

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2017 -- SEZIONE A

SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 2: TELECOMUNICAZIONI

Con riferimento ad un sistema radiomobile, si consideri il collegamento stazione base-terminale mobile in una singola cella. In particolare, la stazione base è dotata di un'antenna in trasmissione avente guadagno  $G_t = 10$  dBi, mentre il terminale mobile è equipaggiato con un'antenna di guadagno  $G_r = 1.5$  dBi. La sensibilità del ricevitore è di -92 dBm e la frequenza operativa è pari a 1.8 MHz.

- 1) Si valuti l'attenuazione in spazio libero presente quando il terminale mobile si trova a una distanza di 10 km dalla stazione base.
- 2) Assumendo la presenza di un'attenuazione aggiuntiva di 2 dB per km a causa degli ostacoli presenti lungo la tratta stazione base-terminale mobile, si calcoli la potenza minima che deve trasmettere la stazione base affinché il raggio della cella sia di almeno 10 km.
- 3) Si calcoli la distanza dall'antenna in trasmissione della stazione base, nella direzione di massimo, tale per cui il valore del modulo del campo elettrico vale 6 V/m.  
Si assuma unitario il rendimento dell'antenna trasmittente.

Il candidato assuma ora che alla stazione base sia presente un modulatore FM con portante a frequenza  $f_0 = 10$  MHz e sensibilità  $k_f = 48$  KHz/Volt. Al suo ingresso è presente un segnale audio con frequenza massima  $f_m = 14$  KHz e dinamica compresa nell'intervallo  $[-1.5, 1.5]$  Volt.

- 4) Si valuti la larghezza di banda  $B$  del segnale modulato  $s(t)$  all'uscita del modulatore FM.
- 5) Si scriva la funzione di trasferimento di un filtro passa-banda con banda  $B$  tale da amplificare il segnale modulato di 3 dB nel rispetto delle condizioni di non distorsione di gruppo, con ritardo di fase pari a 0 e ritardo di gruppo  $\tau_g = 3 \mu\text{s}$ .
- 6) Il candidato progetti un sistema in grado di convertire in frequenza il segnale  $s(t)$  in modo che  $f_0$  passi da 10 MHz a 100 MHz.

Si consideri ora che sia presente alla stazione base una sorgente aleatoria tempo-discreta  $\{Z_n\}$  che genera simboli binari indipendenti con probabilità  $P(Z_n = 0) = 1/4$  e  $P(Z_n = 1) = 3/4$ . Tale sorgente viene applicata ad un codificatore di linea di tipo bipolare, che genera in uscita il processo aleatorio  $\{B_n\}$ . Si risponda ai punti seguenti.

- 7) Si calcoli il valore medio statistico del processo aleatorio risultante  $\{B_n\}$  all'uscita del codificatore.
- 8) Si calcoli la funzione di auto-correlazione statistica del processo aleatorio risultante  $\{B_n\}$  all'uscita del codificatore.
- 9) Con riferimento ai punti precedenti, si valuti lo spettro di potenza del segnale PAM

$$S(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} B_n g(t - nT)$$

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
 SECONDA SESSIONE 2017 – SEZIONE A  
 SETTORE INFORMAZIONE  
 PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE  
 TEMA N. 2: TELECOMUNICAZIONI

---

ottenuto a partire dalla sequenza  $\{B_n\}$  e dall'impulso:

$$g(t) = \text{rect} \left( \frac{t-T/4}{T/2} \right)$$

dove la funzione  $\text{rect}(z)$  è definita come:

$$\text{rect}(z) \triangleq \begin{cases} 1, & |z| < \frac{1}{2} \\ 0, & |z| > \frac{1}{2} \end{cases}.$$

Si lasci indicato il parametro  $T$ .

Si assuma ora di avere a disposizione una sorgente discreta senza memoria che emette i simboli  $z_i = \{x_i, y_i\}$ , dove  $x_i$  e  $y_i$  sono descritti dalle variabili aleatorie discrete  $X$  e  $Y$ , la cui distribuzione di probabilità è riportata in Tabella 1.

Indicando con  $H(X)$  l'entropia di  $X$ , con  $H(X|Y)$  l'entropia condizionata di  $X|Y$ , e con  $H(X, Y)$  l'entropia della coppia di variabili aleatorie  $(X, Y)$ , il candidato determini:

- 10)  $H(X)$  e  $H(Y)$ ;
- 11)  $H(X|Y)$  e  $H(Y|X)$ ;
- 12)  $H(X, Y)$ ;
- 13) l'informazione mutua  $I(X; Y)$ .

$X \backslash Y$	0	1
0	1/3	1/3
1	0	1/3

Tabella 1. Distribuzione congiunta  $p(x, y)$ .