

# Tratamiento y Transmisión de Señales

Ingenieros Electrónicos

EXAMEN JUNIO 2005

## TERCERA PARTE: PRÁCTICAS

1 hora y media y 3 puntos.

### Instrucciones

Se deben seguir los pasos indicados en la sección **Enunciado** partiendo de las prácticas realizadas durante la asignatura. El resultado del examen se debe entregar en formato electrónico utilizando Microsoft WORD respondiendo claramente a lo que se pide en el apartado **Resultados**. Cuando se pidan explicaciones de algún tipo sobre los resultados obtenidos, éstas se deben dar por escrito en el documento WORD haciendo referencia a la pregunta a la que se responde. Si se piden gráficas se deben copiar en el portapapeles desde Matlab y pegarlas en el documento WORD. Una vez terminado el documento (con las respuestas a las preguntas e incluyendo, en su caso, las gráficas correspondientes) se debe copiar a un disquete comprobando acto seguido que la copia del disquete se puede leer sin problemas. El nombre del fichero WORD debe venir dado por los apellidos del candidato. Incluir también el script/s realizados en matlab. Finalmente, el disquete se debe entregar al profesor.

### Enunciado

Se debe partir de la señal FM generada en la práctica tercera. Utilizar una frecuencia portadora  $f_c=750$  Hz, índice de modulación  $\beta=11$ , número de puntos  $N=20000$ , frecuencia de muestreo  $f_s=30000$  Hz, frecuencia de la moduladora  $f_m=25$ , amplitud de la portadora  $A_c=10$  y amplitud de la moduladora  $A_m=5$ . El objetivo de este examen es implementar un discriminador de frecuencia para demodular señales FM. Hacer un script que haga lo siguiente:

- Definir todos los parámetros y constantes iniciales necesarias.
- Generar el eje de tiempos  $t$ .
- Generar la señal moduladora  $m$ .
- Generar la señal modulada FM  $s$ .
- Determinar el eje de frecuencias  $f$ .
- Calcular la transformada  $S$  de la señal modulada. Utilizar los comandos de Matlab `fft` y `fftshift`. No emplear el comando `abs` de forma que  $S$  pueda tomar valores complejos.
- Determinar el ancho de banda  $B_T$  de la señal FM usando la regla  $B_T = 2(\beta + 3)f_m$ .
- Usando el vector de frecuencias  $f$  y la expresión de teoría determinar la función de transferencia  $H_1$ , usando como parámetro del circuito pendiente  $a=8.5e-5$ .

- Generar ahora el circuito pendiente complementario con función de transferencia  $H_2$ , usando para ello la expresión de teoría.
- Filtrar la señal modulada  $S$  en frecuencia para determinar las señales a la salida  $S_1$  y  $S_2$  de los dos circuitos pendiente con función de transferencia  $H_1$  y  $H_2$ , respectivamente.
- Determinar en el dominio del tiempo las señales  $s_1$  y  $s_2$  a la salida de los dos circuitos pendiente  $H_1$  y  $H_2$ , respectivamente, usando los comandos `ifft` e `ifftshift`. Como dichas señales deben ser reales, forzar que la parte imaginaria sea cero.
- La última parte del discriminador viene dado por los detectores de envolvente, que se pueden implementar elevando al cuadrado y filtrando paso bajo. Definir usando el comando `fir1` un filtro paso bajo  $h$  de orden 128 y frecuencia de corte doble que la de la señal moduladora ( $2 \cdot f_m$ ).
- Determinar las envolventes `env1` y `env2` correspondientes a las señales  $s_1$  y  $s_2$ , respectivamente, elevando al cuadrado y filtrándolas usando el filtro  $h$  (emplear el comando `filtfilt`).
- Finalmente la señal y a la salida del discriminador viene dada por la diferencia entre las envolventes `env1` y `env2`.

## Resultados

Explicar brevemente los comandos MATLAB empleados para determinar la respuesta en frecuencia  $H_1$ . A continuación se pide dibujar las siguientes señales correctamente escaladas horizontal y verticalmente a incluir en el documento WORD junto con una breve explicación para cada una:

- Los 1500 primeros puntos de la señal FM  $s$ .
- El módulo espectro  $S$  de la señal FM, empleando el comando `abs`. Escalarlo usando el comando `axis` en el rango de frecuencias  $-2 \cdot f_c$  a  $2 \cdot f_c$ .
- Dibujar las funciones de transferencia  $H_1$  y  $H_2$  usando dos colores distintos en la misma gráfica. Como dichas funciones son complejas dibujar únicamente la parte imaginaria. Escalarlo usando el comando `axis` en el rango de frecuencias  $-2 \cdot f_c$  a  $2 \cdot f_c$ .
- Dibujar las envolventes `env1` y `env2` usando dos colores distintos en la misma gráfica.
- Dibujar la señal a la salida del discriminador y junto con la señal moduladora original  $m$  en la misma gráfica usando dos colores distintos.

Si se empleara la regla de Carson en lugar de  $B_T = 2(\beta + 3)f_m$  para determinar el ancho de banda, indicar si el resultado obtenido sigue siendo adecuado. En caso contrario comentar brevemente la causa de la distorsión de la señal demodulada.