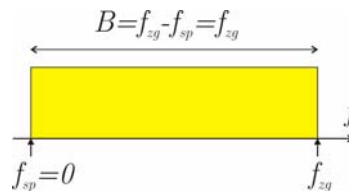


Digitalni prenos v osnovnem pasu

Gradniki TK sistemov

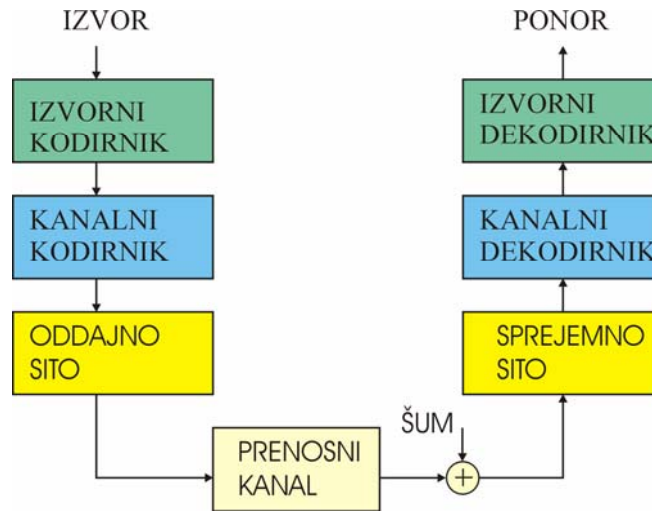
Digitalni prenos v osnovnem pasu

- Izraz **osnovni frekvenčni pas** izhaja iz analognih komunikacij . Osnovni pas je frekvenčno območje v katerem se nahaja večji del moči signala izvora.
- Pri prenosu v osnovnem pasu (baseband) uporabljamo frekvenčno področje od 0Hz naprej:



- Prenos signalov v osnovnem pasu uporabljamo v komunikacijah po kovinskih žičnih vodih kot sta na primer parica in koaksialni vod.
- Če prenosni medij ne omogoča prenosa v osnovnem pasu, moramo signale z modulacijo prestaviti v višjo frekvenčno lego. Takrat govorimo o prenosu v višji frekvenčni legi (passband).

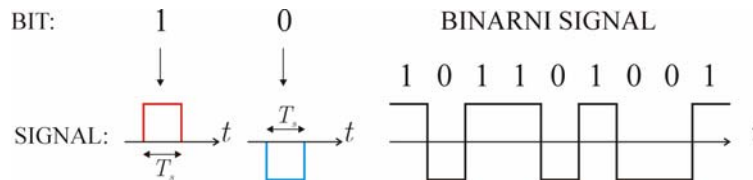
Model sistema za prenos v osnovnem pasu



11

Impulzno amplitudna modulacija

- Impulzno amplitudna modulacija **PAM** (Pulse Amplitude Modulation) se najpogosteje uporablja za digitalni prenos v osnovnem pasu.
- Informacijo zapišemo z amplitudo impulzov omejenega trajanja.
- Najpreprostejši je binarni prenos s pravokotnimi impulzi:



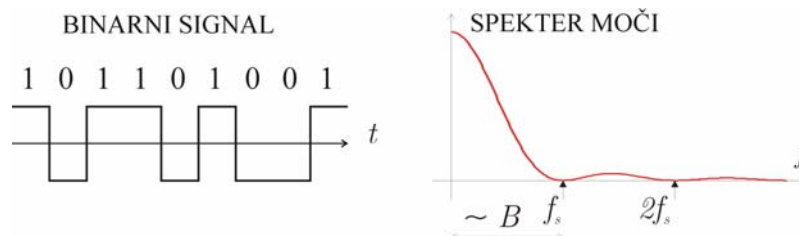
- Pri binarnem prenosu vsak simbol nosi en bit informacije, zato je hitrost prenosa informacije enaka simbolni hitrosti:

$$r = f_s$$

12

Spekter binarnega signala

- Zaradi pravokotnega oblikovanja impulzov potrebujemo razmeroma širok frekvenčni pas, približno do simbolne frekvence f_s :



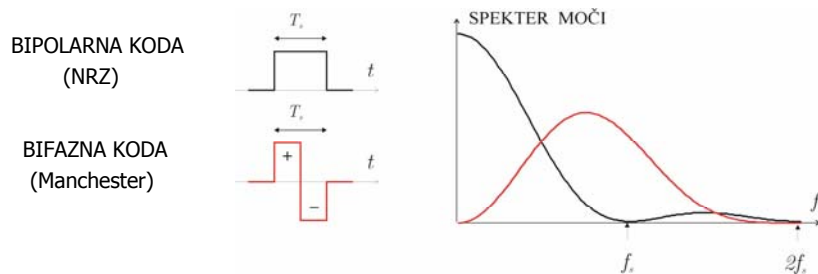
- S pravokotno oblikovanimi binarnimi impulzi lahko po kanalu s pasovno širino B prenesemo približno B bitov v sekundi:
- Primer: Po kanalu s pasovno širino 100kHz lahko prenašamo samo 100kbit/s.

$$r \approx 1 B$$

13

Dvoimpulzni prenos - Manchester koda

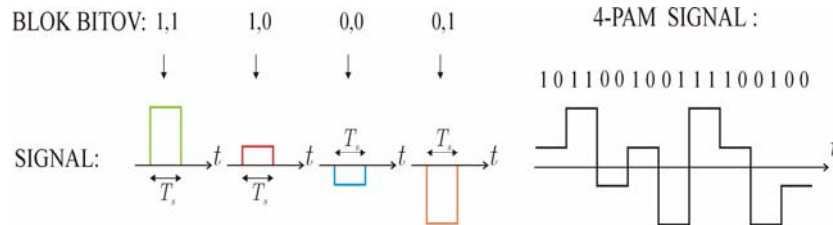
- Prenos v osnovnem pasu poteka mnogokrat brez prevajanja enosmerne komponente signala. Izločitev enosmerne komponente nastopa zaradi induktivnega ali pa kapacitivnega sklopa prenosnih naprav na žične vode.
- Posledica izločitve enosmerne komponente je popačitev signala, ki ima največji učinek pri dolgem zaporedju enakih znakov.
- Med množico načinov izločanja enosmerne komponente je zelo učinkovit princip izločanja DC na intervalu enega simbola. Posledica je dvakrat širši spekter:



14

Impulzno amplitudna modulacija

- Več bitov v enakem času lahko prenesemo z več nivoji:



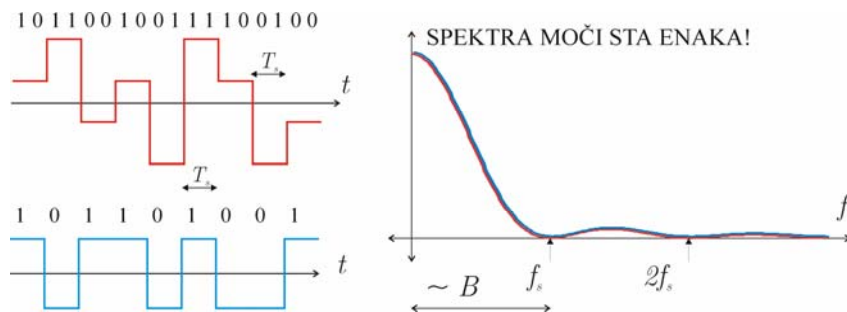
- Uporabimo **Grayevo kodiranje** simbolov: sosedni simboli se razlikujejo samo za en bit: BER=SER,
- Pri M-PAM prenosu vsak simbol nosi **$\log_2(\mathbf{M})$** bitov informacije, zato je hitrost prenosa informacije enaka:

$$r = f_s \log_2 M$$

15

Spekter M-PAM signalov

- Sprememba števila nivojev ne vpliva na spekter signala:



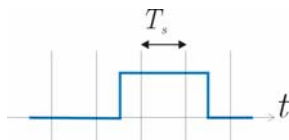
- S pravokotno oblikovanim M-PAM signalom lahko prenašamo po kanalu s pasovno širino B približno **$B \log_2 M$** bitov v sekundi:

$$r \approx B \log_2 M$$

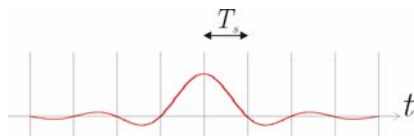
16

Kontrola širine spektra

- Širino frekvenčnega spektra signala lahko zmanjšamo, če impulze podaljšamo ali pa jih oblikujemo:



- Če širino impulza podvojimo, se širina spektra zmanjša na polovico! Zaradi prekrivanja dveh sosednjih impulzov dobimo **trinivojski** signal (duo-binary). Zoževanje spektra signala je na račun povečanja števila nivojev!

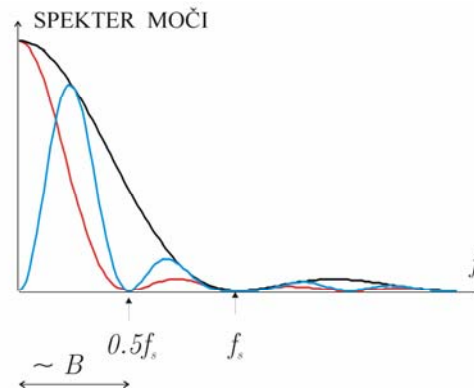
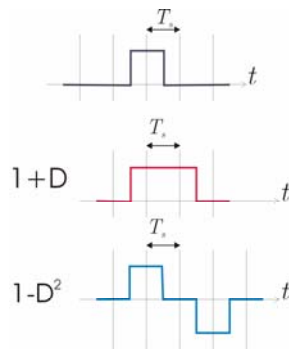


- Podaljševanje impulza ne vnaša interference med simboli, če je v trenutkih vzorčenja sosednjih simbolov vrednost signala nič!

17

Podaljševanje impulzov

- Podaljševanje impulzov (**partial response signalling**) z namernim kontroliranim vnašanjem interference med simboli imenujemo tudi korelativno kodiranje. Najbolj pogosti obliki podaljševanja pravokotnega impulza sta: duo-binary in modificirani duo-binary:

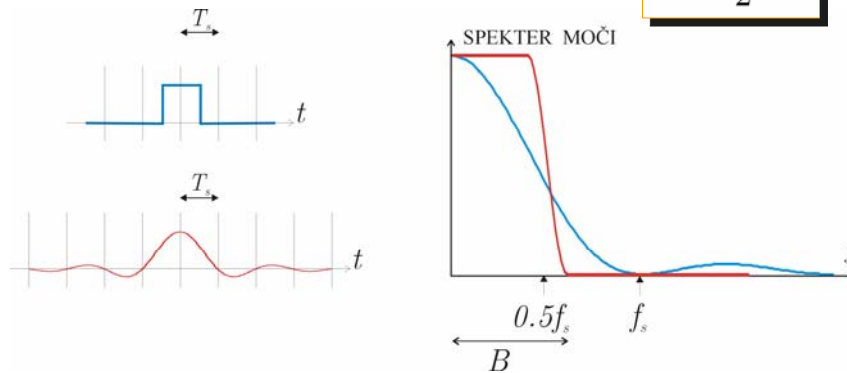


18

Oblikovanje impulzov

- Oblikovanje impulzov, ki ne vnaša intersimbolne interference lahko zmanjša potrebno pasovno širino do Nyquistove frekvence. Širina spektra signala je najmanj polovica simbolne frekvence:

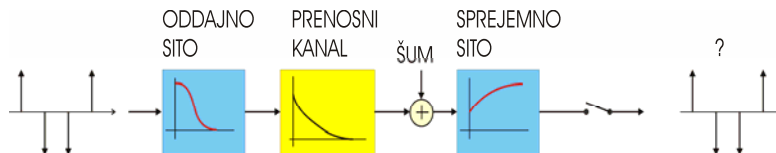
$$B > \frac{1}{2} f_s$$



19

Izravnava prenosne karakteristike kanala

- Na prenosnem kanalu nastopi popačenje signala zaradi neravne prenosne karakteristike in zaradi šuma, ki se prišteva k signalu.
- Izravnavo popačene prenosne karakteristike kanala izvaja sito v sprejemniku, ki ga imenujemo **izravnalnik** (equalizer).



- Optimalnega sita za izravnavo ni mogoče vnaprej določiti, zato se uporablja adaptivni izravnalnik.
- Načelni princip delovanja: **izravnalnik v svoji optimalni nastavitvi minimizira intersimbolno interferenco in šum v sprejemniku.**

20