

# Tratamiento y Transmisión de Señales

## Ingenieros Electrónicos

### EXAMEN CONVOCATORIA ORDINARIA JUNIO 2008

#### TERCERA PARTE: PRÁCTICAS

1 hora y media y 3 puntos.

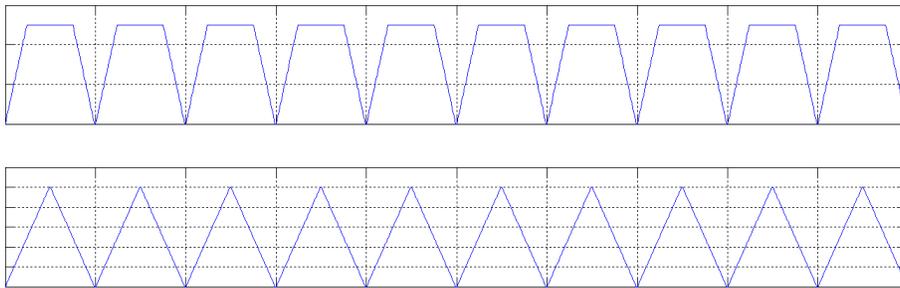
#### Instrucciones

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

Vamos a considerar una frecuencia de muestreo  $f_s=10000$  Hz. Hacer un script de Matlab que haga lo siguiente:

- Generar dos ristra de bits  $Bits1$  y  $Bits2$  independientes con  $N=1000$  bits cada una usando el comando de Matlab `rand`.
- Generar las señales  $NRZpolar1$  y  $NRZpolar2$  a partir de las ristra de bits generadas empleando código de línea NRZ polar con nivel  $A=5$  y empleando  $K=100$  muestras para cada bit. Utilizar los comandos de Matlab `repmat` y `reshape`.
- Definir la variable tiempo  $t$  (comenzando en  $t=0$  seg.) y la variable frecuencia  $f$  para las señales que se vayan a definir de la misma longitud que las señales  $NRZpolar1$  y  $NRZpolar2$ .
- Definir las señales periódicas  $c1$  y  $c2$  que se pueden ver en las siguientes figuras



donde el periodo de dichas señales coincide con la duración de un bit, es decir, cada periodo tiene  $K$  muestras. Con respecto a la primera señal las duraciones de los tres tramos rectos es de  $K/4$ ,  $K/2$  y  $K/4$ , respectivamente. Para la segunda señal son  $K/2$  y  $K/2$ , respectivamente. Emplear el comando de Matlab `repmat`. La longitud de las señales  $c1$  y  $c2$  debe ser la misma que la longitud de las señales  $NRZpolar1$  y  $NRZpolar2$ .

- Modificar la forma de las señales  $NRZpolar1$  y  $NRZpolar2$  multiplicándolas por las señales periódicas  $c1$  y  $c2$  para obtener las señales  $m1$  y  $m2$ .
- Definir los coeficientes  $h1$  de un filtro paso bajo con ancho de banda  $BW=500$  Hz y orden 32 usando el comando de Matlab `fir1`.
- Determinar las versiones filtradas,  $m1f$  y  $m2f$ , de las señales  $m1$  y  $m2$  usando el filtro  $h1$  y el comando de Matlab `filtfilt`.
- Considerando ahora las señales  $m1f$  y  $m2f$  como dos moduladoras independientes, generar una señal QAM  $s$  usando una portadora con amplitud unidad y frecuencia  $f_c=3500$  Hz.

- Supongamos que la señal QAM  $s$  se transmite por un canal ruidoso. Generar una señal de ruido blanco  $w$  de la misma longitud que la señal  $s$  y con densidad espectral de potencia  $N_0=1e-2$  W/Hz. Determinar la señal QAM ruidosa  $sw$  sumando la señal QAM y el ruido generado.
- Definir los coeficientes  $h2$  del filtro equivalente IF para este caso de orden 32 usando el comando de Matlab `fir1`.
- Determinar a la salida del filtro equivalente de IF definido por  $h2$ , las versiones filtradas  $sf$ ,  $wf$  y  $swf$ , para las señales  $s$ ,  $w$  y  $sw$ , respectivamente. Utilizar el comando de Matlab `filtfilt`.
- Demodular la señal QAM utilizando una portadora generada localmente en el receptor en perfecto sincronismo y el filtro paso bajo definido por  $h1$ , para cada una de las señales  $sf$ ,  $wf$  y  $swf$ . Se deberá por tanto obtener las señales  $m1recsf$ ,  $m1recwf$  y  $m1recswf$ , para el canal en fase, y  $m2recsf$ ,  $m2recwf$  y  $m2recswf$ , para el canal en cuadratura. Utilizar el comando de Matlab `filtfilt`.
- Determinar la SNRI y las SNR01 para el canal en fase y SNR02 para el canal en cuadratura.
- Si para cada Bit se utiliza la muestra número  $k=K/2$  y se la compara con el umbral 0, determinar las dos ristas de bits recibidos:  $Bits1Rx$  y  $Bits2Rx$ . Utilizar el comando de Matlab `reshape`.
- Comparando los bits transmitidos  $Bits1$  y  $Bits2$  y los recibidos  $Bits1Rx$  y  $Bits2Rx$ , determinar las probabilidades de error  $Pe1$  y  $Pe2$ , respectivamente.

## Resultados

Se pide lo siguiente a incluir en el documento WORD:

- Dibujar en una misma figura usando el comando `subplot` los 10 primeros bits de las señales  $m1$  y  $m2$ , escalando adecuadamente los ejes para su correcta visualización.
- Dibujar en una misma figura usando el comando `subplot` el módulo del espectro de las señales  $m1$  y  $m2$ , escalando adecuadamente los ejes para su correcta visualización.
- Dibujar en una misma figura usando el comando `subplot` los 10 primeros bits de las señales  $m1f$  y  $m2f$ , escalando adecuadamente los ejes para su correcta visualización.
- Dibujar en una misma figura usando el comando `subplot` el módulo del espectro de las señales  $m1f$  y  $m2f$ , escalando adecuadamente los ejes para su correcta visualización.
- Dibujar en una misma figura usando el comando `subplot` los 10 primeros bits (o una duración temporal equivalente) de las señales  $s$ ,  $w$  y  $sw$ , escalando adecuadamente los ejes para su correcta visualización.
- Dibujar en una misma figura usando el comando `subplot` el módulo del espectro de las señales  $s$ ,  $w$  y  $sw$ , escalando adecuadamente los ejes para su correcta visualización.
- Dibujar en una misma figura usando el comando `subplot` los 10 primeros bits (o una duración temporal equivalente) de las señales  $sf$ ,  $wf$  y  $swf$ , escalando adecuadamente los ejes para su correcta visualización.
- Dibujar en una misma figura usando el comando `subplot` el módulo del espectro de las señales  $sf$ ,  $wf$  y  $swf$ , escalando adecuadamente los ejes para su correcta visualización.
- Dibujar en una misma figura usando el comando `subplot` los 10 primeros bits (o una duración temporal equivalente) de las señales  $m1recsf$ ,  $m1recwf$  y  $m1recswf$ , escalando adecuadamente los ejes para su correcta visualización.
- Dibujar en una misma figura usando el comando `subplot` el módulo del espectro de las señales  $m1recsf$ ,  $m1recwf$  y  $m1recswf$ , escalando adecuadamente los ejes para su correcta visualización.
- Dibujar en una misma figura usando el comando `subplot` los 10 primeros bits (o una duración temporal equivalente) de las señales  $m2recsf$ ,  $m2recwf$  y  $m2recswf$ , escalando adecuadamente los ejes para su correcta visualización.
- Dibujar en una misma figura usando el comando `subplot` el módulo del espectro de las señales  $m2recsf$ ,  $m2recwf$  y  $m2recswf$ , escalando adecuadamente los ejes para su correcta visualización.
- Presentar los resultados de SNRI, SNR01 y SNR02 en dB. Comentar algo sobre el resultado obtenido.
- Presentar los resultados de  $Pe1$  y las  $Pe2$ . Comentar algo sobre el resultado obtenido, teniendo en cuenta los valores de SNR01 y SNR02.