

Sessione ordinaria 2000 Seconda prova scritta
M286 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE
Indirizzo: ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

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

Punto 1)

Premesso che l' entropia H di una sorgente di dati rappresenta il valor medio del numero di bit associati ad un simbolo, cioè la media pesata delle quantità di informazione associate ai vari simboli di un messaggio, si applica la formula:

$$H = \sum_{k=1}^N p_k \log_2 (1/p_k) = \sum_{k=1}^N p_k \log_2 (1/p_k) =$$

$$= \sum_{k=1}^N p_k \log_2 (p_k)^{-1} = \sum_{k=1}^N - p_k \log_2 p_k, \text{ dove } p_k \text{ sono i pesi (probabilità)}$$

$$\text{associati ai singoli caratteri: } H = - p_1 3,322 \log_{10} p_1 - p_2 3,322 \log_{10} p_2$$

$$- p_3 3,322 \log_{10} p_3 - p_4 3,322 \log_{10} p_4 =$$

$$= - 0,21 \times 3,322 \times \log_{10} 0,21 - 0,3 \times 3,322 \times \log_{10} 0,3 - 0,26 \times 3,322 \times \log_{10} 0,26$$

$$- 0,23 \times 3,322 \times \log_{10} 0,23 = 0,4728 + 0,5211 + 0,5053 + 0,4876 = 1,98 \text{ bit/simbolo.}$$

Punto 2)

La velocità media di trasmissione f_{c_m} (bitrate medio = valor medio della frequenza di cifra) non è data dal doppio del baudrate V_b (frequenza di simbolo = $1/T_c = 1 / 1,6 \times 10^{-3}$ Baud = 625 Baud) , poichè non sono uguali le probabilità associate ai vari simboli, ma si ottiene applicando la formula:

$$f_{c_m} = H V_b = 1,98 \times 625 = 1237,5 \text{ bps (bit/s)}.$$

Punto 3)

La banda (B) del canale si ottiene applicando la formula di Shannon

$$C \text{ (capacità massima teorica del canale)} = 3,322 B \log_{10}(1 + S/N).$$

Essendo $SNR(\text{dB}) = 30 \text{ dB}$, il rapporto tra la potenza (S) del segnale e la potenza (N) S/N (rapporto segnale/disturbo) è $S/N = 10^{SNR(\text{dB})/10} = 10^{30/10} = 1000$.

Pertanto, ponendo $C = f_{c_m} = 1237,5 \text{ bps}$, si ottiene:

$$B = C / [3,322 \log_{10}(1 + S/N)] = 1237,5 / (3,322 \times \log_{10} 1001) = 1237,5 / 9,9674 = 124,15 \text{ Hz}.$$