

- 1.) - prijenosni signal: $u_p = U_{\max} \cos(\omega_p t)$
 - modulatorni signal: $u_m = U_{\max} \cos(\omega_m t)$

- modulirani signal: $u_{\text{mod}} = u_p \cdot \cos \left[\omega_p t + \left(\frac{\Delta \omega_{\text{mod}}}{\omega_m} \right) \cdot \sin(\omega_m t) \right]$

a) $k_f = 20 \text{ kHz/V}$

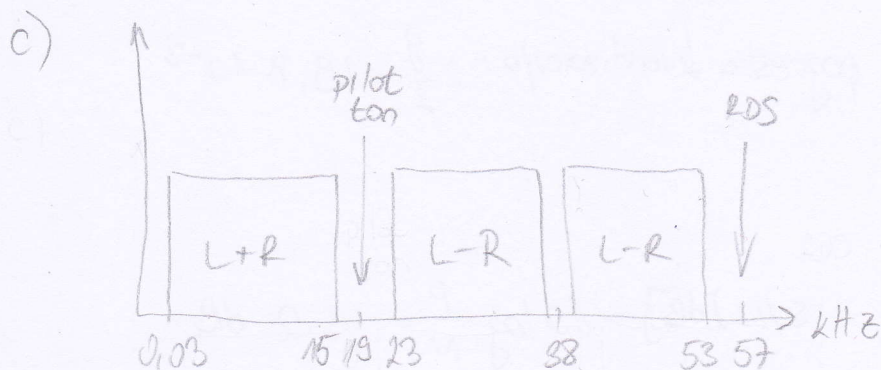
$U_{\text{mm}} = 2 \text{ V}$

$\Delta f = k_f \cdot U_m = 20 \frac{\text{kHz}}{\text{V}} \cdot 2 \text{ V} = 40 \text{ kHz}$

b) $f_m = 15 \text{ kHz}$

$m_f = \frac{\Delta f}{f_m} = \frac{40}{15} = 2,67$

$B_{\text{FM}} = 2 f_{m, \text{max}} (m_f + 1) = 30 \cdot 10^3 \cdot 3,67 = 110 \text{ kHz}$



d) $f_{\text{VF}} = 89 \text{ MHz}$

$f = 10,7 \text{ MHz}$

$f_{\text{LO}} = f - f_{\text{VF}} = 78,3 \text{ MHz}$

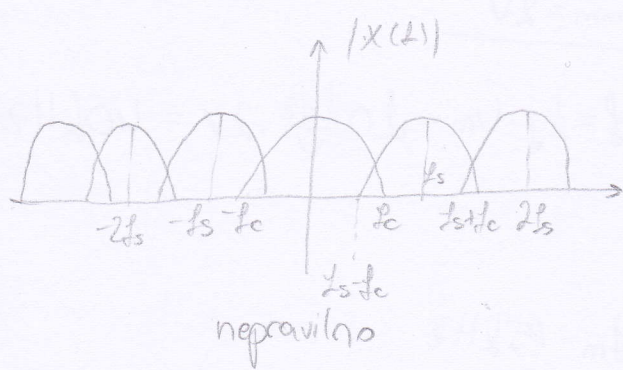
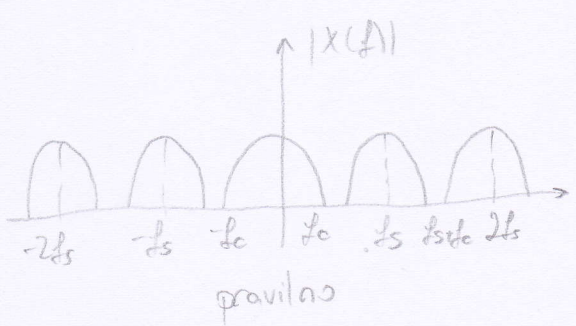
- smisao gustonja je taj da se slušanje radio postaje ne odvija na visokim frekvencijama na kojima se signal prenosi, nego se svaki signal koji se želi slušati spusti na međufrekvenciju kako bi svi signali radiopostaja radili na istoj međufrekvenciji.
 - mješanje se radi množenjem moduliranog signala na frekv. nosioca i frekv. k. oscilatora

2. 1. uzorkovanje - koristimo sample hold metodu na određenoj frekvenciji uzorkovanja, koja mora biti 2x veća od najveće frekvencije u spektru

2. kvantiziranje - svaki uzorak dobiva određenu naponsku razinu

3. kodiranje - svaki uzorak dobiva svoj binarni kod

- do preklapanja spektra dolazi ako je $f_c > f_s - f_c$, tj. ako je frekvencija uzorkovanja manja od $2 \cdot f_{max}$



a) zbog samog postupka kvantizacije gubi se dio informacije što nazivamo pogreškom kvantizacije

$$U_{uv} = 5V$$

$$b = 8$$

$$N = 2^b - 1 = 255$$

$$q = \frac{U_{uv}}{N} = 0,0196$$

$$\text{pogreška kvantizacije} = \pm \frac{q}{2} = \pm 9,8 \cdot 10^{-3}$$

b) $N = \frac{q^2}{12} = 3,2 \cdot 10^{-5} W$

$$P = \frac{A^2}{2} = \frac{\left(\frac{U_{uv}}{2}\right)^2}{2} = 3,125 W$$

$$S/N [dB] = 10 \log \frac{P}{N} = 50 dB$$

c)

NYQUIST

NADUZORKOVANJE

frekv. uzorkovanja

$$f_s = 2 f_c$$

$$f_s = 2^{r+1} \cdot f_c$$

snaga suma kvantizacije

$$S = \frac{q^2}{12}$$

$$S = \frac{q^2}{12 f_s}$$

- ③ - osnovna razlika je u načinu kodiranja podataka
- DAB koristi MPEG Layer II koder
 - DAB+ koristi MPEG4 AAC koder
- koristi se OFDM modulacija gdje je svaki od podnosioca DQPSK moduliran
- prilagodba prijenosa se vrši pomoću 4 načina rada:
- MOD I - $\leq 375 \text{ MHz}$ - zemaljska difuzija, mobilni prijam
 - MOD II - $\leq 1,5 \text{ GHz}$ - lokalne radijske postaje, satelitska difuzija
 - MOD III - $\leq 3 \text{ GHz}$ - opća primjena, kabelska distribucija, pogodan za mobilni prijam s velikim brzinama vožnja
 - MOD IV - $\leq 1,5 \text{ GHz}$ - namijenjen za L pojas, nije pogodan za mobilni prijam
- SBR - veći dio prijenosne brzine se koristi za prijenos nižih frekvencija, a više frekvencije se rekonstruiraju iz nižih uz dodatne podatke
- primjenom SBR moguće proširiti spektar audio signala
 - princip se zasniva na odnosu između spektralnih komponentata u nižem frekv. pojasu i spektralnih komponentata u višem frekv. pojasu
- PS - služi za projekciju stereo efekata zvuka uz preneseni mono audio signal iz koder
- opisan s 2 parametrima:
 - PAN - sadrži frekvencijski selektivne razlike u razinama signala između lijevog i desnog kanala
 - SA - sadrži informacije o stereo ambijentu signala

- ④ Kodiranje audio signala - Energetsko kodiranje - kontrola slijeda bitova da se spriječe parovljudni nizovi
- Konvolucijsko kodiranje - dodavanje redundancije za zaštitu od pogreške u kanalu
 - Vremensko ispreplitanje - razmještanje bitova radi bolje zaštite od smetnji
- Kanalno kodiranje - uklanjanje redundancije u signalu
- Vremensko i frekvencijsko ispreplitanje koristi se u svrhu disperzije pogreške i smanjenja njihovog utjecaja na poslenu informaciju

5. $f_s = 12 \text{ kHz}$
 16-bitovna kvantizacija
 smanjenje toka 5 puta

$$f_s = 12 \text{ kHz} \cdot 16 = 192 \text{ kbit/s}$$

$$f_{s_{\text{mc3}}} = f_s : 5 = 38,4 \text{ kbit/s}$$

$$f_{s_{\text{multiplex}}} = 38,4 + 3 = 41,4 \text{ kbit/s} //$$

$$f_{\text{uk}}' = 3 \cdot 41,4 = 124,2 \text{ kbit/s} //$$

- manji tok podataka znači manju širinu pojasa kanala

$$f_{\text{QAM}} = \frac{f_{\text{uk}}'}{6} = 20700 \text{ simbola/s}$$

$$f_{\text{OFDM}} = \frac{f_{\text{QAM}}}{128} = 161,71 \text{ simbola/s}$$

6. Audio signal se može digitalizirati unutar toka podataka koji se prenosi preko postojeće internet infrastrukture. Osnovni zadatak je podrška radijskim uslugama da ih se učini atraktivnijima za moguće korisnike.

- 2 načina prijenosa - prijenos datoteka (file transfer)
 - emitiranje (streaming)

- utjecaj mreže - gubitak paketa - preopterećenje međupremnika (nema zaštitnih koda)
 - kašnjenje paketa - dinamička promjena spojnih puteva
 - promjenjivo kašnjenje paketa - IP mreže su asinhronne, pa dolazak paketa nije konstantan
 - promjena poretka paketa - dinam. promjena spojnih puteva
 - fragmentacija paketa - paketi veći od 1500 bita se dijele na manje što povećava utjecaj opisanih utjecaja

- simulcast - istovremeno emitiranje istog programa na više platformi

- podcast - skup digitalnih audio/video podataka koji se prenose internetskim preuzimanjem sadržaja na neki medij

- multicast - jedinstveni stream se dostavlja za više korisnika kojima se naplađuje zauzetost servera

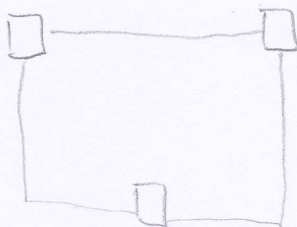
- poslovni model audio streaminga

⑦. - Uloga višekanalnih sustava je stvaranje doima prostornosti zvučne slike korištenjem više elektroakustičkih pretvarača za snimanje i reprodukciju zvuka.

- nedostatak je prostorno ograničenje percepcije ograničeno na mali prostor slušanja tzv. "slatko mjesto" (sweet spot), te redundancija

- Dolby Surround

- nedostatak je veliko predušavanje kanala



- još neki sustavi (kvadrofonija, Dolby pro logic (II), kućno kino, Dolby digital)

⑧. SFN (Single Frequency Network) - omogućuje bolju iskoristivost radio-frekvencijskog spektra
- nema prostornog razmicanja odašiljača na istoj frekvenciji

MFN (Multi Frequency Network) - koriste se 3 frekv. emitiranja razmaknuta za 8 MHz i ukupno zauzede pojas je 24 MHz, a kod SFN je 8 MHz