

Radioamaterski tečaj za razred A

Avtorja originalnih prosojnic: S56WAN in S56WBV
Radioklub "ŠTUDENT" Maribor S59DXX

Dopolnitev: S52D, S50LD, S57L, S57PM in S550
Radioklub Triglav S53APR (2022)

Za radioamaterski tečaj imamo na voljo **20 ur** (7 terminov). V predvidenem času bomo po pregledu kriterijev za opravljanje izpitov za radioamaterje spoznali naslednja poglavja:

- a) Zgodovina radioamaterstva

- b) Mednarodni in slovenski predpisi, ki urejajo radioamatersko in radioamatersko satelitsko storitev
 - i. ITU predpisi
 - ii. CEPT predpisi
 - iii. Zakoni, predpisi in pogoji za pridobitev dovoljenja za uporabo amaterske radijske postaje v Republiki Sloveniji

- c) Mednarodna in slovenska operaterska pravila in postopki
 - i. Tablica črkovanja, Q-kod in operaterska kratice
 - ii. Mednarodni signali za nevarnost in postopki ob nesrečah
 - iii. Klicni znaki in IARU razdelitev frekvenčnih pasove
 - iv. Družbenokoristna vloga radioamaterjev
 - v. Operaterski postopki in vsebina amaterskih radijskih zvez

- d) Elektrotehnika in radiotehnika
 - i. Električna, elektromagnetna in radijska teorija
 - ii. Komponente in električna vezja
 - iii. Sprejemniki in oddajniki
 - iv. Antene, antenski vodi, propagacije in meritve
 - v. Motnje in njihovo odpravljanje
 - vi. Varnost pri delu z električnim tokom

Dve dodatni srečanji bosta namenjeni obnovi snovi in utrjevanju znanja pred izpitom!

Po opravljenem izpitu si boste izbrali mentorje, s katerimi boste se naučili uporabljati klubsko tehniko in vzpostavili prve zveze na KV.

- Priročnik za radioamaterje, ZRS, 2019 – tudi v PDF
- Zakon o elektronskih komunikacijah (ZEKom-1)
- Splošni akt o pogojih za uporabo radijskih frekvenc, namenjenih radioamaterski in radioamaterski satelitski storitvi
- IARU priporočila

Drugi viri:

- Revija CQ ZRS, ki jo izdaja Zveza radioamaterjev Slovenije

RADIOAMATERSTVO: ljubiteljsko, nepoklicno ukvarjanje z radiom oz. radiotehniko.

Pregled razvoja radioamaterstva:

- Leto 1895...prvi prenos sporočil preko radijskih valov.



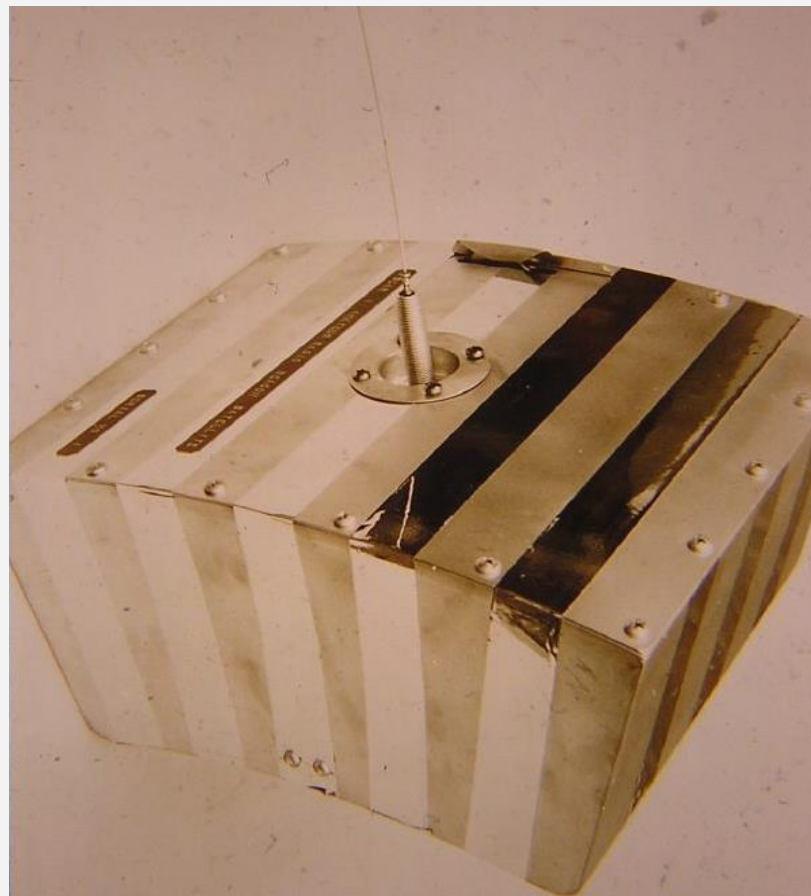
Pontecchio, Italija:
Marconi pošlje preko radijskih valov črko "S", ki je bila slišana 3 km daleč.

Leto 1903...poslano prvo sporočilo preko radijskih valov iz Evrope v Severno Ameriko.

Leto 1955...vzpostavljena prva radioamaterska zveza z odbojem od meteorskih sledi (MS).

Leto 1960...vzpostavljena prva radioamaterska zveza z odbojem od Lune (EME).

Leto 1961...začel delovati prvi radioamaterski satelit OSCAR.



Prvi radioamaterski satelit OSCAR

ITU — (International telecommunication union) - mednarodna telekomunikacijska zveza deluje v okviru Organizacije združenih narodov (OZN).

Ustanovljena leta 1865 s sedežem v Ženevi, Švica.

Slovenija je članica ITU od leta 1992.

Naloge:

1. tehnični napredek in razvoj telekomunikacij,
2. mednarodno sodelovanje z namenom koordinacije, izboljšanja in racionalne uporabe vseh vrst telekomunikacij.

IARU – mednarodna radioamaterska zveza

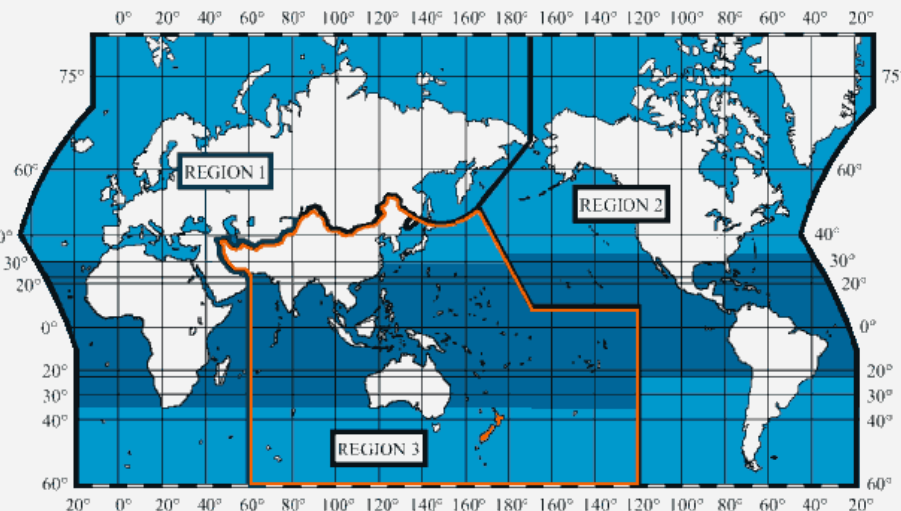
Ustanovljena leta 1925 v Parizu, Francija.

Sedež ima v ZDA.

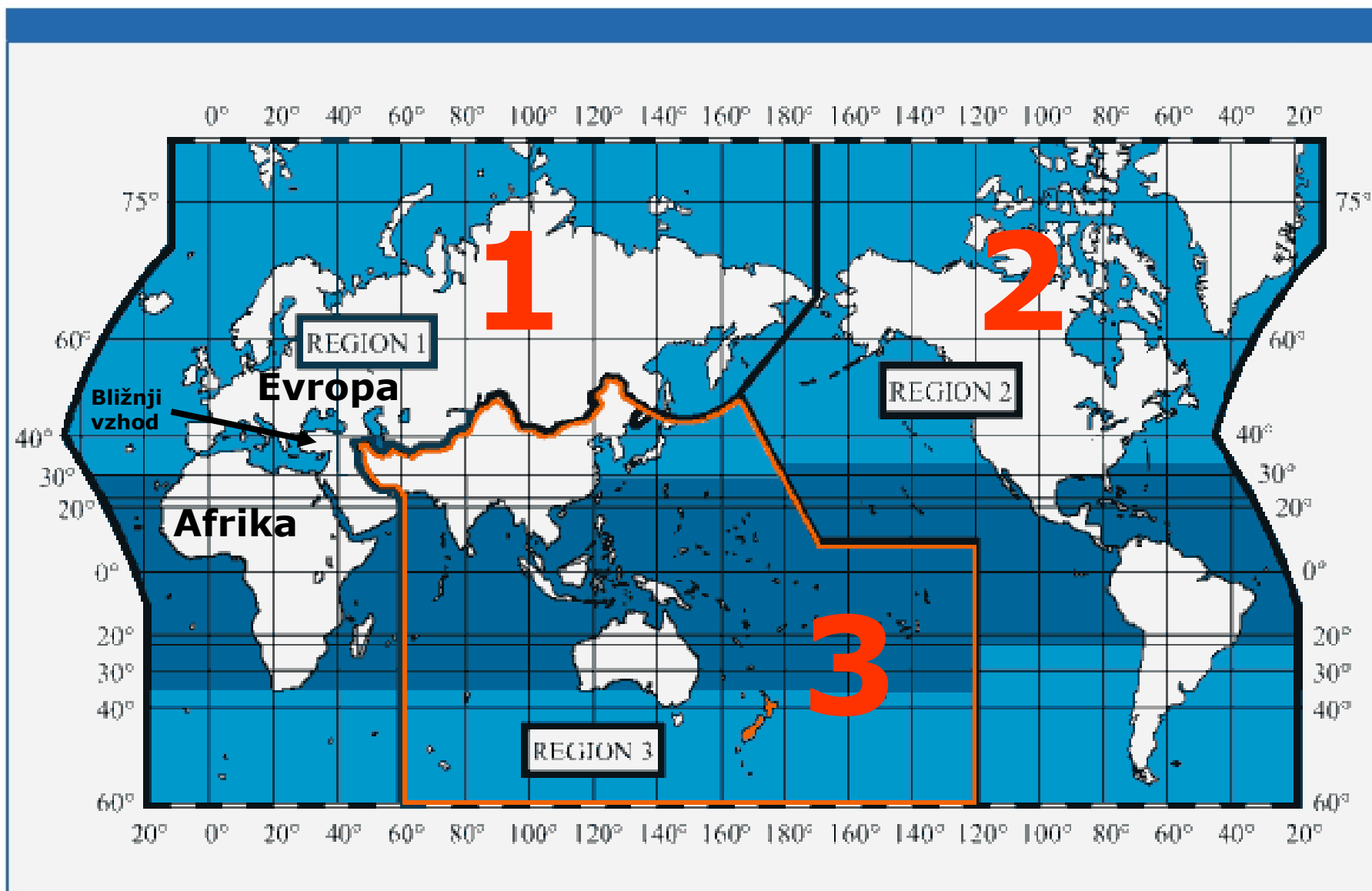
Združuje 158 radioamaterskih organizacij.

ZRS je članica od leta 1992.

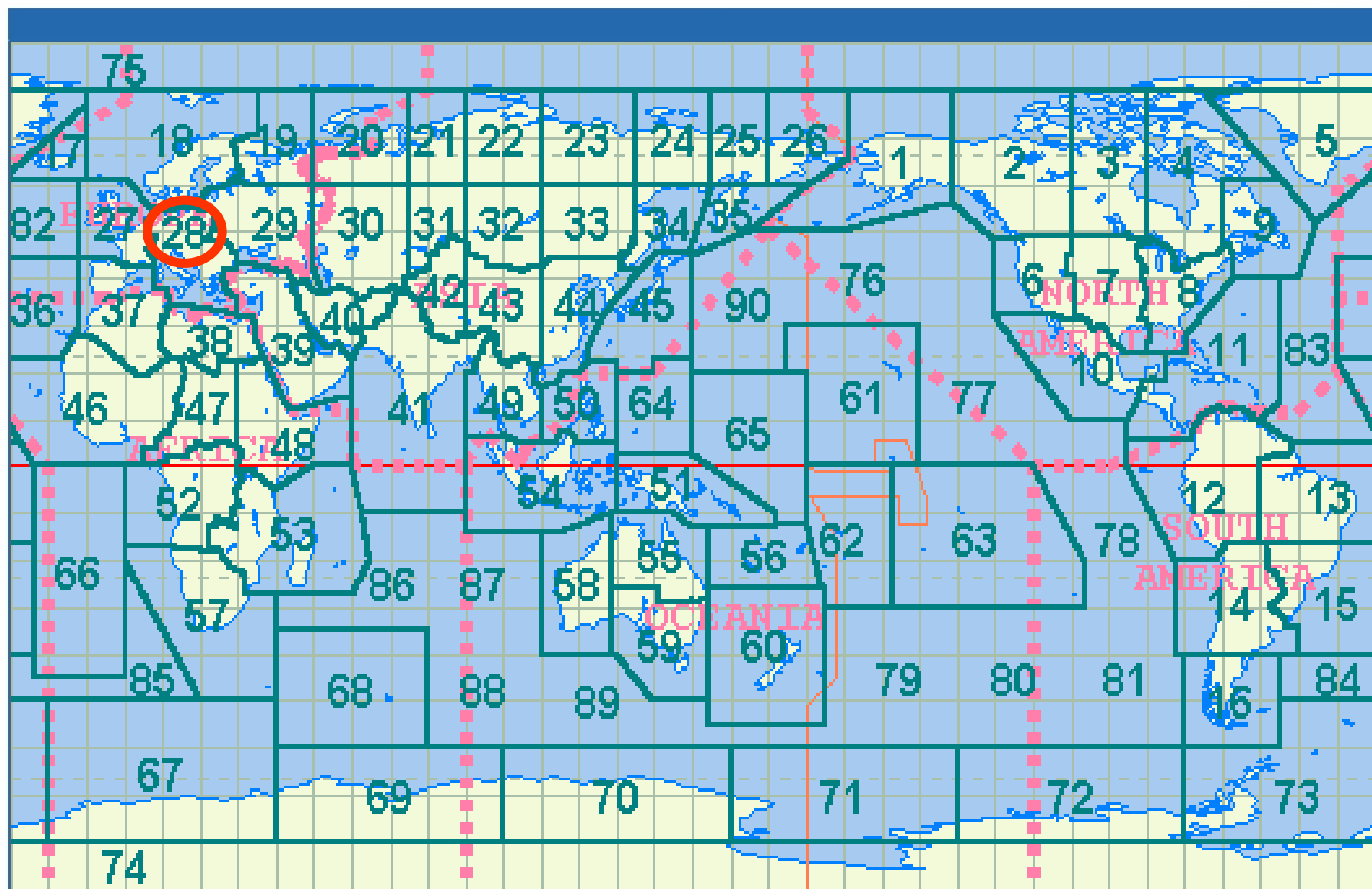
Organizacijsko je razdeljena na 3 regije (regione) – enako kot ITU!

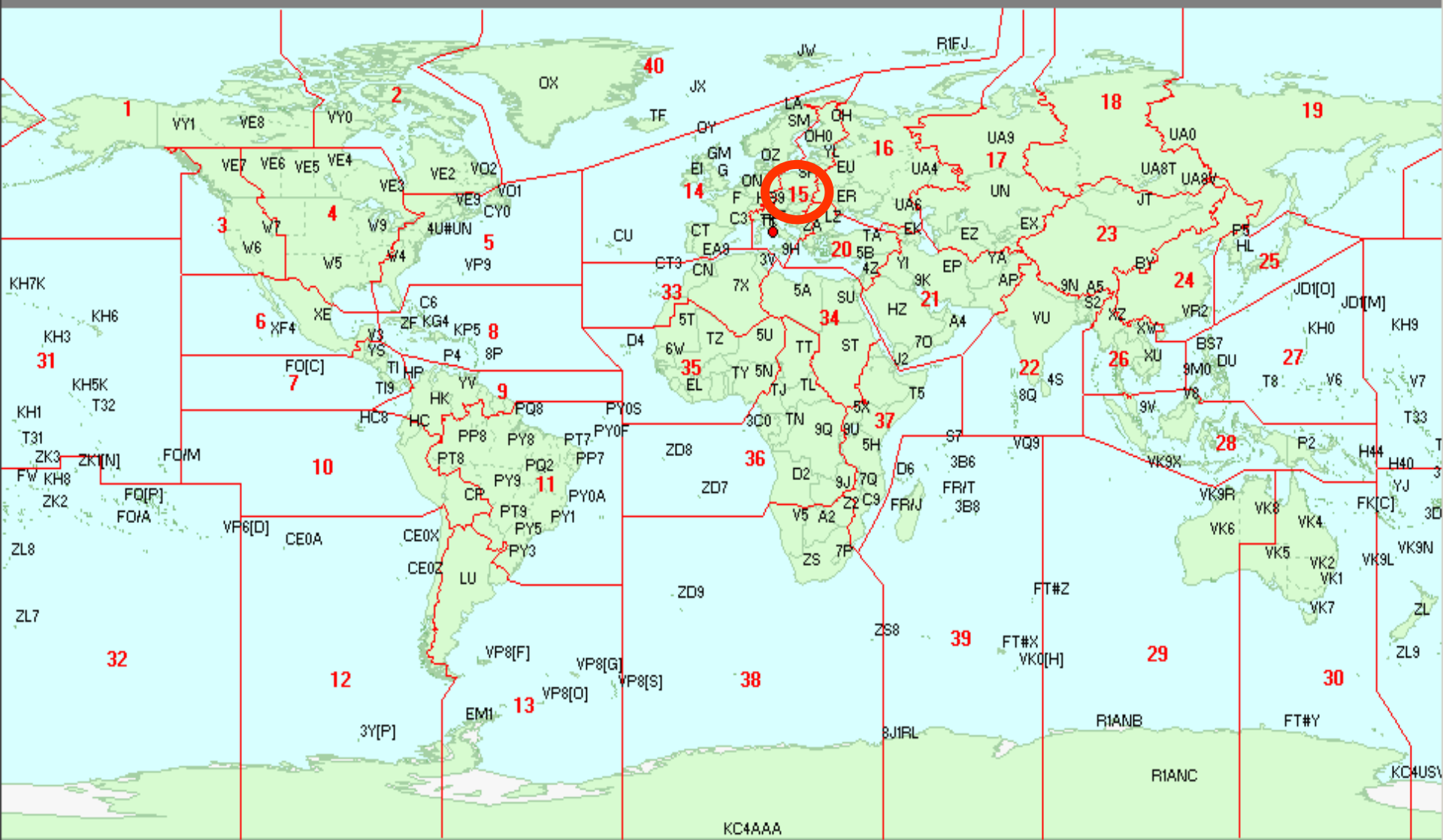


Regije ITU in IARU



Zemljevid s conami IARU in ITU





ZRS - Zveza radioamaterjev Slovenije je bila ustanovljena leta 1946.

Članica 1. regije IARU je od leta 1992.

Statut ZRS:

- skrb za razvoj radioamaterstva na območju RS in popularizacijo 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 radiogonimetriranja 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 (IARU),
- 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),

- 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 na raznih mednarodnih srečanjih in manifestacijah,
- izdajanje radioamaterskih diplom,
- podeljevanje nagrad in priznanj,
- organizacija družabnih srečanj in drugih radioamaterskih manifestacij in
- sodelovanje z drugimi organizacijami pri dejavnostih, ki so pomembne za popularizacijo, delovanje in razvoj radioamaterstva v Sloveniji.

- Kako zagotoviti, da radioamaterska postaja ne ovira drugih uporabnikov spektra?
 - Za večino oddajnikov je zahtevan atest.
- Radioamaterji so usposobljeni (izpit) in lahko gradijo, spreminjajo ter popravljajo radijske postaje.
 - operaterstvo: kako uporabljati radijski oddajnik
 - radiotehnika: kako deluje radijska postaja

1. ITU predpisi

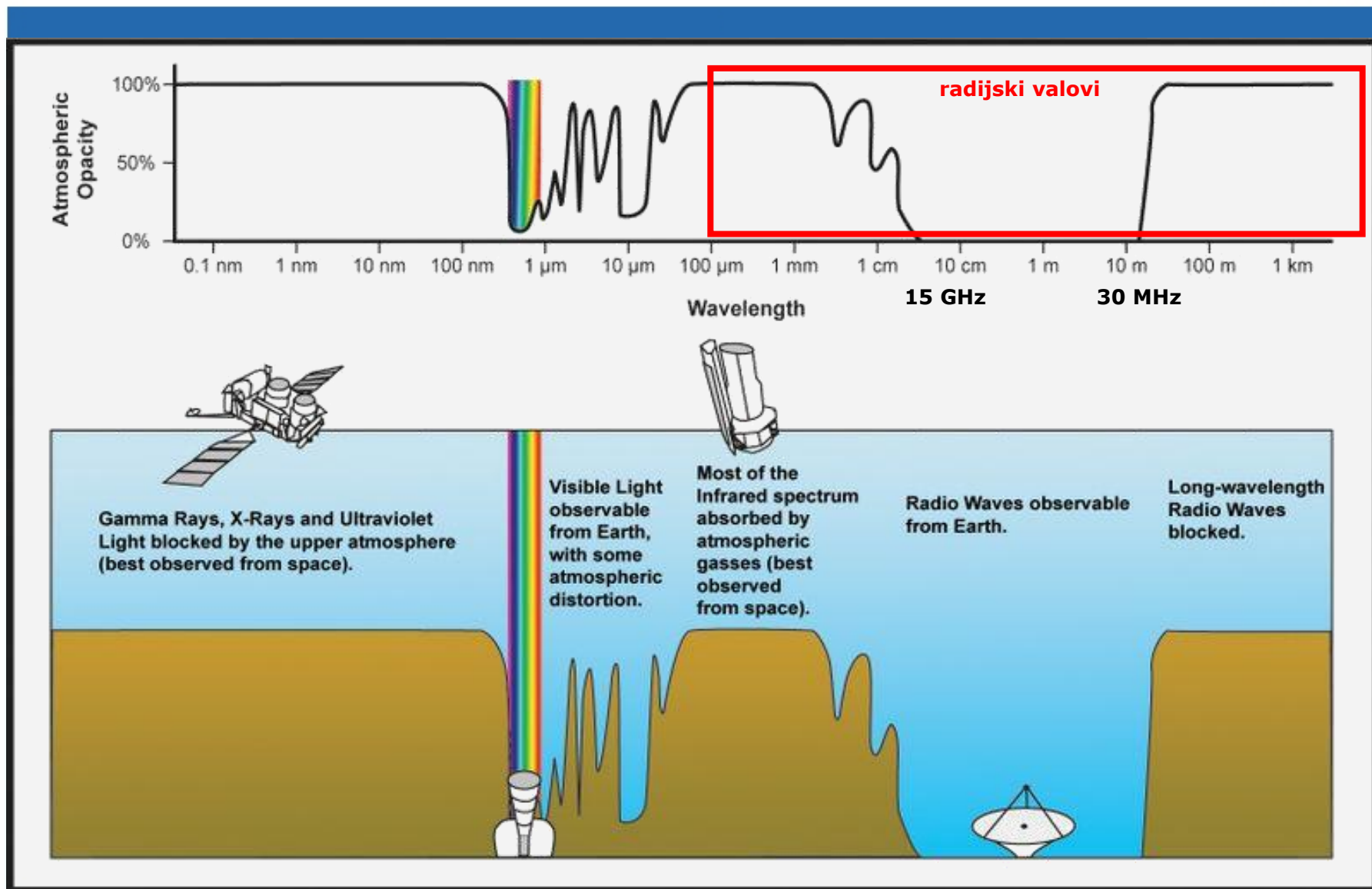
- a) Definicija radioamaterske in radioamaterske satelitske službe
- b) Definicija radioamaterske postaje
- c) Člen 25 Pravilnika o radiokomunikacijah ITU
- d) Radioamaterski frekvenčni pasovi
- e) Status radioamaterske in radioamaterske satelitske storitve

2. CEPT predpisi

1. Dokument CEPT, T/R 61-01
2. Začasna uporaba radioamaterskih postaj v državah, ki imajo uveljavljeno CEPT licenco,
3. Dokument CEPT, T/R 61-02

3. Zakoni, predpisi in pogoji za pridobitev dovoljenja za uporabo amaterske radijske postaje v Republiki Sloveniji (ZEKom-1, Splošni akt)

- Telekomunikacije: vsak prenos, oddaja ali sprejem znakov, signalov, pisanih besedil, slik in zvokov ali kakršnihkoli drugih sporočil po žičnih, radijskih, optičnih ali drugih elektromagnetnih sistemih.
- ITU pravilnik o radiokomunikacijah (ITU Radio Regulations): ITU akt, ki ureja radijske komunikacije.
- Radijski valovi so elektromagnetni valovi, ki imajo frekvence nižje od 3 THz (3×10^{12}) oziroma valovne dolžine večje od 0,1 mm (10^{-3}).



- Radiokomunikacijska služba (Radiocommunication Service): je služba, ki vključuje prenos, oddajo in/ali sprejem radijskih valov v posebne telekomunikacijske namene:
 - radiodifuzna služba in radiodifuzna satelitska služba,
 - zrakoplovna mobilna služba in zrakoplovna satelitska mobilna služba,
 - pomorska mobilna in pomorska mobilna satelitska služba,
 - kopenska mobilna služba in kopenska mobilna satelitska služba,
 - amaterska služba in amaterska satelitska služba.

- Amaterska služba 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 samoizobraževanje, medsebojno komuniciranje in tehnične raziskave.
- Amaterska satelitska služba je radiokomunikacijska služba, ki uporablja vesoljske postaje na zemljinih satelitih za iste namene kot amaterska služba.

RADIOAMATERSKA STORITEV

- Radijska postaja je en ali več oddajnikov oz. sprejemnikov ali kombinacija enega ali več oddajnikov oz. sprejemnikov s pripadajočimi napravami na enem mestu, ki so potrebne za opravljanje radiokomunikacijske službe.
- 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.



Posebna pravila za radioamatersko storitev določa 25. člen ITU akta, ki ureja radijske komunikacije (ITU Radio Regulations).

1. Amatersko radijsko postajo sme uporabljati le oseba, ki opravi predpisani izpit.
2. Oddajati se smejo samo sporočila tehnične narave ter osebna sporočila, ki so povezana z radioamatersko dejavnostjo.
3. Ne sme se uporabljati šifer in kodov, razen tistih, ki so mednarodno dogovorjeni.
4. Prepovedana je uporaba za tretje osebe – komercialni nameni.

IZJEMA - v primeru elementarnih nesreč in drugih nevarnosti večjih razsežnosti!

5. Maksimalne oddajne moči določajo državni organi.
6. Pri oddajanju je potrebno svoj klicni znak oddati vsaj vsakih deset minut.
7. Vzpostavljanje radijskih zvez z radioamaterji tujih držav je dovoljeno, če tudi tuja država to dovoljuje.
8. Vsa splošna določila ITU konvencije in splošna določila ITU RR veljajo tudi za amaterske radijske postaje.

European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT).

Evropska konferenca poštnih in telekomunikacijskih uprav.

Ustanovljena je bila leta 1959 z namenom koordinacije evropskih državnih poštnih in telekomunikacijskih organizacij.

Je ustanoviteljica European Telecommunications Standards Institute (ETSI) – za Evropo predstavlja nekaj podobnega, kot ITU za ves svet.

Radijsko dovoljenje za uporabo radioamaterske radijske postaje je veljavno v državi, v kateri je bilo izdano.

Ker si mnogi radioamaterji žele uporabljati svojo radijsko postajo v tujini, je CEPT sprejela naslednja priporočila:

1. T/R 61-01 (1985, 1992, 2003)
CEPT Radio Amateur Licence
2. T/R 61-02 (1990, 2004)
Harmonised Amateur Radio Examination Certificate
3. ECC/REC/(05)06
CEPT Novice Radio Amateur Licence
4. ERC Report 32
**Amateur Radio Novice Examination Certificate
Syllabus and Amateur Radio Novice Examination
Certificate within CEPT and non-CEPT countries**

Radioamater, ki dela iz tuje države na podlagi CEPT priporočil, mora spoštovati predpise države gostiteljice.

CEPT Radio Amateur License.

Priporočilo omogoča začasno uporabo amaterske radijske postaje v katerikoli državi, ki je to priporočilo uveljavila.

Namen je poenostaviti uporabo radijskih postaj v tujini, vendar za maksimalno dobo treh mesecev.

Vsaka država sporoči CEPT, kateri nacionalni razredi se preslikajo v to dovoljenje (v Sloveniji je to razred A).

Harmonised Amateur Radio Examination Certificate (HAREC).

Na osnovi težav pri preslikavi nacionalnih razredov v "CEPT Radio Amateur License" se je oblikovalo priporočilo o minimalnih standardih za opravljanje izpitov.

HAREC je uradno dokazilo, da je radioamater opravil usklajen izpit. V primeru daljšega bivanja v tuji državi lahko na podlagi HAREC potrdila pridobimo "tuje" radijsko dovoljenje.

Področje elektronskih komunikacij:

1. Zakon o elektronskih komunikacijah (Uradni list RS, št. 109/12, 110/13, 40/14 – ZIN-B, 54/14 – odl. US, 81/15 in 40/17)
2. Uredba o načrtu razporeditve radiofrekvenčnih pasov (Uradni list RS, št. 69/13, 1/17 in 170/20)
3. Splošni akt o načrtu uporabe radijskih frekvenc (NURF-4) (Uradni list RS, št. 10/18, 46/19 in 139/20)
4. Splošni akt o pogojih za uporabo radijskih frekvenc, namenjenih radioamaterski in radioamaterski satelitski storitvi (Uradni list RS, št. 68/13 in 48/18)

Področje varstva okolja:

1. Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (Uradni list RS, št. 70/96 in 41/04 – ZVO-1)

V Republiki Sloveniji je delo radioamaterjev urejeno z zakoni in drugimi predpisi – NE s strani ZRS, Telekomoma ali RTV!

ZEKOM-1 - Splošni akt, ki celovito ureja področje elektronskih komunikacij

Pomembne vsebine, ki jih ureja:

- Splošne definicije (radioamaterska storitev, radioamaterska satelitska storitev, radioamater (3. člen in 32. člen))
- Način izvajanja radioamaterskih storitev (32. člen)
- Evidenca imetnikov radioamaterskih dovoljenj (200. in 206. člen) – objavljena na strani AKOS-a
- Prekrški in sankcije (58. člen, 236. člen)

- Splošni akt predpisuje pogoje za uporabo radijskih frekvenc, namenjenih radioamaterski in radioamaterski satelitski storitvi.
- Zakaj termin storitev in ne dejavnost? Izhaja iz prevoda "Amateur radio service", ki je uporabljen v ZEKom-1
- Opredeljuje Radiofrekvenčne pasove (t.i. Bandplane) in maksimalne oddajne moči
- Ureditev in pridobitev klicnih znakov, posebni znaki,..
- Izpiti, material za izpite..
- Črkovalne tabele,
- Opredelitev Radioamaterskih razredov A in N
- Prijavnica na izpit in potrdilo o opravljenem izpitu

V skladu z razredom amaterskega operaterja, za katerega imajo opravljen izpit, smejo v RS radioamaterji uporabljati predpisane:

- moči amaterskih radijskih postaj,
- frekvenčne pasove,
- vrste oddaj.

V RS izda dovoljenje za uporabo amaterske radijske postaje Agencija za komunikacijska omrežja in storitve (AKOS).

Kriterije za opravljanje izpitov za radioamaterje je predpisal AKOS.

Po določilih 10. in 11. člena Splošnega akta o pogojih za uporabo radijskih frekvenc, namenjenih radioamaterski in radioamaterski satelitski storitvi (Uradni list RS, št. 117/04) se izpiti za radioamaterje opravljajo po naslednjih kriterijih, ki določajo izpitne predmete, predpisano učno snov za posamezen razred radioamaterja in merila za ocenjevanje znanja:

- I. Izpit za radioamaterja razreda N
- II. Izpit za radioamaterja razreda A
- III. Izpit iz izbirnega predmeta sprejem in oddaja Morzejevih znakov (Na lastno željo ga lahko opravlja radioamater razreda A ali N)

Kandidati za radioamaterja razreda N opravljajo izpit iz predmeta Tehnika in predpisi II v skladu s priporočilom CEPT, ERC Report 32.

Test je sestavljen iz 30 različnih vprašanj.

Vsako vprašanje ima 4 možne odgovore, od katerih je samo en pravilen.

Kandidat ima na voljo 45 minut za reševanje izpitne pole.

Kandidat mora pravilno odgovoriti vsaj na 18 vprašanj!

V primeru sklicevanja na količine morajo kandidati poznati enote, v katerih te količine merimo.

Prav tako se zahteva poznavanje množilnih faktorjev in predpon, ki jih uporabljamo pri izpeljankah osnovnih enot.

Kandidati za radioamaterja razreda A opravljajo izpit iz predmeta Tehnika in predpisi I. v skladu s priporočilom CEPT, T/R 61-02 – HAREC.

Test je sestavljen iz 60 različnih vprašanj.

Vsako vprašanje ima 4 možne odgovore, od katerih je samo en pravilen.

Kandidat ima na voljo 90 minut za reševanje izpitne pole.

Kandidat mora pravilno odgovoriti vsaj na 36 vprašanj!

V primeru sklicevanja na količine morajo kandidati poznati enote, v katerih te količine merimo.

Prav tako se zahteva poznavanje množilnih faktorjev in predpon, ki jih uporabljamo pri izpeljankah osnovnih enot.

Kandidat, ki na lastno željo opravlja izpit iz tega predmeta, mora dokazati, da je sposoben v Morzejevih znakih sprejemati na sluh in s tipkalom oddajati odprti tekst, skupine števil, ločila in druge znake pri hitrosti vsaj 25 znakov na minuto.

Pri oddaji ni dovoljena uporaba tipkal, ki avtomatsko generirajo Morzejeve znake.

Preizkusni tekst je sestavljen iz 75 Morzejevih znakov.

Preizkus traja 3 minute. V tem času mora kandidat oddati oziroma sprejeti 75 Morzejevih znakov. Dovoljeno število napak pri sprejemu in oddaji znaša 4 znake.

Preizkus sprejema oziroma oddaje se ob neuspehu lahko enkrat ponovi na istem izpitu.

V 4. členu Splošnega akta o pogojih za uporabo radijskih frekvenc, namenjenih radioamaterski in radioamaterski satelitski storitvi, so določeni frekvenčni pasovi, katere lahko uporabljajo radioamaterji v Sloveniji.

Notranja razdelitev posameznih frekvenčnih pasov je določena z mednarodnimi priporočili (IARU region 1 bandplan).



Nadzor RF spektra – AKOS (Jeruzalem)



1. Operaterski postopki in vsebina amaterskih radijskih zvez
2. Tablica črkovanja
 - a) Mednarodna tablica
 - b) Slovenska tablica
3. Q-kod
 - a) Vprašanje
 - b) Odgovor
4. Operaterske kratice
5. Mednarodni signali za nevarnost in postopki za delovanje ob nesrečah in nevarnostih
 - a) V radiotelegrafiji
 - b) V radiotelefoniji
 - c) Delovanje radioamaterjev ob nesrečah in nevarnostih (Kodeks ARON)

6. Klicni znaki

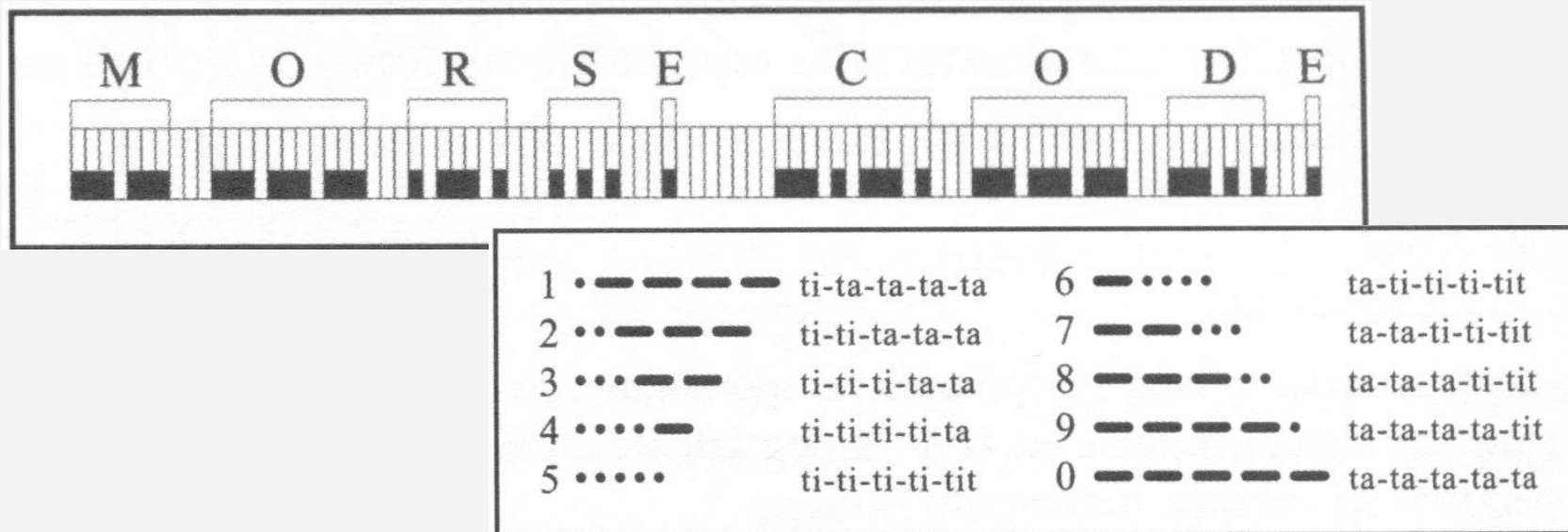
1. Identifikacija amaterske radijske postaje
2. Uporaba klicnega znaka
3. Zgradba klicnega znaka
4. Nacionalni prefiksi

7. IARU razdelitev frekvenčnih pasov

6. Družbenokoristna vloga radioamaterjev

Za prenos sporočil v telegrafiji moramo besedilo na določen način pretvoriti v električne impulze – kod mora biti znan vsem.

Samuel Morse (1791-1872) je leta 1835 objavil žični elektromagnetni telegraf.



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

Pika (.)	• — • — • —	ti-ta-ti-ta-ti-ta
Vežica (,)	— — • • — —	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 vežaja)		
Klicaj (!) (uporablja se znak vežice)		

1. Klicanje
2. Vzpostavitev zveze, pozdrav, izmenjava podatkov o kakovosti sprejema signalov, lokaciji radijske postaje in imenu operaterja
3. Izmenjava podatkov o radijski postaji, antenah in ostali uporabljeni opremi, informacija o vremenu in različni drugi podatki iz radioamaterskega dela, dogovor za izmenjavo QSL kartic in zahvala za zvezo
4. Zaključek zveze

Klicni znak oddamo pri klicanju na začetku zveze in na koncu zveze ter na vsakih 10 min, če zveza traja dlje časa.

Klicni znak je oznaka, s katero se identificira postaja in je sestavljen iz:

- črke in števke: S5
- števke (0,1,2,...9)
- ene, dveh ali treh črk od 26. črk latinice, skladno z določili Pravilnika o radiokomunikacijah ITU, pri čemer se ne smejo uporabljati kombinacije črk, ki bi zaradi podobnosti s signali za nesrečo, nevarnost, alarm ali nujnost utegnile povzročiti zmedo. (S59DXX)

Serijski znaki S5A-S5Z: Slovenija

Posebni klicni znaki:

- več števk ali več črk (S5030A, S50CERKNO)

v skladu s priporočilom CEPT T/R 61-01:

- **/M**...mobilna postaja; postaja, ki se uporablja v vozilu,
- **/MM**...pomorska mobilna postaja; postaja ki se uporablja na ladji ali drugem plovnem objektu, v mednarodnih vodah
- **/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
- **/A**... alternativna lokacija – zelo redko v uporabi
- **/0 do /9**... spremenjena lokacija v državah, kjer številka pomeni pokrajino. Primer: K1ZZ/6 je v Kaliforniji
- **S5/**... tujec pri nas. Primer: S5/IV3KCB

Ocena kakovosti sprejema (raport):

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

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

Ocena pri uporabi pretvornika (repetitorja):

Poda se ocena kvalitete prehoda:
100% sprejeto,
sprejemam s precej šuma,
odlično greš preko repetitorja, ipd.

ČITLJIVOST (R)

- R1 Nečitljivi signal (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 s precejšnjim 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

V dnevnik amaterske radijske postaje se obvezno vpišejo naslednji podatki:

- dan, mesec in leto vzpostavljene amaterske radijske zveze,
- čas začetka amaterske radijske zveze (UTC čas, 0000-2359),
- klicni znak korespondenčne amaterske radijske postaje,
- vrsta oddaje (FM, SSB, PSK,...)

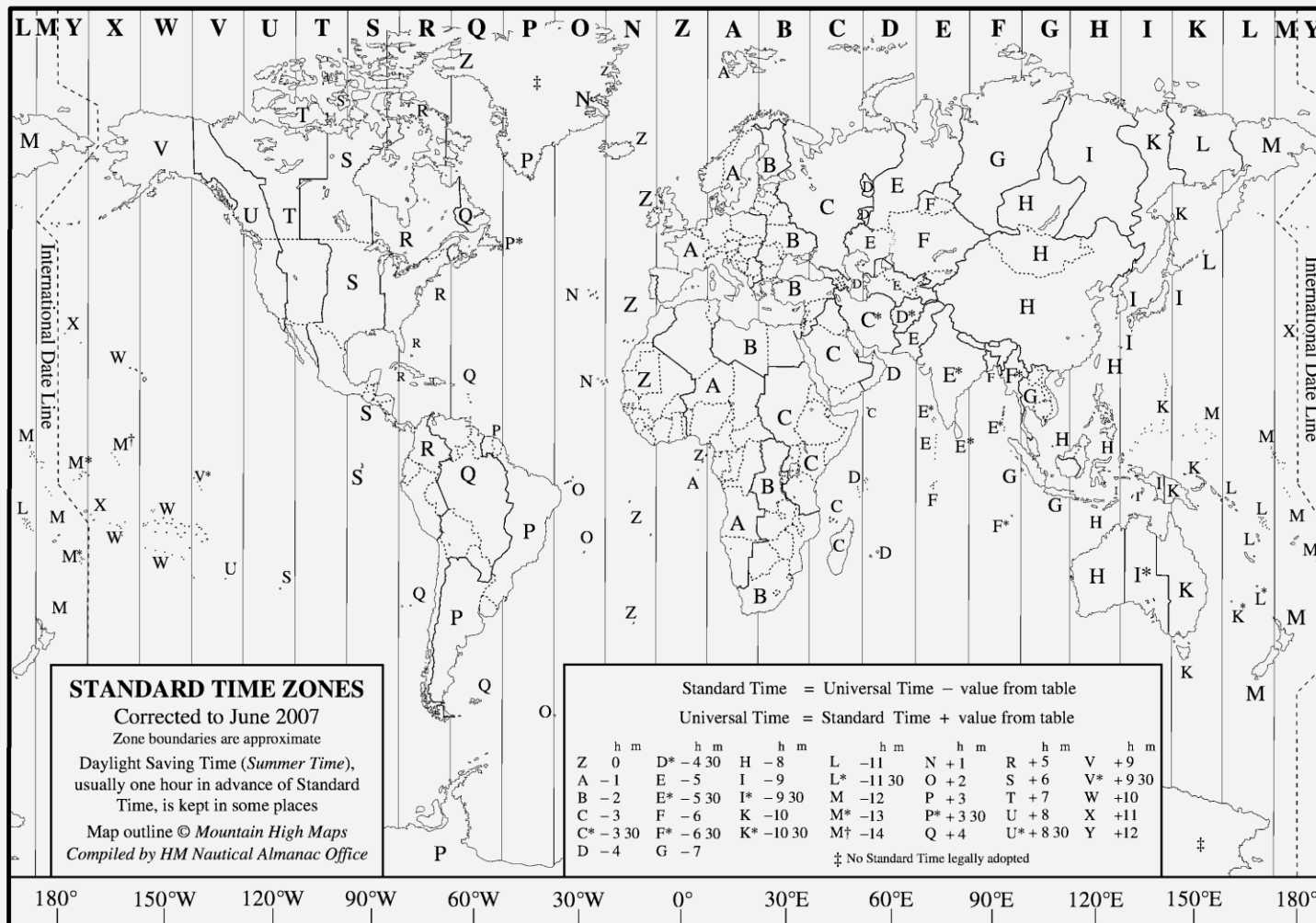
Neobvezno pa:

- podatki o lokaciji korespondenčne amaterske radijske postaje,
- poročilo o kakovosti signalov,
- ime operaterja na korespondenčni postaji,
- vrsta in jakost motenj ter drugo.

Dnevnik amaterske radijske postaje je treba hraniti najmanj 3 leta po zadnjem vpisu!

Časovne cone in koordinirani univerzalni čas (UTC) (1)

Svet je razdeljen na 24 časovnih pasov.



UTC=GMT(Greenwich Mean Time) – referenčni časovni pas oz. čas, ki ga uporabljajo vsi radioamaterji po svetu za deločanje točnega časa zveze.

srednjeevropski čas (naš zimski čas): GMT plus 1 ura

srednjeevropski čas (naš poletni čas): GMT plus 2 uri

Zemljina površina je razdeljena na:

- Velika polja (Fields): $18 \times 18 = 324$ (označena z AA do RR)

Velikost polja:

- 20° po dolžini
- 10° po širini

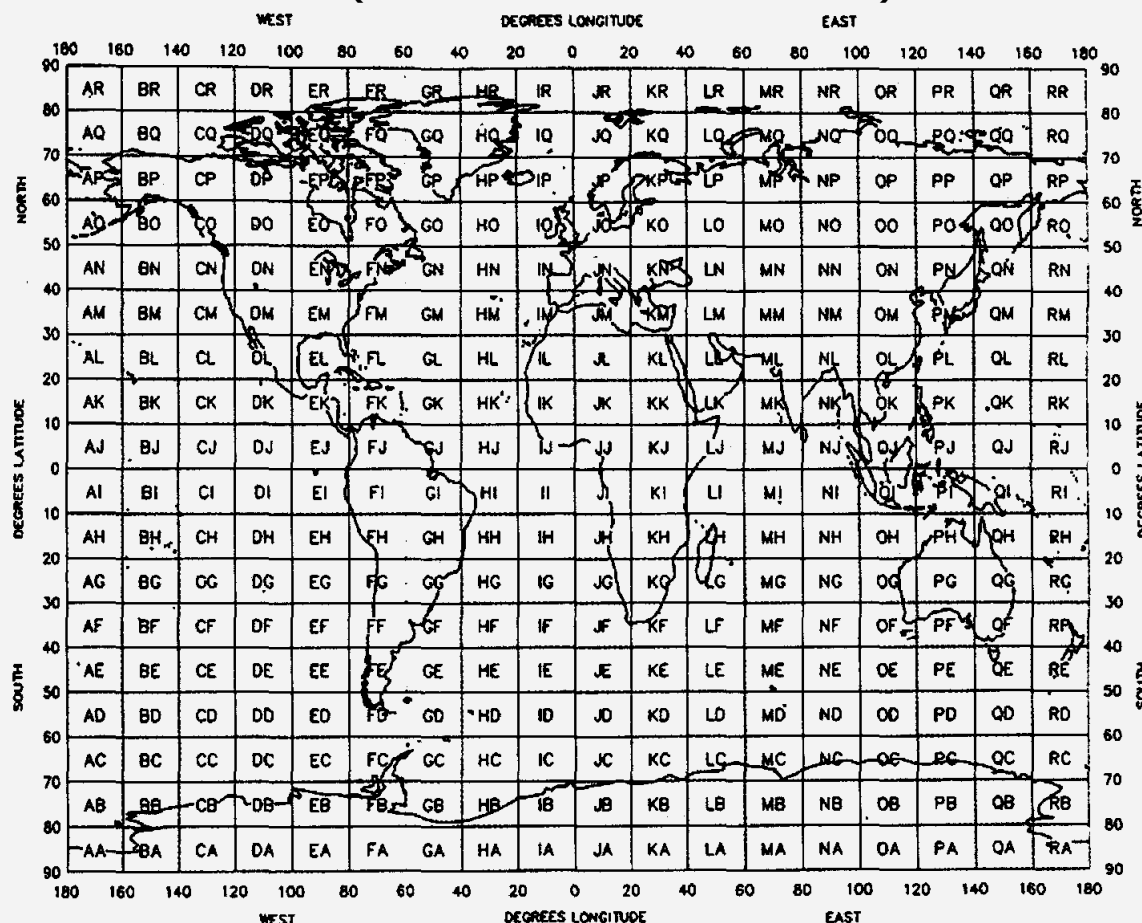
JN76TN Maribor mesto

JN76FB, JN76GA Ljubljana

S5 kvadrantek približno 4×6 km

Izračun lokatorja iz
zemljepisne širine in dolžine:

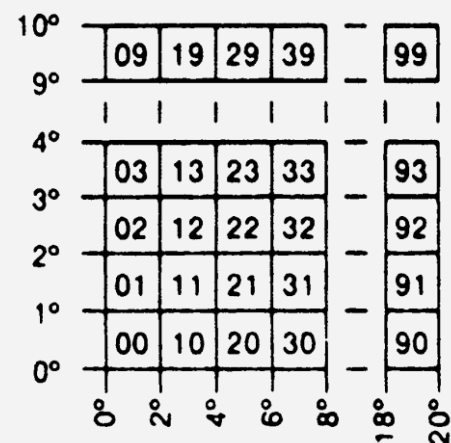
[]CQ ZRS, februar 1994, str.
18



- Kvadrati: $10 \times 10 = 100$ kvadratov = 1 polje (označeni z 00 do 99)

Velikost kvadrata:

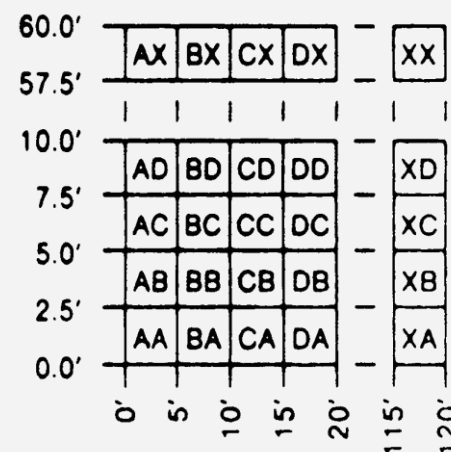
- 2° po dolžini
- 1° po širini



- Mali kvadrati: $24 \times 24 = 576$ (označeni z AA do XX)

Velikost malega kvadrata:

- 5 min po dolžini
- 2,5 min po širini



Q-kod

- predpisan z mednarodnim ITU pravilnikom o radiokomunikacijah
- namen uporabe: skrajšanje prenosa informacije in premostitev jezikovnih pregrad

Celotna serija kod QAA do QZZ:

QAA do QZZ: zrakoplovna služba

QRA do QUZ: vse radijske službe (tudi radioamaterska)

QOA do QQZ: pomorske službe

- **QRB** V: Kakšna je razdalja med postajama?
O: Razdalja med postajama je ...km.

- **QRG** V: Kakšna je moja točna frekvenca (kakšna je točna frekvenca od ...)?
O: Tvoja točna frekvenca (točna frekvenca od ...) je ...kHz (MHz).

- **QRK** V: Kakšna je razumljivost mojega signala (kakšna je razumljivost signala od ...)?
O: Razumljivost tvojega signala (razumljivost signala od ...) je ...
 1. zanič
 2. slaba
 3. srednja
 4. dobra
 5. Odlična

- **QRL** V: Si zaseden?
O: Zaseden sem (zaseden sem z ...). Prosim, ne moti.

- **QRM** V: Ali te motijo (druge postaje)?

O: Motijo me (druge postaje) ...

1. komaj zaznavno
2. malo
3. srednje
4. močno
5. izjemno močno

- **QRN** V: Te moti statika?

O: Moti me statika ...

1. komaj zaznavno
2. malo
3. srednje
4. močno
5. izjemno močno

- **QRO** V: Naj povečam oddajno moč?

O: Povečaj oddajno moč.

- **QRP** V: Naj zmanjšam oddajno moč?
O: Zmanjšaj oddajno moč.
- **QRQ** V: Naj oddajam hitreje?
O: Oddajaj hitreje (... znakov na minuto).
- **QRS** V: Naj oddajam počasneje?
O: Oddajaj počasneje (... znakov na minuto).
- **QRT** V: Naj preneham z oddajanjem?
O: Prenehaj z oddajanjem.
- **QRU** V: Imaš kaj zame?
O: Nič nimam zate.

- **QRV** V: Si pripravljen?
O: Pripravljen sem.
- **QRW** V: Naj obvestim ..., da ga kličeš na ... kHz (MHz)?
O: Prosim obvesti ..., da ga kličem na ... kHz (MHz).
- **QRZ** V: Kdo me kliče?
O: Kliče te ... (na ...kHz (MHz)).
- **QRX** V: Me boš ponovno poklical?
O: Ponovno te bom poklical ob ... uri (na ... kHz (MHz)).

- **QSB** V: Ali moj signal niha?
O: Tvoj signal niha.
- **QSD** V: Je moje tipkanje napačno?
O: Tvoje tipkanje je napačno.
- **QSL** V: Lahko potrdiš sprejem?
O: Potrjujem sprejem.
- **QSO** V: Ali lahko komuniciraš z ... direktno (ali preko relejne (vmesne) postaje)?
O: Lahko komuniciram z ... direktno (ali preko relejne (vmesne) postaje ...).
- **QSP** V: Ali boš posredoval do ...?
O: Posredoval bom do

- **QSY** V: Ali boš poslušal ... (pozivni znak) na ... kHz (MHz)?
O: Poslušal bom ... (pozivni znak) na ... kHz (MHz).
- **QSY** V: Ali se naj pomaknem z oddajanjem na drugo frekvenco?
O: Pomakni se z oddajanjem na drugo frekvenco (na ... kHz (MHz)).
- **QTC** V: Koliko sporočil imaš zame?
O: Imam ... sporočil zate (za ...).
- **QTH** V: Kje je tvoja lokacija?
O: Moja lokacija je
- **QTR** V: Kakšen je točen čas?
O: Točen čas je

Kratice in signali procedure:

- \overline{AR} konec oddaje (tipkano povezano kot en signal)
- \overline{AS} čakalna doba (tipkano povezano kot en signal)
- BK signal za prekinitev tekoče oddaje
- CL izključujem postajo
- CQ splošni poziv
- CFM potrjujem
- DE od (uporablja se pred klicnim znakom postaje, ki kliče)
- K povabilo k oddaji
- R sprejeto
- NO ne (odklonilno)
- NW sedaj
- RPT ponovitev (ali ponavljam; ali ponovite...)
- \overline{SOS} signal v stiski (tipkano povezano kot en signal)
- \overline{SK} radioamaterska različica \overline{VA}
- \overline{VA} signal za konec dela (tipkano povezano kot en signal)

- ANT antena
- UTC univerzalni čas
- YL dekle (operaterka)
- XYL soproga, žena
- RX sprejemnik
- TX oddajnik
- TRCV sprejemno oddajna postaja
- TRX sprejemno oddajna postaja
- SWL sprejemni radioamater
- MSG sporočilo
- SKED dogovorjena zveza
- GM dobro jutro
- OM prijatelj, znanec

- GD dober dan
- GE dober večer
- GN lahko noč
- GB nasvidenje
- WX vreme
- FB odlično
- 73 pozdravi, najlepše želje
- UR vaš, tvoj
- CALL klic, klicni znak
- PSE prosim
- UP višja (frekvenca)
- DWN nižja (frekvenca)

Slovenska tablica črkovanja

Mednarodna 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		

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

S59DXX

SOČA—PET—DEVET—DRAVA—IKS—IKS

SIERRA—FIVE—NINE—DELTA—X-RAY—X-RAY

S53APR

SOČA-PET-TRI-ANKARAN-RAVNE-PIRAN

SIERRA-FIVE-THREE-ALFA-PAPA-ROMEO

Alternativno, če te res ne slišijo (ni v skladu z veljavno
črkovalno tabelo):

SUGAR-FIVE-THREE-AMERICA-PORTUGAL-RADIO

Zveze v telefoniji se vzpostavljajo z govorom.

V teh zvezah ni potrebno skrajševanje sporočil, saj govorimo hitreje, kot oddajamo Morzejeve znake.

Navadno tudi ne uporabljamo Q-kod, čeprav so nekatere okrajšave precej udomačene.

RTTY (radijski teleprinter):

- BAUDOT: star 5 bitni kod
- ASCII (American Standard Code for Information Interchange):
 - 8 bitni kod: 7 podatkovnih bitov + 1 paritetni: $2^7=128$ različnih znakov

AMTOR (AMateur Teleprinting Over Radio): uporabljen protokol s preverjanjem na sprejemni strani in ponovno oddajo paketa, če je to potrebno.

PACTOR: uporabljeno stiskanje podatkov in spreminjanje hitrosti prenosa od kvalitete zveze, dodatni podatki za večjo zanesljivost prenosa.

PSK31: PSK kodiranje spremenljive dolžine omogoča ozkopasovno komunikacijo max hitrosti 31 baudov.

PACKET RADIO

AX25: komunikacijski protokol

CSMA (Carrier Sense Multiple Access): algoritem za nadzor dostopa do komunikacijskega kanala

Paketno vozlišče: računalnik, povezan preko radijskih postaj z drugimi vozlišči v omrežju, ki omogoča prenos in usmerjanje podatkov.

MODEM

BBS (Bulletin Board System): oglasna deska v računalniškem omrežju

APRS (Automatic Position reporting System)

MGM (Machine Generated Modes): strojno generirani načini dela. Kratica zajema vse sedanje in bodoče vrste digitalnih komunikacij.

SSTV (Slow Scan Television): prenos mirujočih slik

FAX (Faksimile): prenos pisanih sporočil

FSTV (Fast Scan Television) ali ATV (Amateur Television): prenos gibljive slike na daljavo.

Joe Taylor, K1JT je s skupino sodelavcev razvil program WSJTX in različne protokole, s katerimi se naredi večino radioamaterskih zvez.

- Sodobna SDR tehnologija omogoča dolge zveze, saj za sprejem zadoščajo šibki signali.
- JT65 je pred 20 leti razvit za zveze prek lune, uporablja se tudi na KV in UKV
- MSK144 je namenjen za MS QSO (zveze z odbojem od meteoritov)
- FT8 (od leta 2017) in FT4 sta predvsem na kratkem valu.
- zadnji protokol je Q65, namenjen za zveze prek lune ter na UKV za zveze prek razprševanja v ionosferi, troposferi itd.
- Tudi za zveze na nizkih frekvencah (2200 m in 630 m) so ustrezni protokoli.
- Open source programi omogočajo spreminjanje in dopolnjevanje kode.

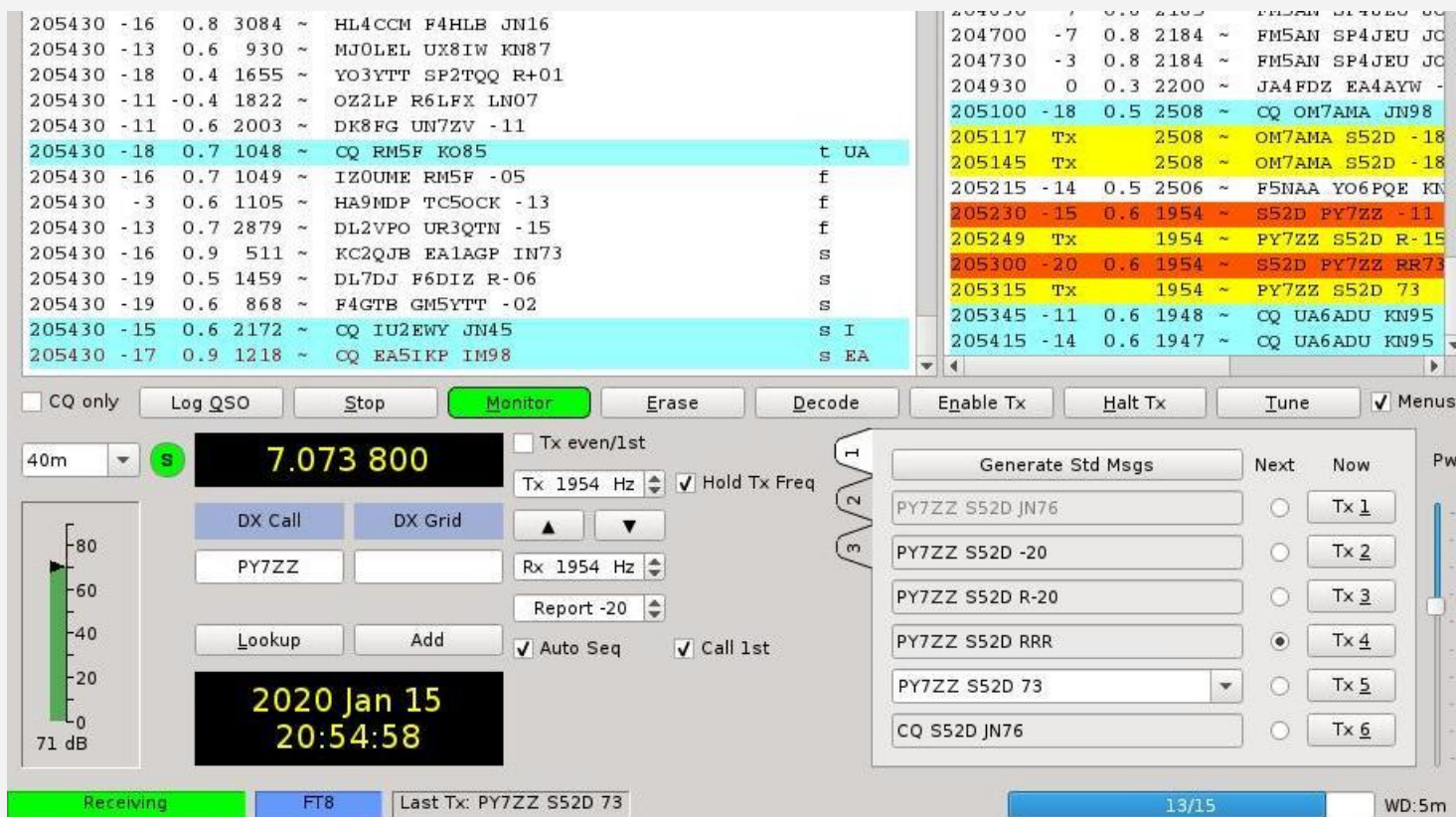
Program WSJTX (Weak Signal Joe Taylor)

Prevzel večino KV QSO

Avtor je Nobelov nagrajenec in učitelj na Princetonu.

- sodobna digitalna obdelava signalov
- sprva EME in MS, nato KV in tudi dolgi valovi
- več različnih kodiranj, prilagojenih radijskim razmeram
- na kratkem valu prevladuje FT8 in v tekmovanjih FT4
- SSB radijska postajo prek CAT krmili računalnik, zvok je povezan na zvočno kartico.
- FT-8 omogoča zveze, ki v SSB ne bi bile možne

- Primer FT8 QSO zveza z Brazilijo na 7 MHz pasu



The screenshot displays the FT8 software interface. At the top, a log window shows a list of QSOs with columns for frequency, mode, signal strength, and call signs. A specific QSO is highlighted in cyan: 205430 -18 0.7 1048 ~ CQ RM5F K085 t UA. Below the log, a control panel includes buttons for 'CQ only', 'Log QSO', 'Stop', 'Monitor', 'Erase', 'Decode', 'Enable Tx', 'Halt Tx', 'Tune', and 'Menus'. The frequency display shows 7.073 800 MHz. The TX/RX frequency is set to 1954 Hz. A 'Generate Std Msgs' window is open, showing a list of messages such as 'PY7ZZ S52D JN76', 'PY7ZZ S52D -20', and 'PY7ZZ S52D RRR'. The status bar at the bottom indicates 'Receiving', 'FT8', and 'Last Tx: PY7ZZ S52D 73'.

2008/08/21 11:15:29 Calling LZ1PKS on 14111.9 kHz

2008/08/21 11:15:40 Connected to LZ1PKS

1s59dxx

<Pactor2: , Speed= 100, Freq= -49>

LZ1PKS RMS Site (KN12QP)

S59DXX has 30 minutes remaining with LZ1PKS

[WL2K-1.6.0.7-B2FIHM\$]

;PQ: 72991661

SanDiego CMS via LZ1PKS >

[AirMail-3.3.081-B2FHIM\$]

;PR:

; LZ1PKS de S59DXX (JN76sm) QTC: 1 193 169

FC EM 1003_S59DXX 193 169 0

F> F3

FS Y

Sending "PACTOR TEST 2", 169 bytes (12% compressed)

FF

FQ

; LZ1PKS de S59DXX SK

< id > lz1pks de s59dxx

2008/08/21 11:18:52 Disconnected from LZ1PKS



□ <http://www.scs-ptc.com>



- Tekmovanja (Contest) so organizirana na frekvenčnih pasovih od 1.8 MHz do 24 GHz.
- Po dogovoru z IARU ni tekmovanj na frekvenčnih področjih:
 - 5MHz, 10 MHz, 18 MHz in 24 MHz
- Načini dela: vsi načini dela (CW, PHONE, RTTY, SSTV)
- Glede na frekvenčni pas delimo tekmovanja na:
 - HF tekmovanja (1.8 – 28 MHz)
 - VHF/UHF/SHF tekmovanja (nad 30 MHz)
- Organizatorji tekmovanj: IARU, nacionalne radioamaterske zveze, klubi in drugi.
- Kategorije tekmovanj:
 - SINGLE OP.: en operater
 - MULTI OP.: več operaterjev. Ekipe oz. klubi; samo CW, samo PHONE ali oboje.
 - SINGLE BAND: na enem frekvenčnem pasu.
 - MULTI BAND: na večih frekvenčnih pasovih.

POZOR: Na nekaterih delih posameznih frek. področij ni dovoljeno oddajanje med tekmovanji (radijski svetilniki, ipd)

- HF tekmovanja: CQ WW DX CONTEST, CQ WW WPX CONTEST, WEADC – EUROPEAN DX CONTEST, IARU HF CHAMPIONSHIP, ARRL INTERNATIONAL DX CONTEST, ALL ASIAN DX CONTEST, SCANDINAVIAN ACTIVITY CONTEST, EUHFC, KV PRVENSTVO ZRS.
- VHF/UHF/SHF tekmovanja: VHF-UHF-SHF IARU Region 1 CONTEST, ALPE-ADRIA VHF-UHF-SHF CONTEST, MARCONI MEMORIAL VHF CONTEST.
- ARG (AMATERSKO RADIOGONOMETRIRANJE) ali ARDF
- **Radioamaterske diplome:**
 - DXCC-DX CENTURY CLUB AWARD: za zveze z najmanj 100 državami
 - 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

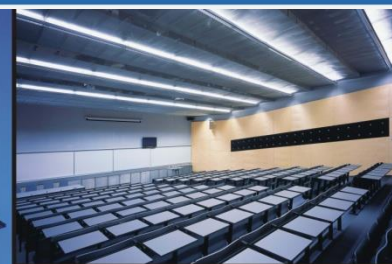
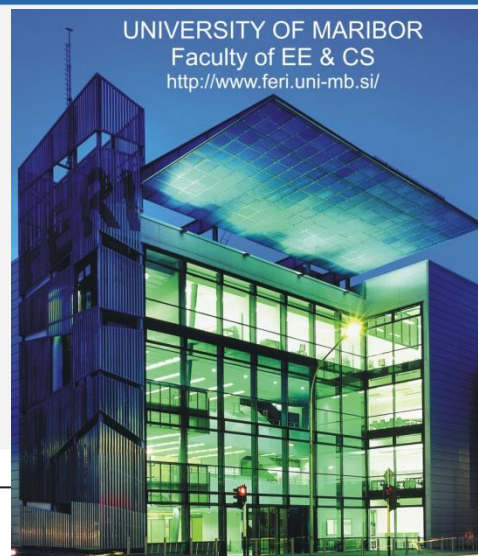
- Pileup: gneča na frekvenci, kjer veliko postaj kliče redko DX postajo.
- Simpleks pileup: množica postaj, ki hkrati kličejo DX postajo na frekvenci, kjer DX postaja hkrati posluša in oddaja.
- DX okno: pas frekvenc, namenjen za DX delo.
- DX cluster: zbiranje DX informacij.
- Selfspotting: objavljanje podatkov o frekvenci, na kateri kličeš, kar ni v skladu s pravili uporabe DX clustra.
- SPLIT način dela – postaja oddaja na eni frekvenci, posluša pa na drugi (UP – posluša nad oddajno frekvenco in DOWN posluša pod oddajno frekvenco)

- Ham spirit: pravila (radioamaterski bonton) lepega vedenja radioamaterjev. Sklop v glavnem nenapisanih pravil in vodil, ki je nastal v začetku in nadaljnjem razvoju radioamaterstva.
 - Ham: radioamater
 - Ham-radio: radioamaterstvo
- Kodeks: napisana pravila
- Brošura ETIKA in OPERATERSKI POSTOPKI (tudi v [PDF](#))

Velikost (IARU priporočilo):

□ 14 x 9 cm

Izpolniti vzorčno!



S59DXX

Member of
Radioklub Študent S59DXX
<http://s59dxx.uni-mb.si/>
s59dxx@uni-mb.si

confirming QSO CQ: 15 ITU: 28
MY LOC:

TO RADIO

VIA

DATE _____ LOC _____

UTC _____ RX/TX _____

BAND _____ ANT _____

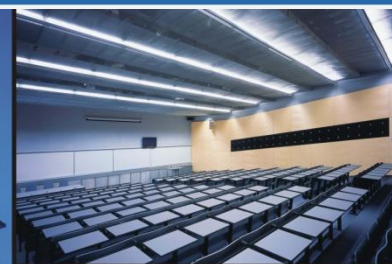
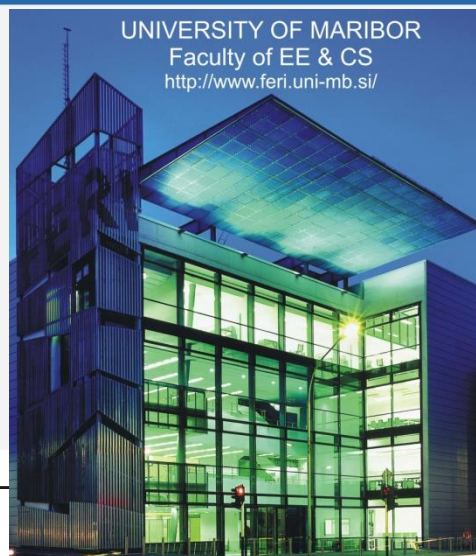
MODE _____ PSE QSL TNX QSL

RST _____
vy 73 de

Radioklub Študent S59DXX, Tyr ševa 23, SI-2000 Maribor, Slovenia, Europe

Velikost (IARU priporočilo):

□ 14 x 9 cm



S59DXX

Member of
Radioklub Študent S59DXX
<http://s59dxx.uni-mb.si/>
s59dxx@uni-mb.si

confirming QSO CQ: 15 ITU: 28
MY LOC:

TO RADIO **S51PW** VIA **BUREAU**

DATE <small>dd. mm. yyyy</small>	<u>21. 11. 2007</u>	LOC	<u>JN76TN</u>
UTC	<u>18:00</u>	RX/TX	<u>IC-706</u>
BAND	<u>14 MHz</u>	ANT	<u>wire dipole</u>
MODE	<u>SSB</u>		
RST	<u>59</u>		

PSE QSL TNX QSL

vy 73 de
podpis

Radioklub Študent S59DXX, Tyrševa 23, SI-2000 Maribor, Slovenia, Europe

V dnevnik amaterske radijske postaje se obvezno vpišejo naslednji podatki:

- dan, mesec in leto vzpostavljene amaterske radijske zveze,
- čas začetka amaterske radijske zveze (UTC čas, 0000-2359),
- klicni znak korespondenčne amaterske radijske postaje,
- vrsta oddaje (FM, SSB, PSK,...)

Neobvezno pa:

- podatki o lokaciji korespondenčne amaterske radijske postaje,
- poročilo o kakovosti signalov,
- ime operaterja na korespondenčni postaji,
- vrsta in jakost motenj ter drugo.

Dnevnik amaterske radijske postaje je treba hraniti najmanj 3 leta po zadnjem vpisu!

Radijski dnevnik – LOG (2)

DATE 19.14	TIME	CALL - SIGN STATION	Freq		SIGNAL REPORT		OTHER DATA / REMARKS	QSL		
			Mode		SENT	RECD		S	R	
05.12.	2046	VK4XA	14	CW	599	599	BRISBANE	RUSS		
"	2159	VE1LT	14	CW	579	599	NR 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	9L9DXG	28	SSB	59	59	FREETOWN-BOX 10	JOHN	✓	
08.12.	0541	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	3,5	CW	599	599				
"	2307	KJ8M/CΦH	14	CW	599	599	NA-67 (10TA)		✓	
15.12.	1226	S59AR	144	FM	59	59		DRAGO		
"	1252	S57XX	144	SSB	59	59	JN76DI	JURE		
"	1256	S57GM	144	SSB	59	59	JN76DJ (SKOČJALCA)	BORUT		
16.12.	1414	S58AM	432	CW	559	559	JN86CR			

KODEKS ARON: pravila vedenja in delovanja ob nesrečah in nevarnostih.

ARON simpleksne frekvence:

- 3.7 MHz
- 145. 500 MHz
- 433. 500 MHz

Aktiviranje ARON-a: aktiviranje lahko sproži vsak radioamater, če oceni, da je nesreča ali nevarnost takšnega obsega, da zahteva takojšnje aktiviranje omrežja za nevarnost. Po aktivaciji ARON-a se radioamaterji ravnaajo po navodilih upravne postaje.

Sporočila za tretjo osebo se lahko prenašajo, kadar je v nevarnosti človeško življenje, kadar pretijo večja gmotna škoda ali druge nesreče in nevarnosti večjih razsežnosti.

Mednarodni ARON akt: ITU resolucija št. 640, sprejeta na WARC v Ženevi leta 1979.

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 življenj in materialnih dobrin. Delovanje radioamaterjev temelji na humanitarnih, patriotskih in prostovoljnih osnovah, v skladu s statutom ZRS in normami ter 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, zdravje 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 navodilih 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 ocene, kako bo najhitreje prenesel obvestilo.

V primeru nesreč in nevarnosti večjih razsežnosti so priporočene frekvence: FM simpleksni kanal V40 145.500MHz, FM simpleksni kanal U280 433.500MHz, repetitorji ZRS in 3700KHz.

V nesrečah ali 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 vzpostavljanje 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.

Mednarodna signala za nesrečo oz. nevarnost:

- v telegrafiji SOS (tipkano povezano),
- v telefoniji MAYDAY.

Radijska frekvenca, namenjena radioamaterski storitvi, z močmi za radioamaterja A in N razreda			Radijska frekvenca, namenjena radioamaterski satelitski storitvi, z močmi za radioamaterja A in N razreda	
Frekvenčni pas	Maksimalna oddajna moč za radioamaterja razreda		Frekvenčni pas	Maksimalna oddajna moč za radioamaterja razreda
	A	N		
135,7 – 137,8 kHz	eirp 1 W			
472 – 479 kHz	eirp 5 W			
1 810 – 2 000 kHz	1 500 W			
3 500 – 3 800 kHz	1 500 W	100 W		
5351,5 – 5366,5 kHz	eirp 15 W			
7 000 – 7 200 kHz	1 500 W	100 W	7 000 – 7 100 kHz	1 500 W
10 100 – 10 150 kHz	300 W			
14 000 – 14 350 kHz	1 500 W		14 000 – 14 250 kHz	1 500 W
18 068 – 18 168 kHz	1 500 W		18 068 – 18 168 kHz	300 W
21 000 – 21 450 kHz	1 500 W	100 W	21 000 – 21 450 kHz	1 500 W
24 890 – 24 990 kHz	1 500 W		24 890 – 24 990 kHz	300 W
28 000 – 29 700 kHz	1 500 W	100 W	28 000 – 29 700 kHz	1 500 W

0,66 – 40,70 MHz	100 W			
50 – 52 MHz	100 W	25 W		
70 – 70,45 MHz	100 W	25 W		
144 – 146 MHz	1 500 W	25 W	144 – 146 MHz	1 500 W
430 – 432 MHz	50 W	25 W		
432 – 438 MHz	1 500 W	25 W	432 – 438 MHz	1 500 W
438 – 440 MHz	50 W	25 W		
1 240 – 1 300 MHz	300 W		1 240 – 1 300 MHz	300 W
2 300 – 2 450 MHz	300 W		2 400 – 2 450 MHz	300 W
3 400 – 3 410 MHz	100 W			
5 650 – 5 830 MHz	100 W		5 830 – 5 850 MHz	50 W
10 – 10,5 GHz	100 W		10,45 – 10,50 GHz	50 W

24 – 24,05 GHz	50 W		24 – 24,05 GHz	50 W
24,05 – 24,25 GHz	50 W			
47 – 47,2 GHz	50 W		47 – 47,2 GHz	50 W
47,2 – 48,5 GHz	50 W			
75,5 – 77,5 GHz	50 W		76 – 77,5 GHz	50 W
77,5 – 78 GHz	50 W		77,5 – 78 GHz	50 W
78 – 81,5 GHz	50 W		78 – 84 GHz	50 W
122,25 – 123,00 GHz	50 W			
134 – 141 GHz	50 W			
241 – 250 GHz	50 W			

Kratkovalovna področja – pregled:

- Klasična, tekmovanja: 1.8, 3.5, 7, 14, 21, 28 MHz
- 1.8 Mhz smo v Evropi dobili pred 40 leti
- WARC (World Administrative Radio Conference) 1979 leta:
10, 18, 24 MHz - brez tekmovanj
- Kasneje: 50 MHz , 135 kHz, 472 kHz
- Zadnji: 5 MHz

Frekvenčni pas:	Max. širina:	Namen:
144,000-144,035 MHz	500 Hz	CW (EME)
144,035-144,135 MHz	500 Hz	CW
144,135-144,150 MHz	500 Hz	CW, MGM
144,150-144,165 MHz	2700 Hz	CW, SSB, MGM
144,165-144,360 MHz	2700 Hz	CW, SSB
144,360-144,399 MHz	2700 Hz	CW, SSB, MGM
144,400-144,490 MHz	500 Hz	RADIJSKI SVETILNIKI
144,500-144,794 MHz	20 kHz	VSI NAČINI
144,800-144,9875 MHz	12 kHz	MGM
145,000-145,1875 MHz	12 kHz	NBFM repetitorji (vhod)
145,194-145,206 MHz	12 kHz	vesoljske zveze
145,2125-145,5875 MHz	12 kHz	NBFM simpleks
145,600-145,7875 MHz	12 kHz	NBFM repetitorji (izhod)
145,494-145,806 MHz	12 kHz	vesoljske zveze
145,806-146,000 MHz	12 kHz	satelitske zveze

Frekvenčni pas:

Namen:

430,000-430,925 MHz	MGM
430,950-431,025 MHz	Multimode repetitorji (vhodi)
431,050-431,775 MHz	NBFM repetitorji (vhodi)
432,000-432,100 MHz	CW
432,100-432,399 MHz	SSB, CW
432,400-432,490 MHz	radijski svetilniki
432,500-432,975 MHz	vsi načini
433,000-433,375 MHz	NBFM repetitorji (vhodi)
433,400-433,575 MHz	NBFM simpleks
433,600-434,000 MHz	vsi načini
434,000-434,594 MHz	digimode
434,600-434,975 MHz	NBFM repetitorji (izhodi)
435,000-438,000 MHz	satelitske zveze
438,000-438,525 MHz	MGM
433,550-438,625 MHz	Multimode repetitorji (izhodi)
438,650-439,375 MHz	NBFM repetitorji (izhodi)
439,400-439,775 MHz	MGM

Frekvenčni pas:	Max. širina:	Namen:
50,000-50,100 MHz	500 Hz	CW, radijski svetilniki
50,100-50,500 MHz	2700 Hz	ozkopasovni načini
50,500-52,00 MHz	12 kHz	vsi načini

- Za vsak frekvenčni pas je predvidena različna črka + številka kanala (xxx):
 - Fxx – 50 MHz
 - Vxx – 145 MHz
 - Uxx – 435 MHz
- Vsaki črki sledi dvomestna (za 50 in 145 MHz) ali trimestna (za 435 MHz) številka, ki označuje kanal.
- Če je kanal uporabljen kot repetitorski IZHOD, je pred oznako črka R: RFxx, RVxx, RUxxx.

Kanali se začnejo s številko "00" na 51 MHz in se povečujejo za 1 v koraku 10 kHz (20 kHz pri FM repetitorjih).

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

REPETITORSKI KANALI (frekvenčni zamik - 600 kHz)

	vhod	izhod
RF79	51.190 MHz	51.790 MHz
RF81	51.210 MHz	51.810 MHz
RF83	51.230 MHz	51.830 MHz
RF85	51.250 MHz	51.850 MHz
RF87	51.270 MHz	51.870 MHz
RF89	51.290 MHz	51.890 MHz
RF91	51.310 MHz	51.910 MHz
RF93	51.330 MHz	51.930 MHz
RF95	51.350 MHz	51.950 MHz
RF97	51.370 MHz	51.970 MHz
RF99	51.390 MHz	51.990 MHz

Kanali se začnejo s številko "00" na 145 MHz in se povečujejo za 1 v koraku 12.5 kHz.

SIMPLEKSNI KANALI:

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 MOBILNI 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

REPETITORSKI KANALI (frekvenčni zamik – 600 kHz):

	vhod	izhod
RV48	145.000 MHz	145.600 MHz
RV49	145.0125 MHz	145.6125 MHz
RV50	145.025 MHz	145.625 MHz
RV51	145.0375 MHz	145.6375 MHz
RV52	145.050 MHz	145.650 MHz
RV53	145.0625 MHz	145.6625 MHz
RV54	145.075 MHz	145.675 MHz
RV55	145.0875 MHz	145.6875 MHz
RV56	145.100 MHz	145.700 MHz
RV57	145.1125 MHz	145.7125 MHz
RV58	145.125 MHz	145.725 MHz
RV59	145.1375 MHz	145.7375 MHz
RV60	145.150 MHz	145.750 MHz
RV61	145.1625 MHz	145.7625 MHz
RV62	145.175 MHz	145.775 MHz
RV63	145.1875 MHz	145.7875 MHz

Kanali se začnejo s številko "000" na 430 MHz in se povečujejo za 1 v koraku 12.5 kHz.

Simpleks kanali (korak 25 kHz):

U272 433.400 MHz

U274 433.425 MHz

U276 433.450 MHz

U278 433.475 MHz

U280 433.500 MHz mobilni klicni kanal, ARON

U282 433.525 MHz

U284 433.550 MHz

U286 433.575 MHz

REPETITORSKI KANALI (frekvenčni zamik – 7.6 MHz)

vhod	izhod
RU692 431.050 MHz	438.650 MHz
RU694 431.075 MHz	438.675 MHz
RU696 431.100 MHz	438.700 MHz
RU698 431.125 MHz	438.725 MHz
RU700 431.150 MHz	438.750 MHz
RU702 431.175 MHz	438.775 MHz
RU704 431.200 MHz	438.800 MHz
RU706 431.225 MHz	438.825 MHz
RU708 431.250 MHz	438.850 MHz
RU710 431.275 MHz	438.875 MHz
RU712 431.300 MHz	438.900 MHz
RU714 431.325 MHz	438.925 MHz
RU716 431.350 MHz	438.950 MHz
RU718 431.375 MHz	438.975 MHz
RU720 431.400 MHz	439.000 MHz
RU722 431.425 MHz	439.025 MHz
RU724 431.450 MHz	439.050 MHz
RU726 431.475 MHz	439.075 MHz
RU728 431.500 MHz	439.100 MHz
RU730 431.525 MHz	439.125 MHz
RU732 431.550 MHz	439.150 MHz
RU734 431.575 MHz	439.175 MHz
RU736 431.600 MHz	439.200 MHz
RU738 431.625 MHz	439.225 MHz
RU740 431.650 MHz	439.250 MHz
RU742 431.675 MHz	439.275 MHz
RU744 431.700 MHz	439.300 MHz
RU746 431.725 MHz	439.325 MHz
RU748 431.750 MHz	439.350 MHz
RU750 431.775 MHz	439.375 MHz

REPETITORSKI KANALI (frekvenčni zamik – 1.6 MHz)

RU368	433.000 MHz	434.600 MHz
RU370	433.025 MHz	434.625 MHz
RU372	433.050 MHz	434.650 MHz
RU374	433.075 MHz	434.675 MHz
RU376	433.100 MHz	434.700 MHz
RU378	433.125 MHz	434.725 MHz
RU380	433.150 MHz	434.750 MHz
RU382	433.175 MHz	434.775 MHz
RU384	433.200 MHz	434.800 MHz
RU386	433.225 MHz	434.825 MHz
RU388	433.250 MHz	434.850 MHz
RU390	433.275 MHz	434.875 MHz
RU392	433.300 MHz	434.900 MHz
RU394	433.325 MHz	434.925 MHz
RU396	433.350 MHz	434.950 MHz
RU398	433.375 MHz	434.975 MHz

MULTIMODE REPETITORSKI KANALI (frekvenčni zamik – 7.6 MHz)

Kanali, namenjeni eksperimentiranju z novimi tehnologijami, npr. D-STAR.

vhodi

RU682 430.925 MHz

RU684 430.950 MHz

RU686 430.975 MHz

RU688 431.000 MHz

RU690 431.025 MHz

izhodi

438.525 MHz

438.550 MHz

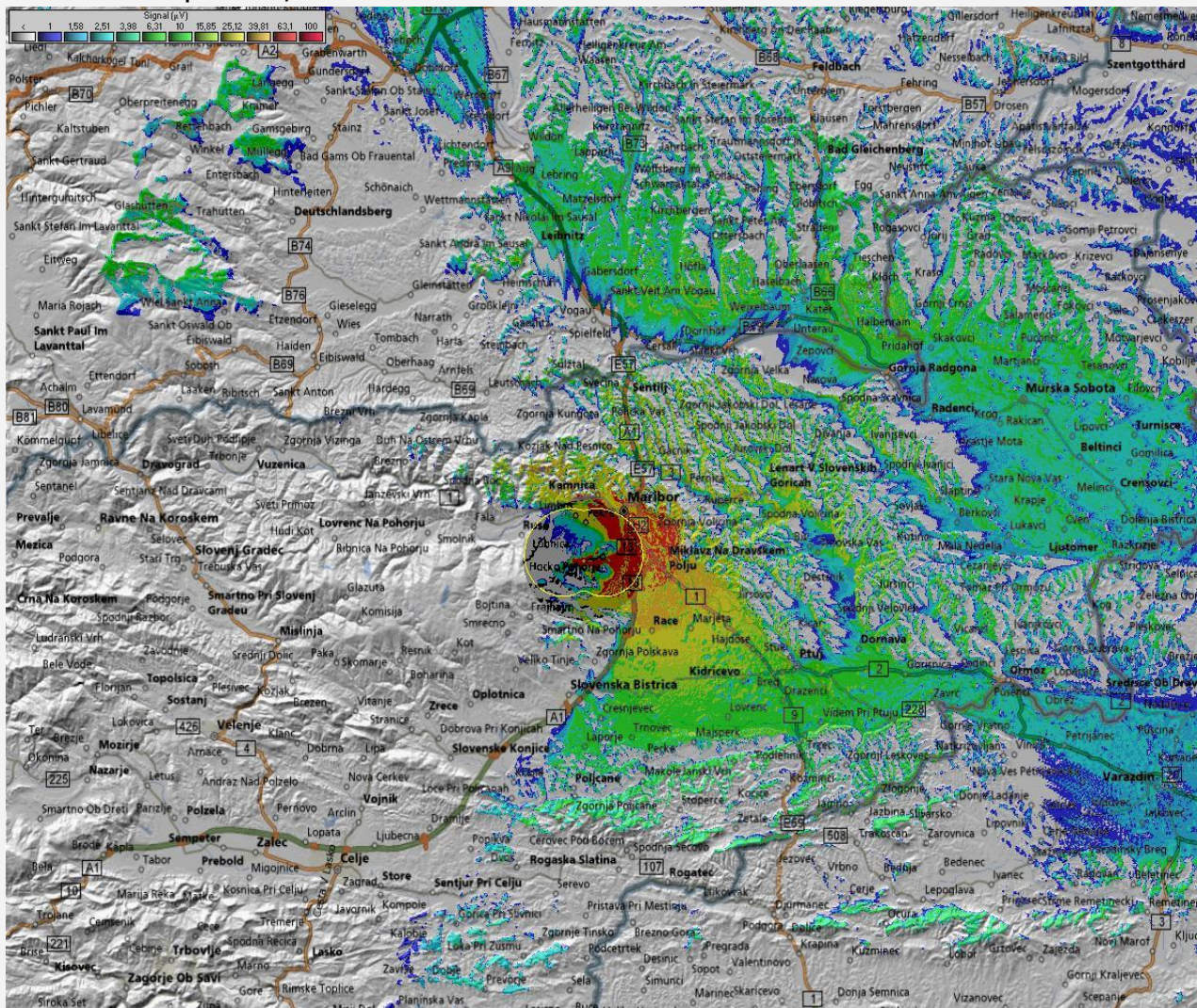
438.575 MHz

438.600 MHz

438.625 MHz

Primer pokrivanja repetitorja (simulacije)

S55UMX UHF repetitor, 439.200 MHz





1. Električna, elektromagnetna in radijska teorija (EERT)
 - a) Prevodnost (Ohmov zakon: tok, napetost in upornost, moč)
 - b) Napajalni viri (baterije in električno omrežje)
 - c) Radijski valovi (EMV, hitrost, frekvenca, valovna dolžina, polarizacija)
 - d) Zvočni in digitalni signali
 - e) Modulirani signali (prednosti in slabosti AM, SSB, FM, nosilec, ...)
 - f) Moč (enosmerna vhodna moč in visokofrekvenčna izhodna moč)
2. Komponente
 - a) Upor (moč na upor, serijska in paralelna vezava, ...)
 - b) Kondenzator (lastnosti, serijska in paralelna vezava, ...)
 - c) Tuljava (lastna induktivnost tuljave)
 - d) Uporaba transformatorja (kvalitativen opis transformacij)
 - e) Dioda (uporaba diod – usmerniška, Zener in LED dioda)
 - f) Tranzistor (ojačevalnik ali oscilator)
 - g) Druge komponente (serijski in paralelni nihajni krog)

3. Električna vezja

- a) Filtri (zgolj namen in uporaba)

4. Sprejemniki

- a) Vrste sprejemnikov (detektorski, enojni superheterodinski...)
- b) Blok sheme (CW, AM, SSB, FM)
- c) Delovanje in namen posameznih stopenj (le obravnava na blok shemi)

5. Oddajniki

- a) Blok sheme (CW, SSB, FM)
- b) Delovanje in namen posameznih stopenj (le obravnava na blok shemi)
- c) Lastnosti oddajnika (le preprost opis)

6. Antene in antenski vodi (AAV)

- a) Vrste anten (zgolj konstrukcija, smerne lastnosti in polarizacija)
- b) Načini napajanja anten (simetrični in koaksialni vod)
- c) Prilagoditev anten (namen naprav za prilagoditve anten)

7. Propagacije (zgolj enostavni opisi)

- a) Zgradba Ionosfere in njen vpliv na razširjanje KV
- b) Feding
- c) Troposfera
- d) Vpliv vremenskih razmer
- e) Razdelitev radijskega spektra (KV, UKV, ...)
- f) Razmerje med frekvenco in valovno dolžino.

8. Meritve

- a. Načini merjenja (tok, napetost, upornost, moč, frekvenca)
- b. Merilni inštrumenti (AVO, SWR, absorpcijski merilnik frekvence, umetno breme)

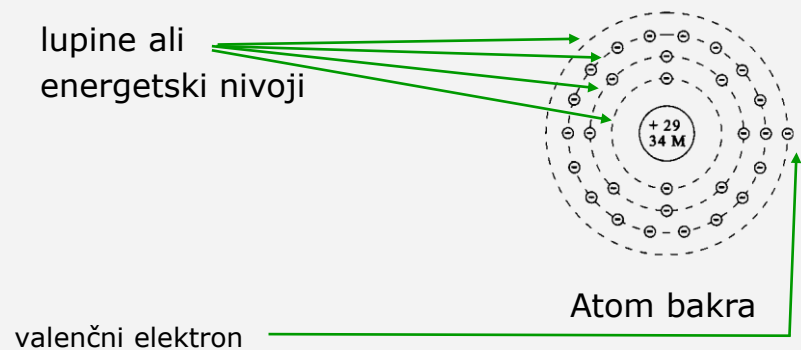
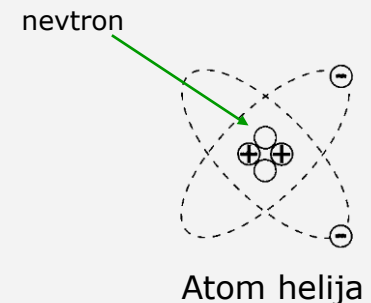
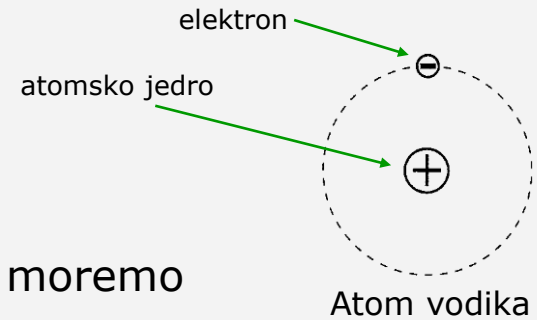
9. Motnje in njihovo odpravljanje

- a) Motnje v el. napravah (interferenca z radijskimi in TV signali, avdio naprave)
- b) Vzroki motenj (harmonske in parazitne frekvence, vdor neželenih signalov)
- c) Ukrepi za preprečevanje motenj (oklopljanje, filtriranje, blokiranje)

10. Varnost pri delu z električnim tokom

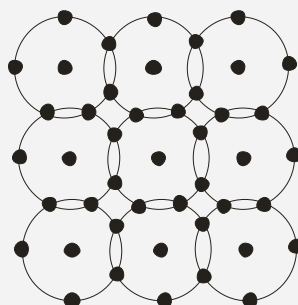
- a) Človekovo telo
- b) Napajalniki
- c) Visoke napetosti
- d) Strelovod

- Najmanjši delec snovi je atom.
- Najmanjši gradnik spojin je molekula.
- Atom sestavljajo: elektroni, nevtroni in protoni.
- Element: snov, ki jo z kemijskimi reakcijami ne moremo razstaviti na druge snovi.
- Atomsko jedro je sestavljeno iz protonov in nevtronov.
- Atomi se med seboj povezujejo v molekule.



Kemijske vezi:

- Ionska ali elektrovalentna vez: elektropozitiven atom odstopi elektron elektronegativnemu atomu v bližini.
 - Primer: natrijev klorid (kuhinjska sol)
- Kovalentna vez: dva nevtralna atoma si delita enega ali več elektronov.
 - Primer: polprevodniki, vezava vodika in kisika -> voda



- Kovinska vez: med atomi plava oblak prostih elektronov.
 - Primer: s to vezjo so povezani atomi v kovinah.

Jakost električnega polja: $E[\text{V/m}]$

Količina naboja: $Q[\text{C}=\text{As}]$ /Coulomb/

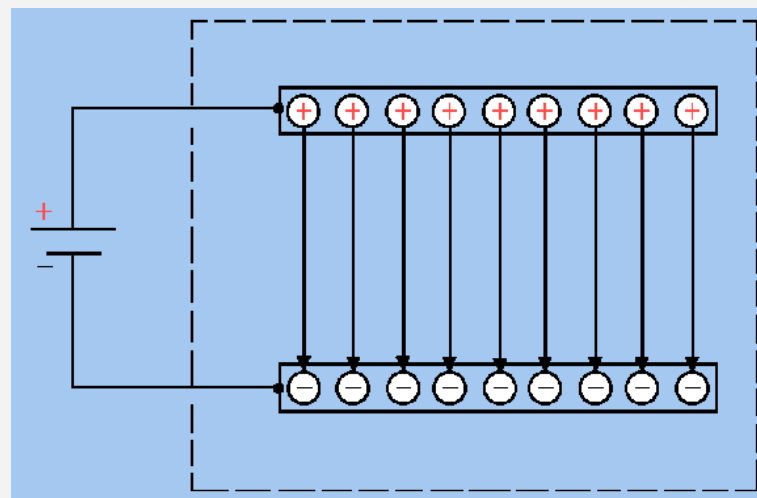
- En coloumb je definiran kot količina električnega naboja, ki preteče skozi prečni prerez vodnika v času ene 1s pri toku 1A.

Enota za delo: $A[\text{J}]$ /Joul/

Električni potencial: $V_p[\text{V}]$ /Volt/

- 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.

Pred električnim poljem se zaščitimo z oklapljanjem s kovinskimi materiali.



Električno polje (kondenzator)

Coulombov zakon:

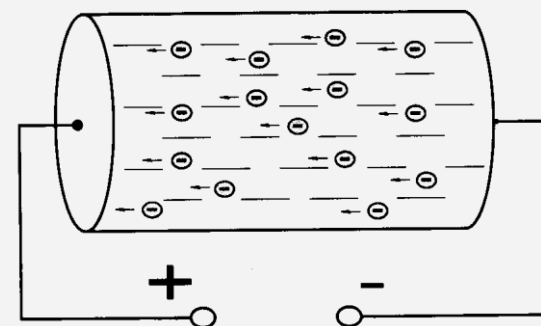
$$F = k_0 \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Električni tok je usmerjeno gibanje nosilcev električnega naboja. Nastane pod vplivom razlike električnih potencialov, ki jim pravimo tudi električna napetost.

$I[\text{A}]$ /Amper/

Instrument za merjenje toka:

AMPERMETER



Pretok elektronov-električni tok

Električna napetost je definirana kot razlika električnih potencialov.

$U[\text{V}]$ /Volt/

Instrument za merjenje napetosti:

VOLTMETER

Prefiks	Simbol	Množilni faktor
jota	J	$10^{24} = 1000000000000000000000000$
zeta	Z	$10^{21} = 100000000000000000000000$
eksa	E	$10^{18} = 100000000000000000000000$
peta	P	$10^{15} = 100000000000000000000000$
tera	T	$10^{12} = 100000000000000000000000$
giga	G	$10^9 = 100000000000000000000000$
mega	M	$10^6 = 100000000000000000000000$
kilo	k	$10^3 = 100000000000000000000000$
hekto	h	$10^2 = 100000000000000000000000$
deka	da	$10^1 = 100000000000000000000000$
enota		$10^0 = 100000000000000000000000$
deci	d	$10^{-1} = 0.100000000000000000000000$
centi	c	$10^{-2} = 0.010000000000000000000000$
mili	m	$10^{-3} = 0.001000000000000000000000$
mikro	μ	$10^{-6} = 0.000001000000000000000000$
nano	n	$10^{-9} = 0.000000001000000000000000$
piko	p	$10^{-12} = 0.000000000001000000000000$
femto	f	$10^{-15} = 0.000000000000001000000000$
ato	a	$10^{-18} = 0.00000000000000000100000000$
zepto	z	$10^{-21} = 0.000000000000000000000100000000$
jokto	y	$10^{-24} = 0.0000000000000000000000000100000000$

Primeri:

$$1 \text{ A} = 1000 \text{ mA} = 0,001 \text{ kA}$$

$$1 \text{ V} = 1000 \text{ mV} = 0,001 \text{ kV}$$

$$1 \text{ } \Omega = 1000 \text{ m}\Omega = 0,001 \text{ k}\Omega$$

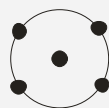
- **PREVODNIKI:** imajo dosti prostih nosilcev naboja, zato prevajajo električni tok.

- Zlato, srebro, baker, aluminij,...



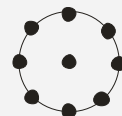
- **NEPREVODNIKI (IZOLATORJI):** nimajo prostih nosilcev naboja, zato ne prevajajo električnega toka.

- Razne gume, keramika, steklo, les, nekatere plastične mase, razne barve in laki, teflon, bakelit, destilirana voda, polivinil,...



- **POLPREVODNIKI:** silicij in germanij imata po 4 elektrone na zunanji obli atomov.

- Silicij, Germanij,...



Lastnosti snovi, da se upira prevajanju električnega toka, imenujemo električna upornost. Upornost označimo z:

$R[\Omega]$ /Ohm/

Instrument za merjenje upornosti: OHMMETER

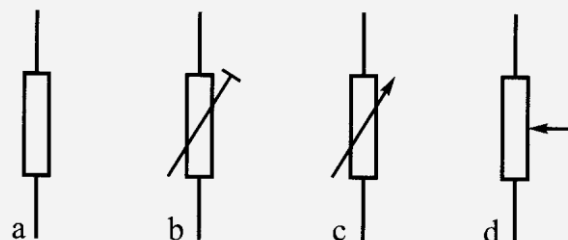
Glede na izvedbo ločimo upore: žični, slojni, polni ali masni.

Temperaturno odvisni upori:

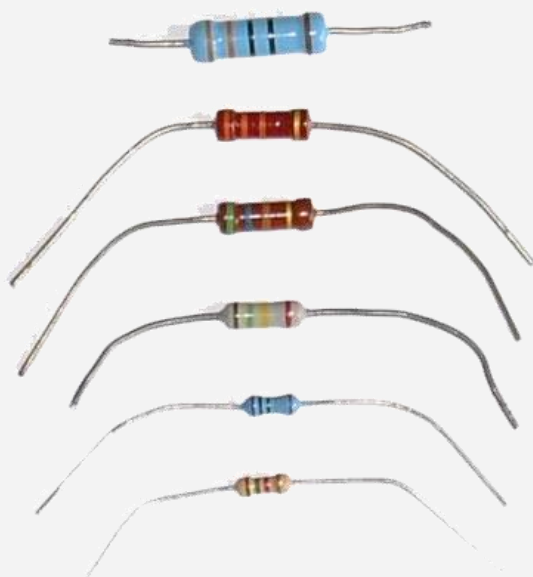
- PTK (Pozitiven Temperaturni Koeficient): s segrevanjem se jim upornost povečuje.
- NTK (Negativen Temperaturni Koeficient): s segrevanjem se jim upornost zmanjšuje.

Glede na možnost uporabe ločimo upore na:

- a) Stalni upor
- b) Nastavljivi upor
- c) Spremenljivi upor
- d) Potenciometer

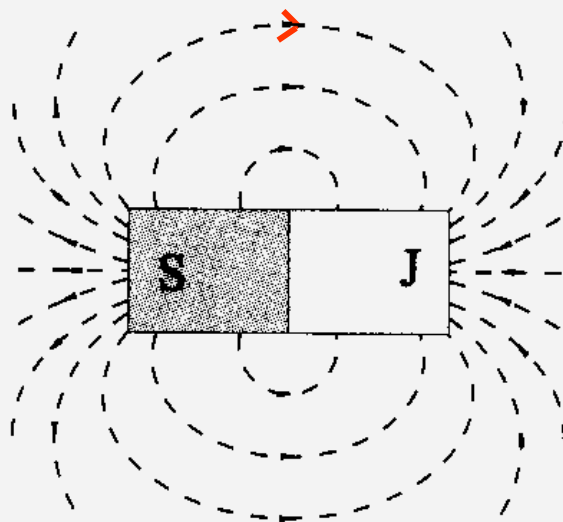


Označevanje vrednosti uporov (barvna lestvica, barvni obročki):



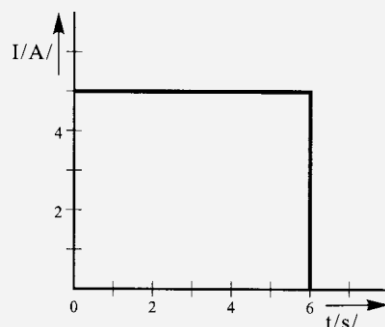
<table border="0"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr> <tr><td>Black</td><td>Brown</td><td>Red</td><td>Orange</td><td>Yellow</td><td>Green</td><td>Blue</td><td>Purple</td><td>Grey</td><td>White</td></tr> <tr><td>±1%</td><td>±2%</td><td>±5%</td><td>±10%</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Black	Brown	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple	Grey	White	±1%	±2%	±5%	±10%							<table border="0"> <tr><td>±1%</td><td>±2%</td><td>±5%</td><td>±10%</td></tr> <tr><td>27K</td><td>EXAMPLE</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0 X1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1 X10</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 2 X100</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3 3 X1000</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4 4 X10000</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5 5 X100000</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6 6 X1000000</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7 7 X10000000</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8 8 X100000000</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9 9</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	±1%	±2%	±5%	±10%	27K	EXAMPLE			0 X1				1 1 X10				2 2 X100				3 3 X1000				4 4 X10000				5 5 X100000				6 6 X1000000				7 7 X10000000				8 8 X100000000				9 9				<table border="0"> <tr><td>±1%</td><td>±2%</td><td>±5%</td><td>±10%</td></tr> <tr><td>15K</td><td>EXAMPLE</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0 0 X1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1 1 X10</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 2 2 X100</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3 3 3 X1000</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4 4 4 X10000</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5 5 5 X100000</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6 6 6 X1000000</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7 7 7 X10000000</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8 8 8 X100000000</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9 9 9</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	±1%	±2%	±5%	±10%	15K	EXAMPLE			0 0 X1				1 1 1 X10				2 2 2 X100				3 3 3 X1000				4 4 4 X10000				5 5 5 X100000				6 6 6 X1000000				7 7 7 X10000000				8 8 8 X100000000				9 9 9				<table border="0"> <tr><td>±1%</td><td>±2%</td><td>±5%</td><td>±10%</td><td>100</td><td>50</td></tr> <tr><td>620K</td><td>EXAMPLE</td><td></td><td></td><td>25</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 0 X1</td><td></td><td></td><td></td><td>10</td><td>5</td></tr> <tr><td>1 1 1 X10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 2 2 X100</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3 3 3 X1000</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4 4 4 X10000</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5 5 5 X100000</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6 6 6 X1000000</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7 7 7 X10000000</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8 8 8 X100000000</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9 9 9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	±1%	±2%	±5%	±10%	100	50	620K	EXAMPLE			25	15	0 0 X1				10	5	1 1 1 X10						2 2 2 X100						3 3 3 X1000						4 4 4 X10000						5 5 5 X100000						6 6 6 X1000000						7 7 7 X10000000						8 8 8 X100000000						9 9 9					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																																																																																																																
Black	Brown	Red	Orange	Yellow	Green	Blue	Purple	Grey	White																																																																																																																																																																																																
±1%	±2%	±5%	±10%																																																																																																																																																																																																						
±1%	±2%	±5%	±10%																																																																																																																																																																																																						
27K	EXAMPLE																																																																																																																																																																																																								
0 X1																																																																																																																																																																																																									
1 1 X10																																																																																																																																																																																																									
2 2 X100																																																																																																																																																																																																									
3 3 X1000																																																																																																																																																																																																									
4 4 X10000																																																																																																																																																																																																									
5 5 X100000																																																																																																																																																																																																									
6 6 X1000000																																																																																																																																																																																																									
7 7 X10000000																																																																																																																																																																																																									
8 8 X100000000																																																																																																																																																																																																									
9 9																																																																																																																																																																																																									
±1%	±2%	±5%	±10%																																																																																																																																																																																																						
15K	EXAMPLE																																																																																																																																																																																																								
0 0 X1																																																																																																																																																																																																									
1 1 1 X10																																																																																																																																																																																																									
2 2 2 X100																																																																																																																																																																																																									
3 3 3 X1000																																																																																																																																																																																																									
4 4 4 X10000																																																																																																																																																																																																									
5 5 5 X100000																																																																																																																																																																																																									
6 6 6 X1000000																																																																																																																																																																																																									
7 7 7 X10000000																																																																																																																																																																																																									
8 8 8 X100000000																																																																																																																																																																																																									
9 9 9																																																																																																																																																																																																									
±1%	±2%	±5%	±10%	100	50																																																																																																																																																																																																				
620K	EXAMPLE			25	15																																																																																																																																																																																																				
0 0 X1				10	5																																																																																																																																																																																																				
1 1 1 X10																																																																																																																																																																																																									
2 2 2 X100																																																																																																																																																																																																									
3 3 3 X1000																																																																																																																																																																																																									
4 4 4 X10000																																																																																																																																																																																																									
5 5 5 X100000																																																																																																																																																																																																									
6 6 6 X1000000																																																																																																																																																																																																									
7 7 7 X10000000																																																																																																																																																																																																									
8 8 8 X100000000																																																																																																																																																																																																									
9 9 9																																																																																																																																																																																																									
Color Codes	4 Band Resistors	5 Band Resistors	6 Band Resistors																																																																																																																																																																																																						

Potek magnetnega polja okoli magneta ponazorimo s silnicami. To so črte, ki kažejo smer polja in potekajo od severnega proti južnemu polu magneta.



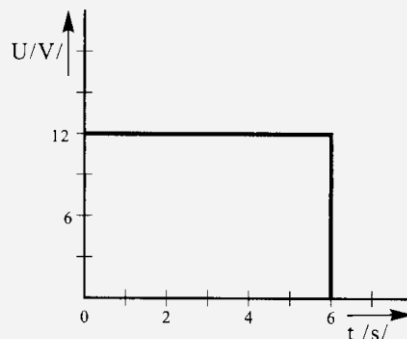
Če magnet prelomimo, dobimo 2 magneta, ki imata vsak svoj severni in južni pol.

Enosmerni tok: nosilci naboja tečejo le v eno smer. Smer gibanja nosilcev naboja se s časom ne spreminja:

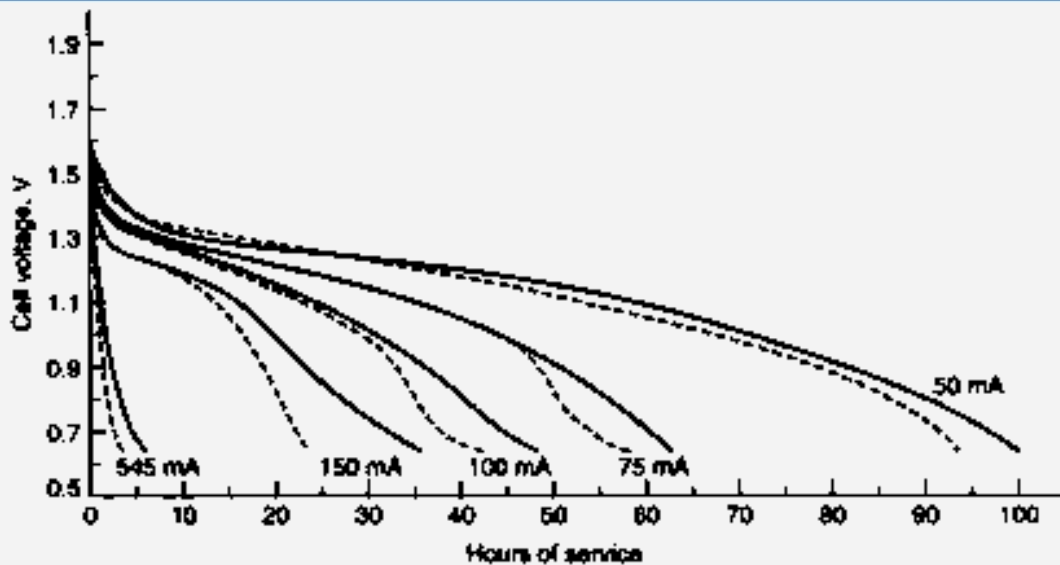


DC – Direct Current

Enosmerna napetost: tista napetost, ki generira enosmerni tok in se ji s časom predznak ne spreminja.



Celice in baterije (1)

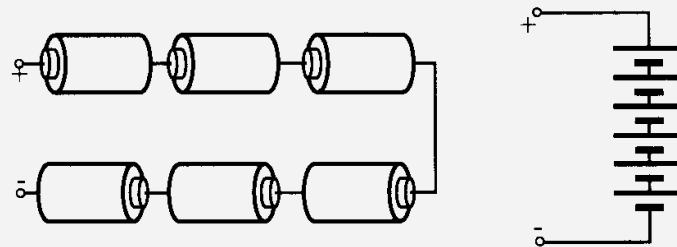


Krivulje uporabe alkalne baterije

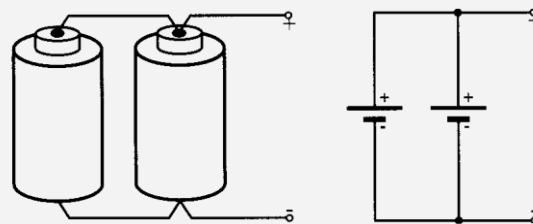


	Svinčena celica	Ni-Cd	Ni-MH	Li-ion	Li-ion polymer	Polnjive alkalne
Nominalna napetost celice	2 V	1.2 V	1.2 V	3.6 V	3.6 V	1.5 V
Število ciklov polnjenja	500-800	1500	500-1000	1200	>1000	50
Lastno praznjenje (%/mesec)	3-20	10	30	5-10	5	zelo nizko
Temp. področje uporabe	-20 do 60 °C	-40 do 60 °C	-20 do 60 °C	-20 do 60 °C	0 do 60 °C	0 do 65 °C
Energija/teža (Wh/kg)	30-50	45-80	60-120	110-160	100-200	80
Obremenitev: max/priporočena	5C/0.2C	20C/1C	5C/0.5C	>2C/<1C	>2C/<1C	0.5C/ <0.2C

Zaporedna vezava celic: skupna napetost je enaka vsoti napetosti posameznih baterijskih celic. Dopustni tok je enak dopustnemu toku ene celice.



Vzporedna vezava celic: pri vzporedni vezavi več enakih baterijskih celic je dopustni tok enak vsoti dopustnih tokov posameznih celic.



- **KAPACITETA:** pove koliko časa je celica sposobna dati določen tok:

$$Q = I \cdot t \text{ [Ah]}$$

Primer: Akumulator imam kapaciteto 10 Ah. Koliko časa ga bomo lahko uporabili, če porabnik troši 500 mA?

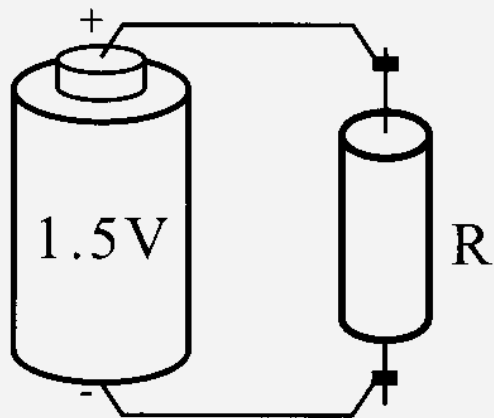
$$t = Q/I = 10 \text{ Ah} / 0.5 \text{ A} = 20 \text{ h}$$

- **NOTRANJA UPORNOST (R_g)**

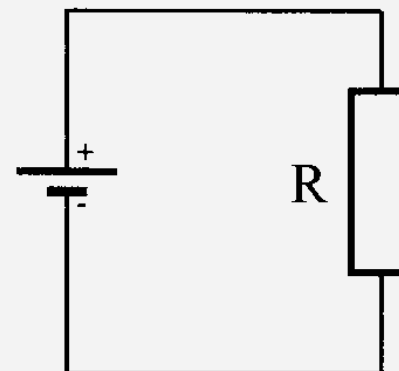
- **KRATKOSTIČNI TOK (I_k):** tok, ki steče, če pola celice kratko spojimo z vodnikom.

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

- **NAZIVNI TOK:** je enak 1/10 vrednosti nazivne kapacitete celice.

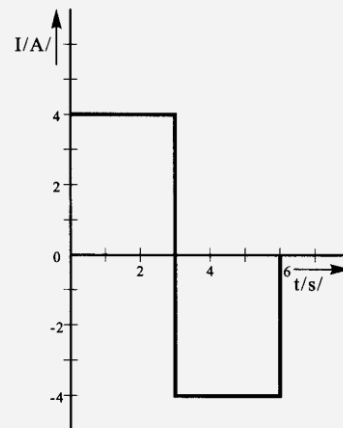


Električni krog (baterija in upor)



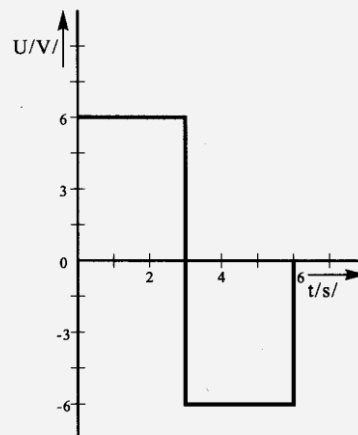
Shema električnega kroga leve slike

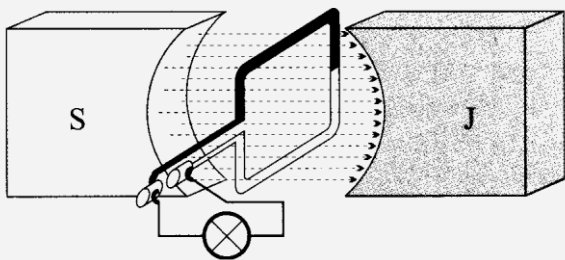
Izmenični tok: smer gibanja nosilcev naboja se s časom spreminja.



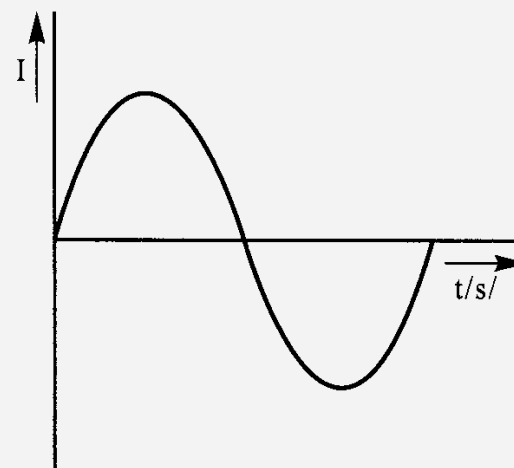
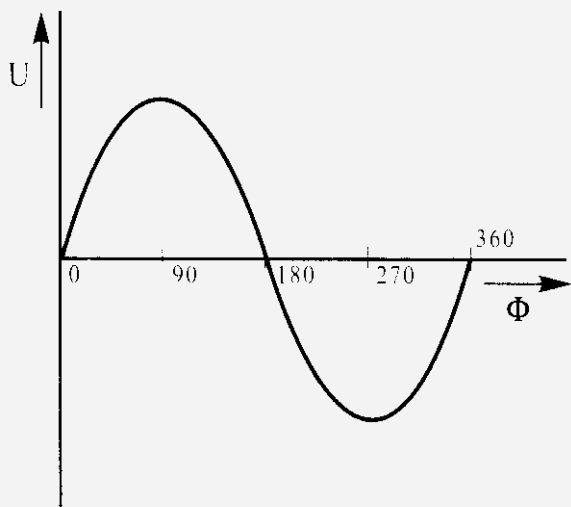
AC – Alternating Current

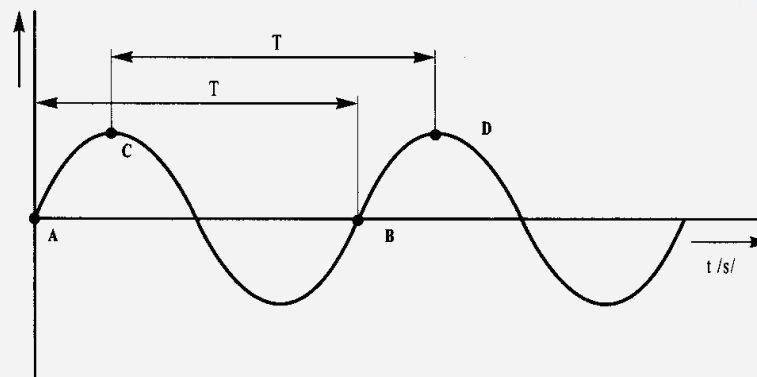
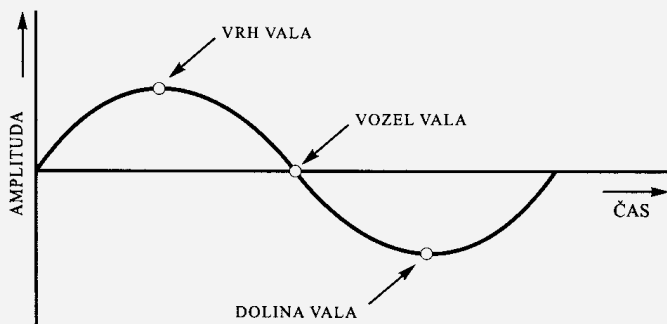
Izmenična napetost:





$$U = U_{\max} \cdot \sin(\alpha)$$





FREKVENCA:

f [Hz] /Hertz/

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{n}{t}$$

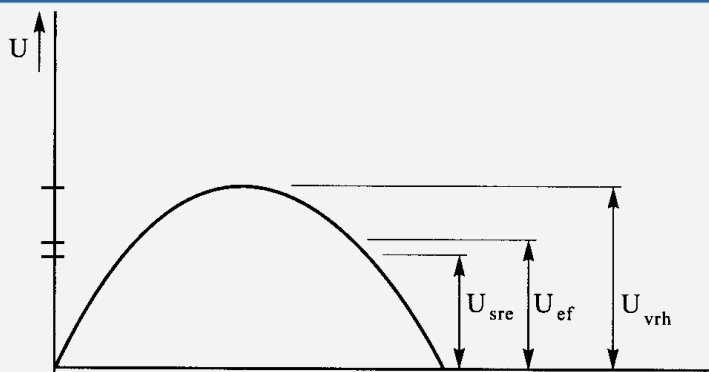
f – frekvenca (Hz)

T – perioda (s)

t – čas opazovanja (s)

n – število nihajev v času opazovanja

EFEKTIVNA vrednost izmenične napetosti (U_{ef}) je enaka velikosti enosmerne napetosti, ki povzroči enak učinek (efekt), kot enosmerna napetost (svetlobni, toplotni,...)



Za sinus velja:

$$U_{vrh} = \sqrt{2} \cdot U_{ef} \approx 1.414 \cdot U_{ef}$$

$$U_{ef} = \frac{U_{vrh}}{\sqrt{2}} \approx 0.707 \cdot U_{vrh}$$

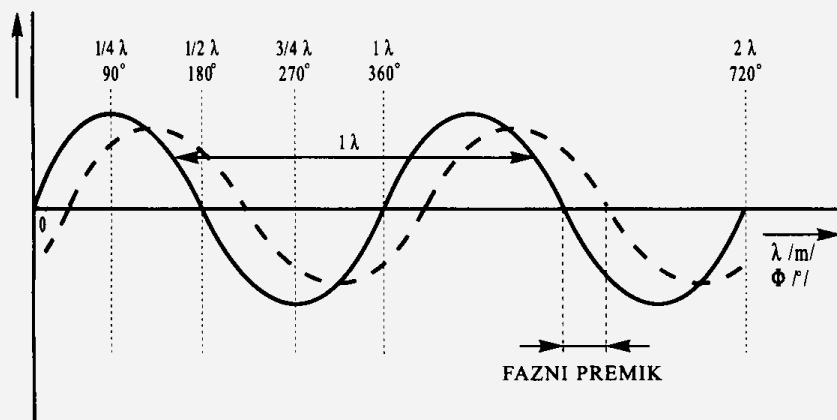
$$U_{sre} = \frac{2}{\pi} \cdot U_{vrh} \approx 0.636 \cdot U_{vrh} \approx 0.9 \cdot U_{ef}$$

$$U_{vrh} = \frac{U_{sre}}{0.636} = 1.57 \cdot U_{sre}$$

U_{vrh} – vrhnja (temenska) vrednost napetosti (V)

U_{ef} – efektivna (RMS – Root Mean Square) napetost (V)

U_{sre} – srednja vrednost napetosti (V)



VALOVNA DOLŽINA (λ): razdalja, ki jo val prepotuje v času enega nihaja.

HITROST širjenja:

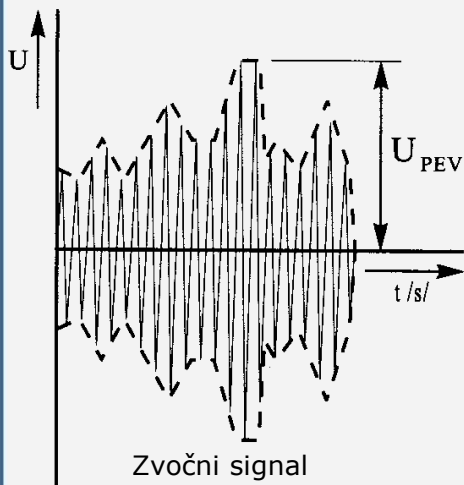
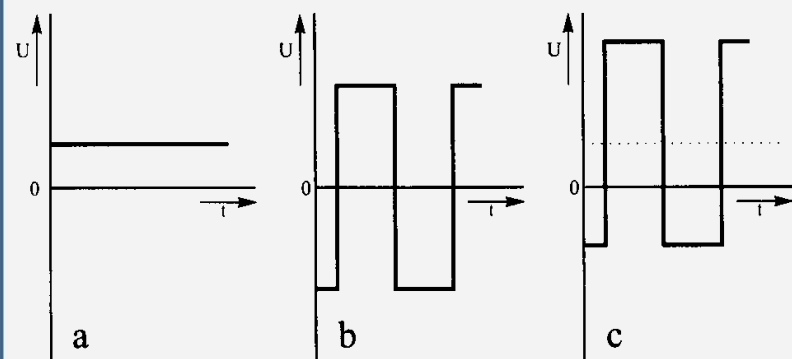
$$v = f \cdot \lambda$$

v - hitrost (m/s)

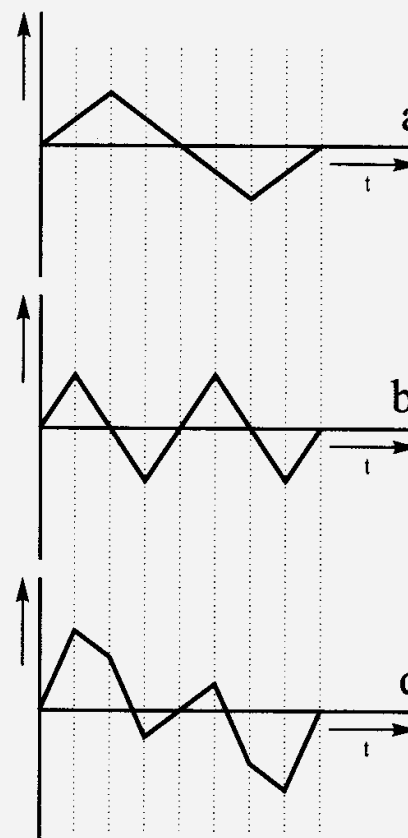
f - frekvenca (Hz)

λ - valovna dolžina (m)

FAZA valovanja: merimo v stopinjah ($^\circ$).



PEV(Peak Envelope Voltage):
vrhnja napetost ovojnice

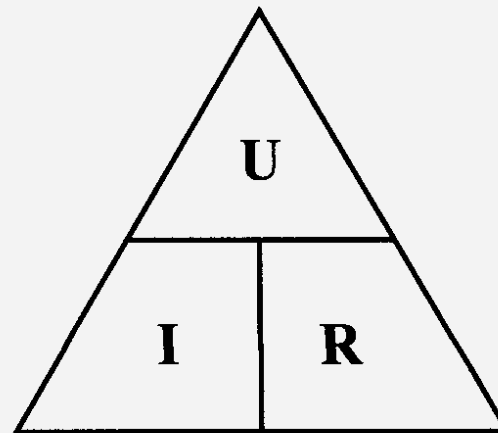


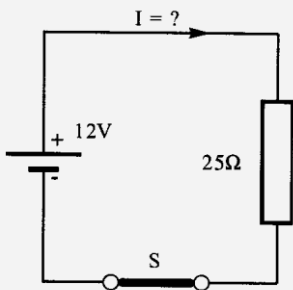
Nemški znanstvenik Georg Simon Ohm ugotovi, da je napetost v vezju enaka produktu toka in upornosti.

$$U = I \cdot R$$

$$I = \frac{U}{R}$$

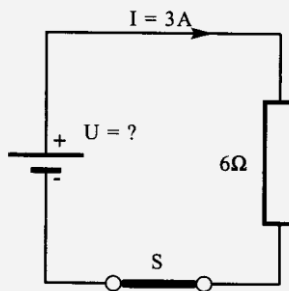
$$R = \frac{U}{I}$$





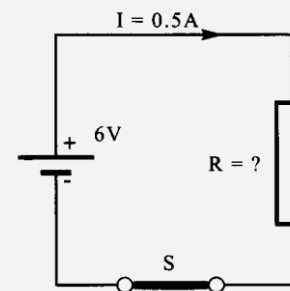
$$R = \frac{U}{I}$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12V}{25\Omega} = 0.48A$$



$$R = \frac{U}{I}$$

$$U = R \cdot I = 6\Omega \cdot 3A = 18V$$



$$R = \frac{U}{I}$$

$$R = \frac{6V}{0.5A} = 12\Omega$$

- Skupna upornost je vsota posameznih upornosti in je vedno večja od posameznih vrednosti:

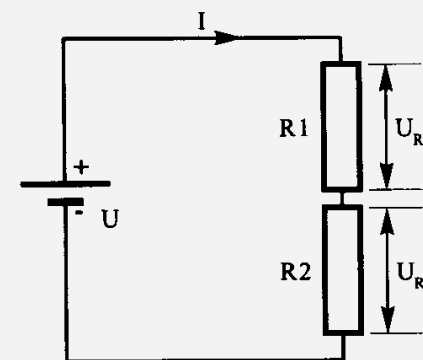
$$R_{\text{skupna}} = R_1 + R_2 + \dots$$

- Skupna napetost je vsota padcev napetosti na posameznih uporih. Padec napetosti na uporu je posledica toka, ki teče skozenj.

$$U_{\text{skupna}} = U_{R1} + U_{R2} + \dots$$

- Skozi vse upore teče enak tok. Zaradi tega je skupni tok enak toku skozi posamezni upor.

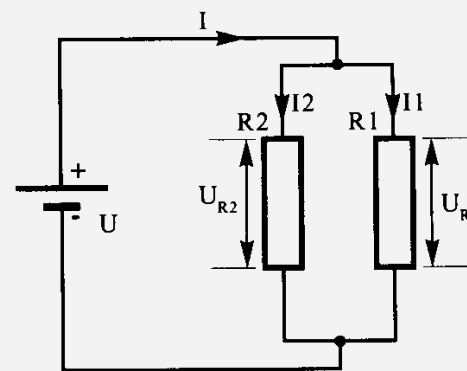
$$I_{\text{skupna}} = I_1 = I_2 = \dots$$



- Skupno upornost izračunamo:

$$\frac{1}{R_{skupna}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$R_{skupna} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots}$$

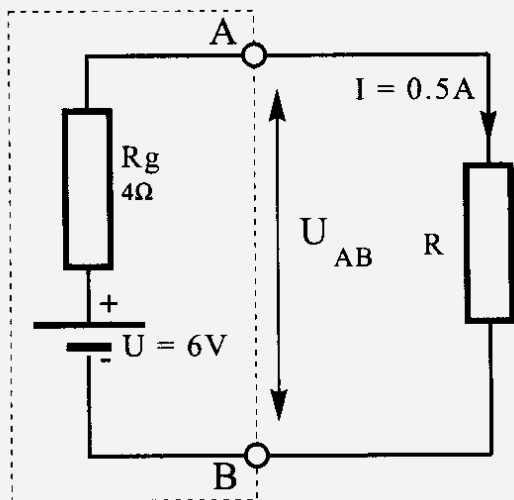


- Napetost na posameznih uporih je enaka skupni napetosti:

$$U_{skupna} = U_{R1} = U_{R2} = \dots$$

- Skupni tok je enak vsoti tokov skozi posamezne upore.

$$I_{skupna} = I_1 + I_2 + \dots$$

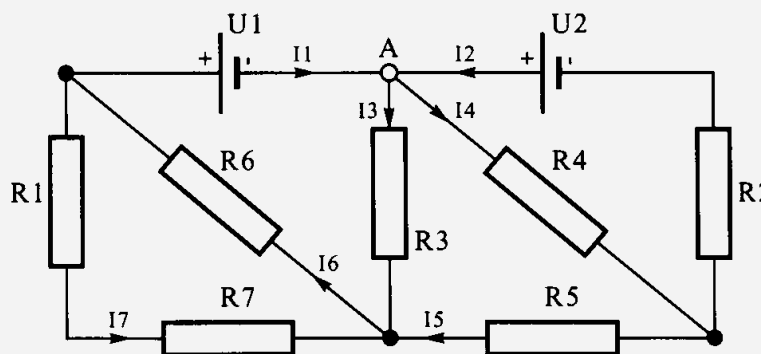


R_g – upornost generatorja

$$U_{AB} = U - R_g \cdot I = 6V - (4\Omega \cdot 0.5A) = 4V$$

- Prvi Kirchoffov zakon (vsota vseh tokov v vozlišču je enaka nič):

$$\sum I = 0$$

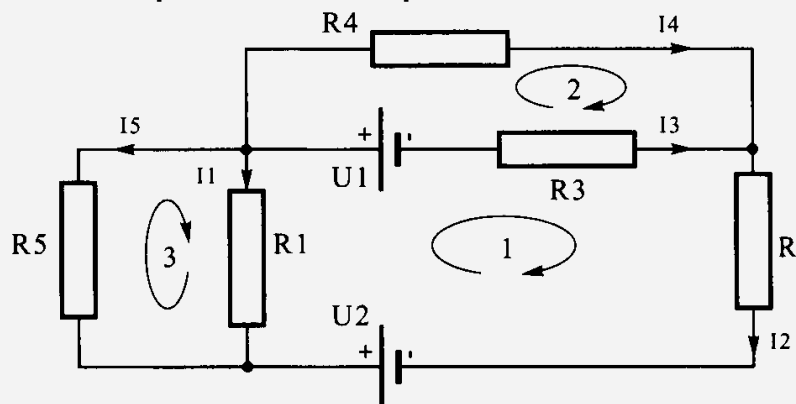


- Drugi Kirchoffov zakon (vsota napetosti napetostnih virov v zaprti zanki vezja je enaka vsoti padcev napetosti na vseh delih vezja):

$$\sum U = \sum I \cdot R$$

Napetosti
napetostnih virov

Padci
napetosti

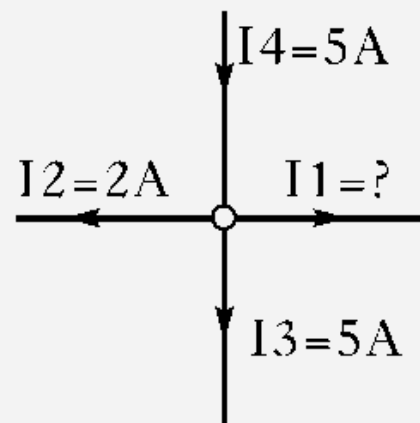


Primer (I. Kirchoffov zakon):

$$\sum I = 0$$

$$I_4 - I_3 - I_2 - I_1 = 0$$

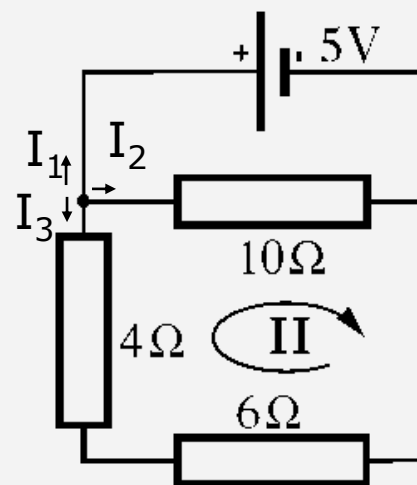
$$I_1 = I_4 - I_3 - I_2 = 5\text{A} - 5\text{A} - 2\text{A} = -2\text{A}$$



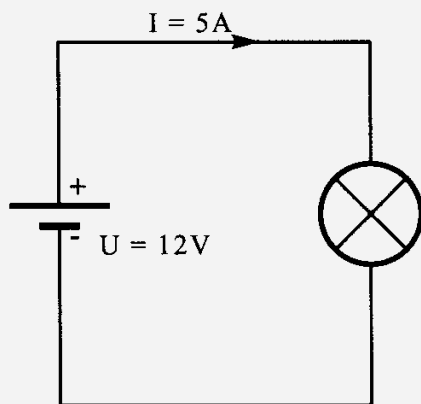
Primer (II. Kirchoffov zakon):

Zanka I: $-5\text{V} = -I_2 \cdot R_{10}$

Zanka II: $0 = I_2 \cdot R_{10} - I_3 \cdot (R_6 + R_4)$



Enosmerne napetosti in tokovi:



$$P = U \cdot I [W]$$

$$P = \frac{U^2}{R} [W]$$

$$P = I^2 \cdot R [W]$$

Izmenične napetosti in tokovi:

(Ohmska bremena)

$$P = U_{ef} \cdot I_{ef}$$

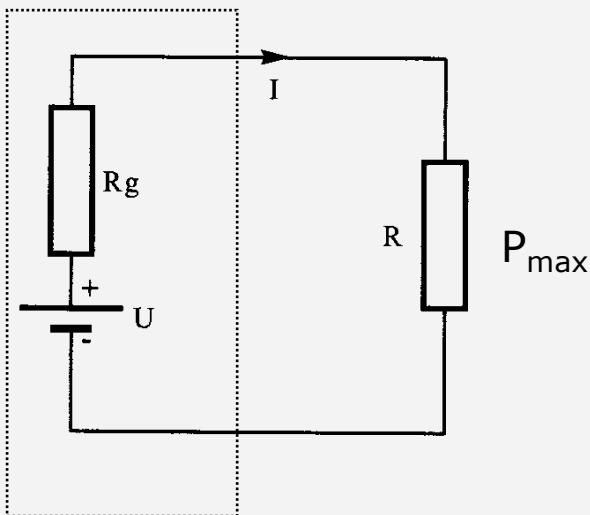
$$P = \frac{U_{ef}^2}{R}$$

$$P = I_{ef}^2 \cdot R$$

$$U_{ef} \cdot I_{ef} = P$$

PEP (Peak Envelope Power): vrhnja (temenska) moč ovojnice, kar pomeni največjo vršno vrednost moči preko določene periode.

$$P_{PEP} = \frac{U_{PEV}^2}{2 \cdot R}$$



Napetostni vir

Maksimalni prenos moči na breme R:

$$P = I^2 \cdot R, \quad I = \frac{U}{R + R_g}$$

$$P = U^2 \cdot \frac{R}{(R + R_g)^2}$$

$$R = R_g \quad \rightarrow \quad P_{\max} = \frac{U^2}{4 \cdot R}$$

$$W = P \cdot t \text{ [Ws] /wattsekunda=J/}$$

$$1\text{kWh} = 1000\text{W} \cdot 3600\text{s} = 3600000 \text{ Ws}$$

IZKORISTEK sistema:

$$\eta = \frac{P_I}{P_V} \quad 0 \leq \eta < 1$$

P_I - izhodna moč (W)

P_V - vhodna moč (W)

$$\eta = \frac{P_I}{P_V} \cdot 100\% \quad 0\% \leq \eta < 100\%$$

DECIBEL je relativna enota, s katero določamo ojačanje in slabljenje sistema.

$$G(\text{dB}) = 10 \cdot \lg \left[\frac{P_2}{P_1} \right]$$

moč na izhodu sistema

$$P = \frac{U^2}{R}$$

moč na vhodu sistema

$$G(\text{dB}) = 10 \cdot \lg \left[\frac{P_2}{P_1} \right] = 10 \cdot \lg \left[\frac{U_2^2}{U_1^2} \right] = 10 \cdot \lg \left[\frac{U_2}{U_1} \right]^2$$

$$G(\text{dB}) = 20 \cdot \lg \left[\frac{U_2}{U_1} \right], G(\text{dB}) = 20 \cdot \lg \left[\frac{I_2}{I_1} \right]$$

$$G(\text{dBm}) = 10 \cdot \lg \left[\frac{2000\text{W}}{1\text{mW}} \right] = 10 \cdot 6.3 = 63\text{dBm}$$

Ojačanje G(dB)	Razmerje moči (P ₂ /P ₁)	Razmerje toka ali napetosti (I ₂ /I ₁), (U ₂ /U ₁)
+ 20	100	10
+ 10	10	3.16
+ 6	4	2.00
+ 3	2	1.141
0	1	1.00
- 3	0.50	0.71
- 6	0.25	0.50
- 10	0.10	0.32
- 20	0.01	0.10



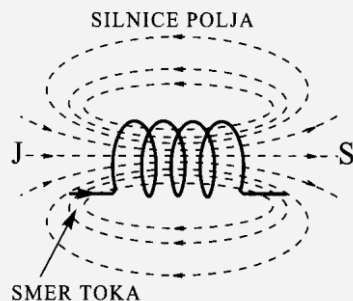
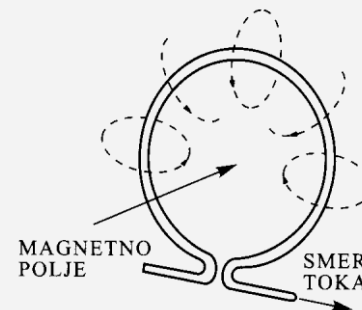
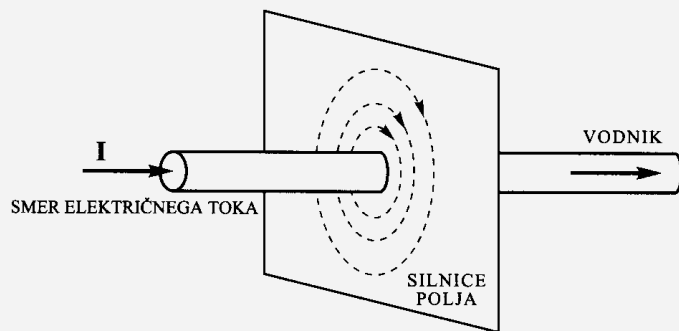
IZRAČUN SKUPNEGA OJAČANJA SISTEMA:

$$G(\text{dB}) = + 20 \text{ dB} - 10 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = + 13 \text{ dB}$$

ali

$$G = 100 \times 0.1 \times 2 = 20$$

Pravilo desnega vijaka (smer silnic):

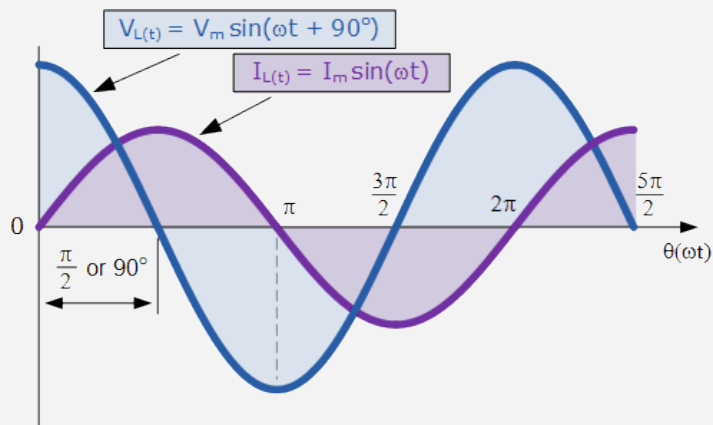


Induktivnost:
 $L[H]$ /Henry/

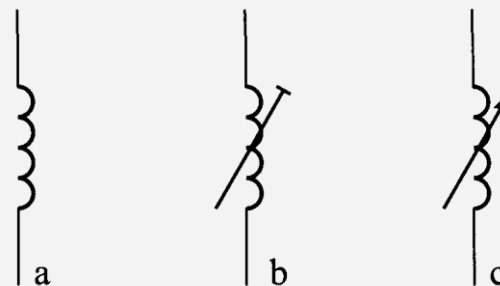
Induktivnost tuljave je 1 H, če se skozi njo spremeni tok za 1 A v času 1 s in pri tem povzroči, da se inducira povratna napetost 1 V.

INDUKTIVNA REAKTANCA ali induktivna upornost:

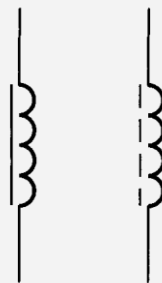
$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$



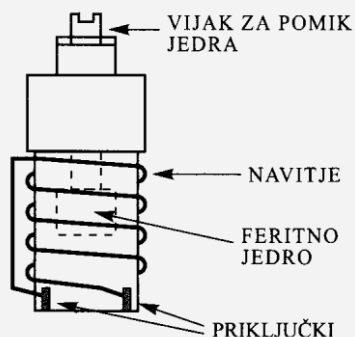
Tok pri idealni tuljavi vedno zaostaja za napetostjo za 90° .



a fiksna tuljava
b nastavljiva tuljava
c spremenljiva tuljava



Tuljava z jedrom



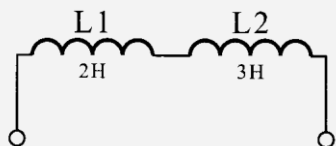
Permeabilnost: lastnost feromagnetnih materialov jedra, da poveča induktivnost tuljave.

Vrtinčni tokovi: inducirana napetost žene po železnem jedru tok in ga segreva.

Histerezne izgube: del elektromagnetne energije, ki se porablja za "magnetno vztrajnost".

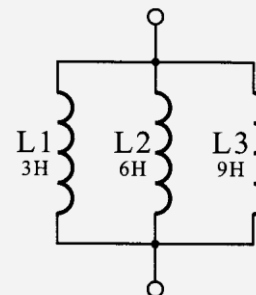
Sklopni faktor

Zaporedna vezava:



$$L_{\text{skupna}} = L_1 + L_2 + \dots$$

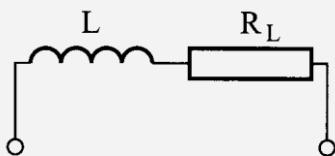
Vzporedna vezava:



$$\frac{1}{L_{\text{skupna}}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots$$

$$L_{\text{skupna}} = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots}$$

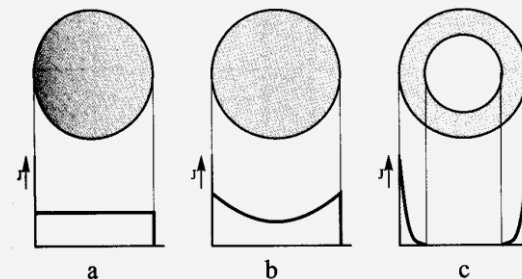
REALNA TULJAVA

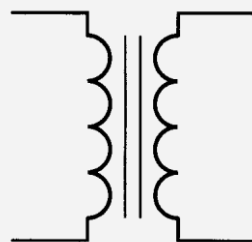
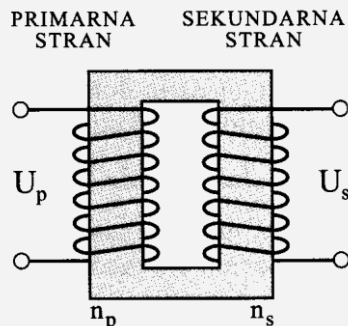


Kvaliteta tuljave:

$$Q = \frac{X_L}{R_L}$$

Skin efekt (kožni pojav)





Izkoristek transformatorja:

$$P_s = \eta \cdot P_p$$

P_p – moč na primarju (W)

P_s – moč na sekundarju (W)

η – izkoristek transformatorja

$$\frac{U_p}{U_s} = \frac{n_p}{n_s}$$

U_p – napetost primarja (V)

U_s – napetost sekundarja (V)

I_p – tok primarja (A)

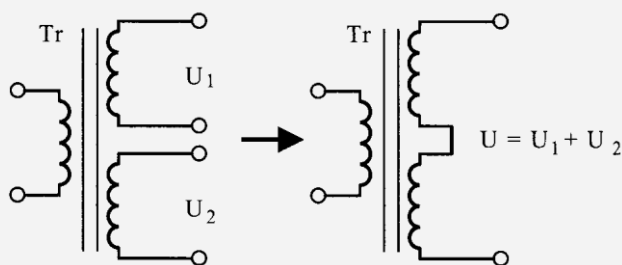
I_s – tok sekundarja (A)

n_s – število obojev primarja

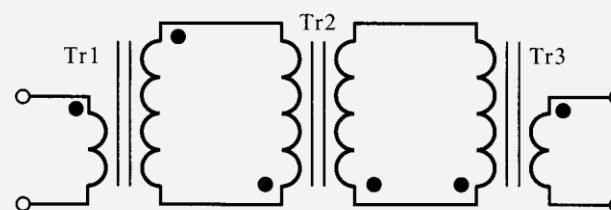
n_p – število obojev primarja

$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{n_s}{n_p}$$

Zaporedna vezava navitij

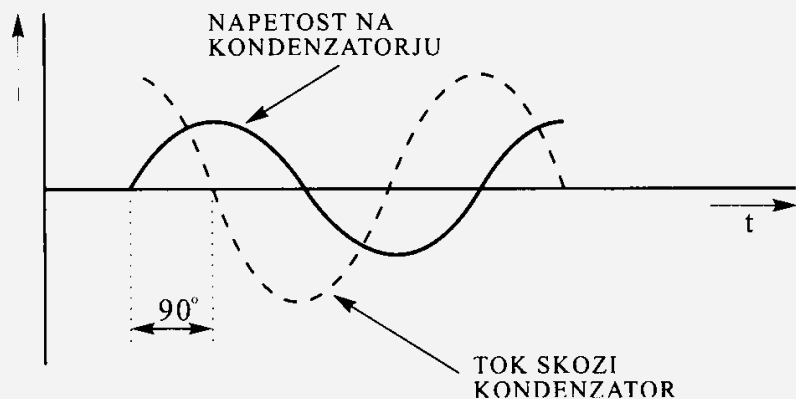
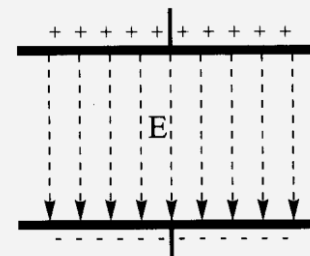
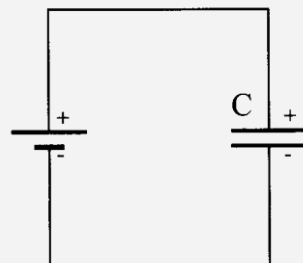
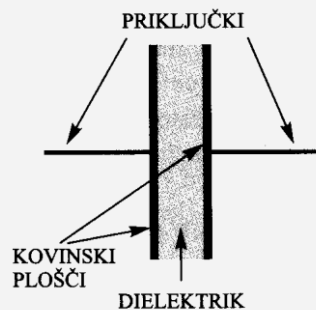


Kaskadna vezava



Uporaba:

- izoliranje enega dela vezja od drugega (galvanska ločitev)
- dviganje ali nižanje napetosti (napajalniki)
- impedančna transformacija oz. prilagoditev



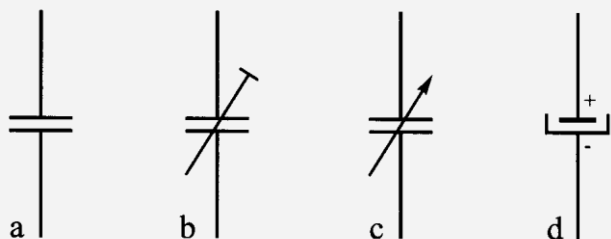
Tok fazno prehiteva napetost za 90°.

Kapacitivnost:
C[F] /Farad/

Kapacitivnost je lastnost kondenzatorja, da kopiči električni naboj ob hkratnem povečanju svoje napetosti.

KAPACITIVNA REAKTANCA:

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

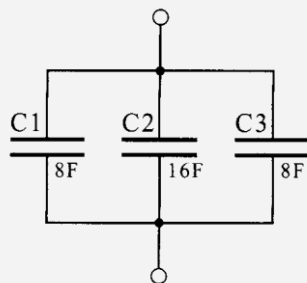


- a stalni kondenzator
- b nastavljivi kondenzator
- c spremenljivi kondenzator
- d elektrolitski kondenzator

Izgubni (prečni) tok kondenzatorja: tok, ki teče skozi kondenzator zaradi neidealnega dielektrika.

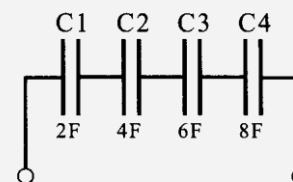
Temperaturna odvisnost kondenzatorja: vzrok je sprememba dielektrika, saj se mu spreminja dielektrična konstanta.

Vzporedna vezava:



$$C_{\text{skupna}} = C_1 + C_2 + \dots$$

Zaporedna vezava:



$$\frac{1}{C_{\text{skupna}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$$

$$C_{\text{skupna}} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots}$$

Impedanca:

- $Z=R+jX$; impedanca, ki jo sestavljata upornost R in reaktanca induktivnega značaja
- $Z=R-jX$; impedanca, ki jo sestavljata upornost R in reaktanca kapacitivnega značaja

RESONANCA:

$$X_C = X_L$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}, \quad X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

$$\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

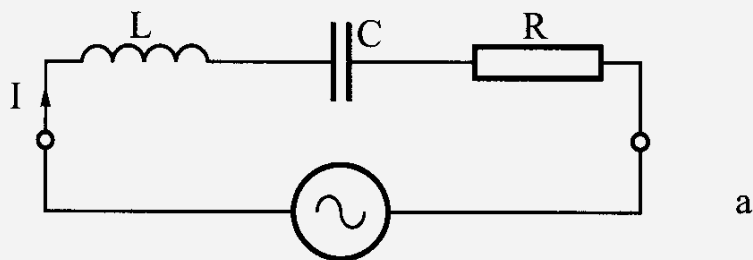
Resonanca

Izraz impedance za primer resonance se glasi:

$$Z=R+j0= R \quad \text{ali}$$

$$Z=R+j0=R$$

Napetostna resonanca

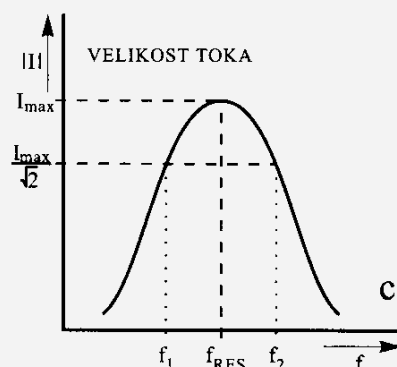
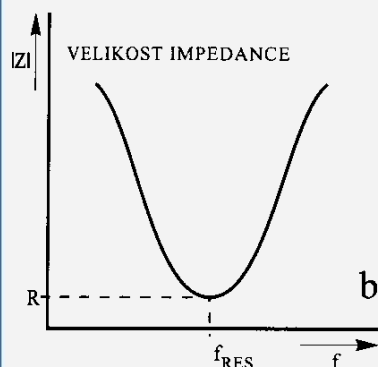


Kvaliteta nihajnega kroga:

$$Q = \frac{X_L}{R} \quad \text{ali} \quad Q = \frac{X_C}{R}$$

Pasovna širina:

$$B = f_2 - f_1$$

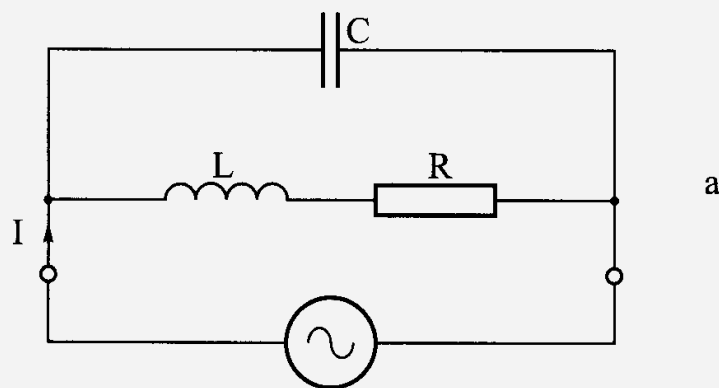


$$Q = \frac{f_{RES}}{B} = \frac{f_{RES}}{f_2 - f_1}$$

Pasovno širino nihajnega kroga definiramo kot frekvenčni pas okoli resonančne frekvence, kjer vrednost toka ne pade pod $1/\sqrt{2}$.

Napetost na tuljavi in kondenzatorju v zaporednem nihajnem krogu sta pri resonančni frekvenci Q-krat večji od napetosti izvora.

Tokovna resonanca

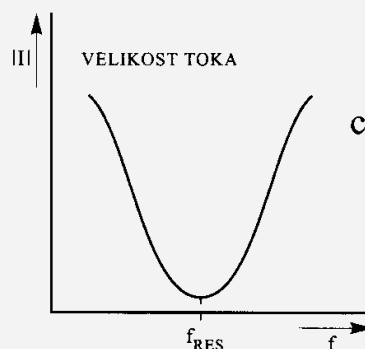
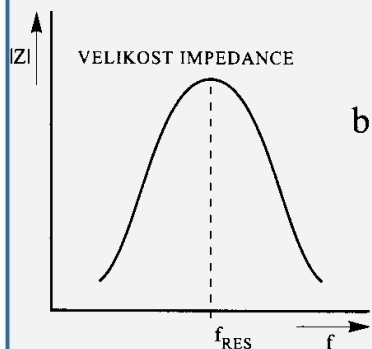


Kvaliteta nihajnega kroga:

$$Q = \frac{X_L}{R} \quad \text{ali} \quad Q = \frac{X_C}{R}$$

Pasovna širina:

$$B = f_2 - f_1$$



$$Q = \frac{f_{RES}}{B} = \frac{f_{RES}}{f_2 - f_1}$$

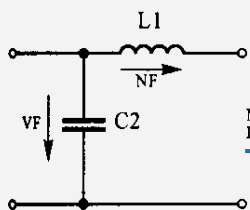
Tokova tuljave in kondenzatorja v vzporednem nihajnem krogu sta pri resonančni frekvenci Q-krat večja od toka izvora.

Filtre delimo po različnih merilih, npr. frekvenčni pas:

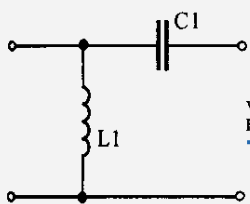
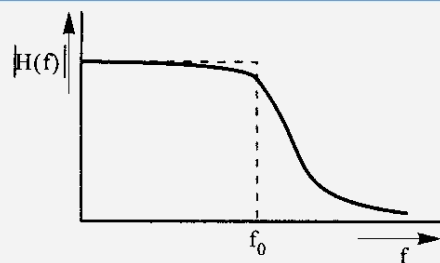
- Nizko-prepustni filter (prepušča samo frekvence do določene mejne frekvence, vseh višjih od mejne pa ne)
- Visoko-prepustni filter (prepušča frekvence, ki so višje od mejne frekvence, nižjih pa ne)
- Pasovno-prepustni filter (prepušča samo določen frekvenčni pas od spodnje do zgornje mejne frekvence)
- Pasovno-zaporni filter (ne prepušča frekvence od spodnje do zgornje mejne frekvence, ostale pa)

Amplitudni frekvenčni odziv: pove, katere frekvence filter prepušča in katere slabi.

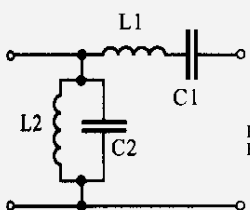
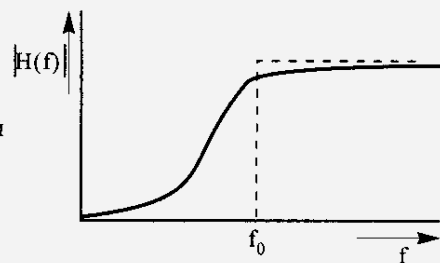
Prenosna funkcija: pove vpliv filtra na amplitudo in fazo vhodnega signala.



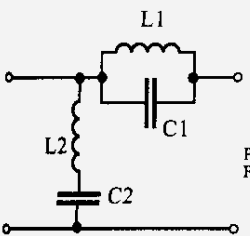
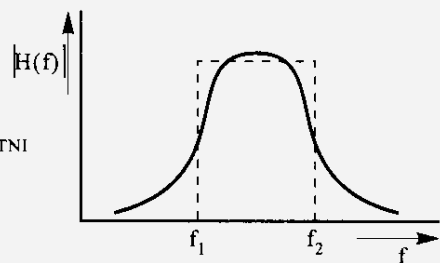
NIZKOPREPUSTNI
FILTER



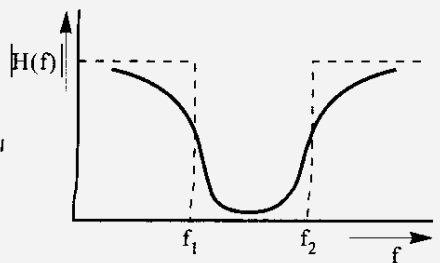
VISOKOPREPUSTNI
FILTER



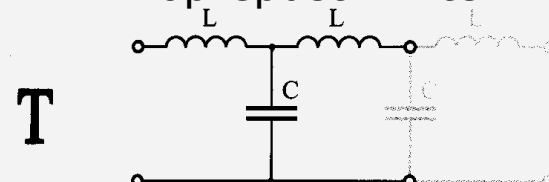
PASOVNO-PREPUSTNI
FILTER



PASOVNO-ZAPORNI
FILTER



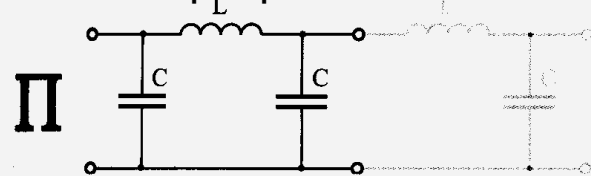
Nizkoprepustni filter **T**



T

a

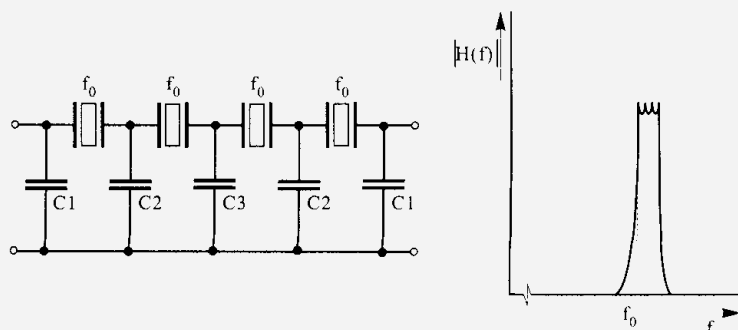
Nizkoprepustni filter **Π**



Π

b

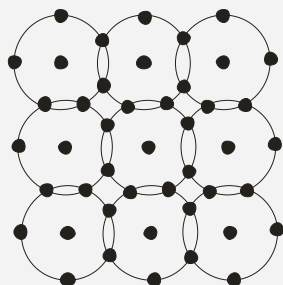
Resonatorji: zelo ozki pasovno-prepustni ali pasovno-zaporni filtri z zelo veliko kvaliteto Q .



Pasovnoprepustni kristalni filter

Overtonska frekvenca: nihanje ploščice kremenovega kristala na mnogokratniku osnovne frekvence kristala.

Overtonski oscilator: kristal lahko niha le na overtonskih frekvencah, ki so lihi mnogokratniki osnovne frekvence.

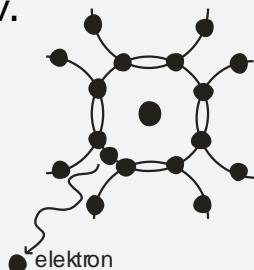


Čisti polprevodnik, silicij ali germanij. Oba imata štiri elektrone na zunanji obli atoma, ki so med seboj vezani s kovalentno vezjo. Vsak od atomov *prispeva elektron iz zunanje oble za dobro soseščino* z drugim atomom. Atom ima 4 sosede, zato mora prispevati 4 elektrone z zunanje oble. Izgleda, kot da okrog atoma kroži osem elektronov. Zaradi zapolnjene valenčne oble ima tak prevodnik lastnosti izolanta. Zato čistemu polprevodniku dodamo primesi. []Elektronski elementi in vezja, Lorencon Robert

Dopiranje: najpomembnejši postopek pri izdelavi polprevodnikov, ki predstavlja dodajanje primesi polprevodniku.

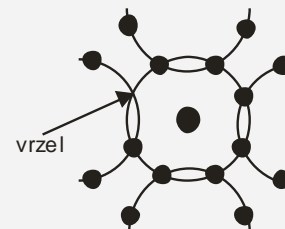
N tip polprevodnika:

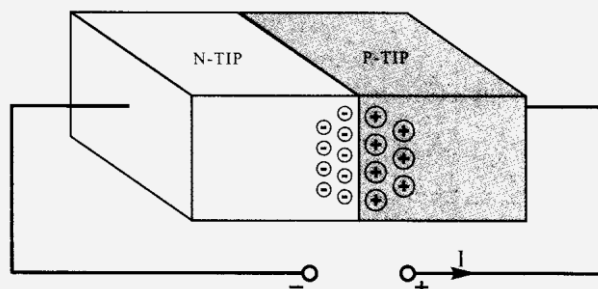
Donorji: petvalentne primesi, kot so fosfor, arzen, antimon, ki v polprevodniku povečajo število prostih elektronov.



P tip polprevodnika:

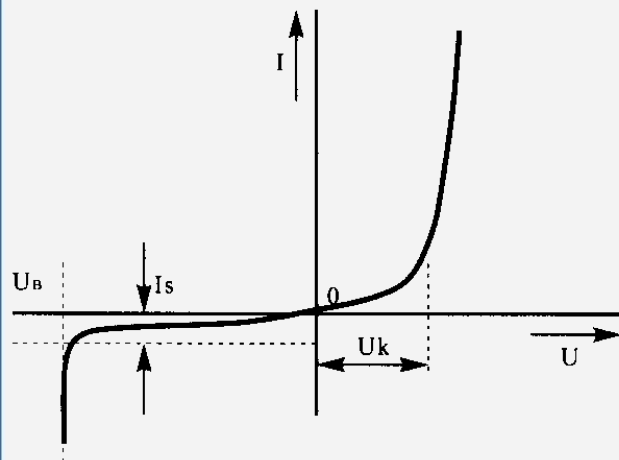
Akceptorji: trivalentne primesi, kot so, bor, aluminij, galij, indij, ki ustvarijo gibljive vrzeli.





PN spoj:

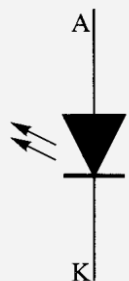
1. Elektroni in vrzeli prehajajo iz enega v drugi tip polprevodnika in povzročijo difuzijski tok.
2. Na stični površini prihaja do rekombinacij.
3. Zaradi rekombinacij se poruši električna nevtralnost polprevodnika in nastane električno polje.
4. Električno polje ustavi rekombinacijo, ustvari se zaporna napetost.



I - TOK NASIČENJA,
ZAPORNI TOK
 U_k - NAPETOST KOLENA;
ZA SILICIJEVE DIODE
PRIBLIŽNO 0.7 V
 U_B - PREBOJNA
NAPETOST

Dioda v zaporni smeri prevaja majhen tok, ki ga imenujemo zaporni tok ali tok nasičenja.

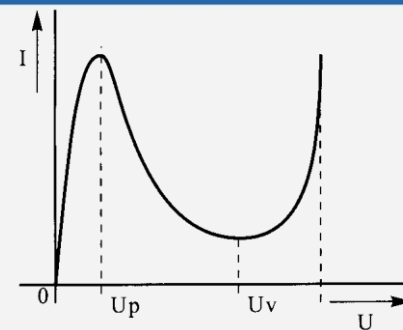




Svetleča (LED) dioda



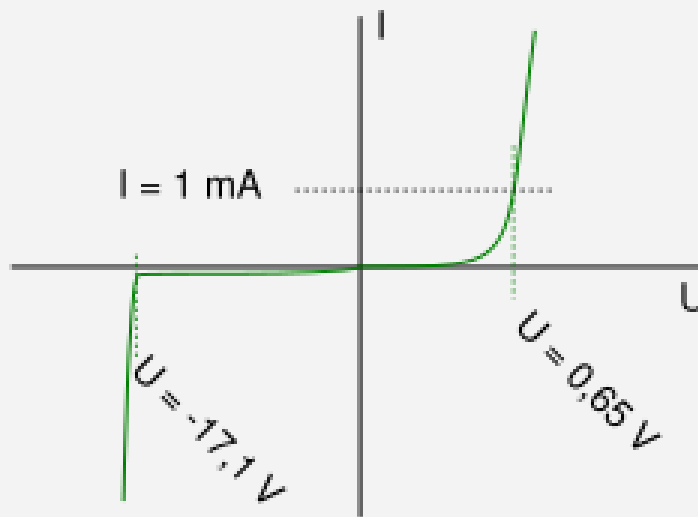
Varaktorska (Varicap) dioda



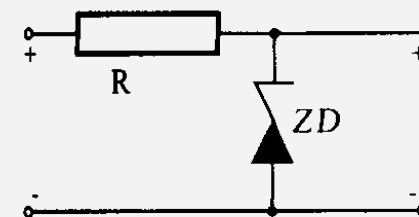
Tunelska dioda

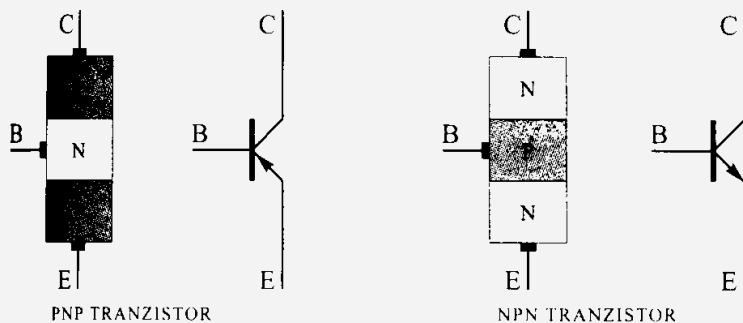


Zener dioda

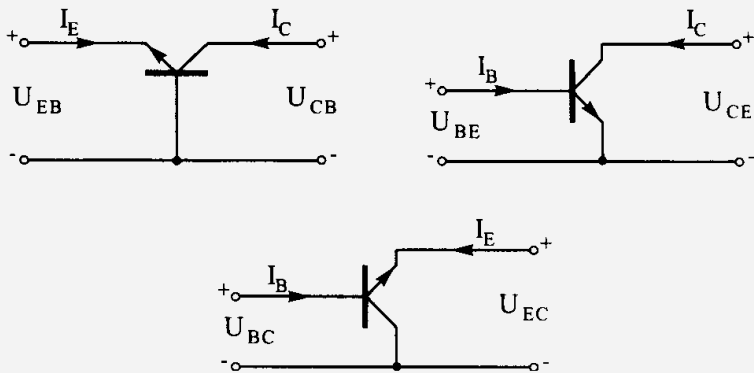


Zener diodo priključimo v vezju zaporno.

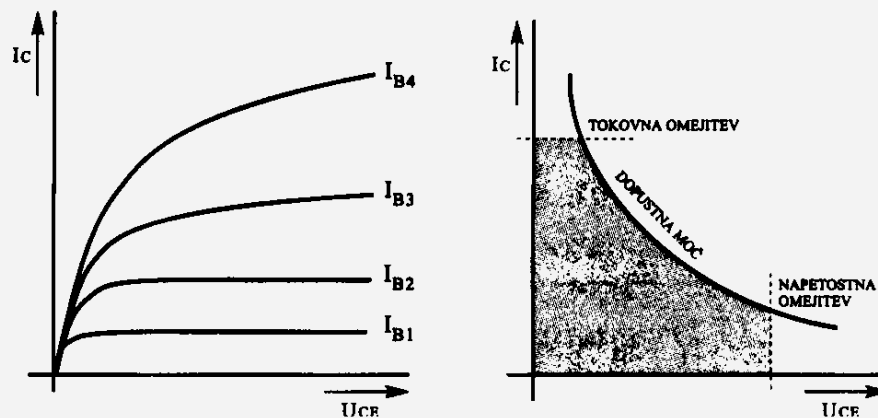




Priključki: baza, kolektor, emitor



Možne orientacije tranzistorja



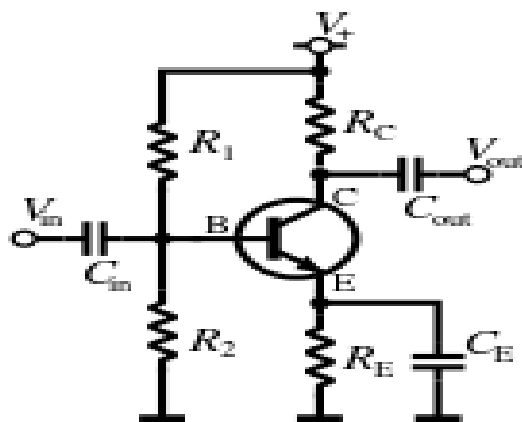
I_C/U_{CE} in močnostna karakteristika tranzistorja

Tokovno ojačanje tranzistorja s skupnim emitorjem:

$$\alpha = \frac{I_C}{I_B}$$

Tranzistor kot ojačevalec:

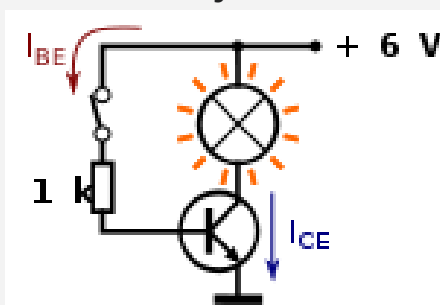
Uporaba tranzistorja kot ojačevalnika je ena izmed dveh glavnih načinov uporabe tranzistorja. Najbolj preprosta in pogosta je vezava s skupnim emitorjem, ki jo vidimo na sliki. Vezje je tako zasnovano, da majhna sprememba napetosti na vhodu (V_{in}) povzroči veliko spremembo napetosti na izhodu (V_{out}) oz. signal se ojača. Kot vhod služi baza tranzistorja kot izhod pa kolektor. Upori v vezju določajo kakšno ojačanje bo imel tranzistor, kondenzatorja na vhodu in izhodu preprečujeta, da bi v vezje prišla DC napetost (enosmerna napetost), namen kondenzatorja na emitorju pa je izboljšanje ojačanja AC signalov (izmeničnih signalov).

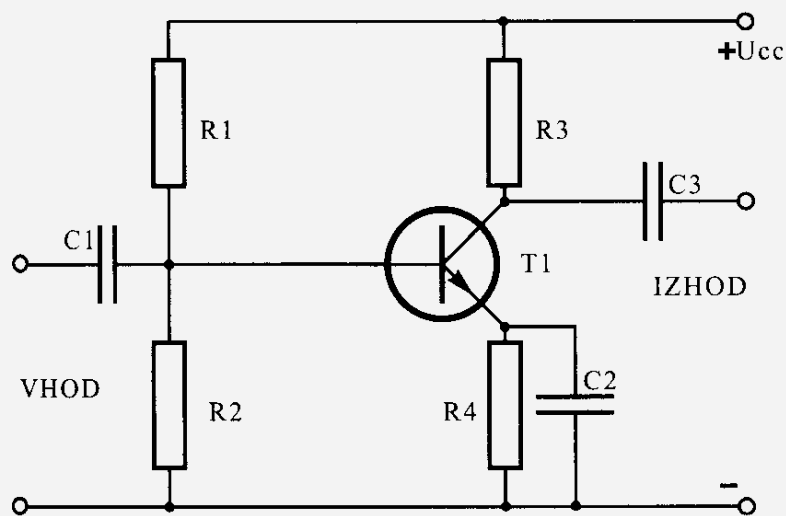


Tranzistor kot stikalo:

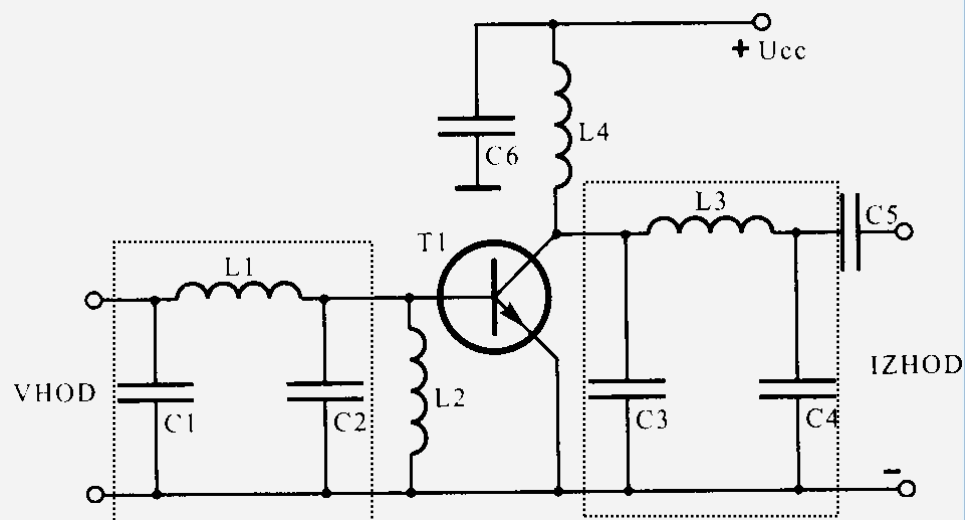
V tem primeru tranzistor vklaplja in izklaplja žarnico. Ključno vlogo v vezju imata stikalo in upor na bazi tranzistorja. Ko stikalo sklenemo skozi upor na bazi steče tok, ta tok pa nato preko baze tranzistorja regulira tok med emitorjem in kolektorjem, ki vklopi ali izklopi žarnico. Ker so žarnice lahko velikih moči za svoje delovanje pa lahko v tem primeru porabijo velike tokove lahko že z majhnim tokom na bazi tranzistorja reguliramo velik tok med emitorjem in kolektorjem. Kakšne tokove lahko reguliramo s tranzistorjem je odvisno od tipa tranzistorja.

Delovanje tranzistorja kot stikalo je na področju digitalne elektronike pomenilo pravo revolucijo. Saj lahko z uravnavanjem napetostnih nivojev na vhodu dosežemo, da je ta lahko vklopljen ali izklopljen oz. v stanju 1 ali pa v stanju 0. To sta pa tudi edini dve pomembni informaciji v digitalnem svetu.



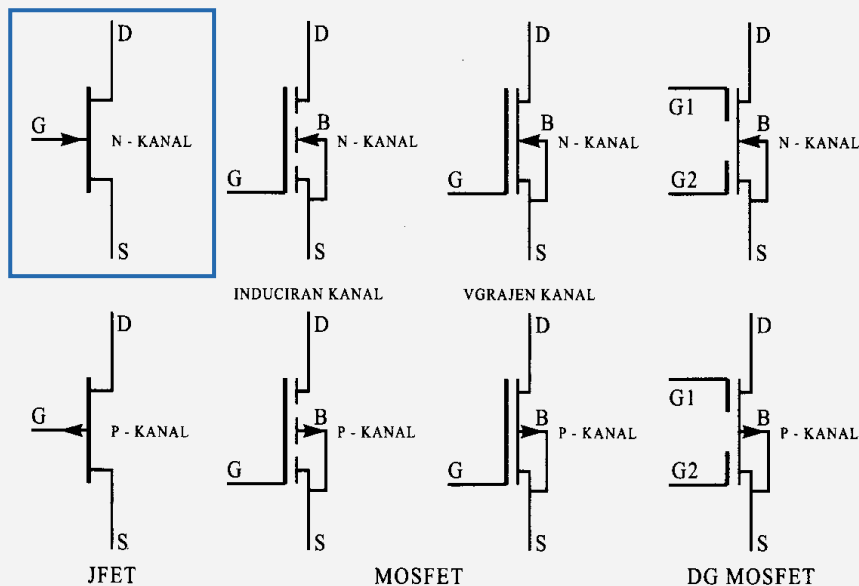


Načelna shema NF ojačevalnika



Načelna shema VF ojačevalnika

Preveliko segrevanje lahko privede do uničenja ojačevalnika, zato je potrebno poskrbeti za primerno hlajenje.



Priključki tranzistorja:

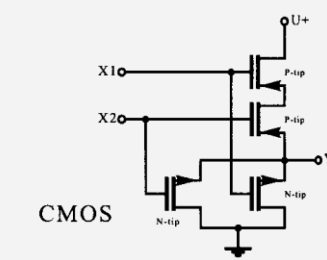
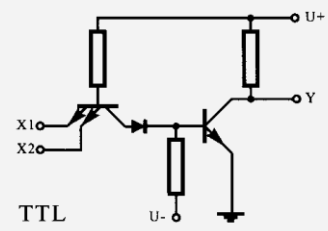
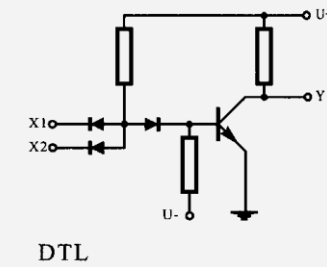
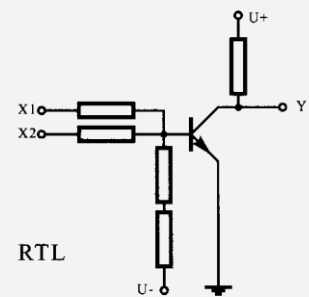
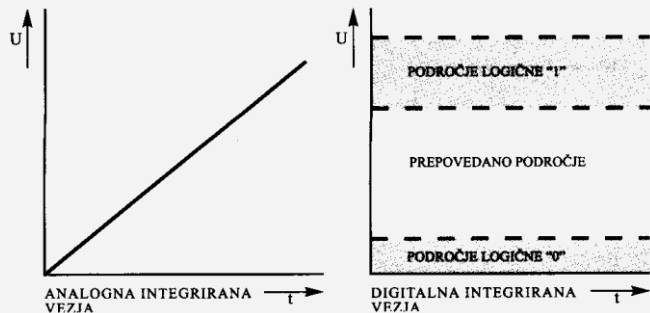
- drain (ponor)
- gate (krmilna elektroda)
- source (izvor)

Unipolarni tranzistor (FET):

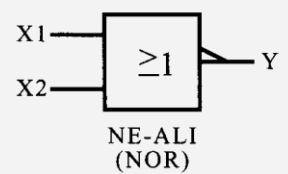
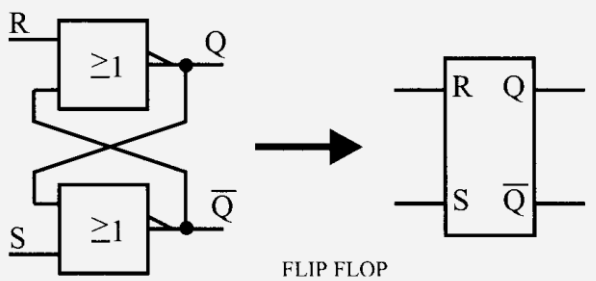
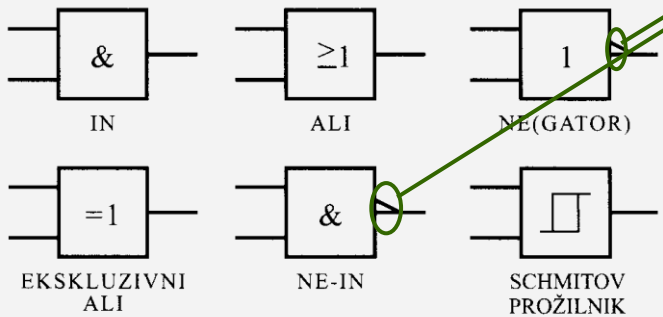
- unipolarni tranzistor s PN spojem ali spojni FET (JFET)
- unipolarni tranzistor z izolirano krmilno elektrodo (IGFET, MOS FET)

V unipolarnem tranzistorju električni tok prenašajo večinski naboji v kanalu. Od tod tudi izhaja ime unipolarni tranzistor, za razliko od bipolarnega tranzistorja, v katerem prispevajo tokovom vseh elektrod oboji nosilci nabojev (elektroni in vrzeli).

Digitalna integrirana vezja poznajo le dve logični stanji.



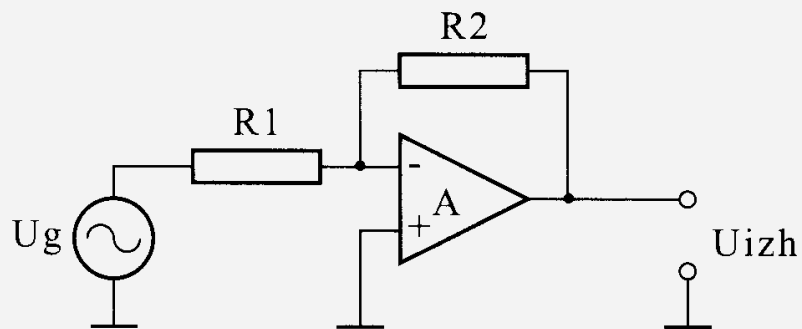
negacija



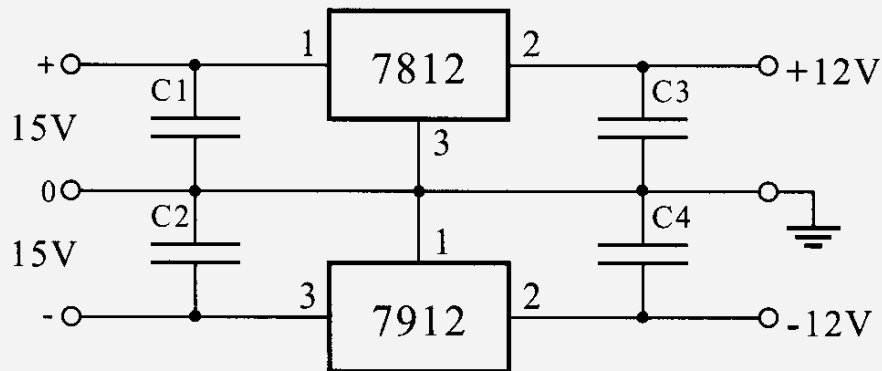
X1	X2	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Vrata NE-ALI (NOR)

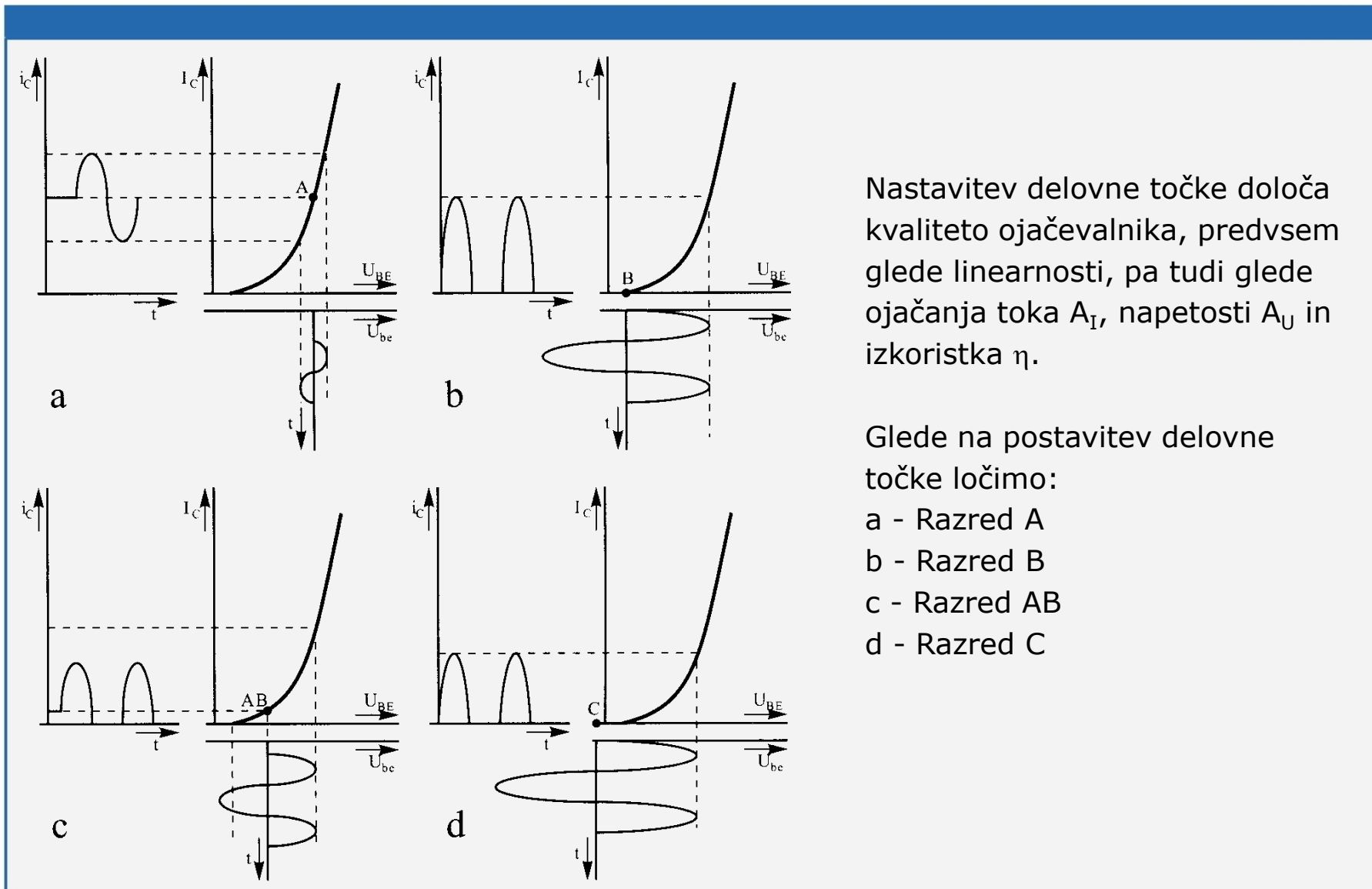
Pri analognih integriranih vezjih izhodni signal zvezno sledi spremembi vhodnega signala.



Operacijski ojačevalnik



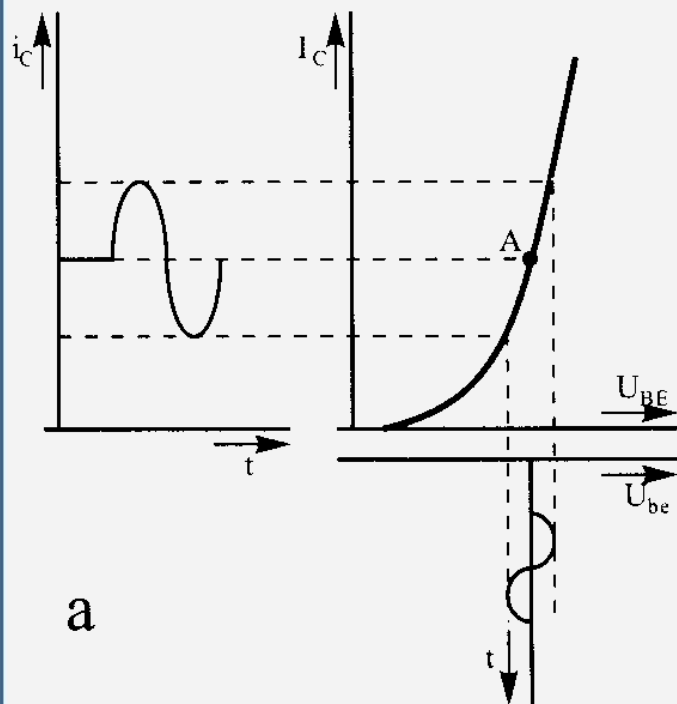
Stabilizirani napajalnik za simetrično napetost



Nastavitev delovne točke določa kvaliteto ojačevalnika, predvsem glede linearnosti, pa tudi glede ojačanja toka A_I , napetosti A_U in izkoristka η .

Glede na postavitev delovne točke ločimo:

- a - Razred A
- b - Razred B
- c - Razred AB
- d - Razred C

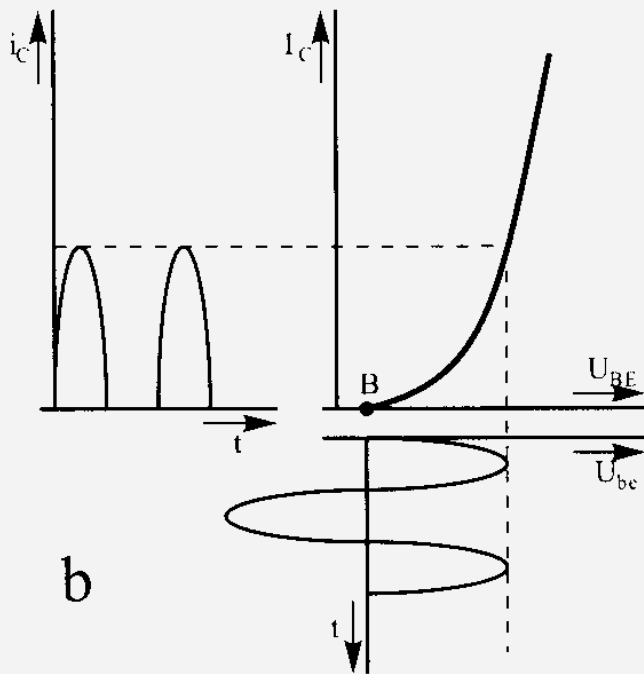


Delovna točka: se nahaja v linearnem delu I_C/U_{BE} karakteristike, zato teče skozi tranzistor enosmerni kolektorski tok ne glede na prisotnost vhodnega signala.

Izkoristek: zelo majhen (30%), majhna izhodna moč.

Linearnost: popačenje najmanjše, linearnost največja.

Uporaba: v VF tehniki za SSB ojačevalce, QPSK, QAM...

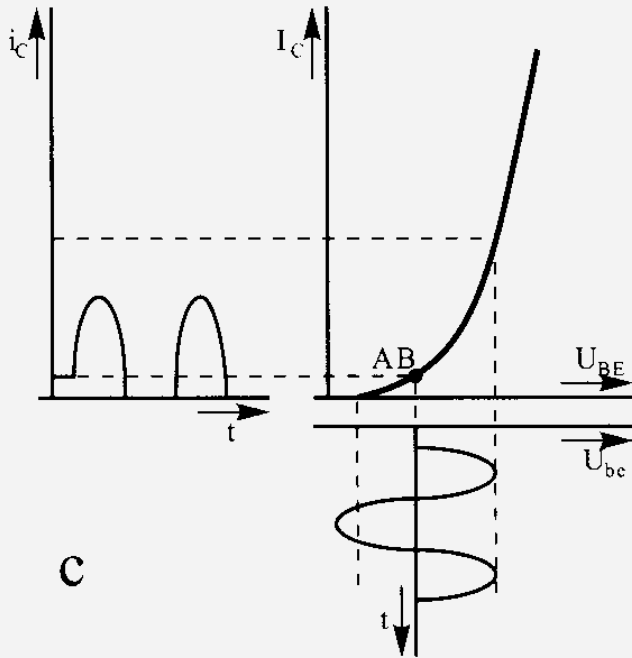


Delovna točka: se nahaja v spodnjem delu I_C/U_{BE} karakteristike, običajno v točki, kjer preneha teči kolektorski tok ko ni na vhodu signala.

Izkoristek: dosti večji kot v razredu A (65%), prav tako izhodna moč.

Linearnost: popačenje velika.

Uporaba: v ojačevalnikih moči.

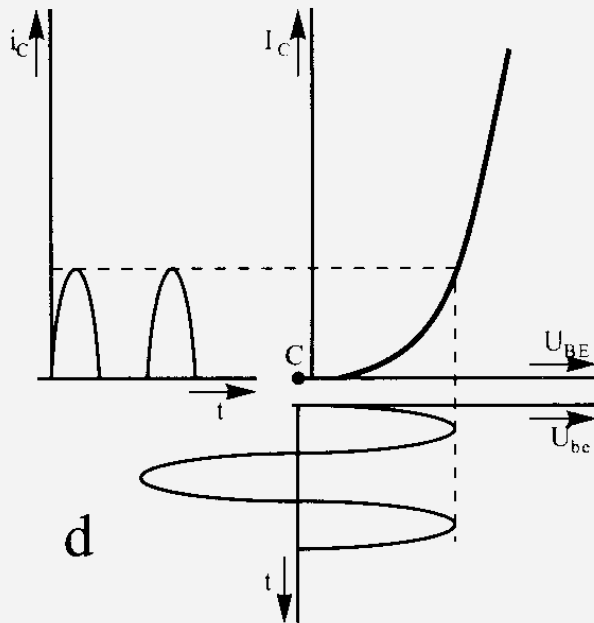


Delovna točka: zaradi zakrivljenosti karakteristike I_C/U_{BE} v njenem spodnjem delu, se popačenju ne moremo izogniti, zato v AB razredu delovno točko postavimo v vmesni položaj.

Izkoristek: izkoristek manjši kot v razredu B (50-60%), skoz teče manjši kolektorski tok.

Linearnost: večja kot v B, saj se popačenje drastično zmanjša.

Uporaba: ojačevanje napetosti in tudi moči.



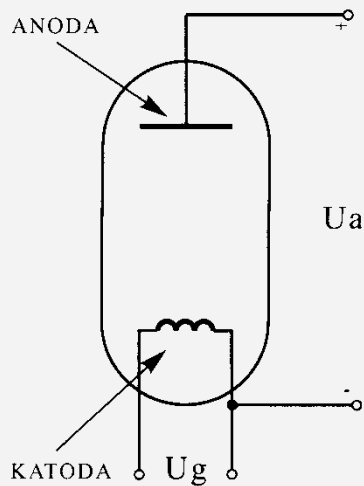
Delovna točka: se nahaja v zapornem področju tranzistorja.

Izkoristek: tok skozi tranzistor teče samo v vrhovih period vhodnega signala (80%).

Linearnost: zelo slaba, popačenja največja.

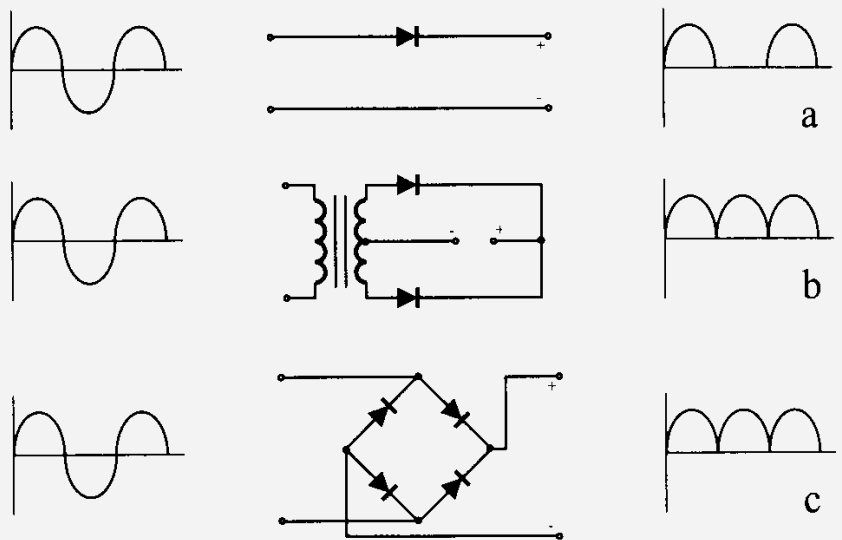
Uporaba: primeren za ojačevanje konstantnih signalov, predvsem v VF tehniki, v NF vezjih ni uporaben (FM, CW).

Kljub silnemu napredku tehnologije na področju tranzistorjev elektronske cevi še niso izgubile popolne veljave v končnih stopnjah močnostnih ojačevalnikov.

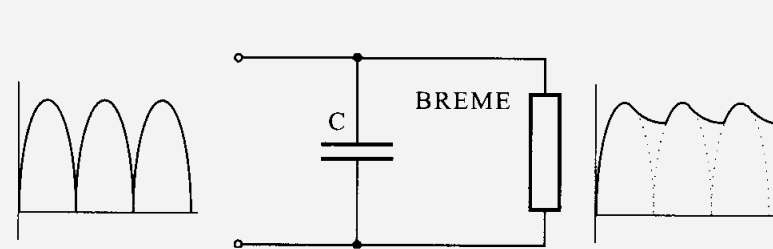


Glede na število priključkov ločimo elektronske cevi na:

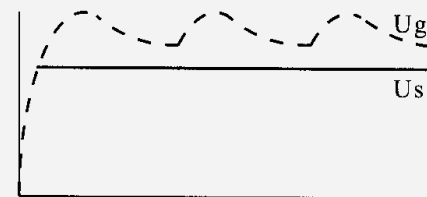
- dioda (2)
- trioda (3)
- tetroda (4)
- pentoda (5)
- heksoda (6)
- ...



Polvalno in polnovalno usmerjanje

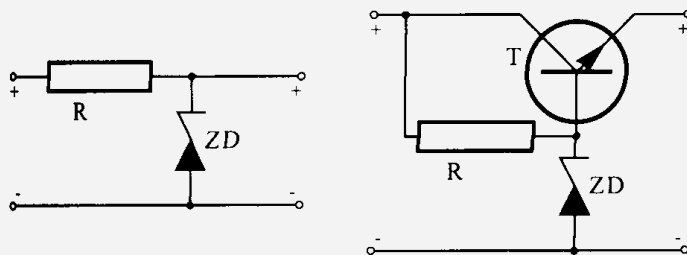


Gladilnik napetosti



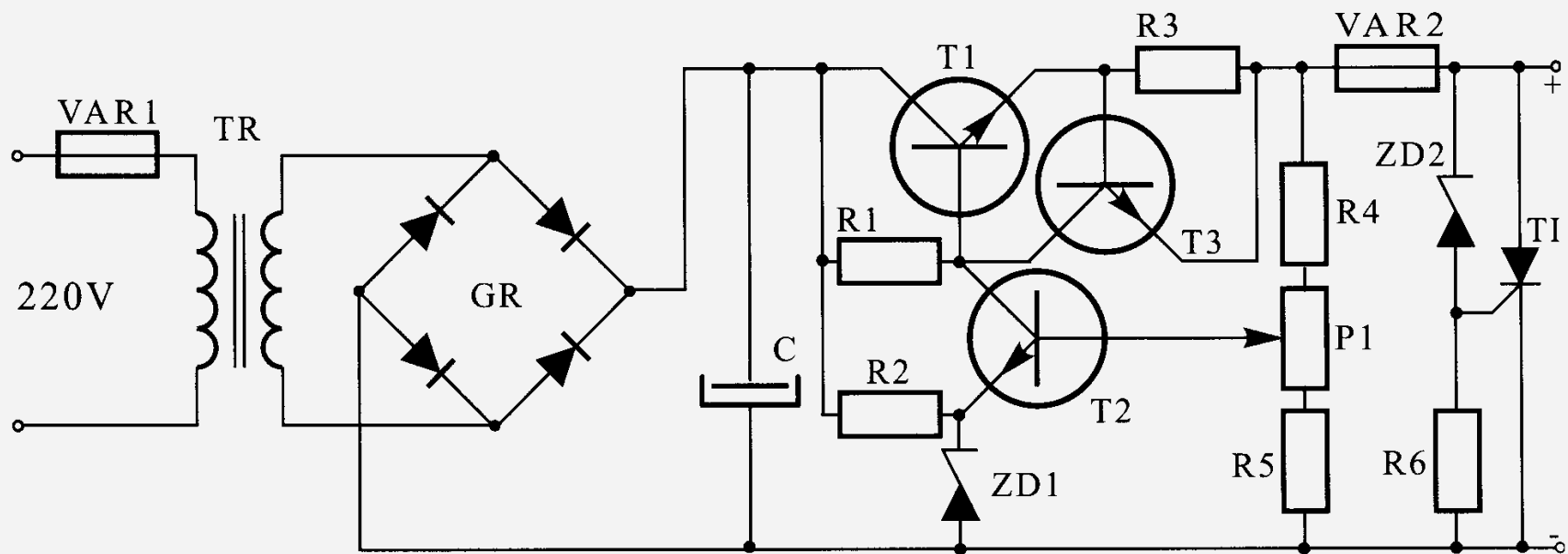
U_g - GLAJENA NAPETOST
 U_s - STABILIZIRANA NAPETOST

Glajena in stabilizirana napetost

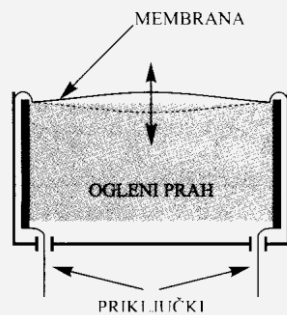


Vezji za stabilizacijo napetosti

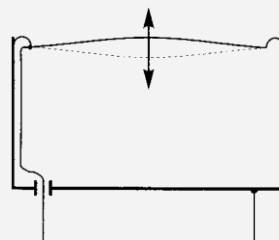
Izvedba napajalnika



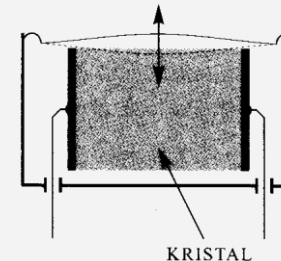
Mikrofon je naprava, ki zvočna nihanja pretvori v električno napetost.



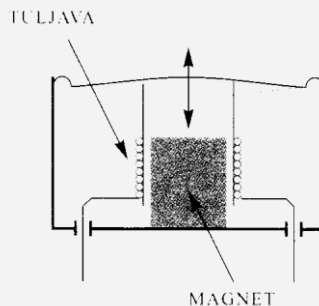
Ogleni mikrofon



Kondenzatorski mikrofon

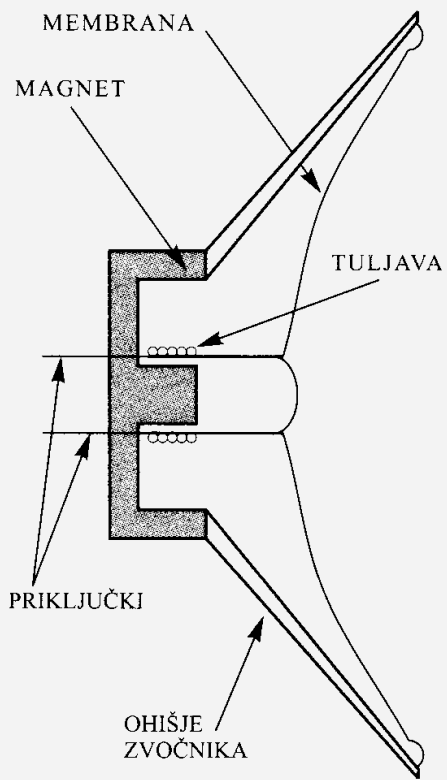


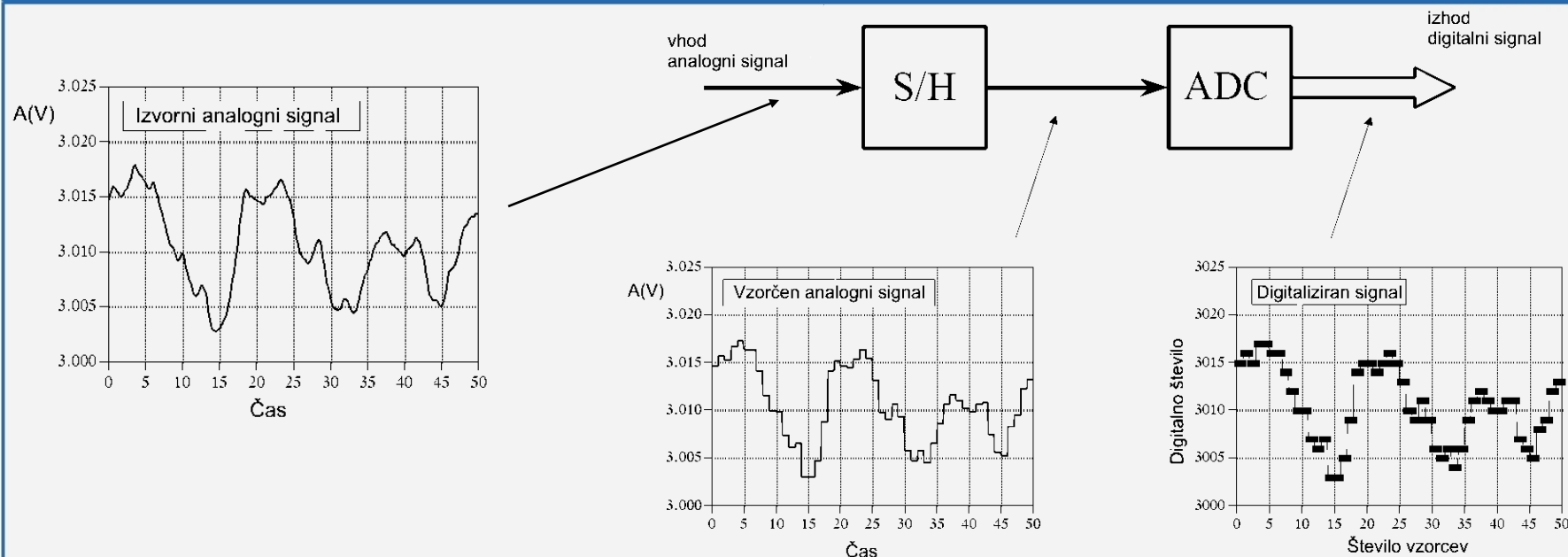
Kristalni mikrofon



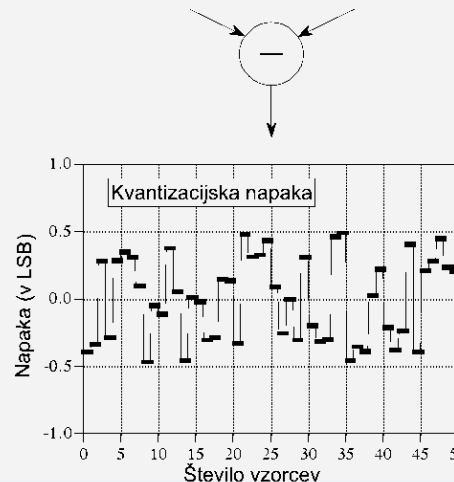
Dinamični mikrofon

Zvočnik je naprava, ki električno napetost pretvarja v mehansko nihanje membrane.

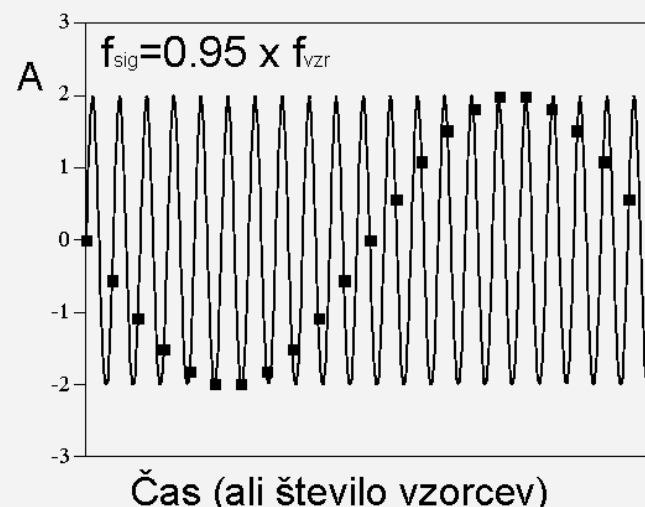
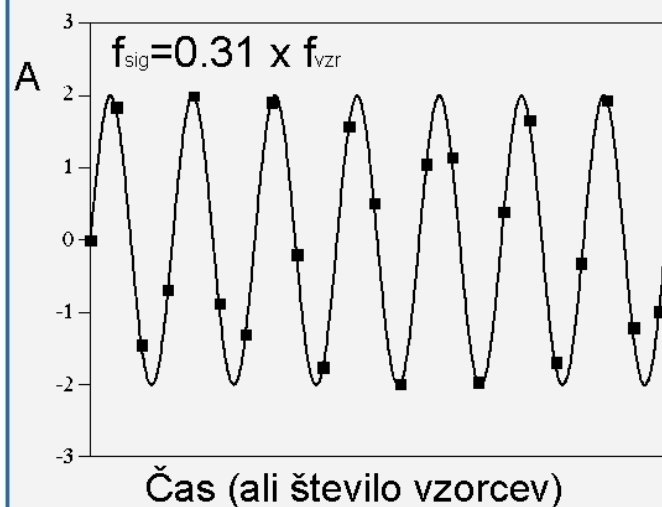
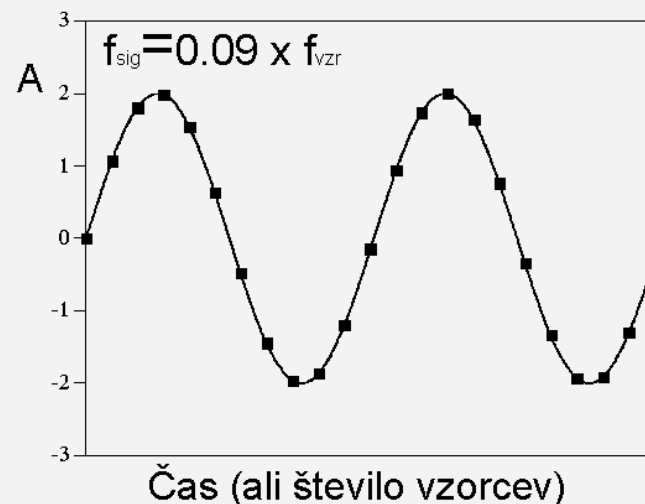




Pretvorbo analognega signala v digitalnega z analogno/digitalnim pretvornikom imenujemo vzorčenje.



- Minimalna vzorčevalna frekvenca pri digitalni obdelavi signalov je enaka dvakratniku najvišje frekvence vzorčenega signala. Najnižjo frekvenco vzorčenja imenujemo tudi Nyquistova frekvenca.
- Kvantiziranje: vrednosti vzorca priredimo najbližje možne diskretne vrednosti.
- Kvantizacijski nivo = 2^n ; n = število bitov
- Kvantizacijski šum ali napaka: negotovost, ko na podlagi diskretne vrednosti signala ni mogoče zagotovo sklepati na pravo vrednost prvotnega signala.
- Ločljivost koraka: $q = \frac{V_{\max}}{2^n}$;
 V_{\max} ...max vrednost vzorčenega signala
- Aliasing (popačeno zaznavanje): spektralno prekrivanje pri vzorčenju analognega signala.



$$f_{alias} = f_{sig} - f_{vzr}$$

Anti-aliasing filter
(protiprekrivni filter):
omeji pasovno širino
vhodnega signala
pred digitalno
obdelavo.

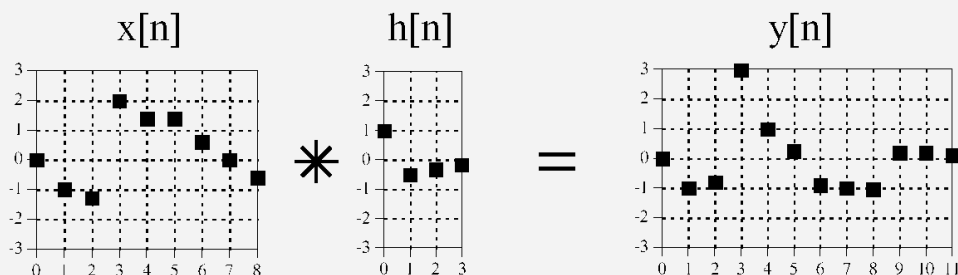
Konvolucija: rezultat matematične kombinacije dveh signalov, kjer dobimo kot rezultat tretji signal. Izredno pomembna operacija pri DSP.

$$y[n] = x[n] * h[n]$$

KONVOLUCIJA

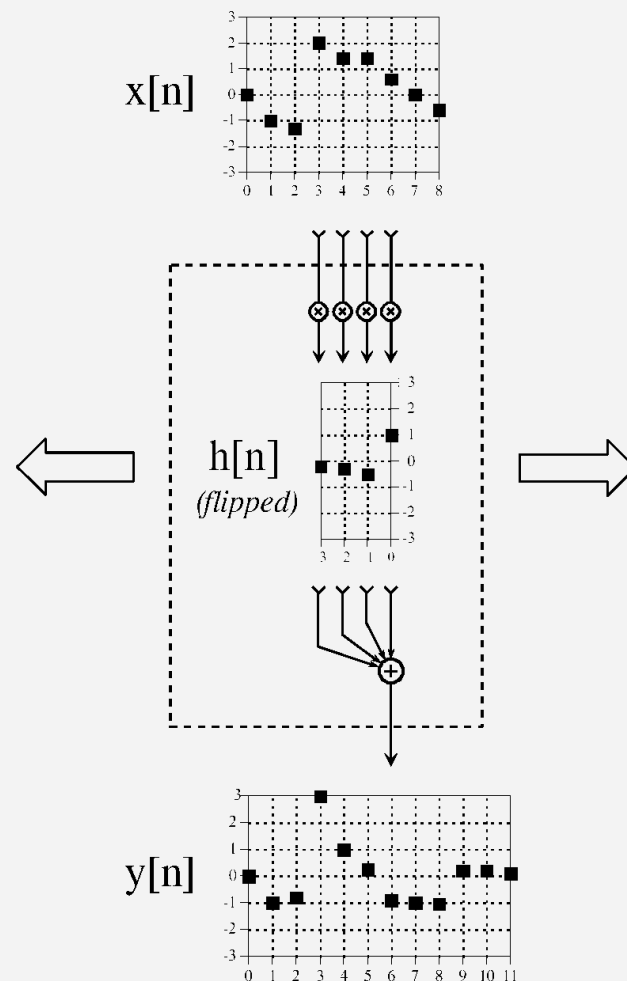
$$y[i] = \sum_{j=0}^{M-1} h[j] \cdot [i - j]$$

Konvolucijska vsota





Operacije konvolucije

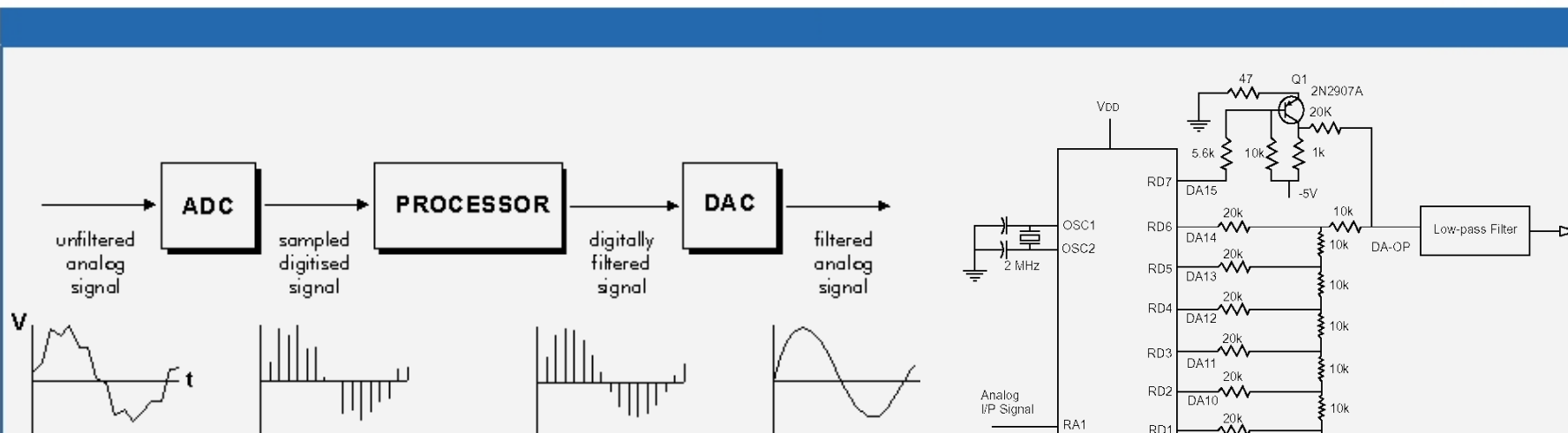
Ekvivalent množenja (mešanja) pri procesiraju signalov v časovni domeni je konvolucija v frekvenčni domeni.



Prikaz principa izračuna izhodnega signala

Vrsta transformacije:	Primer signala:
Fourierjeva transformacija	
Diskretna Fourierjeva Transformacija (DFT)	

Hitra Fourierjeva Transformacija – FFT: bolj učinkovita in hitrejša metoda za izračun DFT. Večinoma nekaj 100 krat hitrejša metoda kot DFT.

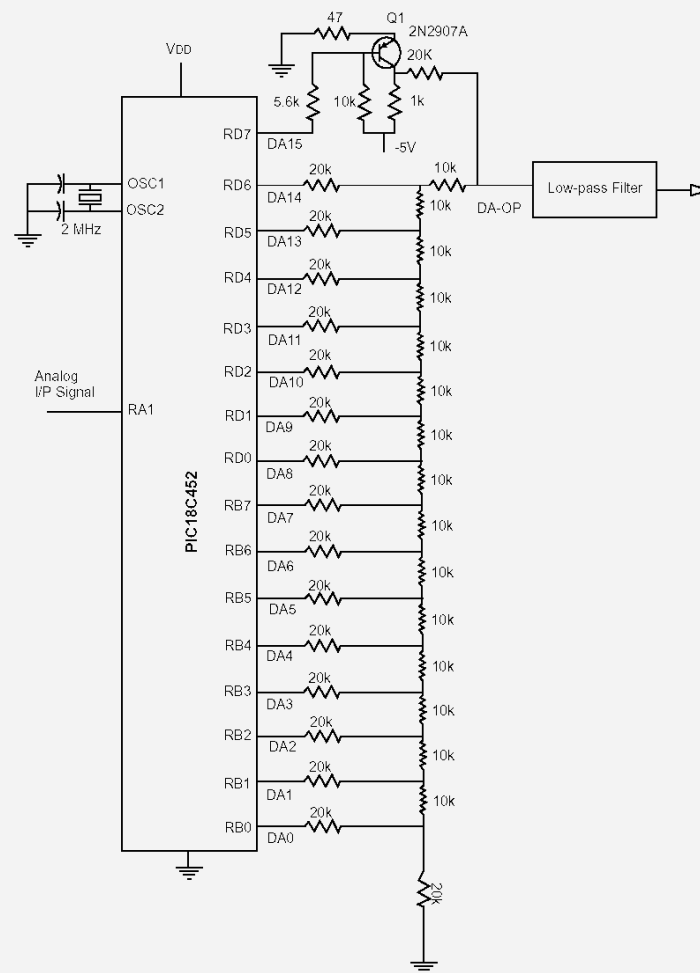


Blok shema digitalnega filtra

Digitalni filtri:

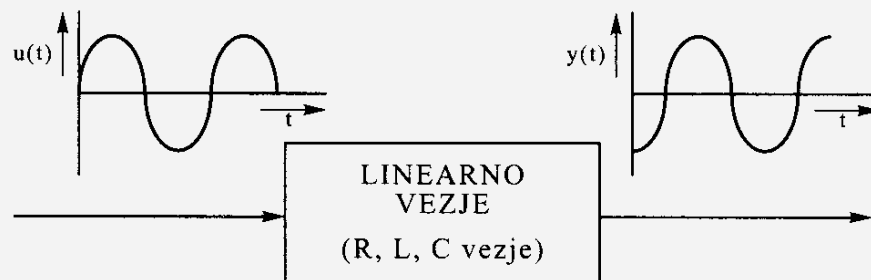
FIR filter s končnim impulznim odzivom

IIR filter z neskončnim impulznim odzivom



Primer implementacije FIR ali IIR filtra z PIC mikrokontrolerjem

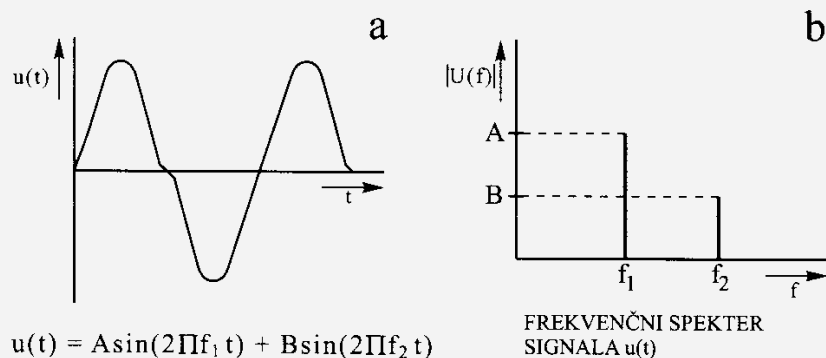
- Signali so nosilci informacij.
- Radijski val določene frekvence, ki "nosi" informacijo, bomo imenovali NOSILNI VAL oz. NOSILNI SIGNAL ali NOSILEC, postopek, s katerim nosilni val opremimo z informacijo, pa MODULACIJA.
- SINUSNI SIGNAL: primeren za uporabo, ker se pri prehodu skozi linearno električno vezje njegova oblika ne spremeni. Spremeni se mu lahko le amplituda in faza.
- NESINUSNI SIGNAL: lahko obravnavamo kot vsoto sinusnih signalov različnih amplitud in frekvenc.



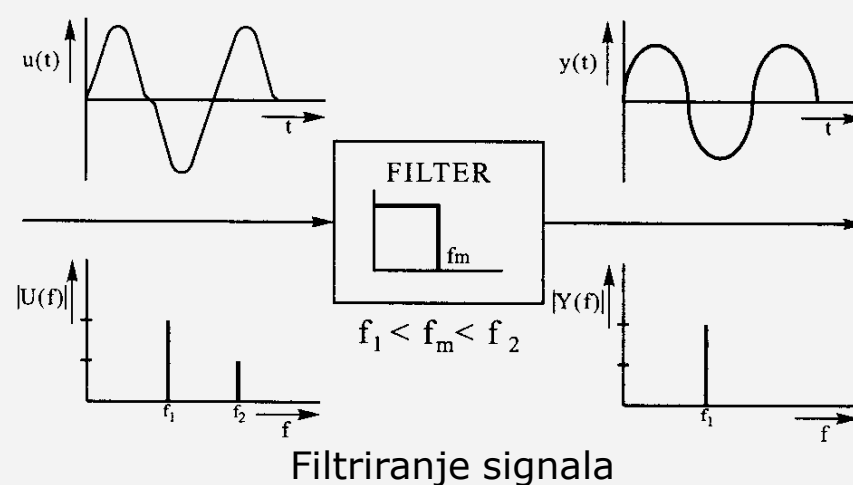
$$u(t) = A_v \sin(2\pi f t + \Phi_v)$$

$$y(t) = A_i \sin(2\pi f t + \Phi_i)$$

Sinusni signal in linearno vezje



Prikaz signala v časovnem (a) in
frekvenčnem prostoru (b)

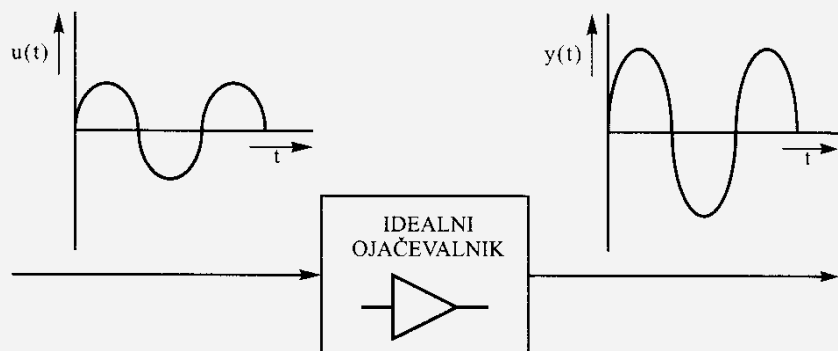


Frekvenčni spekter: podaja informacijo o zastopanih frekvencah signala, amplitudi.

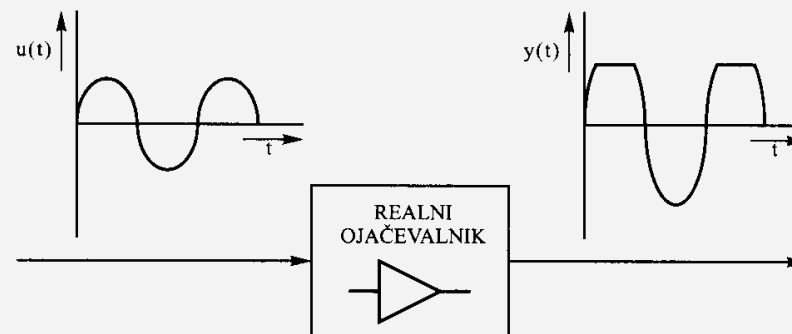
Frekvence sinusnih signalov, ko so večkratniki osnovne frekvence, imenujemo višje harmonske komponente.

Fazni zasuk: vsak filter povzroči fazni zasuk!

Filtriranje signala: izločitev določenih frekvenčnih komponent



Ojačanje signala z idealnim ojačevalnikom



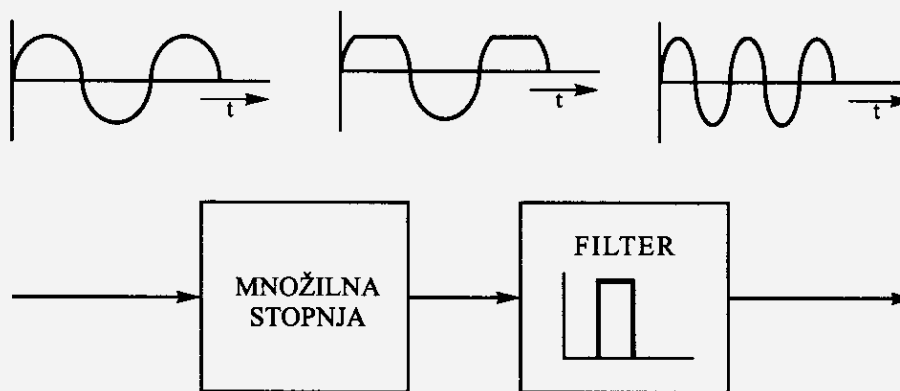
Ojačanje signala z realnim ojačevalnikom

Če želimo signalom spremeniti amplitudo, jih ojačimo ali oslabimo.

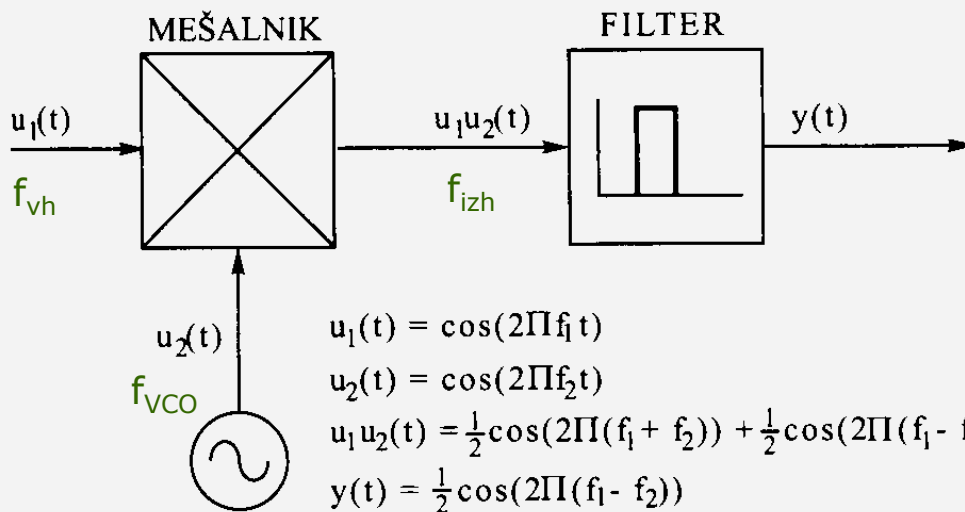
- Ojačevalnik: naprava, ki signale ojačuje (poveča amplitudo)
- Slabilnik (atenuator): naprava, ki signale slabi (zniža amplitudo)

Lastnost ojačevalnikov, da popačijo signal (signal vsebuje višje harmonske komponente) nam pride prav pri tako imenovanem množenju frekvenc.

Množilna stopnja: realni ojačevalnik v C razredu.



Množenje frekvenc



Mešanje dveh signalov

Mešalnik(konverter)->primer

Na izhodu mešalnika dobimo:

1. vse signale, ki vstopajo v mešalnik,
2. f_{VCO} ,
3. Vsoto in razliko: $f_{VCO} +/ - f_{vh}$,
4. harmonike signalov iz točke 1, 2 in 3 ter enosmerno komponento.

Nosilec moduliramo z informacijskim signalom, postopek imenujemo MODULACIJA. Obratni postopek, ki izlušči na sprejemni strani informacijo iz nosilca, imenujemo DEMODULACIJA.

Nosilci so pogosto signali sinusne oblike:

$$u(t) = A \cdot \cos(2\pi f t + \phi)$$

A - amplituda
f – frekvenca
t – čas
 ϕ - faza

Za prenos informacije spreminjamo enega od parametrov:

- amplitudo-> AMPLITUDNA MODULACIJA (AM, A3E)
- frekvenco-> FREKVENČNA MODULACIJA (FM, F3E)
- fazo-> FAZNA MODULACIJA (PM, G3E)

Če se signal s časom hitro spreminja, potem ima širok frekvenčni spekter oz. zahteva veliko pasovno širino!

Pasovna širina in frekvenca nosilca sta tesno povezani:

$$0.01 < \frac{B}{f_c} < 0.1$$

B – pasovna širina
 f_c – frekvenca nosilca

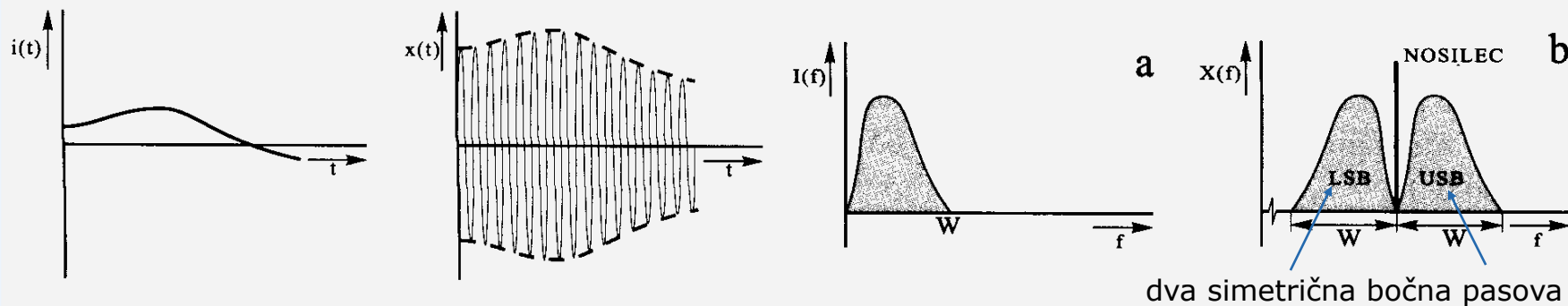
Večja kot je pasovna širina, višja mora biti frekvenca nosilca.

Pasovna širina realnega vzporednega nihajnega kroga, ki ima Q faktor od 10 do 100, se giblje od 1 do 10% okrog resonančne frekvence.

Spodnja enačba predstavlja zgornjo mejo zmogljivosti komunikacijskega sistema z dano pasovno širino in danim razmerjem signal-šum.

$$C = B \cdot \lg\left(1 + \frac{S}{N}\right)$$

C – kapaciteta kanala
B – pasovna širina
S/N – razmerje signal šum

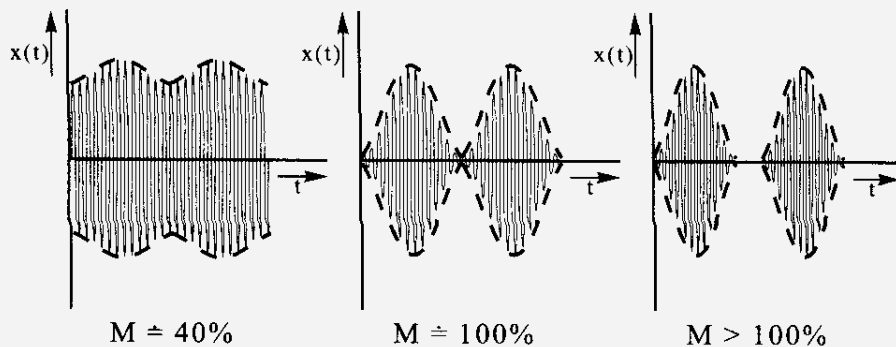


Modulacijski (informacijski) in modulirani signal Spekter modulacijskega (a) in AM signala (b)

Pasovna širina AM signala:

$$B = 2 \cdot W$$

W – pasovna širina modulacijskega signala



Modulacijski index (m) predstavlja stopnjo s katero informacijski signal modulira nosilec:

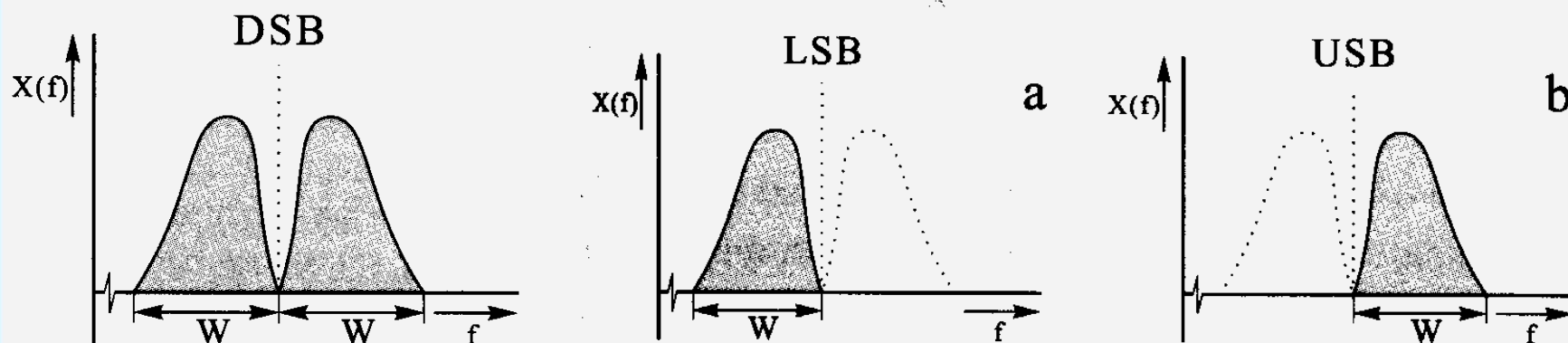
$$m = \frac{\text{max vrednost modulacijskega signala}}{\text{max vrednost nosilca}}$$

$$M = m \cdot 100[\%]$$

Modulirani signal pri različnih procentih modulacije

Izkaže se, da pri AM modulaciji najmanj 50% moči porabimo za nosilec, ki sploh ne nosi nobene informacije.

Nosilca se znebimo in dobimo amplitudno modulacijo s potlačenim nosilcem, ki jo označimo z DSB-SC (Double-SideBand Supressed-Carrier) ali krajše DSB.



Frekvenčni spekter DSB signala

Frekvenčni spekter LSB (a) in USB signala (b)

Da privarčujemo še na pasovni širini signala, odstranimo še enega od bočnih pasov, saj na obeh prenašamo enako informacijo, in dobimo enobočno modulacijo, ki jo označimo s SSB (Single-SideBand). LSB-spodnji bočni pas, USB – zgornji bočni pas

Prednosti: prihrani moč in pasovno širino, ima boljše razmerje signal-šum.

Slabosti: zahteva zapleten postopek demodulacije.

Spreminjamo frekvenco linearno z informacijskim signalom.
Spekter FM signala ocenimo po enačbi:

$$B = 2 \cdot W + 2 \cdot D$$

W - max frekvenca modulacijskega signala

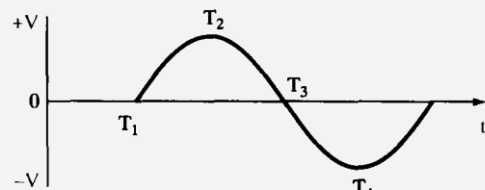
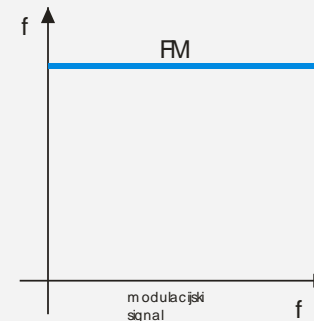
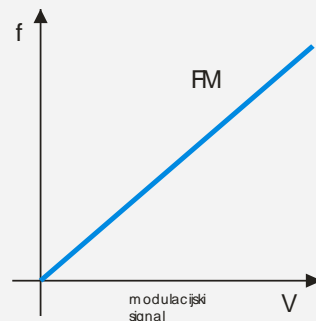
D - frekvenčna deviacija

B - pasovna širina

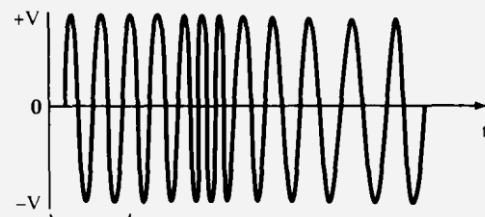
Frekvenčna deviacija je definirana kot največji odklik frekvence FM signala od nosilne frekvence in je sorazmerna amplitudi modulacijskega signala.

$$m = \frac{D}{f_m}$$

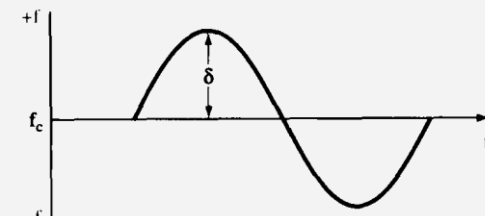
f_m ... frekvenca sinusnega modulacijskega signala amplitude 1



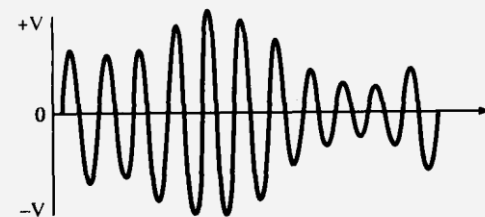
(a) Sound wave
(intelligence signal)



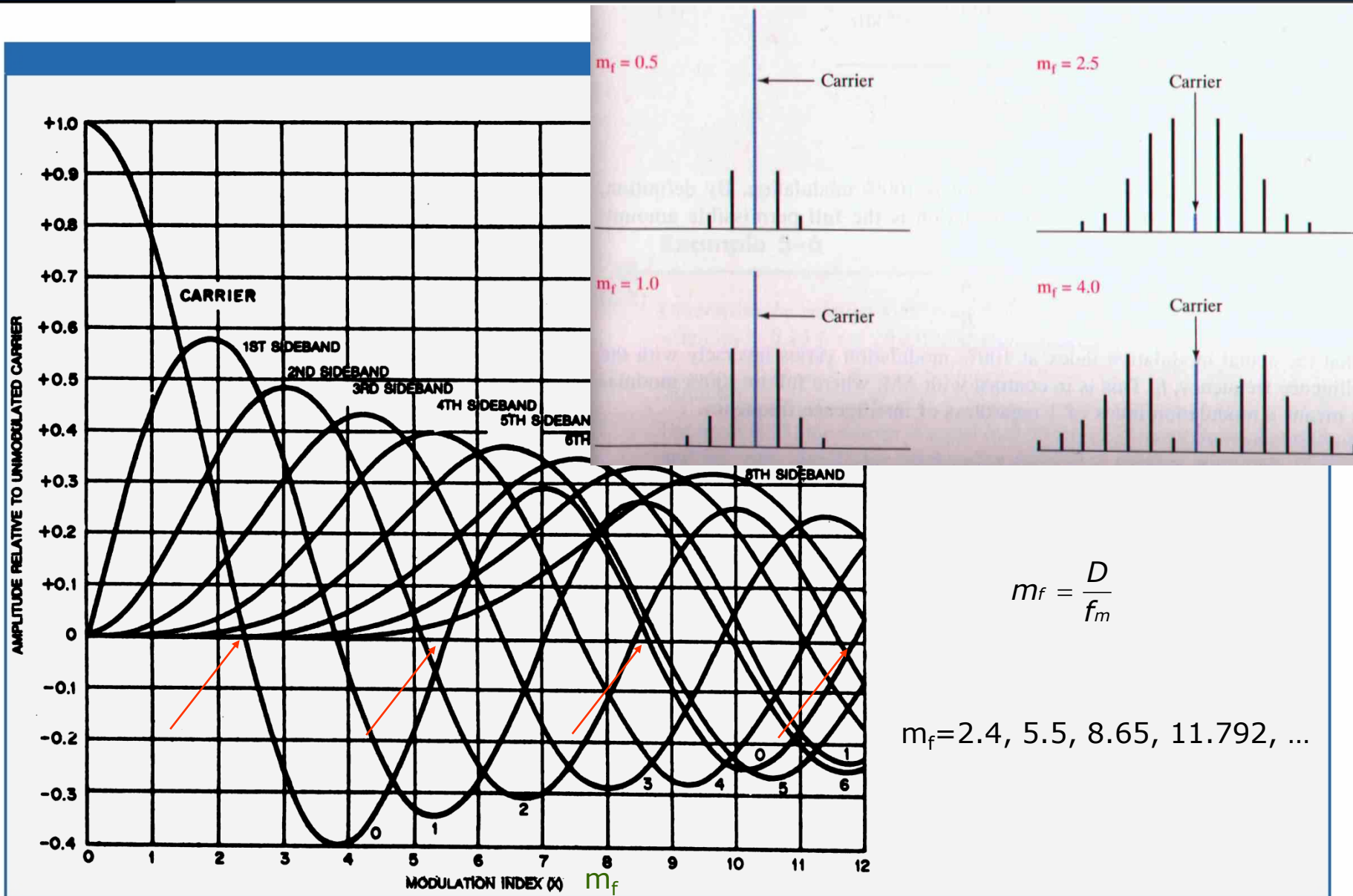
(b) Frequency modulation (FM)
Carrier or rest frequency



(c) Frequency versus time in FM

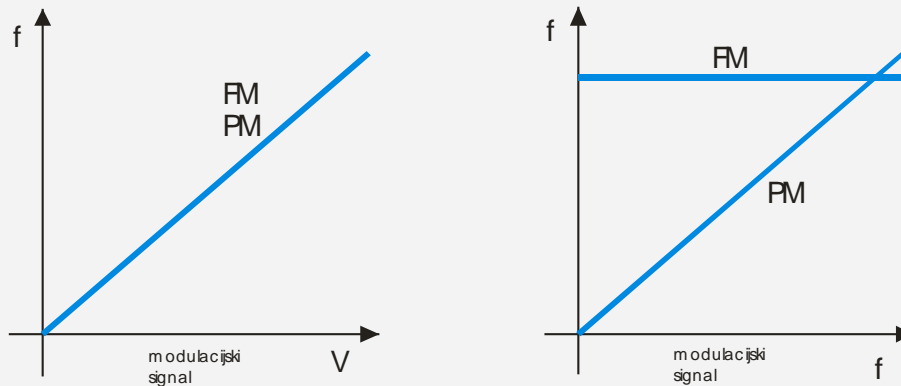


(d) Amplitude modulation (AM)



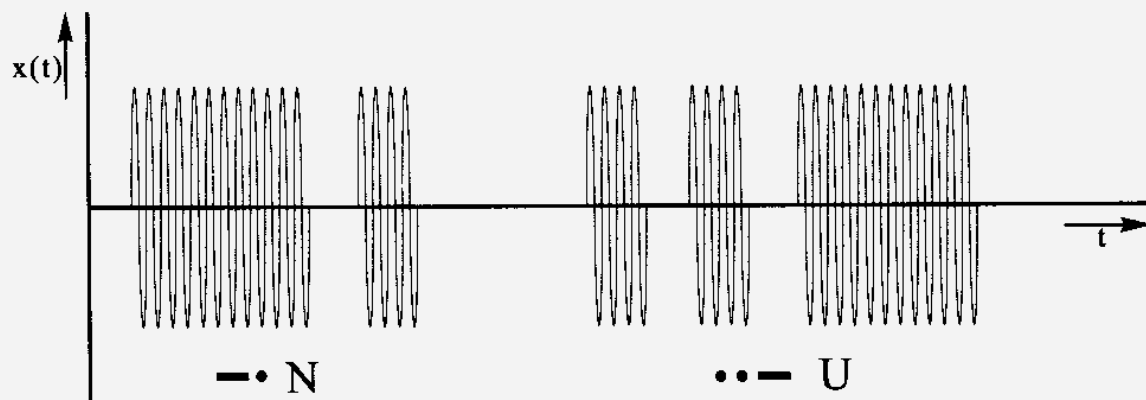
Spreminjamo fazo nosilnega signala glede na modulatorski signal, kar ima za posledico spreminjanje frekvence nosilnega vala.

Spreminjanje frekvence (frekvenčna deviacija) je sorazmerno hitrosti spreminjanja faze, le ta pa je odvisna od frekvence in amplitude modulatorskega signala.



Vpliv modulatorskega signala na deviacijo pri FM in PM modulacijah

Nosilec preprosto vklapljamo in izklapljamo v ritmu v naprej dogovorjenih znakov (Morse-kod).



CW signal (dva znaka Morsejeve kode)

Zahtevana pasovna širina je majhna (okoli 100 Hz) in je odvisna od hitrosti oddajanja znakov.

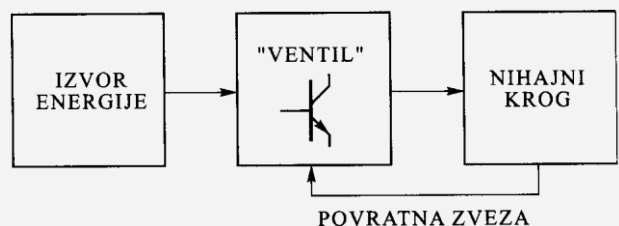
Radijski oddajnik: naprava, ki ustvari radiofrekvenčni signal, ga opremi z informacijo, ojači in nato pošlje v anteno, kjer se izseva v prostor.

Elektronski sklopi, ki proizvajajo radiofrekvenčne (RF) signale:

- električni oscilatorji
- RF sintezatorji

Oscilatorji:

Električni oscilator: izvor izmeničnih tokov ali napetosti določene frekvence.



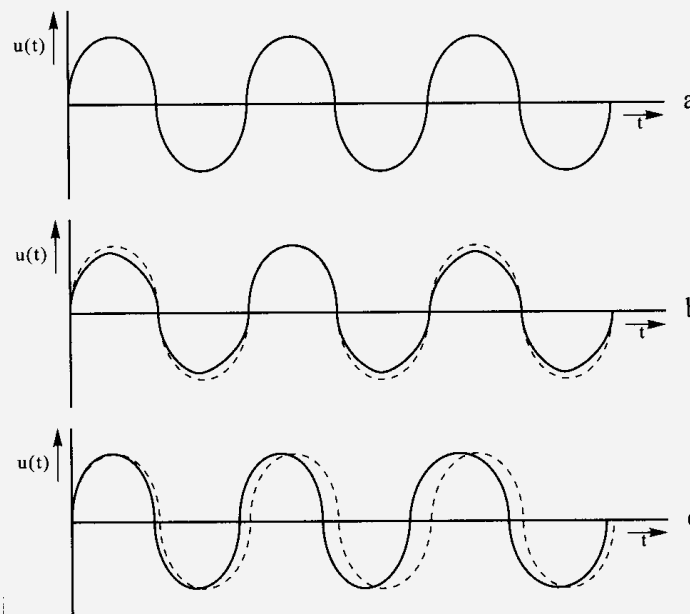
Osnovni elementi oscilatorja

Amplitudni šum:

nezaželeno spreminjanje amplitude nihanja.

Fazni šum:

nezaželeno spreminjanje faze generiranega signala.



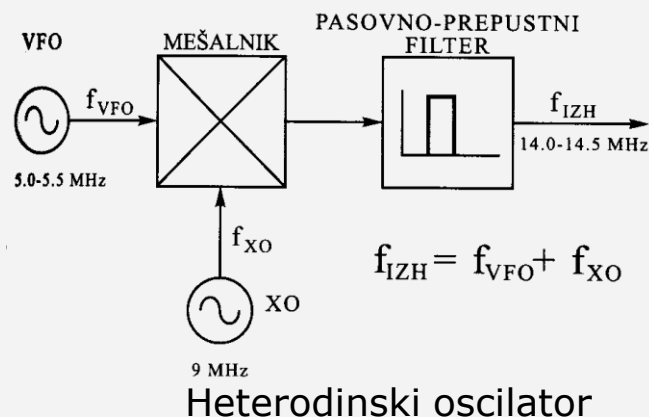
Sinusni signal idealnega oscilatorja (a), amplitudni šum (b) in fazni šum (c)

Vrste oscilatorjev, glede na uporabljen nihajni krog:

- kristalni oscilator (XO): zelo stabilen, saj uporablja za nihajni krog kremenov kristal.
- kristalni oscilator spremenljive frekvence (VXO): kristalu zaporedno ali vzporedno vežemo spremenljiv kondenzator ali zaporedno tuljavo. S tem spreminjamo frekvenco v ožjem frekvenčnem območju.
- oscilator spremenljive frekvence (VFO): uporablja LC nihajni krog, ponavadi s spremenljivim kondenzatorjem nastavljamo frekvenco nihanja.
- napetostno kontroliran oscilator (VCO): uporablja LC nihajni krog, vendar namesto spremenljivega kondenzatorja uporabimo varaktorsko (varicap) diodo, kateri spreminjamo kapacitivnost z enosmerno napetostjo na njej.

Stabilnost nihanja oscilatorja: je odvisna od mehanske in električne izvedbe oscilatorja, staranja elementov in temperature okolice.

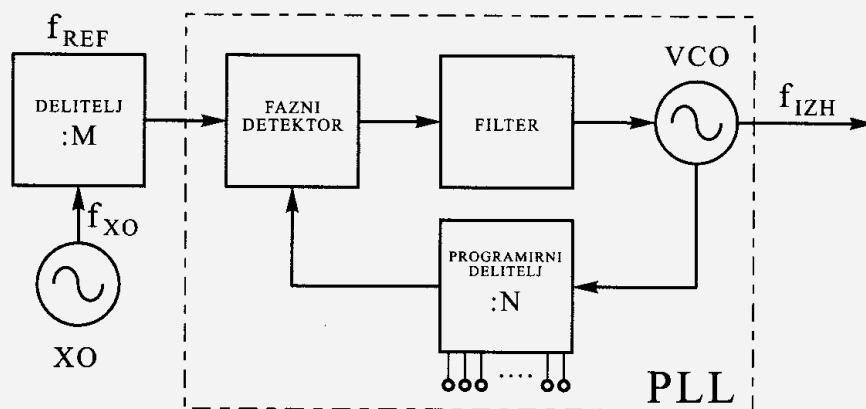
Praktična zgornja meja za stabilnost (za uporabo v CW in SSB radijskih postajah) VFOja se giblje med 7 in 10 MHz. Za uporabo VFOja na višjih frekvencah uporabimo heterodinski oscilator.



- OSCILATOR: Stabilen izvor izmeničnih veličin.
- LOČILNA STOPNJA (Buffer): je ojačevalnik, ki preprečuje vpliv naslednje stopnje na predhodno stopnjo.
- KRMILNA STOPNJA (Driver): močnostni ojačevalnik, ki ojača signal na nivo, ki je potreben za delovanje končne stopnje.
- KONČNA STOPNJA (PA=Power Amplifier): sestavljena iz močnostnega ojačevalnika, ki ojači signal na ustreznem nivoju, in ustreznega pasovno-prepustnega ali pasovno-zapornega filtra. Ker so ojačevalniki nelinearna vezja, vsebujejo poleg osnovne še višje harmonske komponente, ki jih je treba čim bolj zadušiti.
 - Po predpisih mora biti nivo višjih harmonskih komponent vsaj 40 dB pod nivojem osnovne frekvence!
 - Izhodna impedanca končne stopnje je standardizirana in znaša 50 Ω.
 - Izkoristek končne stopnje se ponavadi giblje med 40 in 70% in nam pove, koliko moči je koristne in koliko se je nekoristne porabi pri segrevanju elementov.

Ideja PLL sintetizatorja:

Uporabiti VCO, ki ga s pomočjo povratne zanke stabiliziramo. To dosežemo s fazno sklenjeno zanko (PLL=Phase-Locked Loop).



$$f_{\text{REF}} = f_{\text{XO}} : M$$

$$f_{\text{IZH}} = N \cdot f_{\text{REF}}$$

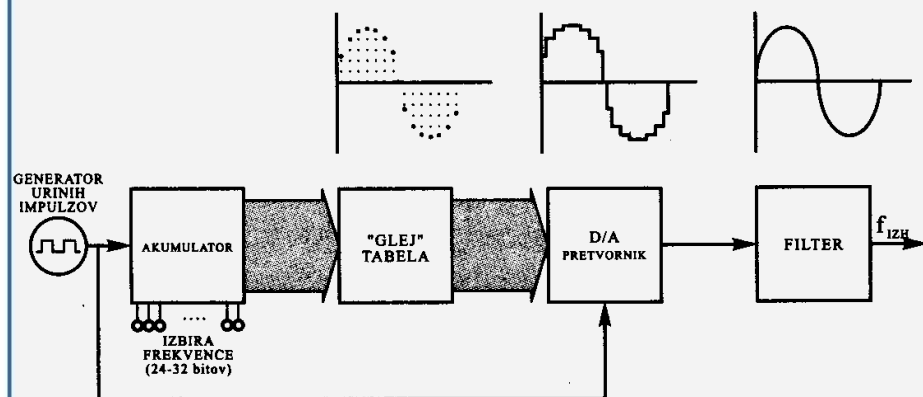
PLL sintetizator

Manjši frekvenčni korak ima za posledico daljši čas vnhavanja zanke (čas od spremembe delovne frekvence do trenutka, ko se zanka ujame) in/ali povečanje faznega šuma.

Delovno frekvenco PLL sintetizatorja nastavimo s programiranjem programirnega delitelja. Referenčna frekvenca določa najmanjši frekvenčni korak.

Ujeta zanka: takrat, ko je razlika med referenčno in deljeno frekvenco VCO enaka nič.

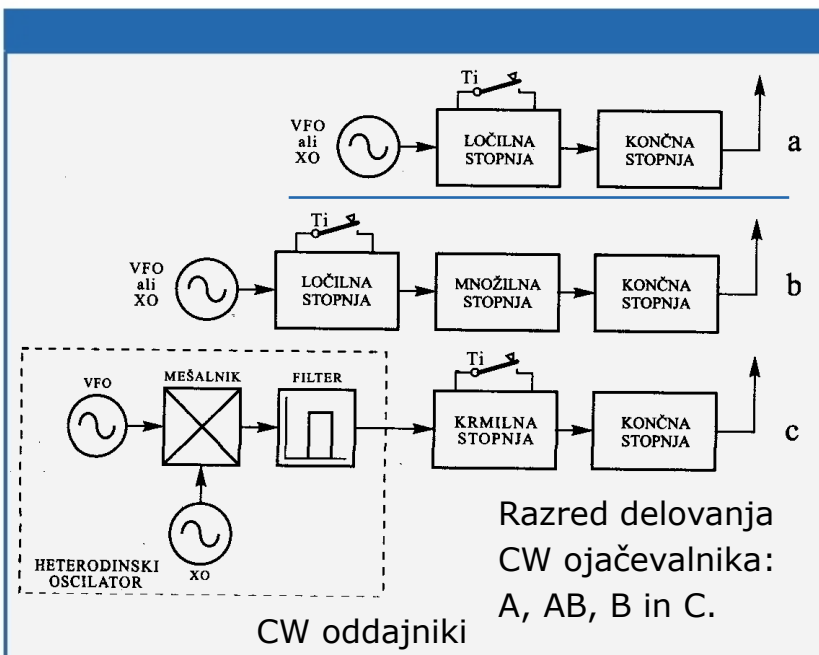
Sinusni signal lahko generiramo tako, da za določene vrednosti faz signala vnaprej izračunamo vrednosti amplitud. Izračunane vrednosti shranimo v pomnilnik v obliki, ki se imenuje "glej tabela".



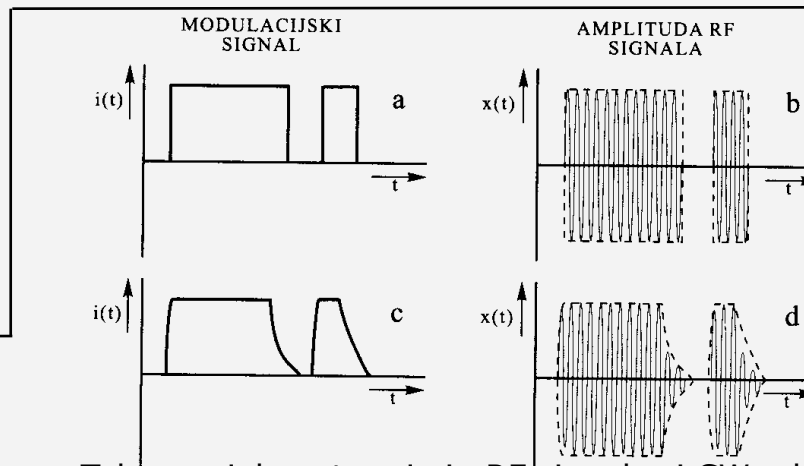
Direktni digitalni sintetizator

Primer: Če je frekvenca urinih impulzov 17 MHz, velikost akumulatorja 24 bitov, dobimo najmanjši korak 1 Hz.

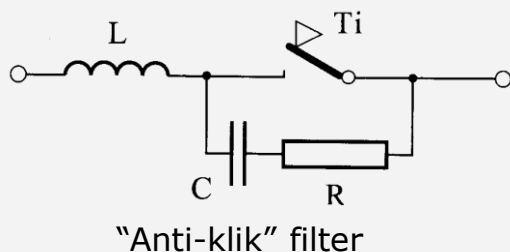
Najmanjši frekvenčni korak določata velikost akumulatorja ter frekvenca urinih impulzov. Frekvenca urinih impulzov mora biti (glede na teorijo vzorčenja) vsaj dvakrat večja od najvišje frekvence signala, ki ga želimo generirati.



Pri oddajanju telegrafije prekinjamo RF signal v ritmu telegrafskih znakov, naprimer vklapljamo ali izklapljamo oscilator. Pogosteje se uporablja vklapljanje in izklapljanje stopenj, ki sledijo oscilatorju, torej ločilne in krmilne stopnje.



Tok napajalne stopnje in RF signal pri CW oddajniku

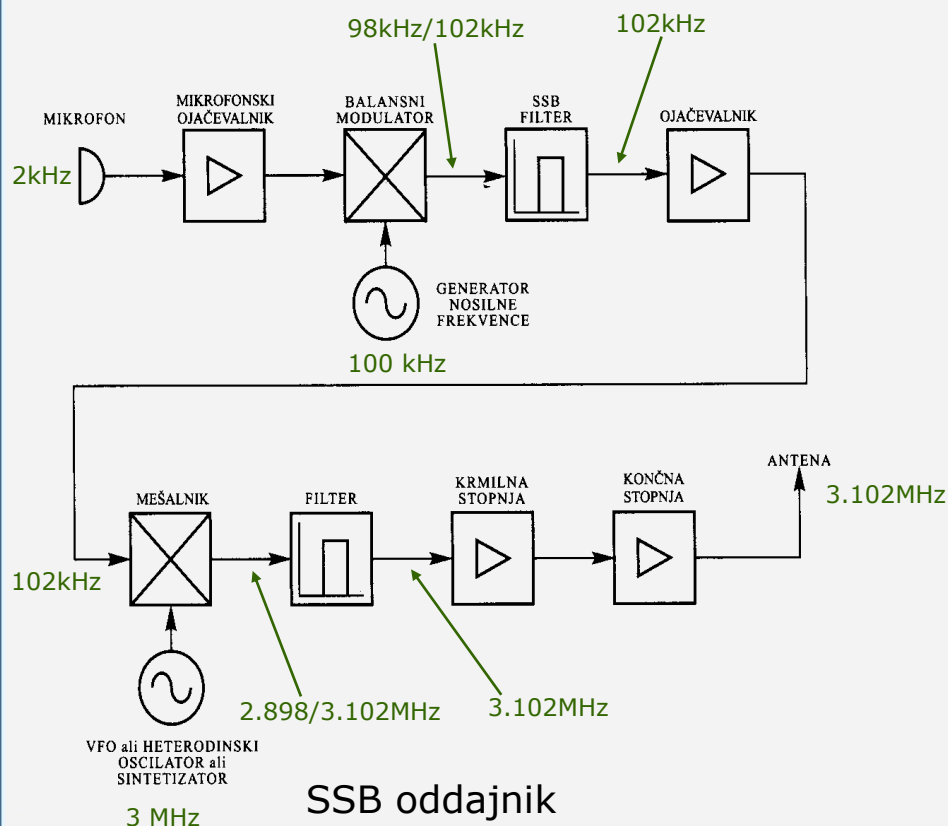


Neprestano vklapljanje in izklapljanje RF signala pri CW je enakovredno 100% AM modulaciji s pravokotnim modulacijskim signalom.

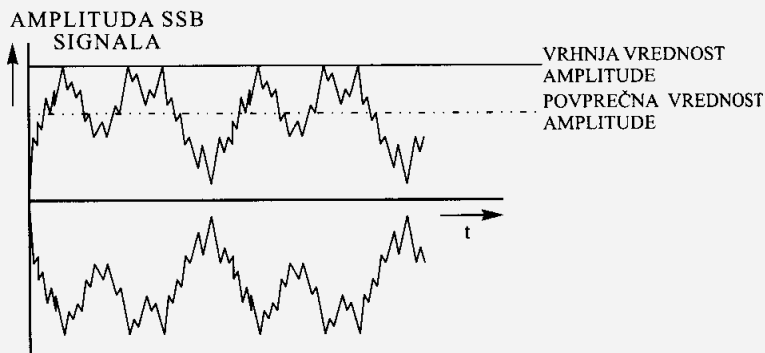
Ostri robovi signala povzročajo stranske frekvenčne komponente v spektru RF signala, ki se na sprejemni strani na določenih frekvencah slišijo kot "klik" ob Rx/Tx preklopih.

BALANSNI MODULATOR: električno vezje, ki ima dva vhoda, in sicer vhod za modulacijski signal in RF nosilni signal. Na izhodu balansnega modulatorja dobimo DSB signal.

SSB FILTER: je pasovno-prepustni filter, ki poreže vse, razen enega od bočnih pasov. Pasovna širina filtra je ponavadi od 1.8 do 3 kHz.



Ojačevalniki za SSB signale morajo biti kar se da linearni, zato običajno delujejo v A ali AB razredu.



Ovojnica SSB signala

Najvišjo vrednost amplitude ovojnice imenujemo vrhnja vrednost amplitude. Moč, ki jo ima signal pri vrhnji vrednosti ovojnice, imenujemo PEP (Peak Envelope Power).

Povprečna vrednost amplitude ovojnice je povpreček vrednosti amplitud v določenem časovnem obdobju (npr. trajanje zloga v govornem signalu).

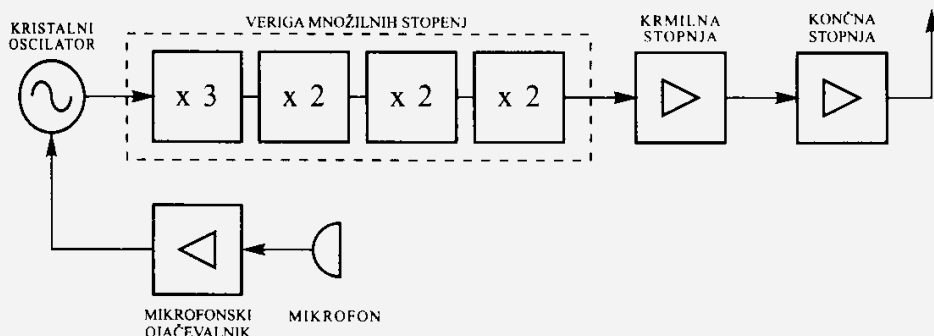
Da dosežemo čim večjo povprečno oddajno moč je zaželeno, da je razmerje med vrhno vrednostjo amplitude ovojnice in povprečno vrednostjo čim manjše.

Audio Clipper: porežemo visoke vrhove amplitud govornega signala

Audio Compression: ojačevalniki s povratno vezavo drži govorni signal v določenih mejah.

Obe zgornji operaciji lahko izvedemo tudi na RF signalu (RF Clipper, RF Compression oz.

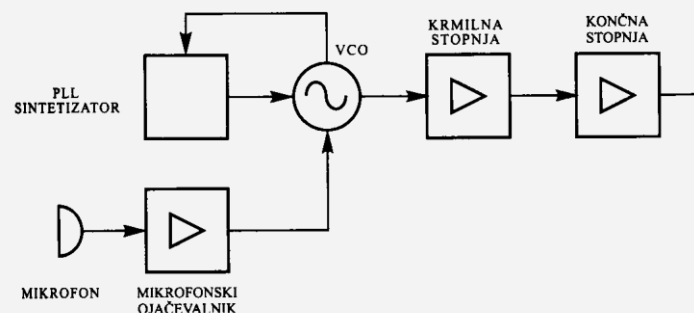
Automatic Level Control – ALC)



UKV FM oddajnik

Kristalni oscilator vsebuje varicap diodo, na katero preko filtra pripeljemo modulacijski signal. Diodi se spreminja kapacitivnost v ritmu modulacijskega signala in s tem se nekoliko spreminja vrednost frekvence kristala.

V množilnih stopnjah se poveča frekvenčna deviacija približno za faktor množenja.



FM oddajnik s PLL sintetizatorjem

Radijski sprejemnik: je naprava, ki je sposobna zaznati radijski signal in iz njega izluščiti informacijo.

Termični šum

Nastane zaradi naključnega gibanja elektronov v prevodnikih in polprevodnikih. Moč termičnega šuma je odvisna od pasovne širine in absolutne temperature. Pri absolutni ničli (0K) je moč šuma nič.

Povprečna vrednost kvadrata napetosti šuma na uporu R:

$$\langle u^2 \rangle = 4 \cdot k \cdot T \cdot B \cdot R$$

$\langle u^2 \rangle$ – povpr. vrednost kvadrata napetosti

k – Boltzmanova konstanta

R – upornost

B – pasovna širina

T – absolutna temperatura

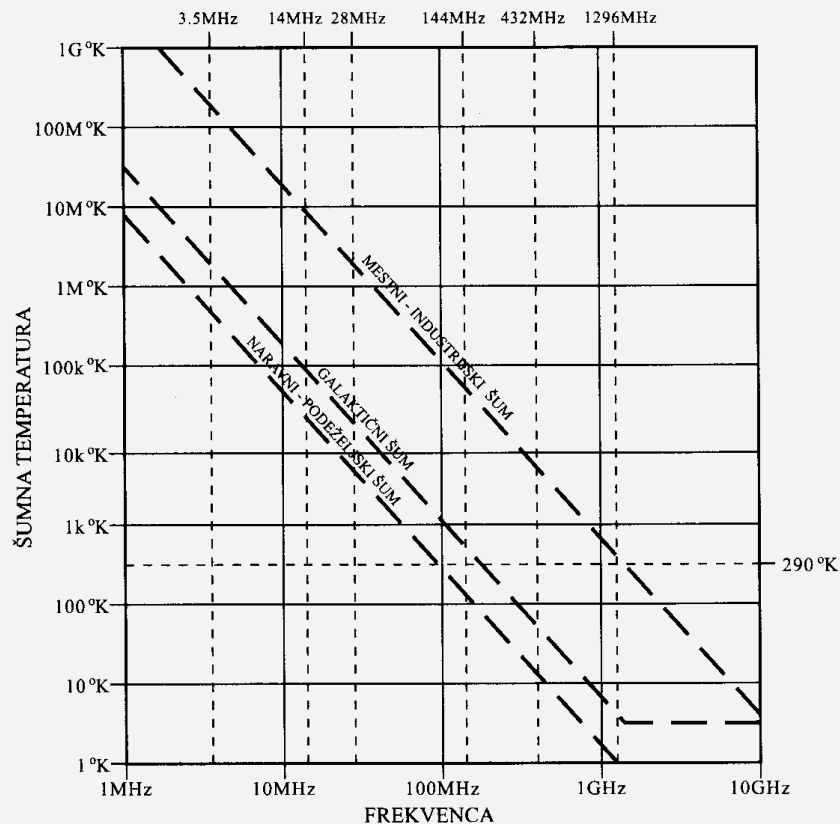
Če gledamo na upor R kot generator šuma, je razpoložljiva moč, ki jo generator daje (prilagojenemu) bremenu, enaka:

Pretvorba: 27°C -> ? K

$$T(K) = 27^\circ\text{C} + 273^\circ\text{C} = 300\text{K}$$

$$P_N = \frac{\langle u^2 \rangle}{4 \cdot R} = k \cdot T \cdot B$$

Šum okolice: močno frekvenčno odvisen.



Frekvenčna odvisnost šuma okolice


ŠUMNA TEMPERATURA ANTENE (T_a): šum, ki ga antena sprejema iz okolice (naravni šum z neba in šum, ki je posledica človeške dejavnosti).

Razmerje signal/šum: razmerje med močjo koristnega signala in močjo šuma.

$$\frac{S}{N} = 10 \lg \frac{\text{moč signala}}{\text{moč šuma}}$$

Vrednotenje termičnega šuma elektronskih sklopov

ŠUMNI FAKTOR (F , Noise Factor): razmerje razmerja signal/šum na vходу stopnje in razmerja signal/šum na izhodu stopnje. Pove nam, za koliko se poslabša razmerje signal/šum zaradi termičnega šuma same stopnje:

$$F = \frac{\left(\frac{S}{N}\right)_{vh}}{\left(\frac{S}{N}\right)_{iz}}$$


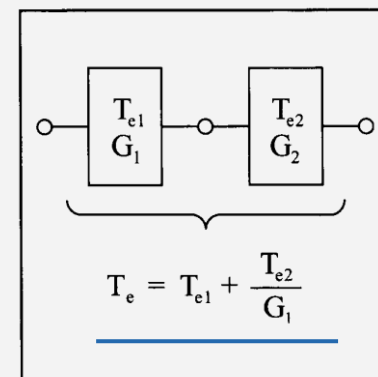
ŠUMNO ŠTEVILO (NF , Noise Figure): šumni faktor, izražen v dB.

$$NF = 10 \lg F [dB]$$

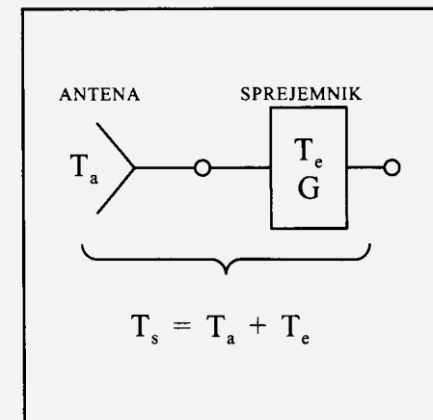
EKVIVALENTNA ŠUMNA TEMPERATURA (T_e): je skupna ekvivalentna šumna temperatura. Vpliv šuma druge stopnje je toliko manjši, kolikor je večje ojačanje prve stopnje!

a) EKVIVALENTNA ŠUMNA TEMPERATURA STOPNJE:

Na vohod stopnje priključimo 50Ω upor, ki naj bo ohlajen na 0°C oz. 0 K . Upor pri tej temperaturi ne bo proizvajal nič šuma. Šum, ki ga izmerimo na izhodu stopnje, je le termični šum same stopnje. Upor segrevajmo tako dolgo, da se bo šum na izhodu stopnje 2 krat povečal, kar pomeni, da bo šum, ki ga proizvaja upor, enak termičnemu šumu stopnje.



b) EKVIVALENTNA ŠUMNA TEMPERATURA SISTEMA (T_s): je vsota ekvivalentne šumne temperature sprejemnika in temperature antene.



Razmerje signal/šum je obratno sorazmerno temperaturi sistema, kar pomeni, da ga bomo izboljšali takrat, ko bomo zmanjšali temperaturo sistema!

OBČUTLJIVOST (sensitivity): pove kako močan mora biti RF signal na vhodu sprejemnika, da bo na izhodu razmerje signal/šum enako 10 dB. Občutljivost je obratno sorazmerna pasovni širini.

$$P_{dBm} = 10 \cdot \lg \frac{P}{1mW} [dBm]$$

$$u = \sqrt{2 \cdot P \cdot R} [V]$$

$$R = 50\Omega$$

Primer: Kaj pomeni občutljivost sprejemnika $5\mu V$ za razmerje S/N 10 dB?

Pove nam, da mora biti na vhodnih sponkah sprejemnika napetost $5\mu V$, da bo na njegovem izhodu razmerje S/N 10 dB.

Pri FM sprejemnikih pa večinoma podajamo SINAD (Signal plus Noise and Distortion):

$$SINAD = 10 \lg \frac{S + N + D}{N + D}$$

SINAD občutljivost: - EIA: 12 dB
- CEPT: 20 dB

12 dB SINAD \approx 20 dB (SINAD)_{psf}.

S – moč signala (W)
N – moč šuma (W)
D – popačenje (W)

SELEKTIVNOST: pomeni sposobnost prepuščanja signalov na želenem (navadno ozkem) frekvenčnem pasu in hkrati sposobnost čim večjega dušenja signalov izven njega.

DINAMIČNO OBMOČJE: pove, v kakšnem območju se lahko giblje jakost vhodnega signala. Spodnjo mejo določa termični šum sprejemnika in šum okolice, ki ga sprejema antena, zgornjo pa obnašanje sprejemnika pri močnih signalih.

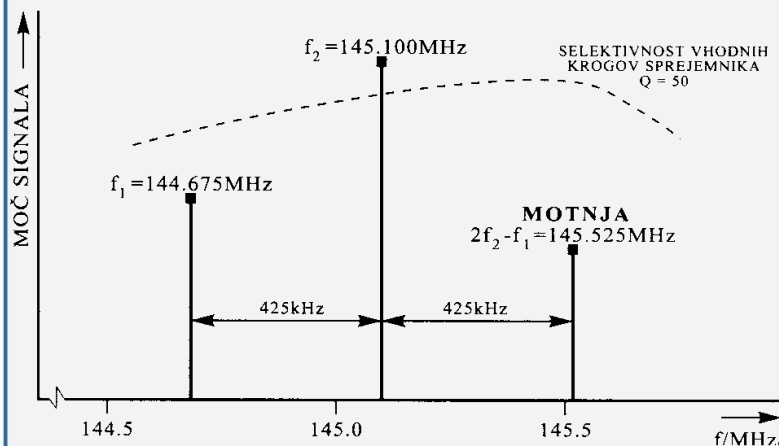
PREOBREMENITEV: sprejemnik postane neobčutljiv oz. popolnoma "ogluši", ko se na vhodu sprejemnika pojavi izredno močan RF signal, ki spravi v nasičenje eno ali več stopenj sprejemnika.

Demo vaja, prikaz preobremenitve oz. selektivnosti

INTERMODULACIJSKA POPAČENJA: nastanejo, ker sprejemnike sestavljajo tudi nelinearna vezja.

Presečna točka intermodulacije tretjega reda (IP3): je merilo za nelinearnost oz. linearnost sprejemnika. Dobri sprejemniki imajo visoko vrednost IP3.

Demo vaja, praktični prikaz IMD.

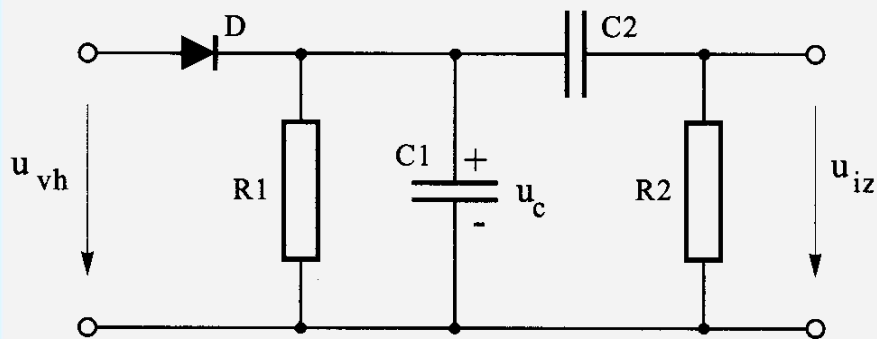


Primer intermodulacijskega (IMD) popačenja sprejemnika

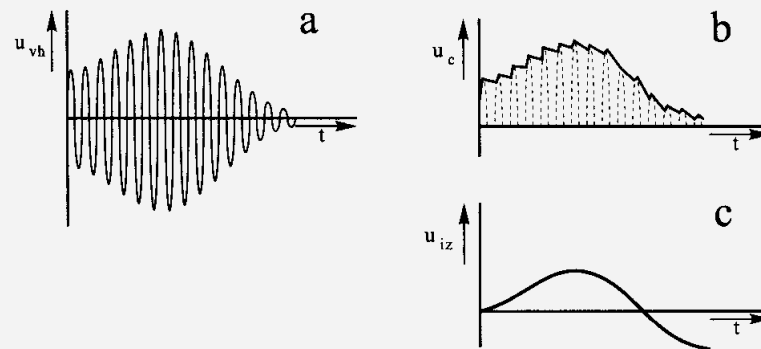
Priporočila se branje članka:
[]CQ ZRS, 1993, št. 4: S53MV,
Intermodulacijsko popačenje

Člen	Prispevek pri krmiljenju z eno frekvenco	Prispevek pri krmiljenju z dvema frekvencama f_1 in f_2
Linearni člen $C_1 \cdot u_{vh}$	f	f_1, f_2
Kvadratni člen $C_2 \cdot u_{vh}^2$	0(=enosm.) 2f	0; $2f_1$; $2f_2$, f_1+f_2 ; f_1-f_2
Kubni člen $C_3 \cdot u_{vh}^3$	f 3f	f_1 ; f_2 ; $3f_1$; $3f_2$; $2f_1+f_2$; $2f_1-f_2$; f_1+2f_2 ; f_1-2f_2
$C_4 \cdot u_{4vh}$	0(=enosm.) 2f 4f	0; $2f_1$; $2f_2$; $4f_1$; $4f_2$; $3f_1+f_2$; $3f_1-f_2$; $2f_1+2f_2$; $2f_1-2f_2$; f_1+3f_2 ; f_1-3f_2 ; f_1+f_2 ; f_1-f_2
$C_5 \cdot u_{5vh}^5$	f 3f 5f	f_1 ; f_2 ; $3f_1$; $3f_2$; $5f_1$; $5f_2$; ...; $3f_1-2f_2$; $2f_1-3f_2$; ...

Detekcija AM signalov:



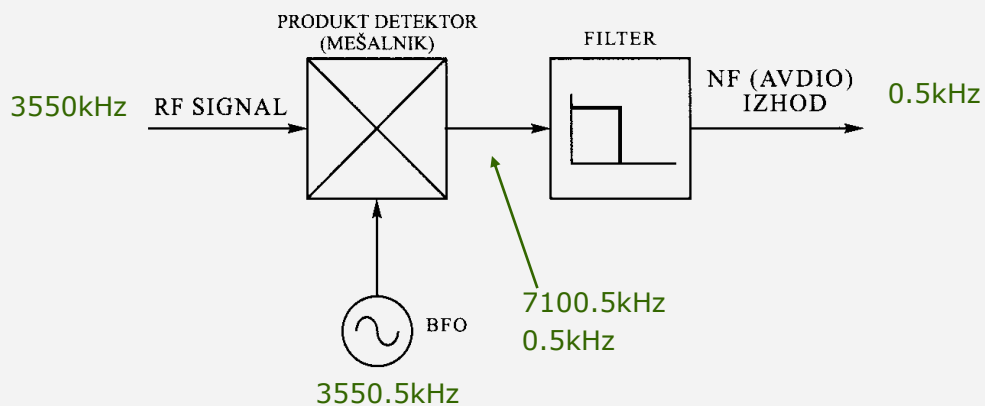
Detektor ovojnice



Pretvorba AM signala v informacijski signal

AM signale demoduliramo z detektorjem ovojnice.

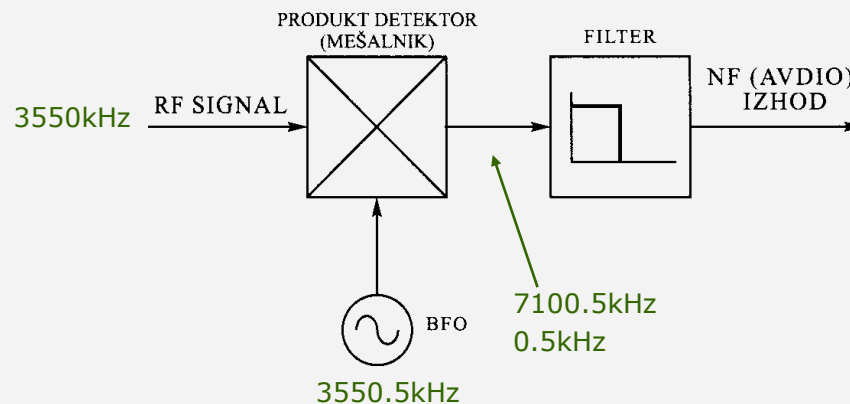
Detekcija CW signalov:



BFO: Beat Frequency Oscillator

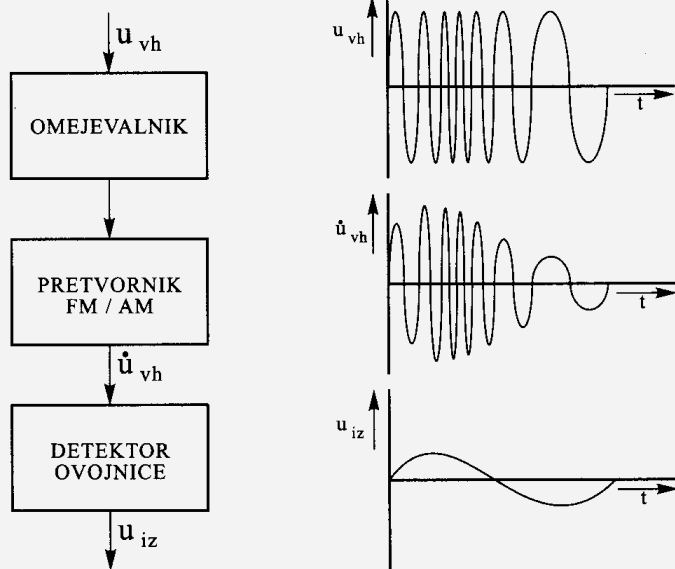
S produkt detektorjem demoduliramo CW signale.

Detekcija SSB signalov: detekcija SSB signala zahteva, da v produkt detektor pripeljemo signal, ki simulira manjkajoči nosilec. Ta signal generiramo z BFO.



SSB signale demoduliramo s produkt detektorjem.

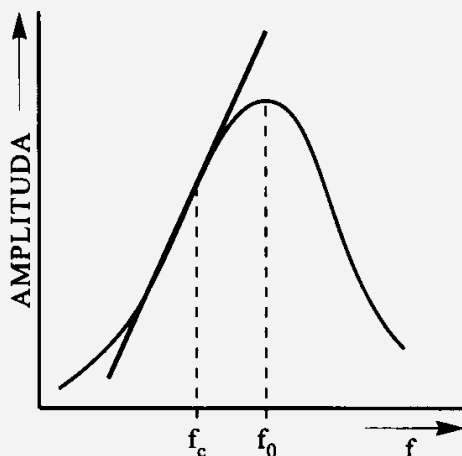
Detekcija FM signalov:



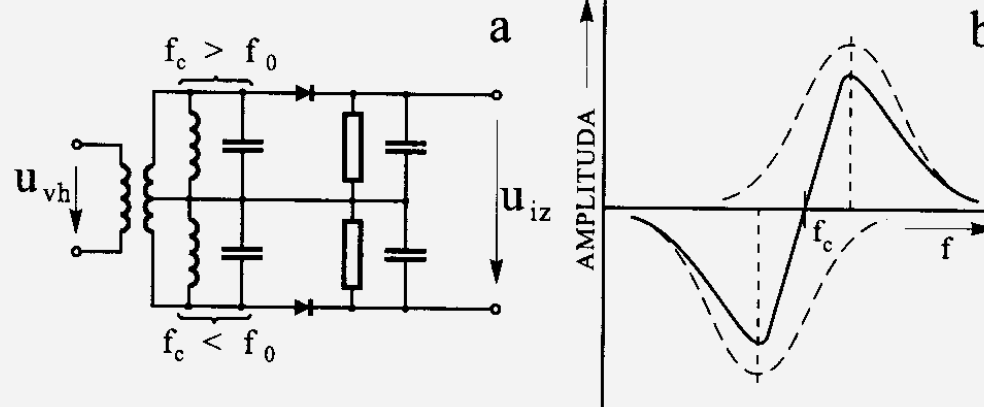
Zagotovi konstantno amplitudo FM signala, saj bi morebitna nezaželena nihanja amplitude lahko vplivala na kasnejšo detekcijo ovojnice pretvorjenega signala.

Uporabimo vezja, ki imajo na določenem frekvenčnem območju amplitudo in frekvenco linearno odvisno, ali vezja, ki imajo na določenem frekvenčnem območju linearno fazno karakteristiko.

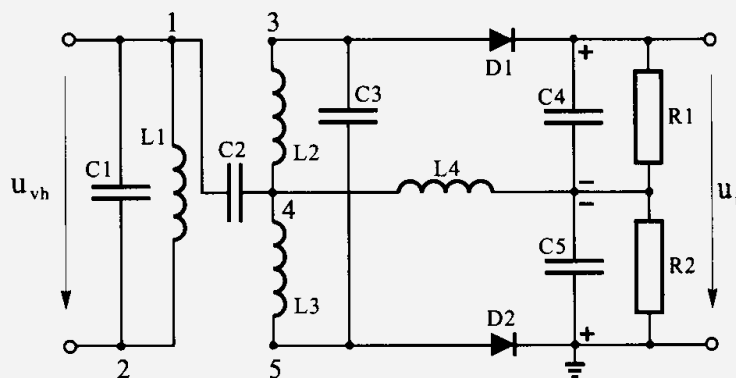
Postopek detekcije s pomočjo
FM – AM pretvorbe



Amplitudno – frekvenčna karakteristika
vzporednega LC nihajnega kroga

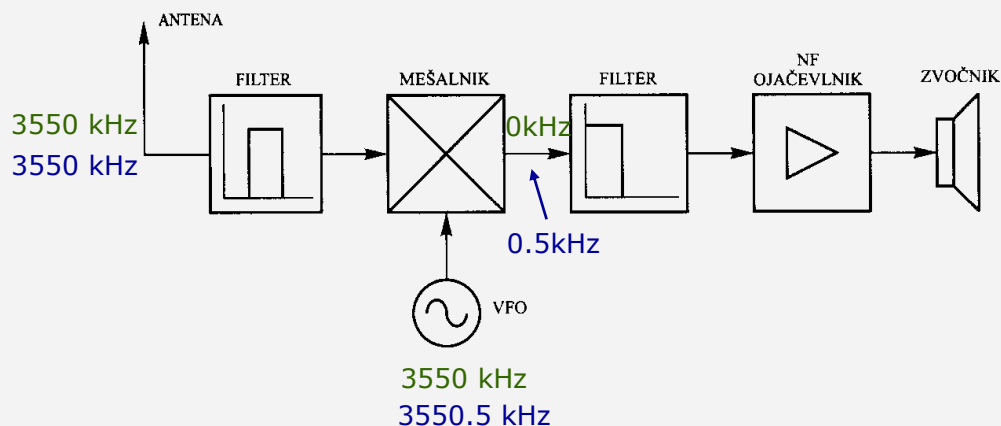


Balansni demodulator (a) in njegova frekvenčno-
amplitudna karakteristika (b)



Foster-Seeley diskriminator

Za detekcijo FM signalov pa lahko izkoristimo tudi vezja, ki imajo na določenem frekvenčnem območju linearno fazno karakteristiko (frekvenca in faza sta na področju linearno odvisni). To lastnost izkorišča diskriminator s faznim zamikom, ki ga imenujemo tudi Foster-Seeley diskriminator.

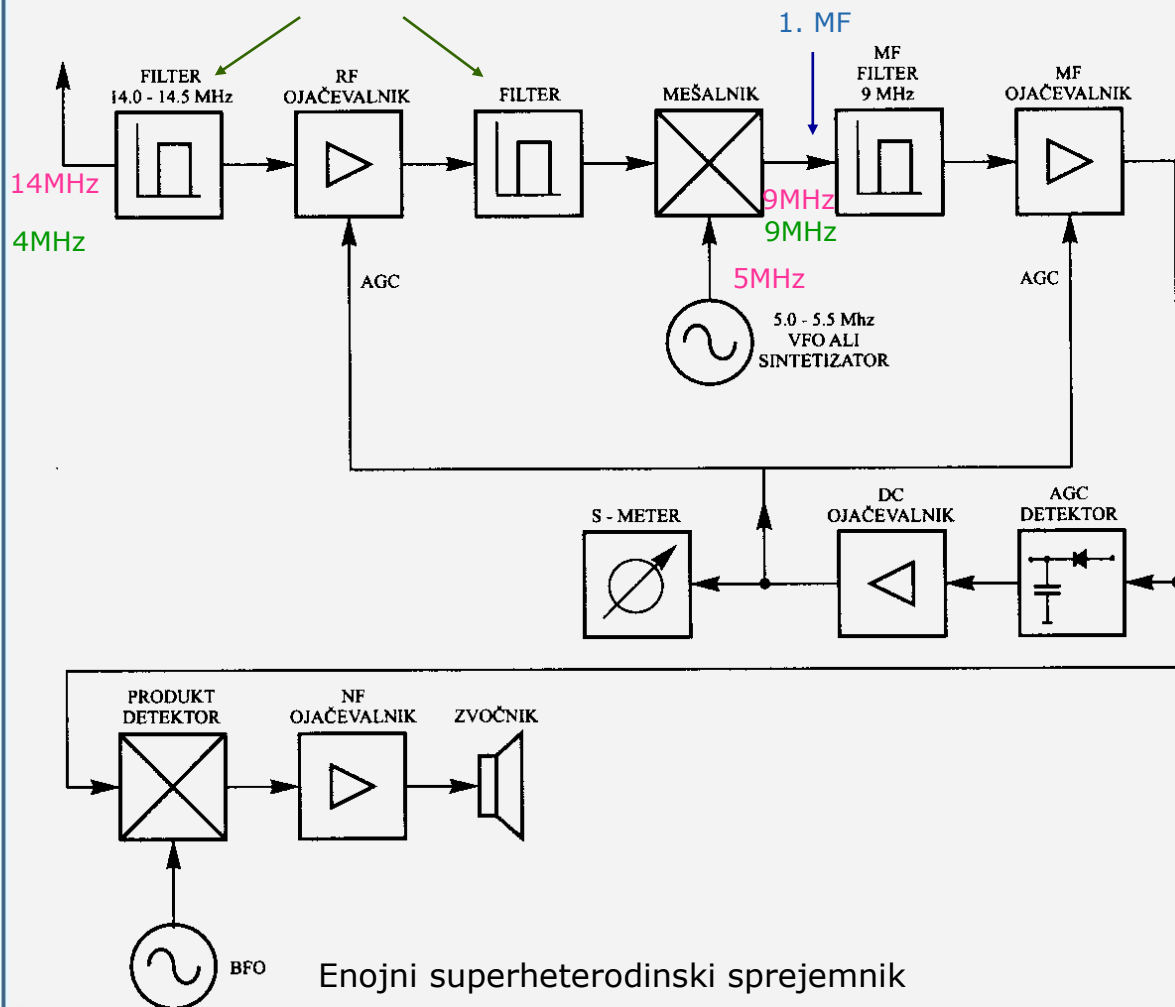


ZERO BEAT: VFO nastavljen na enako frekvenco, kot je frekvenca na vhodu sprejemnika. Takrat lahko namesto LSB ali USB poslušamo AM signale.

Sprejemnik z direktnim mešanjem uporabljamo predvsem na nižjih frekvencah KV. Na teh frekvencah je 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. Signale ojačimo šele po demodulaciji, in sicer z nizkofrekvenčnim ojačevalnikom (za 80 do 100 dB), kar pa ima lahko posledično probleme z mikrofonijsko.

Značilnost superheterodinskih sprejemnikov je, da vhodni signal mešajo (konvertirajo) na eno ali več medfrekvenc. **Preselektor**



Enojni superheterodinski sprejemnik

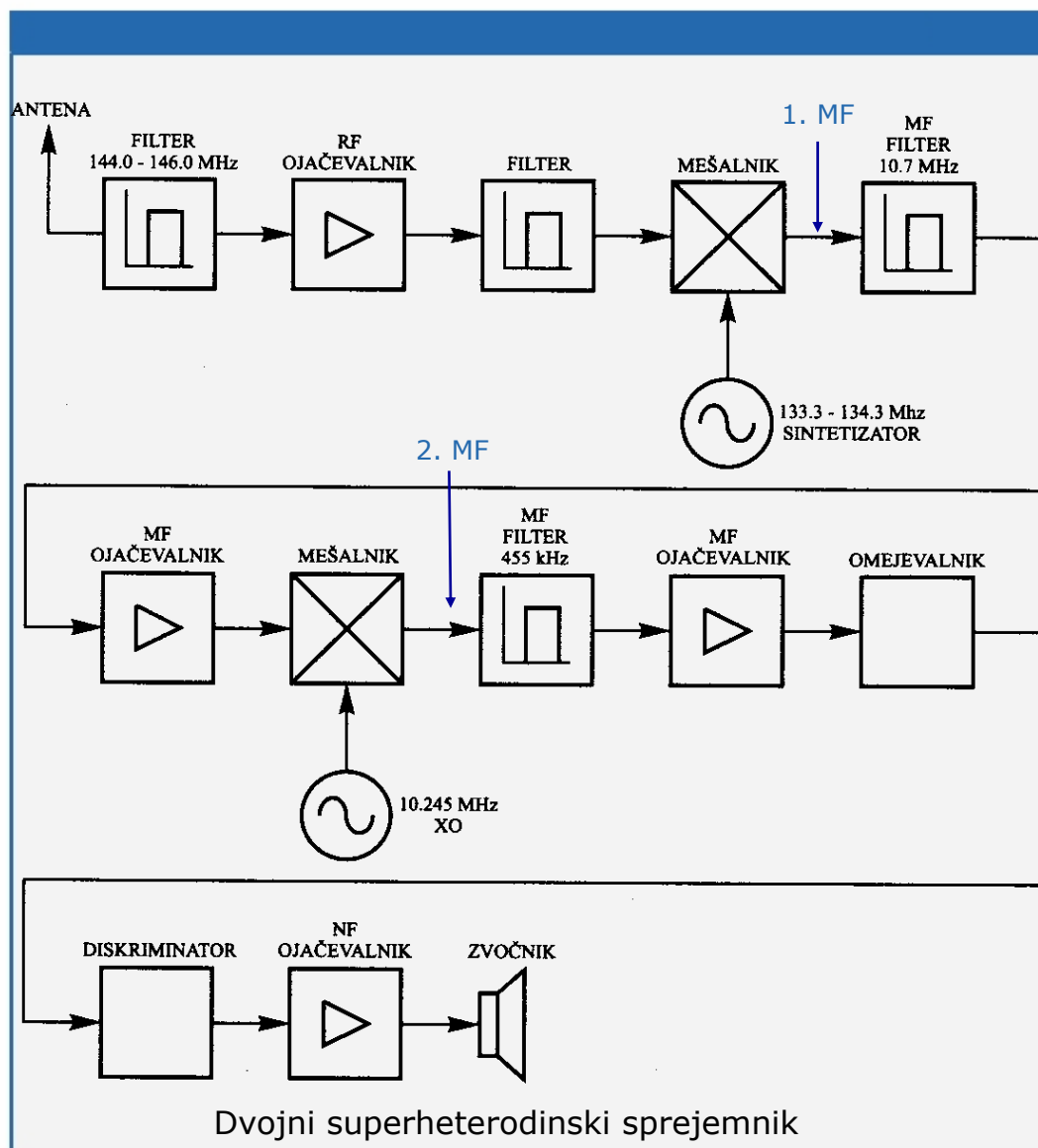
Preselektor: tvorita ga 2 pasovno-prepustna filtra, ki zagotavljata vhodno selektivnost.

MF filter: določa selektivnost sprejemnika (širina filtra za SSB in CW 2.4 kHz in okoli 500 Hz za samo CW).

AGC (Automatic Gain Control): skrbi, da se izhodni nizkofrekvenčni signal čim manj spreminja, tudi če se spreminja jakost vhodnega RF signala.

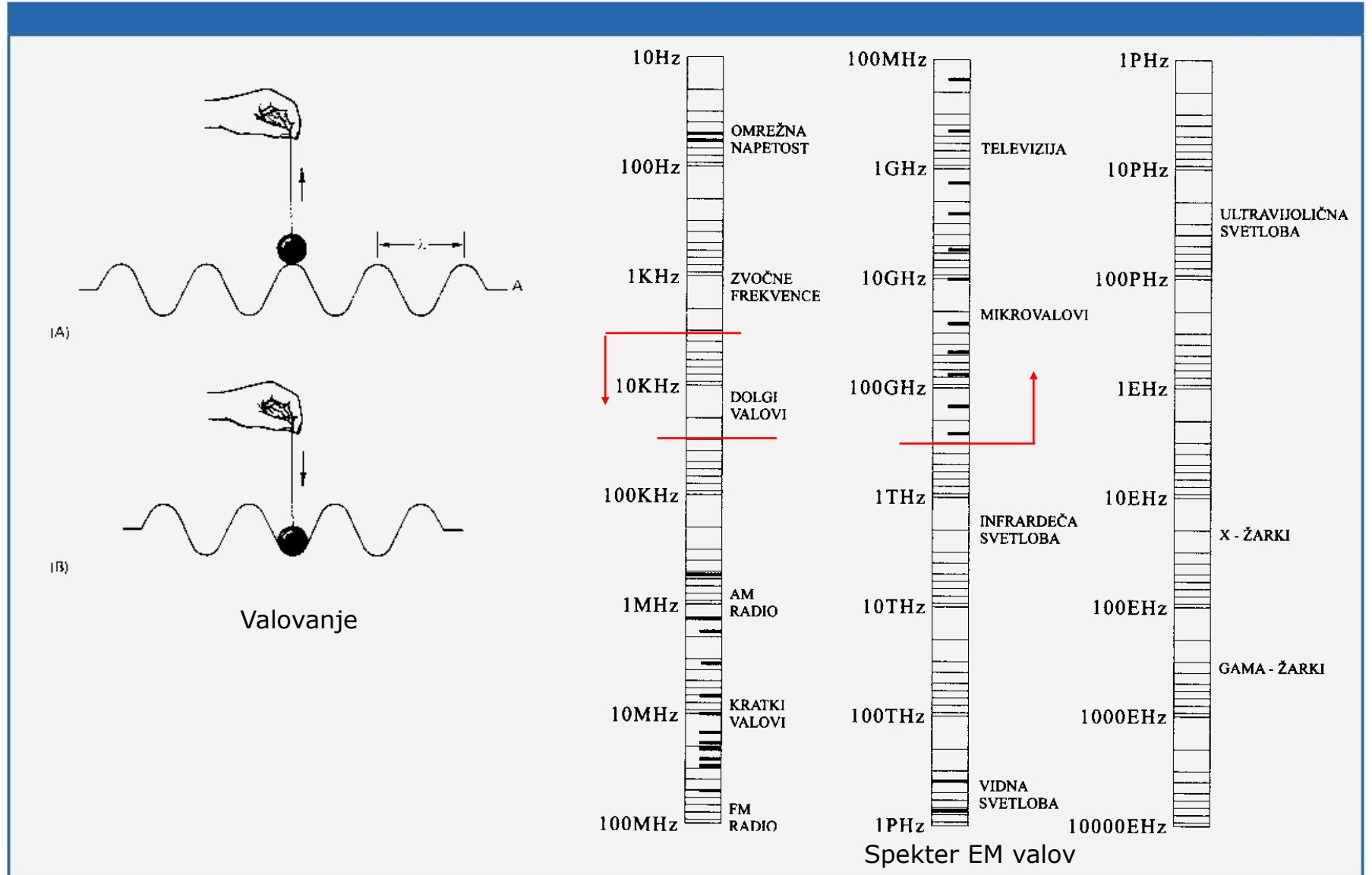
S-meter: kaže jakost vhodnega signala. Ponavadi je umerjen tako, da pomeni povečanje signala za 6 dB spremembo kazalca za eno S-stopnjo. S meter vsebuje 9 S-stopenj.

Zrcalna frekvenca (Image Frequency): Izognemo se ji z izbiro višje medfrekvence in dobrimi filtri na vohu sprejemnika.



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.

Squelch (šumna zapora): vezje, ki odklopi nizkofrekvenčni izhod iz sprejemnika, če ni vhodnega signala oz. če je nivo vhodnega signala manjši od določenega praga, ki ga nastavimo.



$$c = f \cdot \lambda$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

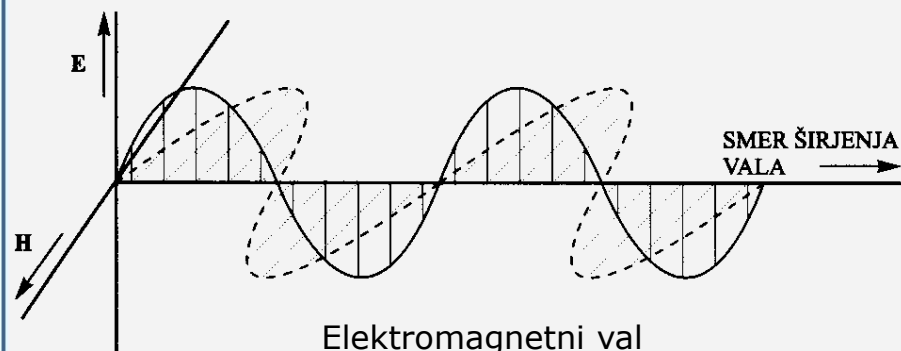
C - hitrost širjenja elektromagnetnih valov (svetlobe) - 300 000 000 m/s

f - frekvenca valovanja (Hz)

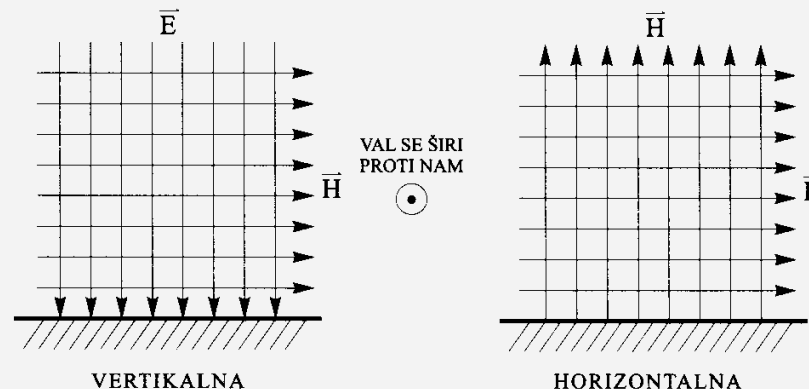
λ - valovna dolžina (m)

Frekvenčna delitev:

- Zelo nizke frekvence – VLF (Very Low Frequencies): 3 kHz do 30 kHz, λ več kot 10 km.
- Nizke frekvence – LF (Low Frequencies): 30 kHz do 300 kHz, λ med 10 km in 1km.
- Srednje frekvence – MF (Medium Frequencies): 300 kHz do 3 MHz, λ med 1000 m in 100 m.
- Visoke frekvence – HF (High Frequencies): 3 MHz do 30 MHz, λ med 100 in 10 m.
- Zelo visoke frekvence – VHF (Very High Frequencies): 30 MHz do 300 MHz, λ med 10 m in 1m (meterski valovi).
- Ultra visoke frekvence – UHF (Ultra High Frequencies): 300 MHz do 3 GHz, λ med 100 cm in 10 cm (decimeterski valovi).
- Super visoke frekvence – SHF (Super High Frequencies): 3 GHz do 30 GHz, λ med 10 cm in 1 cm (centimeterski valovi).
- Ekstremno visoke frekvence - EHF (Extremely High Frequencies): 30 GHz do 300 GHz, λ med 10 mm in 1mm (milimeterski valovi).



Elektromagnetni val



VERTIKALNA

HORIZONTALNA

Vertikalna in horizontalna polarizacija

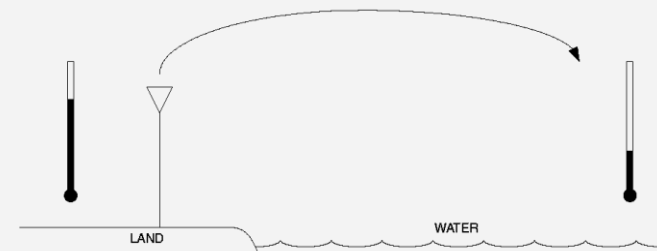
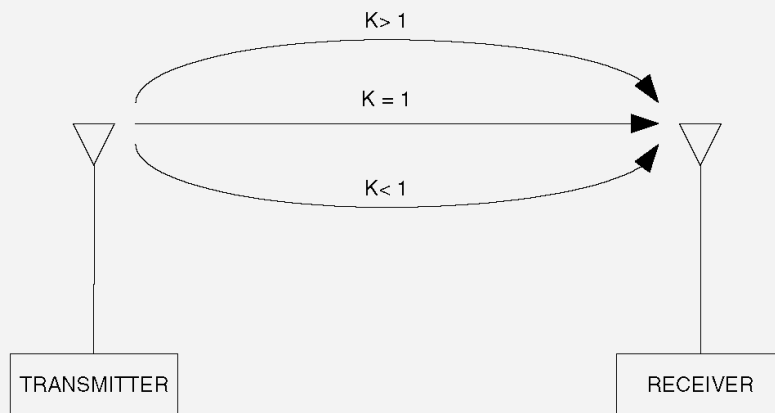
Vertikalno polariziran elektromagnetni val: električna komponenta polja je pravokotna na Zemljino površino.

Horizontalno polariziran elektromagnetni val: električna komponenta polja je vzporedna z Zemljino površino.

Lom ali refrakcija: do loma pride pri prehodu valovanja med snovmi z različnimi dielektričnimi konstantami.

Uklon ali difrakcija: valovanje na robovih ovir, ki se nahajajo na njegovi poti, spremeni smer. Pojav je frekvenčno odvisen, s porastom frekvence se intenzivnost zavijanja zmanjšuje.

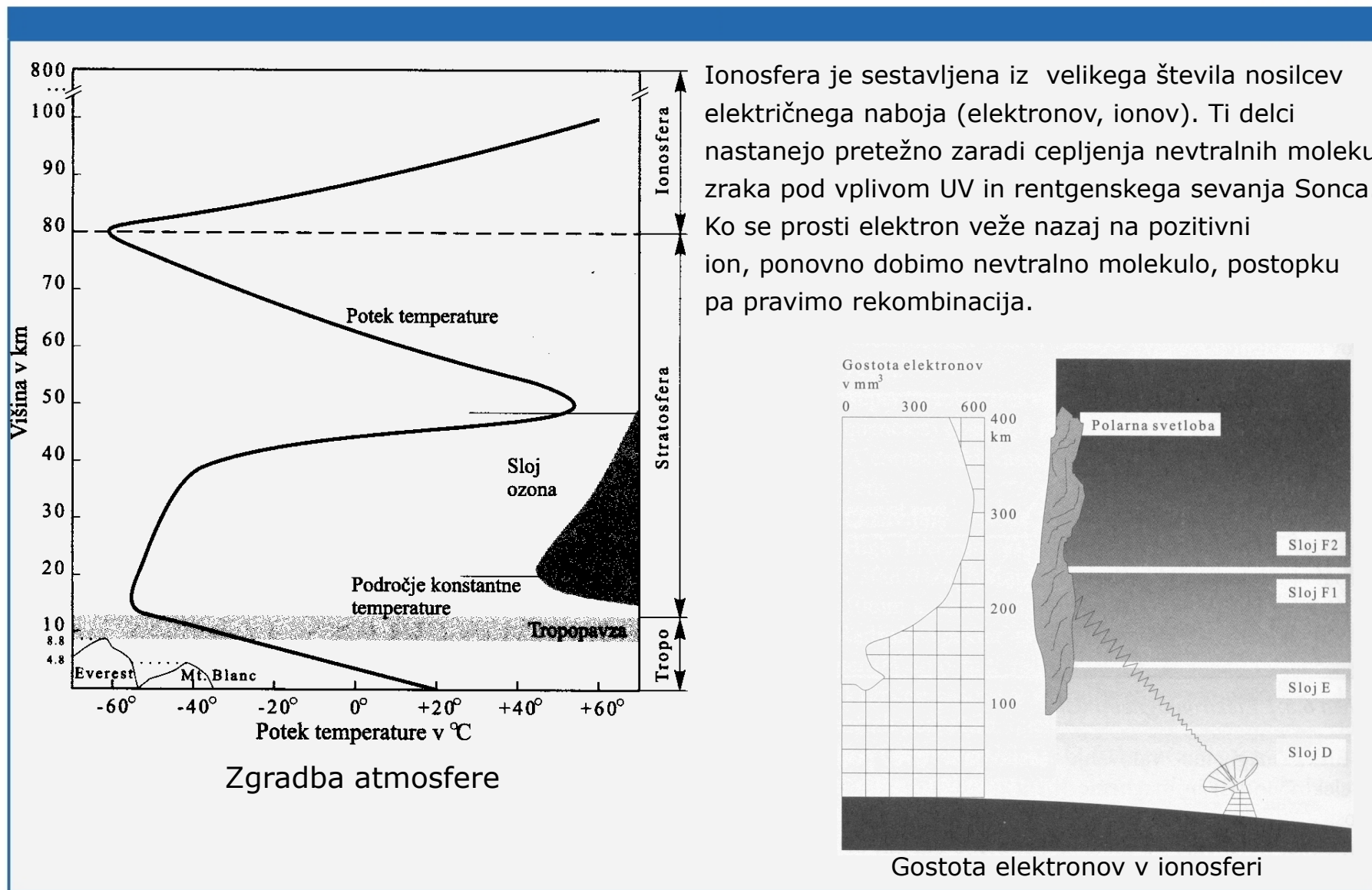
Super-refrakcija, sub-refrakcija: ukrivljanje elektromagnetnega valovanja, ki se pojavlja na VHF in višjih frekvenčnih področjih. Do pojava pride zaradi razlik v temperaturah in vlažnostih na poti med sprejemnikom in oddajnikom.



Super-refrakcija



Sub-refrakcija



Ionosfera je sestavljena iz velikega števila nosilcev električnega naboja (elektronov, ionov). Ti delci nastanejo pretežno zaradi cepljenja nevtralnih molekul zraka pod vplivom UV in rentgenskega sevanja Sonca. Ko se prosti elektron veže nazaj na pozitivni ion, ponovno dobimo nevtralno molekulo, postopku pa pravimo rekombinacija.

Glede na način širjenja delimo valove na:

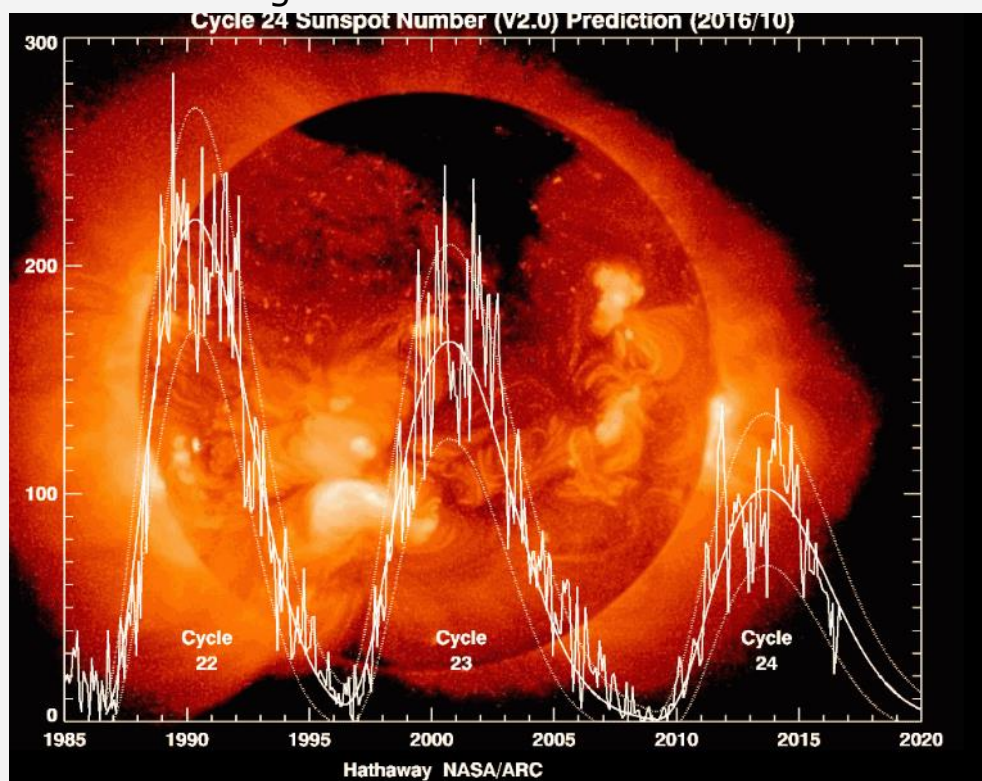
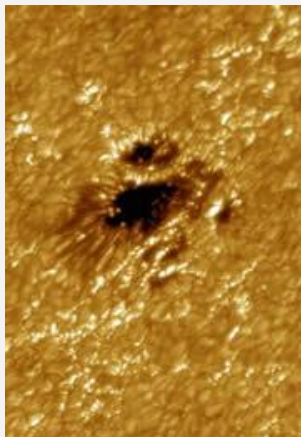
- površinske ali talne: se širijo ob površini Zemlje, zaradi tega so podvrženi absorpciji v Zemljini površini, ki narašča z višanjem frekvence valovanja. Za doseganje velikih razdalj je ta način razširjanja uporaben le za srednje in dolge valove. Na KV področju je domet površinskega vala le od 15 km do 100 km, odvisno od frekvence.
- troposferske ali direktne: 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.
- prostorske ali ionosferske: značilno za KV valove. 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 hitrostih valovanja, ki so posledice različnih gostot prostih elektronov. Frekvenca slabljenja je najnižja še uporabna frekvenca za vzpostavljanje zvez s pomočjo prostorskega vala.

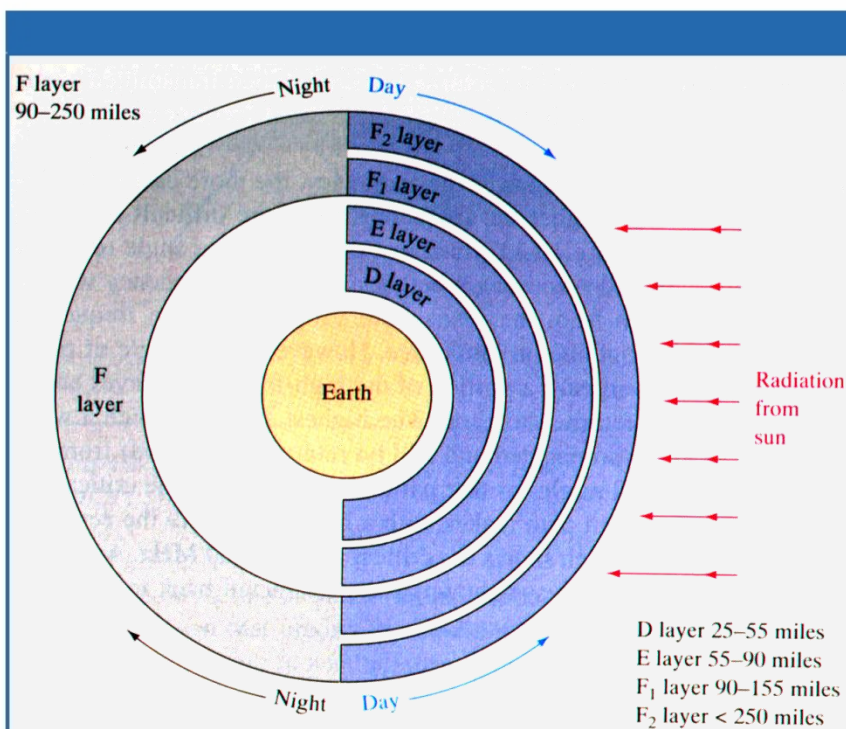
Na ionosfero najbolj vpliva UV sevanje Sonca. V obdobju, ko je UV sevanje majhno, je tudi ionizacija majhna. Zaradi tega se signali s kratko valovno dolžino prebijejo skozi ionosfero in izgubijo v vesolju. V času velike intenzivnosti UV sevanja se ionizacija poveča, kar omogoči odboj signalov s krajšo valovno dolžino.

Število sončnih peg (magnetna aktivnost sonca) se spreminja s povprečno periodo 11 let. Leta 2001 je bil maksimum, v letu 2007 smo dosegli minimum.



Sevanje sonca
[W/m²]





□ F sloj: Od vseh slojev v ionosferi najmočnejše ioniziran. 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 je podnevi višja kot ponoči

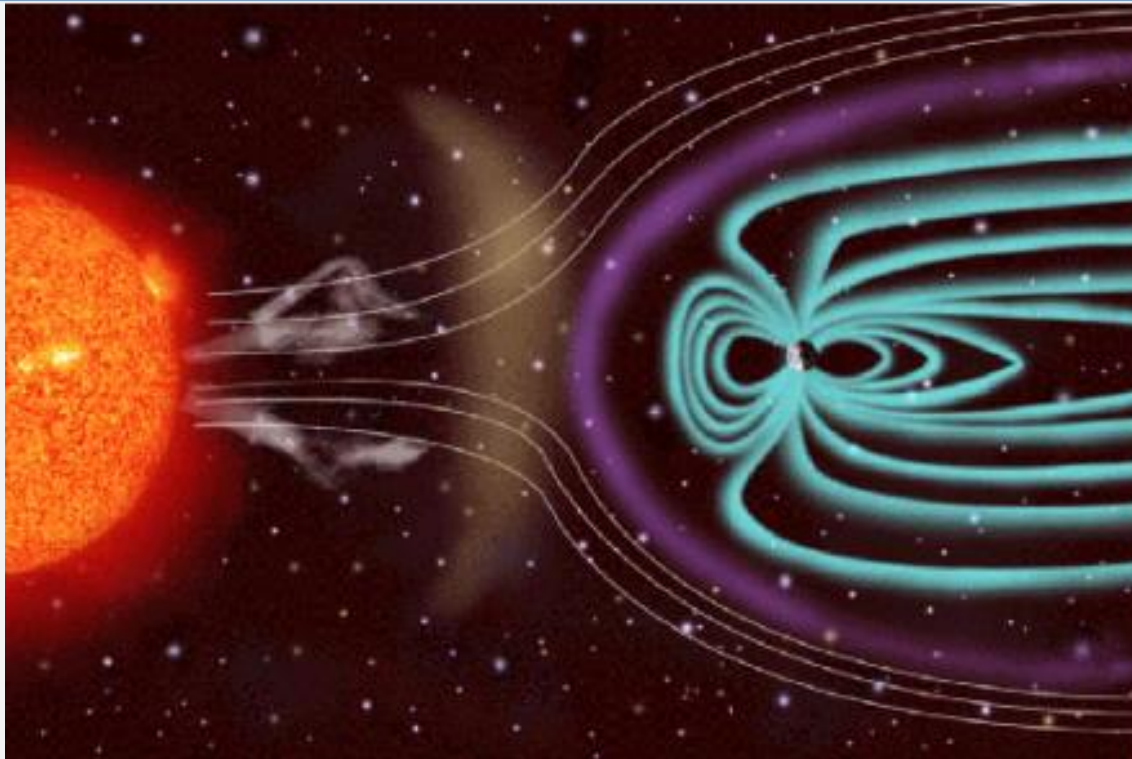
□ F1: obstaja le čez dan in nastane pod F2 slojem, zato je nezaželen, saj zaradi slabljenja otežuje odboj signalov od F2.

□ F2: Za DX zveze na KV je najpomembnejši F2 sloj. Zanj so značilne nepravilnosti ali anomalije, ki se pojavljajo občasno ali redno. Ločimo:

- dnevna anomalija (ionizacija ni največja, ko je Sonce v zenitu-opoldan, ampak v zgodnjih popoldanskih urah.
- nočna anomalija (ionizacija se poveča ponoči!)

□ E sloj: po vzhodu Sonca se ionizacija hitro povečuje in doseže maksimum okoli poldneva, nato začne padati do zahoda Sonca. Z nastankom noči E sloj v roku ene ure izgine. Es-sporadični E sloj je občasen pojav močne ionizacije v obliki oblaka. Pojav spada med ionosferske motnje in zaradi močne ionizacije lahko odbija celo UKV valove.

□ D sloj: nahaja se v relativno gostem delu atmosfere. Gostota prostih elektronov v tem sloju je majhna, zato se od njega odbijajo le relativno dolgi valovi. Kratki valovi pa skozenj prodrejo in se pri tem več ali manj oslabijo. Slabljenje pada z višanjem frekvence in je največje na 80 m, najmanjše pa na 10 m.



Sončev veter in magnetno polje Zemlje

Motnje v ionosferi so vedno prisotne in so posledica aktivnosti Sonca. Pride do povečanja sevanja, kakor tudi do povečane emisije delcev (Sončni veter). Vzrok motenj v ionosferi je največkrat veliko povečanje ionizacije v D sloju, kar ima za posledico povečanje slabljenja signalov in onemogočanje dolgih zvez. Pojavi so lahko kratkotrajni ali pa trajajo več dni, lahko tako podnevi kot ponoči.



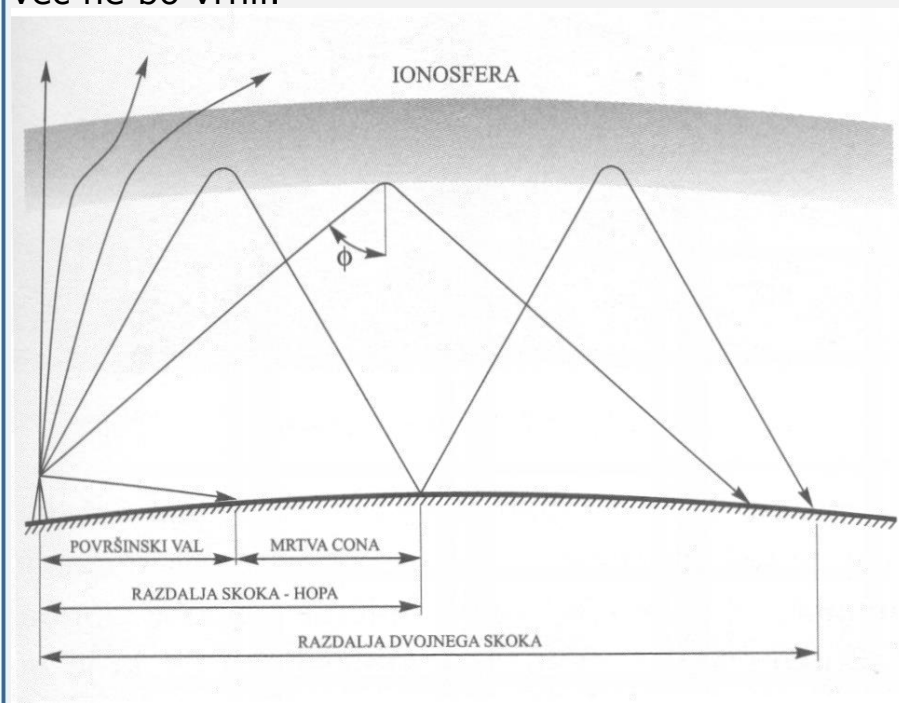
Aurora ali polarna svetloba

Polarna svetloba (aurora) je znak, da v območju Zemljinega pola obstaja zelo močno ioniziran del E sloja, ki lahko odbija UKV valove. Odboj je zelo difuzen, ker je sama struktura zelo nehomogena. Signali so zelo grobi s precej šuma in bruma. Uporaba SSB modulacije je praktično nemogoča, zato delamo predvsem v telegrafiji.

Kritična frekvenca (f_{kr}): najvišjo frekvenca vala, ki pod pravim kotom zadene ionosfero in se od nje še odbije.

MUF (Maximum Usable Frequency): 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 sončne aktivnosti.

LUF (Lowest Usable Frequency): imenovana tudi frekvenca slabljenja. Je najnižja frekvenca, ki se v KV področju še lahko uporablja za vzpostavljjanje zvez s pomočjo prostorskega vala. Valovanje s frekvenco, ki je manjše od LUF, se bo v ionosferi popolno absorbiralo, tako da se na Zemljo signal več ne bo vrnil.

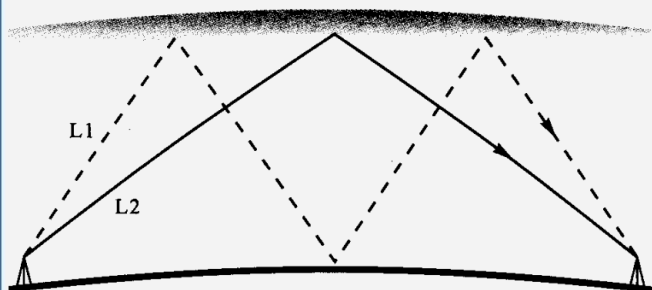


Koristno frekvenčno področje se nahaja med frekvencama, ki ju določata MUF in LUF.

$$MUF = \frac{f_{kr}}{\cos(\Phi)}$$

Mrtva cona: področje, ki se nahaja med dosegom površinskega vala in vala, ki se odbije od ionosfere.

Feding (presih): se pojavlja kot nihanje jakosti signala v zvočniku, saj v sprejemniku prihaja do interference signalov. Če so signali v fazi, se jakost poveča, če niso, se jakost zmanjša ali pa signal v celoti izgine.



VAL PRIDE DO SPREJEMNE ANTENE PO DVEH
RAZLIČNO DOLGIH POTEH ($L1 > L2$)

Feding (presih)

Feding se lahko pojavi tudi zaradi naslednjih vzrokov:

- zmanjšanje ionizacije ob zahodu Sonca
- povečanje absorpcije valov ob nastajanju D sloja v jutranjih urah
- razlika v dolžinah poti valov
- 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.
- odboj valov od dveh različnih slojev

- **2200m (136 kHz)** nizkovalovno področje – najnižji radioamaterski frekvenčni pas
- **630m (472kHz)** srednjevalovno področje
- **160 m (1.81-2 MHz):** srednjevalovno področje. **Čez dan so možne lokalne zveze na oddaljenosti okoli 100 km**, ker D sloj absorbira večino radijskih valov. Valovi, ki pridejo pod velikim kotom, se lahko odbijejo od E sloja. Problem predstavljajo atmosferski šum, industrijski šum in zelo močni signali radiodifuznih postaj, ki se nahajajo tik pod amaterskim pasom. **Propagacije so najboljše pozimi in nočnem času** (DX zveze).
- **80 m (3.5-3.8 MHz):** čez dan so možne komunikacije na oddaljenosti **okoli 400 km**, ker D sloj še vedno precej absorbira valove. Valovi, ki zadenejo ionosfero pod velikim kotom, se odbijejo od E sloja. **V zimskem času se dnevne propagacije lahko precej popravijo. Preko noči se "band odpre" in je možno vzpostavljati zelo dolge zveze.** Uspešno delo lahko motijo atmosferski šum, industrijski šum, visokonapetostni daljnovodi,...
- **60m (5351,5 – 5366,5 kHz)** kombinacija 80m in 40m pasu
- **40 m (7-7.2 MHz):** v bližini tega frek. področja se nahajajo radiodifuzne postaje z močnimi oddajniki, kar se še posebej pozna v nočnem času. Lastnost razširjanja so podobne kot pri 80 m obsegu, zveze podnevi so možne na **razdaljah tudi preko 800 km. Ko Sonce zaide, je možno komunicirati po celem svetu.** To še posebej velja za področja, ki se nahajajo **na sivi liniji** (grey line), na prehodu noč/dan. Atmosferske motnje so manjše kot na 80 m, najbolj izrazite v poletnih mesecih.
- **30 m (10.10-10.15 MHz):** podnevi je možno vzpostaviti zveze **okoli 1500 km**, v času teme pa zveze z celim svetom. Problemi industrijskega šuma so tukaj minimalni.

- **20 m (14-14.35 MHz):** to je pravi DX pas, saj je praktično 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 vedno dober, še posebno v času vzhajanja in zahajanja Sonca. Atmosferski in industrijski šum ne predstavljata hujšega problema.
- **17 m (18.068-18.168 MHz):** 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.
- **15 m (21-21.45 MHz):** ta pas ima v obdobjih velike sončeve 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. Sporadični E sloj** 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.
- **12 m (24.89-24.99 MHz):** ima veliko skupnega s 15 m in 10 m pasom. Ko je **sončna aktivnost visoka, je pravi DX pas.** Sporadični E sloj omogoča zanimiva odprtja. Tudi tu je šum praktično zanemarljiv.

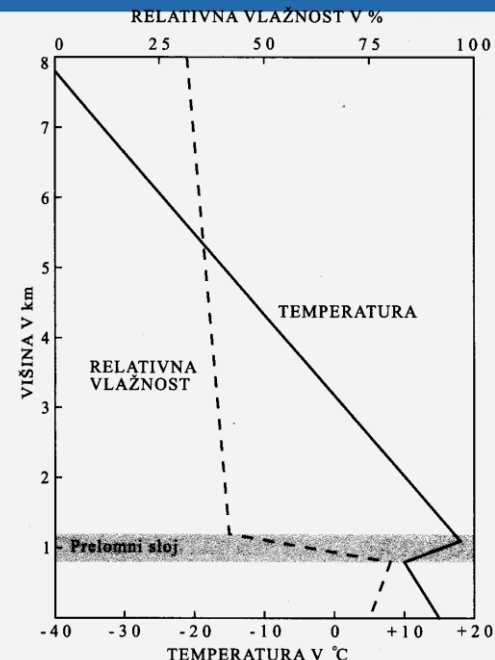
- **10 m (28-29.7 MHz):** zadnji od radioamaterskih pasov in že meji na UKV področje in ima kot tak lastnosti obeh. **Ko je sončna aktivnost velika, je možno z majhnimi močmi vzpostaviti zveze po celem svetu, tako ponoči kot podnevi.** Ko pa **aktivnost doseže minimum, je praktično "mrtev"**. Med tema dvema ekstremoma so propagacije močno odvisne od trenutne sončne aktivnosti, komuniciranje pa praktično mogoče le čez dan. Podobno kot na 12m pasu obstaja možnost pojava sporadika. Atmosferski in industrijski šum sta zanemarljiva.

Temperaturna inverzija: zaradi gibanj zračnih mas in meteroloških pojavov se lahko zgodi, da je sprememba temperature in relativne vlažnosti zraka skokovita. Pri prehodu UKV valov skozi pas inverzije se le ti zakrivijo.

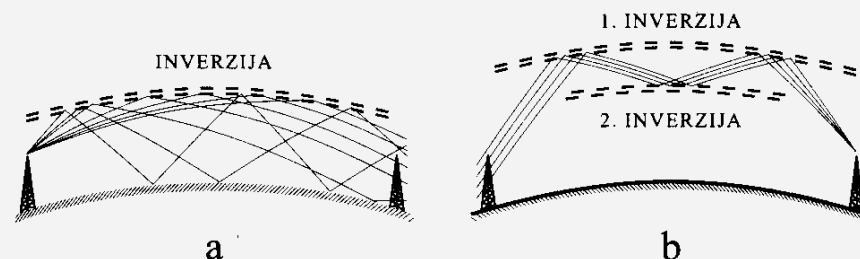
Sporadični E sloj–ES: pojav, ko v območju E sloja nastane oblak z zelo veliko koncentracijo elektronov. Tak oblak lahko odbije UKV val nazaj proti Zemlji. Ker se pojavi na visoki višini (100km) se lahko domet UKV vala poveča tudi do 2000 km. Pojav je ponavadi kratkotrajen.

Odboj od meteorskih sledi – MS: Zemlja na svoji poti skozi vesolje občasno pride v območja, kjer je število meteoritov veliko. Meteoriti običajno zgorijo na višini med 100 in 200 km, kjer ob izgorevanju za sabo puščajo močno ioniziran kanal.

Odboj od polarne svetlobe – Aurora: Polarna svetloba (aurora) je znak, da v območju Zemljinega pola obstaja zelo močno ioniziran del E sloja, ki lahko odbija UKV valove.



Potek temperature in vlažnosti v primeru inverzije



Troposferski prenos s pomočjo inverzije

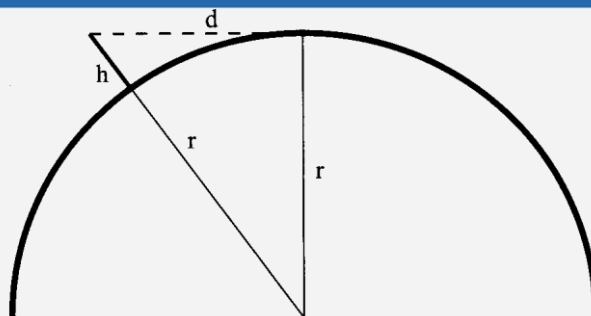
Transalpska propagacija – TAP ali FAI (Field Aligned Irregularity): FAI bi lahko prevedli kot nepravilnosti v porazdelitvi polja. Pojav je možno v pozni pomladi in zgodnjem poletju zaznati predvsem na 2 m in 70 cm področju. Značilno je, da oddani signal spremeni smer v primerjavi z linijo, ki povezuje oba korespondenta. Vzrok za pojav TAP so nepravilnosti v E sloju.

Transekvatorialna propagacija – TEP: to je dokaj redek pojav, njegova značilnost so nenavadno dolge zveze (okoli 4000 km) v smeri sever – jug, simetrično na Zemljin magnetni ekvator (njegov položaj se nekoliko razlikuje od geografskega ekvatorja). Propagacija te vrste se ponavadi pojavi ob maksimalni Sončni aktivnosti, na 50 MHz. Iz naših krajev je možno vzpostaviti zveze z amaterji na območju južne Afrike.

Delo z odbojem od Lune – EME (Earth – Moon - Earth): veliko slabljenje na prenosni poti tja in nazaj. Signal se vrne po približno 2 s od oddaje.

Delo preko umetnih satelitov: radioamaterji lahko vzpostavljamo zveze preko umetnih satelitov.

- **6 m (50-52 MHz):** frek. območje se 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 pogost je Es. Ko je aktivnost Sonca majhna, pade tudi aktivnost na tem pasu.
- **2 m (144-146 MHz):** značilno je troposfersko razširjanje valov, z občasnimi pojavi inverzije, Es, FAI, aurore. Možna je uporaba Lune kot pasivnega reflektorja ali radioamaterskih satelitov. FM del se uporablja za lokalno delo, zaradi boljšega pokrivanja terena pa se postavljajo repetitorji.
- **70 cm (430-440 MHz):** zveze so predvsem troposferske. Posebni pojavi so veliko redkejši kot na 2 m pasu. Pas se uporablja tudi za delo preko satelitov, EME in PR. FM repetitorji omogočajo boljše pokrivanje terena za lokalno delo.



Skica za izračun horizonta

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.

Približna oddaljenost se izračuna s pomočjo sledeče enačbe:

$$d = 1.15\sqrt{(r + h)^2 - r^2}$$

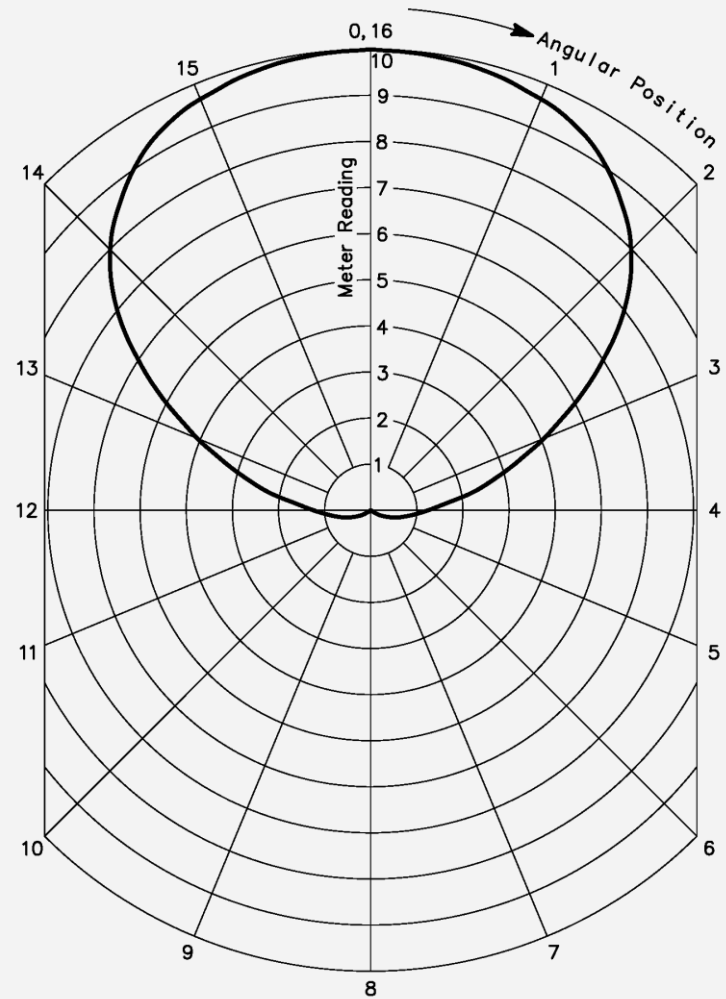
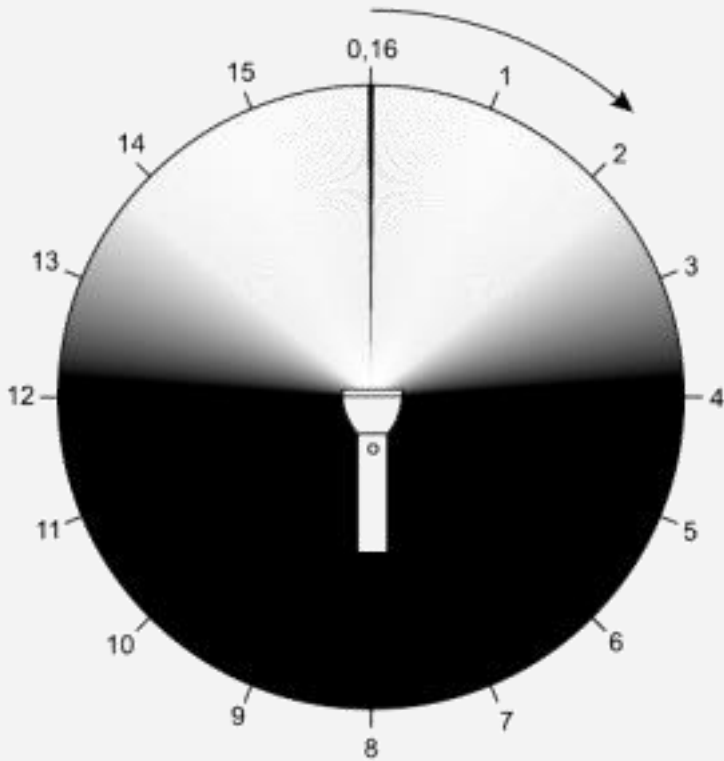
d - oddaljenost horizonta (km)

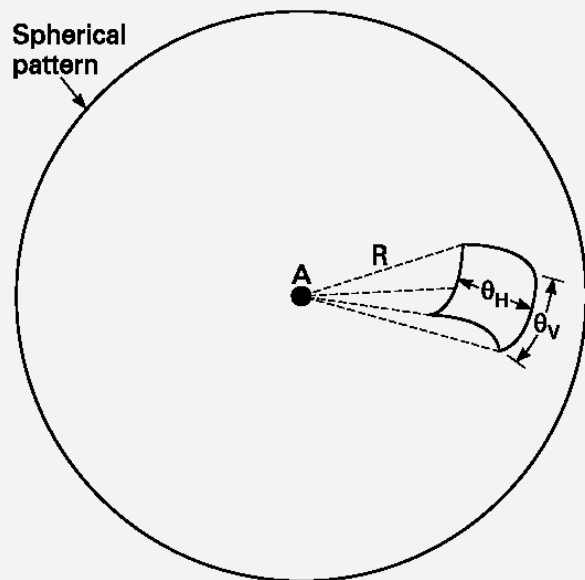
h - nadmorska višina antene (m)

r - polmer zemlje (6370km)

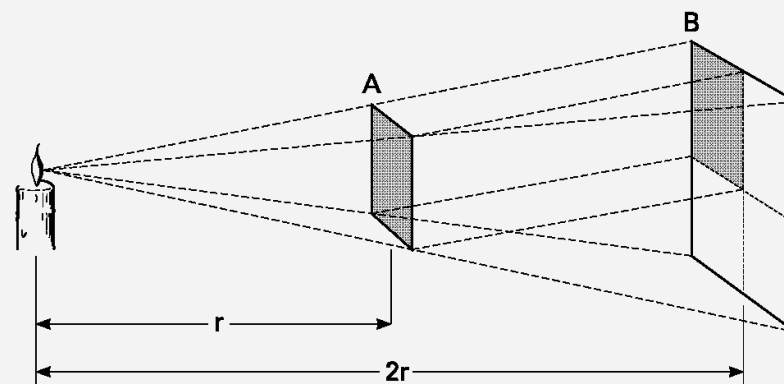
Enačbo lahko poenostavimo:

$$d = 4.13 * \sqrt{h}$$





Sevanje izotropne antene

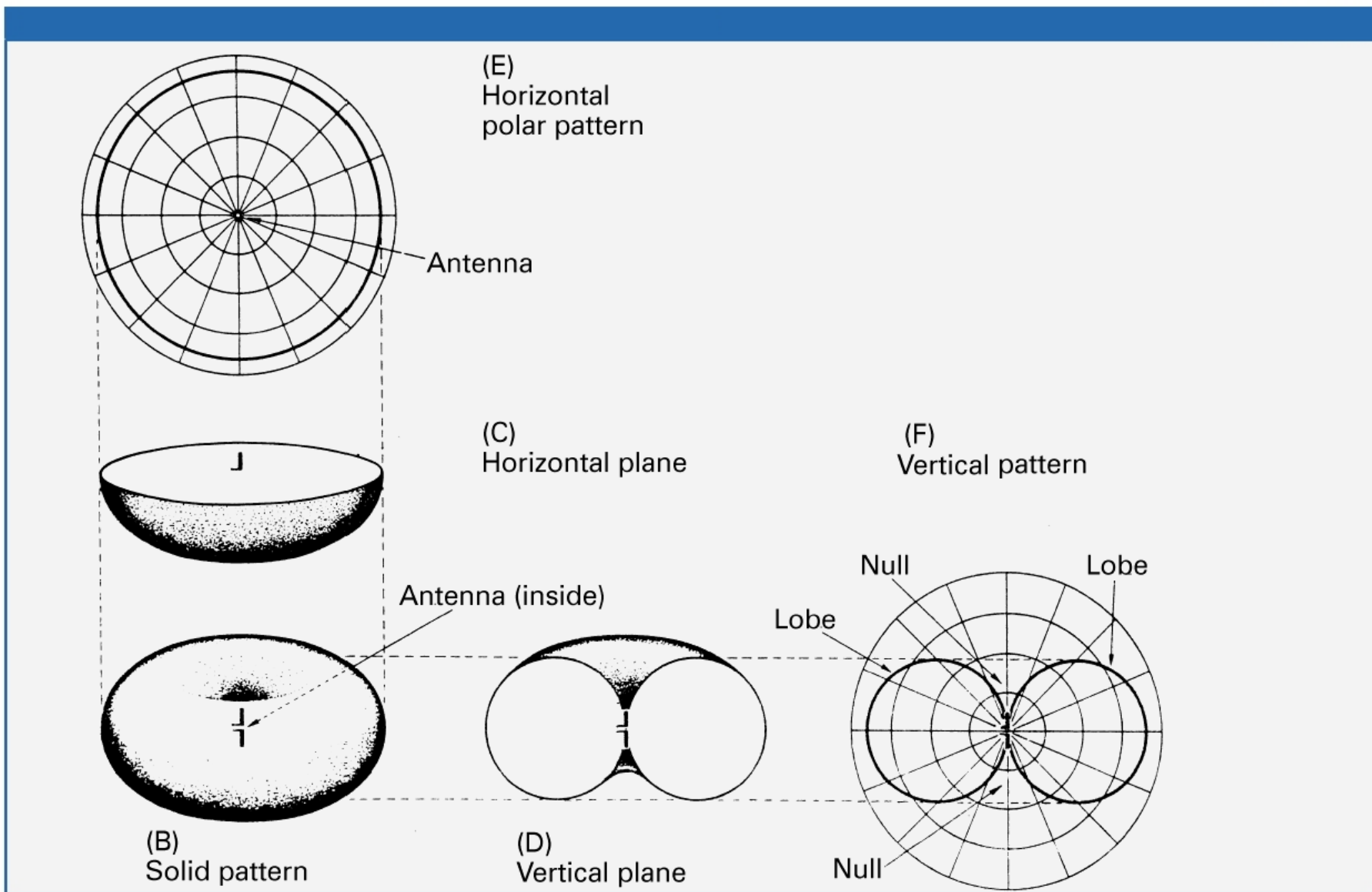


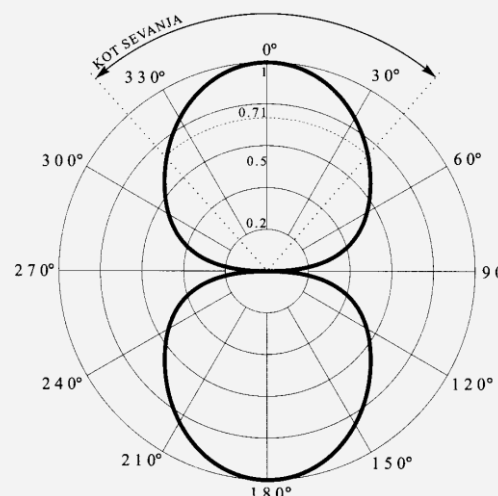
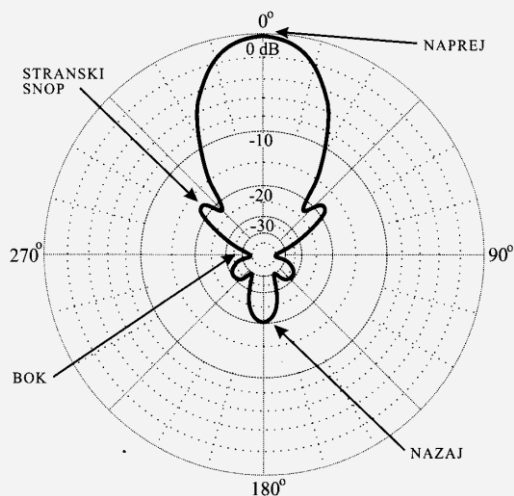
Prikaz padanja svetlobnega toka sveče

Moč, ki jo oddaja oddajnik v prostor, pada s kvadratom razdalje!

$$P = P_t / 4\pi r^2$$

Antena – sevalni diagram (1)





Sevalna diagrama antene

□ Kot sevanja pri -3 dB

□ Dobitek antene (ojačanje): je definirano kot razmerje moči, ki karakterizira porast moči usmerjene antene glede na neko referenčno anteno. Če predstavlja P_1 moč antene, ki se troši na bremenu in P_2 moč referenčne antene v istem polju, potem je ojačanje definirano:

$$G = \frac{P_1}{P_2}, G(dB) = 10 \lg \left[\frac{P_1}{P_2} \right]$$

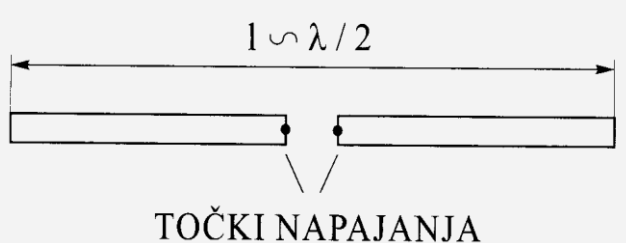
Referenčna antena: če uporabimo izotropno imamo enoto dBi, če pa primerjamo z dipolom pa dBd. (dBd-dBi=2.14dB)

□ F/B ratio – front to back ratio: razmerje med napetostjo v smeri maksimalnega sevanja (0°) in njemu nasprotnega sevanja (180°). Primer: (F-B)=0dB – (-20dB)= 20dB

□ F/S ratio – front to side ratio: razmerje sevanja v direktni smeri in sevanja v bočni smeri ($90^\circ, 270^\circ$).

ERP – Efektivna izsevana moč: je moč pomnožena z ojačanjem antenskega sistema.

$$P_{ERP} = G \cdot P$$

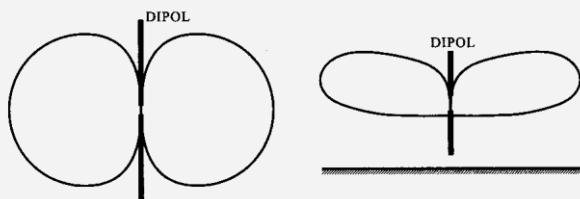


TOČKI NAPAJANJA

Polvalni dipol

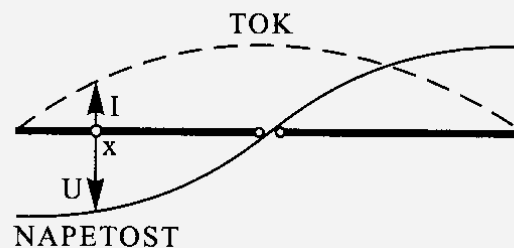
$$l(m) = \frac{150}{f(MHz)} \cdot k$$

k – faktor vitkosti (0.93-0.98)

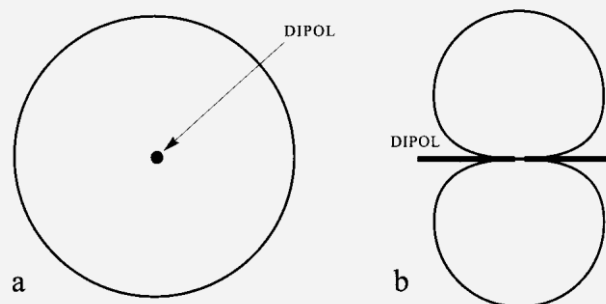


Vertikalni sevalni diagram vertikalnega dipola:

- a – v praznem prostoru (brez vpliva zemlje)
- B – na majhni višini (vpliv zemlje)

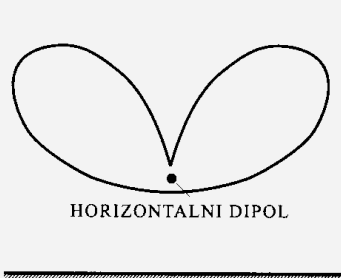


Razporeditev toka in napetosti pri polvalnem dipolu

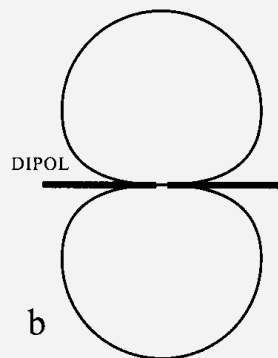


Sevalni diagram horizontalnega dipola v praznem prostoru:

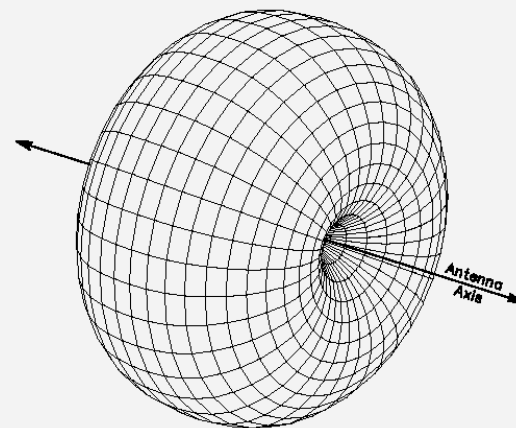
- a – vertikalni
- b - horizontalni



a



b



3D prikaz sevanja dipola

Sevalni diagram horizontalnega dipola na majhni višini:

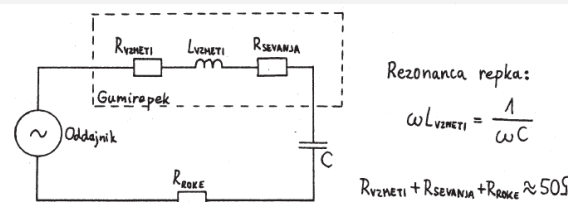
- a – vertikalni
- b - horizontalni

Priporočeno branje: Gumirepek in sevalna učinkovitost paličastih anten, S53MV

Sevalna upornost:

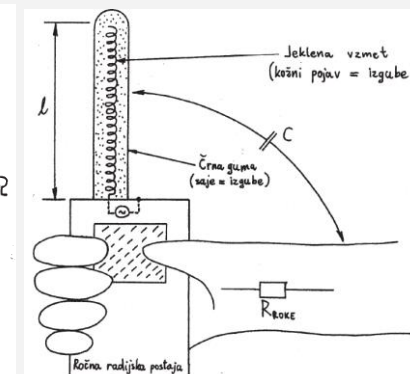
$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{R_i}{R_s}}$$

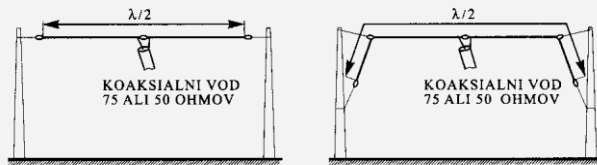
η - izkoristek
 R_i - upornost žice
 R_s - upornost sevanja



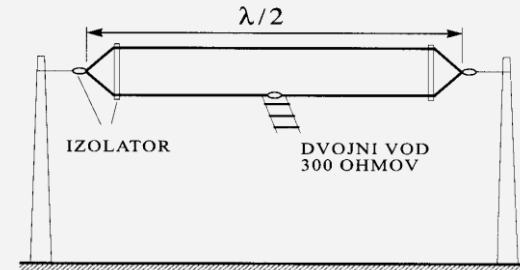
$$\text{Sevalna upornost: } R_{SEVANJA} \approx \frac{8}{3\pi} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \cdot \left(\frac{l}{\lambda}\right)^2 \approx 320 \Omega \cdot \left(\frac{l}{\lambda}\right)^2$$

$$\text{Sevalni izkoristek: } \eta = \frac{P_{SEVANJA}}{P_{ODDAJNKA}} = \frac{R_{SEVANJA}}{R_{VZNETI} + R_{SEVANJA} + R_{ROKE}}$$

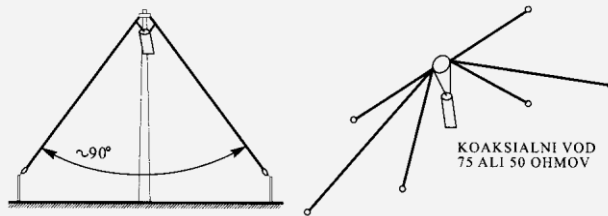




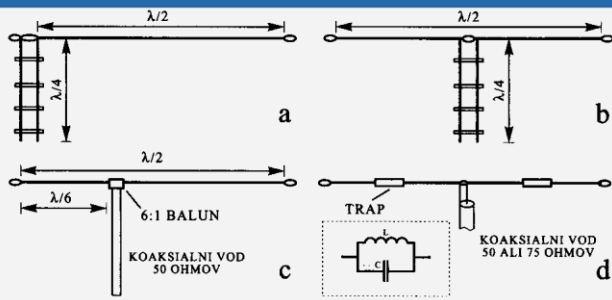
Žični polvalni dipol - izvedbe



Zaprti polvalni dipol

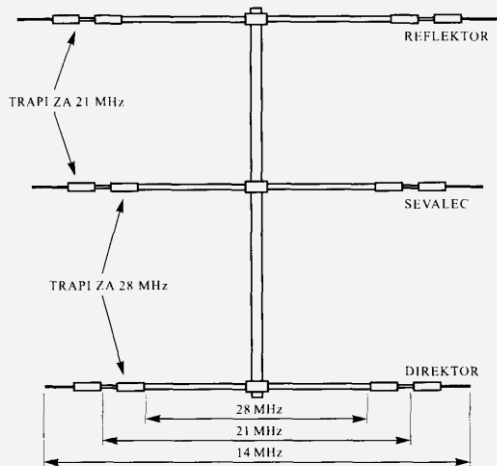


Inverted V antena

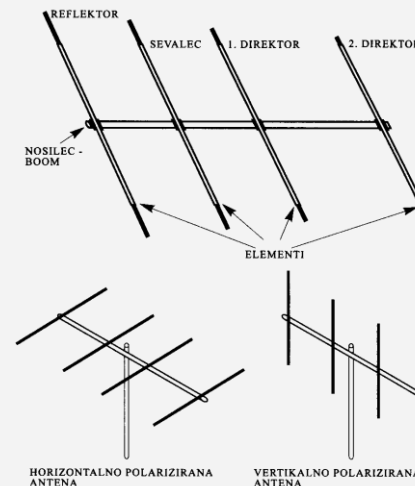


Dipoli za delo ne večih pasovih: a – Zepp, b – dvojni Zepp, c – Windom, d – Trap dipol

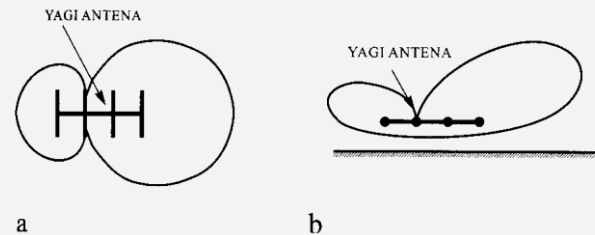
Trap: vzporedni nihajni krog, ki v resonanci predstavlja veliko upornost.



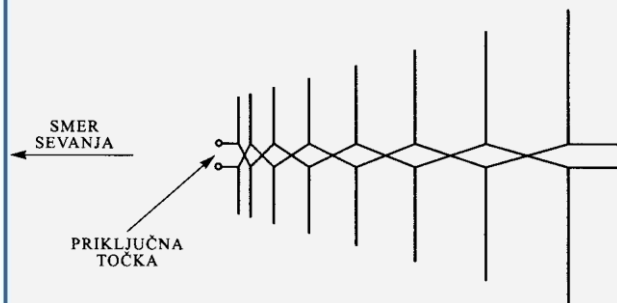
Yagi antena za delo na večih frekvenčnih pasovih



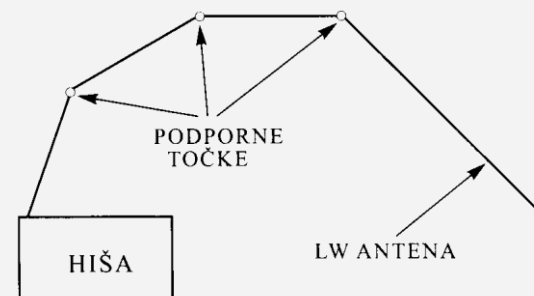
4 – elementna Yagi antena



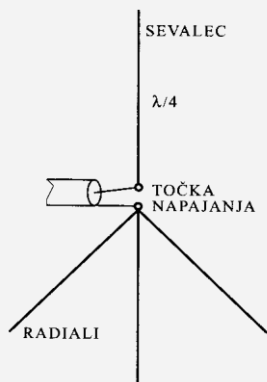
Sevalni diagram horizontalno polarizirane Yagi antene: a – vodoravni, b - navpični



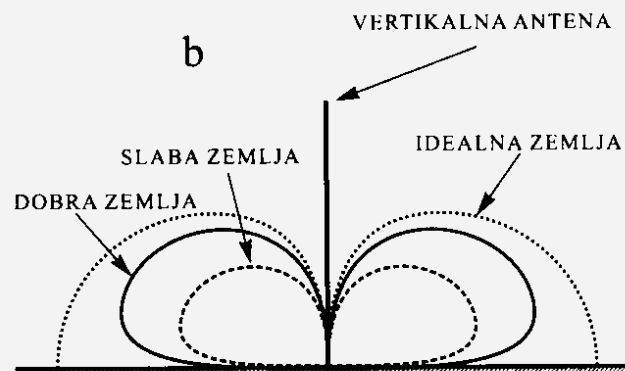
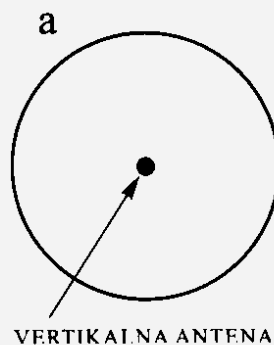
LPDA – log periodična antena



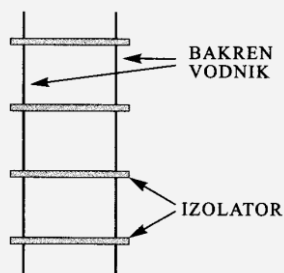
Možna postavitev Long-wire antene



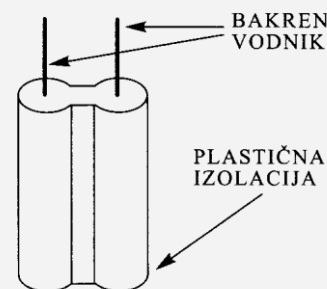
Princip Ground plane (GP) antene



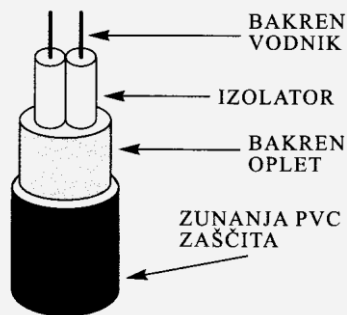
Sevalni diagram vertikalne (omnidirekionalne) antene:
a – horizontalni, b – vertikalni



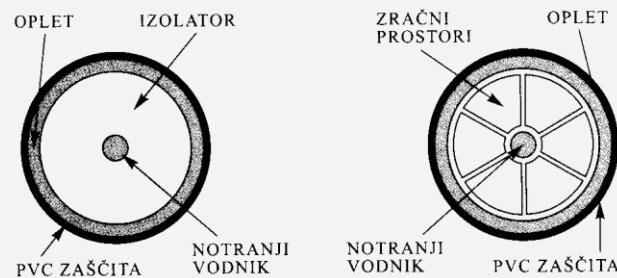
Dvožilni vod z zračnim izolatorjem



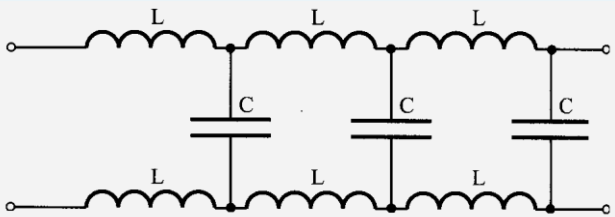
Dvožilni vod z izolatorjem iz plastične mase



Dvožilni oklopljeni simetrični vod

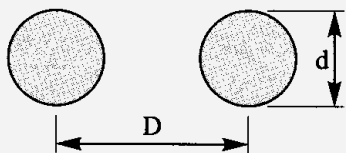


Zgradba koaksialnega voda



Ekvivalentna shema dvožilnega antenskega voda

Karakteristična impedanca dvožilnega antenskega voda:

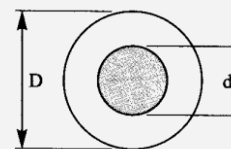


Simetrični dvožični vod

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$Z(\Omega) = \frac{120}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln \frac{2 \cdot D(mm)}{d(mm)}$$

Karakteristična impedanca koaksialnega voda:



Asimetrični koaksialni kabel

$$Z(\Omega) = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln \frac{D(mm)}{d(mm)}$$

Hitrost razširjanja valovanja v snovi z dielektričnostjo ϵ_r :

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

v – hitrost v snovi (km/s)
 c – hitrost svetlobe (300000 km/s)
 ϵ_r – relativna dielektrična konstanta

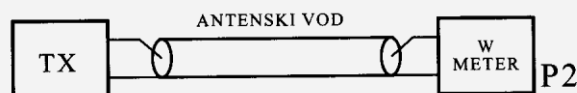
Skrajševalni faktor koaksialnega voda:

$$V = \frac{v}{c} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

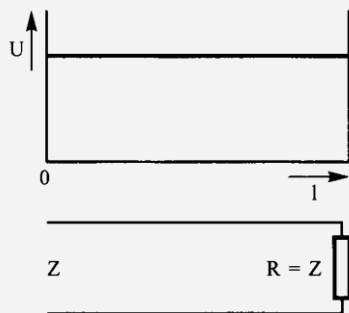
Izgube koaksialnega voda so odvisne od:

- A – so sorazmerne s kvadratnim korenom frekvence f
- B – so obratno sorazmerne z zunanjim premerom kabla (D)
- C – izgube so večje v dielektrikih z velikim ϵ_r
- D – naraščajo pri zelo majhnih in velikih karakterističnih impedancah
- E – so odvisne od specifične upornosti in magnetne permeabilnosti vodnikov

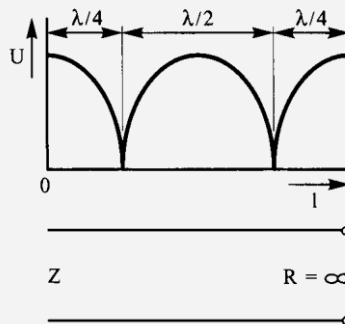
Tip koaksialnega kabla	V
RG58	0.66
RG213	0.66
RG214	0.66
RG316	0.71
RG188	0.72
H155	0.81
H500	0.81



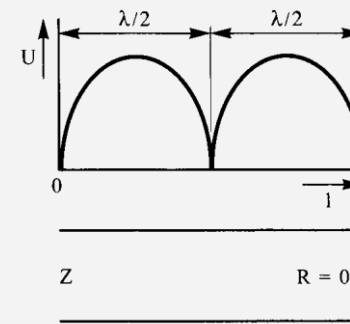
Merjenje izgub v vodu



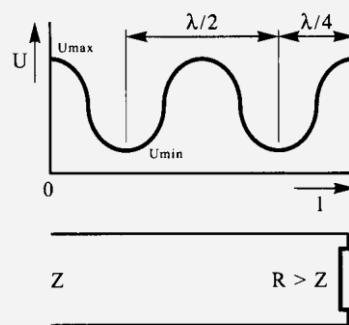
Porazdelitev VF napetosti na vodu v primeru prilagojenega bremene



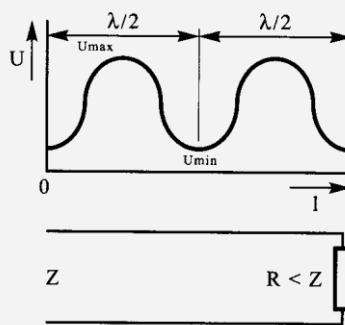
Porazdelitev VF napetosti pri odprtem vodu



Porazdelitev VF napetosti pri kratko sklenjenem vodu

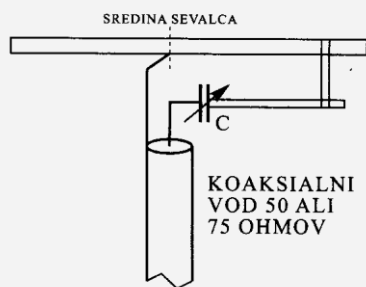


Porazdelitev VF napetosti pri $R > Z$

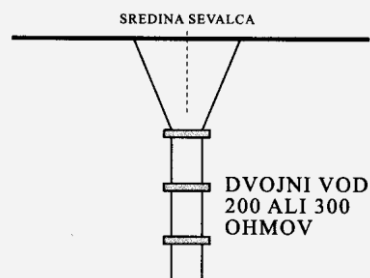


Porazdelitev VF napetosti pri $R < Z$

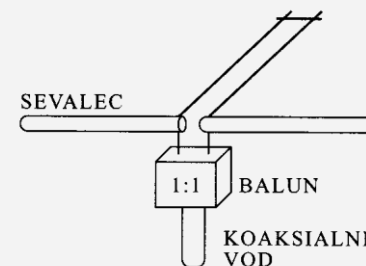
Prilagoditev voda na anteno



Gama prilagoditev

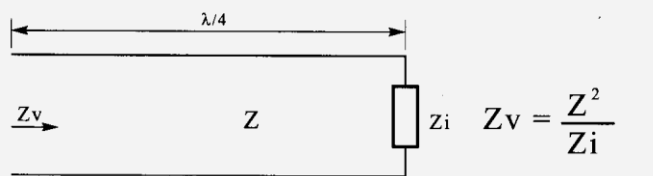


Delta prilagoditev



Hairpin prilagoditev

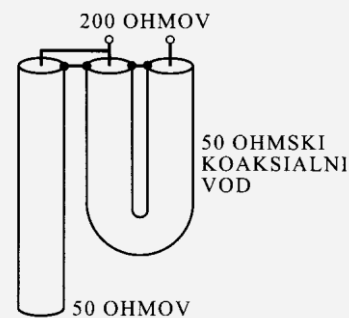
Transformatorji impedance



Četrťvalovni transformator impedance

Z =impedanca voda

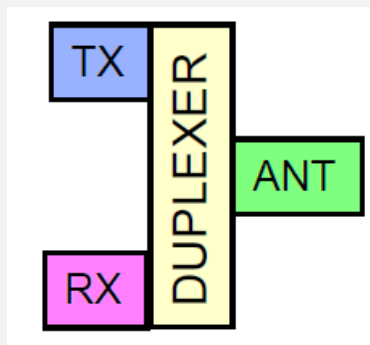
Z_v =vhodna impedanca



Polvalna koaksialna zanka

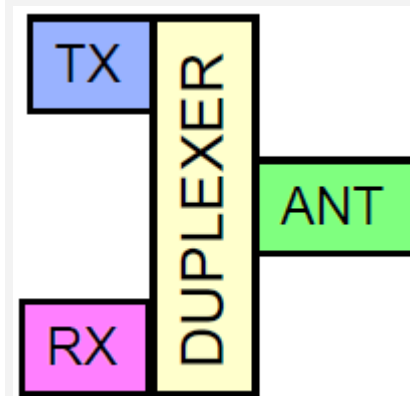
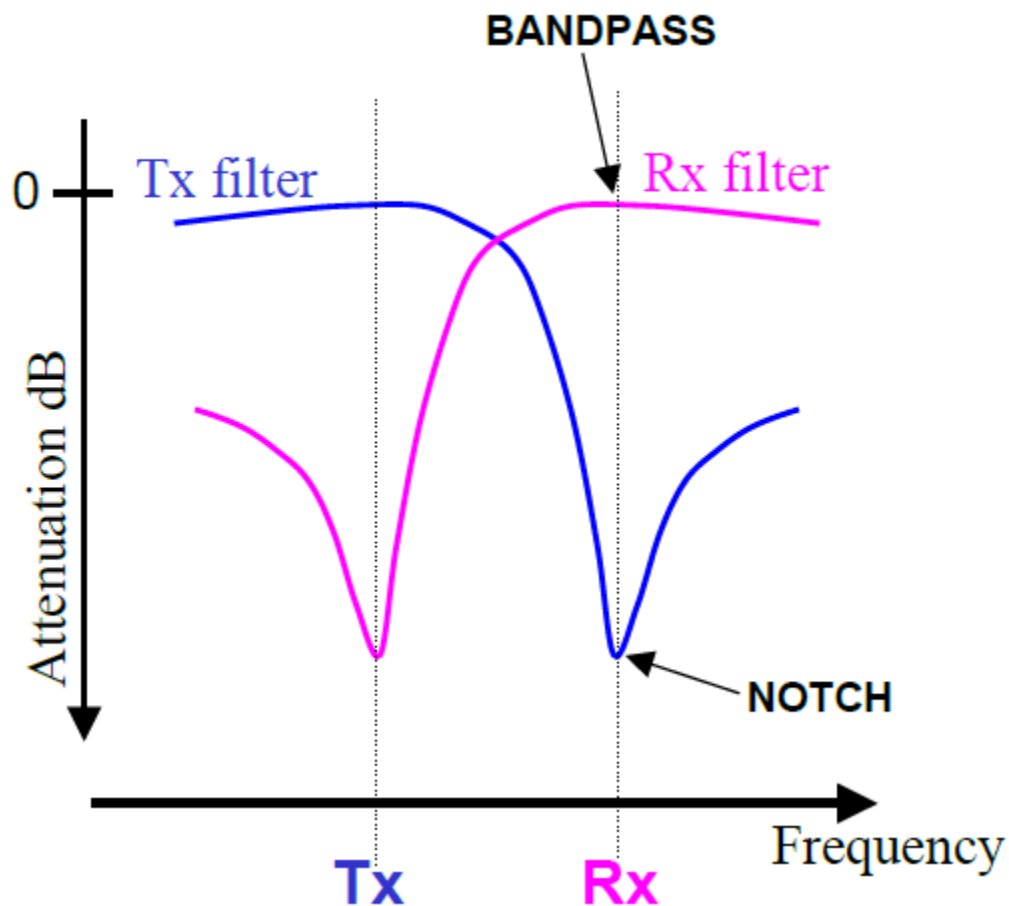
Duplexerji:

- omogočajo istočasno oddajo in sprejem na enaki anteni,
- sprejemno sito (Rx) slabi oddajni signal za ~ 75 dB ali več (30 milijon-krat),
- oddajno sito (Tx) slabi širokopasovni šum oddajnika, ki pride na priljučne sponke sprejemnika za podobno vrednost,
- željene signale slabi zelo malo,
- ima tri priključke: Rx, Tx, antena.



Vir: Jacques Audet – VE2AZX

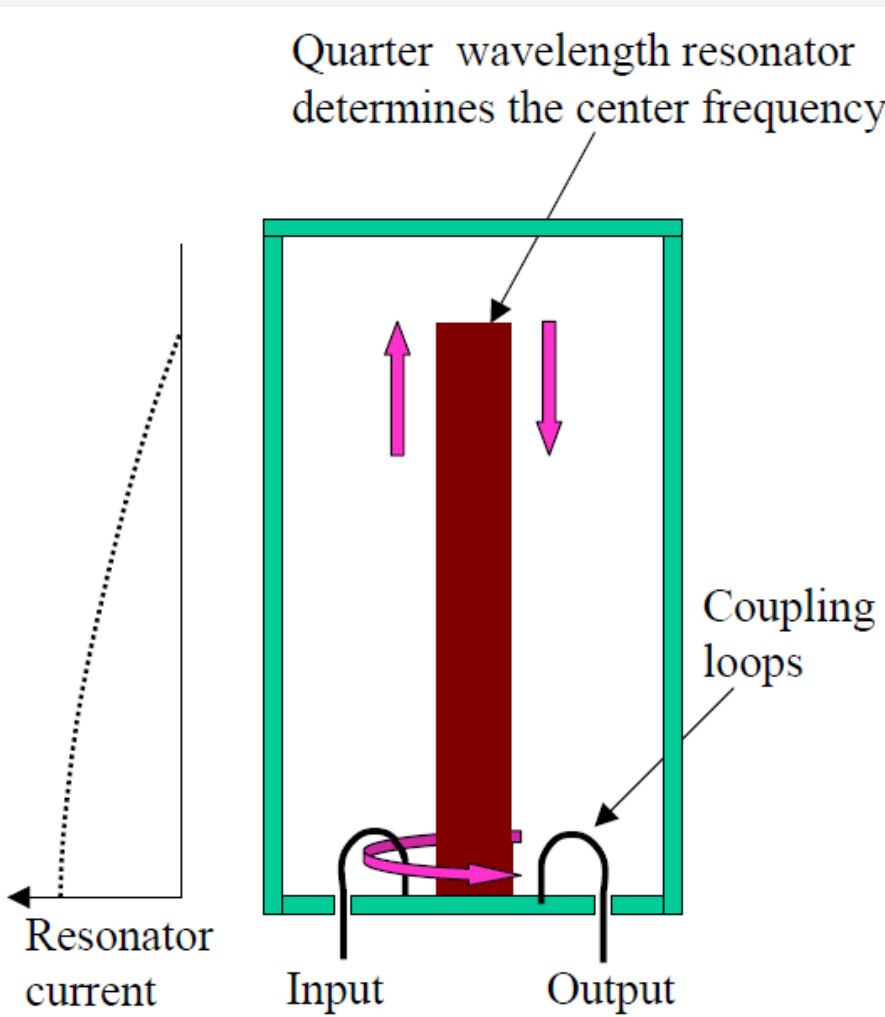
Frekvenčna karakteristika duplexerja



notch~zareza



Quarter wavelength resonator determines the center frequency



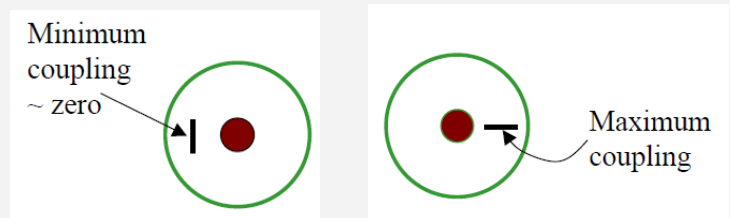
Resonator current

Input

Output

Coupling loops

Pogled vrtljive zanke od zgoraj:

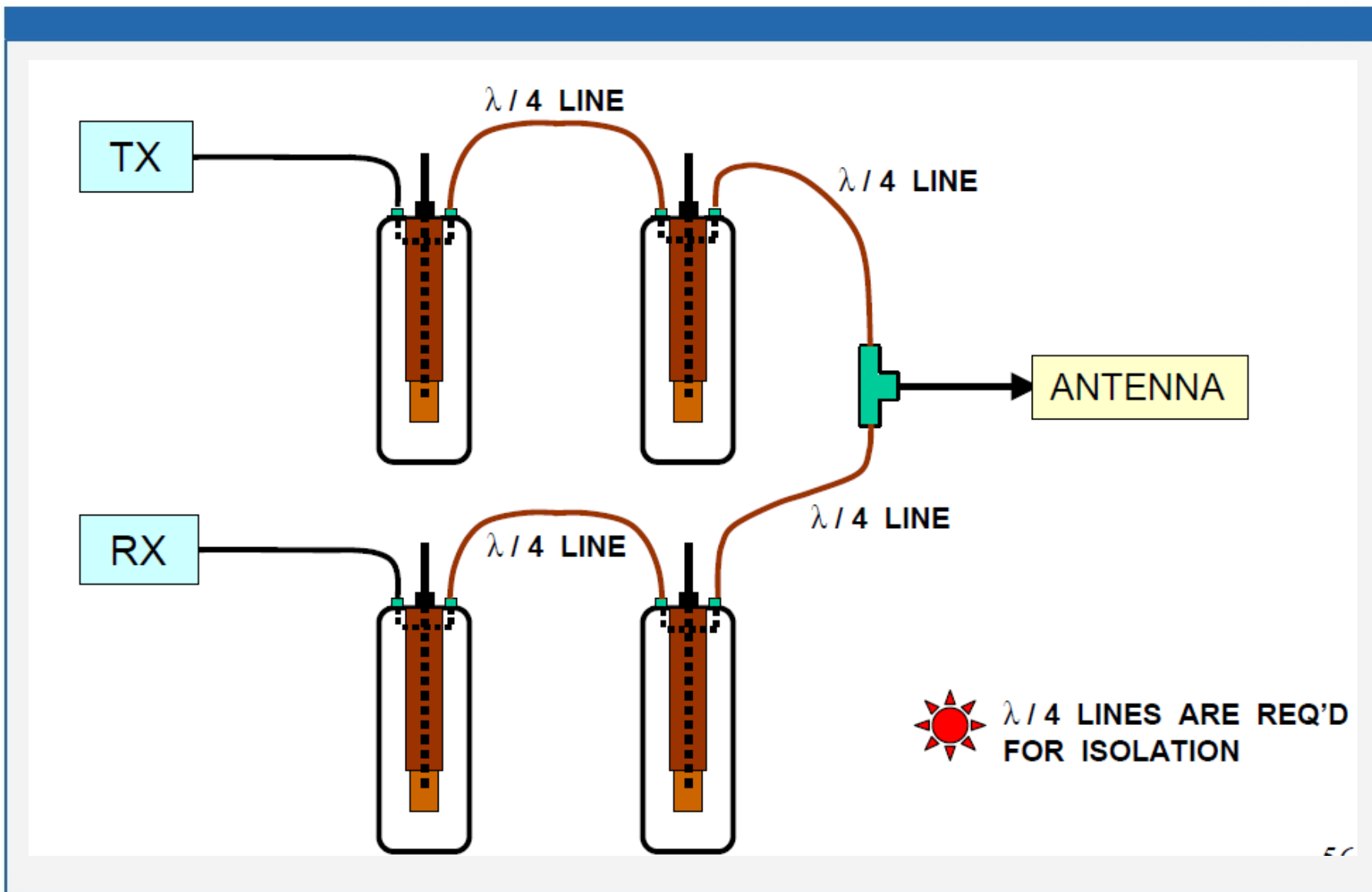


Minimum coupling
~ zero

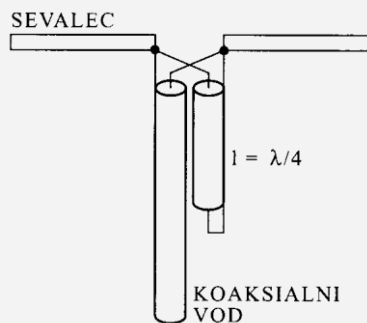
Maximum coupling

- orientacija zanke vpliva na sklop med zanko in resonatorjem
- vpliv velikosti zanke: večja zanka ima večjo induktivnost, poveča se sklop med zanko in resonatorjem
- bliže kot je zanka resonatorju, večji je sklop med njima
- velikost sklopa zanke in resonatorja vpliva na prehodno slabljenje in selektivnost v pasovnoprepustnem pasu sita in globino "notcha" pri izvedbah pasovno - prepustnih sit z notchem.

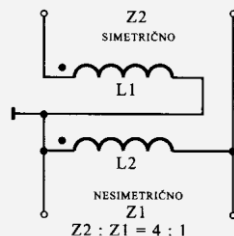
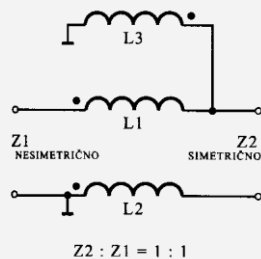
Duplexerji 4/4



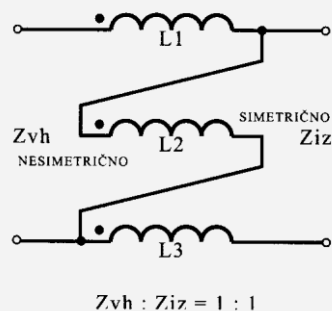
Transformatorji za simetriranje



Bazooka simetrični člen

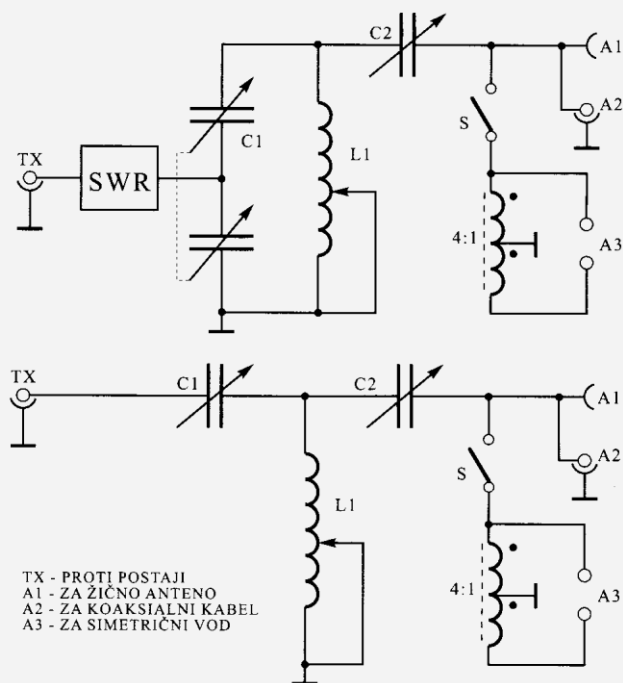


Vezavi feritnih balunov za simetriranje in transformacijo impedance 1:1 in 4:1

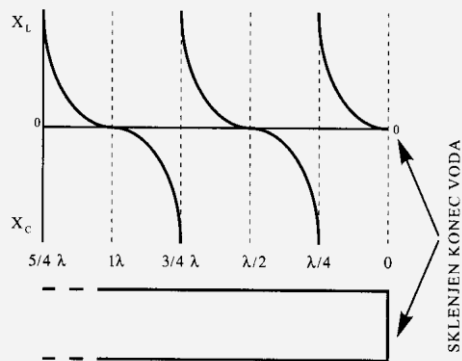


Vezava trifilarnega navitja

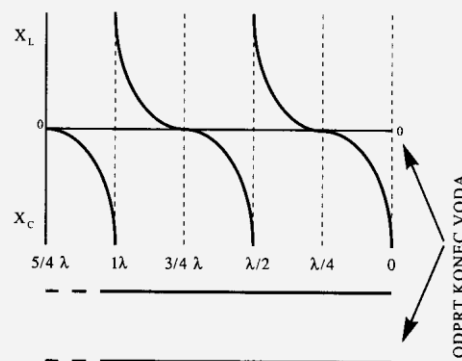
Prilagoditev oddajnika na antenski vod



Vezji za prilagoditev oddajnika na
Antenski vod



Potek impedance na kratko sklenjenem dvožilnem vodu

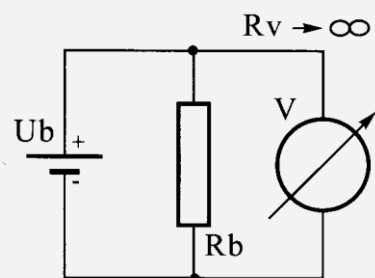


Potek impedance na odprtem dvožilnem vodu

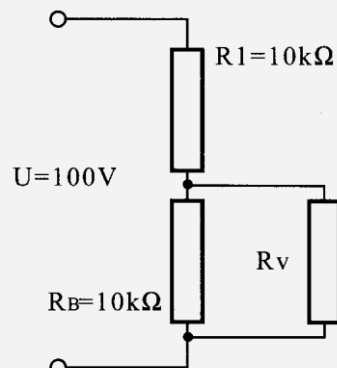
DOLŽINA VODA	SKLENJEN VOD		ODPRT VOD	
	PORAZDELITEV NAPETOSTI	DELUJE KOT	PORAZDELITEV NAPETOSTI	DELUJE KOT
$l < \lambda/4$				
$l = \lambda/4$				
$l > \lambda/4$ in $l < \lambda/2$				
$l = \lambda/2$				

Karakteristika odprtih in kratko sklenjenih VF vodih, dolgih do $1/2\lambda$

- Kratkosklenjen vod z impedanco Z in dolžino l izraženo v stopinjah ($l < 90^\circ$) ima induktivno reaktanco X_L : $X_L(\Omega) = Z \cdot \text{tg}(l)$
- Odprt vod z impedanco Z in dolžino l izraženo v stopinjah ($l > 90^\circ$) ima kapacitivno reaktanco X_C : $X_C(\Omega) = Z \cdot \text{ctg}(l)$



Merjenje napetosti



Merjenje napetosti z
realnim voltmetrom

U_v – izmerjena napetost
 R_N – nadomestna upornost (R_B, R_V)

$$U_v = U \cdot \frac{R_N}{R_1 + R_N}$$

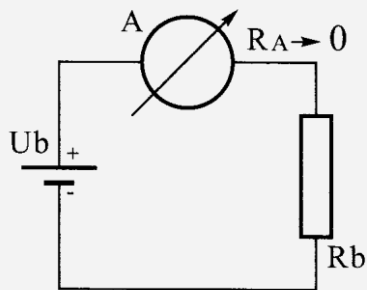
$$R_N = \frac{R_B \cdot R_V}{R_B + R_V}$$

Za merjenje napetosti priključimo voltmetr vzporedno z bremenom.

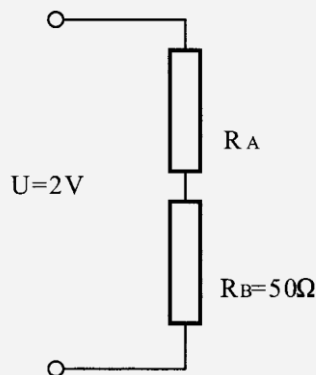
Upornost voltmetra podajamo v omih na volt (Ω/V) ter velja za vsako merilno območje posebej.

Zaželeno je, da ima voltmetr čim večjo notranjo upornost, saj s tem manj vpliva na rezultat meritve.

Digitalni merilni inštrumenti imajo bistveno večjo notranjo upornost razreda nekaj $M\Omega/V$.



Merjenje toka

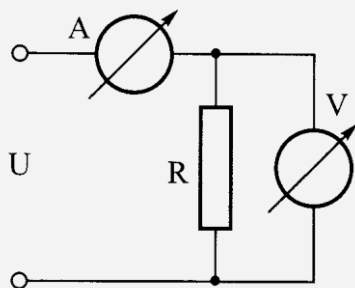


Merjenje toka z realnim
ampermetrom

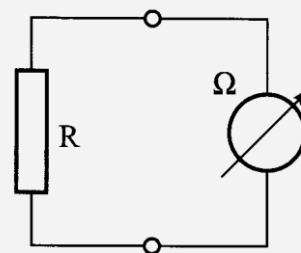
R_A – upornost ampermetra

$$I = \frac{U}{R_A + R_B}$$

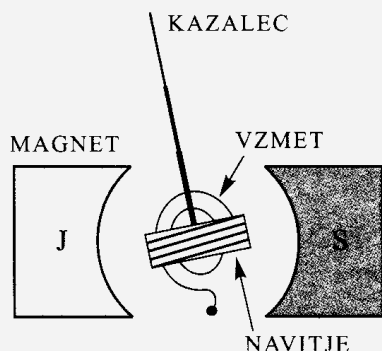
Za merjenje toka priključimo ampermeter zaporedno bremenu.
Zaželeno je, da ima ampermeter čim nižjo notranjo upornost.



Merjenje upornosti (posredno)



Merjenje upornosti



Inštrument z vrtljivo tuljavico

Merilno območje inštrumenta z vrtljivo tuljavico lahko razširimo:

- tokovno: mu upor vežemo vzporedno
- napetostno: mu upor vežemo zaporedno

Z AVO metrom lahko merimo:

- A (Amper) – tok
- V (Volt) – napetost
- O (Ohm) – upornost

Analogni ohmmeter ima ponavadi nelinearno skalo.

Ker nam tudi gibanje kazalca daje pomembno informacijo, je v določenih primerih uporabe analogni voltmeter primernejši od digitalnega.

Večinoma veličine ne moram povsem natančno izmeriti, zaradi naslednjih vplivov:

Netočnost inštrumenta:

Napake se pojavijo tako zaradi težavnosti odčitavanja, kakor tudi zaradi občutljivosti inštrumenta, merilnih pogojev, vgrajenih elementov in ostalega... Merilni napaki pravimo tudi pogrešek.

Vpliv frekvence:

Merjenje enosmernih veličin ni problematično. Pri izmeničnih veličinah lahko frekvenca vpliva na meritev toka ali napetosti, saj vemo, da so vsi instrumenti frekvenčno omejeni in lahko merijo signale do neke maksimalne frekvence.

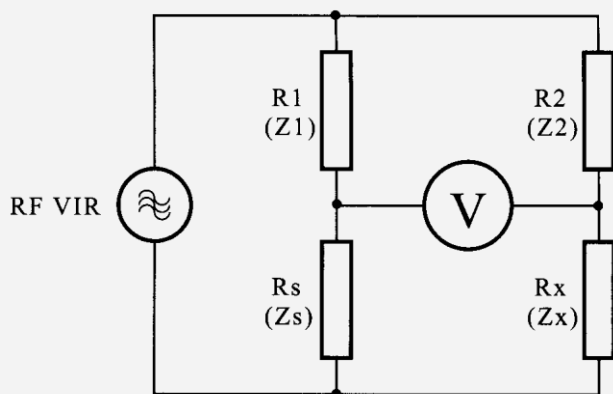
Vpliv notranje upornosti inštrumentov:

Notranja upornost voltmetra vpliva na meritev napetosti, prav tako notranja upornost ampermetra.

Vpliv oblike merjene napetosti:

Prav tako tudi oblika napetosti vpliva na meritev veličin, ponavadi imamo inštrumente, ki merijo sinusno napetost oz. tok.

Prilagojenost antene na oddajnik merimo z reflektometrom, s katerim izmerimo odbojnost. Iz odbojnosti lahko izračunamo SWR.

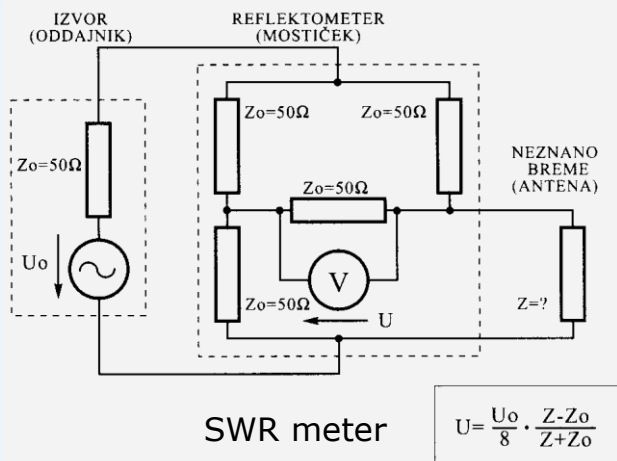


$$Z_x = Z_s \cdot \frac{Z_2}{Z_1}$$

Osnovna shema reflektometra

Reflektometer (merilec odbitih – reflektiranih valov) je v osnovi Wheatstonov mostič za visoke frekvence, kjer upornosti nadomestimo z impedancami (merilec impedance). Impedanca bremena je število, ki nam opisuje povezavo med izmeničnim tokom in napetostjo na bremenu.

Pri visokih frekvencah je težko meriti napetosti in tokove, ker so parazitne kapacitivnosti in induktivnosti inštrumentov velike, zato tudi ne moremo preprosto izmeriti impedance bremena. Zato merimo namesto Impedance drugo veličino, ki se imenuje odbojnost.



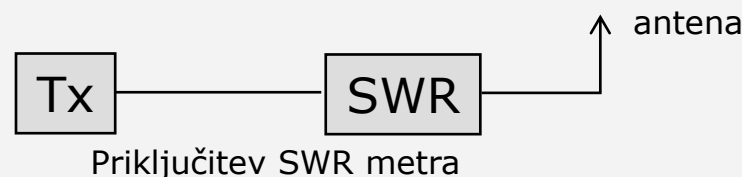
Odbojnost Γ predstavlja razmerje amplitud napredujočega in odbitega vala na visokofrekvenčnem vodu:

$$\Gamma = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0} \quad 0 \leq \Gamma \leq 1$$

Z – impedanca bremena
 Z_0 – referenčna impedanca (50Ω)
 Γ – velikost odbojnosti

Valovitost:

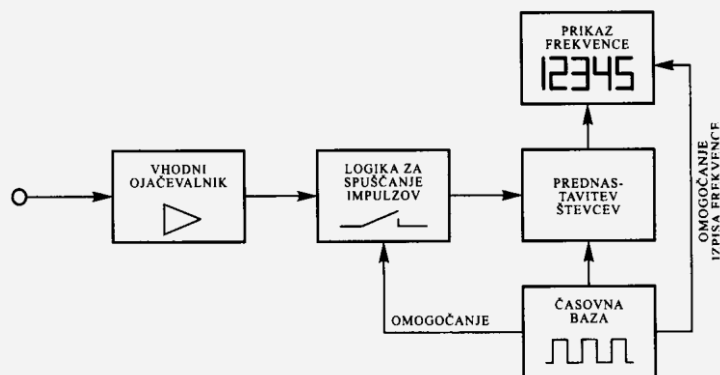
$$SWR = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} \quad 1 \leq SWR \leq \infty$$



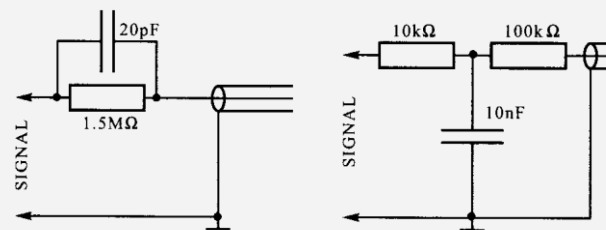
SWR	$ \Gamma $	Odbita moč [%]
1:1	0	0
1:2	0.33	11
1:3	0.5	25
1:5	0.67	45
1:9	0.8	64
1:∞	1	100

- Prilagojenost bremena na generator (npr. prilagojenost antene na oddajnik) opišemo z odbojnostjo.
- Odbojnost se ne spremeni, če med breme in reflektometer vstavimo kos brez izgubnega koaksialnega kabla, ki ima karakteristično impedanco enako referenčni impedanci reflektometra (merilnika odbojnosti oz. SWR metra).
- Meritev prilagojenosti antene na oddajnik izmerimo s SWR metrom.
- Iz odbojnost (Γ) lahko izračunamo valovitosti (SWR).
- Odbojnost nima enote:
 - Odbojnost 0 pomeni popolnoma prilagojeno breme na generator
 - Odbojnost 1 pomeni popolnoma neprilagojeno breme.
- Valovitost (SWR):
 - SWR 1 pomeni popolnoma prilagojeno breme
 - SWR ∞ pomeni popolnoma neprilagojeno breme
- Meritev valovitosti (SWR) z običajnim merilnikom SWR: preklopnik postavimo v položaj za merjenje napredujočega vala in potenciometer nastavimo tako, da inštrument kaže poln odklon. Nato damo preklopnik v položaj za merjenje odbitega vala in na skali odčitamo vrednost valovitosti.

Inštrument za merjenje frekvence se imenuje frekvenčni števec (frekvencometer). Frekvenčni števec prešteje število impulzov na določeno časovno enoto.

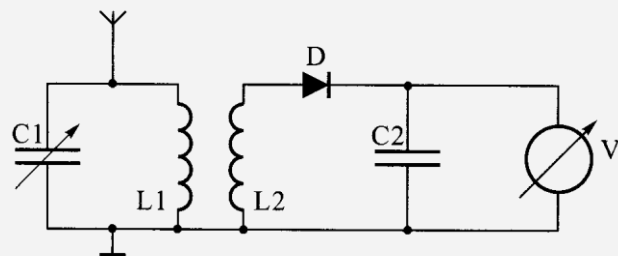


Osnovni načrt števca frekvence



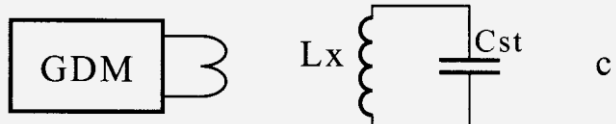
Sita na vhodu frekvenčnega merilnika

Meritev frekvence oddajnika: nastavimo ustrezno časovno bazo, nato primeren del (navadno močno oslavljen) signala pripeljemo na vhod frekvenčnega števca ter na prikazovalniku odčitamo frekvenco.



Absorbcijski merilnik frekvence

Absorbcijski merilnik frekvence deluje na principu iskanja resonančne frekvence.



Merjenje neznane resonančne frekvence

a – kremenčevega kristala

b – kondenzatorja

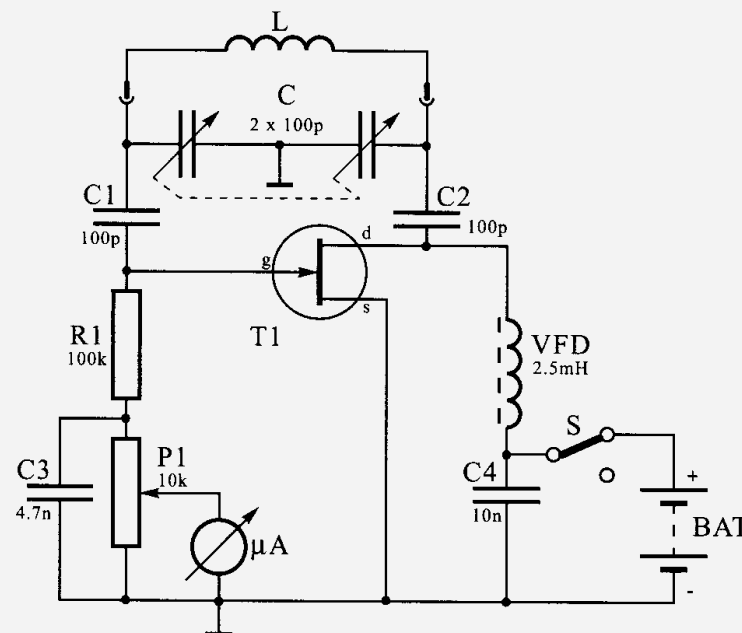
c - tuljave

Neznani element izračunamo:

$$C = \frac{25330}{L[\mu H] \cdot f^2[MHz]} [pF]$$

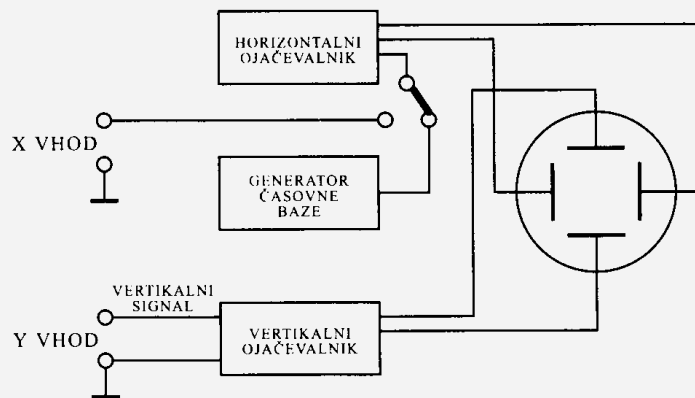
$$L = \frac{25330}{C[pF] \cdot f^2[MHz]} [\mu H]$$

Z GRID-DIP metrom lahko izmerimo kapacitivnost (induktivnost) kondenzatorja (tuljave), če povežemo znani in merjeni element v nihajni krog in izmerimo resonančno frekvenco, iz katere izračunamo vrednost merjenega elementa.

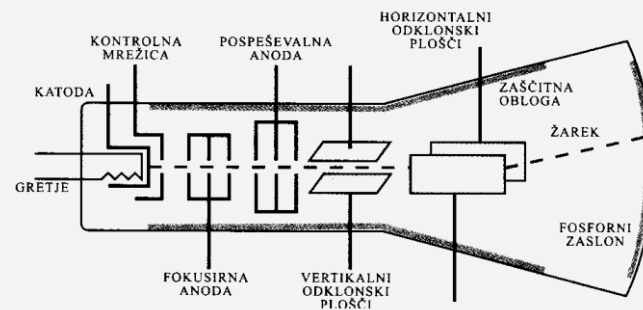


Osnovna shema GRID-DIP metra

Osciloskop je inštrument s katerim lahko opazujemo časovno obnašanje signala.



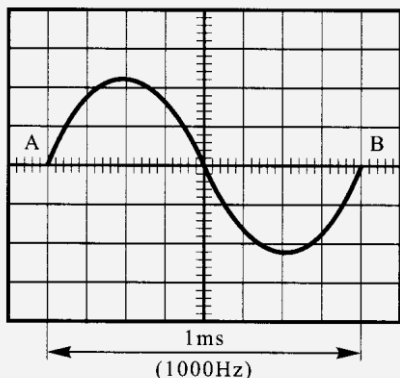
Osnovni princip delovanja osciloskopa



Prerez katodne cevi osciloskopa

Sestavni deli osciloskopa:

- vertikalni ojačevalnik (krmili vertikalni odklonski plošči v katodni cevi)
- horizontalni ojačevalnik (krmili horizontalni odklonski plošči v katodni cevi)
- Generator časovne baze



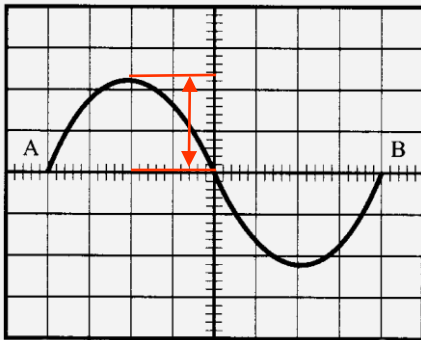
Izračun frekvence

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10^{-3} s} = 1000 Hz$$

Periodo (T) odčitamo tako, da s pomočjo mreže na zaslonu odčitamo horizontalne razdelke, ki jih pomnožimo z nastavljeno vrednostjo časovne baze (sekunda na razdelek).

Frekvenčno območje nastavimo s preklopnikom na ustrezno vrednost sekunda na razdelek.

Če želimo pogledati časovno obnašanje signala, ga priključimo na Y vhod.



Napetostno območje pri merjenju z osciloskopom nastavimo s preklopnikom na ustrezno vrednost voltov na razdelek.

Napetost iz zaslona osciloskopa odčitamo tako, da s pomočjo mreže na zaslonu odčitamo vertikalne razdelke, ki jih pomnožimo z nastavljeno vrednostjo voltov na razdelek.

Vsi osciloskopi imajo zgornjo frekvenčno mejo, ki onemogoča opazovanje signalov poljubnih frekvenc.

ANTENE

- Za napajanje anten v gosto naseljenih predelih se priporoča uporaba oklopljenih antenskih vodov, ker v nasprotju z neoklopljenimi antenskimi vodi veliko manj sevajo v okolico in s tem zmanjšujejo nevarnost motenj.

PRIKLJUČEK NA ELEKTRIČNO OMREŽJE

- Motnje se lahko širijo tudi preko električnega omrežja, vendar jih lahko odpravimo z vgradnjo filtrov in dušilk v omrežni dovod naprave.

PARAZITNE OSCILACIJE

- Da zmanjšamo pojav parazitnih oscilacij na minimum, moramo paziti na pravilno gradnjo oddajnikov, ojačevalnikov in anten.
- **MOTNJE ZARADI INTERMODULACIJSKIH POPAČENJ**

Do motenj zaradi intermodulacijskih produktov pride zaradi premočnih signalov v sprejemniku, zaradi katerih pride sprejemnik v nelinearni način delovanja.

UKREPI ZA PREPREČEVANJE MOTENJ:

Oklapljanje in blokiranje: vsi deli naprav, kjer se generira VF energija, morajo biti zaprti oz. oklopljeni, tako da preprečimo neželjeno emisijo valovanja v okolico. Dovode do naprav ponavadi s kondenzatorji blokiramo proti masi.

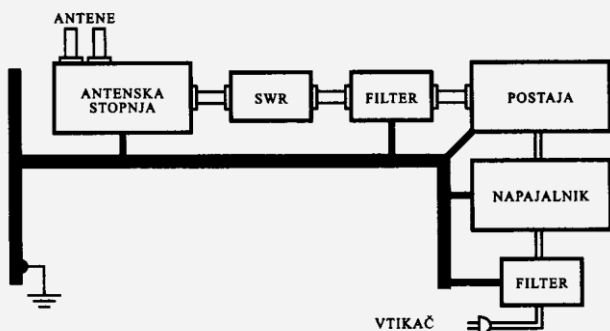
- **RADIJSKE MOTNJE – RFI** (Radio Frequency Interference): radioamaterska postaja je lahko vzrok ali pa žrtev radijskih motenj. Radijski šum je posledica iskrenja, razelektritev in delovanja večine strojev na električni pogon, ki lahko sevajo električne motnje v zelo širokem frekvenčnem spektru.
- **TELEVIZIJSKE MOTNJE – TVI** (TeleVision Interference): do TVI lahko pride zaradi preobremenitve sprejemnika, kljub temu, da sta frekvenci našega oddajnika in TV sprejemnika zelo narazen. To se zgodi največkrat, 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 pojavljajo tudi zaradi uporabe širokopasovnih TV predojačevalnikov. Odpraviti jih poizkušamo z uporabo ozkopasovnih ojačevalnikov in dodatnih filtrov v TV antenskem vodu, ki dušijo frekvence izven TV kanalov. Glavni vzrok izvora TVI motenj so tudi višje harmonske frekvence, ki jih generira naš oddajnik. Odpravimo jih z dodatnimi nizko-prepustnimi filtri na RF izhodu naše postaje.
- **DRUGE VRSTE MOTENJ:** so predvsem motnje na naših avdio in video komponentah. Problem lahko predstavljajo predolgi povezovalni kabli med posameznimi komponentami, ki delujejo kot nekakšne antene. Odpravljamo jih z majhnimi feriti, ki jih namestimo na dovode.

- Nevarnost pri delu z električnim tokom: izogibajmo se napetostim, višjim od 50 V, ki so že lahko nevarne!
- Nevarnost VF energije: Nikoli se ne dotikajmo naprav v obratovanju! Pri visokih oddajnih močeh lahko pride do opeklin kože. Opekline lahko zaznamo že pri 10 W. Pri 1500 W oddajniku se na priključnih sponkah antene pojavi napetost:

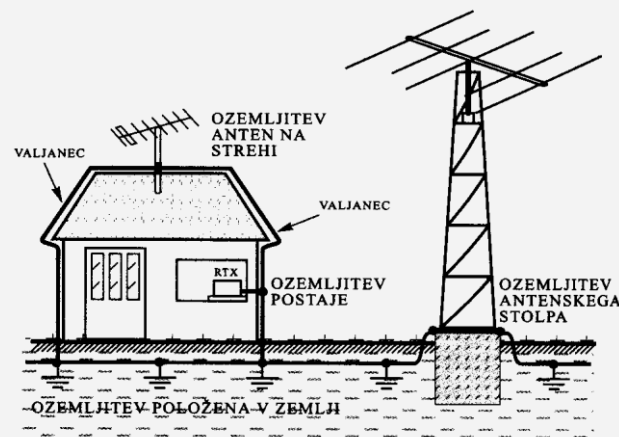
$$U = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{1500W \cdot 50\Omega} = 273V$$

Nikoli ne glejmo v usmerjene antene, saj so oči slabo prekrvavljene in lahko pride do trajnih posledic.

- Nevarnost udara strele



Ozemljitev radijske postaje



Ozemljitev objekta in antenskih instalacij

Dobra ozemljitev zmanjša verjetnost nastanka motenj.

1. S59AR et al., Priročnik za radioamaterje, ZRS, Ljubljana, 2004
2. S53MV, Radiokomunikacije, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2005
3. S53MV, Laboratorijske vaje iz radiokomunikacij, Založba FE in FRI, Ljubljana, 2000
4. S53MV, Sevanje in razširjanje, Laboratorijske vaje, Založba FE in FRI, Ljubljana, 1998
5. S53MV, Intermodulacijsko popačenje, CQ ZRS, št. 4, 1993,
6. The ARRL Handbook for radio amateurs, ARRL, Newington, ZDA, 2001
7. S51BW et al., Izpitna vprašanja za radioamaterje operaterje "A" razreda, ZRS, 2007
8. Medmrežje