

## Întrebări și probleme privitoare la modulațiile codate

1.

- a) Explicați principial de ce nu merită utilizată o TCM cu rata  $R_{TCM} = k/(k+t)$ ,  $t > 1$   
 b) Calculați numărul total de tranziții în trellisul complet al TCM cu  $R_{TCM} = n/(n+1)$  care utilizează un cod convoluțional nerecursiv având  $R_c = m/(m+1)$  și  $K=7$ .  
 c) Comparați decizia hard și decizia soft a biților necodați la decodarea unei TCM și explicați avantajele și dezavantajele fiecăreia.

d) Enumerați și explicați principial metodele prin care se poate obține o configurație codată (constelație+cod convoluțional+mapare) cu rata  $R_{TCM} = n/(n+1)$

2. Considerați o TCM cu  $R_{TCM} = n/(n+1)$ ,  $R_c = m/(m+1)$ ,  $K$ , codul convoluțional fiind nerecursiv.

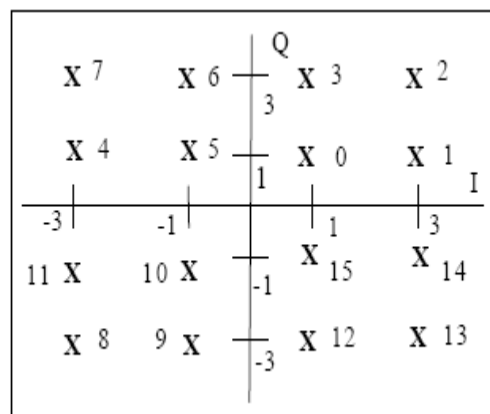
a) Calculați numărul total al distanțelor care trebuie calculate într-o perioadă de simbol pentru determinarea supraviețuitorului de stare pentru fiecare dintre stările trellisului.

b) Câte distanțe trebuie calculate pentru determinarea supraviețuitorului de pas într-o perioadă de simbol? Justificați prin calcul.

c) Câți regiștrii pentru istoricul biților codați sunt necesari decodului Viterbi folosit de o TCM cu parametrii din enunț. Care este lungimea unui registru și câți biți trebuie stocați într-o celulă?

d) Câți regiștrii pentru istoricul biților necodați sunt necesari decodului Viterbi folosit de o TCM cu parametrii din enunț. Care este lungimea unui registru și câți biți trebuie stocați într-o celulă?

3. Considerați o modulație CMEB care folosește un cod convoluțional cu rata  $R_c$ , a. î. distanța minimă a transmisiei codate este  $d_{mc} = A \cdot d_{mn}$ . calculați valoarea minimă a ratei  $R_c$  pentru care câștigul codării asigurat de CMEB ce utilizează acest cod mai rămâne pozitiv. Discuție.



4. Se dă un cod TCM  $3/4$  (c.c.  $R = 1/2$ ,  $G = [3,7]8$ , constelația 16QAM din figură) folosit într-o transmisie cu  $f_s$  și factor de exces de bandă  $\alpha$ .

a) Calculați câștigul codării față de transmisia necodată ce asigură același debit binary util și folosește o constelație circulară de rază  $R=3$ . Indicați alocarea optimă a multibit/fazor ce asigură o probabilitate minimă de eroare de bit și dați schema bloc a transmițătorului TCM care asigură constelații invariante la rotații de  $k \cdot 90^\circ$ .

b) Se obține un  $C_G$  mai mare dacă multiplicăm valorile coordonatelor constelației codate 16QAM cu un factor  $m$ ? Explicați rezultatul.

c) Care din metodele următoare asigură o creștere a  $C_G$  al configurației din enunț: 1. Schimbarea polinoamelor generatoare  $G$  sau 2. Schimbarea ratei  $R = 2/3$ ? Pentru fiecare din variante determinați câștigul maxim al codării ce poate fi obținut.

d) Calculați care este debitul binar maxim care poate fi transmis cu un  $p_e \leq 1 \cdot 10^{-5}$  de o transmisie necodată la valoarea SNR necesară transmisiei TCM de la a) pentru a asigura aceeași  $p_e$ .

e) Dacă se definește coeficientul de eficiență spectrală  $\beta_w = D/LB$ , comparați valorile acestui coeficient pentru transmisiile codată și necodată de mai sus. Cu ce condiție merită folosită TCM și de ce?

f) Dați schema bloc a receptorului TCM pentru transmițătorul de la 1.a), figurând toate conexiunile dintre blocuri, utilizat în transmisia de mai sus; indicați pe scurt rolul fiecărui bloc. Se impune ca demaparea biților necodați să se facă cu decizie hard, iar recuperarea purtătorului să se facă cu metoda DDCR.

g) Știind că în cursul transmisiei semnalul suferă un salt de fază  $\theta = +60^\circ$  pe durata unui simbol și că sa transmis fazorul 3, care este numărul de biți informaționali eronați la ieșirea receptorului de la 2.a), dacă transmisia utilizează o scramblingdescrambling având polinomul generator  $s(x) = x^{11} + x^8 + x^5 + x^4 + 1$ ?

h) Cum poate fi redus numărul de biți eronați de la e) și care e valoarea minimă la care poate fi redus acest număr?

g) Dacă la un pas al decodării Viterbi cu decizie soft se demodulează fazorul  $R(2,4;3,6)$  iar distanțele pătratice cumulate sunt  $S_{00} = 16,3$ ;  $S_{01} = 19,2$ ;  $S_{10} = 11,4$ ;  $S_{11} = 16,0$ , care vor fi distanțele pătratice cumulate după acest pas? Dacă  $w = 0$ , care vor fi biții informaționali decodați?. Se presupune că decizia privitoare la biții informaționali necodați se ia utilizând informațiile oferite de decodorul Viterbi (decizie soft).

5. Se impune transmiterea unor debite binare utile  $D_1 = 14400$  sau  $D_2 = 9600$  bps folosind TCM-uri compuse din codul conv. ( $R_c = 1/2$ ,  $K=3$ ,  $G = [3,7]8$ ) și constelații QAM derivate din constelația 16QAM din figură. Banda canalului este  $[16;8; 23,2]$  kHz, iar SNR pe canal este  $\geq 15$  dB.

a) Determinați ratele și parametrii ( $f_s$ ,  $f_p$ ,  $n_c$ ,  $n_n$ ,  $a$ ) TCMurilor folosite pentru a asigura transmisia celor două  $D_i$  cu BER minime și o comutare cât mai simplă la schimbarea lor.

b) Calculați câștigul codării și determinați valoarea SNR<sub>0</sub> pentru care se asigură probabilitatea de eroare de simbol  $p_e = 1 \cdot 10^{-6}$ , pentru  $D_1$ , știind că  $p_e(14,5 \text{ dB}) = 1 \cdot 10^{-6}$  pentru o constelație 4-PSK<sub>ref</sub> dată de punctele 1, 6, 11 și 12.

c) Dați schema bloc a receptorului QAM care asigură cerințele impuse la 1. a dacă purtătorul local e recuperat cu metoda DDCR. Calculați parametrii filtrelor, indicați valorile semnalelor auxiliare și arătați cum se obține invarianța la rotații de  $k \cdot 90^\circ$ .

d) Ce modificări trebuie aduse codului conv. și ce condiții trebuie să îndeplinească acesta pentru ca TCMul rezultat să asigure  $p_e \leq 1 \cdot 10^{-6}$  pentru  $D_1$  la SNRul din canal. Justificați prin calcul și argumentație.