ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2019 – 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 $G_T = 15$ dBi ed è posizionata ad un'altezza $h_T = 20$m, mentre il terminale mobile è equipaggiato con un'antenna di guadagno $G_R = 1.2$ dBi e si trova a 5 km dalla stazione base ad un'altezza $h_R = 1.75$m. La sensibilità del ricevitore è di -94 dBm e la frequenza operativa è pari a 1.8 MHz.

1) Si valuti il path loss in spazio libero (formula di Friis).

2) Si valuti il path loss secondo il modello di Okumura-Hata per aree urbane in grandi città

$$PL = 69.55 + 26.16\log(f[MHz]) - 13.82\log(h_T[m]) - g(h_R[m]) + \\ + (44.9 - 6.55\log(h_T[m]))\log(d[km]),$$

$$g(h_R[m]) = 3.2(\log(11.75 h_R[m]))^2 - 4.97.$$

3) Si calcoli la potenza minima necessaria in trasmissione in entrambi i casi di cui sopra per garantire il funzionamento del link radio. Quale dei due modelli riporta una stima più "pessimistica" del canale radio?

4) Modellando ora il fenomeno del fuori servizio dovuto al Fading da cammini multipli mediante una variabile aleatoria con distribuzione esponenziale negativa descritta dalla seguente PDF

$$f(\gamma) = \frac{1}{2\sigma^2} e^{-\gamma/2\sigma^2} \quad (\text{per } \gamma > 0, 0 \text{ altrove})$$

Dove $2\sigma^2$ rappresenta la potenza media ricevuta (da considerare pari a -100 dBm) e γ rappresenta la soglia da considerarsi pari alla sensibilità del ricevitore. Si calcoli la CDF $F(\gamma)$ e da essa la probabilità di fuori servizio.

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 AMI, che genera in uscita il processo aleatorio $\{B_n\}$. Si risponda ai punti seguenti.

5) Si calcoli il valore medio statistico del processo aleatorio risultante $\{B_n\}$ all'uscita del codificatore.
6) Si calcoli la funzione di auto-correlazione statistica del processo aleatorio risultante $\{B_n\}$ all'uscita del codificatore.

ThU

/13

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 2: TELECOMUNICAZIONI

7) Con riferimento ai punti precedenti, si valuti lo spettro di potenza del segnale PAM

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

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

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

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

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

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 binarie X e Y.
Si considerino le seguenti realizzazioni di X e Y:

x = 0,1,0,0,1,0,0,1,0,0,0,1

y = 0,1,1,0,1,1,0,1,1,1,0,1

8) Si completi la Tabella 1 con la distribuzione di probabilità congiunta p(x,y)

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:

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

X \ Y	0	1
0	...	...
1	...	...

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

TU

N3