

Esercizio no.1

soluzione a pag.3

Si realizza una trasmissione dati su un canale telefonico di banda $B=3100\text{Hz}$ e di capacità 20.000 b/s ; verifica se è possibile una trasmissione in binario ($L=2$) oppure determina il numero di livelli necessario per instaurare il collegamento.

Esercizio no.2

soluzione a pag.3

Un mezzo trasmissivo ha banda $B=12\text{kHz}$. Calcola la capacità di canale in binario e per una codifica a 4 livelli.

Esercizio no.3

soluzione a pag.3

Calcola il massimo della capacità di un canale telefonico ($B=3100\text{Hz}$) con una potenza di rumore $N = 9,92\text{mW}$ e una potenza media del segnale $S = 2,2\text{W}$.

Esercizio no.4

soluzione a pag.4

Un mezzo trasmissivo con $C=565\text{Mb/s}$ ha un rapporto segnale/rumore $S/N=35\text{dB}$. Calcola
A) la banda B .
B) il numero di livelli L .
C) il numero minimo n di bit necessari per la codifica.

Esercizio no.5

soluzione a pag.4

Un mezzo trasmissivo ha capacità di canale $C=15.000\text{b/s}$ il rapporto segnale/rumore $\frac{S}{N} = 50\text{dB}$
Calcola: la banda B del mezzo e il numero massimo di livelli ammissibili per una codifica multilivello.

Esercizio no.6

soluzione a pag.5

La velocità di trasmissione di un segnale è $V_T=9600\text{b/s}$. Calcola:
a) La velocità di modulazione del segnale
b) La velocità di modulazione del segnale per una codifica $L=4$ livelli
c) La velocità di modulazione del segnale per una codifica $L=8$ livelli

Esercizio no.7

soluzione a pag.5

Un mezzo trasmissivo è caratterizzato da una banda $B=8\text{kHz}$; individua:
1) La capacità di canale (in assenza di rumore e di codifica)
2) La capacità di canale per $L=4$ livelli
3) La capacità di canale con una potenza di segnale $S=1\text{W}$ e di rumore $N=12\text{mW}$

Esercizio no.8

soluzione a pag.6

Calcola con quanti livelli deve essere codificata una sequenza binaria a 40.000b/s su un mezzo trasmissivo di banda $B=10\text{kHz}$.

Esercizio no.9*soluzione a pag.6*

Un canale trasmissivo ha capacità di canale $C=30.000$ b/s. Ipotizzando una codifica del segnale a 8 livelli, calcola la banda B del canale e la capacità del canale in assenza della codifica multilivello.

Esercizio no.10*soluzione a pag.6*

Una linea telefonica con banda $B=3000$ Hz con capacità di canale $C=36.000$ b/s è caratterizzata da un rumore bianco $N=8$ mW. Calcola la potenza del segnale.

Esercizio no.1

Si realizza una trasmissione dati su un canale telefonico di banda $B=3100\text{Hz}$ e di capacità 20.000 b/s ; verifica se è possibile una trasmissione in binario ($L=2$) oppure determina il numero di livelli necessario per instaurare il collegamento.

Esercizio no.1:soluzione

In assenza di codifica multilivello

$$C = 2B \lg_2 L = 2 \cdot 3100 \lg_2 2 = 6200\text{Hz} = 6.200\text{ b/s}$$

Se la modulazione è a 2 livelli non è possibile

$$\lg_2 L = \frac{C}{2B} \rightarrow L = 2^{C/2B} = 2^{18.600/6200} = 2^3 = 9$$

Ci vuole una codifica a 9 livelli.

Esercizio no.2

Un mezzo trasmissivo ha banda $B=12\text{kHz}$. Calcola la capacità di canale in binario e per una codifica a 4 livelli.

Esercizio no.2:soluzione

$$C = 2B \lg_2 L = 2 \cdot 12 \lg_2 2 = 24\text{kHz} = 24.000\text{ b/s}$$

per una codifica a 4 livelli sarebbe:

$$C = 2B \lg_2 L = 2 \cdot 12 \lg_2 4 = 48\text{kHz} = 48.000\text{ b/s}$$

Esercizio no.3

Calcola il massimo della capacità di un canale telefonico ($B=3100\text{Hz}$) con una potenza di rumore $N = 9,92\text{mW}$ e una potenza media del segnale $S = 2,2\text{W}$.

Esercizio no.3:soluzione

dalla

$$C = B \lg_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \rightarrow C = 3100 \lg_2 \left(1 + \frac{2,2}{9,92 \cdot 10^{-3}} \right) = 3100 \frac{\lg 222,77}{\lg 2} = 24.178\text{ b/s}$$

Esercizio no.4

Un mezzo trasmissivo con $C=565\text{Mb/s}$ ha un rapporto segnale/rumore $S/N=35\text{dB}$. Calcola

- A) la banda B .
 B) il numero di livelli L .
 C) il numero minimo n di bit necessari per la codifica.

Esercizio no.4:soluzione

$$\text{Se } S/N(\text{dB})=35\text{dB} \text{ avremo } 35 = 10 \lg\left(\frac{S}{N}\right) \rightarrow \frac{S}{N} = 10^{3,5} = 3162,2$$

dalla

$$C = B \lg_2\left(1 + \frac{S}{N}\right) \rightarrow 565 \cdot 10^6 = B \lg_2(1 + 3162) = 3100 \lg_2(3163) \quad \text{per cui..}$$

$$B = \frac{565 \cdot 10^6}{\lg_2(3163)} = \frac{\lg 2 \cdot 565 \cdot 10^6}{\lg(3163)} = 48,6 \text{ MHz}$$

per il livelli avremo:

$$\lg_2 L = \frac{C}{2B} \rightarrow L = 2^{C/2B} = 2^{565/97,2} = 56,21 \rightarrow L = 57$$

il numero di bit necessario è:

$$n = \lg_2 L = \frac{\lg L}{\lg 2} = \frac{\lg 57}{\lg 2} = 5,8 \quad \text{almeno, quindi } n = 6$$

Esercizio no.5

Un mezzo trasmissivo ha capacità di canale $C=15.000\text{b/s}$ il rapporto segnale/rumore $\frac{S}{N} = 50\text{dB}$

Calcola: la banda B del mezzo e il numero massimo di livelli ammissibili per una codifica multilivello.

Esercizio no.5:soluzione

$$\text{Va specificato che } 50 = 10 \lg \frac{S}{N} \rightarrow \frac{S}{N} = 10^5$$

$$\text{Dalla } C = B \lg_2\left(1 + \frac{S}{N}\right) \rightarrow B = \frac{C}{\lg_2 10^5} = \frac{C \lg 2}{\lg 10^5} = \frac{15 \cdot 10^3 \lg 2}{5} = 903 \text{ Hz}$$

$$\lg_2 L = \frac{C}{2B} \rightarrow L = 2^{C/2B} = 2^{15.000/1806} = 316,2 \rightarrow L = 316$$

Esercizio no.6

La velocità di trasmissione di un segnale è $V_T=9600b/s$. Calcola:

- La velocità di modulazione del segnale
- La velocità di modulazione del segnale per una codifica $L=4$ livelli
- La velocità di modulazione del segnale per una codifica $L=8$ livelli

Esercizio no.6:soluzione

Se la sequenza è in binario $L=2$: $V_T = V_M \lg_2 L = 9600b/s = 9600 \text{ baud}$

$$\text{se } L=4 \text{ avremo: } V_M = \frac{V_T}{\lg_2 L} = \frac{9600}{\lg_2 4} = \frac{9600}{2} = 4800b/s = 4800 \text{ baud}$$

$$\text{se } L=8 \text{ avremo: } V_M = \frac{V_T}{\lg_2 L} = \frac{9600}{\lg_2 8} = \frac{9600}{3} = 3200b/s = 3200 \text{ baud}$$

Esercizio no.7

Un mezzo trasmissivo è caratterizzato da una banda $B=8kHz$; individua:

- La capacità di canale (in assenza di rumore e di codifica)
- La capacità di canale per $L=4$ livelli
- La capacità di canale con una potenza di segnale $S=1W$ e di rumore $N=12mW$

Esercizio no.7:soluzione

1) Nell'ipotesi di usare in segnale binario ($L=2$)

$$C = 2B \lg_2 L = 2B \lg_2 2 = 2 \cdot 8 = 16kHz = 16.000b/s$$

2) Per $L=4$ avremo:

$$C = 2B \lg_2 L = 2B \lg_2 4 = 2B \lg_2 2^2 = 2 \cdot 2 \cdot 8 = 32kHz = 32.000b/s$$

3) In presenza di rumore la capacità di canale è data dalla:

$$C = 2B \lg_2 \sqrt{1 + \frac{S}{N}} = B \lg_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) = 8 \lg_2 (1 + 83,3) = 8 \cdot \frac{\lg 84,3}{\lg 2} = 51,184kHz$$

Esercizio no.8

Calcola con quanti livelli deve essere codificata una sequenza binaria a 40.000b/s su un mezzo trasmissivo di banda B=10kHz.

Esercizio no.8:soluzione

In assenza di codifica multilivello

$$C = 2B \lg_2 L = 2 \cdot 10 \lg_2 2 = 20 \text{kHz} = 20.000 \text{ b/s}$$

Quindi con una sequenza binaria con L=2 livelli, si arriva solo a 20.000 b/s (non è sufficiente). Se eseguiamo, invece, una codifica multilivello:

$$\lg_2 L = \frac{C}{2B} \rightarrow L = 2^{C/2B} = 2^{40/20} = 2^2 = 4$$

Serve codificare il segnale a 4 livelli.

Esercizio no.9

Un canale trasmissivo ha capacità di canale C=30.000 b/s. Ipotizzando una codifica del segnale a 8 livelli, calcola la banda B del canale e la capacità del canale in assenza della codifica multilivello.

Esercizio no.9:soluzione

Se si ha la codifica:

$$B = \frac{C}{2 \lg_2 L} = \frac{30.000}{2 \lg_2 8} = \frac{30.000}{2 \cdot 3} = 5000 \text{Hz}$$

mentre in assenza di codifica la capacità di canale è:

$$C = 2B \lg_2 L = 2 \cdot 5000 \lg_2 2 = 10 \text{kHz} = 10.000 \text{ b/s}$$

Esercizio no.10

Una linea telefonica con banda B=3000Hz con capacità di canale C=36.000 b/s è caratterizzata da un rumore bianco N=8mW. Calcola la potenza del segnale.

Esercizio no.10:soluzione

Dalla

$$C = B \lg_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \rightarrow \left(1 + \frac{S}{N} \right) = 2^{C/B} = 2^{36000/3000} = 2^{12} = 4096$$

$$\text{da cui } \frac{S}{N} = 4095 \rightarrow S = 8 \cdot 10^{-3} \cdot 4096 \cdot 10^3 = 32,768 \text{ W}$$