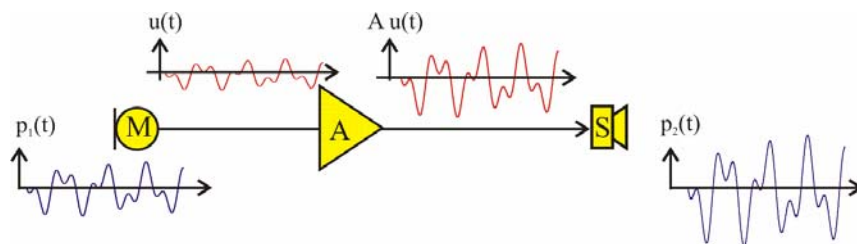


Analogne in digitalne komunikacije

Prenos analognih signalov

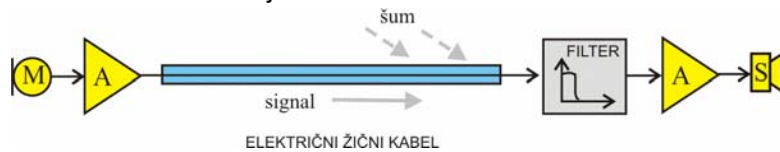
- prenos analognih signalov na kratki razdalji:
 - mikروفон pretvori akustični signal v podoben – **analogen** električni signal ,
 - ojačevalnik poveča napetost električnega signala za faktor A ,
 - zvočnik pretvori električni signal v podoben akustični signal.



- podobnost obeh akustičnih signalov je odvisna od kvalitete mikrofona in zvočnika.

Prenos v osnovnem frekvenčnem pasu

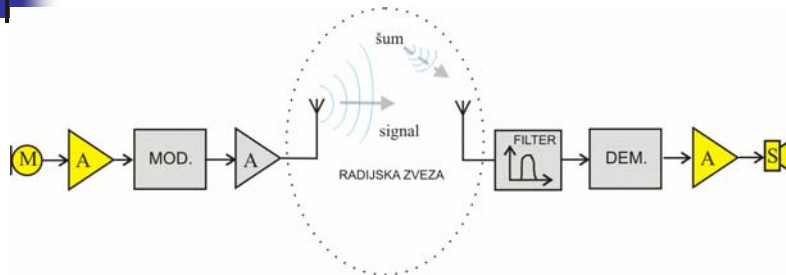
- žična komunikacija:



- žični kabel zakasni, slabi in popači električni signal ,
- kabel "sprejema" tudi neželene tuje signale,
- na kvaliteto signala za zvočnikom vpliva nastavitve filtra:
 - filter naj je naravnano tako, da prepusti čim več signala in čim manj šuma,
 - optimalna nastavitve filtra je odvisna od frekvenčnega spektra signala in od frekvenčnega spektra šuma
 - tudi z optimalnim filtrom ni mogoče popolnoma izločiti šuma!

3

Radijski prenos analognih signalov

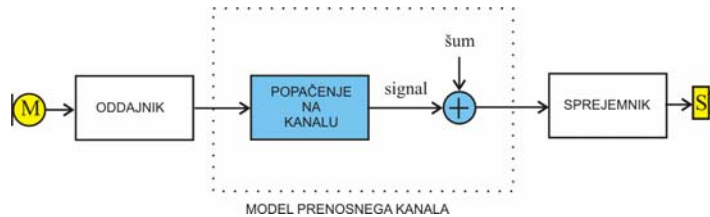


- Modulator "premakne" nizkofrekvenčni analogni signal v višjo frekvenčno lego, ki je primerna za prenos po radijskem kanalu.
- Filter v sprejemniku je "naravnano" tako, da prepušča spekter oddanega signala. V istem frekvenčnem pasu se delno nahajajo tudi motilni signali – šum.
- Demodulator v sprejemniku premakne modulirani visokofrekvenčni signal nazaj v osnovno frekvenčno lego.
- Reproducirani akustični signal je popačen predvsem zaradi motenj na radijski zvezi.

4

Prenos analognih signalov

- model prenosnega sistema

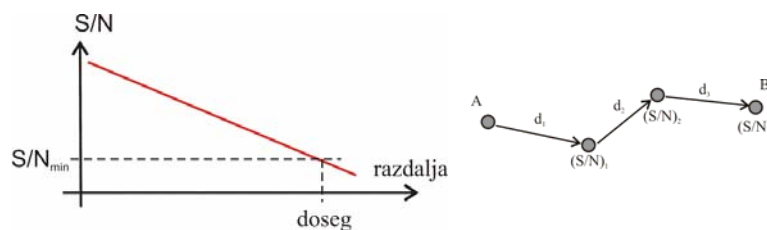


- Par oddajnik in sprejemnik ne prispevata bistveno k popačenju signala.
- Popačenje signalov nastopi na fizičnem kanalu:
 - prenosni medij popači električne signale (filtriranje: slabljenje, fazno popačenje)
 - prištevajo se tuji motilni signali – šum

5

Omejitve pri analogni komunikaciji

- Kvaliteto analognega signala izraža razmerje med signalom in šumom:
 - slabljenje narašča z razdaljo, zato moč signala (**S**ignal) upada,
 - moč šuma (**N**oise) narašča z razdaljo

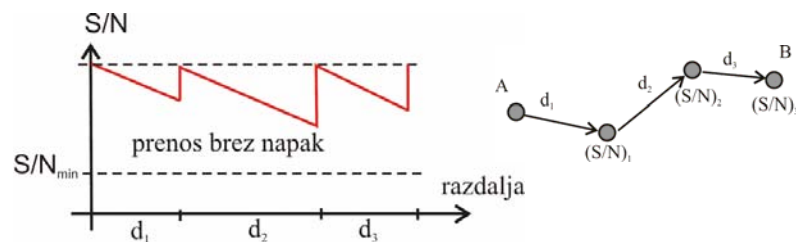


- Kvalitete analognih signalov na večji razdalji ni mogoče ohraniti !
- Povezava v omrežju je sestavljena iz množice poti med vmesnimi vozlišči. Razmerje med signalom in šumom se na poti med oddajnikom A in sprejemnikom B lahko samo zmanjšuje!
- Najnižje dopustno razmerje S/N določa **doseg** zveze.

6

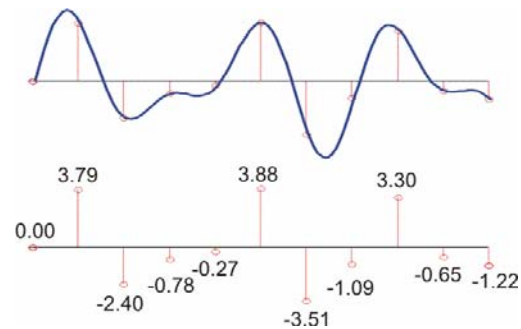
Prednost znakovnih komunikacij

- Tudi pri znakovni – digitalni komunikaciji se signali popačijo in na kanalu se tudi prišteva šum.
- Kvaliteto znakovne komunikacije določa število napačno prenešenih znakov.
- Znakovni signal je do določene mere neobčutljiv na šum:
 - šum ne vpliva na kvaliteto vse dokler ne povzroči napake pri prenosu
 - znakovni signal lahko obnovimo in šum se ne akumulira na celotni poti po omrežju.



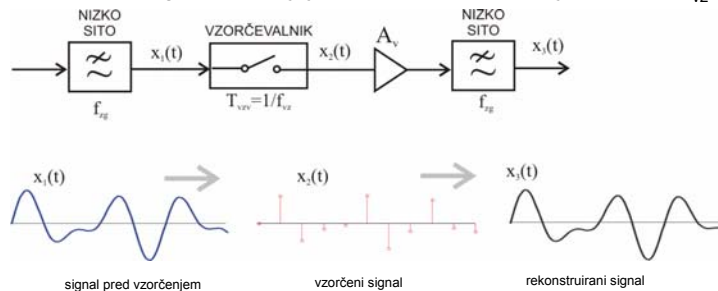
Analogno-digitalna pretvorba signalov

- Postopek A/D pretvorbe poteka v dveh fazah:
 1. časovno zvezni signal najprej enakomerno vzorčimo,
 2. vzorce signala kodiramo z omejenim številom bitov.



Vzorčenje analognega signala

- Signal mora biti pred vzorčenjem frekvenčno omejen.
- Vzorčeni signal sestavljajo vzorci, ki so razmaknjeni za čas T_{vz} :



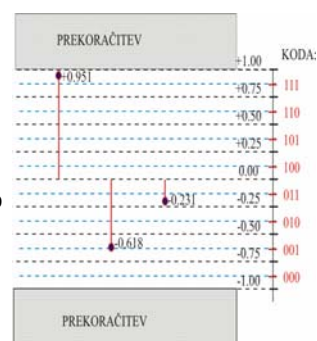
- Da lahko iz vzorcev popolnoma rekonstruiramo prvotni signal, mora biti vzorčevalna frekvenca vsaj dvakrat višja od najvišje frekvence v spektru analognega signala:

$$f_{vz} \geq 2f_{zg}$$

9

Kvantizacija vzorcev

- Vzorce lahko kodiramo v omejenem območju vrednosti, ki ga imenujemo **dinamično območje** kvantizatorja. Če je vrednost vzorca večja od meje dinamičnega območja nastopi **napaka zaradi prekoračitve**.
- Vrednosti vzorcev lahko kodiramo s končno natančnostjo, ki je omejena z dolžino zapisa. Postopek zaokroževanja po vrednosti imenujemo **kvantizacija**.
- Napaka pri zaokroževanju povzroči **popačitev signala**. Učinek je enak, kot če bi signalu dodali šum. Napako pri kvantizaciji zato imenujemo **kvantizacijski šum**.



10

Kvaliteta A/D pretvorbe

- Kvaliteto pretvorbe izraža razmerje med močjo signala in močjo kvantizacijskega šuma. Razmerje se podaja z logaritmsko mero v decibelih:

- b : število bitov A/D pretvorbe
- X_{eff}^2 : povprečna moč signala
- D : meja dinamičnega območja kvantizatorja

$$SNR_{AD} \approx 6 \cdot b + 10 \log \frac{3 \cdot x_{\text{eff}}^2}{D^2}$$

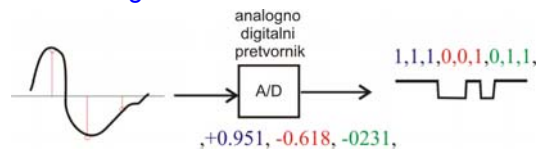
- primer:

- dinamično območje kvantizatorja je med $-D=-4$ in $D=4$,
- območje je enakomerno razdeljeno na 256 korakov (kvantov),
- vsak vzorec na izhodu kvantizatorja je zapisan z $b=8$ biti
- povprečna moč signala je $X_{\text{eff}}^2 = 10$
- Izračunani $SNR=6 \cdot 8 + 10 \log(30/16)=50.73\text{dB}$

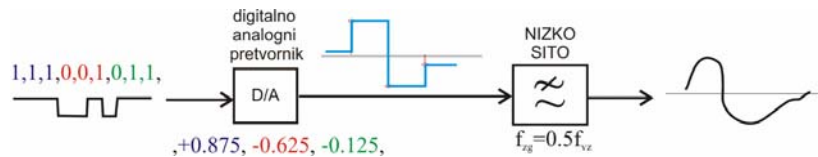
11

Analogno-digitalni in digitalno-analogni pretvornik

- Na vhodu A/D pretvornika je analogni signal.
- Na izhodu A/D je zaporedje števil v binarni obliki – digitalni ali znakovni signal.



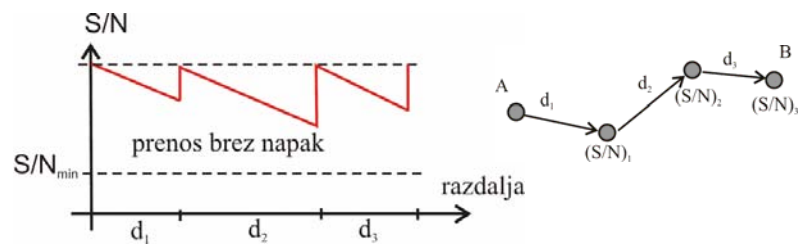
- Na vhodu D/A pretvornika je digitalni signal.
- Na izhodu D/A je stopničasti signal, ki se preblikuje na rekonstrukcijskem situ.



12

Prednost znakovnih komunikacij

- Tudi pri znakovni – digitalni komunikaciji se signali popačijo in na kanalu se tudi prišteva šum.
- Kvaliteto znakovne komunikacije določa število napačno prenešenih znakov.
- Znakovni signal je do določene mere neobčutljiv na šum:
 - šum ne vpliva na kvaliteto vse dokler ne povzroči napake pri prenosu
 - znakovni signal lahko obnovimo in šum se ne akumulira na celotni poti po omrežju.



13