

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 $\tau_g = 3$ μ 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

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

M

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 $I(X;Y)$.

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

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

Handwritten signature