

Tratamiento y Transmisión de Señales

Ingenieros Electrónicos

TERCERA PRÁCTICA

NOTA: en toda esta práctica no se pueden utilizar bucles, para que los tiempos de ejecución se reduzcan. Esto se puede hacer empleando vectores y matrices para las variables necesarias.

Señales FM

En esta práctica se pretende visualizar una señal FM con moduladora sinusoidal tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia. Además se va a comparar el espectro calculado numéricamente con el teórico utilizando las funciones de Bessel. Esto último nos va a permitir además determinar el ancho de banda según la regla del 1% y poder comparar el valor obtenido con el ancho de banda según la regla de Carson.

Generación de la Señal FM y su Visualización Temporal

Considerar una señal FM definida por una señal moduladora sinusoidal con los siguientes parámetros:

- Tasa de muestreo $f_s=25000$ Hz.
- Amplitud de la moduladora $A_m=4$.
- Frecuencia de la moduladora $f_m=20$ Hz.
- Amplitud de la portadora $A_c=5$.
- Frecuencia de la portadora $f_c=600$ Hz.
- Índice de modulación $\beta=18$.
- Número de puntos $N=250000$.

Generar un eje temporal t a partir de cero segundos con los datos anteriores y definir la señal FM s . Dibujar la señal FM en el dominio del tiempo escalándola de forma que se visualice una oscilación completa de la señal moduladora (de 0 a $1/f_m$ segundos) en tiempo y en amplitud el 150% de la amplitud de la portadora (amplitudes positivas y negativas).

Visualización Frecuencial de la Señal FM

Determinar el módulo del espectro **S** de la señal FM (correctamente escalado y dado la vuelta). Generar el eje de frecuencias **f** correspondiente a las amplitudes del espectro **S** calculadas. Dibujar dicho espectro escalándolo de forma que se visualicen las frecuencias hasta dos veces la frecuencia de la portadora (para frecuencias positivas y negativas) y amplitudes desde cero hasta el 150 % del máximo de la amplitud del espectro.

Comparación de la Amplitud del Espectro Obtenido con el Teórico

Generar el vector **bessel** correspondiente a los valores de la función de Bessel $J_n(\beta)$ para el valor del índice de modulación **beta** y para el vector **n** desde 0 hasta 1000, usando la función **besselj**.

Determinar ahora el vector de índices **indices** correspondientes al vector **bessel** para los que el módulo de la función de Bessel es mayor que 0.01, utilizando para ello la función **find**.

Calcular ahora usando la función **max** el mayor de dicho vector de índices **indices** y llamarlo **indmax**. Este valor corresponde al valor n_{max} de la regla del 1 % vista en teoría.

Generar ahora un segundo vector de frecuencias **f2** correspondientes a las deltas del espectro teórico para las frecuencias negativas $-f_c + nf_m$ y para las frecuencias positivas $f_c + nf_m$ donde se debe usar un vector **n2** definido entre **indmax** con signo menos e **indmax**.

Determinar ahora el módulo de las amplitudes teóricas asociadas a las frecuencias **f2** usando para ello la expresión teórica $\frac{A_c}{2}|J_n(\beta)|$ y llamarlo **S2**.

Dibujar sobre la misma gráfica del apartado anterior (módulo del espectro numérico) el módulo del espectro teórico pero dibujando cada punto con un asterisco (usar '*' en la función **plot**). Comprobar que el espectro teórico y el numérico coinciden exactamente.

Determinación del Ancho de Banda

Determinar el ancho de banda según la regla de Carson y presentarlo por pantalla con un mensaje explicativo usando la función **fprintf**.

Para terminar y usando las variables calculadas en el apartado anterior, determinar el ancho de banda según la regla del 1 % y presentarlo por pantalla de forma similar a lo dicho para el ancho de banda según la regla de Carson.

Una vez terminada la práctica, modificar ligeramente los parámetros de la señal FM (sobre todo el índice de modulación, la amplitud de la moduladora y su frecuencia) observando los cambios producidos e intentar justificarlos teóricamente. Comprobar igualmente que el ancho de banda según la regla de Carson es siempre inferior al ancho de banda según la regla del 1 %. Comparar también estos anchos de banda con el ancho de banda estimado observando la figura correspondiente al módulo del espectro.