

(Principi) Digitalne modulacije: Ispitna pitanja

1. Objasniti razliku između prenosa u osnovnom i transponovanom opsegu učestanosti. Navesti razloge za prenos signala u transponovanom opsegu.
2. Napisati opšti oblik modulisanog signala i na osnovu njega objasniti i ilustrovati primerima osnovne tipove modulacija.
3. Objasniti opšti princip prenosa digitalnih signala mapiranjem informacionih simbola u talasne oblike. Skicirati i objasniti generalnu blok šemu predajnika digitalnog signala. Ilustrovati na primeru 3-ASK sa nosećom učestanošću $f_0 = \frac{2}{T}$.
4. Objasniti princip rada optimalnog prijemnika. Kako izgledaju impulsni odziv i prenosna karakteristika optimalnog prijemnika.
5. Skicirati i objasniti blok šemu optimalnog prijemnika.
6. Izvesti izraz za odziv optimalnog prijemnika pod pretpostavkom da na ulazu pored digitalnog signala postoji i AWGN šum. Pokazati da su odzivi optimalnog i korelacionog prijemnika na kraju signalizacionog intervala jednaki.
7. Skicirati i objasniti blok šemu korelacionog prijemnika.
8. Skicirati korelacioni prijemnik i odrediti odziv u pojedinim granama na primeru digitalnog signala sa alfabetom $\{-1, 1\}$ i elementarnim impulsom

$$h(t) = \begin{cases} U, & 0 \leq t < T \\ 0, & \text{inače} \end{cases}$$

9. Napisati i objasniti opšti oblik ASK signala. Skicirati 4-ASK signal kojim se prenosi informaciona sekvenca $\{0010111001\}$. Informacioni simboli su iz polarnog alfabeta, a učestanost nosioca je $f_0 = \frac{2}{T}$.
10. Objasniti dva načina posmatranja ASK signala i ilustrovati na primeru 2-ASK sa nosećom frekvencijom $f_0 = \frac{3}{T}$ i alfabetom $\{-1, 1\}$.
11. Skicirati korelacioni prijemnik M-ASK signala. Odrediti odziv prijemnika ukoliko pored ASK signala na prijemu postoji i AWGN. Zašto je dovoljna jedna grana u prijemniku M-ASK signala?
12. Nacrtati konstelaciju ASK signala, regione odlučivanja, navesti izraz za simbolesku verovatnoću greške i objasniti kako se do njega dolazi. Prikazati verovatnoću greške u funkciji odnosa energije modulisanog signala u toku signalizacionog intervala i jednostrane SGS šuma N_0 .
13. Objasniti šta je i čemu služi Grejov kod. Polazeći od izraza za verovatnoću simboleske greške, izraziti verovatnoću bitske greške ASK modulacije u funkciji E_b/N_0 . Kako se ponaša verovatnoća bitske greške ASK modulacije sa porastom broja simbola u alfabetu?
14. Šta je spektralna efikasnost modulacije? Izvesti izraz za spektralnu efikasnost ASK i objasniti kako se ona ponaša sa porastom broja simbola u alfabetu.
15. Izvesti izraz za ekvivalentnu prenosnu karakteristiku sistema za prenos u kome se koristi digitalna amplitudska modulacija.
16. Nacrtati blok šemu prijemnika ASK signala realizovanog pomoću NF filtra i objasniti princip njegovog rada u vremenskom i frekvencijskom domenu.

17. Pokazati kako se fazni ofset između nosilaca na predajnoj i prijemnoj strani reflektuje na verovatnoću greške kod ASK modulacije. Šta se dešava ukoliko je fazni ofset θ u intervalu $\frac{\pi}{2} \leq \theta < \pi$?
18. Objasniti ukratko svrhu slanja pilotskog tona zajedno sa modulisanim signalom. Skicirati blok šemu sistema za prenos u kome je pilotski ton drugi harmonik nosioca.
19. Nacrtati blok šemu i objasniti princip rada sistema za prenos ASK signala koji koristi umetanje i ekstrakciju pilotskog tona. Pilotski ton predstavlja drugi subharmonik nosioca!
20. Skicirati i objasniti način rada sklopa za obnavljanje faze i frekvencije nosioca u kome se koristi uskopojasni limiter i napisati izraze za signale u pojedinim tačkama prijemnika.
21. Skicirati nekoherentni prijemnik ASK signala i objasniti princip njegovog rada. Kako nekoherentni prijem utiče na verovatnoću greške u odnosu na koherentni?
22. Napisati i objasniti opšti oblik PSK signala. Skicirati konstelaciju i vremenski oblik 4-PSK signala kojim se prenosi informaciona sekvenca {0010111001}. Učestanost nosioca je $f_0 = \frac{2}{T}$, a početni fazni stav je 0.
23. Objasniti dva načina posmatranja PSK signala i ilustrovati na primeru 2-PSK sa nosećom frekvencijom $f_0 = \frac{3}{T}$ i alfabetom $\{-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\}$.
24. Pokazati da se PSK modulisani signal može dobiti kao linearna kombinacija nosioca u fazi i kvadraturi. Odrediti koeficijente kojima se množe nosioci da bi se dobio modulisani signal. Skicirati blok šemu modulatora.
25. Skicirati korelacioni prijemnik PSK signala i objasniti princip njegovog rada.
26. Skicirati konstelaciju BPSK signala. Sa kojom modulacijom je BPSK modulacija ekvivalentna? Dati izraz za verovatnoću greške BPSK modulacije.
27. Nacrtati konstelaciju PSK signala i objasniti kako izgledaju regioni odlučivanja. Navesti izraz za verovatnoću simbolske greške kod M-PSK ($M > 2$) modulacije i prikazati je u funkciji odnosa energije modulisanog signala u toku signalizacionog intervala i jednostrane SGS šuma N_0 .
28. Objasniti šta je i čemu služi Grejov kod. Polazeći od izraza za verovatnoću simbolske greške, izraziti verovatnoću bitske greške PSK modulacije u funkciji E_b/N_0 . Kako se ponaša verovatnoća bitske greške sa porastom broja simbola u alfabetu?
29. Šta je spektralna efikasnost modulacije? Izvesti izraz za spektralnu efikasnost PSK i objasniti kako se ona ponaša sa porastom broja simbola u alfabetu. Uporediti spektralnu efikasnost ASK i PSK.
30. Izvesti i prikazati uticaj faznog offeta θ na demodulaciju PSK signala. Koliki je maksimalan fazni ofset kod M-PSK modulacije koji neće dovesti do greške u odlučivanju, i zašto? Kako θ utiče na verovatnoću greške?
31. Nacrtati blok šemu i objasniti princip rada diferencijalne demodulacije PSK signala. Zašto se diferencijalna demodulacija kombinuje sa diferencijalnim kodovanjem? Uporediti verovatnoću greške kod diferencijalno demodulisanog PSK u odnosu na koherentno demodulisanu PSK.
32. Uporediti verovatnoću greške M-ASK i M-PSK modulisanog signala za isti odnos signal/šum na prijemu. Ako je $M=4$, a $\text{SNR}=8$ dB, kolike su odgovarajuće verovatnoće greške? (Odnos signal/šum definisan je količnikom E_{S_m}/N_0 .)

33. Objasniti osnovne aspekte OQPSK modulacije i navesti razlog za njeno korišćenje.
 34. Objasniti osnovne aspekte QAM modulacije. Pokazati da je QAM signal zbir dva ASK signala, jednog u fazi i drugog u kvadraturi. Pokazati da su ASK i PSK specijalni slučajevi QAM modulacije. Ilustrovati zaključke na konstelacionom dijagramu.
 35. Objasniti osnovne aspekte QAM modulacije sa pravougaonom konstelacijom. Skicirati blok šemu predajnika i prijemnika i odrediti odzive u pojedinim granama prijemnika.
 36. Polazeći od izraza za verovatnoću greške ASK, izvesti izraze za simolsku i bitsku verovatnoću greške QAM sa pravougaonom konstelacijom. Pretpostaviti da se koristi Grejov kod.
 37. Objasniti osnovne aspekte QAM modulacije sa nepravougaonom konstelacijom. Šta su prednosti i mane ovog tipa modulacije u odnosu na pravougaonu QAM? Ilustrovati na primerima 8-QAM.
-
38. Napisati i objasniti opšti oblik FSK signala. Skicirati 4-FSK signal kojim se prenosi informaciona sekvenca $\{0010111001\}$. Noseće učestanosti su iz skupa $\{\frac{1}{T}, \frac{2}{T}, \frac{3}{T}, \frac{4}{T}\}$.
 39. Objasniti dva načina posmatranja FSK signala i ilustrovati na primeru 3-FSK sa nosećim frekvencijama $\{\frac{1}{T}, \frac{2}{T}, \frac{3}{T}\}$.
 40. Skicirati korelacioni prijemnik za koherentno modulisani FSK signal. Odrediti minimalno rastojanje između nosećih učestanosti kod koherentne FSK. Odrediti odzive u pojedinim granama prijemnika.
 41. Skicirati korelacioni prijemnik za nekoherentno modulisani FSK signal. Odrediti minimalno rastojanje između nosećih učestanosti kod nekoherentne FSK. Odrediti odzive u pojedinim granama prijemnika.
 42. Šta je spektralna efikasnost modulacije? Proceniti širine spektra i spektralne efikasnosti koherentne, odnosno nekoherentne FSK.
 43. Odrediti verovatnoću greške kod koherentne FSK i izraziti je u funkciji odnosa signal/šum (E_{S_m}/N_0).
 44. Odrediti verovatnoću greške kod nekoherentne FSK i izraziti je u funkciji odnosa signal/šum (E_{S_m}/N_0).
 45. Uporediti koherentnu i nekoherentnu FSK po osnovnim parametrima - verovatnoća greške, širina spektra, "složenost" prijemnika. Šta su prednosti, a šta mane, nekoherentne FSK u odnosu na koherentnu?
 46. Odrediti bitsku verovatnoću greške koherentne i nekoherentne FSK. Da li kod FSK postoji potreba za korišćenjem Grejovog koda?
 47. Uporediti spektralne efikasnosti QAM i koherentne FSK modulacije.
 48. Koje modulacije spadaju u modulacije koje "štede" spektar i zašto? Koje modulacije su u grupi modulacija koje "štede" snagu i zašto?
 49. Objasniti osnovne aspekte MSK modulacije i pokazati da je ona specijalan slučaj OQPSK modulacije sa polukosinusnim elementarnim impulsom.
 50. Šta je to GMSK modulacija? Objasniti ulogu Gausovog filtra.

51. Objasniti osnovne aspekte OFDM modulacije. Navesti neke standarde u kojima se koristi OFDM.
52. Skicirati i objasniti model OFDM sistema za prenos preko AWGN kanala. Izvesti izraz za modulisani signal.
53. Sa kojim naprednim tehnikama se u praksi kombinuje osnovni OFDM prenos?
54. Šta predstavlja prenos u proširenom spektru i koje su prednosti njegovog korišćenja?
55. Objasniti princip rada PPS sistema.
56. Objasniti princip prenosa u proširenom spektru korišćenjem direktne sekvence. Skicirati blok šemu predajnika i objasniti kako se formira signal u proširenom spektru.
57. Ilustrovati sve relevantne signale u DS-SS sistemu u vremenskom i frekvencijskom domenu.
58. Šta je to procesno pojačanje i kako ga je moguće izraziti preko brzine signaliziranja i brzine čipa kod DS-SS sistema?
59. Objasniti princip demodulacije DS-SS signala. Pokazati da je za ispravnu demodulaciju potrebna idealna sinhronizacija generatora pseudoslučajne sekvence na predajnoj i prijemnoj strani.
60. Skicirati prijemnik DS-SS signala i analizirati njegov rad u slučaju kada na ulazu, pored signala, postoji i beli Gausov šum. Nacrtati spektre odgovarajućih signala. U kakvoj su vezi odnosi signal/šum na ulazu i izlazu prijemnika? Da li je redosled PPS i BPSK demodulatora u prijemniku proizvoljan?
61. Skicirati prijemnik DS-SS signala i analizirati njegov rad u slučaju kada na ulazu, pored signala, postoji i uskopojasna smetnja. Nacrtati spektre odgovarajućih signala. U kakvoj su vezi odnosi signal/smetnja na ulazu i izlazu prijemnika?
62. Objasniti princip rada MFSK/FH sistema. Koja je razlika između brzog i sporog frekvencijskog skakanja?
63. Posmatra se 3-FSK/FH sistem. Noseće učestanosti FSK signala su $\{2 \text{ kHz}, 4 \text{ kHz}, 6 \text{ kHz}\}$. Prenosi se informaciona sekvenca $\{0, 2, 1\}$ (tj. $\{F_0, F_2, F_1\}$). Brzina čipa je tri puta veća od brzine signaliziranja. Pomoću PN generatora generisan je niz učestanosti na koje centralna učestanost "skače":

$$\{5 \text{ kHz}, 10 \text{ kHz}, 25 \text{ kHz}, 20 \text{ kHz}, 25 \text{ kHz}, 10 \text{ kHz}, 15 \text{ kHz}, 5 \text{ kHz}, 20 \text{ kHz}, 10 \text{ kHz}, \dots\}.$$

Ilustrovati signal koristeći dijagram vreme-učestanost.