19.feb	Omikron Kentavridi	11.feb	11:48	-56	51	51	2	Šibek	
23.jan – 12.mar	Teta Kentavridi	21.feb	14:00	-41	60	60	4	Šibek	
1.feb – 28.feb	Februarski Leonidi	Več	11:00	+6	30	30	5	Sred.	
15.feb – 10.mar	Delta Leonidi	24.feb	11:12	+16	23	23	2	Sred.	
25.feb – 22.mar	Gama Normidi	13.mar	16:36	-51	56	56	8	Sred.	
1.marec	Tukanidi	1.mar	13:00	-64					Bratfield
1.mar – 15.apr	Virginidi	Več	13:00	-04	30	30	5	Sred.	
11.mar – 16.apr	Delta Pavonidi	30.mar	13:00	-65	31	31	5	Šibek	
15.apr- 30.apr	Libridi	Več	15:20	-18	30	30	5	Sred	
15.apr – 28.apr	Litidi	22.apr	18:04	+34	49	49	15	Moč.	Thatcher
15.apr – 28.apr	Pi Pupidi	23.apr	07:20	-45	18	18	Sprem	Nepr.	Kom.26P
14.apr – 12.maj	Alfa Bootidi	28.apr	14:32	+19	20	20	2	Šibek	
1.apr – 12.maj	Mu Virginidi	29.apr	15:08	-7	30	30	2	Šibek	
19.apr – 15.maj	Omega Kaprikornidi	2.maj	21:00	-22	50	50	2	Šibek	
19.apr – 28.maj	Eta Akvaridi	6.maj	22:32	-1	66	66	60	Moč.	Halley
1.maj – 31.maj	Alfa Skorpiidi	16.maj	16:12	-21	35	35	5	Sred.	
23.apr – 30. maj	Beta Korona Avstrinidi	16.maj	18:56	-40	45	45	3	Šibek	
23.maj – 15.jun	Omega Skorpiidi	2.jun	15:56	-20	21	21	5	Šibek	
22.maj – 2.jul	Arietidi	7.jun	02:56	+24	38	38	54	Moč.	Marsden
1.jun – 15.jul	Sagitaridi	19.jun	18:16	-23	30	30	5	Sred.	
18.jun – 4.jul	Tau Cetidi	27.jun	01:36	-12	66	66	4	Šibek	
26.jun – 2.jul	Junijski Bootidi	27.jun	14:36	+49	14	14	Sprem	Nepr.	Kom. 7P
19.jun – 5.jul	Tau Akvaridi	28.jun	22:48	-12	63	63	7	Šibek	
4.jun – 15.jul	Teta Ofihidi	29.jun	16:38	-15	29	29	2	Šibek	
7.jul – 13.jul	Julijski Pegasidi	10.jul	22:40	+15	70	70	3	Sred.	
10.jul – 16.jul	Julijski Fenicidi	13.jul	02:08	-48	47	47	Sprem	Nepr.	
11.jul – 30.jul	Alfa Cygnidi	18.jul	20:20	+47	37	37	2	Šibek	
15.jul – 11.avg	Sigma Kaprikornidi	20.jul	20:28	-15	30	30	5	Šibek	
15.jul – 10.avg	Piscis Austrinidis	28.jul	22:44	-30	35	35	5	Sred.	
12.jul – 19.avg	Južni Delta Akvaridi	28.jul	20:36	-16	41	41	20	Moč.	Kracht

Datum	Ime roja	Vrhunec	Rektoscenzija	Deklinacija	Hitrost km/s	Hitrost km/s	Število na uro	Opis	Izvor
3.jul – 15.avg	Alfa Kaprikornidi	30.jul	20:28	-10	23	23	4	Sred.	
25.jul – 15.avg	Južni Jota Akvaridi	4.avg	22:16	-15	34	34	2	Sred.	
15.jul – 25.avg	Severni Delta Akvaridi	8.avg	22:20	-15	42	42	4	Sred.	
17.jul – 24.avg	Perzeidi	12.avg	03:04	+58	59	59	90	Moč.	Swift-Tuttle
3.avg – 25.avg	Kapa Cignidi	17.avg	19:04	+59	25	25	3	Sred.	
11.avg – 31.avg	Severni Jota Akvaridi	20.avg	21:48	-6	31	31	3	Sred.	
20.avg – 5.sep	Pi Eridanidi	25.avg	03:28	-15	59	59	4	Šibki	
19.avg – 6.sep	Gama Doradidi	9.avg	04:38	-50	41	41	5	Šibki	
25.avg – 8.sep	Alfa Aurigidi	1.sep	05:36	+42	66	66	7	Sred.	
5.sep – 10.okt	Septemberski Perzeidi	3.sep	04:00	+47	64	64	6	Sred.	
9.sep – 16.sep	Aries-triangulidi	12.sep	02:00	+29	35	35	3	Šibki	
1.sep – 30.sep	Piscidi	20.sep	00:32	00	26	26	3	Sred.	
8.sep – 30.sep	Kapa Akvaridi	20.sep	22:36	-2	16	16	3	Šibki	
1.okt – 31.okt	Oktoobrski Arietidi	8.okt	02:08	+8	28	28	5	Sred.	
6.okt – 10.okt	Drakonidi	8. okt	17:28	+54	20	20	Sprem.	Nepra.	Komet 21P
22.sep – 23.okt	Delta Aurigidi	10.okt	05:40	+52	64	64	6	Sred.	
14.okt – 27.okt	Epsilon Geminidi	18.okt	06:56	+27	71	71	2	Sred.	
2.okt – 7.nov	Orionidi	21.okt	06:20	+16	66	66	20	Moč.	Halley
21.okt – 23.okt	Leo Minoridi	22.okt	10:48	+37	62	62	2	Šibki	
1.nov – 25.nov	Južni Tauridi	5.nov	03:28	+13	27	27	5	Sred.	Encke
6.nov – 29.nov	Delta Eridanidi	10.nov	03:52	-9	31	31	2	Šibki	
1.nov – 25.nov	Severni Tauridi	12.nov	03:52	+22	29	29	5	Sred.	Ast. TG10
2.nov – 20.dec	Zeta Pupidi	13.nov	07:48	-42	41	41	3	Šibek	
14.nov – 21.nov	Leonidi *	17.nov	10:12	+22	71	71	Sprem.	Nepra.	Tempel-Tuttle
15.nov – 25.nov	Alfa Monocerotidi	21.nov	07:20	+3	60	60	Sprem.	Nepra.	
25.nov – 31.dec	HI Orionidi	2.dec	05:28	+23	28	28	3	Sred.	
28.nov – 9.dec	Feonici	6.dec	01:12	-53	18	18	Sprem.	Nepra.	
27.nov – 17.dec	Monocerotidi	9.dec	06:48	+8	43	43	3	Sred.	
3.dec – 15.dec	Sigma Hidridi	12.dec	08:28	+2	58	58	2	Sred.	
2.dec – 16.dec	Puppid-velidi	12.dec	09:00	-48	40	40	4	Sred.	
7.dec – 17.dec	Geminidi	14.dec	07:28	+33	35	35	120	Moč.	Phaeton
12.dec – 23.jan	Koma Berenicidi	20.dec	11:40	+25	65	65	5	Sred.	
17.dec – 26.dec	Ursidi	22.dec	14:28	+76	33	33	10	Moč.	Turtle?

Opomba: Leonidi \*. Vsakih 30 let (1966, 1996, 2026) zelo močan roj, več tisoč meteoritov na uro.

P1.9

**OCENJEVANJE SIGNALOV**

RS skala za oceno fonijske AM, SSB zveze

<b>R</b> - Razumljivost signala (Readability)
1 – nerazumljivi signali
2 – občasno razumljivi signali
3 – težko razumljivi signali
4 – brez večjih težav razumljivi signali
5 – popolnoma in zlahka razumljivi signali

<b>S</b> – Moč signala (Strength)
1 – izredno šibki, komaj zaznavni signali
2 – zelo šibki signali
3 – šibki signali
4 – še zadovoljivi signali
5 – še kar dobri signali
6 – dobri signali
7 – zmerno močni signali
8 – močni signali
9 – izredno močni signali

Po želji se lahko RS skali doda še ocena M modulacije

<b>M</b> – Modulacija (Modulation)
1 – nerazumljiva modulacija
2 – nezadostna, neuporabna modulacija
3 – slaba modulacija
4 – dobra, razumljiva modulacija
5 – zelo dobra in kvalitetna modulacija

RST ocena signala pri CW zvezah se oceni RS doda še

<b>T</b> – Ton (Tone)
1 – izredno grob, hreščeč ton
2 – grob, nizek ton z močnim brumom
3 – grob, nizek ton že rahlo muzikalen z močnim brumom
4 – precej grob, rezek ton delno muzikalen z precejšnjim brumom
5 – muzikalen ton s precej opaznim brumom
6 – muzikalen ton z opaznim brumom
7 – skoraj čisti ton s še opaznim brumom
8 – dober čisti ton s komaj opaznim brumom
9 – odličen, popolnoma čisti ton

Oceni T (tona) se lahko doda še vrsta frekvenčne nestabilnosti

<b>X</b> – ton ki je izredno stabilen in »kristalno« zveneč (karakteristike kristalnega oscilatorja)
<b>C</b> – ton čirpa, spreminja se višina tona podobno čivkanju
<b>K</b> – ton, ki vsebuje klike kot, da se slišijo udarci tasterja
<b>CK</b> – kombinacija čirpov in kliksov

Pri FM modulaciji je umestno dajanje samo oceno modulacije po Q skali

<b>Q1</b> – nerazumljiva modulacija
<b>Q2</b> – nezadostna modulacija
<b>Q3</b> – slaba modulacija
<b>Q4</b> – dobra modulacija
<b>Q5</b> – zelo dobra modulacija

**SINPO** koda ocene signala (velja za CW zveze)

Strenght, Interference, **Noise**, Propagation, **Overal**

<b>S I N P O</b>					
Ocena	Moč signala	Škodljivi vplivi			Ocena celote
		Motnje	Šum	V razširjanju	
5	Izvrstna	Jih ni	Ga ni	Noben	Izvrstna, mogoč QRQ
4	Dobra	Slabe	Slab	Slab	Dobra, mogoč 100 WPM
3	Zadovoljiva	Zmerne	Zmeren	Zmeren	Zadovoljiva, možen 50 WPM
2	Slaba	Močne	Močen	Slab	Slaba, pozivni znaki še čitljivi
1	Komaj slišna	Zelo močne	Zelo močen	Zelo slab	Zelo slaba, nečitljivi signali

**SINPFEMO** koda ocene signala (velja za fonijske zveze)

Strenght, Interference, **Noise**, Propagation, **FEDing**, **Modulation**, **Overal**

<b>S I N P F E M O</b>								
Ocena	Moč signala	Škodljivi vplivi			Feding			Ocena celote
		Motnje	Šum	V razširjanju		Kvaliteta	Stopnja	
5	Izvrstna	Jih ni	Ga ni	Noben	Nikakršen	Izvrstna	Maksimal.	Izvrstna
4	Dobra	Slabe	Slab	Slab	Počasen	Dobra	Dobra	Dobra
3	Zmerna	Zmerne	Zmeren	Zmeren	Zmeren	Zadovolj.	Zadovolj.	Zadovoljiva
2	Slaba	Močne	Močen	Močen	Hiter	Slaba	Slaba	Slaba
1	Komaj slišna	Zelo močne	Zelo močen	Zelo močen	Zelo hiter	Zelo slaba	Zelo slaba	Zelo slaba

Ocena celote	
5 Izvrstna	Kvaliteta signala nespremenjena.
4 Dobra	Kvaliteta signala se neznatno spreminja.
3 Zadovoljiva	Kvaliteta signala se znatno spreminja. Operator obvlada, nevajena oseba ne.
2 Slaba	Zvezo komaj vzdržuje tudi izkušen operator.
1 Zelo slaba	Zveze ne more vzdrževati nihče.

Primer: SIMPFEMO 53454554

**Q koda** in ocene signalov po njej

Št.	QRI (ton)	QRK (razumljivost)	QRM (motnje)	QRN (statika)	QSA (moč)
1	Dober	Zanič	Zaznavno	Zaznavno	Zaznavna
2	Spremenljiv	Slaba	Malo	Malo	Slaba
3	Slab	Srednja	Srednje	Srednje	Srednja
4	-	Dobra	Močno	Močno	Dobra
5	-	Odlična	Zelo močno	Zelo močno	Zelo dobra



P1.10

**Q – KODA, izvod za radioamaterje iz mednarodne Q-kode.**

QAM	Zadnji meteorološki podatki.
<b>QAP</b>	Poslušaj me na... (kHz, MHz). Ostani na frekvenci.
QAR	Zapuščam frekvenco.
QAV	Pozivam, kličem.
QAZ	Pripravljam se za delo v neurju. (Prekinjam oddajo, izključujem postajo).
QBF	V tekmovanju sva že imela zvezo.
QBT	Pri telegrafiranju ti izpadajo pike.
QCM	V tvoji oddaji so napake.
QDH	Zdajšnje motnje prihajajo od...
QHF	Pridem na Ham fest
QIF	Na frekvenci... dela postaja... (poz. znak).
QLF	Ali delaš z levo nogo? (Vprašalna koda brez vprašaja. Zelo žaljivo. Nikoli ne uporabi!).
QLZ	Zelo sem len. (Lahko pomeni tudi, si len. Kar je žaljivo, zato raje ne uporablaj).
QMT	Sporočilo pošljem po pošti.
QRA	Ime moje postaje je...
QRAR	Moj naslov v Call book-u je točen. (Samo radioamaterji).
<b>QRB</b>	Razdalja med najinima postajama je...
<b>QRG</b>	Točna frekvenca (moja) je... (kHz, MHz).
QRH	Tvoja frekvenca niha.
QRI	Ton tvoje oddaje je: 1 - dober, 2 - spremenljiv, 3 - slab.
QRJ	Signali so slabi.
QRK	Razumljivost tvojega signala je: 1-zanič, 2-slaba, 3-srednja, 4-dobra, 5-odlična.
<b>QRL</b>	Zaseden sem. Prosim, ne moti.
<b>QRM</b>	Imam motnje (druge postaje): 1-zaznavno, 2-malo, 3-srednje, 4-močno, 5-zelo močno.
<b>QRN</b>	Moti me statika (vremenske motnje): 1-zaznavno, 2-malo, 3-srednje, 4-močno, 5- zelo moč.
QRNN	Motnje od električnih naprav. (Samo radioamaterji).
<b>QRO</b>	Povečaj oddajno moč. Postaja z veliko močjo.
<b>QRP</b>	Zmanjšaj oddajno moč. Postaja male moči, do 10 W.
QRPP	Postaja zelo male moči, do 1W. (samo radioamaterji).
QRR	Pripravljen sem na avtomatično delo. Pošiljaj... znakov na min.
QRRR	Klic v sili. Sledi nujni poziv. (Samo radioamaterji).
<b>QRQ</b>	Oddajaj (tipkaj) hitreje. (... znakov na min).
<b>QRS</b>	Oddajaj (tipkaj) počasneje. (... znakov na min).
QRSS	Oddaja zelo počasne telegrafije. (MGM način dela. Samo radioamaterji)
<b>QRT</b>	Preneham oddajati. Prenehaj oddajati.
<b>QRU</b>	Nič nimam več za povedati. Nimam sporočila zate.
<b>QRV</b>	Pripravljen sem. Sem aktiven.
QRW	Prosim obvesti... (poz. znak), da ga kličem na... (kHz, MHz).

<b>QRX</b>	Na kratko prekinjam. Ponovno te pokličem po... (min, uri) na... (kHz, MHz).
QRY	Na vrsti si za zvezo pod zaporedno št. ...
<b>QRZ</b>	Kličem. Kliče te... (poz znak) na... (kHz, MHz).
QQQ	Prekinjam oddajo, pojasnilo sledi kasneje.
QSA	Moč tvojega signala je: 1-zaznavna, 2-slaba, 3-srednja, 4-dobra, 5-zelo dobra.
QSB	Tvoj signal niha. (Feding).
QSD	Delaš napake v tipkanju.
QSI	Ne morem se vključiti v zvezo z... (Vedno samo trdilna oblika, nikoli vprašalna).
QSK	Slišim te med mojo oddajo. Lahko vskočiš med oddajanjem. Soglašam z BK načinom dela.
<b>QSL</b>	Potrjujem sprejem. (Kartica za potrdilo zveze)
<b>QSLL</b>	Zamenjala si bova QSL kartici. (Samo radioamaterji).
QSN	Slišal sem te. Slišal sem... (poz. znak) na... (kHz, MHz)
<b>QSO</b>	Zveza. Lahko komuniciram z... (poz. znak).
QSP	Posredoval bom do... (poz. znak). Posreduj sporočilo...
QSR	Ponovi poziv na pozivni frekvenci.
QSS	Za delo bom uporabljal frekvenco... (kHz, MHz).
<b>QST</b>	Sporočilo (vsem) brez pričakovanega odgovora. (samo radioamaterji)
QSU	Pokliči me na... (kHz, MHz) ob... (uri).
QSUF	Pokliči me po telefonu. (Samo radioamaterji).
QSV	Pošiljaj serijo V-jev na tej frekvenci (na... kHz, MHz).
QSW	Prehajam na frekvenco... (kHz, MHz).
QSX	Poslušal bom... (poz. znak) na... (kHz, MHz).
<b>QSY</b>	Spremenil bom (spremeni) frekvenco na... (kHz, MHz).
QSZ	Tipkaj vsako besedo dvakrat. (... krat).
QTA	Preklicujem (najavo, obvestilo, aktivnost).
<b>QTC</b>	Imam sporočilo. Imam... sporočil zate ali za... (poz. znak).
<b>QTH</b>	Moja lokacija (naslov) je...
<b>QTR</b>	Točen čas je...
QTQ	Uporabljam (bom) mednarodno kodo.
QTU	Moja postaja je aktivna od... do... (ure).
QTV	Čakaj me na frekvenci... (kHz, MHz), od... do... (ure).
QTS	Ponavljam (bom) moj pozivni znak, za točno določitev frekvence.
QTX	Čakal te bom do nadaljnega obvestila. Ali, od... do... (ure).
QUA	Imam novico. Sporočilo od... (poz. znak).
QUD	Sprejel sem nujen signal od...
QUF	Sprejel sem klic v sili, poslan od... (poz. znak), ob... (uri).
QUM	Nadaljujem (lahko) z normalnim delom.

Če Q kodi dodamo vprašaj, dobi pomen vprašalno obliko.

Na primer: QRZ – Kličem, QRZ? – Kdo me kliče?

S poudarjenim tiskom so označene najpogostejše uporabe kod.



P1.11

## MEDNARODNE KRATICE PROCEDURE

<b>AA</b>	Vse potem ... (Po vprašaju kot zahtevke za ponovitev).
<b>AB</b>	Vse pred ... (Uporablja se podobno kot AA).
<b>ADS</b>	Naslov (Po vprašaju kot zahtevke za ponovitev).
<b>AR</b>	Konec oddaje (Tipkano povezano kot en signal).
<b>AS</b>	Čakalna doba (Tipkano povezano kot en signal).
<b>BK</b>	Signal za prekinitev tekoče oddaje.
<b>BN</b>	Vse med ... in ... (Po vprašaju kot zahtevke za ponovitev).
<b>CFM</b>	Potrditev (ali potrjujem).
<b>CL</b>	Izključujem postajo.
<b>COL</b>	Primerjanje (ali primerjam).
<b>CQ</b>	Splošni poziv vsem postajam.
<b>CS</b>	Klicni znak (Uporablja se kot zahtevke za klicni znak).
<b>DDD</b>	Uporablja se za označitev oddaje sporočila o stiski s strani postaje, ki ni v stiski (Tipka se povezano kot en signal).
<b>DE</b>	Od (Uporablja se pred klicnim znakom postaje, ki kliče).
<b>E</b>	Vzhod (Smer neba).
<b>ER</b>	Tukaj ...
<b>K</b>	Povabilo k oddaji.
<b>KA</b>	Začetek dela ali sporočila (Tipkano povezano kot en signal)
<b>MIN</b>	Minuta (ali minute).
<b>N</b>	Sever (Smer neba).
<b>NIL</b>	Nimam nič za vas.
<b>NO</b>	Ne (Odklonilno).
<b>NW</b>	Sedaj.
<b>OK</b>	Strinjam se (ali to je v redu).
<b>R</b>	Sprejeto.
<b>RPT</b>	Ponovitev (ali ponavljam; ali ponovite ...).
<b>S</b>	Jug (Smer neba).
<b>SOS</b>	Signal v stiski (Tipka se povezano kot en signal).
<b>TFC</b>	Promet.
<b>TU</b>	Hvala.
<b>TXT</b>	Tekst (Po vprašaju kot zahtevke za ponovitev).
<b>VA</b>	Signal za konec dela (Tipka se kot en signal).
<b>W</b>	Zahod (Smer neba).
<b>WA</b>	Beseda po ... (Po vprašaju kot zahtevke za ponovitev).
<b>WB</b>	Beseda pred ... (Po vprašaju kot zahtevke za ponovitev).
<b>WD</b>	Beseda, besede ali grupa, grupe.
<b>XXX</b>	Skupina oddana trikrat zapovrstjo označuje nujen signal.
<b>YES</b>	Da (Pritrdilno).

## RADIOAMATERSKE KRATICE

<b>A</b>	Amper
<b>AA</b>	Umetna antena..
<b>AA</b>	Potem vse .
<b>AB</b>	Predtem vse
<b>ABT</b>	Okrog; približno..
<b>AC</b>	Izmenični tok
<b>ADR</b>	Naslov..
<b>ADS</b>	Naslov
<b>ADV</b>	Vnaprej..
<b>AER</b>	Antena.
<b>AF</b>	Niska frekvenca.
<b>AF</b>	Afrika.
<b>AFTER</b>	Potem.
<b>AFTRN</b>	Popoldan
<b>AGN</b>	Ponovno..
<b>ALL</b>	Vse.
<b>ALSO</b>	Prav tako.
<b>AM</b>	Dopoldan.
<b>AM</b>	Amplitudna modulacija.
<b>AMT</b>	Količina.
<b>AMP</b>	Amper.
<b>AND</b>	In.
<b>ANI</b>	Katerikoli.
<b>ANY</b>	Katerikoli.
<b>ANR</b>	Drugi; naslednji.
<b>ANS</b>	Odgovor.
<b>ANSW</b>	Odgovor.
<b>ANT</b>	Antena.
<b>APRX</b>	Približno.
<b>AR</b>	Zaključek oddaje (povezano)
<b>AR</b>	Amaterski radio..
<b>ARC</b>	Amaterski radio klub.
<b>ARE</b>	So.
<b>ARRL</b>	Ameriško radioamatersko združenje.
<b>ARO</b>	Amaterski radio operator.
<b>ARS</b>	Amaterska radijska postaja.
<b>AS</b>	Počakaj (povezano).
<b>AS M</b>	Počakaj minuto (AS povezano).
<b>ASAP</b>	Čim prej je mogoče.

<b>AUD</b>	Možnost sprejema.
<b>AVE</b>	Avenija (široka ulica).
<b>AVC</b>	Avtomatska kontrola pojačanja.
<b>AW</b>	Diploma.

<b>BA</b>	Prej; spredaj.
<b>BA</b>	Ločilna stopnja.
<b>BAD</b>	Slabo.
<b>BC</b>	Radiodifuzna postaja.
<b>BCI</b>	Radijske motnje (interferenčne).
<b>BCNU</b>	Se še srečava z veseljem.
<b>BCUS</b>	Zaradi; zato ker.
<b>BD</b>	Slabo.
<b>BE</b>	Biti.
<b>BEAM</b>	Bim, antena z usmerjenim sevanjem
<b>BEFORE</b>	Prej; preden
<b>BEST</b>	Odlično..
<b>BETTER</b>	Boljši.
<b>BFO</b>	Drugi oscilator (za izvlačenje frekvence).
<b>BK</b>	Prekinjam
<b>BLO</b>	Kratek stik.
<b>BN</b>	Vmes.
<b>BQ</b>	Odgovor v zvezi z vprašanjem.
<b>BOX</b>	Poštni predal.
<b>BLV</b>	Verjamem
<b>BT</b>	Pomišljaj (povezano); ali – (minus).
<b>BTVN</b>	Vmes.
<b>BTR</b>	Boljši.
<b>BU</b>	Ločilna stopnja.
<b>BUG</b>	Polavtomatski taster.
<b>BUFFER</b>	Ločilna stopnja.
<b>BUK</b>	Knjiga.
<b>BUREAU</b>	Biro (QSL biro).
<b>BUT</b>	Razen; ali.

<b>C</b>	Ja, seveda.
<b>CALL</b>	Klic; klicni znak.
<b>CALL BOOK</b>	Radioamaterski imenik
<b>CAN</b>	Zmorem..

<b>CC</b>	Kontrolirano z kristalom.
<b>CFM</b>	Potrjujem.
<b>CFMG</b>	Potrjujem.
<b>CHC</b>	Klub lovcev na diplome.
<b>CHANNEL</b>	Kanal.
<b>CHEERIO</b>	Pozdrav.
<b>CHIRP</b>	Nestabilen, cvrkotav ton.
<b>CK</b>	Potrditi; preveriti.
<b>CHECK</b>	Potrditi; preveriti.
<b>CL</b>	Izključujem postajo.
<b>CLD</b>	Klical sem.
<b>CLEAR</b>	Čisto; jasno.
<b>CLG</b>	Kličem.
<b>CLICK</b>	Trdi signal, prasketajoč..
<b>CLN</b>	Čisto; jasno.
<b>CLOUDI</b>	Oblačno.
<b>CLR</b>	Čisto; jasno.
<b>CNT</b>	Ni mogoče; ne morem.
<b>CNTY</b>	Območje.
<b>CNTRY</b>	Država.
<b>CO</b>	Kristalni oscilator.
<b>C/O</b>	Preko nekoga.
<b>COME</b>	Pridi; priti kam.
<b>CONDS</b>	Pogoji (na obsegu ali za delo).
<b>CONDX</b>	Pogoji za dolge (DX) zveze.
<b>CONGRATS</b>	Čestitam; čestitke.
<b>CONTEST</b>	Tekmovanje.
<b>CONV</b>	Konverter.
<b>CONTROL</b>	Kontrola.
<b>COPA</b>	Oddajnik s kristalnim oscilatorjem in končno stopnjo.
<b>COPY</b>	Sprejeto.
<b>COZ</b>	Ker; zaradi.
<b>CP</b>	Radial.
<b>CPI</b>	Sprejeto.
<b>CRD</b>	Kartica (QSL).
<b>CRC</b>	Centralni radioklub.
<b>CRD</b>	Karta; zemljevid.
<b>CQ</b>	Splošni poziv.
<b>CQ DX</b>	Poziv oddaljenim postajam.
<b>CQ TEST</b>	Poziv v tekmovanju.
<b>CS</b>	Pozivni znak.

<b>CTY</b>	Mesto.
<b>CU</b>	Pokličem te.
<b>CUAGN</b>	Na svidenje.
<b>CUD</b>	Lahko bi.
<b>CUDNT</b>	Nisem mogel.
<b>CUL</b>	Se slišiva (kasneje).
<b>CUM</b>	Pridi.
<b>CW</b>	Telegrafija.
<b>CUZ</b>	Ker; zaradi.

<b>D</b>	Dol.
<b>DA</b>	Dan.
<b>DA</b>	Izmenični tok.
<b>DAY</b>	Dan.
<b>DB</b>	Decibel.
<b>DBL</b>	Dvojni.
<b>DC</b>	Enosmerni tok.
<b>DCT</b>	Direktno.
<b>DE</b>	Od; (pred pozivnim znakom).
<b>DEFECT</b>	Okvara.
<b>DGR</b>	Stopnja.
<b>DIF</b>	Razlika.
<b>DIFF</b>	Razlika.
<b>DIR</b>	Direktno.
<b>DISTRICT</b>	Območje.
<b>DLD</b>	Izročeni.
<b>DLVD</b>	Izročeni.
<b>DN</b>	Nižje (frekvenca).
<b>DO</b>	Delati.
<b>DONT</b>	Nikar.
<b>DOPE</b>	Informacija.
<b>DR</b>	Dragi, draga.
<b>DS</b>	Hvala (nemško).
<b>DSW</b>	Na svidenje (rusko).
<b>DSB</b>	Dvobočni prenos brez nosilca.
<b>DX</b>	Oddaljen; velika razdalja.
<b>DXPDN</b>	DX odprava.
<b>DWN</b>	Nižja (frekvenca); dol.

<b>EKO</b>	Oscilator v elektronskem sklopu.
<b>EL</b>	Element (antene).
<b>EM</b>	Njim.

<b>ENAF</b>	Dovolj.
<b>ENI</b>	Bilo kateri.
<b>ENUF</b>	Dovolj.
<b>ERE</b>	Tukaj.
<b>ES</b>	In.
<b>ETC</b>	In tako naprej.
<b>EU</b>	Evropa.
<b>EX</b>	Nekdanji.

<b>FB</b>	Odlično.
<b>FC</b>	Menjalec frekvence.
<b>FD</b>	Stopnja za podvajanje frekvence.
<b>FD</b>	Delo v naravi (field day).
<b>FER</b>	Za.
<b>FIL</b>	Vlakno.
<b>FIRST</b>	Prvi.
<b>FM</b>	Od .
<b>FM</b>	Frekvenčna modulacija.
<b>FMI</b>	Informiraj me.
<b>FONE</b>	Telefonija.
<b>FONES</b>	Slušalke.
<b>FOR</b>	Za.
<b>FR</b>	Za.
<b>FREQ</b>	Frekvenca.
<b>FRND</b>	Prijatelj.
<b>FREQ</b>	Frekvenca.
<b>FRM</b>	Od.
<b>FROM</b>	Od.
<b>FRQ</b>	Frekvenca.
<b>FUL</b>	Poln; cel; ves.
<b>FWD</b>	Naprej.
<b>FYI</b>	Informiram te.

<b>GA</b>	Dobro popoldne.
<b>GA</b>	Nastavi.
<b>GB</b>	Na svidenje.
<b>GCR</b>	Overjen izvleček iz Log-a ali QSL kartice.
<b>GD</b>	Dober dan.
<b>GE</b>	Dober večer.
<b>GH</b>	Dober lov, pozdrav.
<b>GL</b>	Veliko sreče.
<b>GLD</b>	Veseli; zadovoljen.

<b>GM</b>	Dobro jutro.
<b>GMT</b>	Čas po Greenwich-u.
<b>GN</b>	Lahko noč.
<b>GO</b>	Grem; pojdi.
<b>GND</b>	Ozemljitev; zemlja.
<b>GUD</b>	Dober; dobro.
<b>GUHOR</b>	Ne slišim te.
<b>GV</b>	Dati; daj mi.
<b>GRS</b>	Skupine.

<b>HAD</b>	Imel sem .
<b>HAM</b>	Radioamater.
<b>HAMLET</b>	Radioamater začetnik.
<b>HE</b>	On.
<b>HF</b>	Visoka frekvenca.
<b>HFC</b>	Visoko frekvenčni tok.
<b>HI</b>	Izraz za smeh.
<b>HI</b>	Visoko.
<b>HI</b>	Pozdrav.
<b>HLO</b>	Zdravo, pozdrav.
<b>HLV</b>	Na svidenje (špansko).
<b>HNY</b>	Srečno Novo leto.
<b>HOME</b>	Dom.
<b>HOT</b>	Toplo.
<b>HP</b>	Velika moč.
<b>HPE</b>	Upam.
<b>HPI</b>	Srečen sem: srečno.
<b>HPN</b>	Dogodek.
<b>HPY</b>	Srečen sem; srečno.
<b>HERE</b>	Tukaj.
<b>HR</b>	Tukaj.
<b>HR</b>	Slišim.
<b>HEAR</b>	Slišati; slišim.
<b>HRD</b>	Slišal sem.
<b>HRS</b>	Ure.
<b>HQ</b>	Vodstvo, (uprava).
<b>HT</b>	Visoka napetost.
<b>HV</b>	Imam.
<b>HVE</b>	Imam; imaš.
<b>HVNT</b>	Nimam; nimaš.
<b>HVI</b>	Težko; močno; silno.
<b>HVY</b>	Težko; močno; silno.

<b>HW</b>	Kako me slišiš; kako.
<b>HWS</b>	Kako je? Kako si?.

<b>I</b>	Pripravljen? (QRV?).
<b>I</b>	Začni (odgovor po IE), (tudi namesto K).
<b>I</b>	Jaz.
<b>IARU</b>	Mednarodna radioamaterska organizacija.
<b>ICW</b>	Modulirana telegrafija.
<b>ID</b>	Jaz bom; Jaz bi.
<b>IE</b>	Je ta frekvenca prosta? (samo v CW delu).
<b>IF</b>	Medfrekvenca.
<b>III</b>	Napaka; ponavljam besedo.
<b>IIIIIIII</b>	Počakaj, se pripravljam na odgovor. Berem sporočilo.
<b>IM</b>	Jaz sem.
<b>IMI</b>	Vprašaj (povezano), za prošnjo ponavljanja.
<b>IN</b>	V.
<b>INFO</b>	Obvestilo.
<b>INPT</b>	Vhodna moč.
<b>INPUT</b>	Vhodna moč.
<b>INT</b>	Mednarodni
<b>IRC</b>	Mednarodni poštni kupon..
<b>IRPT</b>	Ponavljam.
<b>IS</b>	Je.
<b>IS</b>	Ostro..
<b>ISL</b>	Ostro.
<b>IT</b>	Ta.
<b>ITU</b>	Mednarodna telekomunikacijska unija.
<b>ITV</b>	Televizijska motnja (interferenca).

<b>K</b>	Pridi; naprej; začni z oddajo (po RST pomeni »klik«).
<b>KA</b>	Pozor; začetek oddaje (povezano).
<b>KEY</b>	Taster.
<b>KHZ</b>	Kilo Herz.
<b>KLIX</b>	Kliks.
<b>KN</b>	Nadaljuje naj označena postaja. Ostale ne kličite.
<b>KNW</b>	Vem.
<b>KW</b>	Kilovat.

<b>LAST</b>	Zadnji.
<b>LATE</b>	Pozno.

<b>LF</b>	Nizka frekvenca.
<b>LID</b>	Slab operater.
<b>LIKE</b>	Dopasti; kot.
<b>LIMIT</b>	Meja.
<b>LINE</b>	Linija, zveza.
<b>LIL</b>	Malo.
<b>LIS</b>	Licenciran radioamater.
<b>LNG</b>	Dolgi.
<b>LOG</b>	Dnevnik radijske postaje.
<b>LOG DATA</b>	Podatki iz dnevnika.
<b>LOST</b>	Izgubljeno.
<b>LOW</b>	Nizek.
<b>LSN</b>	Poslušati.
<b>LT</b>	Nizka napetost.
<b>LTL</b>	Malo.
<b>LTR</b>	Pismo.
<b>LTR</b>	Pozneje.
<b>LUCK</b>	Sreča.
<b>LV</b>	Zapustiti; oditi.
<b>LW</b>	Dolgi val.

<b>M</b>	Meter.
<b>MA</b>	Mili amper.
<b>MANI</b>	Veliko.
<b>MAX</b>	Maksimum; največji.
<b>MC</b>	Megacikel.
<b>MCW</b>	Modulirana telegrafija.
<b>MEZ</b>	Srednje evropski čas.
<b>MF</b>	Mikrofarad.
<b>MF</b>	Medfrekvenca.
<b>MG</b>	Pretvornik.
<b>MHZ</b>	Megaherc.
<b>MIN</b>	Minuta.
<b>MGR</b>	Manager.
<b>MI</b>	Moj.
<b>MK</b>	Povedati.
<b>MIKE</b>	Mikrofon.
<b>MIN</b>	Minimum; najmanjši.
<b>MNI</b>	Mnogo.
<b>MO</b>	Moment; trenutek.
<b>MOD</b>	Modulator.
<b>MOPA</b>	Oddajnik z MO in PA

<b>MSG</b>	Sporočilo..
<b>MST</b>	Se mora.
<b>MUCH</b>	Mnogo; veliko.
<b>MY</b>	Moj, moje.

<b>N</b>	Ne.
<b>NA</b>	Severna Amerika.
<b>NAME</b>	Ime.
<b>ND</b>	Ni mogoče delati, nemogoči pogoji.
<b>NEAR</b>	Blizu.
<b>NET</b>	Mreža (radijska).
<b>NG</b>	Ni dobro.
<b>NICE</b>	Lepo; lep.
<b>NIL</b>	Nič.
<b>NITE</b>	Noč; ponoči.
<b>NM</b>	Nič več.
<b>NO</b>	Ne.
<b>NOT</b>	Ne.
<b>NR</b>	Številka.
<b>NR</b>	Blizu.
<b>NVR</b>	Nikoli.
<b>NW</b>	Sedaj.

<b>OB</b>	Fant (stari fant).
<b>OC</b>	Prijatelj (stari prijatelj).
<b>OG</b>	Dekle (stara punca).
<b>OK</b>	Vse v redu.
<b>OL</b>	Stara operaterka.
<b>OM</b>	Prijatelj; znanec (stari fant).
<b>ON</b>	Na.
<b>ONLY</b>	Samo; izključno.
<b>OP</b>	Operater.
<b>OPR</b>	Operater.
<b>OPS</b>	Operaterji.
<b>OSC</b>	Oscilator.
<b>OT</b>	Oldtimer (preko 25 let).
<b>OOT</b>	Oltimer (preko 50 let).
<b>OTHER</b>	Drugi.

<b>PA</b>	Končna stopnja oddajnika.
<b>PART</b>	Del.
<b>PBLI</b>	Verjetno.

<b>PD</b>	Perioda (časovna).
<b>PLS</b>	Prosim.
<b>PLSR</b>	Zadovoljstvo.
<b>PM</b>	Popoldan.
<b>PO</b>	Pošta.
<b>POB</b>	Poštni predal.
<b>POOR</b>	Slab.
<b>PR</b>	Slab.
<b>PSE</b>	Prosim.
<b>PSED</b>	Vzradoščen; zadovoljen.
<b>PLSD</b>	Vzradoščen; zadovoljen.
<b>PWR</b>	Moč.
<b>PX</b>	Tiskovina; Obvestilo za tisk.

<b>R</b>	Sprejeto vredu.
<b>RAC</b>	Usmerjen nefiltriran električni tok.
<b>RANDOM</b>	Naključna zveza, nedogovorjena.
<b>RC</b>	Radio klub.
<b>RCD</b>	Sprejeto.
<b>RCVR</b>	Sprejemnik.
<b>RDY</b>	Pripravljen sem; pripravljeno.
<b>RDO</b>	Radio.
<b>RECD</b>	Sprejeto.
<b>REF</b>	Oziraje se na.
<b>REGS</b>	Predpisi.
<b>RELY</b>	Relej.
<b>REQ</b>	Prošnja; zahteva.
<b>RF</b>	Radijske frekvence.
<b>RIG</b>	Oprema; radijska postaja.
<b>RITE</b>	Pisati.
<b>RM</b>	Soba; prostor.
<b>RNG</b>	Delam z... napravo.
<b>ROK</b>	Vse vredu sprejeto; vse je vredu.
<b>RPT</b>	Ponovi; ponovitev.
<b>RPRT</b>	Raport; ocena sprejetega signala.
<b>RQ</b>	Prošnja; zahteva.
<b>RS</b>	Radijska postaja.
<b>RST</b>	Ocena signala (Razumljivost, Moč, Ton).
<b>RTTY</b>	Radio teleprinter.
<b>RULES</b>	Propozicije.
<b>RX</b>	Sprejemnik.
<b>RXING</b>	Sprejem; sprejemam.

<b>SA</b>	Povedati.
<b>SA</b>	Južna Amerika.
<b>SAE</b>	Pismo z naslovom.
<b>SASE</b>	Pismo z naslovom in znamko
<b>SED</b>	Povedano.
<b>SET</b>	Komplet naprav; naprava.
<b>SHUD</b>	Potrebno.
<b>SIG</b>	Signal.
<b>SIGN</b>	Podpis.
<b>SIGS</b>	Signali.
<b>SINE</b>	Znak; podpis.
<b>SK</b>	Zaključek zveze (povezano).
<b>SKED</b>	Dogovorjena zveza.
<b>SL</b>	Nasvidenje.
<b>SN</b>	Kmalu (povezano).
<b>SEND</b>	Poslati; poslano.
<b>SOLID</b>	Solidno; dobro.
<b>SOS</b>	Klic na pomoč (povezano).
<b>SPLIT</b>	Ločen; razdvojen.
<b>SPACER</b>	Signal slišan, ko ni pritisnjen taster.
<b>SPARE</b>	Rezervni.
<b>SPK</b>	Govoriti.
<b>SRI</b>	Žal; oprost.
<b>SSB</b>	Enobočni prenos signala.
<b>ST</b>	Ulica.
<b>STDI</b>	Redno; stalno.
<b>STN</b>	Postaja.
<b>STRONG</b>	Močan.
<b>SUM</b>	Nekdo; nekaj; vsota.
<b>SURE</b>	Sigurno.
<b>SVC</b>	Servis; uradno sporočilo.
<b>SVL</b>	Nekoliko.
<b>SW</b>	Kratki val.
<b>SWL</b>	Sprejemni radioamater.

<b>TAKE</b>	Vzeti.
<b>TBI</b>	Težava; problem.
<b>TDA</b>	Danes.
<b>TEL</b>	Telefon.
<b>TEMP</b>	Temperatura
<b>TEST</b>	Preizkus..
<b>TEST</b>	Tekmovanje.

<b>TFC</b>	Promet; prenos sporočil.
<b>TIL</b>	Do.
<b>TILL</b>	Do.
<b>TIME</b>	Čas.
<b>TIMES</b>	Krat.
<b>THAN</b>	Potem.
<b>THERE</b>	Tam.
<b>THEY</b>	On.
<b>THIS</b>	Ta.
<b>TK</b>	Vzeti.
<b>TKS</b>	Hvala.
<b>TKU</b>	Hvala ti.
<b>TO</b>	Do; v smeri.
<b>TOP</b>	Vrhunski.
<b>TR</b>	Oddaja-sprejem.
<b>TRACE</b>	Sled; ostanek.
<b>TU</b>	Hvala.
<b>TUBE</b>	Elektronka.
<b>TMRW</b>	Jutri.
<b>TMW</b>	Jutri.
<b>TNX</b>	Hvala.
<b>THR</b>	Tam.
<b>THRU</b>	Skozi.
<b>TRCV</b>	Transceiver.
<b>TRBL</b>	Težava.
<b>TRUB</b>	Motnje.
<b>TRX</b>	Transceiver.
<b>TVI</b>	Televizijske motnje (interferenčne).
<b>TX</b>	Oddajnik.
<b>TXT</b>	Tekst.

<b>U</b>	Ti.
<b>U</b>	Gor.
<b>UD</b>	Ti bi moral...
<b>UP</b>	Gor; višje.
<b>UFB</b>	Izredno, odlično.
<b>UHF</b>	Ultra visoke frekvence.
<b>UKV</b>	Ultra kratki valovi.
<b>UN</b>	Pomen »ne« pred povezano besedo.
<b>UNDL</b>	Nerazpoložen.
<b>UNLIS</b>	Nelicencirani.
<b>UNSTDI</b>	Nestabilen.

<b>UP</b>	Višja (frekvenca).
<b>UR</b>	Vaš, tvoj.
<b>UTC</b>	Univerzalni čas.

<b>V</b>	Volt.
<b>VERT</b>	Vertikalen.
<b>VFB</b>	Izredno, odlično.
<b>VFO</b>	Oscilator spremenljive frekvence.
<b>VHF</b>	Zelo visoke frekvence.
<b>VOX</b>	Glasovno stikalo.
<b>VY</b>	Zelo; veliko.

<b>W</b>	Wat.
<b>W</b>	Povem; pove.
<b>WA</b>	Beseda potem.
<b>WAT</b>	Kaj.
<b>WATSA</b>	Kaj si rekel.
<b>WARM</b>	Toplo.
<b>WVE</b>	Val.
<b>WB</b>	Beseda pred.
<b>WD</b>	Beseda.
<b>WD</b>	Potrebno.
<b>WDS</b>	Besede.
<b>WELL</b>	Dobro.
<b>WEN</b>	Kdaj.
<b>WHEN</b>	Kdaj.
<b>WHAT</b>	Kaj.
<b>WHM</b>	Besed v minuti.
<b>WI</b>	Počakaj; kaj.
<b>WID</b>	Z, s.
<b>WILL</b>	Hočem; bom.
<b>WITH</b>	Z, s.
<b>WK</b>	Delo; vspostavljeni zvezo.
<b>WKD</b>	Delal sem.
<b>WKG</b>	Delam.
<b>WL</b>	Hočem; bom.
<b>WVL</b>	Valovna dolžina.
<b>WPM</b>	Besed v minuti.
<b>WRK</b>	Delo; delati; vspostavljeni zvezo.
<b>WT</b>	Wat (enota za moč).
<b>WTTS</b>	Wati (enota za moč).
<b>WUD</b>	Potrebno; lahko bi..

<b>WVL</b>	Valovna dolžina.
<b>WX</b>	Vreme.

<b>XCUS</b>	Oprosti.
<b>XCVR</b>	Transceiver, primopredajnik.
<b>XMAS</b>	Božič.
<b>XPED</b>	Ekspedicija.
<b>XPER</b>	Eksperiment.
<b>XMTR</b>	Oddajnik.
<b>XTAL</b>	Kristal.
<b>XYL</b>	Soproga; žena; poročena operaterka.

<b>YDA</b>	Včeraj.
<b>YDAY</b>	Včeraj.
<b>YL</b>	Dekle; samska operaterka.
<b>YR</b>	Leto.
<b>YR</b>	Vaš; tvoj.
<b>YRS</b>	Leta.

<b>Z</b>	Ničeni čas; čas po UTC.
----------	-------------------------

<b>33</b>	Pozdrav med ženskama.
<b>55</b>	Veliko uspeha.
<b>73</b>	Pozdrav.
<b>88</b>	Poljub.
<b>99</b>	Zgini; (Psovka, zelo žaljivo, nikoli ne uporabi te kratice!).



P1.13

**SPISEK DRŽAV PODPISNIC CEPT KONVENCIJE**

DRŽAVA	Leto	DRŽAVA	Leto	DRŽAVA	Leto
Albanija	1991	Nemčija	1959	Norveška	1959
Andora	1995	Grčija	1959	Poljska	1990
Avstrija	1959	Madžarska	1990	Portugalska	1959
Azerbajdžan	2001	Islandija	1959	Romunija	1990
Belorusija	2003	Irska	1959	Ruska federacija	1994
Belgija	1959	Italija	1959	San Marino	1967
Bosna in Hercegovina	1994	Latvija	1994	Srbija	2002
Bolgarija	1990	Lihtenštajn	1963	Slovaška	1993
Hrvaška	1992	Litva	1992	Slovenija	1993
Ciper	1963	Luksemburg	1959	Španija	1959
Češka	1993	Severna Makedonija	1995	Švedska	1959
Danska	1959	Malta	1970	Švica	1959
Estonija	1993	Moldavija	1993	Turčija	1959
Finska	1959	Monako	1969	Ukrajina	1995
Francija	1959	Črna gora	2007	Združeno kraljestvo	1959
Georgija	2006	Nizozemska	1959	Vatikan	1963

Nekatere države, ki niso podpisnice CEPT licence, dovoljujejo delo gostujočim radioamaterskim postajam pod enakimi ali podobnimi pogoji kot podpisnice CEPT.

Na primer: ZDA, Kanada, Izrael, Nova Zelandija in še mnoge druge. Katere države so to in kakšne zahteve je potrebno upoštevati pa se dobijo na naslednjem linku:

<https://www.ecodocdb.dk/download/2ae38a89-e58a/TR6101.pdf>

P1.14

**Črkovanje oziroma izpeljevanje črke z besedo**

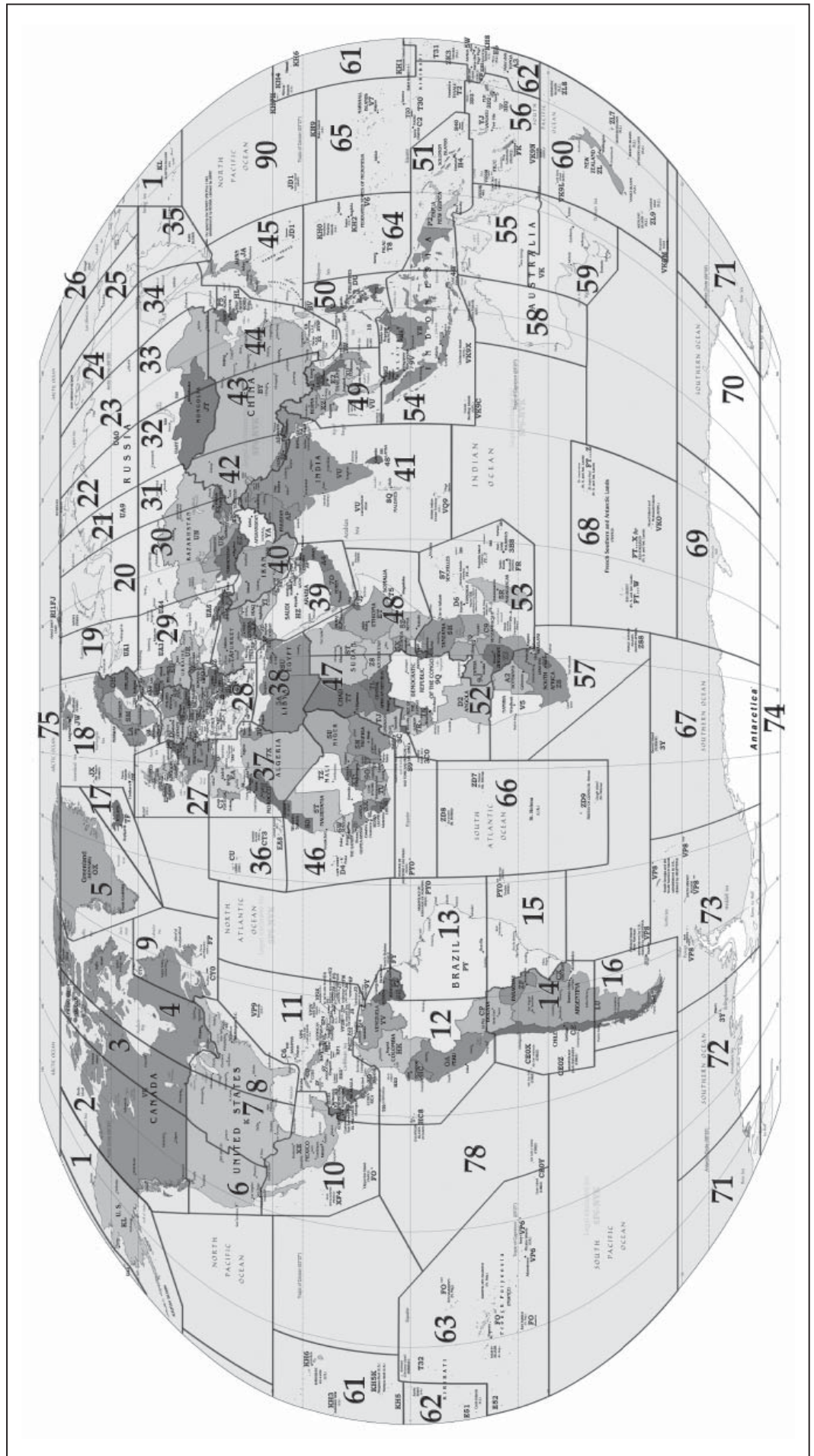
Črka	Mednarodno	Slovensko	Hrvaško	Srbsko	Nemško	Madžarsko	Italiansko
<b>A</b>	Alfa	Ankaran	Alan	Avala	Anton	Antal	Ancona
<b>B</b>	Bravo	Bled	Biokovo	Beograd	Berta	Bela	Bari
<b>C</b>	Charlie	Celje	Cavtat	Cetinje	Casar	Cecil	Como
<b>D</b>	Delta	Drava	Dubrovnik	Drina	Dora	Denes	Domodossola
<b>E</b>	Echo	Evropa	Erdut	Evropa	Emil	Elemer	Empoli
<b>F</b>	Foxtrot	Fala	Fužine	Futog	Friedrich	Ferenc	Firence
<b>G</b>	Golf	Gorica	Gospić	Golia	Gustav	Geza	Genova
<b>H</b>	Hotel	Hrastnik	Hrvatska	Herroj	Heinrich	Helen	Hotel
<b>I</b>	India	Izola	Istra	Igalo	Ida	Ilona	Imola
<b>J</b>	Juliet	Jadran	Jadran	Jadran	Julius	Janos	Jesolo
<b>K</b>	Kilo	Kamnik	Karlovac	Kosovo	Karl	Karoly	Kursaal
<b>L</b>	Lima	Ljubljana	Lika	Lika	Ludwig	Laszlo	Livorno

Črka	Mednarodno	Slovensko	Hrvaško	Srbsko	Nemško	Madžarsko	Italiansko
<b>M</b>	Mike	Maribor	Mostar	Morava	Marta	Matyas	Milano
<b>N</b>	November	Nanos	Novska	Niš	Nordpol	Nelli	Napoli
<b>O</b>	Oskar	Ormož	Osjek	Obvilić	Otto	Olga	Otranto
<b>P</b>	Papa	Piran	Pula	Pirot	Paula	Peter	Padova
<b>Q</b>	Quebec	Queen	Ku	Kvorum	Quelle	Kvelle	Quarto
<b>R</b>	Romeo	Ravne	Rijeka	Ruma	Richard	Robert	Roma
<b>S</b>	Sierra	Soča	Split	Sava	Siegfried	Sandor	Salerno
<b>T</b>	Tango	Triglav	Trogir	Timok	Theodor	Tamas	Taranto
<b>U</b>	Uniform	Unec	Učka	Užice	Ulich	Ubol	Udine
<b>V</b>	Victor	Velenje	Vukovar	Valjevo	Viktor	Viktor	Venezia
<b>W</b>	Whiskey	Dvojni v	Duplove	Duplo v	Wilhelm	Dupla Vilmos	Dupla vu
<b>X</b>	X-ray	Iks	Iks	Iks	Xantippe	Ikszes	Xseres
<b>Y</b>	Yankee	Ipsilon	Ipsilon	Ipsilon	Ypsilon	Ipsylon	Yacht
<b>Z</b>	Zulu	Zalog	Zagreb	Zemun	Zeppelin	Zoltan	Zara
<b>Č</b>		Čatež	Čakovec	Čačak			
<b>Š</b>		Šmarje	Šibenik	Šabac			
<b>Ž</b>		Žalec	Županja	Žabljak			
<b>Ć</b>				Ćuprija			
<b>DŽ</b>				Džep			
<b>Đ</b>			Džamija	Đakovo			
<b>LJ</b>				Ljubovia			
<b>NJ</b>				Njegoš			

<b>1</b>	Unaone	Ena, Enka	Jedan	Jedinica	Eins	Egy	Uno
<b>2</b>	Bissotwo	Dva, Dvojka	Dva	Dva	Zwei	Két	Due
<b>3</b>	Terrathree	Tri, Trojka	Tri	Tri	Drei	Három	Tre
<b>4</b>	Katefour	Štiri, Štirka	Četiri	Četiri	Vier	Négy	Quattro
<b>5</b>	Pantafive	Pet, Petka	Pet	Petica	Fuenf	öt	Cinque
<b>6</b>	Soxisix	Šest, Šestka	Šest	Šest	Sechs	Hat	Sei
<b>7</b>	Setteseven	Sedem, Sedmica	Sedam	Sedam	Sieben	Hét	Sette
<b>8</b>	Oktoeight	Osem, Osmica	Osam	Osam	Acht	Nyolc	Otto
<b>9</b>	Novenine	Devet, Devetica	Devet	Devet	Neun	Kilenc	Nove
<b>0</b>	Nadazero	Nič, Ničla	Nula	Nula	Null	Semmi	Zero
<b>/</b>	Slash	Poševnica	Kroz	Kroz	Durch	Vágás	Barra
<b>.</b>	Stop, Dot	Pika	Tačka	Tačka	Punkt	Pont	Puntino
<b>,</b>	Decimal	Vejica	Zarez	Zarez	Komma	Gally	Ramoscelo
<b>?</b>	Ask	Vprašaj	Upitnik	Upitnik	Fragezeichen	Kérdőjel	Chiedere

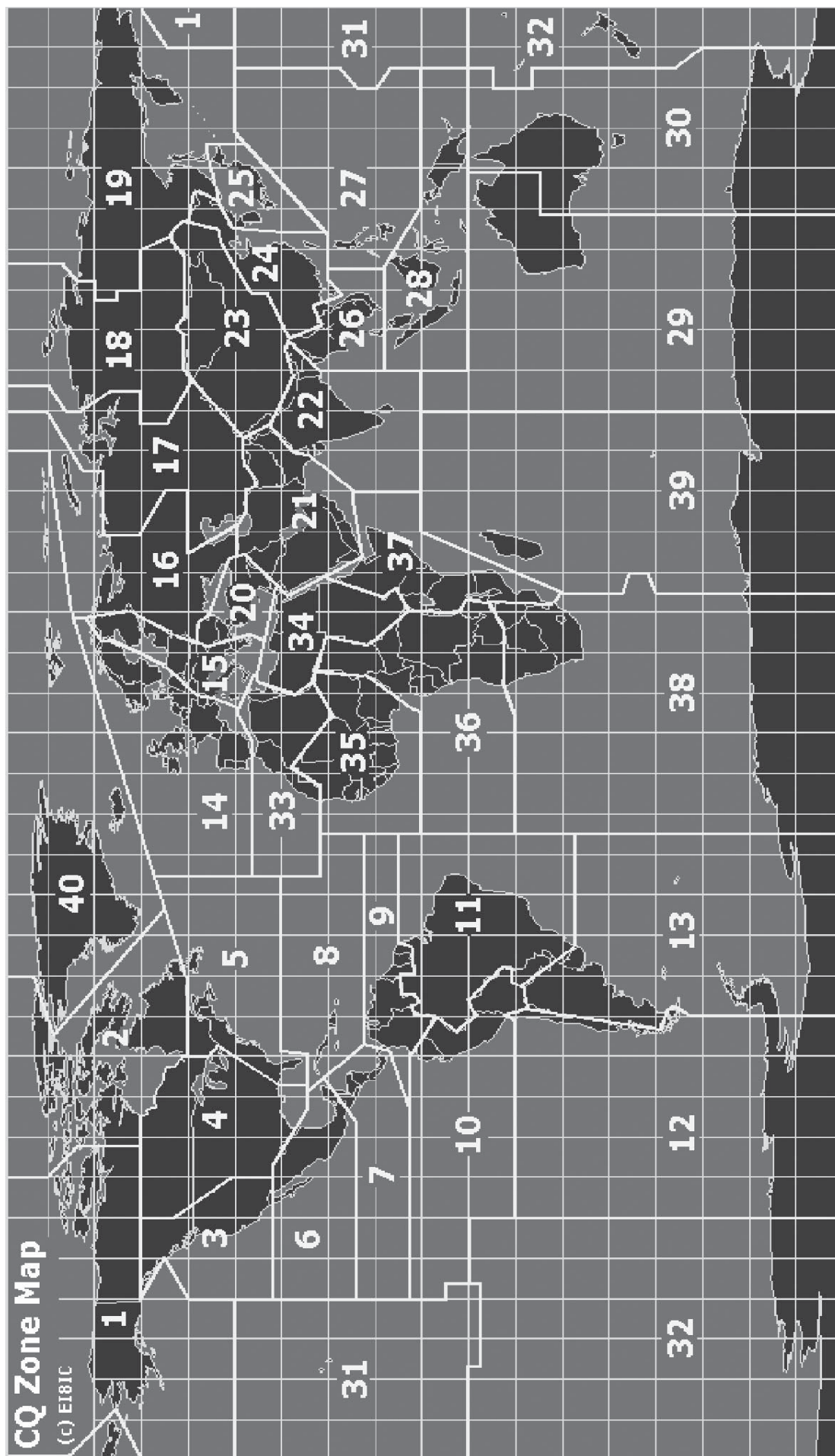
P1.15

Zemljevid ITU con



P1.16

Zemljevid CQ - WAZ con





# PRILOGE TEHNIČNE NARAVE

## KAZALO

- P2.1 Grška abeceda
- P2.2 Predpone za izpeljanke enot
- P2.3 Mednarodni sistem enot – SI
- P2.4 Nekatere enote angloameriškega sistema enot
- P2.5 Pretvorbe med enotami ameriškega merskega sistema
- P2.6 Pretvorbe med SI in ameriškim sistemom enot
- P2.7 Ameriške in angleške oznake žic
- P2.8 Specifična upornost in temperaturni koeficient
- P2.9 Relativne dielektrične konstante in prebojne napetosti
- P2.10 Elektrotehnični simboli
- P2.11 Lestvica standardnih vrednosti uporov in kondenzatorjev
- P2.12 Označevanje uporov z barvami
- P2.13 Označevanje kondenzatorjev
- P2.14 Koaksialni vodi
- P2.15 Montaža koaksialnih konektorjev
- P2.16 Napetost in moč na  $50\Omega$  bremenu
- P2.17 Odbojnost, valovitost in izgube









## P2.5

**PRETVORBE MED ENOTAMI AMERIŠKEGA MERSKEGA SISTEMA**

Dolžina		
1 in =	1/12 ft =	1/36 yd
1 ft =	12 in =	1/3 yd
1 yd =	36 in =	3 ft
1 statute mile =	1760 yd =	5280 ft
1 London mile =	5000 ft	
1 nautical mile =	6076.11549 ft	

Površina		
1 in <sup>2</sup> =	1/144 ft <sup>2</sup> =	1/1296 yd <sup>2</sup>
1 ft <sup>2</sup> =	144 in <sup>2</sup> =	1/9 ft <sup>2</sup>
1 yd <sup>2</sup> =	1296 in <sup>2</sup> =	9 ft <sup>2</sup>
1 rod <sup>2</sup> =	30.25 yd <sup>2</sup>	
1 acre =	160 rod <sup>2</sup> =	4840 yd <sup>2</sup>
1 mi <sup>2</sup> =	640 acres	

Površina		
1 ft <sup>3</sup> =	1728 in <sup>3</sup>	
1 yd <sup>3</sup> =	27 ft <sup>3</sup>	
Tekočine		
1 fl oz =	8 fl dr =	1.804 in <sup>3</sup>
1 pt =	16 fl oz	
1 qt =	2 pt =	57.75 in <sup>3</sup>
1 gal =	4 qt =	231 in <sup>3</sup>
1 barrel =	31.5 gal	

Sipke snovi		
1 dry qt =	2 dry pt =	67.2 in <sup>3</sup>
1 peck =	8 dry qt	
1 bushel =	4 pecks =	2150.42 in <sup>3</sup>

Teža		
1 dr =	27.343 gr (ga)	
1 oz =	437.5 gr (ga)	
1 lb =	16 oz =	7000 gr (ga)
1 short ton =	2000 lb	
1 long ton =	2240 lb	

## P2.6

**PRETVORBA MED SI IN AMERIŠKIM SISTEMOM ENOT**

Dolžina		
1 mm =	0.03937 in	1 in = 25.4 mm
1 cm =	0.39370 in	1 in = 2.54 cm
1 cm =	0.32808 ft	1 ft = 30.48 cm
1 m =	3.2808 ft	1 ft = 0.3048 m
1 m =	1.0936 yd	1 yd = 0.9144 m
1 km =	0.6215 mi	1 mi = 1.609 km
1 km =	0.5399 nmi	1 nmi = 1.852 km

Površina		
1 mm <sup>2</sup> =	0.00155 in <sup>2</sup>	1 in <sup>2</sup> = 645.16 mm <sup>2</sup>
1 cm <sup>2</sup> =	0.15500 in <sup>2</sup>	1 in <sup>2</sup> = 6.4516 cm <sup>2</sup>
1 cm <sup>2</sup> =	0.00107 ft <sup>2</sup>	1 ft <sup>2</sup> = 929.03 cm <sup>2</sup>
1 m <sup>2</sup> =	10.7642 ft <sup>2</sup>	1 ft <sup>2</sup> = 0.0929 m <sup>2</sup>
1 cm <sup>2</sup> =	0.00012 yd <sup>2</sup>	1 yd <sup>2</sup> = 8361.3 cm <sup>2</sup>
1 m <sup>2</sup> =	1.19598 yd <sup>2</sup>	1 yd <sup>2</sup> = 0.83613 m <sup>2</sup>
1 km <sup>2</sup> =	0.39062 mi <sup>2</sup>	1 mi <sup>2</sup> = 2.59 km <sup>2</sup>

Teža		
1 g =	15.4321 gr (ga)	1 gr (ga) = 0.0648 g
1 g =	0.03527 oz	1 oz = 28.349 g
1 g =	0.00220 lb	1 lb = 453.59 g
1 kg =	2.20463 lb	1 lb = 0.45359 kg
1 t =	1.10253 short ton	1 short ton = 0.907 t
1 t =	0.98425 long ton	1 long ton = 1.016 t

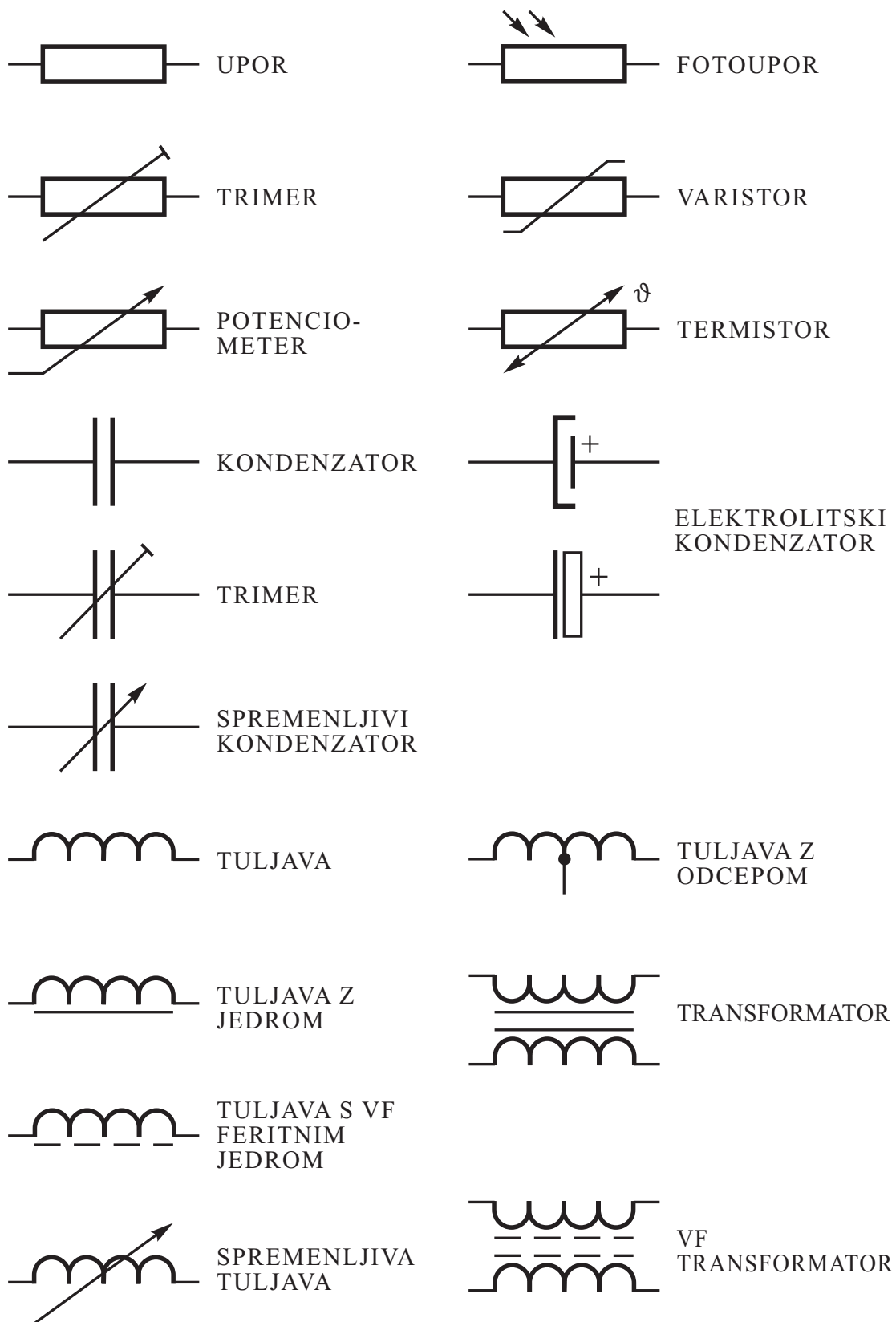
Volumen		
1 mm <sup>3</sup> =	0.00006 in <sup>3</sup>	1 in <sup>3</sup> = 16387.064 mm <sup>3</sup>
1 cm <sup>3</sup> =	0.06102 in <sup>3</sup>	1 in <sup>3</sup> = 16.387 cm <sup>3</sup>
1 m <sup>3</sup> =	35.3157 ft <sup>3</sup>	1 ft <sup>3</sup> = 0.028316 m <sup>3</sup>
1 m <sup>3</sup> =	1.30795 yd <sup>3</sup>	1 yd <sup>3</sup> = 0.764555 m <sup>3</sup>
1 ml =	0.06102 in <sup>3</sup>	1 in <sup>3</sup> = 16.387 ml
1 ml =	0.03382 fl oz	1 fl oz = 29.57 ml
1 ml =	0.00211 pt	1 pt = 473 ml
1 ml =	0.00106 qt	1 qt = 946.333 ml
1 l =	0.03531 ft <sup>3</sup>	1 ft <sup>3</sup> = 28.32 l
1 l =	1.05674 qt	1 qt = 0.9463 l
1 l =	0.26420 gal	1 gal = 3.785 l
1 l =	0.90826 dry qt	1 dry qt = 1.101 l
1 l =	0.11352 peck	1 peck = 8.809 l
1 l =	0.02838 bushel	1 bushel = 35.238 l

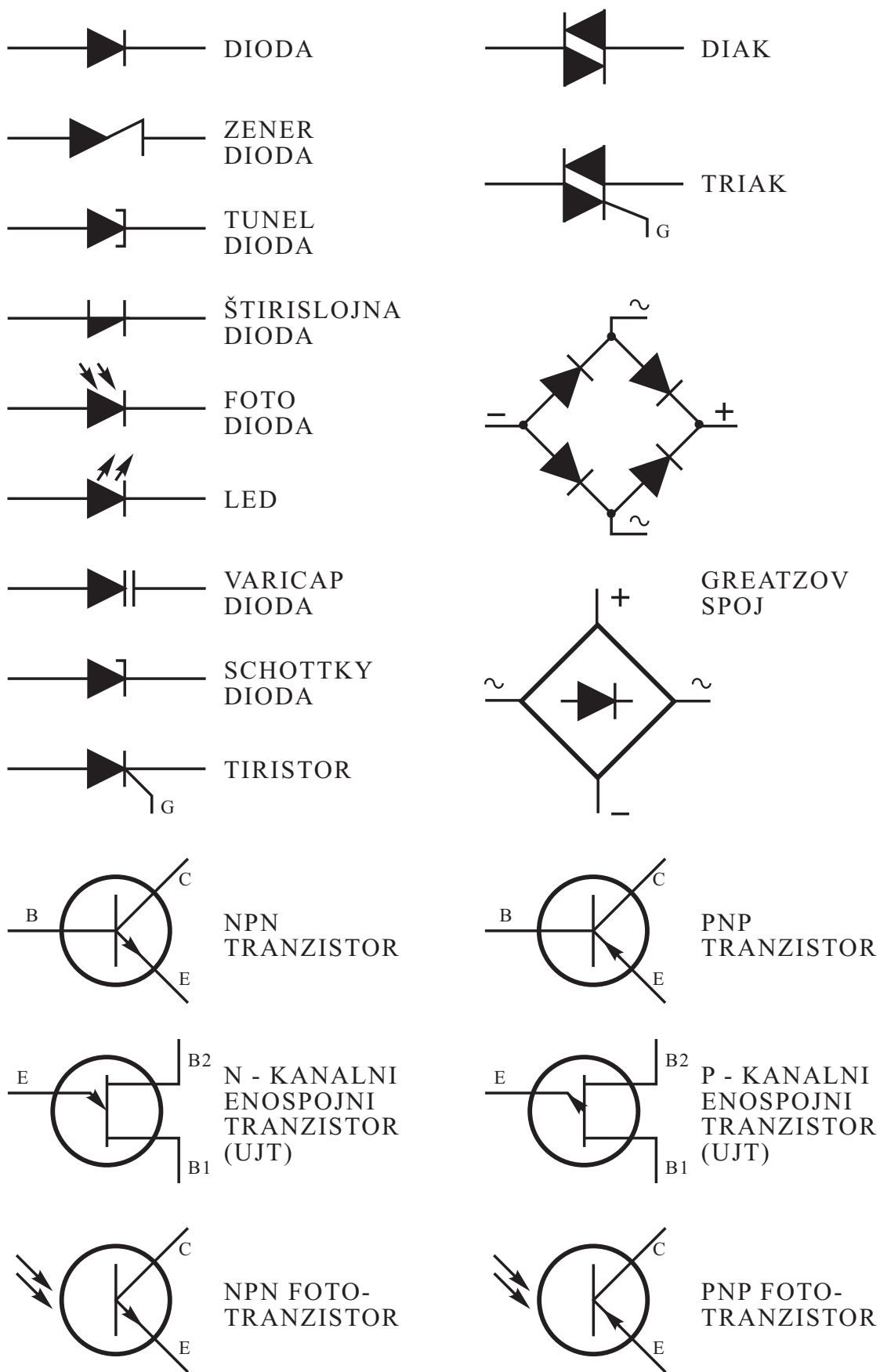


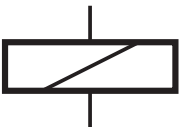
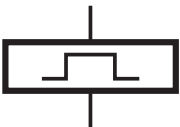


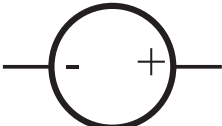









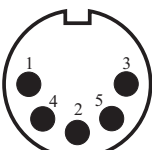
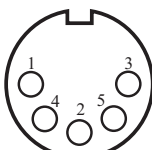






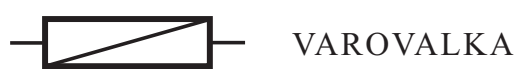
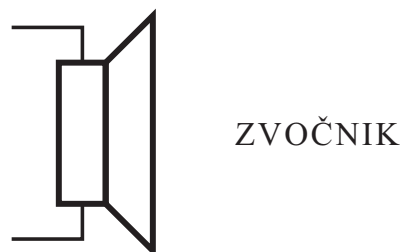
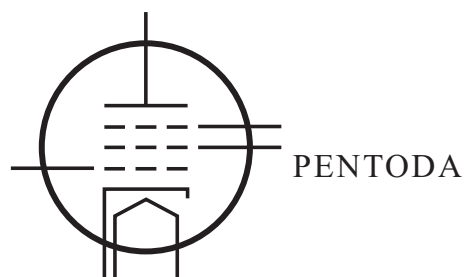
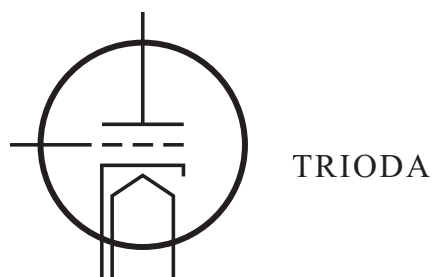
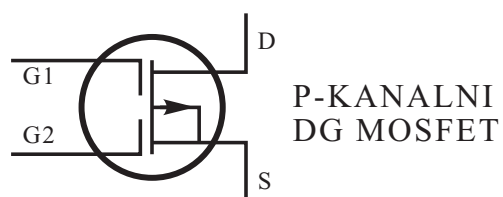
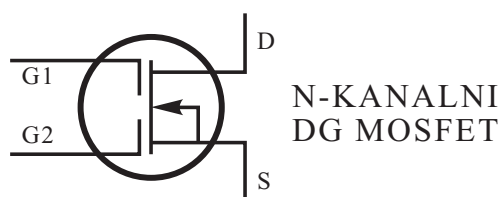
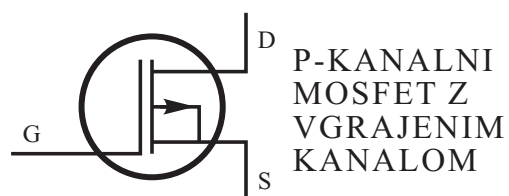
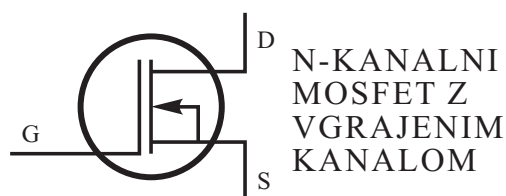
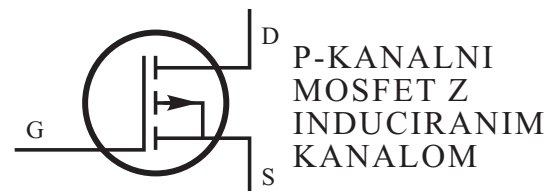
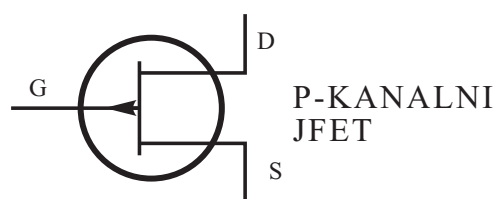
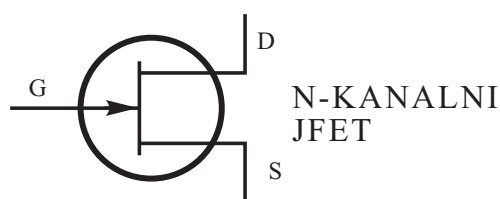
P2.10

## ELEKTROTEHNIČNI SIMBOLI

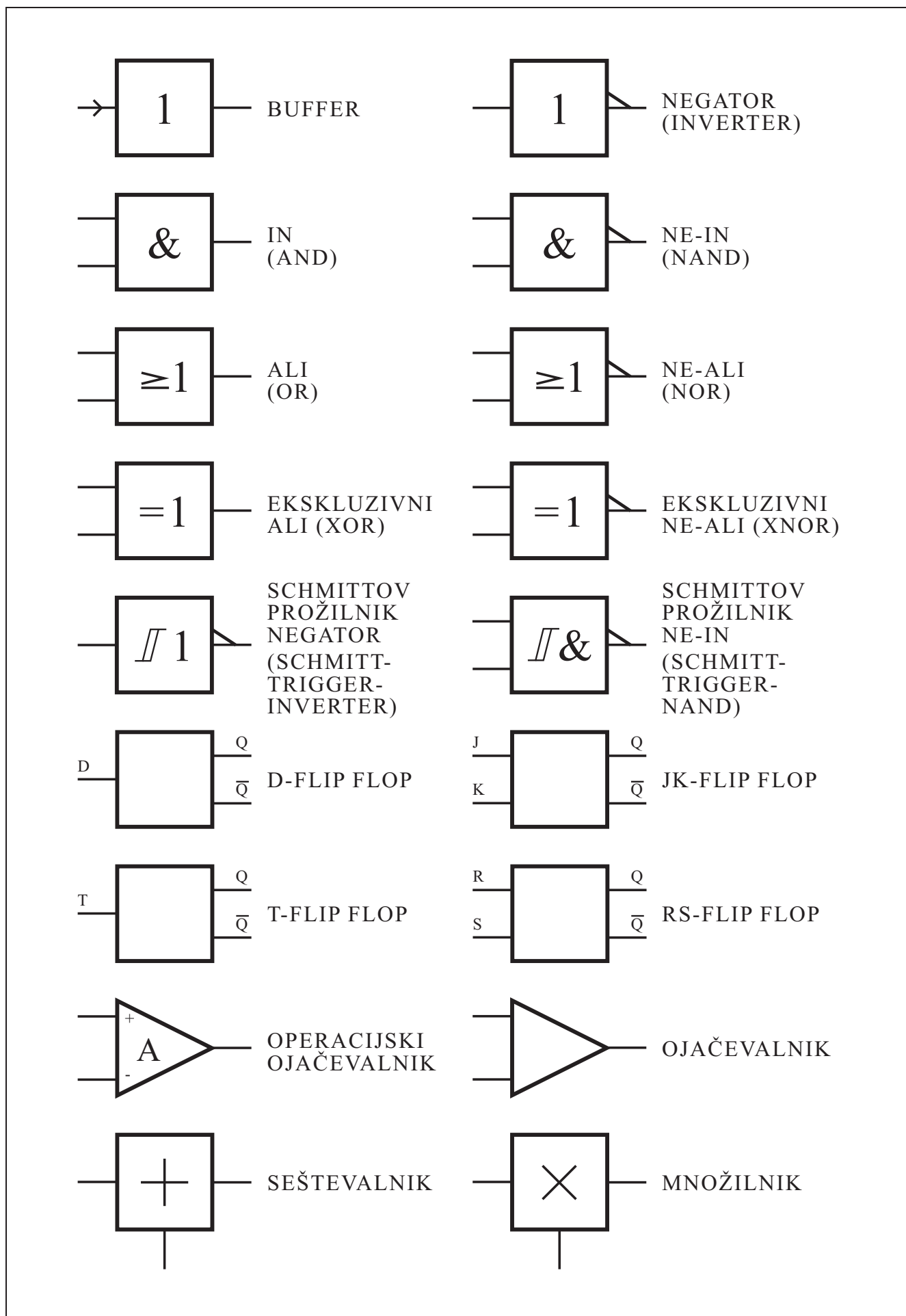




	RELE		TERMIČNI RELE
	BATERIJA		IZMENIČNI GENERATOR
	NAPETOSTNI VIR		TOKOVNI VIR
	AMPERMETER		VOLTMETER
	MOTOR		TIPKA
	STIKALO		PREKLOPNIK
	ANTENA		OZEMLJITEV
	PETPOLNI DIN VTIKAČ		PETPOLNA DIN VTIČNICA
	TROPOLNI VTIKAČ		TROPOLNA VTIČNICA
	DVOPOLNI VTIKAČ		DVOPOLNA VTIČNICA









P2.11

## LESTVICA STANDARDNIH VREDNOSTI UPOROV IN KONDENZATORJEV

TOLERANCA					
20%	10%	5%	2%	1%	
RAZRED					
E6	E12	E24	E48	E96	
1.0	1.0	1.0	1.00	1.00	
				1.02	
			1.05	1.05	
				1.07	
			1.1	1.10	1.10
					1.13
	1.15	1.15	1.15		
			1.18		
	1.2	1.2	1.21	1.21	
				1.24	
			1.27	1.27	
		1.3	1.33	1.33	
				1.37	
				1.40	1.40
	1.43				
	1.5	1.5	1.5	1.47	1.47
					1.50
				1.54	1.54
1.58					
1.6				1.62	1.62
					1.65
1.69		1.69	1.69		
			1.74		
1.8		1.8	1.78	1.78	
				1.82	
			1.87	1.87	
		1.91	1.91	1.91	
				1.96	1.96
				2.00	
2.05		2.05	2.05		
			2.10		

TOLERANCA					
20%	10%	5%	2%	1%	
RAZRED					
E6	E12	E24	E48	E96	
2.2	2.2	2.2	2.15	2.15	
				2.21	
			2.26	2.26	
				2.32	
			2.4	2.37	2.37
					2.43
	2.49	2.49	2.49		
			2.55		
	2.7	2.7	2.61	2.61	
				2.67	
			2.74	2.74	
		2.80	2.80	2.80	
				2.87	2.87
				2.94	
	3.01	3.01	3.01		
			3.09		
	3.3	3.3	3.3	3.16	3.16
					3.24
3.32				3.32	
				3.40	
3.6				3.48	3.48
					3.57
3.65		3.65	3.65		
			3.74		
3.9		3.9	3.83	3.83	
				3.92	
			4.02	4.02	
		4.12	4.12	4.12	
				4.22	4.22
				4.32	
4.42		4.42	4.42		
			4.53		

TOLERANCA					
20%	10%	5%	2%	1%	
RAZRED					
E6	E12	E24	E48	E96	
4.7	4.7	4.7	4.64	4.64	
				4.75	
			4.87	4.87	
				4.99	
			5.1	5.11	5.11
					5.23
	5.36	5.36	5.36		
			5.49		
	5.6	5.6	5.62	5.62	
				5.76	
			5.90	5.90	
		6.04	6.04	6.04	
				6.19	6.19
				6.34	
	6.49	6.49	6.49		
			6.65		
	6.8	6.8	6.8	6.81	6.81
					6.98
7.15				7.15	
				7.32	
7.5				7.50	7.50
					7.68
7.87		7.87	7.87		
			8.06		
8.2		8.2	8.25	8.25	
				8.45	
			8.66	8.66	
		8.87	8.87	8.87	
				9.09	9.09
				9.31	
9.53		9.53	9.53		
			9.76		



P2.13

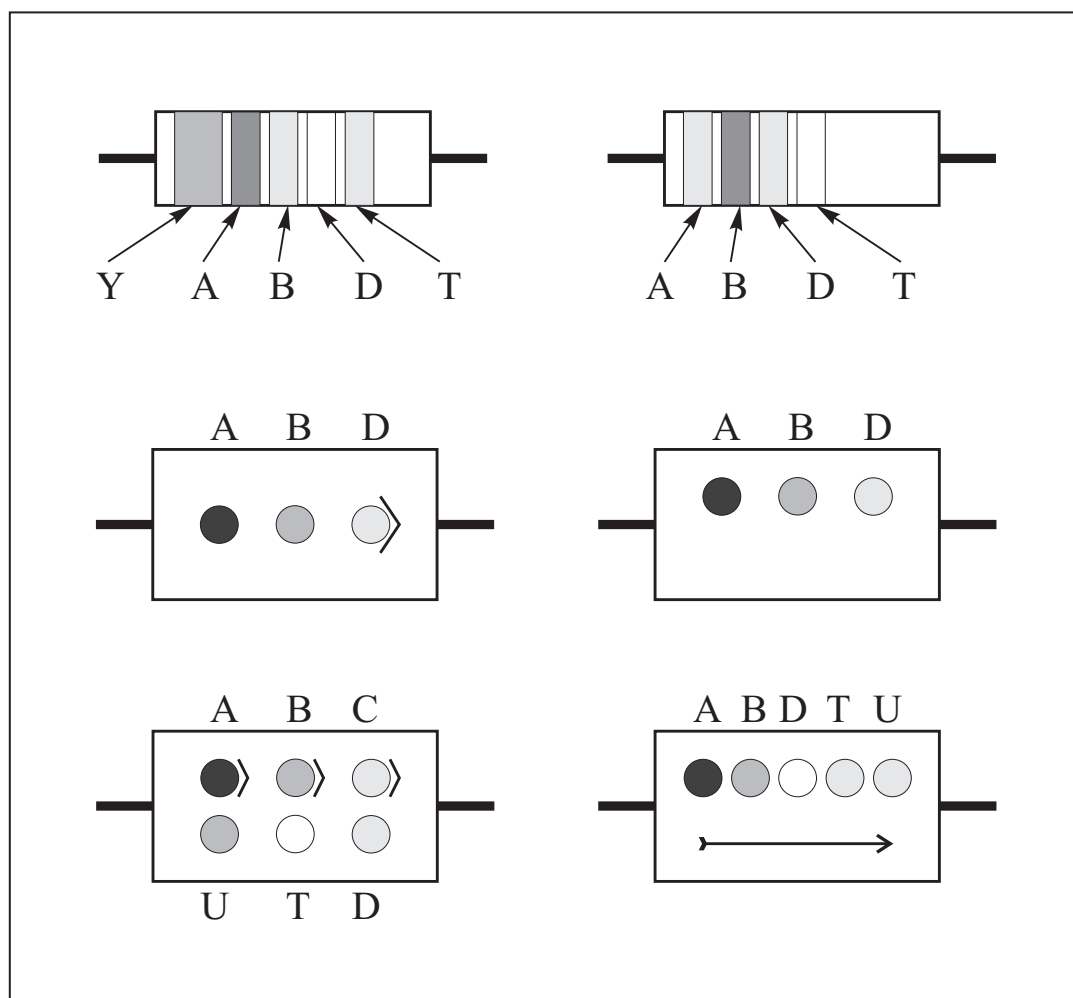
### OZNAČEVANJE KONDENZATORJEV

#### OZNAČEVANJE KONDENZATORJEV Z BARVAMI

Barva	Cifra A,B,C	Množitelj D	Toleranca (%) T	Napetost (V) U
Črna	0	1	-	-
Rjava	1	10	1	100
Rdeča	2	10 <sup>2</sup>	2	200
Oranžna	3	10 <sup>3</sup>	3	300
Rumena	4	10 <sup>4</sup>	4	400
Zelena	5	10 <sup>5</sup>	5	500
Modra	6	10 <sup>6</sup>	6	600
Vijolična	7	10 <sup>7</sup>	7	700
Siva	8	10 <sup>8</sup>	8	800
Bela	9	10 <sup>9</sup>	9	900
Zlata	-	10 <sup>-1</sup>	-	1000
Srebrna	-	10 <sup>-2</sup>	-	2000
Brez barve	-	-	-	500

#### OZNAČEVANJE KERAMIČNIH KONDENZATORJEV Z BARVAMI

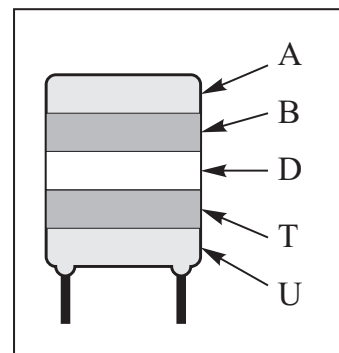
Barva	Cifra A,B,C	Množitelj D	Toleranca T		Temperaturni koeficient (V) U
			>10pF	<10pF	
Črna	0	1	±20%	2.0pF	-
Rjava	1	10	±1%	-	100
Rdeča	2	10 <sup>2</sup>	±2%	-	200
Oranžna	3	10 <sup>3</sup>	-	-	300
Rumena	4	-	-	-	400
Zelena	5	-	±5%	0.5pF	500
Modra	6	-	-	-	600
Siva	8	10 <sup>-2</sup>	-	0.25pF	800
Bela	9	10 <sup>-1</sup>	±10%	1.0pF	900



Označevanje kondenzatorjev z barvami. Kapacitivnosti so podane v pikofaradih (pF).

**OZNAČEVANJE POLIESTERSKIH KONDENZATORJEV Z BARVAMI**

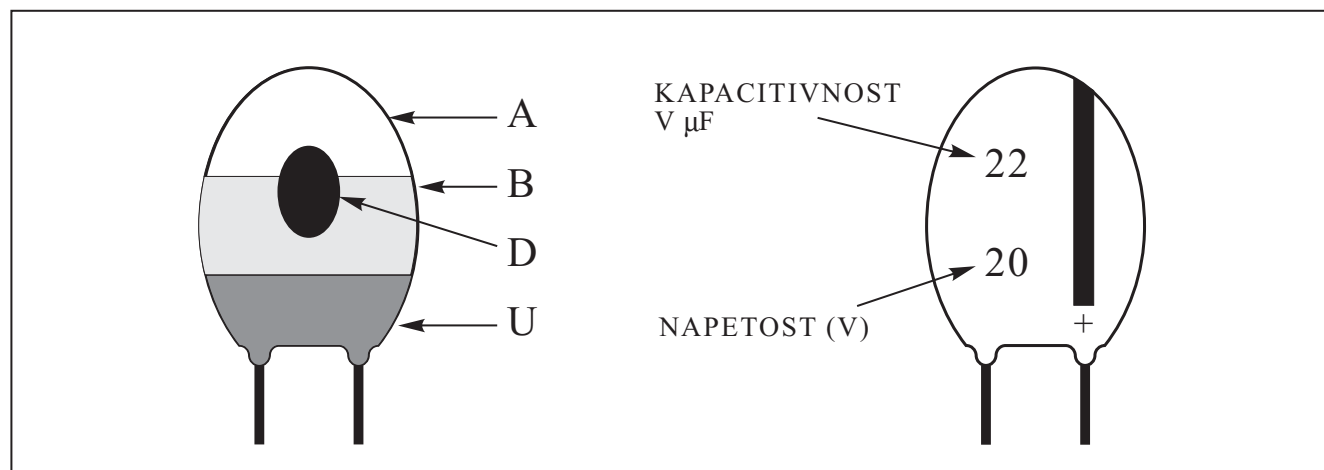
Barva	Cifra A,B,C	Množitelj D	Toleranca (%) T	Napetost (V) U
Črna	0	1	±20%	100
Rjava	1	10	-	-
Rdeča	2	10 <sup>2</sup>	-	250
Oranžna	3	10 <sup>3</sup>	-	-
Rumena	4	10 <sup>4</sup>	-	400
Zelena	5	10 <sup>5</sup>	±5%	-
Modra	6	10 <sub>6</sub>	-	-
Vijolična	7	10 <sup>7</sup>	-	-
Siva	8	10 <sup>8</sup>	-	-
Bela	9	10 <sup>9</sup>	±10%	-
Zlata	-	10 <sup>-1</sup>	-	-
Srebrna	-	10 <sup>-2</sup>	-	-
Brez barve	-	-	-	-



*Označevanje poliesterskih kondenzatorjev z barvami. Kapacitivnosti so podane v pikofaradih (pF).*

**OZNAČEVANJE TANTALOVIH KONDENZATORJEV Z BARVAMI**

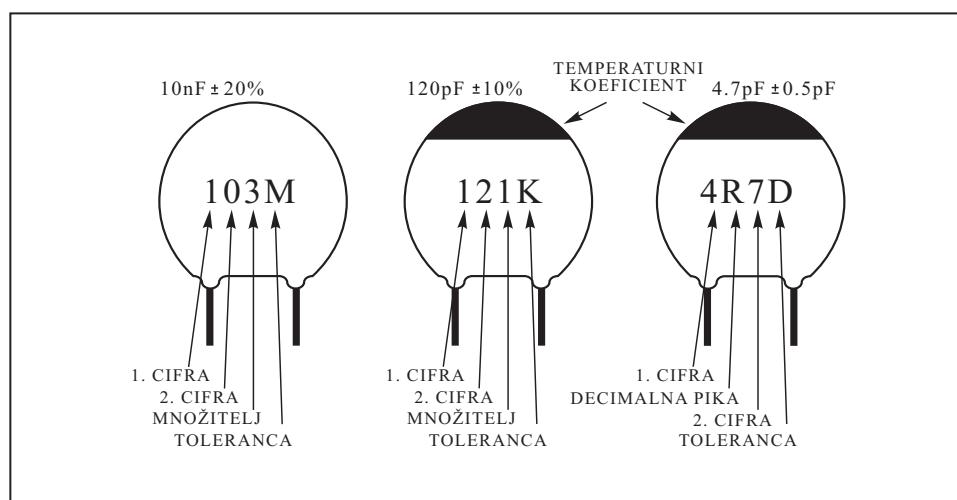
Barva	Cifra A, B, C	Množitelj D	Napetost (V) U
Črna	0	1	100
Rjava	1	10	-
Rdeča	2	100	250
Oranžna	3	-	-
Rumena	4	-	400
Zelena	5	-	-
Modra	6	-	-
Vijolična	7	-	-
Siva	8	0.01	-
Bela	9	0.1	-
Roza	-	-	-



*Označevanje tantalovih kondenzatorjev. Kapacitivnosti so podane v mikrofaradih (µF).*

### OZNAČEVANJE KERAMIČNIH KONDENZATORJEV S ČRKAMI, ŠTEVILKAMI IN BARVAMI

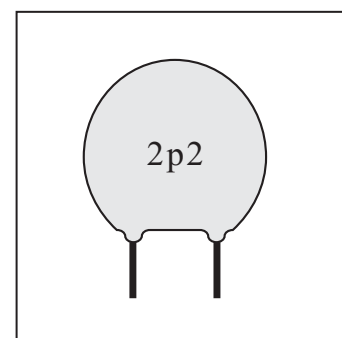
MNOŽITELJ		TOLERANCA			TEMPERATURNI KOEFICIENT	
Številka	Množitelj	Črka	<10pF	>10pF	Barva	Koeficient
0	1	B	±0.1pF	-	Črna	NP0
1	10	C	±0.25pF	-	Rjava	N030/N033
2	100	D	±0.5pF	-	Rdeča	N075/N080
3	1000	E	-	±25%	Oranžna	N150
4	10000	F	±1pF	±1%	Rumena	N220
-	-	G	-	±2%	Zelena	N330
-	-	H	-	±2.5%	Modra	N470
-	-	J	-	±5%	Vijolična	N750
-	-	K	-	±10%	Bela	P100
-	-	M	-	±20%	Rdeča in Vijolična	P100
-	-	P	-	-0+100%	-	-
-	-	S	-	-20+50%	-	-
-	-	W	-	-0+200%	-	-
-	-	X	-	-20+40%	-	-
-	-	Z	-	-20+80%	-	-



Označevanje keramičnih kondenzatorjev z barvami, črkami in številkami. Kapacitivnosti so podane v pikofaradih (pF)

### OZNAČEVANJE KERAMIČNIH KONDENZATORJEV S ŠTEVILKAMI

pF	Oznaka	pF	Oznaka	pF	Oznaka	pF	Oznaka
0.68	p68	3.3	3p3	15	15p	68	68p
0.82	p82	3.9	3p9	18	18p	82	82p
1.0	1p0	4.7	4p7	22	22p	100	n10
1.2	1p2	5.6	5p6	27	27p	120	n12
1.5	1p5	6.8	6p8	33	33p	150	n15
1.8	1p8	8.2	8p2	39	39p	180	n18
2.2	2p2	10	10p	47	47p	220	n22
2.7	2p7	12	12p	56	56p	270	n27



Označevanje keramičnih kondenzatorjev s številkami.

## KOAKSIALNI VODI

## VRSTA IZOLACIJE

Naziv	Oznaka	Relativna dielektrična konstanta	Skrajševalni faktor	Temperaturno območje (°C)
Polietilen	PE	2.3	0.66	-50 do +80
Penasti polietilen	PES	1.5	0.82	-50 do +80
Polietilen z zračnimi prostori		1.35	0.86	-40 do +80
Teflon	PTFE	2.1	0.69	-250 do +250

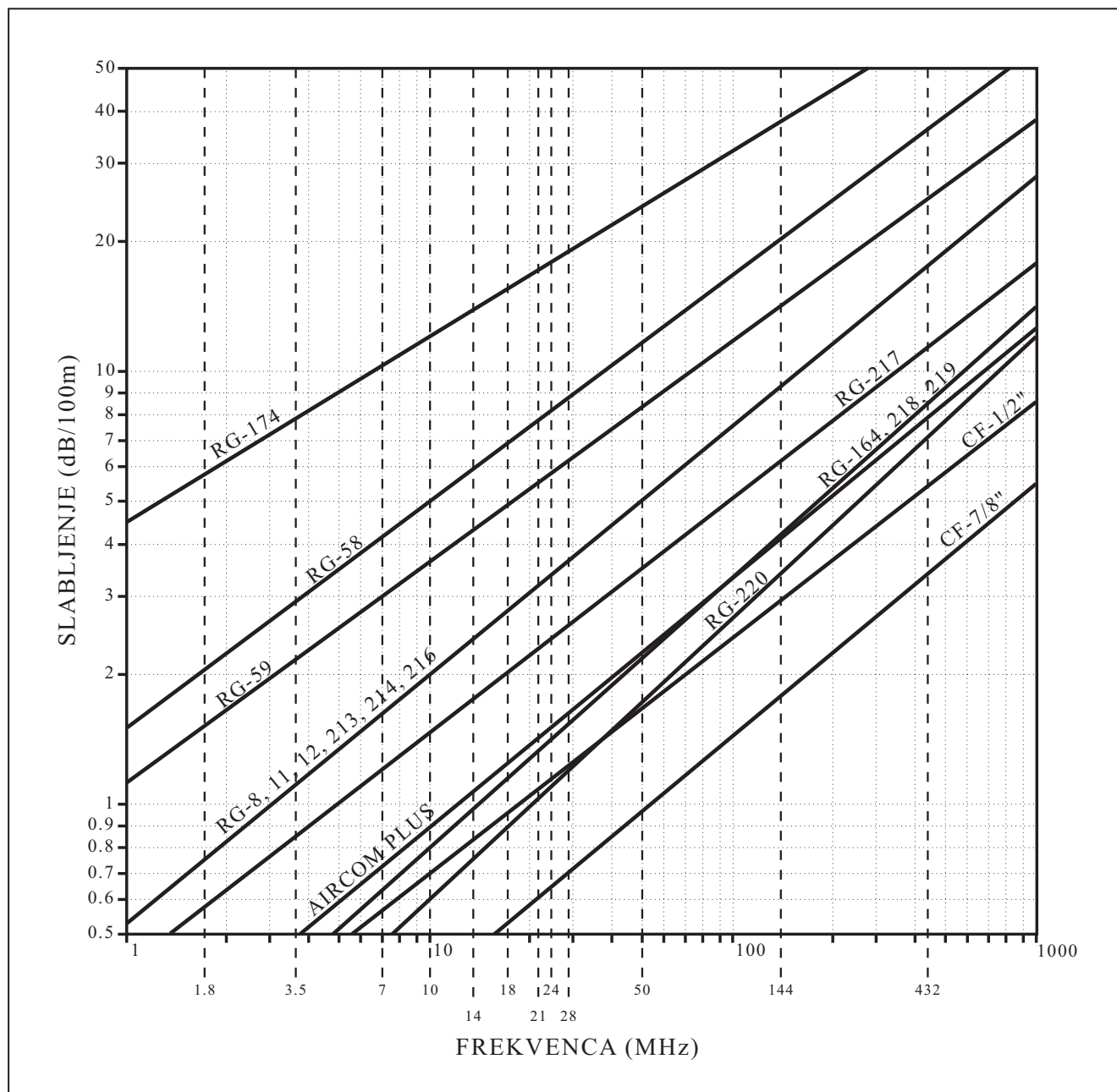
## OSNOVNI PODATKI O NEKATERIH KOAKSIALNIH VODIH

Oznaka	$Z_0$	$v_r$ (%)	C pF/m	Dielektrik	Premer (mm)	Napetost $U_{ef}$ (V)
RG-6	75±3	75	61	PES	6.9	-
RG-8	50±2	66	97	PE	10.3	4000
RG-11	75±3	66	68	PE	10.3	5000
RG-12	75±3	66	68	PE	12.5	5000
RG-34	75±3	66	68	PE	16.0	6500
RG-58	50±2	66	101	PE	5.0	1900
RG-59	75±3	66	68	PE	6.2	2900
RG-141	50±2	70	96	PTFE	5.0	1900
RG-142	50±2	70	96	PTFE	5.3	1900
RG-164	75±3	66	68	PE	22.1	10000
RG-174	50±2	66	101	PE	2.8	1500
RG-213	50±2	66	101	PE	10.3	5000
RG-214	50±2	66	101	PE	10.8	5000
RG-215	50±2	66	101	PE	12.5	5000
RG-216	75±3	66	68	PE	10.8	5000
RG-217	50±2	66	101	PE	13.8	7000
RG-218	50±2	66	101	PE	22.1	11000
RG-219	50±2	66	101	PE	24.3	11000
RG-220	50±2	66	101	PE	28.4	14000
RG-223	50±2	66	101	PE	5.3	1900
HCF-1/2"	50±2	75	85	PES	13.5	2300
CF-1/2"	50±2	75	85	PES	13.5	-
H155	50±2	81	82	PE ne gorljiv	5,4	2000
H2000Flex	50±2	83	80	PES	10,3	5000
Celflex 7/8	50±1	88	76	PES	24,89	2850
Celflex 1/2	50±1	88	76	PES	13,70	1600
CF-3/4"	50±2	75	85	PES	23.5	-
AIRCOM	50±2	80	84		10.8	-

Relativne dielektrične konstante in s tem skrajševalni faktor se nekoliko razlikujejo od proizvajalca do proizvajalca. Navedene vrednosti so le orientacijske.



## SLABLJENJE NEKATERIH KOAKSIALNIH KABLOV



*V diagramu na sliki je prikazano slabljenje koaksialnih kablov v odvisnosti od frekvence v dB/100m.*

## MONTAŽA KOAKSIALNIH KONEKTORJEV

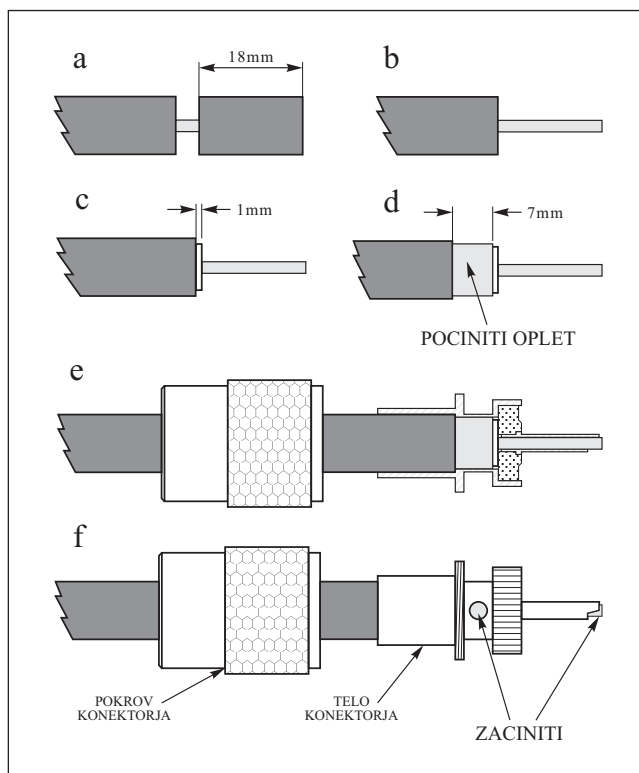
Slabo montiran antenski konektor nam lahko povzroči precej težav. Slabi spoji so lahko vzrok za nastanek motenj; skozi konektor, ki ni kvalitetno nameščen in ustrezno zaščiten, lahko v koaksialni vod pride voda; zaradi nepazljivosti lahko v konektorju pride do stika med srednjo žilo in opletom in še bi lahko naštevali.

Kot pri vsaki stvari je tudi za montažo konektorja potrebno nekaj spretnosti. Prvič je malo težje, nato postane vse skupaj rutinsko opravilo, ki pa ga moramo kljub vsemu skrbno opraviti. Da bi bili začetki enostavnejši, si bomo v nadaljevanju ogledali montažo najpogostejših tipov konektorjev.

### PL-259 ALI UHF KONEKTOR

PL-259 je najbolj razširjen v radioamaterski praksi. Uporablja se predvsem na KV področjih, do neke mere pa tudi na UKV. Namenjen je koaksialnim vodom debeline 10-11mm (RG-8, RG-213 ...), s posebnim dodatkom pa tudi vodom debeline 6mm (RG-58). Potek montaže je opisan v naslednjih točkah.

- Z nožem zarezimo 18mm od konca kabla tako, da prerežemo zunanjo izolacijo, oplet in dielektrik okoli srednje žile, katere ne smemo poškodovati.
- Odstranimo odrezani del. Če je srednja žila sestavljena (zvita) iz več tanjših žičk, pazimo, da jih ne potrgamo ali razpletemo.
- Odrežemo 1mm zunanje izolacije in opleta. Pazimo, da ne poškodujemo dielektrika, ki obdaja srednjo žilo.
- Odstranimo zunanjo izolacijo v dolžini 7mm. Pazimo, da ne prerežemo ali razpletemo opleta. Oplet in srednjo žilo kabla spajkamo.
- Predno na kabel namestimo konektor, pobrusimo ali povrtamo štiri odprtine na telesu konektorja, ki služijo za spajkanje opleta. S tem dosežemo, da se bo cin hitreje in lepše prijel kovine. Če še nismo, potem je sedaj zadnji čas, da na vod namestimo pokrov konektorja. Ko bomo telo konektorja namestili, bo prepozno! Preverimo tudi, da ni katera od tankih žičk, ki sestavljajo oplet, slučajno na takem mestu, kjer bi lahko prišla v stik z srednjo žilo. Na vod privijemo telo konektorja.
- Oplet prispajkamo skozi štiri odprtine (nekateri konektorji imajo le dve). Spajkalnik naj ima moč okoli 60W in primerno debelo konico. Spajkamo hitro, da ne pregrejemo izolacije. Sledi še spajkanje srednje žile. V primeru, da preveč gleda iz konektorja, jo skrajšamo. Pri spajkanju pazimo, da nam cin ne steče v konektor, ker lahko povzroči stik med srednjo žilo in opletom. Zaradi tega konektor raje držimo vodoravno.



Montaža UHF konektorja

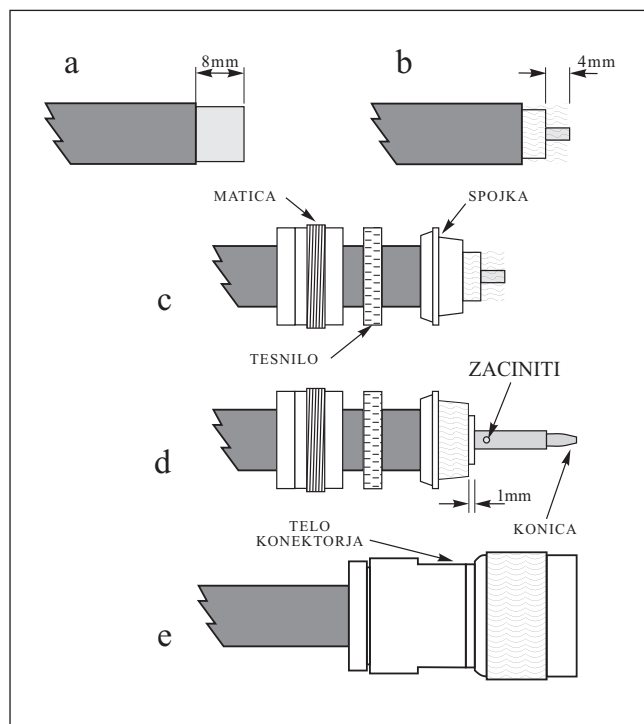
### N KONEKTOR

Konektorjev N je več vrst. Med seboj se nekoliko razlikujejo po mehanski zgradbi. Osnovni princip sestavljanja je pri vseh podoben. N konektorji se uporabljajo predvsem na UKV in višjih frekvenčnih področjih. Slika prikazuje namestitev N konektorja namenjenega kablom premera 10 -11mm.

- Odstranimo 8mm dolg kos zunanje izolacije. Pazimo, da ne prerežemo opleta.
- Oplet pazljivo razpletemo. Odrežemo 4mm dielektrika, ki obdaja srednjo žilo. Pazimo, da ne poškodujemo žile.
- Na koaksialni vod po vrsti namestimo matico, tesnilo in spojko. Spojka ima odprtino, ki je ravno dovolj velika, da gre skozi kabel brez zunanje izolacije.
- Oplet zavijemo nazaj in ga enakomerno razporedimo preko spojke. Če so žičke predolge, jih porežemo.

To najlepše opravimo s škarjicami za nohte. Če smo spojko in oplet pravilno namestili, mora ostati 1mm prostega dielektrika. Po potrebi skrajšamo srednjo žilo, jo pospajkamo in namestimo konico konektorja. Ta se mora dotikati dielektrika. Konico prispajkamo. Da lahko dodajamo cin, je na konici majhna luknjica. Spajkamo hitro, z dovolj močnim spajkalnikom. Pazimo, da ne pregrejemo dielektrika. S konice odstranimo morebitne ostanke cina. To najlepše naredimo z ostrim nožem (pazi na prste) ali pilico. Preverimo, če ni kje ostala tanka žička iz opleta, ki bi lahko naredila kratek stik.

e) Na tako pripravljen kabel namestimo telo konektorja. Spojka mora sesti na dno konektorja. Namestimo tesnilo in privijemo matico. Na začetku naredimo to z rokami, nato si pomagamo z dvema viličastima ključema primernih dimenzij.



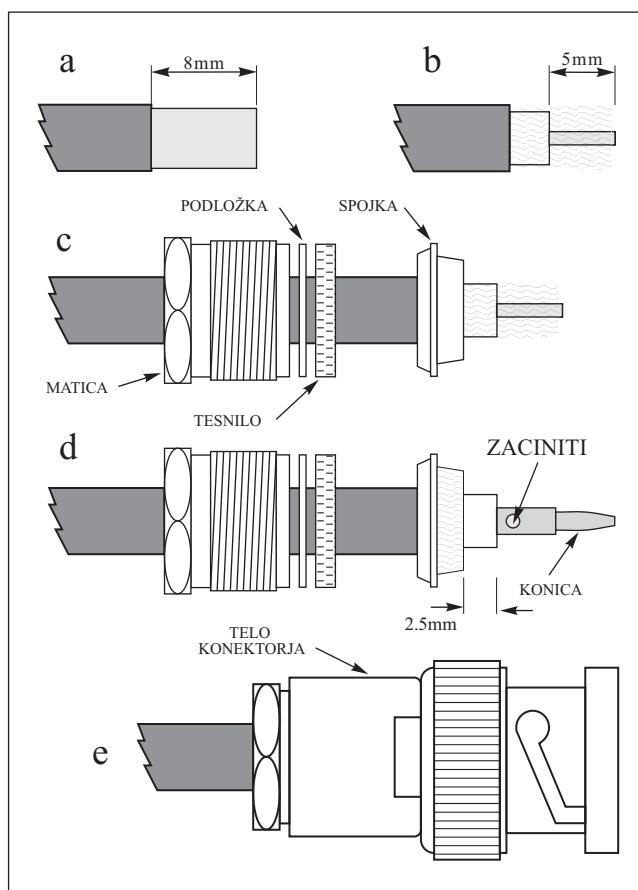
Montaža N konektorja

## BNC KONEKTOR

V radioamaterski praksi BNC konektor srečamo predvsem v povezavi s koaksialnim vodom tipa RG-58. Princip montaže je dokaj podoben N konektorju, le dimenzije so ustrezno manjše. Spodnja slika prikazuje montažo BNC konektorja, ki jo lahko opišemo v nekaj točkah.

- Odstranimo 8mm dolg kos zunanje izolacije. Pazimo, da ne prerežemo opleta.
- Oplet pazljivo razpletemo. Odstranimo 5mm dielektrika, ki obdaja srednjo žilo. Pazimo, na srednjo žilo, saj je sestavljena iz tankih žičk.

- Na koaksialni vod po vrsti namestimo matico, podložko, tesnilo in spojko. Spojka zdrsne na kabel le do mesta, kjer smo odstranili zunanjo PVC zaščito.
- Oplet zavijemo nazaj in ga enakomerno razporedimo preko spojke. Če so žičke predolge, jih porežemo. Približno 2.5mm dielektrika nam tako ostane prostega. Po potrebi skrajšamo srednjo žilo in namestimo konico, ki se mora dotikati dielektrika. Konico pricinimo; cin dodajamo skozi luknjico ob strani konice. Vendar, pozor – tu je še posebno pomembno, da spajkamo hitro, saj je dielektrik tenak, zato ga hitro pregrejemo in s tem deformiramo. S konice odstranimo morebitne ostanke odvečnega cina. To storimo z nožem ali pilico.
- Namestimo telo konektorja. Spojka mora sesti na dno konektorja. Namestimo tesnilo in podložko ter privijemo matico. Vse skupaj pritegnemo s pomočjo dveh viličastih ključev ustreznih dimenzij.



Montaža BNC konektorja

## NAPETOST IN MOČ NA 50Ω BREMENU

NAPETOST			MOČ	
$U_{ef}$	$U_{V,V}$	dBmV	P	dBm
0.01 mV	0.0283 mV	-100.00	2 aW	-147.0
0.02 mV	0.0566 mV	-93.98	8 aW	-141.0
0.04 mV	0.1131 mV	-87.96	32 aW	-134.9
0.08 mV	0.2262 mV	-81.94	128 aW	-128.9
0.1 mV	0.2828 mV	-80.00	200 aW	-127.0
0.2 mV	0.5656 mV	-73.98	800 aW	-121.0
0.4 mV	1.131 mV	-67.96	3.2 fW	-114.9
0.8 mV	2.262 mV	-61.94	12.8 fW	-108.9
1.0 mV	2.828 mV	-60.00	20.0 fW	-107.0
2.0 mV	5.657 mV	-53.98	80.0 fW	-101.0
4.0 mV	11.31 mV	-47.96	320.0 fW	-94.95
8.0 mV	22.63 mV	-41.96	1.28 pW	-88.93
10.0 mV	28.28 mV	-40.00	2.0 pW	-86.99
20.0 mV	56.57 mV	-33.98	8.0 pW	-80.97
40.0 mV	113.1 mV	-27.96	32.0 pW	-74.95
80.0 mV	226.3 mV	-21.94	128.0 pW	-68.93
100.0 mV	282.8 mV	-20.00	200.0 pW	-66.99
200.0 mV	565.7 mV	-13.98	800.0 pW	-60.97
400.0 mV	1.131 mV	-7.96	3.2 nW	-54.95
800.0 mV	2.263 mV	-1.94	12.8 nW	-48.93
1.0 mV	2.828 mV	0.00	20.0 nW	-46.99
2.0 mV	5.657 mV	6.02	80.0 nW	-40.97
4.0 mV	11.31 mV	12.04	320.0 nW	-34.95
8.0 mV	22.63 mV	18.06	1.28 μW	-28.93
10.0 mV	28.28 mV	20.00	2.0 μW	-26.99
20.0 mV	56.57 mV	26.02	8.0 μW	-20.97
40.0 mV	113.1 mV	32.04	32.0 μW	-14.95
80.0 mV	226.3 mV	38.06	128.0 μW	-8.93
100.0 mV	282.8 mV	40.00	200.0 μW	-6.99
200.0 mV	565.7 mV	46.02	800.0 μW	-0.97
223.6 mV	632.4 mV	46.99	1.0 mW	0.00
400.0 mV	1.131 V	52.04	3.2 mW	5.05
800.0 mV	2.262 V	58.06	12.8 mW	11.07
1.0 V	2.828 V	60.00	20.0 mW	13.01
2.0 V	5.657 V	66.02	80.0 mW	19.03
4.0 V	11.31 V	72.04	320.0 mW	25.05
8.0 V	22.63 V	78.06	1.28 W	31.07
10.0 V	28.28 V	80.00	2.0 W	33.01
20.0 V	56.57 V	86.02	8.0 W	39.03
40.0 V	113.1 V	92.04	32.0 W	45.05
80.0 V	226.3 V	98.06	128.0 W	51.07
100.0 V	282.8 V	100.00	200.0 W	53.01
200.0 V	565.7 V	106.02	800.0 W	59.03
223.6 V	632.4 V	106.98	1.0 kW	60.00
400.0 V	1131.0 V	112.04	3.2 kW	65.05
800.0 V	2262.0 V	118.06	12.8 kW	71.07
1000.0 V	2828.0 V	120.00	20.0 kW	73.01
2000.0 V	5657.0 V	126.02	80.0 kW	79.03
4000.0 V	11310.0 V	132.04	320.0 kW	85.05
8000.0 V	22630.0 V	138.06	1.28 MW	91.07
100000.0 V	28280.0 V	140.00	2.0 MW	93.01

Napetost:  $U_{v-v} = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot U_{ef}$

Moč:  $P = \frac{(U_{ef})^2}{50\Omega}$

$$dBmV = 20 \cdot \lg \left[ \frac{U_{ef}}{0.001V} \right]$$

$$dBm = 10 \cdot \lg \left[ \frac{P}{0.001W} \right]$$

P2.17

**ODBOJNOST, VALOVITOST IN IZGUBE**

$\Gamma$	SWR	$\alpha$
0.00	1.00	0.00dB
0.02	1.04	0.00dB
0.04	1.08	0.01dB
0.06	1.13	0.02dB
0.08	1.17	0.03dB
0.10	1.22	0.04dB
0.12	1.27	0.06dB
0.14	1.33	0.09dB
0.16	1.38	0.11dB
0.18	1.44	0.14dB
0.20	1.50	0.18dB
0.22	1.56	0.22dB
0.24	1.63	0.26dB
0.26	1.70	0.30dB
0.28	1.78	0.35dB
0.30	1.86	0.41dB
0.32	1.94	0.47dB
0.34	2.03	0.53dB
0.36	2.12	0.60dB
0.38	2.23	0.68dB
0.40	2.33	0.76dB
0.42	2.45	0.84dB
0.44	2.57	0.93dB
0.46	2.70	1.03dB
0.48	2.85	1.14dB
0.50	3.00	1.25dB

$\Gamma$	SWR	$\alpha$
0.52	3.17	1.37dB
0.54	3.35	1.50dB
0.56	3.55	1.63dB
0.58	3.76	1.78dB
0.60	4.00	1.94dB
0.62	4.26	2.11dB
0.64	4.56	2.29dB
0.66	4.88	2.48dB
0.68	5.25	2.70dB
0.70	5.67	2.92dB
0.72	6.14	3.17dB
0.74	6.69	3.44dB
0.76	7.33	3.74dB
0.78	8.09	4.07dB
0.80	9.00	4.44dB
0.82	10.11	4.85dB
0.84	11.50	5.31dB
0.86	13.29	5.84dB
0.88	15.67	6.47dB
0.90	19.00	7.21dB
0.92	24.00	8.14dB
0.94	32.33	9.34dB
0.96	49.00	11.06dB
0.98	99.00	14.02dB
1.00	999.99	99.99dB

Odbojnost:  $\Gamma = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0}$

Valovitost:  $SWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$

Izgube:  $a = -10 \cdot \lg(1 - |\Gamma|^2)$

## UPORABLJENI VIRI

- Amon, S., Furlan, J.: *Zbirka nalog iz osnov nelinearnih elementov*, Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo v Ljubljani, Ljubljana, 1990
- Benbow, G., *G3HB: The Morse Code for Radio Amateurs*, RSGB, 1994, ISBN 1-872309-26-7
- Carlson, A. B.: *Communication Systems: An Introduction to Signal and Noise in Electrical Communication*, McGraw-Hill, Inc., 1986
- Furlan, J.: *Osnove nelinearnih elementov*, Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo v Ljubljani, Ljubljana, 1990
- Gyergyek, L.: *Signali in statistične metode*, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, 1987
- Hecht, A., *DC8JP: Neuartige Oscillatorfrequenz-Aufbereitung, neue Syntheseverfahren (DDS und gebrochene Teilungsverfahren)*, skripta, 2. Kurzwellentagung 93, Muenchen, 1993
- Klobučar, J.: *Instrumenti za VIS*, Tehnička knjiga Beograd, Beograd, 1983
- Mandrino, M. S.: *Amaterske radio-komunikacije*, Narodna tehnika Hrvatske, Zagreb, 1983
- Metzger, B.: *Radio priručnik za amatere i tehničare, tretja predelana in dopolnjena izdaja*, NIRO "Tehnička knjiga", Beograd, 1983
- Metzger, B.: *Radio priručnik za amatere i tehničare*, Tehnička knjiga Beograd, Beograd, 1985
- Mihajlović, M. \.: *Tranzistorski NF pojačivači*, Tehnička knjiga Beograd, Beograd, 1987
- Pritchard, W. L., and Sciulli J. A.: *Satellite Communication Systems Engineering*, Prentice-Hall, Inc., 1986
- Rothammel, K.: *Antene*, Vojnoizdavački zavod Beograd, 1983 (K. Rothammel DM2ABK: *Antennenbuch*, 9. erweiterte Auflage, Militärverlag der DDR)
- Slurzberg, M., and Osterheld, W.: *Essentials of Communication Electronics*, McGraw-Hill, Inc., 1973
- Vehovec, M.: *Linearna elektronika, analiza linearnih aktivnih vezij*, Fakulteta za elektrotehniko v Ljubljani, Ljubljana, 1978
- Vidmar, M., *S53MV: Intermodulacijsko popačenje*, CQ ZRS 4/93
- Vidmar, M., *S53MV: Kremenčevi kristali, kristalna sita in oscilatorji*, CQ ZRS 6/94
- Vilhar, R., *S53WW: Malošumni predojačevalnik za 144 MHz*, CQ ZRS 2/94
- Wedam, A.: *Elektronika 1, modeli transistorjev in osnovna vezja*, Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo v Ljubljani, Ljubljana, 1990
- Židan, A., Milobar, B.: *Spojevi s tranzistorima i drugim poluvodičkim elementima*, Tehnička knjiga Zagreb, Zagreb, 1987, ISBN 86-7059-032-8
- Židan, A., Milobar, B.: *Spojevi s integriranim sklopovima*, Tehnička knjiga Zagreb, Zagreb, 1985
- CQ ZRS: *Zveza radioamaterjev Slovenije*, Ljubljana, 1990-1994
- CQ ZRS Posebna številka: *Zveza radioamaterjev Slovenije*, Ljubljana, 1996
- Elektor Electronics: *Elektor Electronics Publishing*, England, 1990-1995, ISSN 0268-4519
- HF Managers' Handbook, *IARU Region 1, 5th edition*, 2003
- International Amateur Radio Study Guide, *IARU*, Newington, 1991, ISBN 0-87259-340-1
- ITU Radio Regulations - Edition 2001, *ITU Geneva*, s spremembami WRC 03
- Now You're talking, *ARRL*, Newington, 1993, ISBN 0-87259-417-3
- Program EZNEC 3.0, © 2000-2004 Roy W. Lewallen, *W7EL*

*Program HFTA 1.0, © 2003 ARRL, by N6BV*

*Region 1 News - Journal of the IARU Region,  
IARU Region 1, 1992-1994*

*Sodobna ilustrirana enciklopedija: Znanost -  
Kemija, fizika, astronomija, Mladinska knjiga,  
1967, (Science - Chemistry, Physics, Astronomy,  
Rathbone Books Limited, London 1960)*

*The ARRL Antenna Book, 17. edition, ARRL,  
1994*

*The ARRL Handbook for Radio Amateurs, 70.  
edition, ARRL, 1993, 71. edition, ARRL, 1994*

*The Canadian Amateur Study Guide for the Basic  
Qualification, The Canadian Amateur Radio Fed-  
eration, Kingston, 1990*

*VHF Managers' Handbook, IARU Region 1, 4th  
edition, 3rd upgrade, 2002*













# Priročnik za radioamaterje

3. dopolnjena izdaja, ZRS 2019