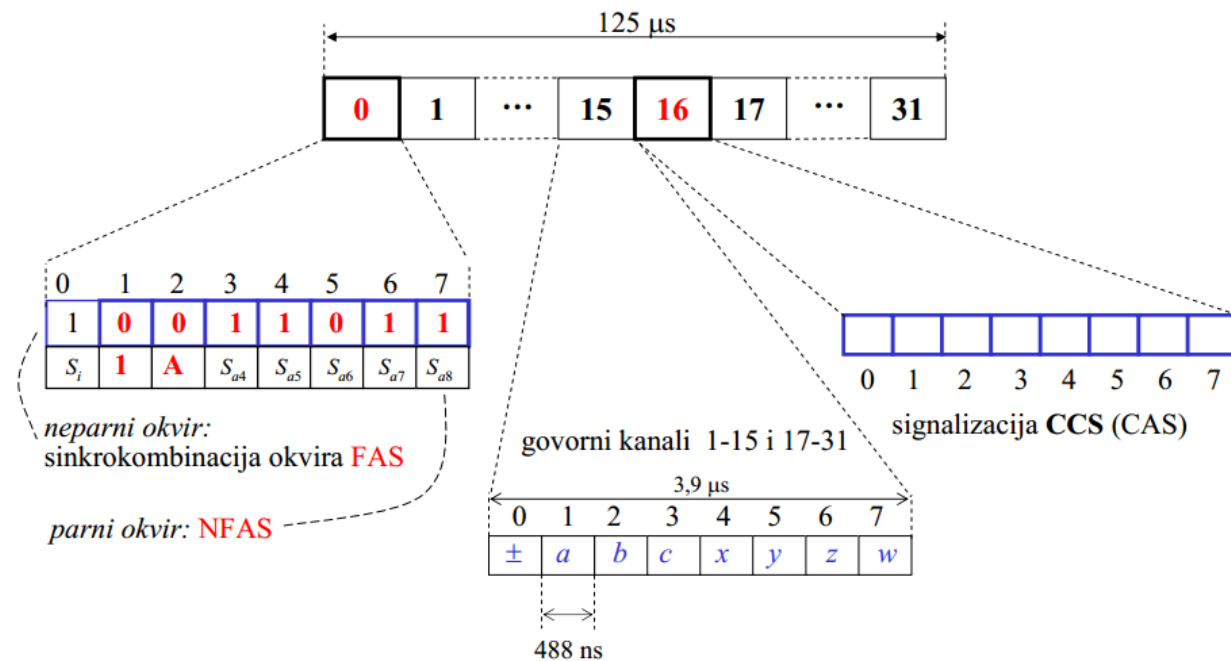


Malo ponavljanja:

Organizacija okvira – E1 (2.048 kbit/s)



1. U PCM prijenosnom sustavu 5 bitova jednog govornog kanala koristi se za prijenos informacije, a preostali bitovi se koriste kao zaštita. Kolika je brzina prijenosa takvog podatkovnog kanala?

$$5 \times 8 \text{ kbit/s} = 40 \text{ kbit/s}.$$

2. Zadan je ulazni sinusni signal

$$s(t) = 3\cos(500\pi t).$$

Izračunajte odnos signala i šuma kvantizacije ako se koristi 10-bitni PCM (jednolika kvantizacija).

$$\text{Broj intervala kvantizacije: } N = 2^{10} = 1024$$

$$\text{Veličina intervala: } a = U_{\text{vv}}/N = 6/1024 = 5,86 \times 10^{-3}$$

$$\text{Snaga šuma: } P_n = a^2/12 = 2,87 \times 10^{-6} \text{ V}$$

$$\text{Srednja snaga signala: } P_s = U_v^2/2 = 3^2/2 = 4,5 \text{ V}$$

$$\text{SNR} = 10 \log(P_s/P_n) = 62\text{dB}$$

3. Koliki je odnos signal-šum za razinu signala čija je snaga 55 dB ispod maksimalne razine snage, ako se primjenjuje nejednoliko kvantiziranje s 13-segmentnim A-zakonom, a mjerenje se provodi sa sinusnim signalom?

$$\begin{aligned} Q &= 10\log(P_s/(P_s)_{\max}) + 1,76 + 20 \log N \\ &= -55 + 1,76 + 20 \log 2^{12} = -55 + 1,76 + 72,25 \\ &= 19 \text{ dB} \end{aligned}$$

Pojašnjenje: 13 segmentni Azakon podrazumijeva 12 bitova za opis broja kvant. razina

4. PCM sustav s 32 kanala koristi 8-bitni jednoliki kvantizator. Brzina na izlazu iz sustava je 2048 kbit/s. Odredite maksimalnu širinu frekvencijskog pojasa koju može imati ulazni signal za koju bi sustav ispravno funkcionirao.

$$B_{\text{sustava}} = 2048 \text{ kbit/s}$$

Brzina prijenosa po jednom kanalu je:

$$B_{\text{kanala}} = B_{\text{sustava}} / N_{\text{kanala}} = 2048 \text{ kbit/s} / 32 = 64 \text{ kbit/s}$$

Frekvencija uzorkovanja je 8 puta manja jer je jednom uzorku pridruženo 8 bitova:

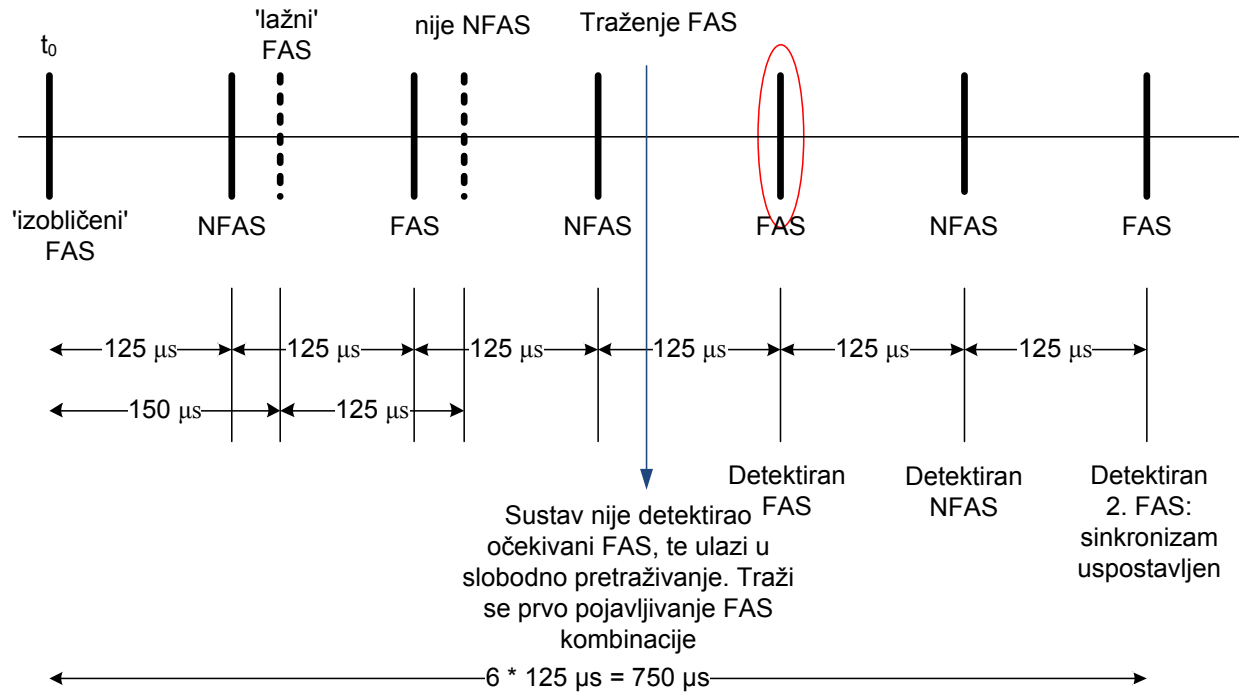
$$f_{\text{uzorkovanja}} = 64 \text{ kbit/s} / 8 \text{ bita} = 8 \text{ kHz}$$

Prema Nyquistovom kriteriju, frekvencija uzorkovanja mora biti barem dvostruko veća od gornje granične frekvencije signala, koja je prema tome:

$$f_{\text{smax}} < f_{\text{uzorkovanja}}/2 = 4 \text{ kHz}$$

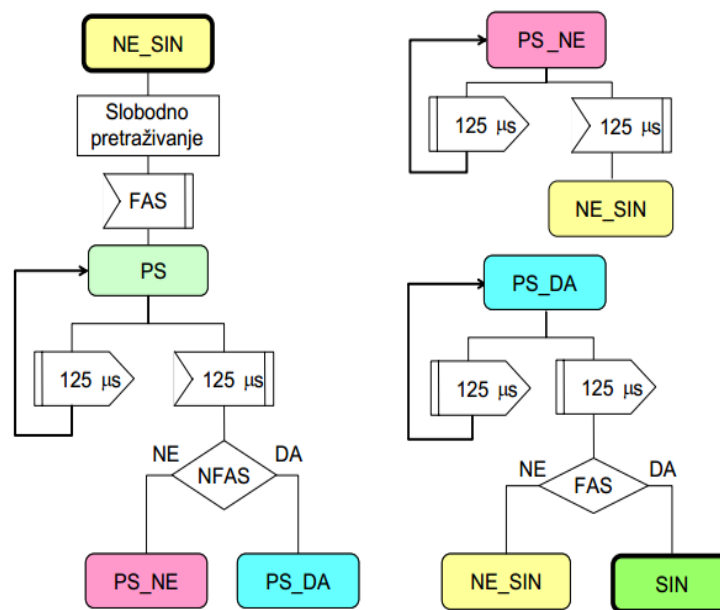
5. Pretpostavimo da je u trenutku t_0 PCM30 prijenosni sustav izgubio sinkronizam zbog povećanog broja pogrešaka bita (zbog čega se na mjestu FAS-a nalazi neka druga sekvenca). Nakon 150 μs sustav primi lažni FAS. Uz pretpostavku da sustav dalje neće zaprimiti niti jedan lažni FAS i NFAS, koliko će ukupno vremena, gledano od trenutka gubitka sinkronizma, proteći kako bi se ponovno uspostavio sinkronizam?

Sustav u normalnom režimu svakih 250 μs očekuje FAS, odnosno 125 μs iza FAS-a NFAS. Sustav je izgubio sinkronizam jer je treći uzastopce FAS bio izobličen (vidi sliku). Potom se 150 μs iza pojavljuje lažni FAS, nakon čega sustav 125 μs iza očekuje NFAS. NFAS ne dolazi, i onda nakon 125 μs započinje slobodno pretraživanje (plava strelica). Nalazi se FAS (crveni krug), i nakon FAS-NFAS-FAS kombinacije nastupa sinkronizam.



Pogledati slajdove (20,21,22, predavanje TSM_P4_2014b):

Sinkronizacija okvira



6. Optički komunikacijski link dugačak je 80 km, a radi u II optičkom prozoru ($\lambda = 1300$ nm). Koriste se optički kabele dužine 5 km, u kojima se nalaze vlakna koeficijenta gušenja od 0.4 dB/km. Pretpostavka je da su gubici na fiksnim spojevima optičkih vlakana 0.05 dB. Nadalje, predajnik i prijemnik su spojeni na optička vlakna konektorima, na kojima su gubici 0.75 dB. Uz pretpostavku da je izlazna snaga predajnika 0.782 mW, odredite minimalno potrebnu osjetljivost prijemnika. (napomena: za rezervu sustava koristite $R = 6$ dB)

Proračun optičkog linka: $P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} - L_{RX} - L_P - R$

gdje je P_{RX} – primljena snaga na prijemniku, P_{TX} – izlazna snaga na predajniku, L_{TX} – gubici na predajniku (konektori...), L_{RX} – gubici na prijemniku, L_P – gubici na putu

L_{RX} , L_{TX} i rezerva sustava su zadani: $L_{TX} = L_{RX} = 0.75$ dB; $R = 6$ dB.

Gubitke na vlaknu L_P možemo izraziti kao $L_P = L_{splice} + L_{fiber}$

gdje je L_{splice} – ukupni gubici na fiksnim spojevima, L_{fiber} – gubici na vlaknu uzrokovani gušenjem

Budući da nam je potreban optički link od 80 km, a na raspolaganju su nam kabele duljine 5 km, bit će nam potrebno 16 kabela. Kabele je potrebno spojiti fiksnim spojevima, kojih će biti ukupno 15. Ukupni gubici na fiksnim spojevima iznose $L_{splice} = 15 \times 0.05$ dB = 0.75 dB.

Gubitke na vlaknu uzrokovane gušenjem računamo pomoću sljedeće formule:

$$L_{fiber} = \alpha \cdot l = 0.4 \text{ dB} / \text{km} \cdot 80 \text{ km} = 32 \text{ dB}$$

gdje je α – koeficijent prigušenja vlakna, l – duljina vlakna

slijedi... $L_P = 32.75 \text{ dB}$

Preostaje nam još za izračunati izlaznu snagu predajnika u decibelima:

$$P_{TX} (\text{dBm}) = 10 \log \left(\frac{P_{TX} (\text{mW})}{1 \text{ mW}} \right) = 10 \log \left(\frac{0.782 \text{ mW}}{1 \text{ mW}} \right) = -1.068 \text{ dBm}$$

Snaga na ulazu u prijemnik jednaka je:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{TX} - L_{RX} - L_P - R = -1.068 \text{ dBm} - 0.75 \text{ dB} - 0.75 \text{ dB} - 32.75 \text{ dB} - 6 \text{ dB} = -41.318 \text{ dBm}$$

Ako želimo dobiti snagu na ulazu u prijemnik u mW ili μW , koristimo sljedeću formulu:

$$P_{RX} = 10^{\frac{P_{RX} (\text{dBm})}{10}} = 10^{\frac{-41.318}{10}} = 73.82 \cdot 10^{-3} \text{ mW} = 73.82 \mu\text{W}$$