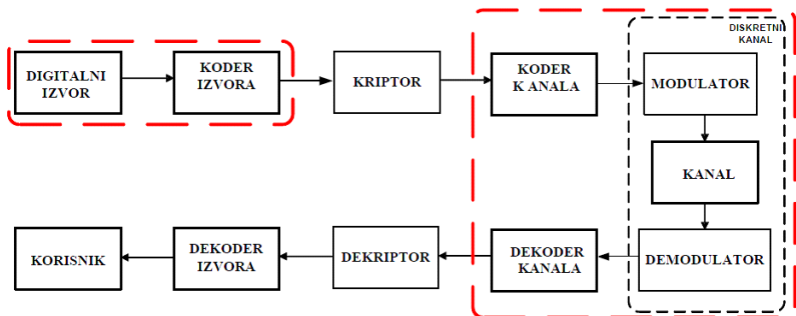


1. Model telekomunikacionog sistema sa stanovišta teorije informacija. Nacrati opštu blok šemu i opisati pojedine blokove.



Ciljevi sistema- efikasna siguran i pouzdan prenos podataka

Posmatra se prenos na nivou bit(iz izvora izlaze biti a u diskretni kanal ulaze biti)

KODER IZVORA – ovako digitalizovanu poruku pretvara u binarni oblik i ispuni neke dodatne zahteve:

- Cilj je svaku poruku predstaviti minimalnim brojem bita a da informacija bude prenet
- Dekoder izvora u idelanom slučaju obavlja inverznu funkciju

Ovako dobijeni binarni niz se u sledecem bloku (ŠIFRATOR) šifruje, sto ima za cilj očuvanje tajnosti pri prenosu podataka.

ZAŠTITNI KODER – ima cilj da sto je moguće više smanji verovatnoću greske pri prenosu pojedinih bita poruke. Na ulazu i izlazu kodera pojavljuju se biti, dok transformaciju bita u signale vrši modulator.

- Nakon zaštitnog kodera biti poruke su ‘oklopljeni’ zaštitinim bitima.

2.Pojam informacije i njena kvantitativna predstava. Kako se definiše entropija izvora bez memorije?

Informacija može imati vise značenja:

- Sintaktički nivo – poruka nosi informacije ako na strani prijema postoji neizvesnost o tome koja će poruka biti primljena.
- Semantički nivo – zahteva se da korisnik razume značenje poruke (da je shvati).
- Pragmatički nivo – razmatra se vrednost informacija (korist koju izvlači korisnik).

ENTROPIJA predstavlja prosečnu ‘meru neizvesnosti (neopredeljenosti)’ posmatrača o tome šta će izvor da emituje. Emitovanjem pojedinih simbola izvor emituje u proseku tacno potrebnu količinu informacija i upravo potpuno razrešava ovu neizvesnost.

$$H(S) = \overline{Q(s_i)} = \sum_{i=1}^q P(s_i)Q(s_i) = \sum_{i=1}^q P(s_i) \text{ld} \left(\frac{1}{P(s_i)} \right) = - \sum_{i=1}^q P(s_i) \text{ld} P(s_i) \quad \left[\frac{\text{Sh}}{\text{simb}} \right]$$

(samo krajnja formula)

3.Hafmenov kod, efikasnost, maksimalan stepen kompresije za izvore bez memorije.

Po teoriji informacija Hafmenov kod je algoritam koji služi sa kompresiju podataka (signala),racuna se preko formule za maksimalni stepen kompresije za izvore bez memorije.

$$\eta = \frac{H(s)}{Lsr} \cdot 100\%$$

Ls = Srednja Duzina Kodne reci, H(s) = Entropija izvora.

4.Kako se vrše proširenja izvora i koji je njihov značaj? Kako se računa entropija n-tog proširenja izvora?

(Postupak statističkog kodovanja elemenata liste II proširenja izvora)

| s_i | $P(s_i)$ | x_i | s_i | $P(s_i)$ | x_i | s_i | $P(s_i)$ | x_i |
|----------------------|----------|-------|---------------------|----------|-------|------------------------------|----------|-------|
| $\sigma_1 = s_1 s_1$ | 0.49 | 1 | σ_1 | 0.49 | 1 | $\sigma_2 \sigma_3 \sigma_4$ | 0.51* | 0 |
| $\sigma_2 = s_1 s_2$ | 0.21 | 01 | $\sigma_3 \sigma_4$ | 0.30* | 00 | σ_1 | 0.49 | 1 |
| $\sigma_3 = s_2 s_1$ | 0.21 | 000 | σ_2 | 0.21 | 01 | | | |
| $\sigma_4 = s_2 s_2$ | 0.09 | 101 | | | | | | |

Ako se umesto pojedinih simbola posmatraju sekvence od po 2, 3 ili više (n) sukcesivnih simbola, tada se kaže da se posmatra drugo, treće ili n-to proširenje izvora.

- Ono se obično obeležava sa S_n a broj njegovih simbola je upravo q^n .

- Drugim rečima, n-to proširenje izvora je izvor čiji su simboli sekvence od po n simbola prvobitnog izvora.

Primenom proširenja dolazi do povećanja efikasnosti

5.Formulisati prvu Šenonovu teoremu

Prva Šenonova teorema – dovoljnim proširivanjem reda izvora I njegovim kodiranjem može se postići proizvoljno visoka efikasnost:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{L_{sr,n}}{nH(s)} = 1$$

(kompresija može najviše ici do nivoa gde se svaki symbol u proseku predstavlja sa onoliko bita koliko iznosi entropija izvora)

6. Objasniti konstrukciju Hemingovog (7,4) koda. Pojava jednostruke i dvostruke greške.

* Šablon

| | | | | |
|---|---|---|---|-------|
| 1 | 0 | 0 | 1 | z_1 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | z_2 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | i_1 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | z_3 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | i_2 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | i_3 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | i_4 |

* Vektori

$I = [1101]$
 $X = [1010101]$
 $E = [000010]$
 $Y = [1010111]$

- decimalni zapis sindroma
 pokazuje poziciju greške.

- ovaj kod može da detektuje i
 ispravlja greške.

* Neka treba kodovati bite $i_1=1, i_2=1, i_3=0, i_4=1$.

* Pozicije prve jedinice u kolonama (počev od
 krajnje desne) određuju pozicije zaštitnih bita

$$z_1, z_2, i_1, z_3, i_2, i_3, i_4$$

* Preostale jedinice u pojedinim kolonama
 određuju kontrolne sume

$$z_1 = i_1 \oplus i_2 \oplus i_4 = 1 \oplus 1 \oplus 1 = 1,$$

$$z_2 = i_1 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0,$$

$$z_3 = i_2 \oplus i_3 \oplus i_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0.$$

* Greška na šestoj poziciji, $e_6=1$.

* Dekodovanje se obavlja pomoću sindroma

$$s_1 = y_1 \oplus y_3 \oplus y_5 \oplus y_7 = 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

$$s_2 = y_2 \oplus y_3 \oplus y_6 \oplus y_7 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

$$s_3 = y_4 \oplus y_5 \oplus y_6 \oplus y_7 = 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

$$S = [110] = 6 \text{ (pozicija greške).}$$

ovaj kod može da detektuje jednu grešku, koju istovremeno i koriguje (ne može da detektuje dodatne greške (dolazi do pogorsanja performansi)).

7. Objasniti konstrukciju Hemingovog (8,4) koda. Tumačenje sindroma za razne slučajeve

Konstrukcija??

* Sindromi

1) $S=0, s_4=0$ - nije bilo greške pri prenosu

2) $S>0, s_4=1$ - neparan broj grešaka, sindrom pokazuje poziciju

3) $S>0, s_4=0$ - paran broj grešaka

4) $S=0, s_4=1$ - greška baš na bitu parnosti

-može da detektuje jednu gresku koju i koriguje a može da detektuje i jos jednu dodatnu gresku.

8. Definisati spektr periodičnih i aperiodičnih signala. Objasniti sličnosti i razlike između spektara ovih signala. Navesti karakteristične primere.

Spektr periodičnih signala je diskretan. Rastojanje izmedju komponenti u spektru iznosi $f_0=1/T$ I nikad ne može biti manji od toga. Broj komponenti može biti beskonacan.

Spektr aperiodičnih signala je kontinualan (ne postoje samo neke već sve komponente u spektru), može se odrediti zbirom beskonacnog broja kosinusoida čije se učestanosti razlikuju za beskonacno malu vrednost

Primer periodičnog signala je sinusoida a aperiodičnog je usamljeni impuls.

9. Odrediti periodu signala koji se dobija sabiranjem tri prostoperiodičnog signala učestanosti 15Hz, 25Hz i 35Hz. Kakva je priroda ovog signala?

Osnovna učestanost s učestanosti 15hz, 25hz, 35hz se dobija izracunavanjem najveceg zajednickog delioca ove tri učestanosti. $NZD(15,25,35) = 5$. $f_0 = 5\text{hz}$. $T = 1/5\text{hz} \rightarrow$ odnosno perioda signala je jednaka $T=200\text{ms}$.

10. Kako se periodičan signal može rastaviti na svoje prostoperiodične komponente? Definicija Furijeovog reda.

Ako periodican signal $x(t)$ zadovoljava Dirichletov uslov:

$$\int_{\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} |x(t)| dt < \infty$$

tada se on može predstaviti u obliku Fourier-ovog reda, odnosno u obliku (f_0 je osnovna učestanost određena periodom signala):

$$x(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n\omega_0 t) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(n\omega_0 t)$$

pri čemu su težinski koeficijenti određeni izrazima

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x(t) \cos(n\omega_0 t) dt$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x(t) \sin(n\omega_0 t) dt$$

11. Razlika između jednostranog i dvostranog spektra. Osobine amplitudskog i faznog spektra.

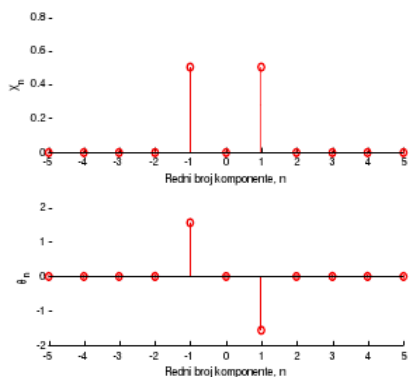
Kod jednostranog spektra su komponente duplo veće od dvostranog. Dvostrani amplitudski spektar je simetrican (parna f-ja (n)). Dvostrani fazni spektar je neparna f-ja (n).

AMPLITUDSKI SPEKTAR realne funkcije $f(t)$ je parna funkcija učestanosti, dok je FAZNI SPEKTAR neparna funkcija učestanosti, odnosno vaze izrazi:

12. Nacrati amplitudski i fazni spektar sinusoide – prvo jednostrano a zatim dvostrano.

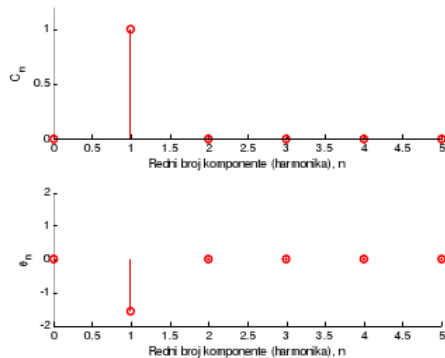
* Dvostrani spektar

$$C_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$$



* Jednostrani spektar

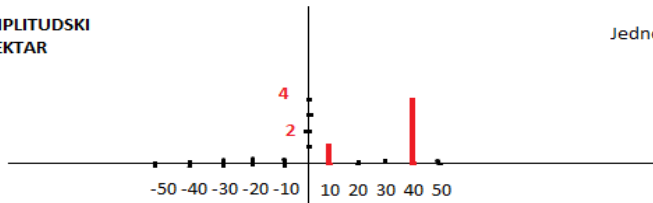
$$|X_n| = C_n / 2$$



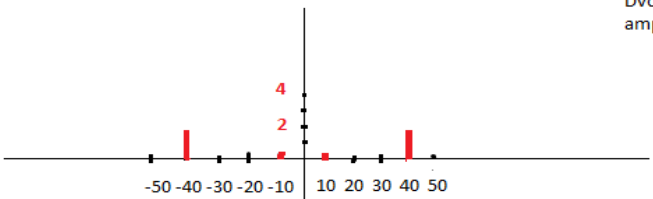
13. Nacrati amplitudski spektar i spektar snage zbira dve sinusoide – prva učestanosti 10Hz i amplitude A=1, druga učestanosti 40Hz i amplitude B=4. Prvo nacrtati jednostrani a zatim dvostrani amplitudski spektar.

AMPLITUDSKI SPEKTAR

Jednostrani



Dvostrani (prepolovite amplitude i crtate i za + i za -)



17. Koje su osnovne osobine linearnog sistema? Šta znaci da je sistem vremenski invarijantan?

Osnovne osobine linearnog sistema:

homogenost

aditivnost.

Signal na izlazu je linearna transformacija ulaznog sistema. Linearnost dozvoljava da se odziv sistema predstavi kao suma pojedinačnih odziva na pobudu pojedinačnim komponentama. **Izvor nema memoriju** ako signala u trenutku t zavisi samo od ulaznog signala u trenutku t (ne zavisi od prethodnih trenutaka).

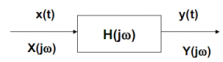
Kauzalnost-odziv u posmatranom trenutku ne zavisi od odziva u prethodnim trenutcima, ukljucujuci tu i tekuci.

stabilnost-ako konacna pobuda proizvodi i konacan odziv.

Vremenska invarijantnost:ako je na ulazu u linearan vremenski invarijantan sistem prisutna (kompleksna)pobuda na samo jednoj ucestanosti na izlazu se pojavljuje odziv na istoj toj ucestanosti(samo na njoj)..

18. Kako se može opisati linearni sistem? Šta je funkcija prenosa a šta impulsni odziv sistema?

Linearni sistemi su oni sistemi kod kojih vazi da ako na ulazu postoji nekakav signal x(t), on se naziva pobudom svaka prostoperiodicna komponenta je oblika:

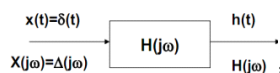


Signal y(t) koji se pojavi na njegovom izlazu je tada odziv. i sistem se posmatra kao crna kutija koja je potpuno opisana pobudom i odzivom.

Oblik spektra:

Ako se **f-ja prenosa** linearnog sistema oznaci sa H(jw) tada se moze pisati . Moze se rastaviti na amplitudsku i faznu karakteristiku: F-ja prenosa je iskljucivo karakteristika sistema za prenos i ni na koji nacin ne zavisi od pobude il odziva.

Impulsni odziv predstavlja odziv sistema na pobudu delta impulsom:Spektar signala na izlazu je jednak prenosnoj f-ji:



izraz za impulsni odziv koji zavisi samo od prenosne f-je.

19. Kako se može odrediti pojačanje amplitude a kako pojačanje snage signala? Kako se pojačanje može izraziti u decibelima? // deo u prethodnom pitanju

Ako je pojačanje amplitude A (apsolutna vrednost) tada je pojačanje snage signala, slabljenje je $1/A$ a slabljenje snage $1/p$ pa je pojačanje u dB $a=20\log(A)$ [dB]= $10\log(Ap)$ [dB], a slabljenje u dB: $=-20\log(A)$ [dB]= $-10\log(Ap)$ [dB]. Kada je pojačanje > 1 vrednost u dB je >0 a kad je pojačanje <1 vrednost u dB je <0 . za slabljenje je obrnuto.

20. Koje osobine ima i kako se može opisati idealan sistem za prenos?

Vremenski domen

Signal sa ulaza ne sme biti izoblicen tj u veoma slicnom obliku treba da se pojavi na izlazu:

- Amplituda mu je promenjena(pojačanje ne mora biti jedinicno,dovoljno je da je konstantno tj isto na svakoj ucestanosti)
- Zakasnjen je u vremenu(ne mora biti 0 tj odaziv se ne mora pojaviti u istom trenutku kad i pobuda)

Frekvencijski domen

Prenosna funkcija idealnog sistema:

- Pojačanje je konstantno na svim ucestanostima
- Fazna karakteristika je linearna funkcija ucestanosti

*Konstanta to koja odredjuje nagib fazne karakteristike naziva se grupno kasnjenje.

$$H(j\omega) = \frac{Y(j\omega)}{X(j\omega)} = Ae^{-j\omega t_0} \quad \begin{matrix} A(\omega) = A = const. \\ \theta(\omega) = -\omega t_0 \pm n\pi \end{matrix}$$

21. Opisati vrste filtara i definisati njihove funkcije prenosa. Komentarisati mogucnost realizacije idealnog sistema prenosa (idealnih filtara)

NF FILTAR: propusta samo deo spektra signala sa ulaza koji se nalazi iznad krucne granicne ucestanosti fn. Naziva se i LP filtar(low pass)

Za $\omega_n \rightarrow$ beskon. filtar postaje idealan.

VF FILTAR: propusta samo deo spektra signala sa ulaza koji se nalazi ispod granicne ucestanosti fn. Naziva se i HP filtar

(besk, $-\omega_n$) (ω_n , $+\infty$) za $\omega_n=0$ postaje idealan.

FILTAR PROPUSNIK OPS: propusta samo deo spectra ul.sig. koji se nalazi izmedju granicnih ucestanosti fn i fv. Naziva se i BP(band pass)

Kada je $\omega_n=0$, a $\omega_v \rightarrow$ besk. filtar postaje idealan.

FILTAR NEPROP. OPS: propusta deo spektra ul.sig. koji se nalazi u opsezima (0,fn)i (fv,+besk) Naziva se i NP(noč pass)

Kada je $\omega_n=\omega_v$ filtar postaje idealan.

---Da bi sistem za prenos bio idealan:

-Amplitudska karakteristika funkcije prenosa mora biti ravna na svim ucestanostima(dovodi do iste promene amplitude svih spektralnih komponenti signala tj pojačanje ne mora biti jedinicno,dovoljno je da bude konstantno(isto na svakoj frekvenciji)

-Fazna karatkeristika funkcije prenosa mora biti linearna na svim ucestanostima(dovodi do kasnjenja signala na izlazu u odnosu na ulaz)

- Kada se na ulazu pojavi Delta impuls na izlazu bi trebalo da se pojavi pojacan/oslabljen i zakasnjen za t_0 (ali ne i razliven) Delta impuls.

22.Odrediti snagu p.p.impulsa propustene kroz NF filtar date granicne vrednosti.

NF FILTAR: propusta samo deo spektra signala ulaza koji se nalazi iznad granicne ucestanosti. Za $\omega_n \rightarrow$ beskon. filtar postaje idealan.

-Spektar snage signala $x(t)$:

$$S(\omega) = |X_n| = (Et/T)^2 ((\sin(n\omega_0 t/2)/n\omega_0 t/2) = (E/p)^2 (\sin(n\pi/p)/n\pi/p)^2$$

-Ukupna snaga signala:

$$P_s = E^2/p$$

-Srednja snaga slozenog periodicnog signala jednaka je zbiru srednjih snaga svih njegovih harmonika:

$$P_Y = |X_0|^2 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} |X_n|^2$$

23. Šta je to modulacija i zašto je bitna? Definisati modulišući i modulisani signal, signal nosioca. Koji tipovi analognih

modulacija postoje i po čemu se razlikuju?

Modulacija je postupak modifikovanja parametra jednog periodicnog signala u funkciji karakteristiknih parametara drugog signala. Originalni nosilac poruke je modulisuci signal. Pomocni periodicni signal je nosilac. Nosilac modifikovan modulisucim signalom - modulisani signal.

Modulacija je bitna kako bi se sto uspesnije iskoristile mogucnosti veze. Isto tako ima cilj da se isti medijum prenosa iskoristi za prenos vise signala. Razlikujemo dva tipa analognih modulacija :

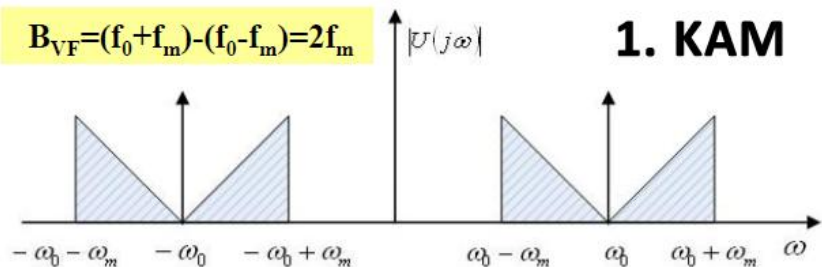
Amplitudska modulacija - Menja se amplituda

Ugaona Modulacija - menja se faza.

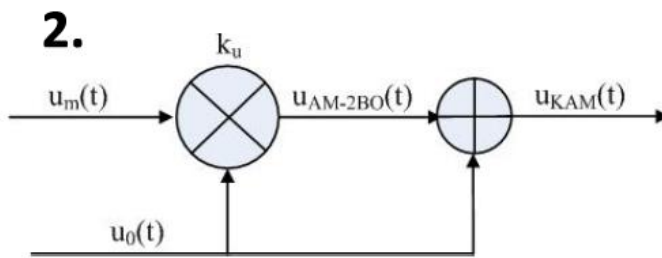
24. Modulirajući signal je prostoperiodičan, tj. $u_m(t) = U_m \cos(2\pi f_m t)$. Prikazati spektar KAM, AM-2BO i AM-1BO signala, kada je učestanost nosioca jednaka f_0 .

25. Dati definiciju AM-2BO/AM-1BO/KAM modulacije, nacrtati blok šemu kompletnog sistema prenosa i objasniti princip rada. Nacrtati spektre u karakterističnim tačkama.

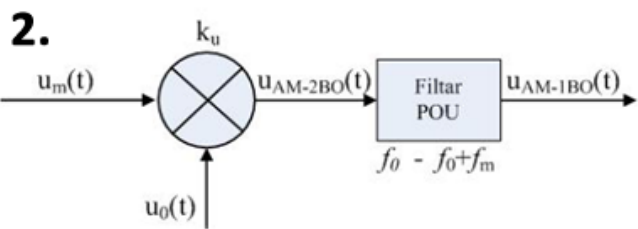
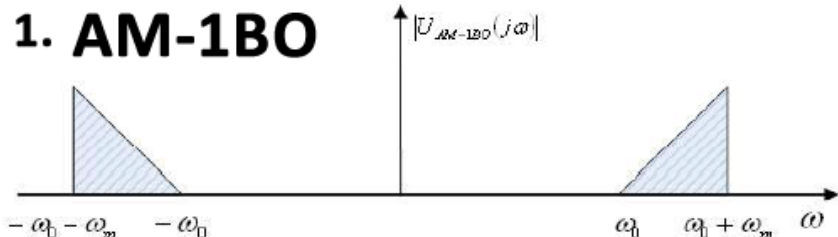
$$B_{VF} = (f_0 + f_m) - (f_0 - f_m) = 2f_m$$



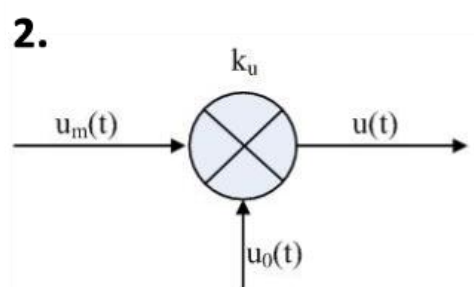
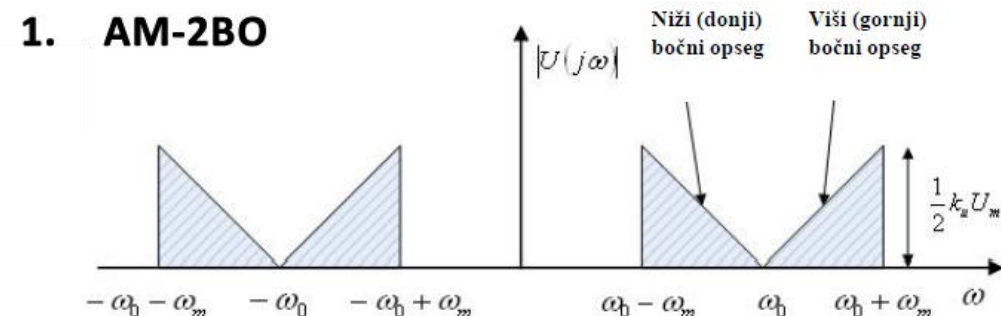
1. KAM



1. AM-1BO



1. AM-2BO



26. Zašto se kod KAM signala prenosi nosilac? Koje su prednosti a koje mane prenosa nosioca? Šta je detektor anvelope?

Prenosenje nosioca dovodi do lakše demodulacije odnosno, ako bi imali dovoljno mali NF filter mogli bi iz signala da izdvojimo nosilac i samim tim olaksamo posao demodulacije. Mana ovog postupka sto trosimo mnogo snage na prenos nosilaca. Prenosenje nosilaca je dosta nepotrebno jer je moguće demodulirati signal upotrebom detektora anvelope. Demodulacija amplitudski modulisanog signala bez potrebe za generisanjem lokalnog nosilaca. Moguće pomoću RC kola ili detekcijom KAM signala.

27. U čemu je osnovna razlika između AM i FM postupaka modulacije – uporediti ih po pitanju oblika modulisanog signala, širine spektra signala, kvaliteta prenosa.

Fm modulacije postizu kvalitetniji prenos, ali dosta skuplji i mnogo vise zavise od sirine spektra.

Tako da fm modulacije nije zgodna za prenos video signala, jer bi sirina spektra signala koja treba da se prenese bila prevelika. Ali zato je vrlo zgodna za prenos radio signala.

28. Objasniti princip formiranja multipleksa sa frekvencijskom raspodelom signala. Nacrtati blok šemu kompletnog sistema za prenos tri telefonska signala i izračunati minimalnu širinu opsega učestanosti multipleksnog signala.

4. Frekvencijski multipleks

* **Frekvencijski multipleks (FDM, Frequency Division Multiplexing)**, u kome se svakom korisniku, signalu koji se prenosi, dodeljuje deo propusnog opsega jednog zajedničkog sistema prenosa

