

Tratamiento y Transmisión de Señales

Ingenieros Electrónicos

EXAMEN CONVOCATORIA SEPTIEMBRE 2005

SEGUNDA PARTE: PROBLEMAS

1 hora y media y 2 puntos para el primer problema y 1 hora y 1 punto para el segundo.

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

PROBLEMA 1. Sea una señal moduladora aleatoria $M(t)$ estacionaria de la que se sabe que su media es cero, su autocorrelación viene dada por la función $R_M(\tau)$ y su densidad espectral de potencia por la función de la frecuencia $S_M(f)$ que se sabe vale cero fuera del intervalo $|f| < W$.

Sea ahora una señal portadora aleatoria $C(t) = A_c \cos(2\pi Ft + \Theta)$, donde se sabe que la amplitud A_c es una constante conocida, F es una variable aleatoria con función de densidad de probabilidad conocida $f_F(f)$ y Θ una variable aleatoria uniforme en el intervalo $(0, 2\pi)$. La variable aleatoria F pretende modelar las posibles variaciones de la frecuencia del oscilador y la variable Θ la fase inicial en $t = 0$. Las variables F y Θ se pueden considerar independientes e independientes a su vez de la señal moduladora aleatoria $M(t)$.

Empleando modulación DSB se genera la señal modulada $S(t)$ a partir de la señal moduladora $M(t)$ y de la señal portadora $C(t)$ definidas en los párrafos anteriores.

Se pide lo siguiente:

- Determinar y dibujar la función de densidad de probabilidad $f_\Theta(\theta)$ de la variable de fase Θ .
- Calcular la media estadística de la señal portadora $C(t)$ como función de la amplitud A_c y de la función de densidad de la frecuencia $f_F(f)$.
- Calcular la autocorrelación estadística $R_C(\tau)$ de la señal portadora $C(t)$ como función de la amplitud A_c y de la función de densidad de la frecuencia $f_F(f)$. Justificar después del resultado del apartado anterior y de éste la estacionariedad de la señal portadora $C(t)$.
- Determinar la densidad espectral de potencia $S_C(f)$ de la señal portadora $C(t)$ como función de la amplitud A_c y de la función de densidad de la frecuencia $f_F(f)$.
- Determinar la media estadística de la señal modulada $S(t)$ como función de la amplitud A_c y de la función de densidad de la frecuencia $f_F(f)$.
- Calcular la autocorrelación estadística $R_S(\tau)$ de la señal portadora $S(t)$ como función de la amplitud A_c , de la función de densidad de la frecuencia $f_F(f)$ y de la

autocorrelación $R_M(\tau)$. Justificar después del resultado del apartado anterior y de éste la estacionariedad de la señal modulada $S(t)$.

- (g) Determinar la densidad espectral de potencia $S_S(f)$ de la señal portadora $S(t)$ como función de la amplitud A_c , de la función de densidad de la frecuencia $f_F(f)$ y de la densidad espectral de potencia $S_M(f)$.

Suponiendo que nos dan la función densidad de probabilidad de la variable F como $f_F(f) = \delta(f - f_c)$, siendo f_c una constante conocida:

- (h) Comprobar que la función $f_F(f)$ dada cumple las condiciones de función densidad de probabilidad.
- (i) Repetir los apartados (c), (d), (f) y (g) empleando la función $f_F(f)$ dada.

PROBLEMA 2. Sea la señal $x(t) = 15 \cos(495t)$. Se pide lo siguiente:

- (a) Dibujar la característica entrada/salida de un cuantificador uniforme con $L = 13$ niveles y rango máximo de cuantificación ± 19 . Etiquetar adecuadamente dicha gráfica. Indicar en una tabla los valores numéricos tanto de los valores de entrada (intervalos) como de los de salida (valores cuantificados).
- (b) Si la tasa de muestreo es $f_s = 985$ muestras por segundo, comprobar que se cumple el teorema de Nyquist. Determinar (hacer una tabla) y dibujar (como una señal PAM sin portadora con tiempo de ocupación del 50 %) los valores de las 10 primeras 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 (hacer una tabla) y dibujar (como una señal PAM sin portadora con tiempo de ocupación del 50 %) la señal cuantificada a la salida.
- (d) Determinar en mW (en una tabla) 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.