

**M286 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE**

Indirizzo: ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

CORSO DI ORDINAMENTO

**Tema di:** TELECOMUNICAZIONI

*Il candidato scelga e sviluppi una tra le seguenti tracce*

**Traccia n° 1**

Ad intervalli regolari di  $T_c=1.6$  [ms] un dispositivo di lettura segnala in modo indipendente le irregolarità presenti sulle due superfici di un nastro mentre viene arrotolato associando un '1' alla presenza e uno '0' all'assenza d'irregolarità.

Le informazioni ottenute vengono trasmesse su un canale con un rapporto segnale rumore  $(S/N)=30$  dB, adottando un codice a 4 livelli.

I valori di probabilità associati ai quattro eventi possibili (simboli) sono riportati nella seguente tabella.

10	0.21
11	0.3
01	0.26
00	0.23

Il candidato, formulata ogni ipotesi aggiuntiva che ritiene opportuna, illustri le tematiche inerenti l'informazione e la sua misura quindi, con riferimento al caso proposto, determini:

1. l'entropia della sorgente;
2. la velocità media di trasmissione;
3. la banda del canale secondo Shannon.

**Soluzione traccia n° 1**  
(a cura del prof. Onelio Bertazioli)

Per la trattazione delle tematiche inerenti l'informazione e la sua misura si rimanda all'Unità 6 del libro di testo

**Onelio Bertazioli**  
**Telecomunicazioni vol. B (2a edizione)**  
**ed. Zanichelli**

Le relazioni matematiche presentate nell'Unità 6 del volume citato consentono di risolvere i quesiti proposti.

**1. Calcolo dell'entropia.**

Si suppone che la sorgente generi simboli costituiti da coppie di bit aventi i valori di probabilità indicati nella tabella, per cui applicando la relazione (6.4) si calcola l'entropia come (per comodità di calcolo si converte la base 2 del logaritmo in base 10):

$$H = \sum_{i=1}^M P_i \log_2 \frac{1}{P_i} = \sum_{i=1}^M \frac{1}{\log_{10} 2} [-P_i \log_{10} P_i] = \frac{1}{0.3} [-0.21 \log_{10} 0.21 - 0.3 \log_{10} 0.3 - 0.26 \log_{10} 0.26 - 0.23 \log_{10} 0.23]$$

$$H \cong 2 \text{ bit / simbolo}$$

**2. Calcolo della velocità media di informazione.**

La velocità di emissione dei simboli è pari a  $V=1/T_c=625$  simboli/s per cui la velocità media di informazione della sorgente (o bit rate), calcolabile con la relazione (6.6), risulta pari a:

$$R=V \cdot H=1300 \text{ bit/s}$$

Adottando un codice a 4 livelli la velocità di trasmissione sul canale, cioè la velocità di modulazione, si ricava dalla relazione (6.14) e risulta pari a:  $V_m=R/\log_2 4=1300/2=625$  baud.

**3. Calcolo della banda del canale secondo Shannon**

Come indicato a pag. 131 del testo citato, la capacità del canale deve essere almeno pari al bit rate generato dalla sorgente ( $C \geq R$ );

la capacità di canale in presenza di rumore (bianco) è legata alla banda di canale dalla relazione (6.18);

il valore di (S/N) presente in questa relazione, però, **non** deve essere espresso in dB;

è quindi necessario applicare la relazione (2.20) dell'Unità 2 del vol. A, per effettuare il passaggio inverso e determinare il valore di S/N non espresso in dB:

$$(S/N)=10^{30/10}=1000$$

Noto l'S/N e facendo l'ipotesi che la capacità di canale (C) sia uguale al bit rate (R) si ha

$$C=R=1300 \text{ bit/s}$$

E' così possibile applicare la relazione (6.18) per determinare la banda (minima) di canale, che deve essere almeno pari a:

$$C = B \frac{\log_{10} \left( 1 + \frac{S}{N} \right)}{\log_{10} 2} \Rightarrow B = C \frac{\log_{10} 2}{\log_{10} \left( 1 + \frac{S}{N} \right)} = 1300 \frac{0,3}{3} = 130 \text{ Hz}$$