

# SKRIPTA ZA POLAZNIKE RADIO-AMATERSKOG TEČAJA

## RK SAMOBOR – 9A1BIJ ZA “P” RAZRED

### UVOD:

Ova skripta je rezultat želja i potreba polaznika tečaja u Samoboru koji je trajao od 11.mjeseca 1999.g. do 24.06.2000.g. a kojeg sam kao voditelj tečaja za polaganje " P " razreda vodio.

Postojeća skripta nije davala baš sve odgovore pa sam odlučio malo pojasniti neke temeljne pojmove i relacije iz područja elektronike i elektrotehnike.Ona je dobar temelj i za polaganje viših kategorija zaključno sa B.Za A kategoriju treba malo više čitati i stručnu literaturu,baviti se radioamaterizmom duže vrijeme i pratiti stručne časopise (biti u tijeku).

Koristio sam raznovrsnu literaturu i neću je posebno navoditi.Izdao sam i riješene zadatke i grupe ispitnih pitanja po HAREC-u uz komentare,izvode i zaključke što korisno nadopunjava ovu skriptu.Ostao sam dužan još nekoliko naslova iz poglavlja "Hrvatska međunarodna pravila i postupci" te "Hrvatski međunarodni propisi" što zbog prevelikih obaveza i kratkoće vremena nisam obradio pa molim da polaznici te dijelove sami pročitaju i obrade.

Ovu skriptu treba koristiti kao podsjetnik voditelju tečaja. Polaznici tečaja ne moraju ulaziti u sve detalje koji su opisani osobito za polazni "P" razred. Diskusija se može otvoriti u svakom trenutku što je čini dinamičnom ali onda je neminovno posezanje za dodatnom literaturom.

Zahvaljujem svima koji su me na odredjeni način podržali a posebno BRANKU 9A6AQK,MILJENKU 9A2MI, ALENU 9A6GMA te bratu Mati sa otoka Raba koji je lijepo uredio sav tekst i crteže iz mojih zabilješki i obradio ih u Wordu.

Svim prijateljima radiofrekvencija želim puno uspjeha.

U Karlovcu, 04. rujna 2007. godine

## **SADRŽAJ:**

### **Tehnički sadržaj;električna,elektromagnetna i radijska teorija**

<b>Vodljivost,vodič,poluvodič,izolator,el.struja,el.polje,na.....</b>	<b>str.3</b>
<b>Ohmov zakon,Kirchoffovi zakoni,snaga energija,kapacitet baterije.....</b>	<b>str.4</b>
<b>Sinusoidalni signali,audio signali.....</b>	<b>str.5</b>
<b>Modulacija,amplitudna modulacija,tablica vrsta rada,područja i valnih duljina ....</b>	<b>str.6</b>
<b>SSB-Modulacija s jednim bočnim pojasom.....</b>	<b>str.7</b>
<b>Frekvencijska modulacija,snaga i energija,snaga sinusoidalnih signala.....</b>	<b>str.8</b>
<b>Definicija decibela.....</b>	<b>str.9</b>
<b>Omjeri snaga ulaz-izlaz,kaskadni spoj pojačala,komponente,vrste otpornika.....</b>	<b>str.10</b>
<b>Kondenzator,zavojnica.....</b>	<b>str.11</b>
<b>Transformator,diode.....</b>	<b>str.12</b>
<b>Tranzistor.....</b>	<b>str.13</b>
<b>Krugovi,filteri.....</b>	<b>str.14</b>
<b>NF i VF pojačala.....</b>	<b>str.15</b>
<b>Harmonici,detektor.....</b>	<b>str.16</b>
<b>Oscilator.....</b>	<b>str.17</b>
<b>Prijemnici.....</b>	<b>str.18</b>
<b>Odašiljači.....</b>	<b>str.19</b>
<b>Antene i prijenosni vodovi.....</b>	<b>str.20</b>
<b>Propagacija.....</b>	<b>str.21</b>
<b>Mjerenja.....</b>	<b>str.25</b>
<b>Mjere protiv smetnji,sigurnost,hrvatska i medjunarodna djelatna pravila i postupci.....</b>	<b>str.26</b>
<b>Oblik uspostave veze u telegrafiji CW.....</b>	<b>str.27</b>

# I TEHNIČKI SADRŽAJ

## 1. ELEKTRIČNA ELEKTROMAGNETSKA I RADIJSKA TEORIJA

**VODLJIVOST** (vodič, poluvodič, izolator, struja, napon, otpor, amper, ohm, volt, Ohmov zakon, Kirchoffovi zakoni, el. snaga, watt, el. energija, kapacitet baterije).

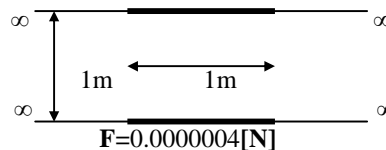
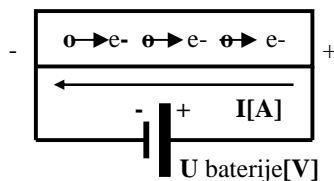
**VODIČI**= to su metali i njihove legure. Elektroni vodiča se lako odvajaju od svojih atoma. Ako se za izlazak slobodnih elektrona iz zagrijanog materijala koristi temperatura radi se o TERMOELEKTRONSKOJ EMISIJI-u praksi je to kod zagrijavanja katode elektronske cijevi.

**POLUVODIČI**= nalaze se između vodiča i izolatora. Čine najbrojniju skupinu čvrstih tijela. Imaju znatno manje slobodnih elektrona ali pod utjecajem temperature, svjetla, el. polja ili magnetnog polja mogu provesti el. struju ako se onečiste tj. ako se u njihovu strukturu ubace primjese nekih drugih elemenata (silicij, germanij, oksid bakra, neki sulfidi itd.).

**IZOLATORI**= oni nemaju slobodnih elektrona. Znatnim porastom temperature može doći do pojave slobodnih elektrona i onda gube svoja svojstva (porculan, staklo, liskun, plastične mase...).

**EL. STRUJA**= usmjereno gibanje slobodnih elektrona pod djelovanjem električnog polja. Tehnički smjer el. struje suprotan je smjeru kretanja elektrona i ide od "+" prema "-".

$I = Q/t$  [A]  
I=el. struja  
Q=količina naboja  
t=vrijeme  
[A] Amper= jedinica za mjerenje struje

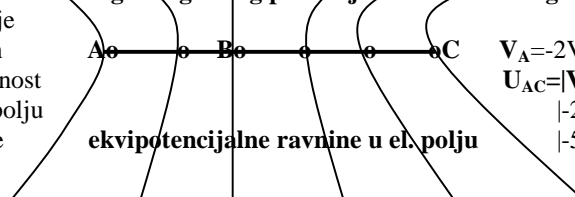


**definicija:** 1A je ona konstantna struja koja teče kroz dva paralelna vodiča zanemarivog presjeka i beskonačne duljine, u vakumu, na odstojanju od 1m i pri tom sila između njih iznosi  $F = 4 \cdot 10^{-7}$  [N]

### EL. POLJE,

**NAPON**= el. polje je uzrok kretanja elektrona tj. polje kroz koje uslijed djelovanja sile elektroni prelaze sa točke višeg energetskog potencijala na točku nižeg energetskog potencijala.

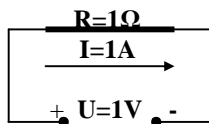
$E = u/d$  [V/m]  
E=el. polje  
U=napon  
d=udaljenost  
[V] Volt=jedinica za mjerenje potencijala i napona



$V_A = -2V$   $V_C = +3V$   $V$ =potencijal  
 $U_{AC} = |V_A - V_C| = |-2 - (+3)| = |-5| = 5V$   $U$ =napon  
između točki A i B, napon iznosi  $U = 5[V]$

**OTPOR**= osobina suprotstavljanja vodljive sredine protjecanju struje. Posljedica je činjenice da se prilikom kretanja nosioci elektriciteta npr. elektroni sudaraju s ostalim česticama materije.

$R = \rho l/S$  [Ω]  
R=otpor  
l=duljina vodiča [m]  
[Ω] Ohm= jedinica za el. otpor  
 $\rho$ = specifični otpor vodiča [Ωm]  
S=površina presjeka vodiča [m<sup>2</sup>]



**definicija:** kada kroz vodič poteče struja jakosti 1[A] pri naponu 1[V], govorimo o otporu 1[Ω].

**specifični otpori nekih vodiča:**

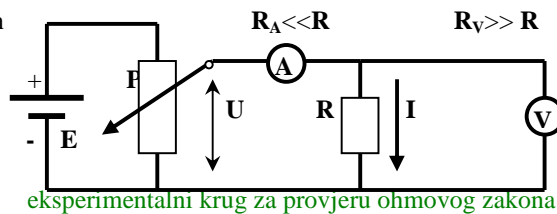
$\rho_{Cu} = 0.018 \mu\Omega m$  (bakar)  
 $\rho_{Fe} = 0.092 \mu\Omega m$  (željezo)

**VODLJIVOST**= svojstvo el. vodiča da provodi el. struju. Vodljivost je obrnuto proporcionalna el. otporu.

$G = 1/R$  [S]  
G=vodljivost  
R=otpor  
[S] Siemens=  
električna vodljivost [S=1/Ω]

**OHMOV ZAKON**=veličina el. struje[I] u el.krugu ovisi o veličini napona[U] i ukupnog otpora[R] u krugu.Pri većem naponu veća je i struja,pri većem otporu struja je manja.

$I=U/R$  [A]  
 I=struja  
 U=napon  
 R=otpor  
 E=izvor istosmjernog napona  
 P=potencijometar  
 $R_A$ =otpor ampermetra  
 $R_V$ =otpor voltmetra



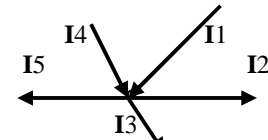
Na slici vidimo način mjerenja otpornika na temelju ohmovog zakona. Otpor ampermetra mora biti jako mali (<1Ω), a otpor voltmetra jako veliki (>10MΩ), da ne bi greška pri mjerenju bila velika.

**KIRCHOFFOVI ZAKONI**=

**Prvi Kirchoffov zakon** je zakon čvora:

Zbroj svih u čvor ulazećih struja po veličini struje mora biti jednak zbroju svih izlazećih struja po veličini, ili zbroj svih ulaznih i izlaznih struja u čvoru jednak je NULLI.

$$I1 - I2 - I3 + I4 - I5 = 0$$

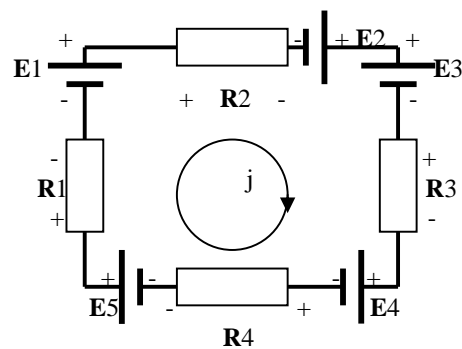


Sve struje koje ulaze u čvor imaju "+" a koje izlaze "-" predznak.

**Drugi Kirchoffov zakon** je zakon petlje:

Zbroj napona svih izvora i padova napona na svim potrošačima mora, u zatvorenoj petlji biti jednak NULLI.

$$E1 + E2 - E3 - E4 + E5 - IR1 - IR2 - IR3 - IR4 = 0$$



j=predvidjeni smjer kretanja struje

- smjer struje I izaberemo unaprijed
- izvore označimo prema smjeru petlje i to sa "+" ako podržavaju smjer a sa "-" ako ne podržavaju smjer
- sve otpornike obilježimo sa "+" tamo gdje predviđena struja ulazi a sa "-" tamo gdje izlazi iz otpornika.

Ako na kraju struja I dobije negativnu vrijednost to znači da je smjer pogrešno predviđen i vrijednost i veličina struje su dobri.

**ELEKTRIČNA SNAGA "P"**=to je učinak električne struje koja protičući kroz trošilo otpora R zagrijava trošilo.

$P=UI$  [W]    
  $P=U^2/R$  [W]    
  $P=I^2R$  [W]    
  $P=W/t$  [W]    
 [W] Watt=jedinica za električnu snagu

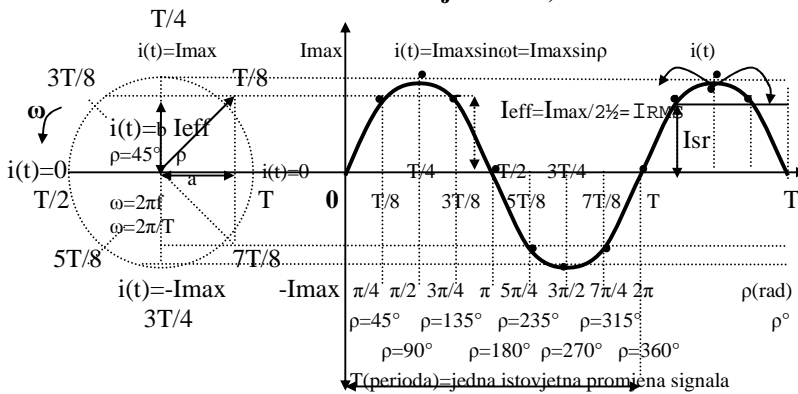
**ELEKTRIČNA ENERGIJA "W"**=je učinak električne struje u vremenu t ili električne snage u vremenu t [s].

$W=Pt$  [J],[Ws]    
  $P=UIt$  [Ws]    
 [Ws]Wattsekunda=jedinica za el. energiju ali u praksi se koriste veće i to:[kWh] kilowattsat,[MWh] megawattsat...  
 1kWh=1\*1000[W]\*3600[s]=3 600 000[Ws]:jedan kilowattsat ima trimilijunaišeststotinatisuća wattsekundi

**KAPACITET BATERIJE "Q"**

$Q=It$  [As] količina naboja [C] kulon,se u praksi ne koristi.  
 Q=45[Ah];baterija se 9h može prazniti strujom od 5[A].  
 Baterije se pune 1/10 od nazivnog kapaciteta npr.za Q=45 [Ah] puni se 10h sa 4,5[A].

**SINUSOIDALNI SIGNALI** (grafički prikaz u vremenu, trenutna amplituda, maksimalna amplituda, električna vrijednost signala, srednja vrijednost, frekvencija i hertz.)



$\omega$ =kutna brzina vektora struje [ $\text{rads}^{-1}$ ]  
 $i(t)$ =trenutna vrijednost i ona uvijek iznosi  $i(t)=I_{\text{max}}\sin\omega t$  ili  $i(t)=I_{\text{max}}\sin\rho$   
 **$I_{\text{max}}$** =maksimalna amplituda, nastupa za  $\rho=90^\circ$  u plusu + za  $\rho=270^\circ$  u minusu -  
 **$I_{\text{eff}}$** =efektivna vrijednost je ona jakost izmjenične struje koja je jednaka vrijednosti one istosmjernje struje čije bi protjecanje kroz otpor R prouzročilo isti toplinski učinak.

**PRIMJER ZA NAPREDNE:**

Pitamo se:  
 Kolika je trenutna vrijednost izmjeničnog signala za  $\rho=45^\circ$  odnosno u  $T/8$  ili  $\pi/4$ ?

Iz slike se vidi da vektor uvijek ima vrijednost  $I_{\text{max}}$  za sebe ali kako kruži kutnom brzinom  $\omega$  tako zauzima vrijednosti po pravcu b (ortogonalno) i to od vrijednosti;  
 $b=0$  za  $\rho=0^\circ$  do  $b=I_{\text{max}}$  za  $\rho=90^\circ$ .  
 Pravac "b" gledamo ako želimo sinusni, a pravac "a" ako želimo kosinusni prikaz  
 Iz slike je očito da će se prema Pitagorinom poučku moći napisati;  
 $I_{\text{max}}^2 = a^2 + b^2$   
 Kada je  $\rho=45^\circ$  tada su a i b jednaki, slijedi;  $I_{\text{max}}^2 = 2b^2$   
 $b^2 = I_{\text{max}}^2 / 2$   
 $b = \sqrt{I_{\text{max}}^2 / 2}$   
 $b = I_{\text{max}} / \sqrt{2} = I_{\text{eff}}$

**zaključak:** trenutna vrijednost izmjeničnog sinusnog signala za  $\rho=45^\circ$  jednaka je efektivnoj vrijednosti izmjeničnog signala i iznosi  $I_{\text{max}} / \sqrt{2} = i(t)_{45^\circ}$

$$I_{\text{eff}} = I_{\text{max}} / \sqrt{2}$$

vrijedi samo za sinusne i kosinusne signale.  
 **$I_{\text{RMS}} = I_{\text{eff}}$**  (root mean square) kvadratni korjen  
 **$I_{\text{sr}}$** =prosječna vrijednost izmjenične struje ako se prikaže kao istosmjerna

$$I_{\text{sr}} = I_{\text{max}} / \pi$$

$$I_{\text{sr}} = 2I_{\text{max}} / \pi$$

$f$ =frekvencija prikazuje broj istovjetnih promjena signala u jednoj sekundi

[Hz]=1 promjena=1 hertz (herc)

$$i(t) = b = I_{\text{eff}} = I_{\text{max}} / \sqrt{2} \text{ pri } \rho = 45^\circ$$

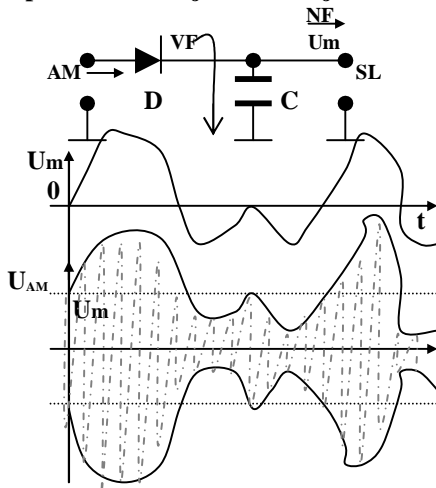
**AUDIO SIGNALI:** Audio=zvuk; zvučni signali su oni signali koje čuje ljudsko uho. Njihov raspon ide Od 300 Hz do 15kHz.

za primjer: 300-3400Hz=standardna širina telefonskog govornog kanala  
 40Hz-15kHz=područje tonova dobrog pojačala (Hi-Fi).

Zvučni (audio) signali pripadaju grupi nesinusoidalnih signala. Oni nemaju sinusoidalni oblik osim ako se radi o jednom tonu (npr. zvuk zujalice u telefoniji). Dokazano je da je u većini primjera ton od 800Hz "najtopliji" ljudskom uhu tako da se između ostaloga koristi za ispitivanje NF linija, tzv. ispitna frekvencija u telefoniji.

**demodulacija AM signala:**

Donja slika prikazuje AM signal a gornja audio ili NF signal kojemu je veličina sukladna naponu na kondenzatoru C nakon ispravljanja. VF signal – nositelj odlazi na masu.



**MODULIRANI SIGNALI** (amplitudna, fazna i frekventna modulacija, modulacija s jednim bočnim pojasom, nositelj i bočni pojasevi, širina pojasa, valni oblik).

**MODULACIJA**=postupak "utiskivanja" niskofrekventnog NF signala u noseći VF signal odašiljača.

U oscilatoru odašiljača dobijamo VF oscilacije koje imaju sinusoidalni oblik.

Trenutnu vrijednost svakog sinusoidalnog VF signala možemo matematički izraziti:

$$U_{vf} = U_{VF} \sin(\omega_{VF}t + \rho)$$

$U_{vf}$  = trenutna vrijednost napona VF vala  
 $U_{VF}$  = maksimalna vrijednost napona VF signala  
 $\omega_{VF}$  = kutna ili kružna brzina vektora  $U_{VF}$

$\rho$  = kut ili faza signala govori kakav je trenutni položaj vektora  $U_{VF}$

Na temelju gornje formule vidimo da prilikom modulacije možemo utjecati na:

- amplitudu tj. na  $U_{VF}$  (AM)
- frekvenciju tj. na  $\omega_{VF}$  (FM)
- fazu tj. na  $\rho$  (PM) (phase modulation)

Na kratkom valu (KV) amateri isključivo koriste jedan oblik (AM) a to je SSB za telefoniju. Na VHF i UHF se već koristi FM.

ponovimo:

VRSTE RADA (osnovne)	HRV.	INT.	PODRUČJE (Hz)	$\lambda$ (m) VALNA DULJINA
AM	VDV	VLF	3-30kHz	10-100km
AM	DV	LF	30-300kHz	1-10km
AM,SSB	SV	MF	300k-3MHz	100m-1km
AM-SSB-CW-PR SSTV,RTTY	KV	HF	3-30MHz	10-100m
FM-CW-AM-PR	UKV	VHF	30-300MHz	1-10m
FM-AM(TV), FSTV,PR	UKV (UVF)	UHF	300M-3GHz	10cm-1m
FSTV,FM	SVF	SHF	3-30GHz	1-10cm
—	EVF	EHF	30-300GHz	1mm-1cm

kratice:

HRV=hrvatski

INT=medjunarodni (international)

AM=amplitudna modulacija

FM=frekventna modulacija

SSB=SINGLE SIDE BAND

modulacija s jednim bočnim pojasom

CW=TELEGRAFIJA

PR=PAKETNI RADIO

(radio digitalni prijenos)

SSTV=SINGLE SCAN TV ili SLOW

SCAN TV (sporoanalizirajuća TV, šalje aliku po sliku)

RTTY=RADIO-TELEPRINTER

FSTV=FAST SCAN TV (brzoanalizirajuća TV, "brza" "prava" televizija)

VLF=VERY LONG FREQUENCY

LF=LOW FREQUENCY.....(DUGI VAL)

MF=MIDDLE FREQUENCY.....(SREDNJI VAL)

HF=HIGH FREQUENCY.....(KRATKI VAL)

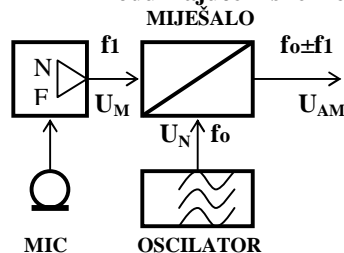
VHF=VERY HIGH FREQUENCY.....(ULTRAKRATKI)

UHF=ULTRA HIGH FREQUENCY.....(ULTRAKRATKI)

SHF=SUPER HIGH FREQUENCY.....(SUPERVISOKA)

EHF=EXTREME HIGH FREQUENCY.(EKSTREMNO VISOKA)

**AMPLITUDNA MODULACIJA**=kod ovog tipa modulacije amplitudu nosećeg signala mijenjamo u ritmu modulirajuće niske frekvencije.



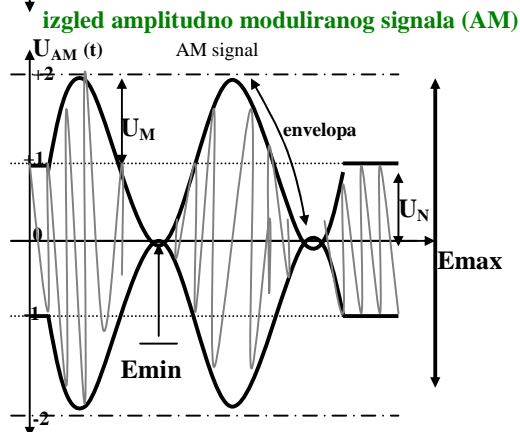
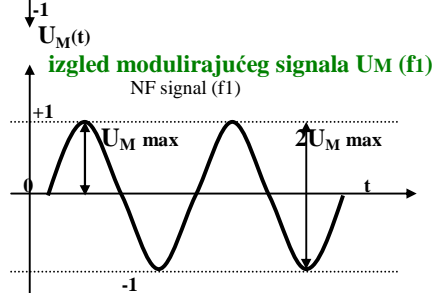
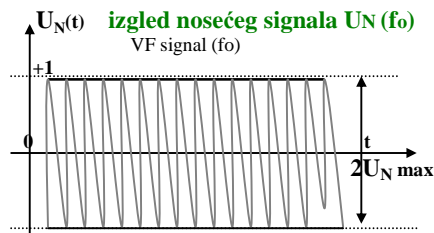
**blok shema AM modulatora:**

$U_M$  = modulirajući signal  $f_1$

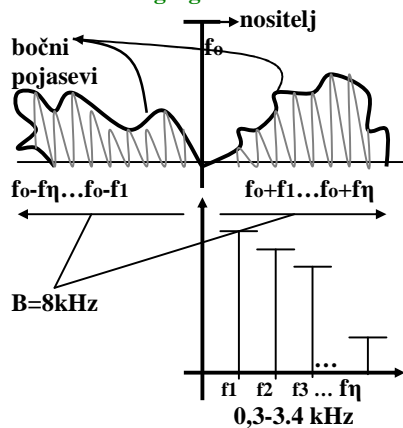
$U_N$  = noseći signal  $f_0$

MIC = mikrofoni

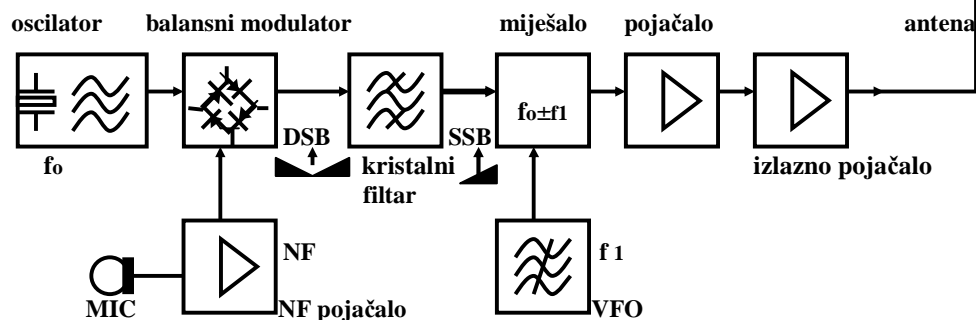
$U_{AM}$  = amplitudno modulirani signal



**frekventni spektar amplitudno moduliranog signala**



**modulacija s jednim bočnim pojasom (SSB):**



**1. blok shema predajnika sa SSB modulacijom**

**DUBINA MODULACIJE moduliranog signala (AM)**

$$Z_{AM} = \frac{2-0}{2+0} * 100\% = 100\%$$

$$Z_{AM} = \frac{1}{1} * 100\% = 100\%$$

$$E_{max} = 2U_M + 2U_N$$

**dubina AM (1)**

$$Z_{AM} = \frac{U_M \max_{(NF)}}{U_N \max_{(VF)}} * 100\%$$

**dubina AM (2)**

$$Z_{AM} = \frac{(E_{max} - E_{min})}{(E_{max} + E_{min})} * 100\%$$

Z<sub>AM</sub>=indeks ili dubina modulacije

B=širina pojasa npr. 8kHz

U<sub>AM</sub>= trenutna vrijednost AM signala

U<sub>n</sub>=trenutna vrijednost napona signala noseće frekvencije

U<sub>m</sub>=trenutna vrijednost napona modulirajućega signala

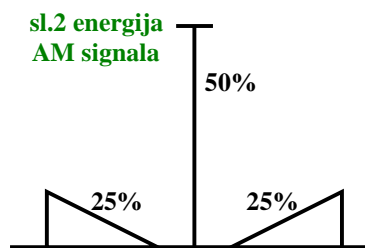
U<sub>AM</sub>, U<sub>M</sub>, U<sub>N</sub>=maksimalne vrijednosti moduliranoga signala

E<sub>max</sub>, E<sub>min</sub>=maksimalni odnosno minimalni signal AM od vrha do vrha (E=ENVELOPA ili OBUJMICA)

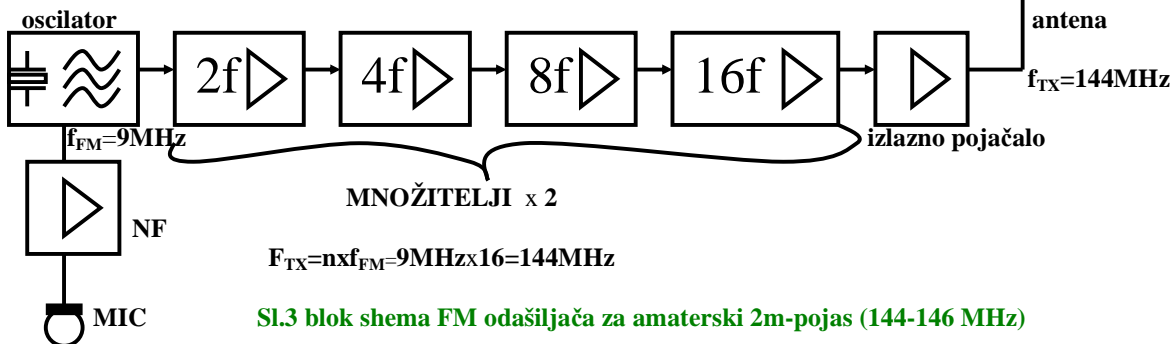
**POZOR: DUBINA MODULACIJE NE SMIJE PRELAZITI 100% JER DOLAZI DO IZOBLIČENJA SIGNALA !!!**

Poseban tip amplitudne modulacije je **JEDNOBOČNA MODULACIJA SSB** (single side band) kod koje emitiramo samo jedan bočni pojas (gornji ili donji). Drugi bočni pojas i val nositelj se potiskuju zbog ekonomičnosti i efikasnosti.

Iz slike 2 je vidljivo da je dovoljno samo 25% energije uložiti za SSB signal dok za AM signal to iznosi 100% za isti učinak.



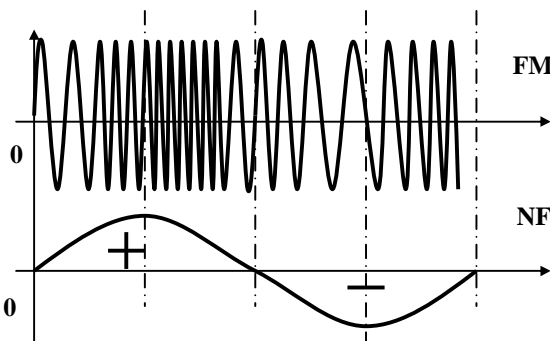
### FREKVENCIJSKA MODULACIJA (FM)=



Kod FM modulacije frekvencija ima **RAZMAH** (eng. DEVIATION) u skladu sa veličinom i predznakom modulacijskog signala.

$$\Delta f / f_m = Z$$

$\Delta f$  = devijacija  
 $f_m$  = najviša frekvencija modulacijskog signala  
 $Z$  = indeks modulacije



### SNAGA I ENERGIJA (snaga sinusoidalnih signala, dB, prilagodjenje, djelotvornost)

#### SNAGA SINUSOIDALNIH SIGNALA=

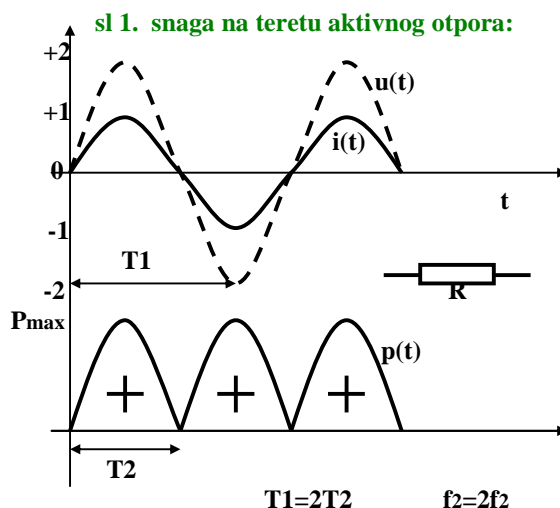
$$p = ui = u^2/R = i^2R$$

$u$  = trenutna vrijednost napona  
 $i$  = trenutna vrijednost struje  
 $p$  = trenutna vrijednost snage

$$U_{eff} = U_{max} / \sqrt{2} = 0,707 U_{max}$$

$$I_{eff} = I_{max} / \sqrt{2} = 0,707 I_{max}$$

ovo vrijedi samo za sinusne ili kosinusne signale tj. za čisti, nedomulirani ton.

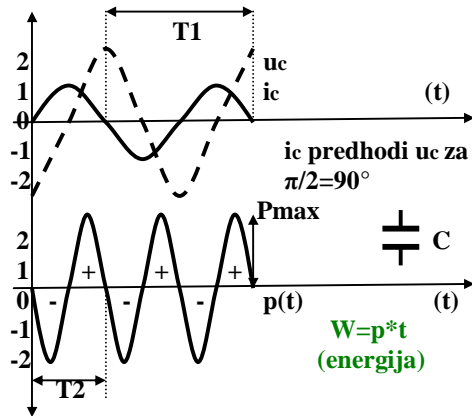


Kao što se vidi iz slike br.1 snaga mijenja svoju vrijednost u ovisnosti od trenutka-vremena i ponavlja se (pulsira) sa 2x većom frekvencijom od napona ili struje. Isto vrijedi i za R i za L i za C. Za sve je frekvencija pulsiranja 2x veća.

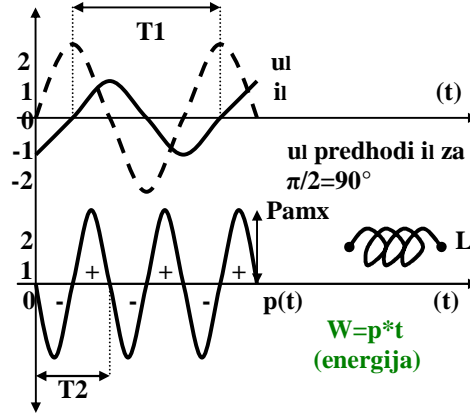


Što je različito?

Sl. 2 snaga na kondenzatoru C (idealni)



Sl.3 snaga na zavojnici L (idealnoj)



Snaga odnosno energija nije se između  $p(t)=\max$  i  $p(t)=0$  u ovisnosti od položaja (faze) koji smo već upoznali u str.3 – sinusoidalni signali) vektora, ali isto dvostrukom frekvencijom jer je  $T1=2T2$  odnosno  $f2=2f1$ .

Pa što onda?

Ona nije isto tako između  $P_{\max}$  i 0 i kod otpornika R.

Da ali iako ne postoji pojam “NEGATIVNA SNAGA” ona nije vidljiva kod otpornika R, dok je kod kondenzatora C odnosno zavojnice L vidljiva, bar teoretski sl.2 i sl.3.

Kolika je  $P_{\text{eff}}$  efektivna snaga tj. ona snaga koja stvara toplinu kao i kod istosmjernih veličina?

Odgovor se nazire iz slika 1,2 i 3 i glasi ;

a) za R primjer  $P_{\text{eff}}=U_{\text{eff}}*I_{\text{eff}}=\sqrt{2}*U_{\text{max}}*I_{\text{max}}$

b) za L i C  $P_{\text{eff}}=0$  jer se efektivna snaga izračunava preko integrala koji “čita” stanje cijele periode a ona je isto toliko negativna koliko je i pozitivna (poluperiode).

**zaključak:**

Energija W tj. snaga P se troši na otporniku R dok se na reaktantnim elementima ne troši već se nije. To je samo u idealnom prikazu jer u životu toga nema. Zbog toga uvijek trebaju novi mali impulsi zavojnicama i kondenzatorima tj. titrajnim krugovima da njihovu odnosno osciliraju “bez gušenja” neprigušeno. To pak osiguravaju tzv. Aktivni elementi kao što su cijevi, tranzistori, itd.

**DEFINICIJA DECIBELA (dB)=**

Pojačanje ili slabljenje izražavamo u (dB) da bi izbjegli pisanje i računanje u velikim brojevima. Decibel je deseti dio Bela. Bel je dekadski logaritam odnosa dviju veličina od kojih je jedna (ona u nazivniku razlomka) obično poznata.

Za takve veličine često ćemo pročitati izraz REEFERENTNA VELIČINA. (npr 1mW, 0.775V, 600Ω)

$$b_{\text{dB}} = 10 \log (P1/P2) \quad \begin{array}{l} P1 = \text{usporedna snaga} \\ P2 = \text{referentna snaga} \end{array}$$

**primjer:**

Napisati odnose snaga koje odgovaraju slijedećim vrijednostima:

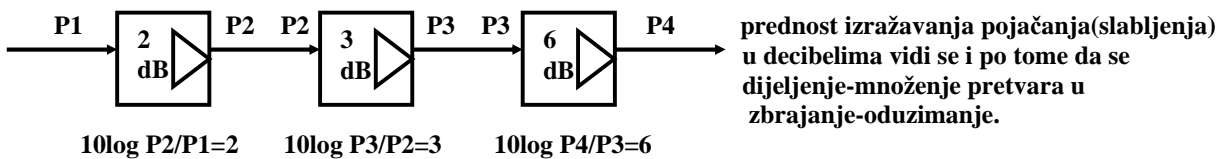
0 dB, 3 dB, 6 dB, 10 dB, 20 dB, -3 dB, -6 dB, -10 dB, -20 dB

**RJEŠENJA:**

0 dB	3dB	6dB	10dB	20dB	-3dB
$10 \log P1/P2=0$	$10 \log P1/P2=3$	$10 \log P1/P2=6$	$10 \log P1/P2=10$	$10 \log P1/P2=20$	$10 \log P1/P2=-3$
$\log P1/P2=10/0=0$	$\log P1/P2=3/10$	$\log P1/P2=0,6$	$\log P1/P2=1$	$\log P1/P2=2$	$\log P1/P2=-0,3$
$P1/P2=10^0=1$	$P1/P2=10^{3/10}=2$	$P1/P2=10^{0,6}$	$P1=10^1 P2$	$P1=10^2 P2$	$P1/P2=10^{-0,3}=0,5$
$P1=P2$	$P1=2P2$	$P1=3,98P2$	$P1=10P2$	$P1=100P2$	$P1=0,5P2=1/2P2$

za -6 dB, -10 dB, -20 dB riješi sam!!!

## OMJERI SNAGA ULAZ/IZLAZ KOD VIŠE POJAČALA SPOJENIH SERIJSKI (KASKADNO)=



prema tome ukupno će pojačanje na gornjoj slici biti:

$$10\log P_4/P_1 = 2 \text{ dB} + 3 \text{ dB} + 6 \text{ dB} = 11 \text{ dB} \quad \text{a to je } 11 \text{ dB}$$

$$10\log P_4/P_1 = 11 \quad \log P_4/P_1 = 1,1 \quad P_4/P_1 = 10^{1,1} = 12,59 \quad \underline{P_4 = 12,59 P_1}$$

### PRILAGODJENJE:

**upamtimo važno pravilo serijski spojenih sklopova!!!**

Izlazna impedancija prethodnoga mora biti jednaka ulaznoj impedanciji narednog sklopa radi maksimalnog prijenosa snaga što se naziva **PRILAGODBA**.

Svaki prethodni sklop možemo zamisliti kao izvor a slijedeći kao potrošač. Impedancija izvora mora biti ista ulaznoj impedanciji trošila a to je **prilagodjenje**. U protivnom gubi se snaga na reaktantne komponente (jalova snaga) tako da u ekstremnim primjerima trošilo postaje izvor te vraća natrag energiju koja u pravilu oštećuje prvi sklop.

### DJELOTVORNOST:

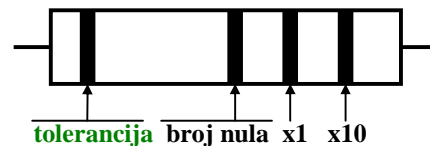
$$\eta = P_{izl} / P_{ulaz} = P_{izl} / (P_{ulaz} + P_{gubitaka}) * 100\% \quad \eta < 1 \text{ u praksi!!!}$$

## 2. KOMPONENTE (otpornik, kondenzator, zavojnica, transformator, dioda, tranzistor)

**OTPORNIK (R):** el. simbol: namjena: regulacija struje, napona u strujnim krugovima

$$R = \rho l / s \quad [\Omega]$$

$\rho$  = specifična otpornost [ $\Omega \text{mm}^2/\text{m}$ ]  
 $l$  = duljina [m]  
 $s$  = presjek žice [ $\text{mm}^2$ ]  
 $\Omega$  = jedinica otpornosti



### VRSTE OTPORNIKA:



**žičani**  
 žica se mota na keramičku cijev nosač. žica je od legure-željezo+ nikal+kobalt



**slojni**  
 grafitni film od nekoliko  $\mu\text{m}$  je namotan na tijelo od keramičke cjevčice



**masneni**  
 keramička cjevčica ispunjena sitnim ugljenim prahom

Zlatna => 5%	<b>boje:</b>
srebrna => 10%	smedja => 1
bez boje => 20%	crvena => 2
	narančasta => 3
obično se prsten tolerancije stavlja pri dnu cjevčice	žuta => 4
	zelena => 5
	plava => 6
	ljubičasta => 7
	siva => 8
	bijela => 9

snage: 1/8W; 1/4W; 1/2W; 1W; 2W; i više za veće struje

**primjer:** koje boje ima otpornik vrijednosti 4,7k $\Omega$  tolerancije 10% ako je obilježen prstenovima a kako je označen isti otpornik slovima i brojevima?

**rješenje:**

a) prvi prsten: žuta boja => 4; drugi prsten: ljubičasta boja => 7; treći prsten: crvena boja => 00 = 4700 $\Omega$   
 četvrti prsten (pri dnu) => srebrna boja  $\pm 10\%$

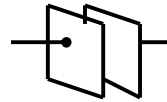
b) ili slovima i brojevima: 4k7  $\pm 10\%$

Otpornike najčešće izradjujemo u vrijednosti od nekoliko oma  $\Omega$  do nekoliko megaoma M $\Omega$ .

**KONDENZATOR (C):** el.simbol:  namjena: privremeno primanje i oslobađanje veće količine naboja

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r S / d \text{ [F]}$$

$\epsilon_0$ =apsolutna dielektrična konstanta  
 $10^{-9}/36\pi$  za vakum  
 $\epsilon_r$ =relativna dielektrična konstanta



$\epsilon_r=1$  za suhi zrak  
 $\epsilon_r>10$  za keramiku

S=površina ploča [m<sup>2</sup>] d=razmak ploča [m]

**vrste:**

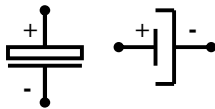
**zračni**  $\epsilon_r=1$  2-3 kV/mm  
**papirni**  $\epsilon_r=2$  8-25 kV/mm  
**mica**  $\epsilon_r=5,4$  25-200 kV/mm  
**keramika**  $\epsilon_r>10$  —

**što se navodi kod kondenzatora (što piše na njemu)?**

a) kapacitet 1pF-70000μF  
 b) tolerancija 1%, 2%, 5%, 10%  
 c) napon 6V-više tisuća V  
 d) električna čvrstoća ne piše ali je uvijek treba znati : kV/mm

Kao što se vidi najkvalitetniji su keramički kondenzatori koje u pravilu koristimo pri nižim naponima na VHF području kao tzv. vezne kondenzatore zbog velikog kapaciteta pri razmjerno malim naponima.

**elektrolitski kondenzator:**



el. simboli elektrolitskih kondenzatora

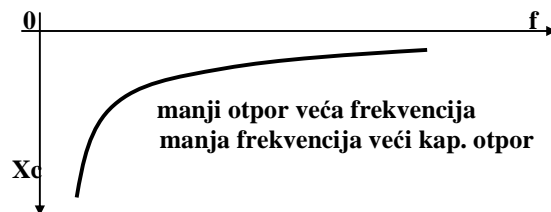
Ima oblogu od aluminijske folije sa polutekućom smjesom. Nakon priključenja na istosmjerni napon stvara se oksidni sloj koji znatno povećava  $\epsilon_r$  samim time povećava se i C. Najčešće se koriste kod ispravljača a postižu vrijednosti i do 70000 μF.


**PAZITI** na polaritet elektrolitskog kondenzatora jer pri zamjeni polariteta + na - odnosno - na + pol kondenzatora dolazi do **eksplozije!!!**

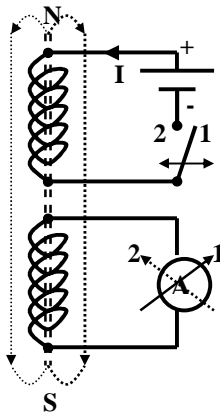
**reaktancija kondenzatora (Xc) :** je jalova otpornost koja nastaje na kondenzatorima i zavojnicama. Najviše je ovisna o frekvenciji.

$$X_c = 1 / \omega c = 1 / 2\pi f c \text{ [\Omega]}$$

$X_c$ =reaktantni otpor (jalovi otpor) kondenzatora [Ω]  
 $\omega$ =kutna frekvencija vektora sinusoidalnog signala  
 C=kapacitet kondenzatora [F]  
 f=frekvencija [Hz][s<sup>-1</sup>]  
 $2\pi$ =jedan cijeli krug (360°) izražen u radianima [rad]



**ZAVOJNICA (L):** el.simbol: 



**samoindukcija:** pojava nastanka napona u zavojnici koji tjera struju u suprotnom smjeru od smjera uključene struje (to traje kratko vrijeme, pri uklopu ili isklupu strujnog kruga).

Kada bi pustili uključeni strujni krug kazaljka na ampermetru se ne bi micala jer ona reagira na kratki trenutak uključanja ili isključenja dakle na promjenjivo magnetno polje koje se može napraviti stavljanjem brzog uklopno-isklopnog elementa npr. tranzistora koji bi onda bio u funkciji prekidanja strujnog kruga (tada tranzistor radi kao sklopka).

**Zbog čega dolazi do indukcije-suprotstavljanja strujnom toku?**

To možemo usporediti sa tramvajem punim putnika. Ako tramvaj naglo zakoči (promjena stanja) svi će putnici (elektroni) naglo prvo otići u smjer suprotan od prethodnog pa se vratiti natrag što je u prirodi normalna pojava a zove se tromost materijala.

**Što možemo iz ovoga zaključiti?**

Da bi mogli koristiti-iskoristiti ovu pojavu trebamo samo imati promjenjivo magnetno polje i zavojnicu u njemu. Na ovom principu rade; električni generator izmjenične struje, elektromotori transformatori u kućanstvima i tvornicama, itd.

Rekli smo da zavojnica ima osobinu suprotstavljanja promjenama struje-induktivnost, a označavamo oznakom L. Jedinica induktivnosti je [H] HENRY ali se u praksi koriste manje; od ηH do mH.

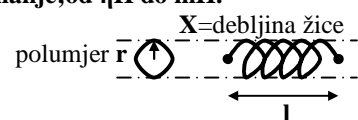
Odnose najbolje prikazuje formula induktiviteta zavojnice;

$$L = N(S/l) \mu_0 \mu_r \text{ [H]}$$

N=broj zavoja  
 S=površina kruga zavojnice mm<sup>2</sup>  
 l=duljina zavojnice m

$$l = NX$$

$$S = r^2 \pi$$



$\mu_0$ =koeficijent permeabilnosti za vakum  $\mu_0=4\pi 10^{-7}$   
 $\mu_r$ =relativni koeficijent permeabilnosti zrak, vakum=1

Umetanjem feritnih štapića induktivitet se zbog velikog  $\mu_r$  povećava i do 100 puta istoj zavojnici.

**reaktancija zavojnice ( $X_L$ ):**

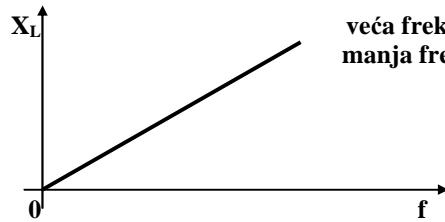
$$X_L = \omega L = 2\pi fL \text{ [}\Omega\text{]}$$

$X_L$ =jalovi otpor zavojnice

$\omega$ =kutna frekvencija vektora sinusnog signala [ $\text{radS}^{-1}$ ]

$f$ =frekvencija [ $\text{Hz}$ ] [ $\text{S}^{-1}$ ]

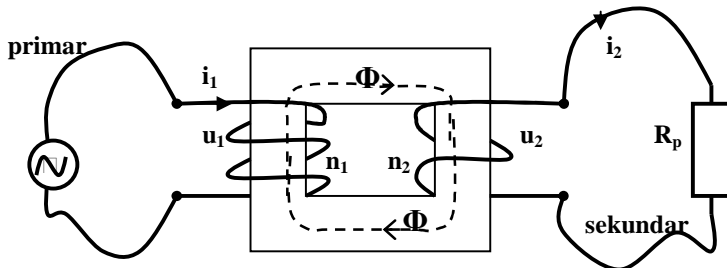
$2\pi$ =cijeli krug  $360^\circ$  izražen u radijanima [rad]



veća frekvencija veći otpor  
manja frekvencija manji otpor

**TRANSFORMATOR:** el. simbol:

**Idealni transformator:**



Na principu elektromagnetne indukcije rade i transformatori, oni pretvaraju napon primara u napon-e sekundara. Struja sekundara je obično veća što se vidi i po debljini žice koja je deblja. U odnosu na primar napon sekundara može biti manji (manji broj žica) a može biti i veći (veći broj žica).

**osnovne formule:**

$U_1/U_2 = n_1/n_2$  omjer napona je proporcionalan

$I_1/I_2 = n_2/n_1$  omjer struja je obrnuto proporcionalan

$Z_1/Z_2 = (n_1/n_2)^2$  omjer impedancija je kvadratično proporcionalan

$P_1 = P_2$  odnosi se samo za idealni transformator

$u_1, i_1$ =napon i struja primara

$u_2, i_2$ =napon i struja sekundara

$n_1, n_2$ =broj zavojica primara i sekundara

$\Phi = BS$ =magnetni tok-fluks

$\Psi = N\Phi$ =gustoća magnetskog toka, ukupni fluks

$B$ =gustoća magnetskog polja [T]

$S$ =površina magnetskog jezgra [ $\text{m}^2$ ]

$H$ =jakost magnetskog polja [ $\text{A/m}$ ]

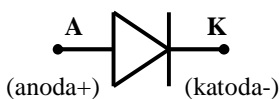
**vrste transformatora:**

- a) mrežni transformator.....primar:220V/50HZ  
sekundar:4.5,6,12,15,30V itd.
- b) NF transformatori..... za prijenos zvučnih frekvencija do 20 kHz
- c) VF transformatori.....oklapljamo zbog utjecaja VF-a
- d) mjerni transformatori...tzv.odvojni transformatori
- e) autotransformatori.....nemaju dva nego samo jedan namotaj i zato su opasni po život

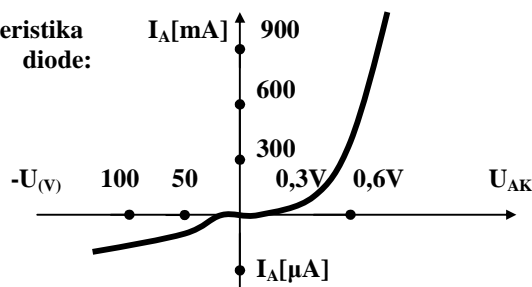
U praksi je odnos  $P_2 = \eta P_1$  zbog gubitaka u transformatoru.  
 $\eta$ =je preko 80%  $\eta \geq 0,8$

**DIODE (osnovni poluvodički elementi)=(uporaba i primjena, vrste dioda, suprotan napon i struja)**

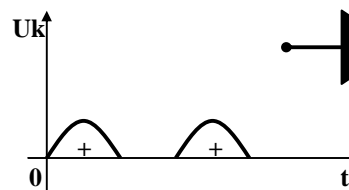
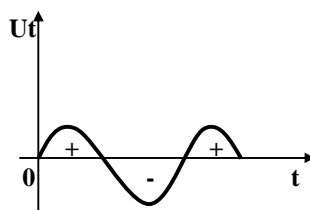
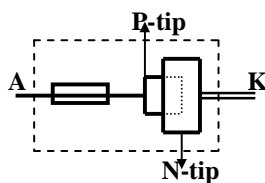
el. simbol:



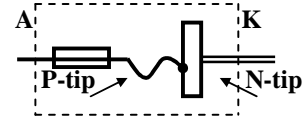
statička karakteristika diode:



**slojna dioda:** zbog većih struja i preklapanja upotrijebiti ćemo je za ispravljanje izmjeničnoga u pulsirajući izmjenični signal (napon).

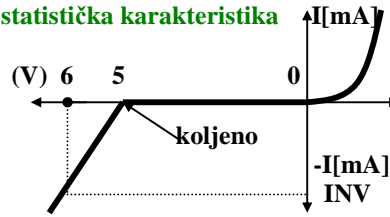


**točkasta dioda:** za detektore ili mješače ćemo uporabiti točkastu diodu jer zbog male dodirne površine P-N spoja ima mali unutarnji kapacitet pa može raditi na visokim frekvencijama a radne struje su male.

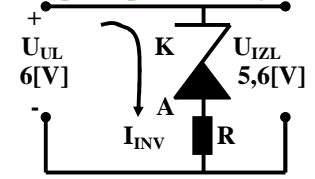


**zener dioda:** koristiti ćemo je radi stabilizacijena napona. Zbog njene karakteristike u reverznom (minus) smjeru uvijek je okrećemo suprotno (anodu na "-", katodu na "+").

**statistička karakteristika**

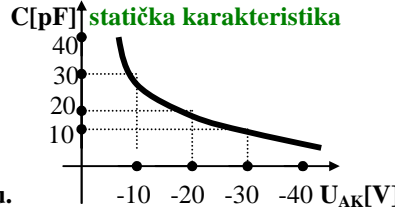


**princip stabilizacije**

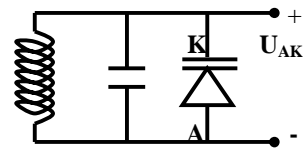


**varicap dioda:** koristiti ćemo je za ugadjanje (fino, naponsko) titrajnih krugova zbog promjenjivog unutarnjeg kapaciteta (vidi sliku). Isto postavljamo reverzno zbog karakteristike na dijagramu.

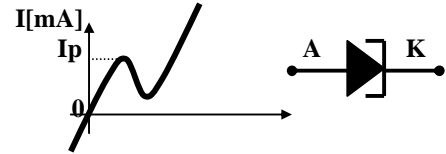
**statička karakteristika**



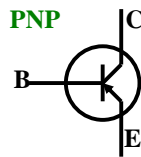
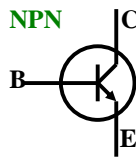
**princip finog naponskog ugadjanja titrajnog kruga**



**tunnel dioda:** koristiti ćemo je kao osjetilo (indikator) promjena. Nelinearna karakteristika pogodna je za generiranje viših harmonika (UHF).



**TRANZISTOR**=(PNP,NPN,FAKTOR POJAČANJA,FET)



**TRANSFER RESISTOR=TRANSISTOR** (eng.) Na temelju nastanka njegova imena rekli bi da je tranzistor transformator otpornosti što je u principu i točno.

Ulazna otpornost u osnovnom spoju (zajedničkog emitera) zbog **pozitivne polarizacije** biva mala (reda kΩ) dok izlazna otpornost zbog **inverzne polarizacije** biva velika (reda 100kΩ). Budući dolazi do tzv. **tranzistorskog efekta** gdje **emitorska struja** praktički probija barijeru i biva gotovo izjednačena sa **kolektorskom strujom** (koja je ipak nešto malo manja) **izlazni pad napona** biva 100x veći od ulaznog. ( $I_C \approx I_E \approx 10\text{mA} - 1\text{A}$ ). Sve to (širinu barijere) fino podešava struja baze koja je sto puta manja od emitorske ili kolektorske (reda 100μA).

**zaključak:** malom strujom kontroliramo veliku; imamo prirodni transformator impedancija u spoju Z.E. zajednički emiter.

**Statički faktor pojačanja** (istosmjerna struja)

$$\beta = I_C / I_B \approx 100$$

**Dinamički faktor pojačanja** (promjena struja)

$$h_{fe} = \Delta I_C / \Delta I_B \approx 100$$

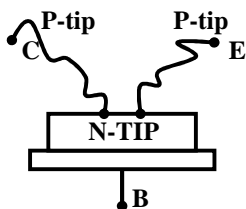
npr:

$$\Delta I_C = 5\text{mA} - 3\text{mA} = 2\text{mA}$$

$$\Delta I_B = 300\mu\text{A} - 100\mu\text{A} = 200\mu\text{A}$$

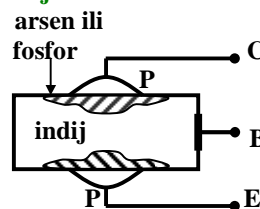
$$h_{fe} = 2\text{mA} / 200\mu\text{A} \approx 100$$

**točkasti tranzistor:**



Propušta se trenutna velika struja kroz žice P-tipa (jedan impuls).

**slojni tranzistor:**



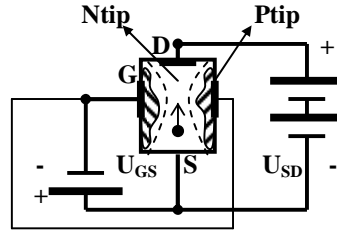
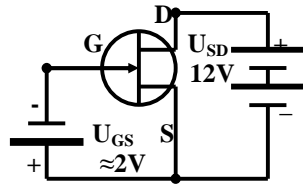
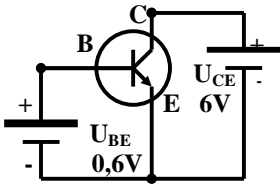
Cijeli spoj se zagrije do točke taljenja. (legiranje)

Razvijene su i bolje tehnologije npr. planarni, epitaksijalni, itd. koji su još poboljšali njihove karakteristike (kvalitetu).

Tranzistori imaju tri izvoda; bazu (BASE eng.), emiter (EMITTER eng.) i kolektor (COLLECTOR eng.). Posebnu vrstu tranzistora čine tranzistori s efektom polja FET (Field Effect Transistor). Kod njih el. poljem reguliramo izlaznu struju.

Imamo N-kanalne i P-kanalne FET tranzistore. I FET-ovi imaju tri izvoda; GATE-vrata (G, kod tranzistora; B-baza), SOURCE-izvor (S, kod tranzistora; E-emiter) i DRAIN-odvod, uvor (D, kod tranzistora; C-kolektor).

## PRAVILNA POLARIZACIJA TRANZISTORA I FET (BIASING)



**NPN-tranzistor npr. BC109;**

$U_{BE} \approx 0,6V$  pozitivna polarizacija  
+ na P-tip BAZA  
- na N-tip EMITER

$U_{CE} \approx 6V$  inverzna polarizacija  
+ na N-tip KOLEKTOR  
- na P-tip BAZA

**PNP-tranzistor; obrnuto**

Pravilnu polarizaciju tranzistora dobivamo u sklopovima pomoću otpornika koji imaju funkciju **djelitelja napona** tako da se onda gleda **razlika potencijala** na elektrodama tranzistora. Mjerenjem vidimo da li tranzistor radi, ne radi ili iako radi...

**N-kanalni FET;**

$U_{GS}$  = inverzna polarizacija  
+ na N-tip SOURCE-a  
- na P-tip GATE-a

$U_{SD}$  = pozitivna polarizacija  
jer je - na SOURCE-u  
iako je i DRAIN negativan

**P-kanalni FET; obrnuto**

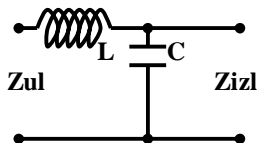
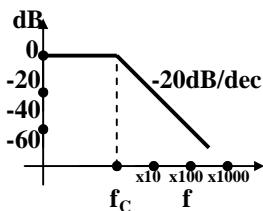
Zbog inverzne polarizacije ulaza FET, ulazna impedancija tj. ulazni otpor FET je jako velika (reda MΩ) što je jako ugodno za povezivanje sa izvorima (sklopovima koji prethode) koji imaju relativno mali izlazni otpor tako da ne utječu na promjene...

## 3. KRUGOVI (filteri, NF i VF pojačala, harmonici, detektori, oscilatori)

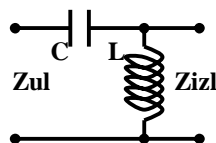
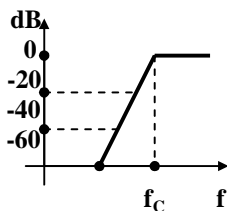
**FILTERI:** kombinacije pasivnih elemenata - zavojnica i kondenzatora bez pasivnih elemenata (tranzistora, cijevi) nazivamo filterima. Njihova osnovna namjena je propuštanje odnosno blokada određenog dijela frekvencijskog spektra. Neki od njih služe za **peglanje pulzirajuće istosmjernje struje** iza dioda u sekundaru transformatora.

**vrste filtera:**

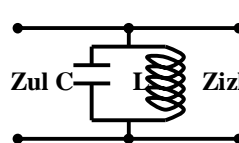
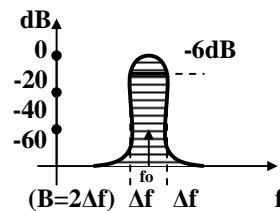
1. niskopropusni;



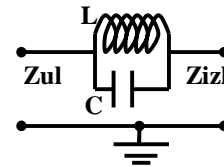
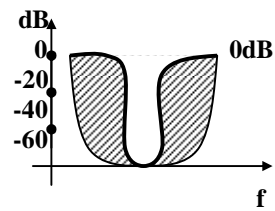
2. visokopropusni;



3. pojasno propusni;



4. pojasno nepropusni;



sl.3. => B = širina frekventnog pojasa  $Q = f_0 / 2\Delta f = f_0 / b$ ;  $Q = X_L / R$ ;  $Q = X_C / R$ ; Q = faktor kakvoće

**za naprednije:**

$$\begin{aligned} Z_{ul} &= X_L + X_C & H &= Z_{izl} / Z_{ul} = (-j1/\omega C) / [j(\omega L - 1/\omega C)] \\ &= j\omega L + 1/j\omega C & &= (1/\omega C) / [j^2(\omega L - 1/\omega C)] \text{ op. } j^2 = -1 \\ &= j(\omega L - 1/\omega C) & &= (1/\omega C) / (1/\omega C - \omega L) = 1/\omega^3 C^2 L \end{aligned}$$

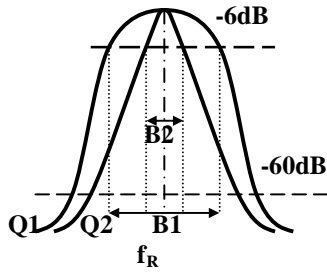
$$Z_{izl} = X_C = -j1/\omega C$$

Prijenosna karakteristika niskopropusnog filtera

Iz prijenosne karakteristike NPF-a vidimo da će se povećanjem frekvencije pojačanje smanjivati i to za esponent na treću! Na isti način napredniji mogu dokazati VPF gdje se pojačanje povećava. Od  $f_c$  naviše je konstantno.

Pojasni propusni odnosno pojasno zaporni krug čini paralelni titrajni krug u okomitom odnosno horizontalnom položaju. Znamo da je paralelni TK u rezonanciji "beskonačno veliki otpor-idealno" odnosno u praksi jako veliki otpor reda  $n \times 100k\Omega$  tako da se ta osobina ovdje uspješno primjenjuje.

**rezonantna krivulja TK:**



$Q_2 > Q_1$  filter br.2 je selektivniji  
 $B_2 < B_1$  od filtera br.1

**Thompsonova formula rezonancije:**

$$X_L = X_C = \text{uvjet rezonancije}$$

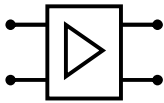
$$\omega_L = 1/\omega_C; \omega^2 = 1/LC; \omega = 1/\sqrt{LC}$$

$$2\pi f_R = 1/\sqrt{LC}; \underline{f_R = 1/2\pi\sqrt{LC}}$$

Prilikom određivanja karakteristike SELEKTIVNOSTI, širinu propusnog opsega dajemo za slabljenje napona ili struje za  $-6dB$ .

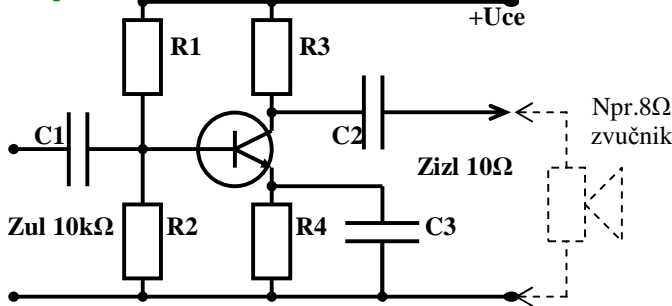
**NF i VF POJAČALA:**

el.symbol:



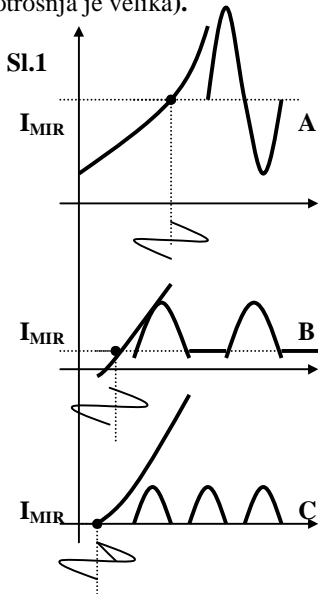
NF-niskofrekventno pojačalo-u literaturi često susrećemo i naziv AUDIO-pojačalo a radi se zapravo o pojačalu koje pojačava spektar frekvencija koje čuje ljudsko uho a to je od nekih 300Hz pa do 15kHz. Tipičan predstavnik ovog pojačala je SKLOP TRANZISTORA SA ZAJEDNIČKIM EMITEROM.

**sklop tranzistora sa zajedničkim emiterom:**



- C1, C2=vezni kondenzatori
- R1, R2=djelitelji napona
- R3=kolektorski otpornik
- R4=emitorski otpornik
- C3=emitorski kondenzator

U izlaznim pojačalima a posebno LINEARNIM pojačalima često se susreće spoj KOMPLEMENTARNOG para cijevi koje rade u tzv.PUSH-PULL spoju. Razlog tome je najbolji odnos utrošene energije, pojačanja i iskoristivosti te cijene. Ta pojačala rade u klasi B što znači da je radna točka postavljena tako da je tzv. MIRNA STRUJA minimalna (dok nema signala potrošnja je mala a kada se pobuda-ulazni signal, pojavi potrošnja je velika).



Sl. 1 pokazuje da je u klasi B potrebna i druga poluperioda da bi pojačani signal bio potpun. Zato je npr. jedan aktivni element na jednoj, a drugi na drugoj strani zavojnice transformatora u pravom sklopu.

Klasa A je kod NF-pojačala manjih snaga.

Klasa C koristi se kod impulsnih uredjaja (za indikaciju razine, brojanje impulsa, itd.).

Zbog razumljive uštede energije I materijala klasu B susresti ćemo najčešće u izlaznim VF-pojačalima.

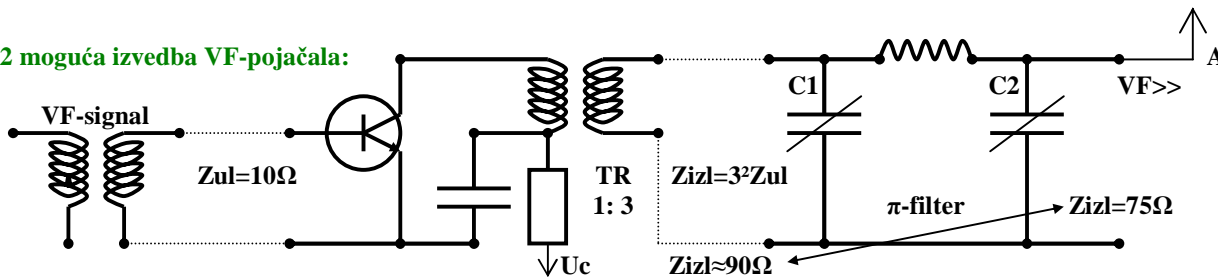
VF-pojačala imaju tipično titrajne krugove na izlazu (ANODA kod cijevi ili KOLEKTOR kod tranzistora) a takodjer i na ulazu (GATE, BAZA, SOURCE).

Titrajni krugovi i filteri služe za prilagodjenje izlaza pojačala na antenu i za izdvajanje željene frekvencije oslobodjene negativnog utjecaja HARMONIKA parnih i neparnih komponenti spektra koje nastaju zbog nelinearnosti aktivnih elemenata.

Iz sl.2 se vidi da krug nije najbolje impedancijski podešen-tako da je za očekivati da će se dio energije vraćati i ostajati u VF pojačalu što može uništiti aktivne elemente. To se boljom prilagodbom mora izbjeći.

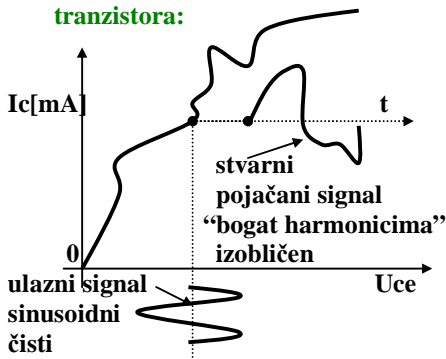


sl.2 moguća izvedba VF-pojačala:



## HARMONICI:

Sl.1 stvarni izgled izlazne karakteristike tranzistora:



Harmonici nastaju uslijed nelinearnosti karakteristike aktivnih elemenata a to se može vidjeti I na slici 1. Stvarni pojačani signal je **IZOBLIČEN** I prebog **HARMONICIMA** (signalima koji imaju nekoliko puta višu frekvenciju od osnovne ali su uvijek višekratnici osnovne frekvencije).

Tako npr: 2.,4.,6.,.....parni harmonici

3.,5.,7.,.....neparni harmonici

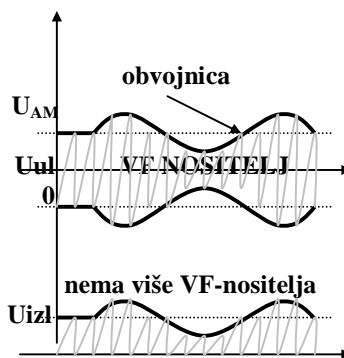
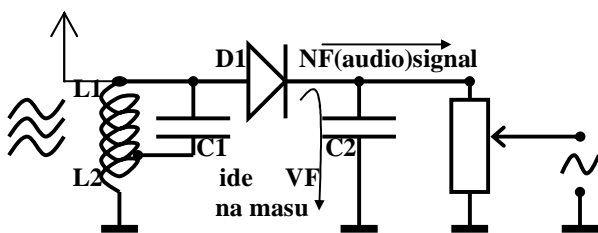
Po drugoj strani ta osobina je i dobra jer se mogu izdvojiti željeni harmonici što je ugodno za umnožavanje ili dijeljenje frekvencija. Za to **MNOŽITELJE** I **DIJELITELJE** dovoljno je radnu točku izborom premjestiti u nelinearni dio –koljeno karakteristike, da bi zatim upotrebom odgovarajućeg titrajnog kruga izdvojili željenu frekvenciju.

## DETEKTORI:

Za P-kategoriju nabrojati treba ove detektore:

- AM-detektor => za otkrivanje amplitudno moduliranih
- DIODNI-detektor i nedomuliranih signala
- PRODUKT-detektor => za otkrivanje SSB signala
- FM-detektor => otkrivanje frekventno moduliranog signala
- MORSE(CW)-detektor => prijam nedomulirane telegrafije
- SSB-detektor i otkrivanje SSB-signalna

### AM detektor (diodni):



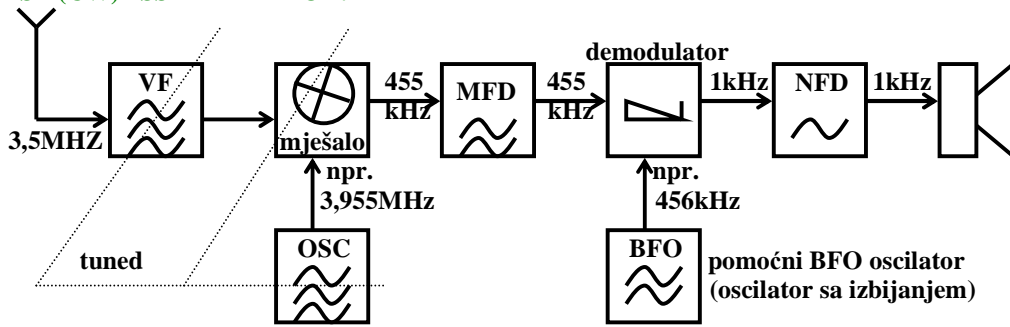
Prikazan je VF napon koji dovodimo na detektor a čija se amplituda obvojnice mijenja prema zvučnoj (audio) modulirajućoj frekvenciji. Sinusoida je čista (čisti ton), u praksi je rijetkost osim CW (moduliranom telegrafijom).

**Princip rada:** kada je napon utitrajnom krugu kojeg čine L1, C1 a koji rezonira na frekvenciji  $f_R = 1/2\pi\sqrt{L_1 C_1}$  veći od 0,6V provede dioda D1 koja puni kondenzator C2. U drugoj poluperiodi napon na TK je mali-nula te se kondenzator iz faze punjenja ulazeći u fazu pražnjenja prazni preko R čime stvara napon koji se pojačava ili sluša visokoohmskim slušalicama. Kažemo da **napon na kondenzatoru prati obvojnice VF-napona a to je karakteristika AM-demodulatora.**

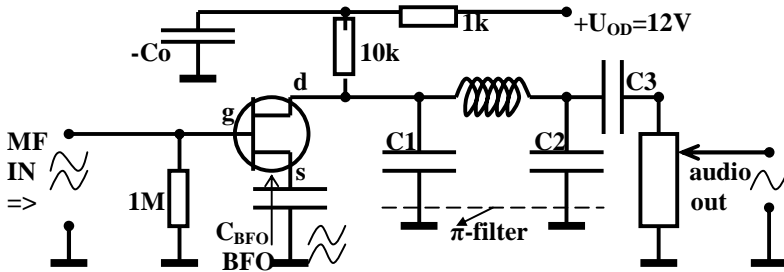
Kondenzator C2 osim što "transportira" korišteni audio signal čini još jednu dobru stvar, odvodi neželjenu frekvenciju nositelja (CARRIER eng.) na masu. Otpornik R je zapravo potencijometar koji regulira jakost NF-signalna.



**MORSE (CW) i SSB DETEKTOR:**



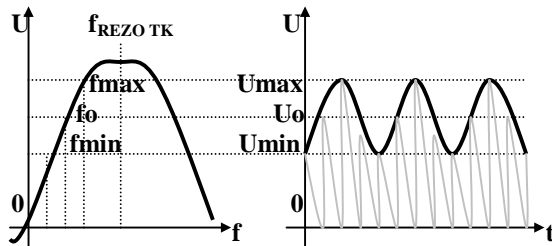
Da bismo nemodulirane CW signale (nositelj) mogli primiti moramo imati BFO (Beat Frequency Oscillator) koji oscilira na nešto višoj ili nižoj frekvenciji od signala medjufrekvencije. Za prijam SSB signala takodjer treba koristiti signal pomoćnog oscilatora da bi se nadoknadio gubitak nosećeg signala, kojeg gubimo već u balansnom (RING) ili prstenastom modulatoru predajnika. Blok shema za SSB signal je ista kao i za CW ali sklopovski je ipak drugačija. SSB detektor je SVAKI DIODNI DETEKTOR na koji dovodimo i signal BFO-a. Najčešća je izvedba **PRODUKT DETEKTOR:**



U suvremenim amaterskim primopredajnicima često se medjufrekvencija od 9 MHz. BFO se izvodi kristalom je frekvencija  $\pm 1,5\text{kHz}$  od MF-a.

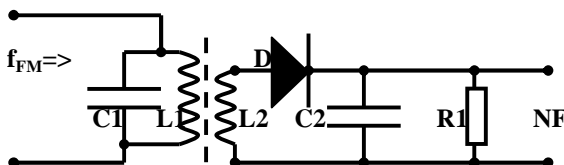
**FM DETEKTOR:**

Frekvencijski modulirani signal ima stalnu amplitudu a frekvencija se mijenja linearno i srazmjerno od veličine modulirajućega signala. Propusni opseg prijammnika ovisi od indeksa frekventne modulacije kojega nazivamo  $Z_{FM}$  = frekventna devijacija/frekvencija modulirajućega signala.  $Z_{FM} \Rightarrow$  indeks frekventne modulacije  $Z_{FM} = \Delta f / f_m$  gdje je  $\Delta f \Rightarrow$  frekventna devijacija;  $f_m \Rightarrow$  frekvencija modulirajućega signala. Za radio-difuzne emisije širina opsega iznosi 150 kHz dok za amaterske potrebe koristimo uskopojasni fm sa širinom propusnog opsega od oko 10 kHz. Najjednostavniji FM detektor je pomoću titrajnog kruga kojem je rezonantna frekvencija malo pomjerena u odnosu na frekvenciju dolazećeg FM signala.



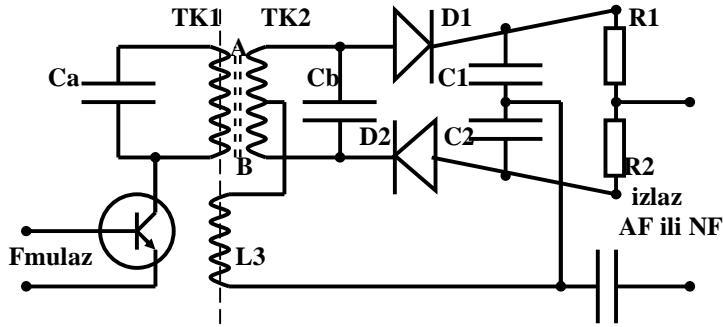
Za  $f_{max} \Rightarrow$  maksimalnu frekvenciju FM signala titrajni krug će dati veći napon nego  $f_{min} \Rightarrow$  minimalnu ili  $f_0 \Rightarrow$  centralnu frekvenciju kao što se vidi na slici.

**princip detekcije FM signala:**



Ovaj FM detektor ima dosta nedostataka pa se zbog toga koriste bolji. Jedan od njih je **RATIO-DETEKTOR.**

## DETEKTOR FM SIGNALA – RATIO DETEKTOR:



TK1 rezonira na frekvenciji koja ovisi od  $f_{RTK1}=1/(2\pi\sqrt{L13Ca})$  dok je rezonantna frekvencija TK2  $\Rightarrow f_{RTK2}=1/(2\pi\sqrt{L2Cb})$  pri čemu je zavojnica L3 induktivno vezana samo sa L1 što se i vidi iz jednadžbe  $f_{RTK1}$ . Povećanjem frekvencije  $f_{FM}=f_0+\Delta f$  napon na točki A raste dok onaj na točki B pada, dok je kod  $f_{FM}=f_0-\Delta f$  obratno.

Zbrajanjem ova dva napona dobivamo amplitudu-napon na kondenzatorima C1 i C2 kojima promjenu napona prati promjena frekvencije te se na taj način dobiva AF(audio

frekvencija) koju dalje možemo pojačati, njome modulirati neku međufrekvenciju ili slušati visokohmskim slušalicama.

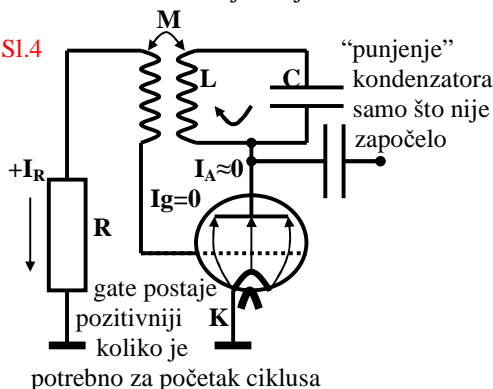
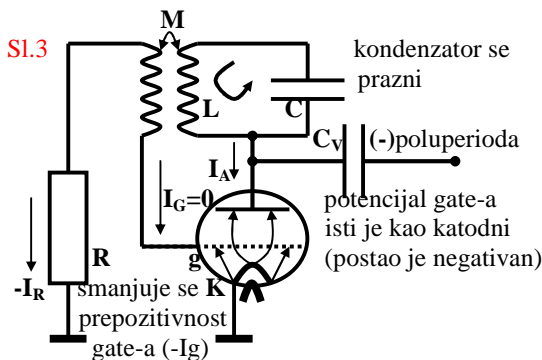
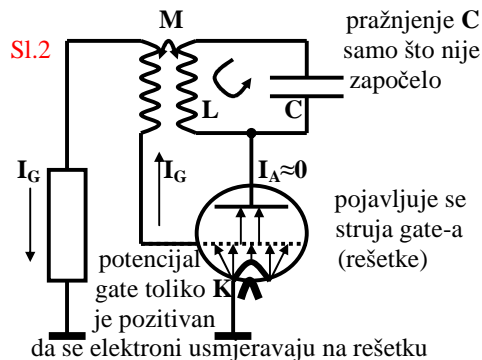
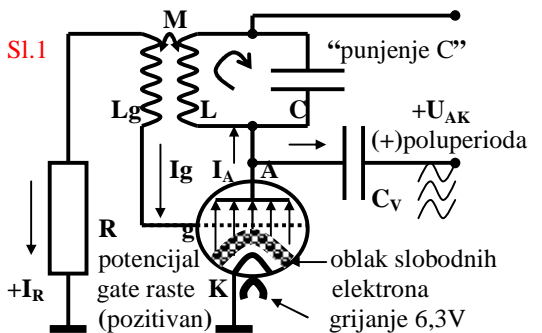
## OSCILATOR=(faktori koji utiču na na stabilnost frekvencije i LC oscilator)

### faktori koji utječu na stabilnost frekvencije:

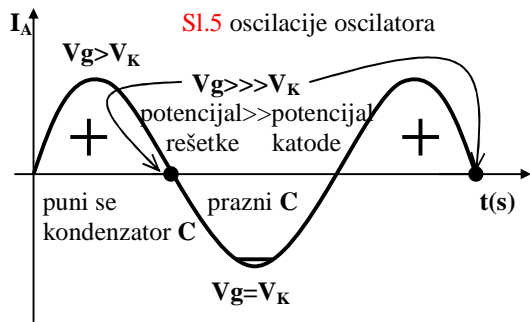
- mehanički udari:**(zavojnice motati tijesno na užljebljenom nosaču od keramike,ožičenje veza što kraće,promjenjivi kondenzator mora biti kvalitetan i mehanički čvrst),
- promjena temperature okoliša:**(smanjujemo upotrebom tzv. kompenzirajućim reaktivnim elementima,najčešće blok kondenzatorima.Poznato je da tranzistor kao aktivni element ima međuelektrode kapacitete koji iako imaju male vrijednosti,reda pF,negativno utiču na stabilnost rada oscilatora.To je zato što trenutna vrijednost međuelektrodnih kapaciteta,PN-barijera direktno ovisi od temperature okoliša.Stoga je uobičajeno dodavanje tzv.BLOK KONDENZATORA za temperaturnu kompenzaciju između elektroda.),
- opterećenje oscilatora:**(zbog malog izlaznog napona oscilatora utjecaj svakog potrošača bio bi fatalan za stabilnost frekvencije.Stoga prvo postavljamo međusklop,BUFFER,koji ima veliku ulaznu impedanciju a malu izlaznu impedanciju,čime utjecaj svih dolazećih krugova svodimo na minimum,to je npr.transistorsko pojačalo u spoju sa zajedničkim kolektorom.),
- +**promjene napona napajanja:** (da bi se izbjeglo "klizanje" radne točke,tzv."DRIFT",napon napajanja stabiliziramo zenner diodom ili nekim stabilizacijskim sklopom,npr.TL785 i sl.).

### LC oscilator:

#### Meissnerov oscilator:

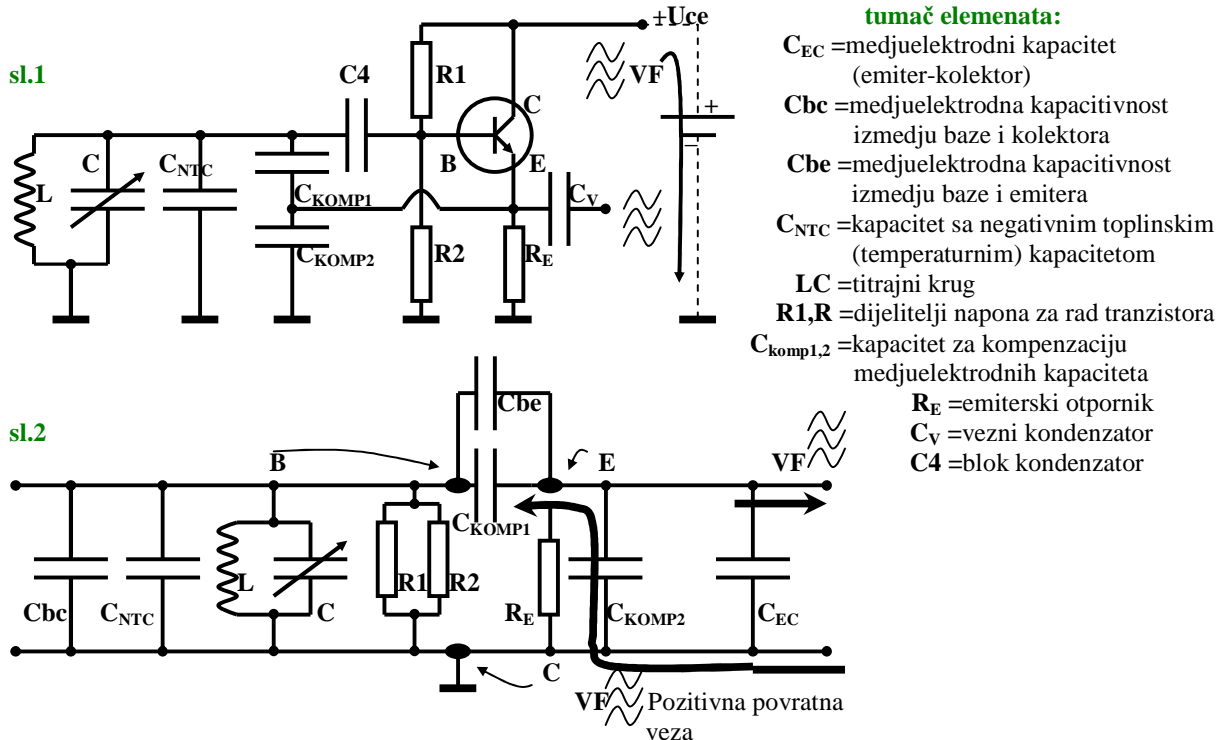


Oscilator je **srce** svakog radio primopredajnika. Za razumijevanje procesa najbolje je uzeti primjer **MEISSNER**-ovog oscilatora sa elektronskom cijevi. Kod ovog oscilatora **pozitivnu povratnu vezu** čini zavojnica L<sub>g</sub>. Ona je potrebna da probudi **samo-osciliranje** sklopa a povratni signal mora biti **u fazi** sa signalom **titrajnog kruga**. To je **prvi uvjet osciliranja** tzv. **fazni uvjet**. **Drugi amplitudni uvjet** određuje **veličinu amplitude** (jačine) povratnog signala (on mora biti **upravo toliko, niti preveliki ni premali**).



Ako su ova dva uvjeta ispoštovana, oscilator će davati lijepi sinusoidalni signal upravo one frekvencije koju nam određuje Thompsonova formula. Slike 1-5 prikazuju fizikalni proces pobudjivanja oscilacija koje bi se bez pobude potpuno **prigušile**. Cijela je stvar u **polarizaciji gate-a**. Ona je čas pozitivna, pa jako pozitivna (tako da "pokupi" sve "anodne" elektrone, **krade struju anodi HI!**), pa, uslijed pražnjenja kondenzatora (negativna poluperioda), **negativnija** sve dok se ne vrati na početno stanje. (Umjesto elektronike u istoj shemi možemo koristiti n-kanalni FET.).

Za razliku od **MEISSNER**-ovog oscilatora pozitivnu povratnu vezu možemo ostvariti **kapacitetom** što se najčešće i radi. Najpoznatiji je takav primjer **COLPITS**-ov oscilator kojega treba znati!



Na nadomjesnoj shemi sl.2 treba zapaziti da je sklop na sl.1 zapravo u spoju **zajednički kolektor** jer VF doživljava "VIDI" izvor  $U_{ce}$  kao kratki spoj na masu. To je ugodno jer znamo da taj sklop **ne obrće fazu** i ima **veliku ulaznu a malu izlaznu impedanciju** što neće poremetiti rad LC titrajnog kruga. Pozitivna povratna veza ide preko  $C_{KOMP1,2}$  kojima je zadatak da kompenziraju **temperaturno nestabilne** kapacitete između elektroda tranzistora  $C_{bc}$  i  $C_{ec}$  ( $C_{KOMP1} \gg C_{bc}$ ;  $C_{KOMP2} \ll C_{EC}$ ).  $C4$  je vezni kapacitet koji je u nadomjesnoj shemi zanemaren.  $C_{NTC}$  je kapacitet koji ima za razliku od ostalih **negativni toplinski koeficijent** čime kompenzira utjecaje topline na postojeće kondenzatore.

Još bolji oscilatori od ovoga su oscilatori sa **kristalom kvarca**. Ovi se kristali odlikuju velikom stabilnošću frekvencije jer promjene temperature i mehanički potresi malo utječu na njihov rad.

#### 4.PRIJAMNICI (tipovi,blok dijagrami)

**TIPOVI**=Zbog povećanja broja VF signala različite jakosti na frekventnim band-ovima (pojasima) nužno je bilo povećati **selektivnost** (vidi str.13) i **osjetljivost** prijavnika (bolji Q-vidi str.12) što je bilo jedino moguće uvođenjem **jedne jedine frekvencije** na koju je trebalo "svesti"-**"prebaciti"** sve dolazeće VF signale jer titrajni krugovi imaju za samo jednu frekvenciju najbolju osjetljivost a ne za sve.

Ta jedna jedina frekvencija dobila je naziv **medjufrekvencija** i ona se nalazi **između** dolazećeg RF signala i čujnog tj. obradjenog AF signala.

JEDNOSTRUKI SUPER ima jednu a DVOSTRUKI dvije medjufrekvencije!!!

Postupak dobivanja MF zove se **miješanje**(mix) a sklop koji miješa zove se **mješalo** ili mixer.  
Što tu još nedostaje?

Ako imamo dolazeći VF signal i mješalo trebamo još jedan signal koji će biti **onaj drugi** tj. **pomoćni signal** (druga komponenta) koji ćemo pomiješati sa prvim.Taj drugi signal dobivamo od **pomoćnih oscilatora** koji se u literaturi često nazivaju tzv.**lokalni oscilatori**.

#### **ZAKLJUČAK:**

Jednostruki super ima jedan a dvostruki dva pomoćna (lokalna) oscilatora koji moraju biti promjenjivi da bi MF bila uvijek ista,te dva miješala.

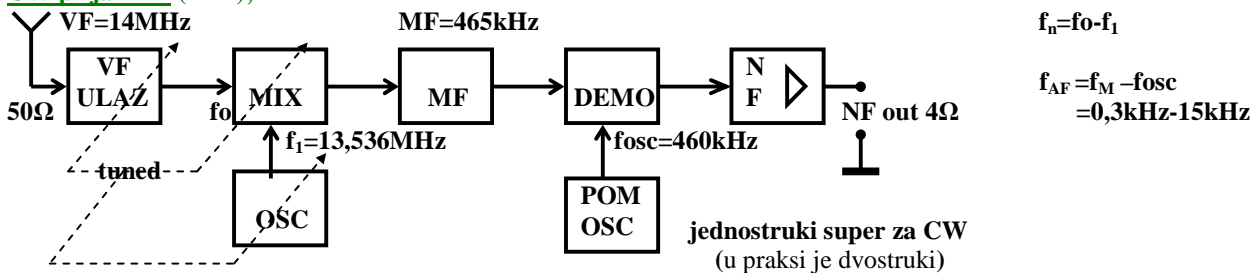
Lokalni oscilatori uvijek moraju biti u sprezi sa ulaznim RF krugovima da bi mješalo dalo istu medjufrekvenciju (izlaz iz miješala je zapravo razlika ili zbroj dviju komponenti).

U praksi najčešće susrećemo tri medjufrekvencije i to:

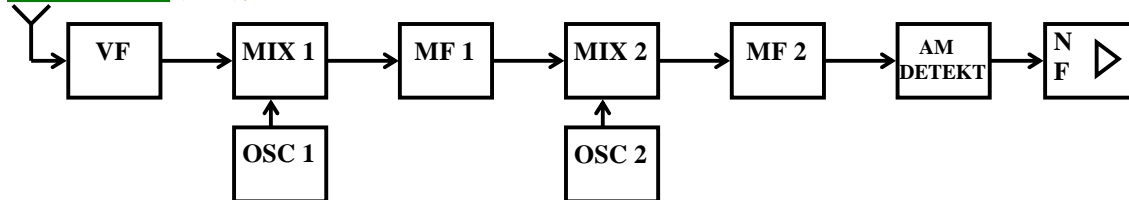
- 465 kHz poznatija kao prva MF (kod HF RX )
- 10,7 MHz poznatija kao druga MF (kod VHF RX )
- 9 MHz u radioamaterskim uređajima

#### **BLOK DIJAGRAMI (CW,AM,SSB,FM)**

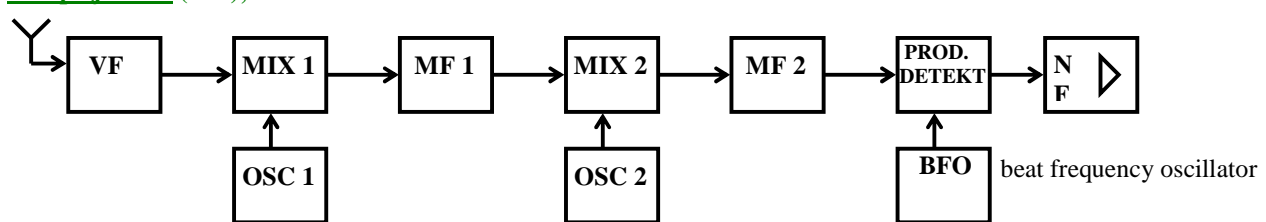
##### **CW prijammnik (A1A);**



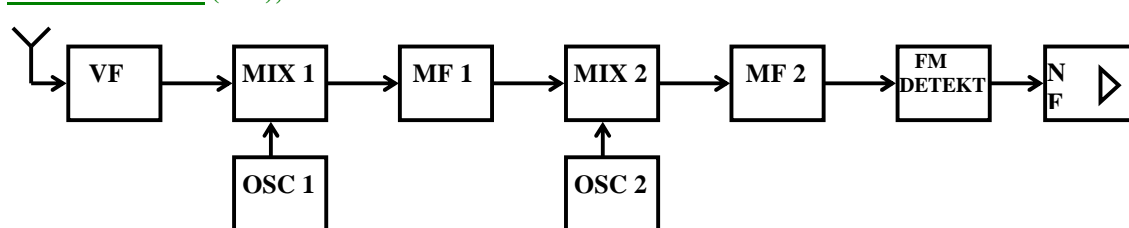
##### **AM prijammnik (A3E);**



##### **SSB prijammnik (J3E);**



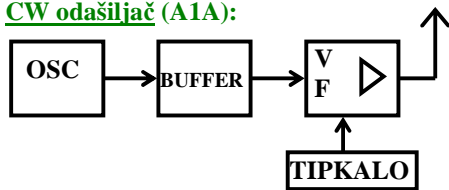
##### **FM PRIJAMNIK (F3E);**



## 5. ODAŠILJAČI (blok dijagrami, karakteristike)

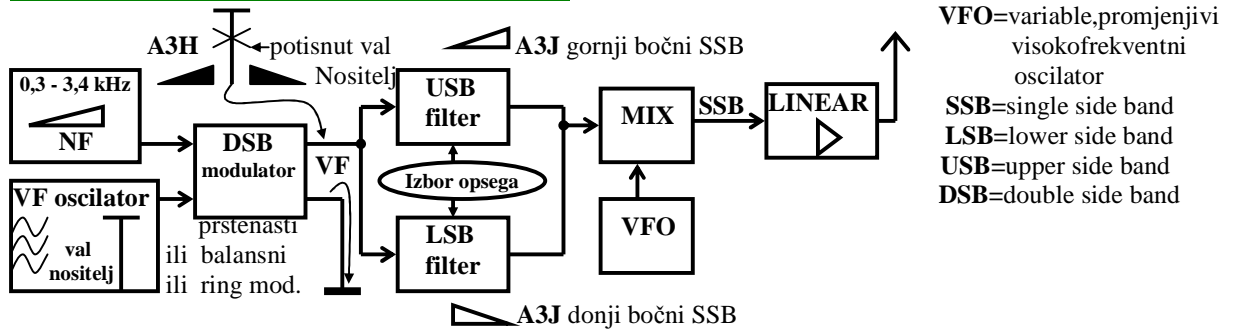
### BLOK DIJAGRAMI (CW, SSB, FM)

#### CW odašiljač (A1A):



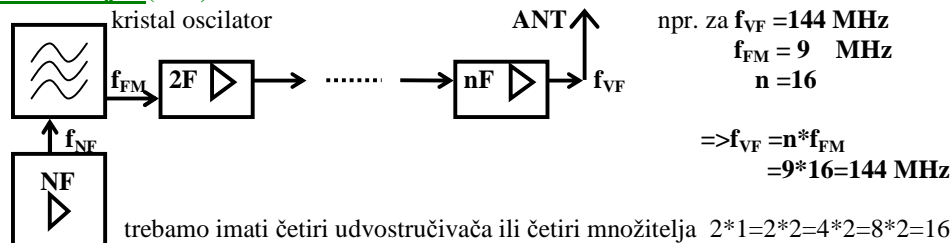
Odašiljač za morse jednu frekvenciju bez ikakvog miješanja ili moduliranja prekidamo u skladu sa Morseovom abecedom. To činimo na izlazu što nije baš najbolje zbog pojave iskrenja na kontaktima (chirps, clicks). To je tzv. **nemodulirana telegrafija A1A ili CW.**

#### SSB odašiljač s potisnutim nositeljem (carrier-om) (J3E):



Prvo vršimo običnu AM amplitudnu modulaciju sa valom nositeljem i oba bočna opsega na balansnom modulatoru. Pri tome važno je znati da **iza balansnog modulatora tj. na izlazu imamo samo dva bočna pojasa transponirana, bez vala nositelja koji se namjerno guši** (odvodi na masu) a koji služi samo zato da se bočni pojasevi **transponiraju** "presele" na **više frekventno područje**. Potom se odabere jedan jer je informacija u jednom dostatna za daljnju modulaciju. Drugog gušimo kvalitetnim mehaničkim filterima-om. Tek nakon toga vršimo modulaciju (miješanje) koju nazivamo SSB modulacija. Ova je modulacija daleko kvalitetnija od AM ili DSB (A3H).

#### FM odašiljač (F3E):



FM odašiljač ima zahtjev da se male promjene frekvencije oscilatora uslijed procesa modulacije npr. glasom, višestruko uvećaju do potrebnog nivoa (sjetimo se pojma devijacija str 6 i 15). To postizemo kaskadom (lancem stupnjeva za umnožavanje str.6). Istovremeno time čuvamo stabilnost velikih promjena na izlazu jer njima diktiraju male frekventne promjene na ulazu koje je daleko lakše nadzirati i sačuvati. Umnožavači (izdvajaju drugi harmonik) moraju biti savršeno podešeni.

### KARAKTERISTIKE ODAŠILJAČA

**frekvencijska stabilnost**=odstupanje centralne frekvencije zbog svih utjecaja u %

**RF širina pojasa**=najmanja potrebna širina (od do) kod svih TX/RX filtera da bi informacija ostala sačuvana.

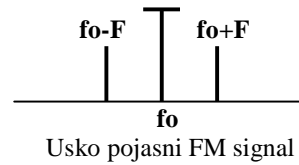
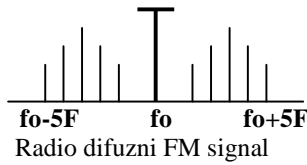
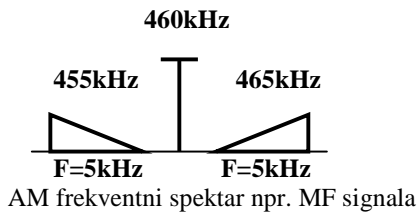
primjer: AM, DSB  $B = 2 * f_m = 2 * 4 \text{ kHz} \approx 8 \text{ kHz}$

SSB  $B = 1 * f_m = 1 * 4 \text{ kHz} \approx 4 \text{ kHz}$

FM  $B = 150 \text{ kHz}$  (difuzna FM 80-108 MHz)

$B = 10 \text{ kHz}$  (za uskopojasni-amaterski HAND-FM HI!)

**bočni pojasevi**=posljedica modulacija, bilo to AM gdje su simetrično postavljene sa svake strane po jedan (str.4) ili je to FM gdje su u ovisnosti od indeksa modulacije (str.6) razbacani kao višekratnici-komponente lijevo i desno, sa različitim amplitudama, od širine audio modulacijskog signala za koji smo aproksimativno uzeli 4 kHz a možemo uzeti i 5 kHz.



**B=2F=10kHz**  
 može se uzeti grubo F=5kHz  
 iako je po CCITT-u širina  
 jednog kanala 0,3-3,4 kHz  
**AM spektar**  
 pitanje:  
 kakav bi bio DSB a kakav SSB

**Z=5**  
**F=15kHz**  
**Δf=?**  
 Izračunajmo sami!  
**(R) => B=150kHz**  
 Kvaliteta je veća ali to zahtjeva i  
 više utrošenog materijala vremena, itd

**Z=0,625**  
**F=4 kHz**  
**Δf=?**  
**Z=Δf/F**  
**ZF=Δf**  
**Δf=2,5 kHz**  
**B=2F=8 kHz**

**Područje audio frekvencija:** po CCITT preporuci u telefoniji 0,3-3,4 kHz dok je kod FM(uskopojasni)isto kao i SSB 5 kHz,kod FM audio 15kHz.

**Nelinearnost:** (vidi str 14,harmonici) smanjiti prekomjerna pojačanja da se izbjegne približavanje koljenima -ostati na linearnom dijelu karakteristike što se postiže tzv.povratnom vezom.

**Izlazna impedancija:** (vidi str.13) za ugađjanje izlazne impedancije rješenje je π-filter

**Izlazna snaga:** kod AM ovisi o modulaciji 50%,kod FM ne ovisi-uvijek je jednaka.

Koliko,ovisi kod SSB-a?

**Učinkovitost:** (η=grč. eta)  $\eta = P_{izl} / P_{ulaz}$

**Frekvencijska devijacija:** (vidi str.6,15 i gore)

**Indeks modulacije:** (vidi str.6,15 i gore)

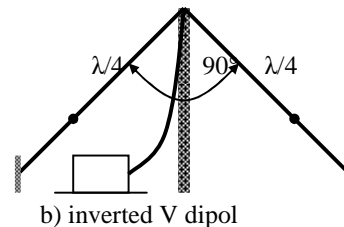
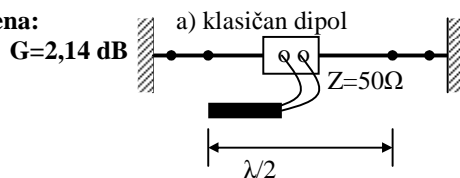
**Smetnje:** CLICKS-kod iskrenja na tipkalu,CHIRPS(cvrkut)-greška kod oscilatora,promjena frekvencije na početku telegrafskog signala

**Sporedna VF zračenja:** zbog slabe filtracije posebno u izlaznom π-filteru

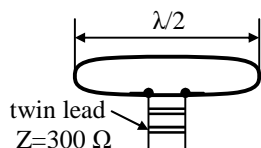
**Zračenja kroz kućište:** dobro oklopiti uređaj!

## 6. ANTENE I PRIJENOSNI VODOVI (karakteristike,tipovi)

**POLUVALNI DIPOL antena:**



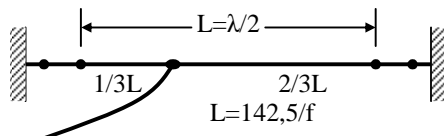
**SAVIJENI POLUVALNI DIPOL antena:**



**Upamtiti!**

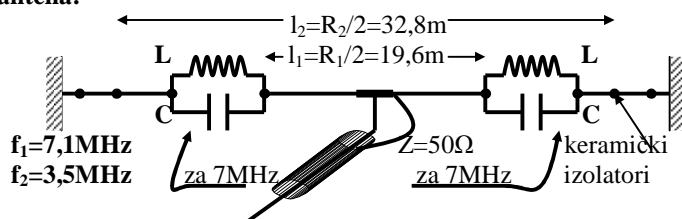
Z(savijenog)=4Z(klasičnog,inverted)

**WINDOM antena:**



ova žičana antena je jeftina i radi na više opsega sa zadovoljavajućim efektima.

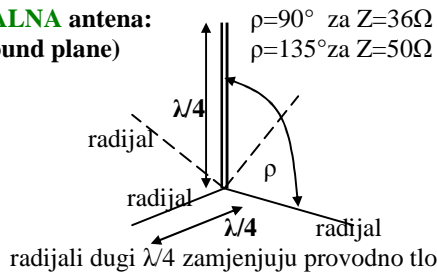
**TRAP antena:**



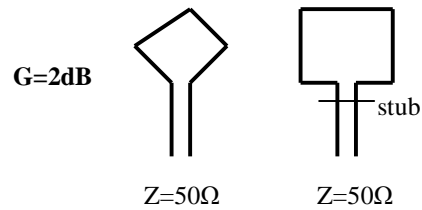
Ovdje trap predstavlja pojasno zaporni filter za frekvenciju f<sub>1</sub>,dok za frekvenciju f<sub>2</sub> beznačajan jer predstavlja kratki spoj. (vidi str.12,13)

Ova antena radi na 14,21 i 28MHz.

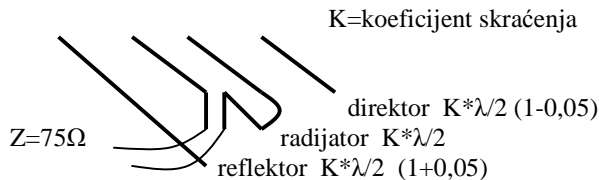
**VERTIKALNA antena:**  
(GP, ground plane)



**QUAD antena:**



**YAGI antena:**



Kada se uz ravni dipol dodaju direktor i reflektor impedancija pada na 20 Ω. Kod savijenog dipola 4\*20=80Ω tako da

## 7. PROPAGACIJA

**IONOSFERSKI SLOJEVI**=Ionosfera se proteže od 50 do 600 km i u njoj je zrak rijedak. U tom prostoru je karakteristično postojanje slobodnih iona.

<b>DANJU</b>	<b>NOĆU</b>
D=50-90km	brzo nestaje zalaskom sunca
E=oko 110km	polako iščezava
F <sub>1</sub> =175-250km	F=300km
F <sub>2</sub> =250-400km	

**KRITIČNA FREKVENCIJA**=Predstavlja maksimalnu frekvenciju vala emitiranog sa zemlje u vertikalnom pravcu koji se još reflektira k Zemlji.

<b>DANJU</b>	<b>NOĆU</b>
D= fc=0,3-0,6 MHz	
E= fc=3-4 MHz	
F <sub>1</sub> = fc=4-6 MHz	
F <sub>2</sub> = fc=5-15 MHz	fc=2-8 MHz

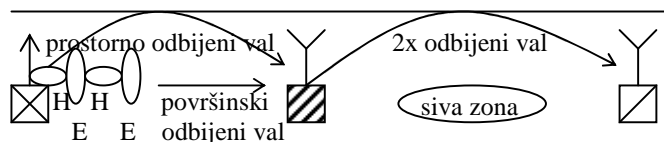
**UTJECAJ SUNCA NA IONOSFERU**=Pročitati iz skripte. Ukratko nastaju slobodni elektroni-ioni (nositelji naboja koji se slobodno spajaju ili razdvajaju sa molekulama). noću se spoje uz molekulu.

**MAKSIMALNO UPOTRTEBLJIVA FREKVENCIJA**=(MUF) maximum usable frequency; odnosi se na kosi upad u slojeve ionosfere. Ona je zbog toga veća od fc, nešto malo veća od vertikalnog ulaza.

**POVRŠINSKI VAL**=ide uz površinu Zemlje.

**PROSTORNI VAL**=ide u prostor pod određenim kutem i ulazi u ionosferu.

**PRESKOČNA UDALJENOST**= IONOSFERA



**FADING**(eng.fading-iščezavanje)=Istovremeno dolaženje nekoliko prostornih i površinskih valova koji zbog različito prijedjenog puta nisu u fazi. Zbog toga se u jednom trenutku pojača a u drugom oslabi signal (izraženo na nižim f).

**TROPOSFERA**=Donji dio atmosfere. Interesantan za VHF ili kako bi naši amateri rekli za UKV. Zbog dielektričnosti zraka domet je nešto veći nego kada bi gledali pravocrtno. Uzima se K=4/3 ili 30% više u proračunu prostiranja.

**RADIO-HORIZONT**=Oko 15% veći od optičkoga na 2m tj. na f=144-146 MHz.

**TEMPERATURNI INVERZIJA**=Topli hladni sloj zraka može povećati domet.

**SPORADIČNA E REFLEKSIJA**=Povećana UKV veza na nevjerojatnih 800-2000 km zbog pojačane sporadične ionizacije u sloju E (npr. zbog meteorskih prašina).

**POLARNA REFLEKSIJA**=Zbog obilatog fading-a mogu se ostvariti samo CW veze. to je zbog utjecaja polarne svjetlosti na ionosferu.

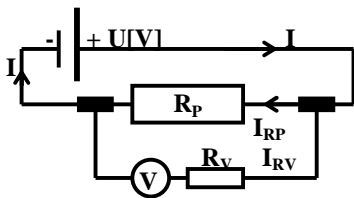


## 8. MJERENJA (istosmjernih napona i struja, otpora, istosmjerne i RF snage, frekvencije, rezonantne frekvencije, instrument s pomičnim svitkom)

### MJERENJE ISTOSMJERNOG NAPONA I STRUJE:

Mjerenje **napona** vršimo voltmetrom. Poželjno je da voltmetar ima **što veći unutarnji otpor** kako bi što manje struje proticalo njime a što više napona "ostajalo" na mjernom objektu.

sl.1 mjerenje napona na otporniku  $R_p$



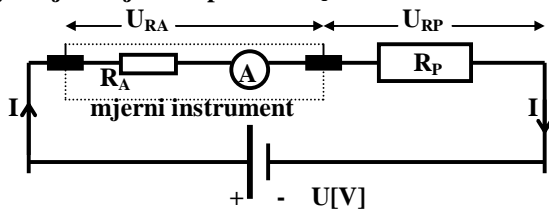
voltmetar priključen paralelno  
 $R_p$  = otpornost otpornika na kojemu mjerimo napon  
 $R_v$  = unutarnji otpor voltmetra

$$\begin{aligned} I &= I_{RV} + I_{RP} \\ U &= U_{RP} = I_{RP} R_p \\ I_{RV} R_v &= I_{RP} R_p \\ \Rightarrow (I - I_{RP}) R_v &= I_{RP} R_p \\ (I - I_{RP}) / I_{RP} &= R_p / R_v \\ I / I_{RP} - 1 &= R_p / R_v \\ I &= I_{RP} (1 + R_p / R_v) \end{aligned}$$

Struja kroz otpornik  $R_p$  ipak je nešto manja od struje petlje i (u %). Dakle težimo tome da otpor voltmetra bude daleko veći od otpora kruga kojem mjerimo napon, kako bi odnos  $I \approx I_{RP}$  bio što je moguće veći odnosno kako bi što vjernije izmjerili napon.

**Struju** mjerimo tako da instrument-ampermetar priključimo serijski sa mjerenim objektom. Zbog toga je kod mjerenja struje poželjno da mjerni instrument ima što je moguće **manji unutarnji otpor**.

sl.2 mjerenje struje na otporniku  $R_p$



$R_p$  = otpornost otpornika na kojem se mjeri struja  
 $R_A$  = unutarnji otpor ampermetra

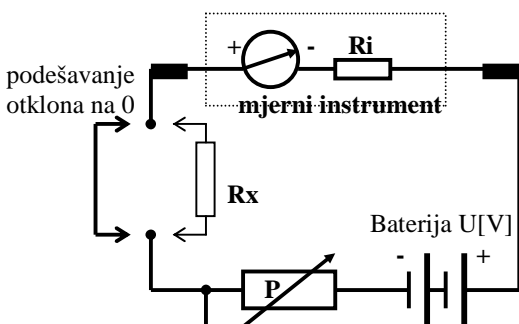
$$\begin{aligned} U &= U_{RA} + U_{RP} \\ U_{RA} &= I R_A \\ U_{RP} &= I R_p \\ U &= I (R_A + R_p) \\ \Rightarrow (U - U_{RP}) / R_A &= U_{RP} / R_p \\ U / R_A &= U_{RP} (1 / R_A + 1 / R_p) \\ U / U_{RP} &= 1 + R_A / R_p \\ U &= U_{RP} (1 + R_A / R_p) \end{aligned}$$

dakle težimo tome da je  $R_A$  što manji tako da  $U / U_{RP} \approx 1$ .

#### Kako mjerimo veće struje?

Da ne bi došlo do pregaranja instrumenta paralelno stavljamo zaštitni otpornik tzv. SHUNT koji je reda 1-10  $\Omega$  a može biti i manji. Time veći dio struje ide shuntom a manji, dozvoljivi, ide instrumentom.

**MJERENJE OTPORA:** Otpor u praksi mjerimo univerzalnim mjernim instrumentom koji ima mogućnost mjerenja otpora. Tada radi kao OHMMETAR. Zapravo mjeri napon na otporniku a skala je izbaždarena u vrijednostima otpora. Za mjerenje otpora potreban je instrument, baterija i potencijometar. Prvo se otklon instrumenta pomoću potencijometra podesi na nulu 0, nakon toga priključimo otpornik sa poznatom vrijednosti  $d$  bi mogli nakon novog otklona, koji je manji od prvoga, obilježiti poznatu vrijednost otpornika. Tako baždaramo skalu kojom ćemo kasnije mjeriti nepoznate otpore.



$R_i$  = unutarnji otpor instrumenta       $R_x$  = mjereni otpor      P = potencijometar



## MJERENJE ISTOSMJERNE I RF SNAGE:

$$P=UI \text{ [W]}$$

P=snaga na elementu  
U=napon na elementu  
I=struja na elementu

Istosmjernu snagu mjerimo **vatmetrima** za istosmjernu snagu ili mjerimo napon i struju te njihov umnožak daje istosmjernu snagu. Snaga se manifestira porastom topline na elementu.

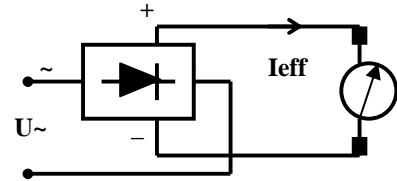
Izmjenične sinusne ili kosinusne signale prvo ćemo ispraviti ispravljačem napravljenim npr. **GRETZ-ovim spojem dioda**. Kod tog ispravljanja radi se o **punovalnom ispravljanju** gdje je efektivna vrijednost  $I_{\text{eff}}=I_{\text{max}}/\sqrt{2}$  a  $I_{\text{SR}}=2I_{\text{max}}/\pi$  (vidi str. 3).

Skale na instrumentima su izbaždarene za prikazivanje efektivnih vrijednosti i nisu

linearne. Instrument će dakle prikazati **efektivnu vrijednost izmjeničnog signala**. Kod RF-a, ispred ispravljača možemo staviti npr. **titrajni krug** koji rezonira na određenoj frekvenciji i **izbaždariti instrument** za mjerenje RF polja čime bi mjerili zračenje antena tj. jakost magnetnog polja  $H \text{ [A/m]}$ .

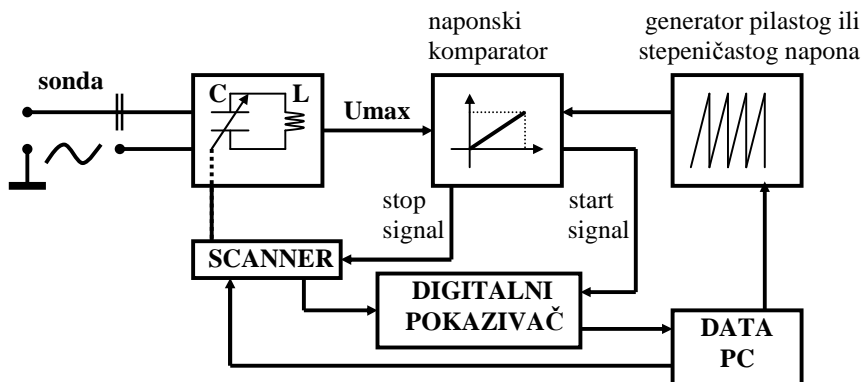
Srednja snaga (vidi str. 3)  $P_{\text{SR}}$ =prosječna vrijednost izmjenične snage ako se prikaže kao istosmjerna

PEP=PEAK ENVELOPE POWER; vršna snaga obavojnice je srednja vrijednost jedne periode RF signala u trenutku kada modulaćijski signal izazove maksimalnu vrijednost RF signala.



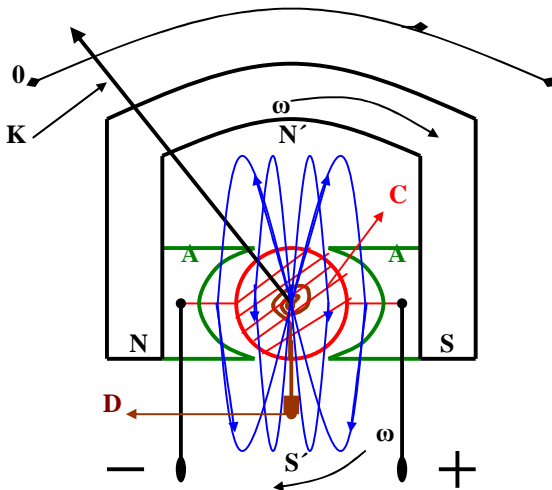
## MJERENJE FREKVENCije I REZONANTNE FREKVENCije:

sl.1 prijedlog suvremenog mjerača frekvencije



Frekvenciju mjerimo ugodjenim titrajnim krugovima koji su (ako je riječ o paralelnom TK) za rezonantnu frekvenciju  $Z=\infty$ , te daju maksimalan napon na stezaljkama, maksimalni otklon (vidi str.12,13). Za sve ostale frekvencije je kratki spoj. Te ugodjene titrajne krugove zovemo **REZONANTNIM MOSTOVIMA**.

## INSTRTUMENT S POMIČNIM SVITKOM:



### princip rada:

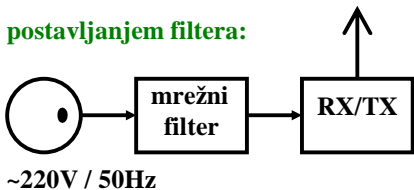
princip rada zasniva se na odbijanju istoimenih magnetnih polja **permanentnog magneta A** te **pokretnog svitka C**. Zbog proticanja istosmjerne, mjerene struje kroz svitak C, stvoriti će se **istosmjerno magnetno polje N'-S'** koje će težiti odbijanju od polnih nastavaka istosmjernog magneta N-S. Kazaljka K nalazi se na pomičnom svitku i ona će se otkloniti sukladno otklonu pomičnoga svitka, koji je upravo proporcionalan količini istosmjerne struje koja prolazi kroz svitak ("proizvodi" magnetno polje i, u biti, uzrokuje otklon pomičnoga svitka). **Opruga D** ima zadaću vraćanja kazaljke u početni položaj nakon mjerenja i amortizira (umiruje) kazaljku.

## MJERILA S VIŠE PODRUČJA:

Tzv. univerzalni mjerni instrumenti obično mjere istosmjerne i izmjenične; STRUJE, NAPONE I OTPORE, a Poneki imaju i mogućnosti mjerenja;  $h_{fe}$  =statičko pojačanje tranzistora u spoju Z, kapaciteta kondenzatora. Poznatiji proizvođači mjernih instrtumenata su METEX, ISKRA... Suvremeniji laboratorijski instrumenti imaju daleko manju grešku pri mjerenju (tolerancija). Proizvođača npr. HITACHI, HEWLET & PACKARD, TEKTRONIX, HAMMES...

## 9. MJERE PROTIV SMETNJI

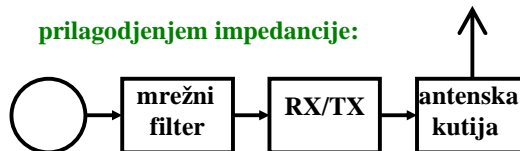
### postavljanjem filtera:



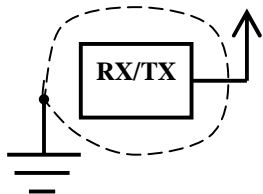
~220V / 50Hz

uklanjamo smetnje koje dolaze preko napajanja kroz utičnicu

### prilagodjenjem impedancije:



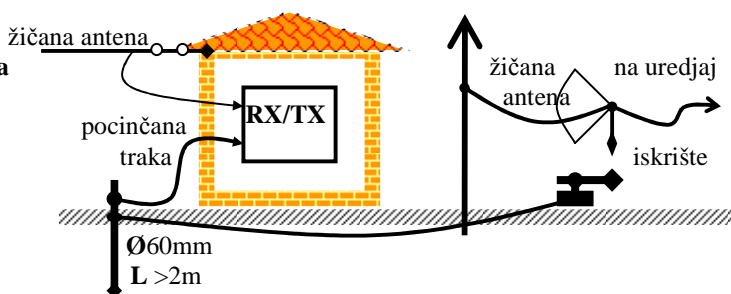
### oklapanjem uredjaja:



uklanjamo smetnje koje dolaze od kućišta uredjaja i idu u okolinu. Te smetnje su vidljive na ekranu računala kada uredjaj ide u predaju (slika na ekranu skače). Međutim, ova neugodna pojava je češća ako antena nije prilagodjena uredjaju pa je zbog toga potrebno imati **prilagodnu antensku kutiju** između antene i uredjaja.

## 10. SIGURNOST

- Prostorija u kojoj se radi mora biti svjetla, suha i dovoljno velika.
- Antenske kablove dovoditi najkraćim putem.
- Pod prostorije u kojoj se radi treba biti električki izoliran.
- Ako jednom rukom mjerimo struju ili napon, drugom rukom ne doticati ništa!!!
- uredjaje uključivati u tzv. šuko utičnice
- Svi dijelovi radio postaje trebaju biti uzemljeni na postojeću vodovodnu instalaciju ili na posebno izvedeno uzemljenje.
- Ukoliko prostorija nema zemljovodne instalacije izvodimo je posebno. Za uzemljivač koristimo željeznu cijev duljine ne manje od dva metra.
- Udar groma je opasan pa stavljamo iskrišta na ulaze žičanih i drugih antena.



**PROČITATI!!!**  
Reanimaciju unesrećenih od strujnog udara.

## 11. HRVATSKA I MEDJUNARODNA DJELATNA PRAVILA I POSTUPCI

### Fonetska abeceda:

A	ALPHA	N	NOVEMBER
B	BRAVO	O	OSCAR
C	CHARLIE	P	PAPA
D	DELTA	Q	QUEBEC
E	ECHO	R	ROMEO
F	FOXTROT	S	SIERA
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

### Q-kod:

QRK	Kakva je čitljivost mojih signala?(+?)
QRM	Ometa li nas tko?(+?)
QRN	Atmosferske smetnje.
QRO	Povećaj snagu odašiljača!
QRP	Smanji snagu odašiljača!
QRS	Uspori slanje znakova!
QRQ	Ubrzaj slanje znakova!
QRT	Zaustavi slanje!
QRV	Jeste li spremni za početak?(+?)
QRZ	Tko me poziva?(+?)
QRX	Kada ćete opet zvati?
QSB	Fading...
QSL	Potvrđujem prijam.
QSO	Veza-komunikacija.
QSY	Promjenite frekvenciju odašiljanja!
QTH	Lokacija postaje?

**MORSE-ova abeceda:**

A	· -	M	--	Y	- · - -	Točka	· - · - ·
B	- · · ·	N	- ·	Z	- - · ·	Zarez	-
C	- · - ·	O	- - - -	0	- - - - -	Upitnik ?	· - · - ·
D	- · ·	P	· - - -	1	· - - - -	Kraj rečenice +	· - · - ·
E	·	Q	- - -	2	· · - - -	Početak rečenice, -	- · - · -
F	· · - ·	R	-	3	· · · - -	rastavnica	- · - · -
G	- - ·	S	· · -	4	· · · · -	Kosa crta/	- · - · -
H	· · · ·	T	· · ·	5	· · · · ·	Pozdrav	73
I	· ·	U	-	6	- · · · ·	poljubac	88
J	· - - - -	V	· · -	7	- - · · ·	Muški	XL
K	- · -	W	· · · -	8	- - - · ·	Ženski	YL
L	· - · ·	X	· - - -	9	- - - - ·		
			- · · -				

**Oblik uspostave veze u telegrafiji CW:**

Opći poziv svima

**CQ CQ CQ DE 9A1CCR 9A1CCR 9A1CCR PSE K**

Jedna se stanica javlja

**9A1CCR 9A1CCR 9A1CCR DE 9A1HBC 9A1HBC 9A1HBC PSE K**

prvo gost , pa mi dragi prijatelju hvala što si se javio tvoja ocjena čujnosti

**9A1HBC DE 9A1CCR - GD DR OM - TNX FER CALL - UR RST IS 599 599 599 -**

moje mjesto prebivališta moje im

**MY QTH IS RAB RAB RAB - MY NAME IS MATE MATE MATE -**

Kako si primio plus hajde dodji

**HW ? 9A1HBC DE 9A1CCR + KN****Nakon što 9A1HBC ponovi ovu relaciju prelazi se na opremu, vrijeme i potvrda da će se slati QSL kartica**

raport

**9A1HBC DE 9A1CCR - TKS AGN FER NICE RPRT AND NICE QSO -**

ovdje uređaj

**ALL FB - HR RIG IS YAESU FT101EE - ANT IS DIPOLE -**

vrijeme

**WX IS SUNNY ABT 30 C - MY QSL IS SURE VIA BUREAU - HW COPY ?****9A1HBC DE 9A1CCR + KN****Opet 9A1HBC kaže o sebi ovo isto**

završetak veze

very

dalekih veza

**9A1HBC DE 9A1CCR - VY 73 ES BEST DX 73 73 73 SK . .**

U Samoboru i Rabu 2000 godine .