

Tratamiento y Transmisión de Señales

Ingenieros Electrónicos

EXAMEN CONVOCATORIA SEPTIEMBRE 2003

SEGUNDA PARTE: PROBLEMAS

1 hora 15 minutos y 1.5 puntos por problema.

Total 2 problemas: 2 horas y media y 3 puntos.

1. La versión de modulación angular con banda lateral única está definida por:

$$s(t) = A_c \exp[-\hat{\phi}(t)] \cos[2\pi f_c t + \phi(t)] \quad (1)$$

donde $\phi(t)$ es la función de fase, $\hat{\phi}(t)$ es su transformada de Hilbert, f_c es la frecuencia portadora y A_c es la amplitud de la portadora.

- (a) Mostrar que el espectro de la señal modulada $s(t)$ no contiene componentes en frecuencia en el intervalo $-f_c < f < f_c$. Comprobar que el ancho de banda absoluto es infinito.
- (b) Poner la expresión de una señal con modulación angular con banda lateral única utilizando únicamente las bandas laterales inferiores en lugar de las superiores de modo que las componentes más significativas caigan en el intervalo de frecuencias $-f_c < f < f_c$. Comprobar que el ancho de banda absoluto es infinito.
- (c) Para la señal de fase:

$$\phi(t) = \beta \sin(2\pi f_m t) \quad (2)$$

donde β es el índice de modulación y f_m es la frecuencia moduladora, derivar la expresión exacta de la transformada de Fourier de la señal modulada, $S(f)$, tanto para cuando sólo se tienen las bandas laterales superiores como las inferiores.

NOTA: la función exponencial se puede poner como serie de potencias según la expresión:

$$\exp(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} \quad (3)$$

2. Sea la señal $x(t) = 12 \cos(1000t)$. Se pide lo siguiente:
- (a) Dibujar la característica entrada/salida de un cuantificador uniforme con $L = 8$ niveles y rango máximo de cuantificación ± 15 . Indicar en la gráfica los valores numéricos tanto de los valores de entrada (intervalos) como de los de salida (valores cuantificados).
 - (b) Si la tasa de muestreo es $f_s = 1000$ muestras por segundo, comprobar que se cumple el teorema de Nyquist. Determinar y dibujar (como señal PAM con tiempo de ocupación del 100%) los valores de las 10 muestras de la señal $x(t)$ si se empieza a muestrear la señal en el instante de tiempo $t = 0$ segundos.
 - (c) Si la señal muestreada (las 10 muestras determinadas en el apartado anterior) pasa a través del cuantificador, determinar y dibujar (como señal PAM con tiempo de ocupación del 100%) la señal cuantificada a la salida.
 - (d) Determinar las potencias instantáneas de las muestras cuantificadas a la salida (10 valores) y las potencias instantáneas del error cometido en el proceso de cuantificación (10 valores).
 - (e) Determinar la potencia media de señal cuantificada en dBm, la potencia media de ruido en dBm y la SNR en dB. Comparar este valor con el teórico para cuando la señal de entrada es sinusoidal con carga completa (para el caso en el que la señal recorre todo el rango del cuantificador). Razonar la diferencia entre ambos valores.
 - (f) Determinar la señal binaria PCM correspondiente a las 10 muestras de $x(t)$.
 - (g) Si se utiliza un modulador de pulsos en banda base con pulsos con espectro con forma de coseno alzado con factor de roll-off $\rho = 1$ determinar el ancho de banda de transmisión.
 - (h) Bajo los supuestos anteriores, si el código de línea utilizado es NRZ polar y el canal de comunicaciones no introduce distorsión pero sí ruido, dibujar y explicar el esquema del detector/decodificador óptimo para reconstruir la señal analógica $\hat{x}(t)$. Introducir los parámetros necesarios.