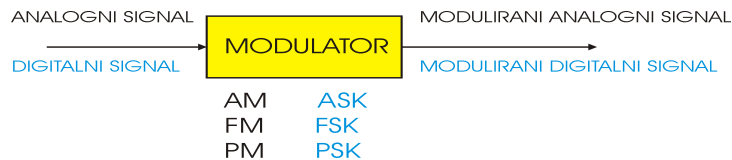


DIGITALNE MODULACIJE

Osnovni binarni digitalni modulacijski postopki so zelo podobni analognim modulacijskim postopkom. Razlika med analogno modulacijo in digitalno modulacijo je v interpretaciji signalov na vhodu in izhodu modulatorja:

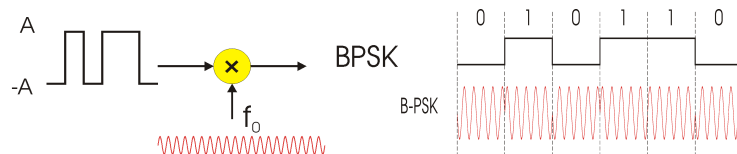


Ker je informacija zapisana v obliki niza končnega števila simbolov, so za digitalno modulirane signale značilne hitre spremembe ali skoki (shift-keying) amplitude (ASK), frekvence (FSK) ali faze (PSK). Binarni digitalni modulacijski postopki BASK, BPSK in BFSK uporabljajo samo par različnih znakov $M=2$.

BASK signal pridobimo preprosto z množenjem unipolarnega binarnega podatkovnega signala in harmoničnega nosilca:

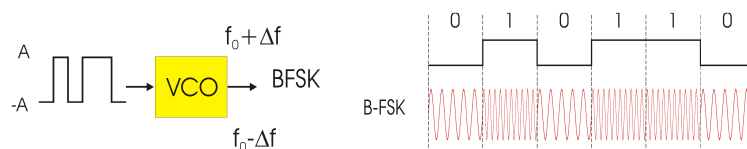


Na zelo podoben način generiramo binarni fazno modulirani signal **BPSK**. Harmonični nosilec v tem primeru množimo z bipolarnim podatkovnim signalom:

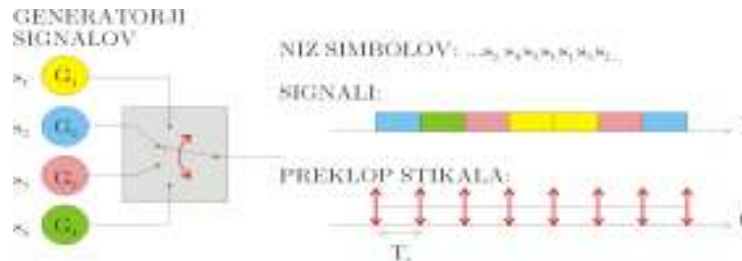


Razlika med BASK in BPSK izhaja samo iz vhodnega signala: unipolarni signal ima informacijo zapisano v amplitudi (0,A), bipolarni signal pa v fazi (+A, -A)!

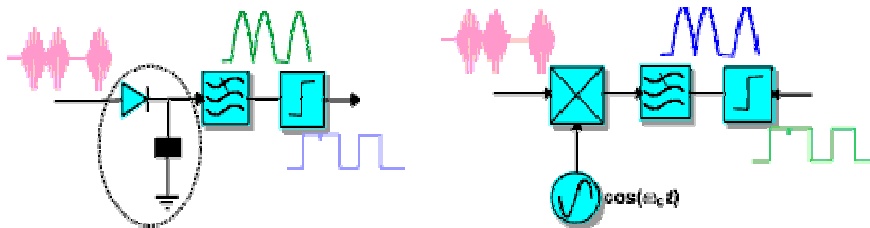
Binarni frekvenčno modulirani signal pridobimo na izhodu krmiljenega oscilatorja (VCO, NCO), ki je že v osnovi frekvenčni modulator. Binarni signal na vhodu je lahko unipolaren ali bipolaren, razlika pa nastopi v nastavitvah frekvenčne deviacije Δf in centralne frekvence f_0 .



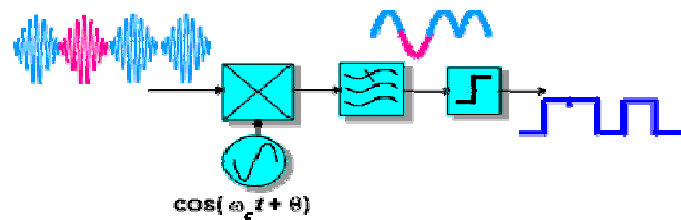
Digitalni modulator lahko ponazorimo z univerzalnim nelinearnim modelom digitalnega oddajnika, kjer s stikalom preklapljamo med M signali različnih generatorjev. Pozicijo stikala upravlja ustrezno kodirani podatkovni signal. Osnovni digitalni modulatorji uporabljajo harmonične signale, ki se razlikujejo v amplitudi, frekvenci ali fazi.



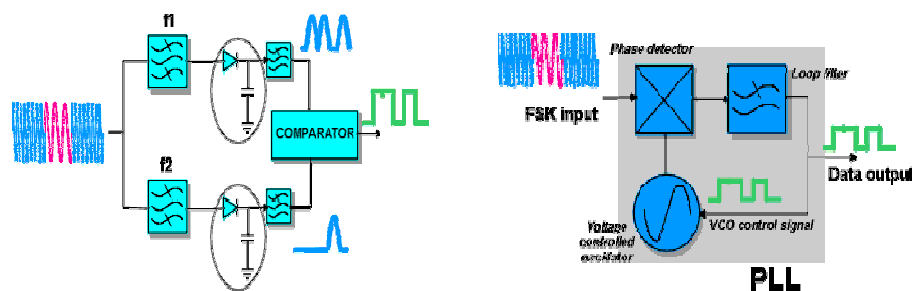
BASK signal lahko demoduliramo z detektorjem ovojnice, ali pa s sinhronim detektorjem. V drugem primeru (slika spodaj, desno) potrebujemo pomožni signal nosilca v sprejemniku.



Za demodulacijo **BPSK** signala potrebujemo koherentni izvor nosilca v sprejemniku, podobno kot za demodulacijo analognega AM signala brez nosilca:



BFSK signal lahko demoduliramo z dvema ASK demodulatorji, ki sta uglasena na različni centralni frekvenci (f_1, f_2). Uporabimo lahko tudi demodulator s fazno ujeto zanko (slika desno spodaj).

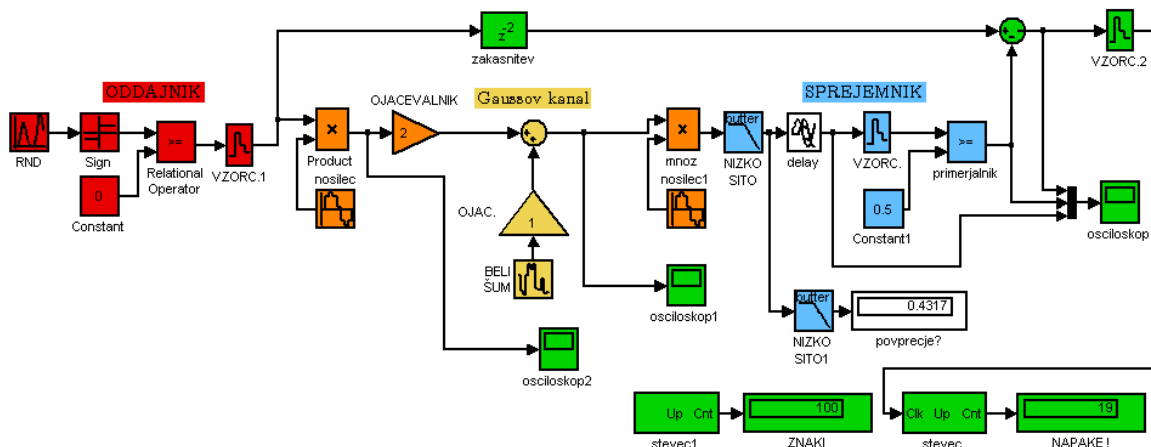


NALOGE:

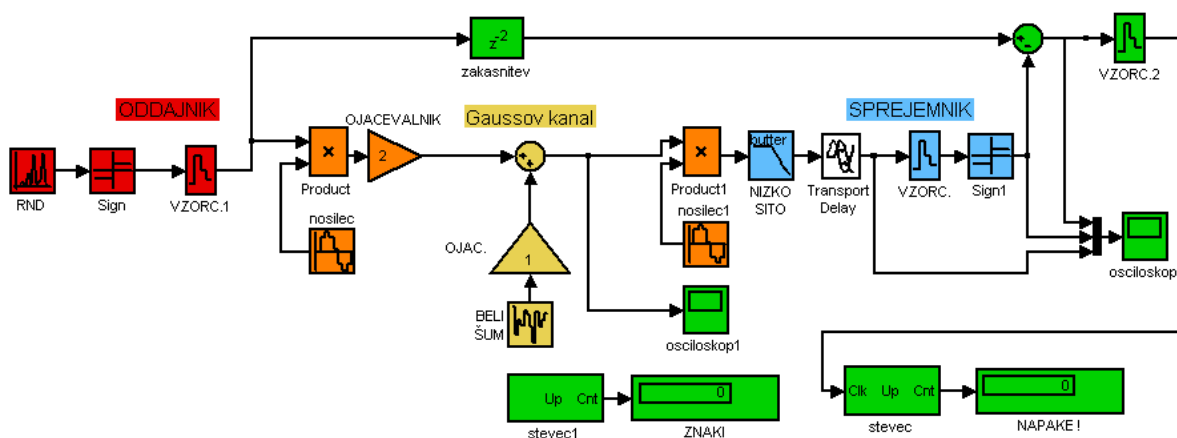
Preverite delovanje prenosnih sistemov, ki uporabljajo binarne modulacije ASK, PSK in FSK. Na kanalu z belim Gaussovimi šumom ugotovite, kako je kvaliteta zveze odvisna od razmerja moči signala in moči šuma. Naloga rešite eksperimentalno na simulatorju z elementi knjižnice Simulink in z električnimi eksperimentalnimi moduli sistema TIMS!

A) Z elementi knjižnice Simulink sestavite prenosni sistem:

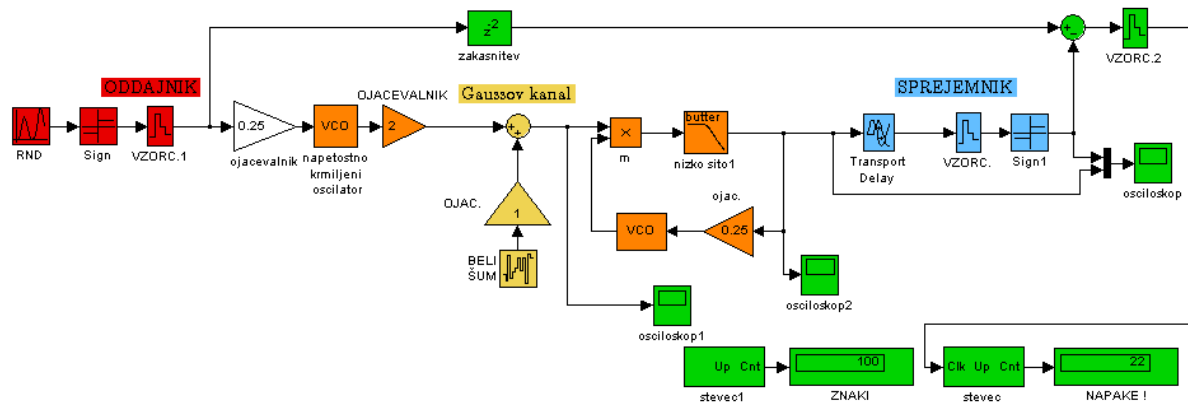
BASK



BPSK



BFSK



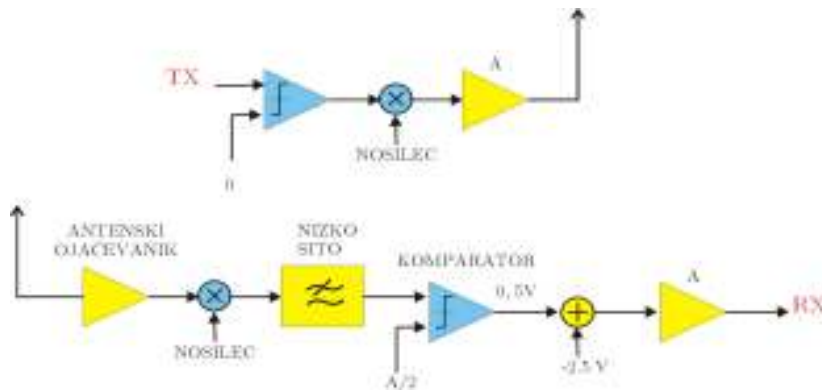
- gostoto šuma nastavite tako, da je efektivna vrednost v pasu $2f_s$ enaka 1.
- v sprejemniku izberite nizko sito z mejno frekvenco $f_{zg}=f_s=1\text{Hz}$.
- signal vzorčite v točkah, kjer je oko najbolj odprto !
- izmerite relativno število napak (BER) v odvisnosti od amplitude signala $A=2, 4 \dots$

Primerjajte potek BER (SNR) za vse tri sisteme: BASK, BPSK in BFSK !

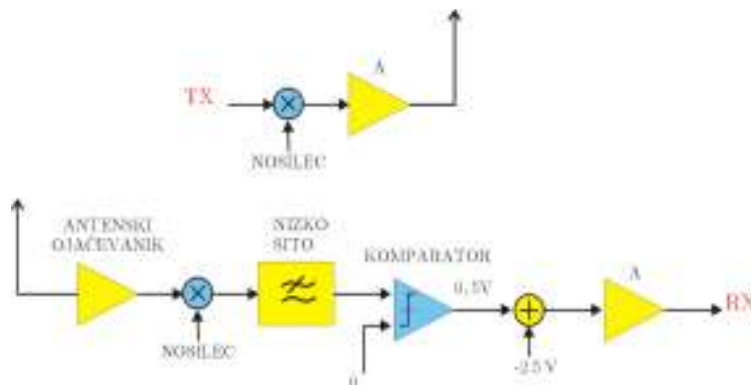
A) Z moduli TIMS sestavite oddajnik in sprejemnik in nastavite parametre:

- simbolna hitrost $f_s=1200, 2400, 4800\text{Hz}$,
- amplituda signala v oddajniku: $X=5V$,
- mejno frekvenco nizkega sita v sprejemniku nastavite na f_s !

BASK: nastavite frekvenco nosilca: $f_0= 100\text{kHz}$



BPSK: nastavite frekvenco nosilca: $f_0= 100\text{kHz}$



BFSK: nastavite frekvenci $f_1= 95\text{kHz}$, $f_2= 105\text{kHz}$

