

Domanda SR7 – Si devono trasmettere 80 kbit/s su una banda traslata larga 20 kHz.

- i) quale modulazione con numero minimo di stati occorre impiegare?
- ii) Assumendo che l'effettivo rapporto S/N è 9 dB peggiore rispetto al limite teorico di Shannon nelle stesse condizioni di capacità e banda, quale è il valore del rapporto S/N da garantire?

Da Shannon, $C = B \log_2(1+S/N)$.

Essendo $C=80$ e $B=20$, l'S/N ideale risulta $80 = 20 \log_2(1+S/N) \rightarrow S/N = 15 = 11.76 \text{ dB}$

Aggiungendo i 9 dB necessari in pratica, otteniamo il requisito $S/N = 20.76 \text{ dB}$

La modulazione è una 16 QAM (4 bit/simbolo)

Domanda SR8 – Un codice a blocco (n,k) , con $n = 63$, deve correggere 2 errori. Assumendo un codice ideale (ovvero in cui la sfera di decodifica è composta da tutte e sole le parole codificate a n bit distanti 2), quale è il valore di k ? [si noti che in pratica k sarà inferiore di 1 rispetto al valore ideale trovato]

Il numero di parole in una sfera di decodifica è $1+n+n(n-1)/2 = 2017$

Basta imporre $2017 = 2^{63-k} \rightarrow k \text{ approx } 52$

Domanda SR7 – Si è deciso di utilizzare per un canale rumoroso un codice a blocchi (n,k) in grado di correggere 2 errori o, in alternativa (secondo la rumorosità effettiva del canale, che varia nel tempo), di rivelarne 6. Basandosi sul concetto di distanza tra le parole, se n , numero di parole del codice dopo codifica, è 31, quanto può essere il massimo valore di k , considerando, per semplicità, il caso ideale, ovvero tutte le parole adiacenti a n bit sono alla minima distanza scelta e non ve ne sono altre?

Domanda SR8 – In un canale in banda traslata con banda di 50 kHz il rapporto S/N in ricezione vale 15 dB; sapendo che, all'atto pratico, i sistemi senza codifica a controllo di errore hanno bisogno di un rapporto S/N 9 dB superiore a quello teorico minimo, quale è, immaginando di lavorare a banda minima (Nyquist) la modulazione più opportuna (quella che, permette il maggior bit rate, con quel valore di S/N) e quanto è il massimo bit rate conseguibile sul canale?

Domanda SR7 – un canale rumoroso ha una probabilità di errore sul bit pari a 10^{-3} ; si vuole proteggere una parola importante di 3 bit nella trama, che ha 1500 byte, usando un codice con ripetizione di 5 bit (per ogni bit se ne inviano 5); usando un meccanismo di correzione di errore, con decodifica a maggioranza (si decide per il bit che compare più volte nella parola a 5 bit).

- quale è la probabilità di errore residua sul singolo bit di quella parola (sviluppare)
- quale è la probabilità di errore residua sull'intera parola (sviluppare)

detto $p = 10^{-3}$

prob errore su bit: $q = \text{Bin}[5,3] p^3 (1-p)^2 + \text{Bin}[5,4] p^4 (1-p)^1 + \text{Bin}[5,5] p^5$

prob errore su parola (3 bit) = $1 - (1-q)^3$

Domanda SR8 – un canale di banda 30 kHz ha un rapporto S/N di 20 dB; non volendo utilizzare, per semplicità realizzativa, codici a correzione di errore, quale è la massima capacità che è possibile far transitare in quel canale, sapendo che i sistemi non codificati soffrono, in pratica, di 9 dB di peggioramento nel rapporto S/N rispetto al caso ideale? Si supponga di poter raggiungere, eventualmente, i limiti di Nyquist per la frequenza di simbolo e si scelga una possibile modulazione tra quelle praticamente disponibili.

$$C = B \log_2 (1 + S/N)$$

Dal testo della domanda, il canale che NON usa codifica ha prestazioni analoghe ad un canale che usa codifica ottima (limite di Shannon) con 9 dB di differenza sul S/N, pertanto basta calcolare $C=112.9$ kbps usando:

$$B = 30$$

$$S/N = 10^{(20-9)/10}$$

Domanda SR7 – un codice a blocco (n,k) ha una lunghezza di $n = 25$ bit e deve essere in grado di rivelare (non correggere) sino a 3 errori, quale è il numero massimo di bit informativi k?

Domanda SR8 – il canale telefonico analogico aveva una banda di (300, 3400) Hz e un rapporto S/N di circa 30 dB. Sapendo che i normali sistemi di modulazione senza codifica a controllo di errore sono circa 9 dB peggiori del limite teorico, quale era il massimo bit rate (bit/s) che era possibile trasmettere su tale canale impiegando le modulazioni tradizionali (2/4/8 PSK e 16/64/256 QAM)?

Domanda SR7 – un codice a blocco (n,k) ha una lunghezza di $n = 25$ bit e deve essere in grado di rivelare (non correggere) sino a 3 errori, quale è il numero massimo di bit informativi k?

Domanda SR8 – il canale telefonico analogico aveva una banda di (300, 3400) Hz e un rapporto S/N di circa 30 dB. Sapendo che i normali sistemi di modulazione senza codifica a controllo di errore sono circa 9 dB peggiori del limite teorico, quale era il massimo bit rate (bit/s) che era possibile trasmettere su tale canale impiegando le modulazioni tradizionali (2/4/8 PSK e 16/64/256 QAM)?

Domanda S1 – un codice a blocco (n,k) ha una lunghezza di $n = 25$ bit e deve essere in grado di rivelare (non correggere) sino a 3 errori, quale è il numero massimo di bit informativi k?

Se deve rivelare sino a 3 errori, la distanza minima è 4, quindi in ogni sfera ci devono essere

$$1 + 25 + \binom{25}{2} + \binom{25}{3} \quad \text{parole ovvero 2626 parole, quindi } (k = 13)$$

$$2^k = \frac{2^n}{2626} \quad \text{ovvero} \quad 2^k = \frac{2^n}{2^{11.35}}, \quad \text{arrotondando per eccesso} \quad 2^k = \frac{2^n}{2^{12}}$$

Domanda S2 – il canale telefonico analogico aveva una banda di 3000 , 3400 Hz e un rapporto S/N di circa 30 dB. Sapendo che i normali sistemi di modulazione senza codifica a controllo di errore sono circa 9 dB peggiori del limite teorico, quale era il massimo bit rate (bit/s) che era possibile trasmettere su tale canale impiegando le modulazioni tradizionali (2/4/8 PSK e 16/64/256 QAM)?

Usando Shannon e tenendo conto dei 9 dB di peggioramento $C \approx 3100 \log_2(1+126) = 21664 \text{ bit/s}$

In un banda di 3100 Hz si possono inviare allora 21664 bit/s, ovvero circa 7 bit/Hz, quindi tra le modulazioni possibili la scelta è per la 64 QAM che consente 6 bit/Hz con i limiti di Nyquist

Domanda SR7 – è meglio, in termini di throughput, trasmettere in banda base senza codifica (col che si è circa 9 db sotto il risultato ideale di Shannon) o impiegare un codice a correzione di errore con $k/n = 0.7$ che guadagna 5 dB (sempre con riferimento a Shannon) rispetto alla trasmissione non codificata?

Domanda SR8 -si vuole trasmettere un flusso binario di 1 Mbit/s in banda traslata, avendo a disposizione una banda lorda di 310 kHz e utilizzando un roll off di 0.2; quale è la modulazione con minimo numero di stati che è possibile utilizzare?

Domanda R10 – Cosa è un virtual container (contenitore virtuale) in SDH, ed in particolare i) a cosa serve, e ii) quale è la sua struttura (cosa contiene)?