

# Tratamiento y Transmisión de Señales

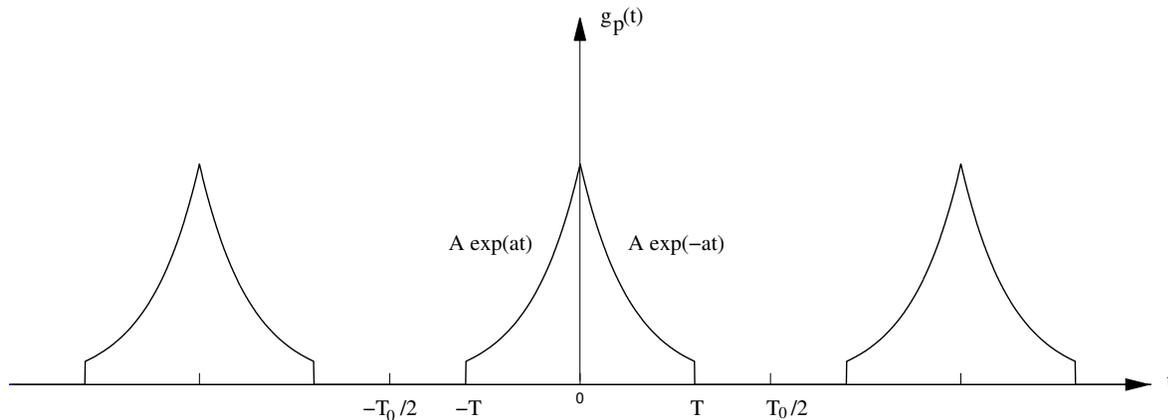
Ingenieros Electrónicos

## EXAMEN CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA ENERO 2009

### SEGUNDA PARTE: PROBLEMAS

1 punto por problema. Tiempo disponible total: 2 horas y media.

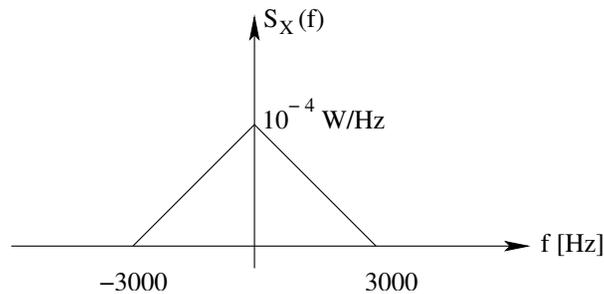
1. Considerando la señal periódica  $g_p(t)$  de la siguiente figura:



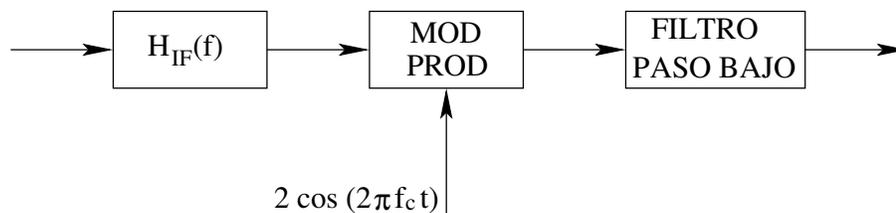
Se pide lo siguiente:

- Calcular el coeficiente  $a_0$  de la serie de Fourier real.
- Determinar los coeficientes  $a_n$  y  $b_n$  de la serie de Fourier real.
- Poner la expresión temporal para la serie de Fourier a partir de los resultados de los apartados anteriores.
- Calcular la expresión de la transformada de Fourier  $G_p(f)$  para la señal  $g_p(t)$ .
- Determinar la potencia  $P$  de la señal  $g_p(t)$ .
- Determinar la densidad espectral de potencia  $S_{g_p}(f)$  de la señal  $g_p(t)$ .
- Determinar el tanto por ciento de potencia del segundo armónico con respecto a la potencia total de la señal.

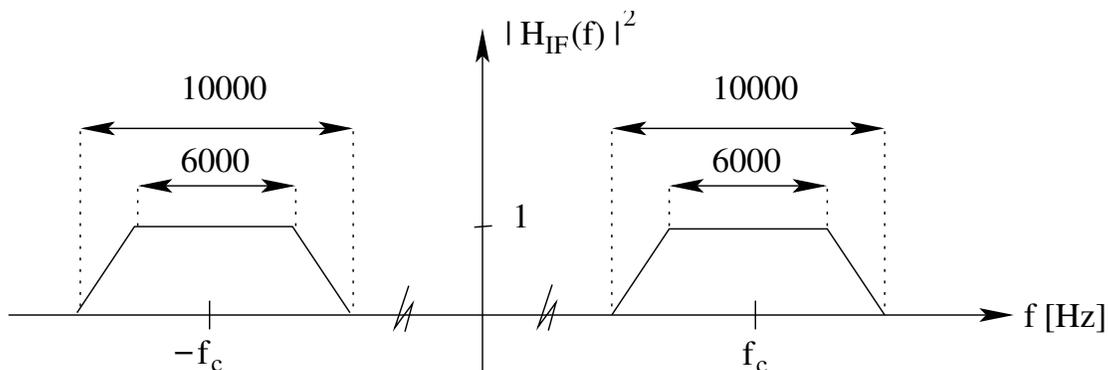
2. Una señal aleatoria de información  $x(t)$  se modula en amplitud al 45% de modulación. Se sabe además que  $|x(t)|_{max} = 3$  Volts. Dicha señal modulada se transmite con una potencia de 500 Watts. a través de un canal que introduce unas pérdidas de 75 dB. Además el canal introduce un ruido estacionario, con media cero, Gaussiano, blanco y aditivo con un nivel de  $N_0 = 2 \cdot 10^{-14}$  Watts/Hz referido a la entrada del receptor. Se sabe además que la densidad espectral de potencia de la señal  $x(t)$ ,  $S_X(f)$ , es la siguiente:



Se decide utilizar el receptor de la siguiente figura:



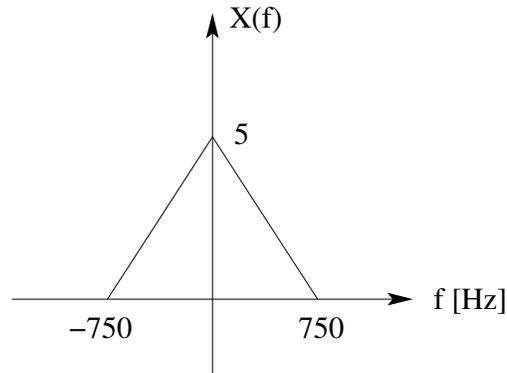
donde el módulo al cuadrado de la función de transferencia del filtro equivalente de IF viene dado por la siguiente figura:



y el filtro de post-detección es paso bajo ideal de ganancia unidad y frecuencia de corte  $B = 4$  KHz. Se pide lo siguiente:

- Determinar la potencia  $P_X$  de la señal  $x(t)$  en dBm y la sensibilidad en amplitud del modulador,  $k_a$ .
- Determinar la potencia de señal recibida  $P_R$  y la potencia de ruido  $P_N$  tras el filtro equivalente de IF en dBm. Determinar así mismo en dicho punto la relación señal a ruido  $SNR_I$  en dB.
- Determinar la potencia de señal  $P_{S_0}$  y la potencia de ruido  $P_{N_0}$  a la salida del receptor en dBm. Determinar igualmente en dicho punto la relación señal a ruido  $SNR_O$  en dB. No tener en cuenta la componente continua en caso de que esta apareciera a la salida.
- Repita los dos apartados anteriores suponiendo que la señal se hubiera modulado en SSB. Suponer que se emplea exactamente el mismo receptor.

3. Vamos a considerar una señal  $x(t)$  cuya transformada de Fourier es la de la figura siguiente:



Se pide lo siguiente:

- Determinar la expresión para  $x(t)$  y dibujarla en el intervalo temporal  $(-5, 5)$  ms.
- Determinar la frecuencia de muestreo  $f_s$  sabiendo que se emplea una frecuencia el 30 % superior a la de Nyquist.
- Calcular el valor de las muestras en los instantes  $nT_s$  para  $0 \leq n \leq 4$  (5 muestras), siendo  $T_s$  el periodo de muestreo. Dibujar la señal muestreada empleando muestras de duración finita con tiempo de ocupación del 50 %.
- La señal muestreada se pasa por un cuantificador uniforme con  $L = 14$  niveles de cuantificación. El valor máximo de trabajo para la zona lineal del cuantificador,  $A_{max}$ , se elige 3,6 veces mayor que la amplitud máxima para la señal  $x(t)$ . Determinar los valores cuantificados a la salida del cuantificador.
- Determinar el valor de SQNR en dB a partir de las 5 muestras cuantificadas en el apartado anterior. Dicho valor SQNR se define como el valor cuadrático medio de la amplitud de las muestras a la entrada del cuantificador dividido entre el valor cuadrático medio del error cometido.
- La señal a la salida del cuantificador se pasa por un codificador. El codificador convierte el número de escalón a binario sin signo directamente. El escalón más negativo será el cero y el más positivo el  $L - 1$ . Dibujar la señal binaria a la salida del codificador empleando código de línea diferencial. Suponer que el nivel previo a la codificación es alto.
- Repetir los tres apartados anteriores suponiendo ahora que el cuantificador es no uniforme empleando la técnica de expansión con ley  $\mu$  para un valor de  $\mu = 250$ . ¿Cuál es la ganancia/pérdida en dB en el valor de SQNR con respecto a la cuantificación uniforme? Comentar el resultado.