**LAB 2**

In questa esercitazione sono analizzate le prestazioni di un sistema di trasmissione 2-PAM basato su simboli antipodali, con tecnica NRZ, e che trasmette lungo un canale rumoroso. Lo scopo principale dell’esercitazione è quello di confrontare il numero di errori prodotti nella trasmissione del segnale con il numero di errori teorico previsto. Tale confronto sarà effettuato attraverso la valutazione del BER.

**1) TRASMISSIONE DEL SEGNALE SU CANALE RUMOROSO CON TECNICA 2-PAM E NRZ SU DI UN MATCHED FILTER**

Per valutare le prestazioni in termini di BER in funzione del rapporto Eb/N0, il procedimento effettuato è il seguente:

* Generazione del segnale
* Codifica di protezione con tecnica NRZ
* Aggiunta di un rumore gaussiano al segnale
* Filtraggio con un filtro apposito
* Conteggio gli errori e confronto con il BER teorico

Quando il segnale codificato, dopo essere stato sottoposto al filtro che lo depura dal rumore, arriva al ricevitore, quest’ultimo deve ricostruire il segnale originario. A tal fine è importante dunque stabilire:

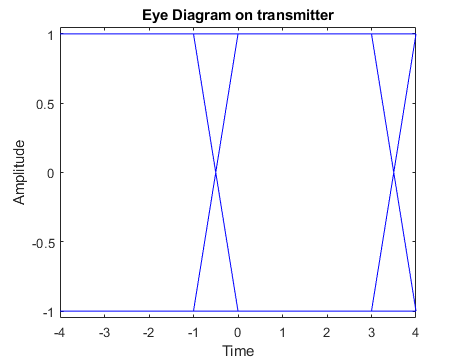
* la soglia ottimale di decisione
* il bit di campionamento ottimale

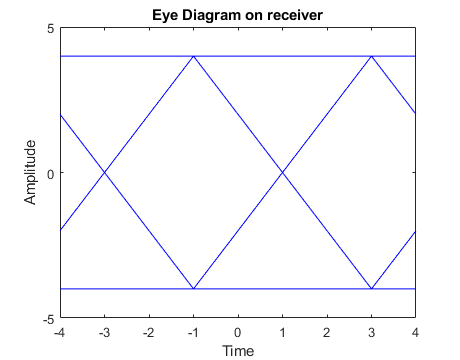
Per determinare la soglia si tiene presente che i simboli utilizzati sono antipodali. Il loro valore medio è dunque nullo e la soglia ottimale risulta uguale a 0.

Il bit di campionamento ottimale è stato ricavato con un calcolo iterativo. Esso consiste in un ciclo for che valuta, al variare del bit di campionamento scelto, la probabilità di errore risultante:

(mettere ciclo for)

Il bit ottimale su cui campionare è dunque l’ultimo (mettere ciclo for). Questa conclusione è confermata dall’analisi del diagramma ad occhio del ricevitore. Infatti, in corrispondenza dell’ultimo bit (al tempo t=3s), il grafico presenta l’apertura massima (spiegare qualcosa sul diagramma ad occhio??????)





Comparando la sequenza di bit che arriva al ricevitore con quella che è generata dal trasmettitore, viene effettuato il conteggio degli errori che si verificano durante la trasmissione. L’operazione è ripetuta per diversi rapporti EbN0 e i valori di BER ottenuti vengono confrontati con i rispettivi valori teorici. Di seguito è riportata la rappresentazione grafica dell’andamento teorico del BER in funzione dell’EbN0 con il relativo confronto con i valori di BER che sono stati effettivamente misurati.

Risulta importante evidenziare che, i valori del BER valutati sperimentalmente seguono fedelmente la curva che rappresenta la relazione teorica. Questo risultato è quello che ci si aspetta ed è legato all’affidabilità del filtro ottimizzato. Nella zona a sinistra del grafico, per Eb/N0 piccoli, si verifica una distorsione rispetto all’andamento teorico atteso dovuta al fatto che la probabilità di errore teorica è molto piccola, dunque eventuali distorsioni rispetto all’andamento atteso sono molto più evidenti. Queste distorsioni non sono state rappresentate in figura.

Immagine che contiene mappa

Descrizione generata con affidabilità molto elevata

**1:1) RZ 50%**

Sono state ripetute tutte le operazioni svolte, ma stavolta utilizzando la tecnica RZ con un duty cycle pari alla metà del totale.

La soglia ideale da fissare è sempre 0, mentre il bit ottimale su cui campionare, come evidenziato dal diagramma ad occhio del ricevitore, è il secondo.

Immagine che contiene testo, mappa

Descrizione generata con affidabilità molto elevata

Immagine che contiene testo, mappa

Descrizione generata con affidabilità elevata

Anche in questo caso è stato effettuato il conteggio degli errori e i risultati ottenuti sono stati confrontati con l’andamento teorico del BER. Si nota facilmente che, a parità di Eb/N0, il BER risultante è più alto rispetto a quello corrispondente all’utilizzo della tecnica NRZ, che segue mediamente l’andamento teorico. Questo risultato si verifica perché il duty cycle è stato dimezzato, e quindi, per ogni bit da trasmettere, viene effettuata la metà delle ripetizioni rispetto alla tecnica NRZ.

Immagine che contiene mappa, testo

Descrizione generata con affidabilità elevata

**2) TRASMISSIONE DEL SEGNALE SU CANALE RUMOROSO CON TECNICA 2-PAM E NRZ SU DI UN SINGLE POLE FILTER**

Il filtro ottimizzato è stato a questo punto sostituito con un filtro RC (single pole filter), avente la seguente funzione di trasferimento:

Il diagramma ad occhio del segnale al trasmettitore è analogo a quello del punto 1). Dal diagramma ad occhio del segnale al ricevitore si ricava che il bit ottimale su cui campionare è ……………

E POI METTI DIAGRAMMA A OCCHIO.

Procedendo alla rappresentazione grafica BER-Eb/N0 è immediato osservare che, confrontando lo scenario attuale e lo scenario NRZ-filtro ottimizzato, il BER risulta enormemente cresciuto a parità di Eb/N0 e non segue più l’andamento teorico. Questo risultato è prevedibile, ed è dovuto alla non idealità del filtro. Infatti il filtro RC non è ottimizzato in favore del segnale su cui agisce, e dunque ci si aspetta un peggioramento in termini di prestazioni. ((QUALCOSA SULLA DIFFERENZA TRA LE FREQUENZE DI TAGLIO???)

Immagine che contiene mappa

Descrizione generata con affidabilità elevata

SONO ARRIVATO QUA

**1) TRASMISSIONE DEL SEGNALE SU CANALE RUMOROSO CON TECNICA 2-PAM E NRZ SU DI UN MATCHED FILTER**

I risultati sopra illustrati sono stati ottenuti attraverso le seguenti fasi:

* Generazione del segnale
* Codifica di protezione con tecnica NRZ
* Aggiunta di un rumore gaussiano al segnale
* Filtraggio con un filtro apposito
* Conteggio gli errori paragonandoli con il BER teorico

Lo spettro del segnale antipodale in ingresso presenta uno spettro concentrato sulle frequenze centrali, con dei lobi laterali che vanno a diminuire

Si può quindi scegliere di ignorare le frequenze maggiori del primo lobo perché abbiamo bisogno di un segnale a banda limitata (DITEMI SE STO DICENDO CAZZATE, MA MI SEMBRA CHE STE COSE NON SO QUANDO MA LE ABBIA DETTE) <- va scritto meglio e rimpolpato un po

Immagine che contiene testo

Descrizione generata con affidabilità molto elevata

**2) TRASMISSIONE DEL SEGNALE SU CANALE RUMOROSO CON TECNICA 2-PAM E NRZ SU DI UN SINGLE POLE FILTER**

Il procedimento per l’esecuzione di questa parte dell’esercitazione era molto simile al precedente, infatti la parte diversa rispetto alla precedente simulazione è il filtro. Il filtro in questo caso è stato realizzato sulla funzione:

Abbiamo realizzato la simulazione tre volte, con uguale a 0.5, 1, 1.5.

Ci sta come intro (anche un po ridotta) poi vanno messi i grafici, magari non quello del segnale in ingresso ma quello del BER e il diagramma ad occhio con il commento

**3) TRASMISSIONE DEL SEGNALE SU CANALE RUMOROSO CON TECNICA 2-PAM E NRZ SU DI UN MATCHED FILTER CON DC=50%**

Cambiando la funzione s(t) e avendo meno ripetizioni dei bit, gli errori sostituiscono più facilmente l’informazione, di conseguenza si ha un grafico simile alla prima simulazione ma traslato verso l’alto (aumento degli errori).

<- comunque secondo me non è quello il problema sul rumore, nel senso che tanto campioniamo sempre su un solo bit, non guardiamo a maggioranza dei bit cosa dicono, non c’è scritto niente sulle slide??

Commenta i diagrammi ad occhio come prima, dicendo che qua al trasmettitore l’apertura si ha per i primi 2 bit (gli altri sono 0)