

Caltanissetta, 07/07/2005

Seconda prova in itinere del corso di *Comunicazioni Elettriche*  
A.A. 2004-05 (Prof. V. Mancuso)

Candidato:

cognome: .....

nome: .....

matricola: .....

**Esercizio n.1**

Una variabile casuale  $x(t)$  è ottenuta da un processo aleatorio stazionario e senza memoria; la sua distribuzione di probabilità del primo ordine è di tipo uniforme nell'intervallo  $[-5,0 ; 5,0]$ .

Qual è la distribuzione di probabilità del primo ordine di una variabile casuale ottenuta da  $x(t)$  tramite la trasformazione  $y(t) = \ln [x(t)+5]$  ? E quella al secondo ordine?

**Esercizio n.2**

Si consideri una sorgente che emette i seguenti messaggi con le relative probabilità riportate:

$m_1$	0,12
$m_2$	0,33
$m_3$	0,24
$m_4$	0,06
$m_5$	0,13
$m_6$	0,02
$m_7$	0,07
$m_8$	0,03

Si calcoli l'entropia della sorgente e l'entropia massima della sorgente non codificata. Si calcolino poi la lunghezza media del codice e l'entropia nei seguenti casi distinti:

- al messaggio  $i$ -mo è associata la notazione binaria del valore "i"
- codifica di Huffman (si ricorda che la codifica funziona nel seguente modo: si riduce progressivamente il numero di messaggi della sorgente accorpando i due messaggi a probabilità minore e si associa uno 0 al messaggio più probabile e un 1 a quello meno probabile fra i due accorpati. Poi si ripete l'operazione sulla sorgente risultante, fino a ottenere una sorgente con un unico messaggio possibile)

**Esercizio n.3**

Si consideri il caso di una trasmissione numerica che sfrutti un sistema di modulazione con portante  $f_0 = 900$  MHz, tale che la costellazione dei segnali trasmessi a radiofrequenza risulti bidimensionale e rappresentata dai seguenti numeri complessi:

$$\{c_1 = 1+j ; c_2 = -\sqrt{2} ; c_3 = -j\sqrt{2} \}$$

I simboli trasmessi sono equiprobabili e indipendenti fra loro. L'impulso di segnalazione, supposto di tipo "non-return-to-zero" è il seguente:

$$p(t) = \cos(10000\pi t) \text{rect}(1000t-0,5)$$

e il canale di trasmissione si assume essere di tipo AWGN.

- a) Si esprima in forma analitica il segnale trasmesso e si dica se la modulazione così descritta è una modulazione di ampiezza, fase, frequenza o un misto delle precedenti (specificandone, eventualmente, la natura).
- b) Si rappresentino le regioni di decisione supponendo di adoperare un meccanismo rivelazione a massima verosimiglianza.
- c) Si calcoli infine la densità spettrale di potenza dell'involuppo complesso del segnale trasmesso e la densità spettrale di potenza del segnale a radio frequenza.

#### **Esercizio n.4**

Una sequenza numerica  $X_n$ , stazionaria e incorrelata, è caratterizzata statisticamente come segue:

$$\text{Var}[X_n] = 11$$

$$E[X_n^2] = 36$$

Si consideri la sequenza  $Y_n$  ottenuta con il seguente metodo:

$$4 Y_n = 3 X_n + X_{n-1}$$

Si calcolino:

- a) la media di  $Y_n$
- b) l'autocorrelazione numerica di  $Y_n$
- c) la densità spettrale del processo  $Y_n$ , nell'ipotesi che i valori di  $Y_n$  siano ottenuti con un campionamento con passo  $T=0,25$  secondi