

## EL41C—Clase Auxiliar N 3—09/Junio

**Prof:** Claudio Pérez **Prof. Auxiliar:** Leonel Medina **Semestre:** Otoño 2005

1. Se tiene una señal modulada en AM-LC (con portadora) que contiene canales de audio multiplexados en frecuencia en la banda de 1000-1150 KHz. Cada canal tiene un ancho de banda de 15 KHz. Diseñe un receptor superheterodino con frecuencia intermedia de 350 KHz que permita escuchar cada uno de estos canales. Entregue un diagrama de bloques y explique el funcionamiento del receptor hasta obtener la señal de audio. Especifique claramente cada uno de los bloques utilizados y en particular el rango en que debe operar el oscilador local.
2. a) La señal  $f(t) = \cos(2\pi f_1 t) + \cos(2\pi f_2 t)$  con  $f_1 = 10$  KHz y  $f_2 = 12$  KHz se modula en FM de banda ancha con portadora en 100 MHz y desviación de frecuencia de 75 KHz. Explique si puede determinar el ancho de banda a partir de (1) y qué aproximaciones o supuestos está utilizando. Justifique su respuesta.

$$\phi_{FM}(t) = A \cos(\omega_c t + \beta \sin(\omega_m t)) = A \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n(\beta) \cos(\omega_c + n\omega_m)t \quad (1)$$

- b) Para la señal  $f(t) = 150 \cos(2009\pi t)$  [V] muestre en un gráfico la banda de frecuencias que ocupa si se modula en FM con una portadora de 5000 Hz y  $k_f = 10$  [Hz/V]. Dibuje el espectro en el rango entre -10 KHz y 10 KHz e indique claramente los valores en Hz.
  - c) Se quiere transmitir un canal de voz de ancho de banda de 5 KHz utilizando AM estándar (AM-LC). Se utiliza una portadora de 1004 KHz. Por otro lado, se quiere transmitir una señal de audio de ancho de banda de 8 KHz modulada en FM que utiliza una portadora de 100 MHz y una desviación de frecuencia máxima de 75 KHz. Determine cuál es el ancho de banda utilizado en cada caso. Determine la eficiencia en el uso del ancho de banda en cada caso (defina eficiencia como la razón entre el ancho de banda de la señal transmitida y el ancho de banda efectivamente utilizado).
3. a) Se tienen N canales telefónicos limitados a un ancho de banda de 4 KHz cada uno. Estos canales son muestreados idealmente y las muestras son multiplexadas temporalmente. Determine el ancho de banda necesario para transmitir la señal multiplexada. Justifique su respuesta.  
b) Indique las ventajas de la modulación digital.  
c) V/F JUSTIFIQUE. En modulación PAM es posible reconstruir en forma intacta la señal original.

4. La siguiente secuencia representa la codificación PCM de 16 niveles de una señal de voltaje cuyo máximo y mínimo son, respectivamente, 4 y 0 Volts.

1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	...
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

Considere que el bit más significativo de cada muestra es aquel del extremo izquierdo y que la secuencia se transmite a 56 kbits/seg.

- a) Determine el número de bits por muestra y el número de muestras totales en la figura.
  - b) Decodifique las muestras disponibles de la señal.
  - c) Calcule el error máximo de cuantización.
  - d) Suponiendo que la tasa de transmisión máxima es igual a la tasa de muestreo, determine la frecuencia máxima que se podrá visualizar en el extremo receptor.
5. a) Explique cuáles son los propósitos principales de la modulación digital.
- b) Una señal con ancho de banda acotado a 5 KHz se modula en
- 1) AM (DSB-LC) con una portadora de 700 KHz.
  - 2) FM banda ancha con portadora 100 MHz y  $\Delta f = 75$  KHz.
- Determine el ancho de banda mínimo necesario para transmitir la señal modulada en cada caso. Explique las consideraciones realizadas en cada caso.
- c) Explique por qué si  $(\tau/T) \leq 0,1$  se utiliza un filtro pasabajos en la demodulación de la señal PAM.  $\tau$  corresponde al ancho de los pulsos de la señal PAM y  $T$  al período.
6. a) Explique tres ventajas de la modulación digital frente a la analógica. Indique dos posibles desventajas de la modulación digital.
- b) Explique las ventajas y desventajas de la cuantización realizada en la codificación digital.
- c) Explique las ventajas y desventajas de la transmisión síncrona versus asíncrona de datos.
- d) Para una señal de voz con amplitud entre  $\pm 1$  V, frecuencia máxima de 5 KHz y suponiendo una cuantización lineal:
- 1) Determine el ruido de cuantización máximo si se utilizan 10 bits para modulación PCM.
  - 2) Determine el código binario correspondiente al mínimo, máximo y cero de la señal con un código binario de 10 bits.
  - 3) Indique el ancho de pulso máximo del código binario que se puede utilizar.
- Nota:** Explique el razonamiento seguido en la tres partes.
7. Diseñe un filtro pasa-bajos FIR utilizando el método de la Serie de Fourier (serie coseno). Considere  $A_d = 1$  en la banda  $0 \leq f \leq 250$  Hz y  $A_d = 0$  fuera de ese rango. La frecuencia de muestreo es de 2 KHz y la respuesta al impulso del filtro debe estar limitada a 20 retardos.
- a) Dibuje la respuesta de frecuencia deseada del filtro en el rango 0–3 KHz (use Hz). Dibuje también la respuesta de frecuencia para la frecuencia normalizada  $\nu$ .
  - b) Determine los coeficientes del filtro dejándolos expresados y explique cómo los obtendría. Expresa  $H(z)$  en términos de los coeficiente calculados.
  - c) Explique cuál es la ventaja de usar una función ventana como la de Hamming en el diseño del filtro. Explique claramente cómo se aplica la ventana (sobre qué variable).
  - d) Explique cómo mediría experimentalmente la respuesta de amplitud del filtro diseñado.