

Problema 2

L'esquema de modulació digital en banda-base AMI-RZ (*Alternate Mark Inversion-RZ*) pertany a la classe de modulacions en banda base anomenades pseudo ternàries, perquè utilitzen tres nivells $+V$, $-V$ i 0 . De fet, la modulació AMI-RZ assigna un nivell zero al dígit binari 0 i un pols rectangular de duració $T_b/2$ al dígit binari 1, amb una amplitud que va alternant entre els nivells $+V$ i $-V$ per a 1s consecutius. Així, doncs, quan els dígit binaris 1 i 0 són equiprobables, els senyals

$$\begin{aligned}x_1(t) &= V \text{rect}_{T_b/2}(t - T_b/4) \\x_2(t) &= 0 \\x_3(t) &= -V \text{rect}_{T_b/2}(t - T_b/4)\end{aligned}$$

es transmeten amb probabilitats $p_1 = 1/4$, $p_2 = 1/2$ i $p_3 = 1/4$, respectivament. Sabent que aquest esquema de modulació s'utilitza per transmetre bits equiprobables sobre un canal AWGN que introdueix un soroll Gaussià blanc additiu de mitjana zero i densitat espectral de potència $N_0/2$,

- 0,75 a. Determineu una base ortonormal del conjunt de formes d'ona d'aquest sistema de modulació digital i representeu sobre l'espai del senyal els possibles vectors de senyal rebut en absència de soroll i les regions de decisió corresponents.
- 0,75 b. Si es volen detectar els tres nivells possibles, calculeu la probabilitat d'error per "nivell" en funció de la relació E_b/N_0 i del llindar de detecció γ .
- 0,75 c. Determineu el valor del llindar de detecció γ que minimitza la probabilitat d'error per "nivell".
- 0,75 d. Amb aquest llindar, quina seria la probabilitat d'error per bit?
- 0,5 e. Calculeu la densitat espectral de potència del senyal transmès pel modulador AMI-RZ.

(3.5 punts)

Problema 3

Un sistema de senyalització quaternària passa-banda amb detecció coherent utilitza el següent conjunt de formes d'ona equivalents passa baixes

$$\tilde{x}_i(t) = A [a_i \cos \beta + j b_i \sin \beta] \text{rect}_{T_s}(t), \quad a_i, b_i \in \{\pm 1\},$$

per transmetre quatre símbols equiprobables sobre un canal que, a més d'una atenuació i un retard, introdueix un soroll Gaussià blanc additiu de mitjana zero i densitat espectral de potència $N_0/2$.

- 1 a. Representeu sobre l'espai del senyal els possibles vectors de senyal rebut en absència de soroll i les regions de decisió corresponents.
- 0,5 b. Representeu l'estructura del receptor òptim basat en la interpretació geomètrica (utilitzeu filtres de correlació).
- 1 c. Calculeu la probabilitat d'error per bit en funció de E_b/N_0 i β . (NOTA: Supposeu codificació de Gray).
- 0,5 d. Calculeu la densitat espectral de potència del senyal transmès i l'eficiència espectral de la modulació.

(3 punts)