

# Tratamiento y Transmisión de Señales

Ingenieros Electrónicos

EXAMEN CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

ENERO 2009

TERCERA PARTE: PRÁCTICAS

1 hora y media y 3 puntos.

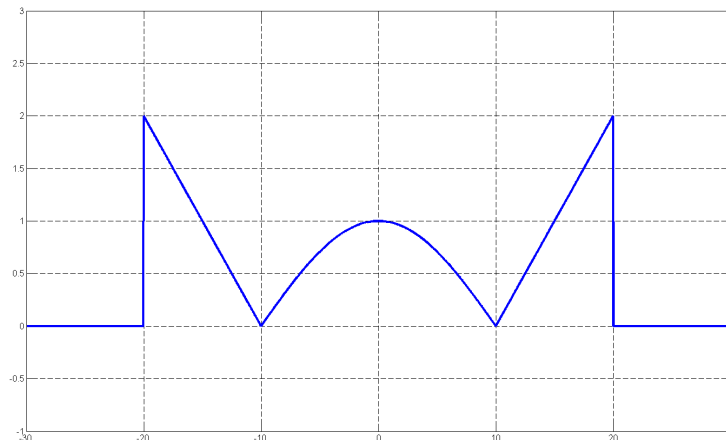
## Instrucciones

Se deben realizar los pasos que se indican 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 entregar al profesor. Incluir el código Matlab utilizado para la realización del examen.

## Enunciado

Realizar un script siguiendo los pasos que se indican a continuación con el objetivo de hacer una análisis de la calidad de un sistema DSB:

- Considerar el intervalo temporal  $(-30,30)$  segundos y frecuencia de muestreo  $f_s=50$  Hz para generar todas las señales que se piden a continuación.
- Generar la señal moduladora  $m$  según se muestra en la siguiente figura:



- Generar una portadora  $c$  de amplitud  $A_c=1.25$  y frecuencia  $f_c=10$  Hz.
- Generar los coeficientes  $h_1$  de un filtro paso bajo de orden 64 y ancho de banda  $W=3$  Hz usando la función de Matlab `fir1`.
- Generar los coeficientes  $h_2$  de un filtro paso banda de orden 64, ancho de banda  $2W$  y frecuencia central  $f_c$  usando la función de Matlab `fir1`.
- Para hacer que la señal moduladora tenga ancho de banda limitado se decide filtrar la señal  $m$  usando el filtro  $h_1$  para obtener una moduladora  $mf$  de ancho de banda  $W$ . Usar la función de Matlab `filtfilt`.
- Calcular la potencia  $pot$  de la señal  $mf$ . Esta potencia se deberá usar cuando sea necesario en las fórmulas teóricas de relación señal a ruido (ver más abajo).
- Determinar la señal modulada DSB  $s$  usando la moduladora filtrada  $mf$  y la portadora  $c$ .
- Generar un vector de densidades espectrales de ruido  $N_0$  con  $M=20$  componentes espaciadas logarítmicamente entre  $10^{-5}$  y  $10^{-2}$  usando la función de Matlab `logspace`. Cada elemento de este vector representará la densidad espectral del ruido del canal que se considera blanco, Gaussiano, estacionario y con media cero.
- Para cada  $k=1:M$  hacer lo siguiente:
  - Seleccionar la densidad espectral  $N_0(k)$  apropiada para el ruido del canal y determinar la varianza  $\sigma^2$  de un ruido blanco con dicha densidad espectral.
  - Generar el vector de ruido del canal  $w$  sabiendo que es blanco, Gaussiano, de media cero y de varianza  $\sigma^2$ . Dicho vector  $w$  debe ser del mismo tamaño que la señal modulada  $s$ .
  - Determinar el ruido  $n$  a la salida del filtro de frecuencia intermedia dado por los coeficientes  $h_2$  ya calculados.
  - Determinar la relación señal a ruido experimental a la entrada del detector  $SNRI(k)$  en dB a partir de la señal modulada  $s$  y la versión filtrada del ruido  $n$ .
  - Determinar ahora la relación señal a ruido teórica a la entrada del detector  $SNRI_T(k)$  en dB usando la fórmula teórica para este caso.
  - Se va a emplear un detector coherente para demodular la señal. Determinar la componente de señal  $x$  y la componente de ruido  $x_n$  a la salida del modulador producto (primera parte del detector coherente) a partir de la señal modulada  $s$  y el ruido filtrado  $n$ . Usar en ambos casos como portadora la señal  $c$  ya calculada.
  - Filtrar las dos componentes calculadas antes  $x$  y  $x_n$  usando el filtro paso bajo dado por  $h_1$  (segunda parte del detector coherente) para determinar la componente de señal  $y$  y de ruido  $y_n$  a la salida del receptor.
  - Determinar la relación señal a ruido experimental a la salida del receptor  $SNRO(k)$  en dB a partir de las componentes de señal  $y$  y ruido  $y_n$  a la salida.
  - Determinar ahora la relación señal a ruido teórica a la salida del receptor  $SNRO_T(k)$  en dB usando la fórmula teórica para este caso.
- Al final del bucle se debe disponer de cuatro vectores  $SNRI$ ,  $SNRI_T$ ,  $SNRO$  y  $SNRO_T$  con  $M=20$  componentes.

## Resultados

- Incluir el código utilizado comentando brevemente las partes más significativas del mismo.
- Dibujar la señal moduladora  $m$  en el dominio tiempo y en el dominio de la frecuencia correctamente escalada. Para el dominio de la frecuencia visualizar la señal en el intervalo frecuencial  $[-10, 10]$  Hz.
- Dibujar la señal moduladora filtrada  $mf$  en el dominio tiempo y en el dominio de la frecuencia correctamente escalada. Para el dominio de la frecuencia visualizar la señal en el intervalo frecuencial  $[-10, 10]$  Hz.
- Dibujar la señal modulada  $s$  en el dominio tiempo y en el dominio de la frecuencia correctamente escalada. Para el dominio de la frecuencia visualizar la señal en el intervalo frecuencial  $[-20, 20]$  Hz.
- Para el caso de mayor nivel de ruido en el canal ( $k=M$ ), dibujar en el dominio de la frecuencia las señales ruidosas (señal y ruido sumadas) en los siguientes puntos: a la entrada del receptor antes del filtro de frecuencia intermedia, tras el filtro de frecuencia intermedia y tras el modulador producto (antes del filtro paso bajo). Visualizar las señales anteriores en el intervalo frecuencial  $[-20, 20]$  Hz.
- Para el caso de mayor nivel de ruido en el canal ( $k=M$ ), dibujar la señal demodulada ruidosa (señal y ruido sumadas) a la salida del receptor en el dominio tiempo y en el dominio de la frecuencia correctamente escalada. Para el dominio de la frecuencia visualizar la señal en el intervalo frecuencial  $[-10, 10]$  Hz.
- Dibujar una última gráfica en la que se puedan apreciar con dos colores diferentes la  $SNRO\_T$  como función de la  $SNRI\_T$  (en un color) y la  $SNRO$  como función de la  $SNRI$  (en otro color).
- Repetir el apartado anterior para cuando  $W=0.5$  Hz. Indicar en este caso si se aprecian diferencias significativas con respecto al caso del apartado anterior (para  $W=3$  Hz) y intentar justificar por qué.