Comunicaciones Digitales

Trabajo Práctico 3

Transmisión en un Canal AWGN.

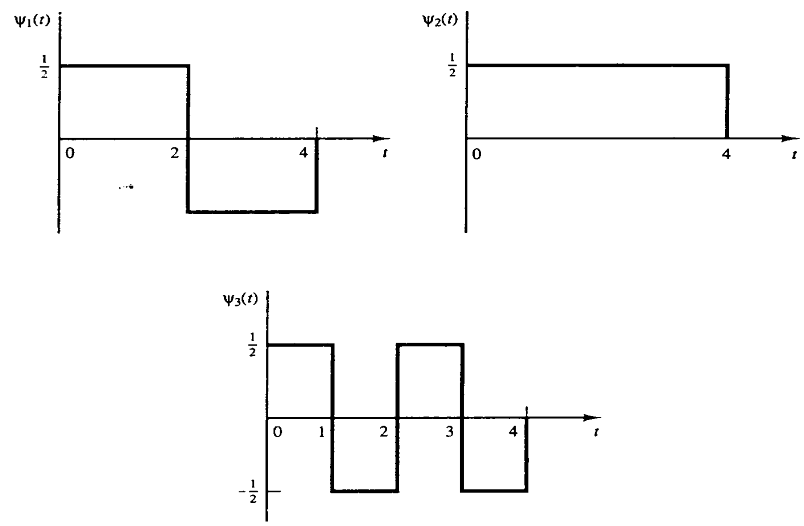
E.1. Considerar las siguientes formas de onda $\psi_n(t)$ de la figura y :

1)Demostrar que estas formas de onda son ortonormales entre si .

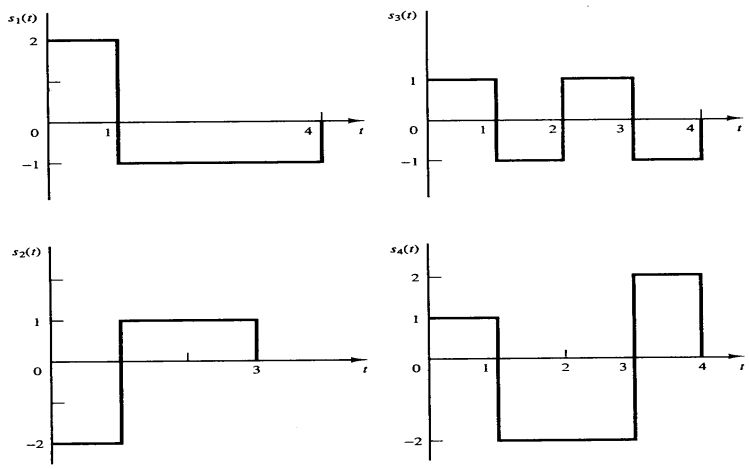
2)Dada la siguiente forma de onda x(t) :

$$x(t)=\begin{cases} -1, & 0 \leq t \leq 1 \\ 1, & 1 \leq t \leq 3 \\ -1, & 3 \leq t \leq 4 \end{cases}$$

expresarla como una combinación lineal de las $\psi_n(t)$ para n =1,2,3 y determinar los coeficientes de esa combinación.

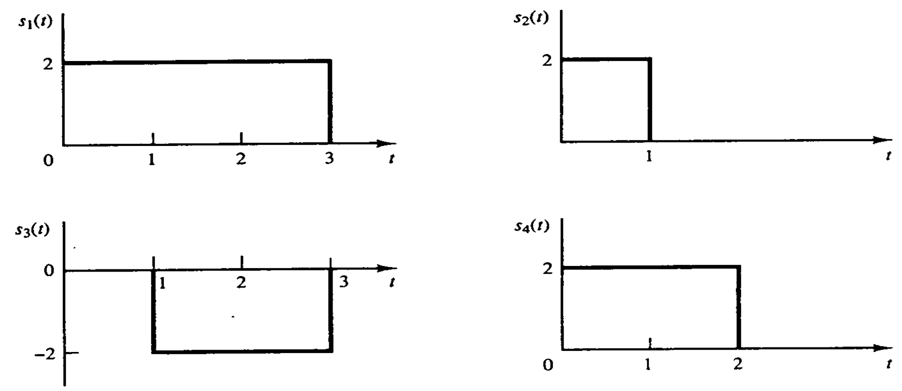


E.2. Dadas las siguientes cuatro formas de onda :



1) Determinar la dimensionalidad de las mismas y el conjunto de funciones base.
2) Utilizar las funciones base para representar las cuatro forma de onda mediante los vectores $\mathbf{s}_1,\mathbf{s}_2,\mathbf{s}_3,\mathbf{s}_4$.
3)Determinar la distancia mínima entre cualquier par de vectores.

E.3. Determinar un conjunto de funciones ortonormales para las siguientes cuatro señales.



E.4. Determinar la capacidad de el código (0,1) de largo de corrida limitado (runlength-limited) . Comparar su capacidad con la de un código $(1,\infty)$ y explicar la relación.

E.5.Dados dos códigos de largo de corrida limitado (d, k):
1)Determinar la capacidad del código (d, k) que tiene la siguiente matriz de transición de estados:

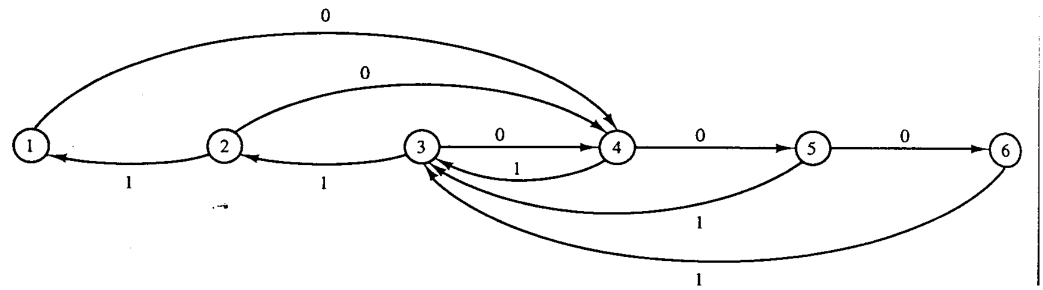
$$D = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

2)Repetir el paso 1 si la matriz de transición de estados es la siguiente:

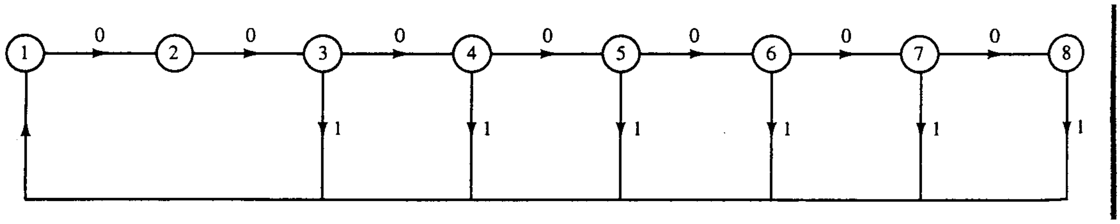
$$D = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

3)Comentar las diferencias entre los pasos 1 y 2.

E.6 Determinar la matriz de transición de estados para el código de largo de corrida restringido descrito por el diagrama de la siguiente figura. Grafique el correspondiente diagrama Trellis.



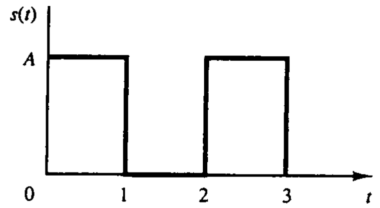
E.7.Determinar la matriz de transición de estados para el código (2,7) (runlength-limited code) especificado por el siguiente diagrama de estados.



E.8. Un sistema de comunicaciones binario PAM emplea pulsos rectangulares de duración T_b y amplitudes $\pm A$ para transmitir información digital a una velocidad $R=10^5$ bits/sec . Si la densidad de potencia espectral de un ruido aditivo Gaussiano es $N_0/2$ donde $N_0 = 10^{-2}$ W/Hz, determinar el valor de A que es requerido para a lograr una probabilidad de error $P_2=10^{-6}$.

E.9.Un sistema de comunicación binario PAM es utilizado para transmitir datos sobre un canal AWGN. Las probabilidades a priori para los bit de información son $P(a_m=1)=1/3$ y $P(a_m=-1)=2/3$:
1)Determinar el umbral optimo en el receptor.
2)Determinar la probabilidad de error promedio.

E.10.La señal recibida en un sistema que utiliza señales antipodales es $r(t)=s(t)+n(t)$, donde s(t) se grafica en la siguiente figura y n(t) es AWGN con densidad de potencia espectral $N_0/2$ W/Hz.



1)Graficar la respuesta impulsiva del filtro acoplado a s(t).
2) Graficar las señal de salida del filtro acoplado en respuesta a la entrada s(t).
3)Determinar la varianza del ruido a la salido del filtro acoplado en el instante t=3.
4)Determinar la probabilidad de error como una función de A y N_0 .

E.11.En un esquema de señalización binario antipodal las señales están dadas por:

$$S_1(t)= \left\{ \begin{array}{ll} \dfrac{2At}{T} & 0 \le t \le T/2 \\ 2A\left(1-\dfrac{t}{T}\right) & T/2 \le t \le T \end{array} \right\} \text{ 0 para todo otro valor}$$

El canal es AWGN y $S_n(f)=N0/2$. Las dos señales tiene probabilidad a priori p_1 y $p_2=1-p_1$.
1)Determinar la estructura del receptor optimo .
2)Determinar la expresión para la probabilidad de error.
3)Graficar la probabilidad de error como función de p_1 para $0 \le p_1 \le 1$.

E.12.Un codificador manchester mapea una información 1 en 10 y una 0 en 01. Si la salida se transmite utilizando señalización NZR las formas de onda son las siguientes. Determinar la probabilidad de error si ambas señales son equiprobables.

E.13. Considerando la siguiente señal $s(t)=\sum_{i=1}^{n} c_i p(t-iT_c)$, donde p(t) es un pulso rectangular de amplitud unidad y duración T_c . Los $c_i\{\}$ pueden ser vistos como un vector de código $C=[c_1,c_2,....c_n]$ donde los elementos $c_i=\pm 1$. Demostrar que el filtro acoplado a la forma de onda s(t) puede ser realizado como una cascada de un filtro acoplado a p(t) seguido de un filtro discreto acoplado a C . Determinar la salida del filtro en el instante de muestra $t=nT_c$.

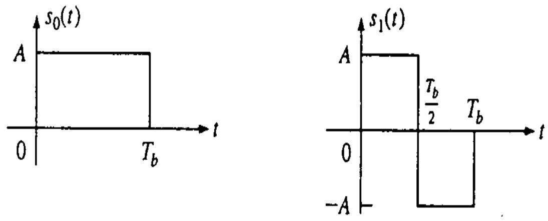
E.14. Un sistema de comunicación digital consiste de una línea de transmisión compuesta por 100 repetidores regenerativos. Para transmitir los datos se utilizan señales binaria antipodales . Si la probabilidad de error total de la línea es de 10^{-6} determinar la probabilidad de error de cada repetidor y la relación E_b/N_0 requerida para lograr dicha perfomance en un canal AWGN.

E.15. Un transmisor tiene una potencia de salida P_t =1 watt, a la frecuencia de 1Ghz. Las antenas de transmisión y recepción son parábolas de diámetro D=1 metro.
1)Determinar las ganancias de las antenas.
2)Determinar el EIRP para el transmisor.
3)La distancia entre antenas es de 20 Km . Determinar la potencia de la señal a la salida de la antena receptora en dBm.

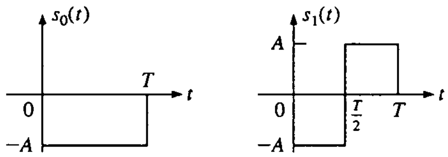
E.16. Un sistema de comunicación transmite con una potencia de 0.1 Watt a 1 GHz. Las antenas transmisora y receptora son parabólicas con diámetro de 1 metro . La distancia entre las mismas es de 30Km.
1)Determinar las ganancias de las antenas.
2)Determinar el EIRP de la señal transmitida.
3)Determinar la potencia de la señal desde la antena receptora.

Simulación Matlab.

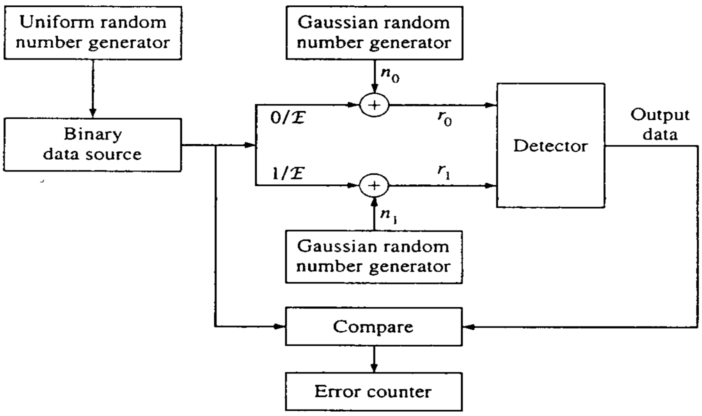
S.1. Dadas las siguientes señales ortogonales de la figura, las mismas son utilizadas para transmitir información a través de un canal AWGN. La señal recibida esta dada por $r(t)=s_i(t)+n(t)$, donde i=0,1,2,3.... y el tiempo de bit es T_b . Suponer que la señal recibida esta muestreada a una velocidad $10/T_b$. Entonces la señal en tiempo discreto $s_0(t)$ con amplitud A estará determinada por 10 muestras (A,A,A,....A) mientras que las señal $s_1(t)$ estar formada por 5 muestra con amplitud A y 5 muestras con amplitud -A.
Entonces cuando transmitimos $s_0(t)$, la señal recibida es $r_k = A + n_k$, mientras que si se transmite $s_1(t)$ la señal recibida es $r_k=A+n_k$ para $1 \le k \le 6$ y $r_k=-A + n_k$ para $6 \le k \le 10$. La secuencia $\{n_k\}$ es de media cero y varianza σ^2.
Escribir un programa en MATLAB que genere la secuencia r_k para cada una de las dos posibles señales transmitidas y hallar la correlación discreta de estas secuencias para ruidos gaussianos de varianza σ^2=0, 0.1 , 1 y 2. (Para facilitar la presentación se puede normalizar A=1. Graficar la salida del correlador en los instantes k=1,2,3,.....10.



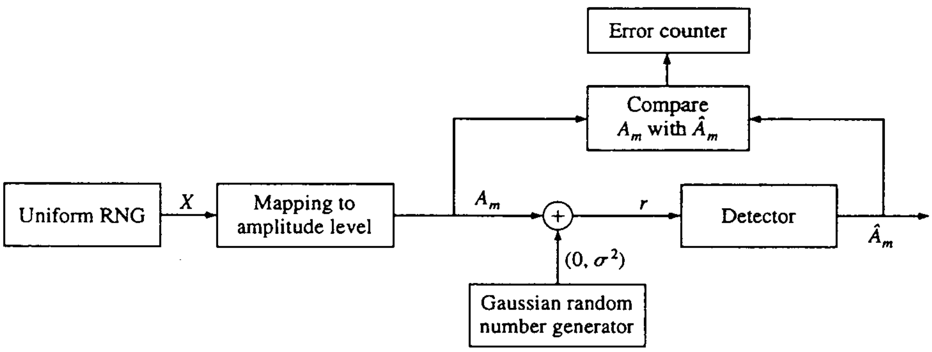
S.2. El objetivo de este ejercicio es sustituir los correladores del ejercicio anterior por filtros acoplados. Generar las secuencias { r_k} para $s_0(t)$ y $s_1(t)$ y realizar el filtrado acoplado discreto de dichas señales. Graficar las salidas de los filtros acoplado para los diferentes valores de varianza de ruido del ejercicio anterior. Luego repetir el proceso para las siguientes señales.



S.3. Hacer un programa en MATLAB que realiza la simulación Montecarlo del sistema de comunicaciones binario de la figura, pero basado en señales ortogonales. Realizar la simulación para 10.000 bits y medir la probabilidad de error para varianzas de ruido σ^2=0, 0.1, 1.0 y 2.0. Graficar el error teórico y obtenido por la simulación y comparar los resultados. Graficar también 1000 muestras de la señal recibida para cada valor de varianza.

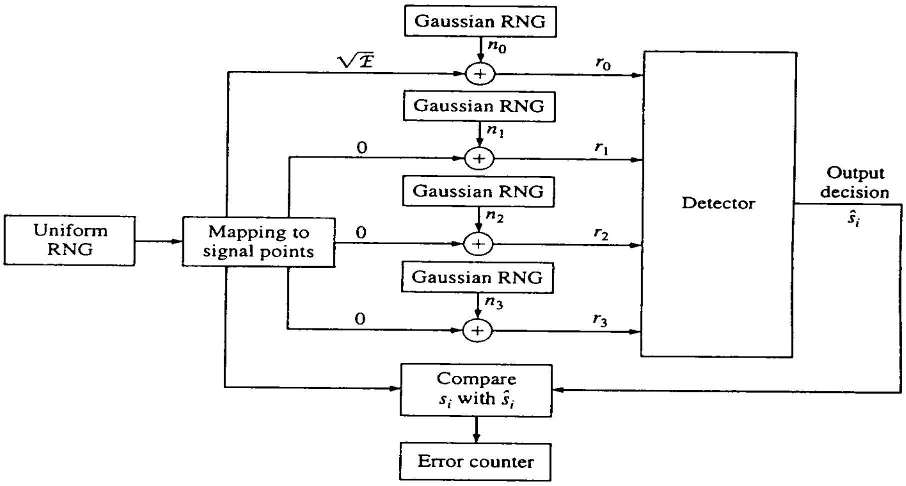


S.4. Realizar un programa en MATLAB que realice la simulación Montecarlo de un sistema de comunicaciones PAM cuaternario. Realizar la simulación para 10.000 símbolos (20.000 bits). Hacer las mismas graficas y comparaciones que el ejercicio anterior.



S.5. Realizar un programa en MATLAB que realice la simulación Montecarlo de un sistema de comunicaciones digital que utilice las siguientes señales ortogonales y esquema de simulación . Realizar la simulación para 10000 símbolos (20000 bits) y hacer las mismas graficas y comparaciones que los dos ejercicios anteriores.

$00 \rightarrow s_0 = (\sqrt{\mathcal{E}}, 0, 0, 0)$
$01 \rightarrow s_1 = (0, \sqrt{\mathcal{E}}, 0, 0)$
$10 \rightarrow s_2 = (0, 0, \sqrt{\mathcal{E}}, 0)$
$11 \rightarrow s_3 = (0, 0, 0, \sqrt{\mathcal{E}})$



Trabajo Práctico 3   Fecha de entrega