

Esercizio 7

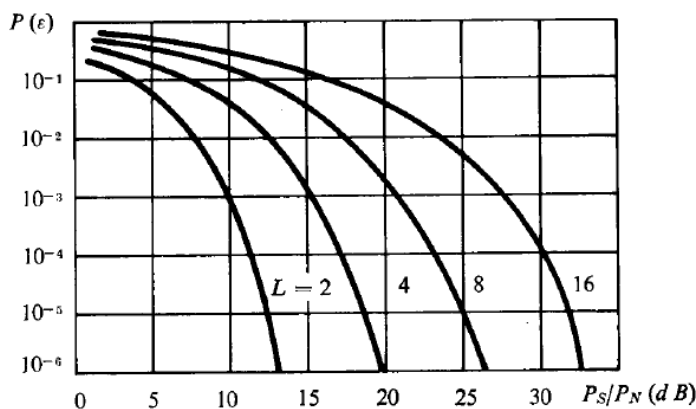
Una trasmissione numerica con una bit rate di 2 Mbps viene effettuata in banda base con una tecnica di trasmissione PAM con simboli a più livelli (L) Osservando le curve probabilità di errore- rapporto P_S/P_N riportate in figura

(P_S è la potenza di segnale all'ingresso del ricevitore, P_N è la potenza di rumore nella banda di Nyquist B_N)

a) Determinare la banda di Nyquist per i diversi casi indicati e valutare l'andamento della potenza P_S e della P_N in corrispondenza di $P(\epsilon) = 10^{-5}$

b) Perché Tenendo fisso il valore di P_S/P_N e aumentando il numero di livelli il tasso di errore peggiora?

c) Solo per la laurea quinquennale :Si vuole ottenere un tasso di errore migliore o pari a 10^{-5} . Non potendo superare la potenza di $P_S = -95$ dBm quale numero di livelli è più conveniente e perchè?



Probabilità di errore $P(\epsilon)$ per sistemi PAM con L livelli.

Dalla conoscenza della Bit Rate (R_b) si determina in base alla modulazione la Symbol Rate (R_s) in Sps (Simboli al secondo o Baud). In numerico si chiama modulazione anche l'operazione che fa passare dalla sequenza di bit alla sequenza di forme d'onda da trasmettere anche nelle trasmissioni in banda base.

La banda di Nyquist B_N è pari alla metà della R_s e corrisponde alla banda minima necessaria per poter trasmettere le forme d'onda (simboli) senza interferenza intersimbolo.

P_S è la potenza di segnale all'ingresso del ricevitore,
 P_N è la potenza di rumore in ingresso (non è compreso il contributo del ricevitore) nella banda di Nyquist B_N

In una trasmissione di tipo PAM l'aumento di livelli di trasmissione comporta una riduzione della banda e quindi del rumore, ma crescendo ugualmente il rapporto P_S/P_N (come si deduce dalla figura) P_S sarà crescente (si osservi la tabella dei valori)

Tenendo fisso il valore di P_S/P_N e aumentando il numero di livelli il tasso di errore peggiora rapidamente perché diminuendo la banda diminuisce la potenza di rumore e quindi anche la potenza di segnale, se si vuole costante il loro rapporto; non varia la distribuzione statistica della ampiezze di rumore mentre gli intervalli di soglia si riducono.

Se $R_b = 2\text{Mbps}$ la symbol rate R_s (simboli al secondo) sarà diversa a seconda del numero di livelli della PAM e quindi anche la potenza di rumore P_N essendo diversa la banda utile (B_N)

$$P_{N \text{ dBm}} = kT_0 + 10 \log B_N = -174 + 10 \log B_N \quad (\text{dBm})$$

$$P_S = \rho P_N \quad P_{S \text{ dBm}} = \rho_{\text{dB}} + P_{N \text{ dBm}}$$

L	R_s (MSps)	$B_N = R_s/2$ (MHz)	P_N dBm	$\rho = P_S/P_N$	P_S dBm
2	2	1	$-174 + 60 = -114$	12	-102
4	1	0.5	$-174 + 56.98 = -117.02$	18	-99.02
8	0.666	0.333	$-174 + 55.18 = -118.82$	25	-93.82
16	0.5	0.25	$-174 + 53.97 = -120.03$	32	-88

Se non si deve superare la potenza di -95 dBm si deve scegliere fra la 2 e la 4 livelli

Il criterio di scelta dipende dalla risorsa più critica Se questa è la banda Si sceglierà la 4 livelli se invece è la potenza si sceglierà la 2PAM