

Sistemas de Comunicaciones Digitales

Guía Practica N° 1: Formato de la Información

Problemas

- 1) Se desea transmitir la palabra "COM" usando un sistema 8-ario.
 - a) Codificar la palabra "COM" en una secuencia de bits, usando el código ASCII de 7-bit, seguido de un octavo bit para la detección de errores. El octavo bit es elegido de tal manera, que el número de unos en la palabra de 8 bits es un número par. ¿Cuántos bits en total posee el mensaje?
 - b) Dividir el flujo de bits en segmentos de $k=3$ bits. Representar cada uno de los segmentos de 3-bit como un número octal (símbolo). ¿Cuántos símbolos octales hay en el mensaje?
 - c) Si el sistema fuera diseñado con una modulación 16-aria, ¿Cuántos símbolos deberían usarse para representar a la palabra "COM"?
 - d) Si el sistema fuera diseñado con una modulación 256-aria, ¿Cuántos símbolos deberían usarse para representar a la palabra "COM"?
- 2) Se desean transmitir 800 caracteres/segundo, donde cada carácter es representado por su palabra código ASCII de 7-bit, seguido por un octavo bit para la detección de errores por caracteres, como en el problema 1. Si se utiliza un formato PCM multinivel con $M=16$ niveles:
 - (a) Calcular la tasa efectiva de bit transmitida
 - (b) Calcular la tasa de símbolos PCM
- 3) Se desea transmitir un mensaje alfanumérico de 100 caracteres en dos segundos, usando codificación ASCII de 7-bit seguido por un octavo bit para la detección de errores de carácter como en el problema 2. Se utiliza un formato PCM multinivel con $M=32$ niveles.
 - (a) Calcular la tasa efectiva de bit transmitida y la tasa de símbolos PCM.
 - (b) Repetir la parte (a) para PCM de 16 niveles, PCM de 8 niveles, PCM de 4 niveles y PCM binario.
- 4) Dada una forma de onda analógica que se ha muestreado a la tasa de Nyquist, f_s , usando muestreo natural, demostrar que la forma de onda (proporcional a la forma de onda original) puede recuperarse desde sus muestras, usando las técnicas de recuperación mostradas en la figura P-1.4. El parámetro mf_s es la frecuencia del oscilador local, donde m es un entero

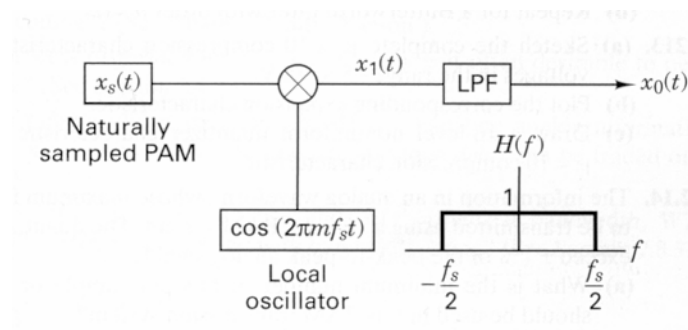


Figura P-1.4

- 5) Una señal analógica es muestreada a su tasa de Nyquist $1/T_s$, y cuantificada usando L niveles de cuantificación. La señal digital obtenida se transmite por un canal.

Demostrar que la duración de un bit, T , para el código binario transmitido de la señal debe satisfacer que $T \leq T_s / (\log 2L)$.

¿Cuándo es válido el signo igual en la desigualdad?

6) Determinar el número de niveles de cuantificación si el número de bits por muestra en un código PCM es: (a) 5; (b) 8; (c) x .

7) Determinar la tasa mínima de muestreo necesaria para muestrear y reconstruir perfectamente la señal $x(t) = \sin(6280t)/(6280t)$.

8) Considerar una señal de audio cuyas componentes espectrales están limitadas a la banda de frecuencia comprendida entre 300 hasta 3300 Hz. Suponer que se utiliza la tasa de muestreo de 8000 muestras/s para generar la señal PCM. Suponer que la relación de potencias de señal de pico a potencia de ruido promedio a la salida debe ser de 30 dB.

(a) Determinar cuál es el mínimo número de niveles de cuantificación uniforme necesarios y cuál es el mínimo número de bit por muestra necesarios para cumplir con este requerimiento.

(b) Calcular el ancho de banda del sistema (determinado por el lóbulo principal del espectro de la señal) requerido para la detección de tal señal PCM.

9) Una forma de onda $x(t) = 10 \cos(1000t + \pi/3) + 20 \cos(2000t + \pi/6)$ se muestrea uniformemente para la transmisión digital.

(a) ¿Cuál es el máximo intervalo de tiempo permitido entre muestras que asegura una perfecta reproducción de la señal?

(b) Si se desea reproducir una hora de esta forma de onda, ¿Cuántas muestras se deben almacenar?

10)

(a) Una forma de onda limitada en banda a 50kHz se muestrea cada $10\mu s$. Demostrar gráficamente que estas muestras caracterizan unívocamente a la forma de onda. (usar una senoide para simplificar ejemplo). Evitar puntos de muestreo en donde la señal valga 0.

(b) Si las muestras se toman separadas cada $30\mu s$ en lugar de $10\mu s$, demuestrese gráficamente que otra forma de onda distinta de la original se puede formar a partir de estas muestras.

11) Úsese el método de la convolución para ilustrar el efecto del muestreo por debajo de la frecuencia de Nyquist (undersampling) de la forma de onda $x(t) = \cos 2\pi f_o t$ para una tasa de muestreo de $f_s = 3/2 f_o$.

12) El efecto de “aliasing” no ocurrirá siempre que la tasa de muestreo sea mayor que dos veces el ancho de banda de la señal. Sin embargo, las señales de banda limitada perfectamente no ocurren en la naturaleza. Por ello, siempre habrá algo de aliasing presente.

(a) Supóngase que una señal filtrada tiene un espectro descrito por un filtro de Butterworth de orden $n = 6$ y la frecuencia de corte superior es de $f_u = 1000\text{Hz}$. ¿Qué frecuencia de muestreo se necesita para que el aliasing se reduzca a menos de -50 dB en el espectro de potencia?

(b) Repetir para un Butterworth de orden $n = 12$.

13) Realizar en PC, usando software Matlab

(c) Dibujar la característica de compresión ley $\mu = 10$ para las tensiones de entrada en el rango -5 a $+5$ volts.

(d) Dibujar la característica de expansión correspondiente.

- (e) Dibujar la característica del cuantificador no uniforme de 16 niveles corresponde a la característica compresión $\mu = 10$.

14) La información en una señal analógica cuya frecuencia es $f = 400\text{Hz}$ es transmitida usando un sistema PAM de 16 niveles. La distorsión por cuantificación no debe ser superior al $\pm 1\%$ de la tensión de señal pico a pico.

- ¿Cuál es el número mínimo de bits por muestra, o bits por palabra PCM, que deben ser usados en este sistema de transmisión PAM?
- ¿Cuál es la mínima tasa de transmisión requerida y cual es la tasa de bits resultante?
- ¿Cuál es la tasa de transmisión de símbolo en el sistema 16-ario PAM?

15) Una señal en el rango de frecuencia de 300 hasta 3000hz se limita al rango 10V, pico a pico. Esta se muestrea a 8000 muestras/s y las muestras son cuantificadas en 64 niveles igualmente espaciados. Calcular y comparar los anchos de banda y la relación potencia de pico de señal con el valor eficaz de ruido de cuantificación, si las muestras cuantificadas se transmiten como pulsos binarios o pulsos de 4 niveles. Considerar que el ancho de banda esta dado por el ancho del lóbulo principal.

16) En el compac disc (CD), una señal analógica se digitaliza de modo que la relación de potencia pico de señal a potencia pico de ruido de cuantificación es al menos de 96 dB. La tasa de muestreo es de 44.1k muestras/s.

- ¿Cuántos niveles de cuantificación se necesitan para la señal analógica, para lograr $(S/N_q)_{pico} = 96\text{dB}$
- ¿Cuántos bits por muestra se necesitan para alcanzar el numero de niveles encontrados en la parte (a)?
- ¿Cuál es la tasa de datos en bits/s?

17) Calcúlese la diferencia en la potencia de señal requerida entre dos señales PCM, NRZ y RZ, teniendo en cuenta que cada esquema de señalización tiene el mismo requerimiento de transferencia de datos y probabilidad de error de bit. También, suponer señalización equiprobable (las señales correspondientes a los "1" y a los "0" tienen igual probabilidad de ocurrencia) y que la diferencia entre el voltaje alto y el bajo es el mismo para el esquema NRZ y el RZ. Si hay una ventaja en el uso de potencia de algún esquema en particular, indíquese cual de ellos es y también, cual es la desventaja de usarlo.

18) En el año 1962, AT&T fue el primero en ofrecer el servicio de transmisión telefónica digital referido al servicio TI. Con este servicio, cada arreglo TI es partido en 24 canales o ranuras. Cada ranura de tiempo contiene 8 bits y hay un bit adicional por arreglo para alineación. El arreglo es muestreado a la frecuencia de Nyquist de 8000 muestras/s, y el ancho de banda usado para la transmisión de la señal compuesta es de 386 khz.. Encontrar la eficiencia del ancho de banda (bits/s/hz) para el esquema de señalización.

19) (a) Considere que se desea un sistema de transmisión digital tal que, la distorsión por cuantificación de cualquier fuente de señal de audio no debe exceder el $\pm 2\%$ del voltaje de señal analógica pico a pico. Si el ancho de bande de la señal de audio y el ancho de banda de la transmisión disponible son ambos de 4000Hz, y el muestreo se realiza a la tasa de Nyquist, ¿Qué valor de eficiencia de ancho de banda R/W (bits/s/Hz) se requiere?

(b) Repítase la parte (a) excepto que ahora la señal de audio tiene un ancho de banda de 20 kHz (alta fidelidad, Hi Fi) y el ancho de banda de transmisión disponible es aun de 4000 Hz.