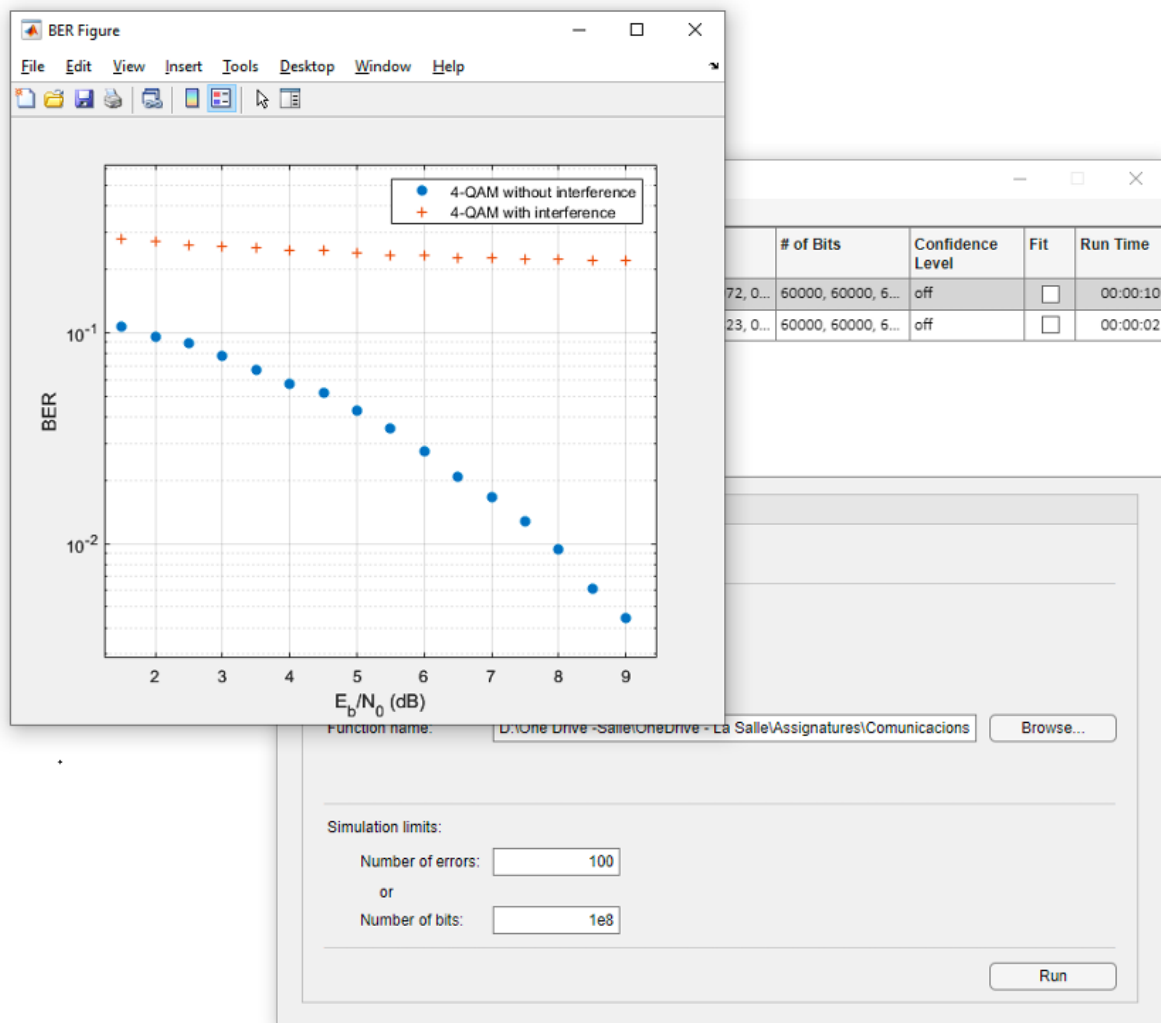


Activitat Pràctica 1

Comunicacions Digitals

Curs 2022-2023



Grup 4- Francesc Tur, Alfred Brau i Víctor Corral

ÍNDEX

INTRODUCCIÓ	3
EXERCICIS	3
GRÀFIQUES DE LES CORBES D'ERROR	4
CONCLUSIONS OBTINGUDES	5

INTRODUCCIÓ

En aquesta primera pràctica de l'assignatura simularem la transmissió i recepció d'informació digital a través d'un canal de comunicació usant l'entorn de Matlab i la seva interfície BerTool. Per això, farem servir les simulacions de Monte Carlo, que consisteixen en simular múltiples vegades l'enviament i la recepció d'informació per avaluar-ne la fiabilitat en termes de la probabilitat d'error.

En aquesta activitat ens centrarem en dos tipus de modulacions: QAM i DS-SS. Per fer la simulació de cinc configuracions diferents, haurem d'editar una funció de Matlab de tipus template.

EXERCICIS

Handwritten notes on grid paper showing derivations for QAM and DS-SS modulation parameters.

Top section:

$$P_n(N_o, E_b, P_s, N_s, N) = ?$$
$$P_n(N_o, E_b, P_s, k) = ?$$

Annotations:

- P_n is labeled "densitat espectral" (spectral density).
- N_s is labeled "temps símbol" (symbol time).

Derivations:

- $P_n = N_o \cdot f_s$
- $E_b = P_s \cdot T_b = P_s (T_s/k)$
- $f_{s\text{sim}} = R_s = \frac{R_b}{k} \rightarrow \alpha$ (1 mostra per símbol)
- $f_{s\text{sim}} = N \cdot R_s = \frac{N R_b}{k} \rightarrow$ (an més interpolació, major f_s)

Final derivations for QAM and DS-SS:

$$P_n = N_o \cdot f_s = \left\{ \begin{array}{l} E_b = \frac{P_s \cdot T_s}{k} \\ f_{s\text{sim}} = \frac{R_b}{k} = \frac{1}{T_s} \end{array} \right.$$
$$\begin{aligned} &= N_o \cdot \frac{P_s}{E_b k} = \frac{P_s}{E_b / N_o \cdot k} \rightarrow \text{QAM} \\ &= N_o \cdot N \cdot \frac{P_s}{E_b k} = N_o \cdot \frac{P_s}{\frac{E_b}{N_o} \cdot k} \rightarrow \text{DS-SS} \end{aligned}$$

Bottom section:

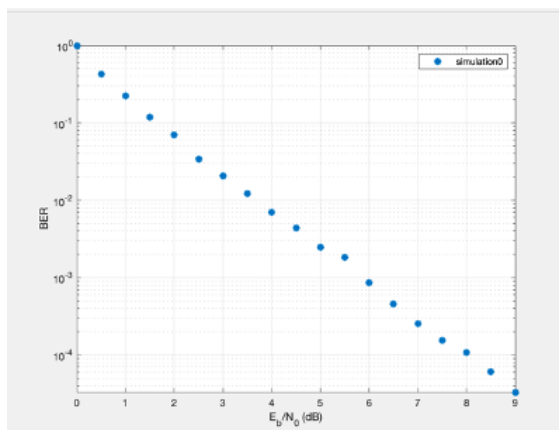
$$A(SI, PS) = ?$$
$$SI = 10 \log \frac{P_s}{P_I}$$
$$P_I = A^2 / 2$$
$$\Rightarrow 10^{\frac{SI}{10}} = \frac{2P_s}{A^2} \rightarrow A = \frac{2P_s}{10^{\frac{SI}{10}}}$$

GRÀFIQUES DE LES CORBES D'ERROR

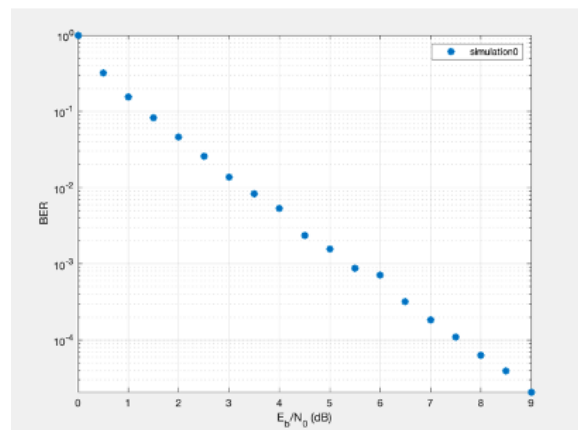
Per aconseguir les gràfiques que es veuen a continuació hem utilitzat la interfície BerTool del programa Matlab, tal i com hem comentat a la introducció.

En aquesta interfície hem ficat valors de E_b/N_0 de entre 0 i 9 dB amb increments de 0.5 dB. També, tal i com indica l'enunciat hem ficat un 'Number of errors' de 100 i un 'Number of bits' de $1e8$.

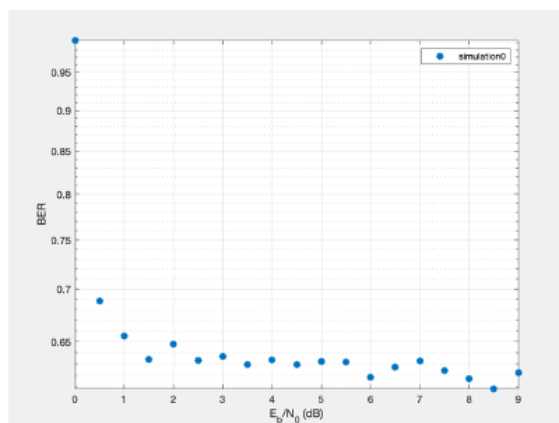
qam_1:



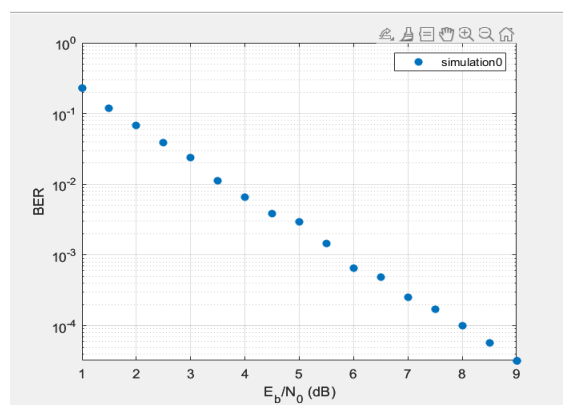
qam_2:



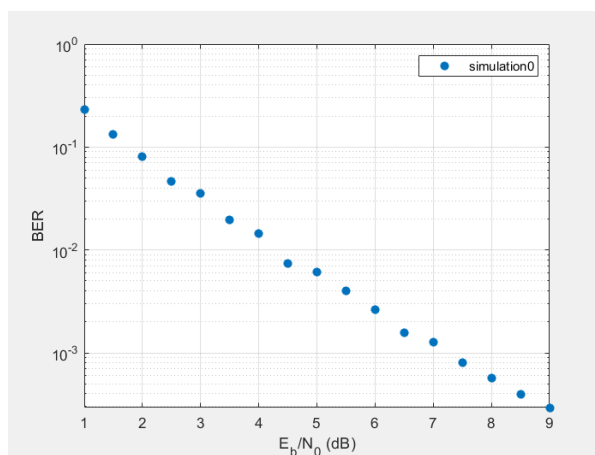
qam_3:



qam_4:



qam_5:



CONCLUSIONS OBTINGUDES

Primera i segona modulació (qam_1 i qam_2):

La conclusió que es pot treure d'aquestes simulacions és que la probabilitat d'error en una comunicació QAM depèn de la relació senyal-soroll per bit (E_b/N_0), és a dir, com més gran sigui la relació senyal-soroll per bit, menor serà la probabilitat d'error. A més, la probabilitat d'error també depèn de la constel·lació utilitzada i del mètode de codificació i descodificació utilitzat.

Tercera modulació (qam_3):

S'espera que la probabilitat d'error augmenti a mesura que la relació senyal-soroll (E_b/N_0) disminueixi, ja que la presència de soroll al senyal rebut pot dificultar la detecció correcta dels símbols transmesos. També dependrà del valor de la interferència sinusoidal que nosaltres estem afegint, si augmenta la interferència sinusoidal augmentarà la probabilitat d'error.

Cuarta modulació (qam_4):

En aquesta simulació es tenen en compte els aspectes comentats anteriorment menys la interferència sinusoidal, a més aquí tenim la utilització d'una seqüència pseudoaleatòria que pot ajudar a reduir la interferència d'altres usuaris en un canal compartit, ja que l'espectre eixamplat del senyal ens permet modular cada constel·lació amb un codi únic per a cadascuna eixamplant el seu espectre i fent-la més resistent al soroll.

Última modulació (qam_5) i conclusió.

A partir de la simulació, es pot concloure que la taxa d'error de bits del sistema depèn del valor de la relació senyal a interferència i de la relació senyal a soroll. S'espera que a

mesura que la relació E_b/N_0 augmenta, la BER disminueixi i viceversa. De la mateixa manera, com més gran sigui la relació senyal a interferència (SI), més gran serà la BER.

