Ⓜ Ejercicio 52. Problema para resolver con Matlab

En la Fig. 2.117(a) se muestra una señal periódica triangular $\tilde{x}(t)$, de período T. En la Fig. 2.117(b) se muestra una señal $\tilde{y}(t)$ similar, de período MT. En esta nueva señal, la distribución de los pulsos no es uniforme. Se ha construido desplazando ligeramente $M-1$ pulsos respecto de su posición en la señal original: en lugar de estar ubicados en $t = nT$ para $0 \leq n \leq (M-1)T$ (dentro del período $0 \leq t \leq MT$) están ubicados en $t = t_n$, donde

n	0	1	2	3	4	5
t_n	0	$1{,}14T$	$2{,}45T$	$3T$	$3{,}56T$	$5{,}37T$

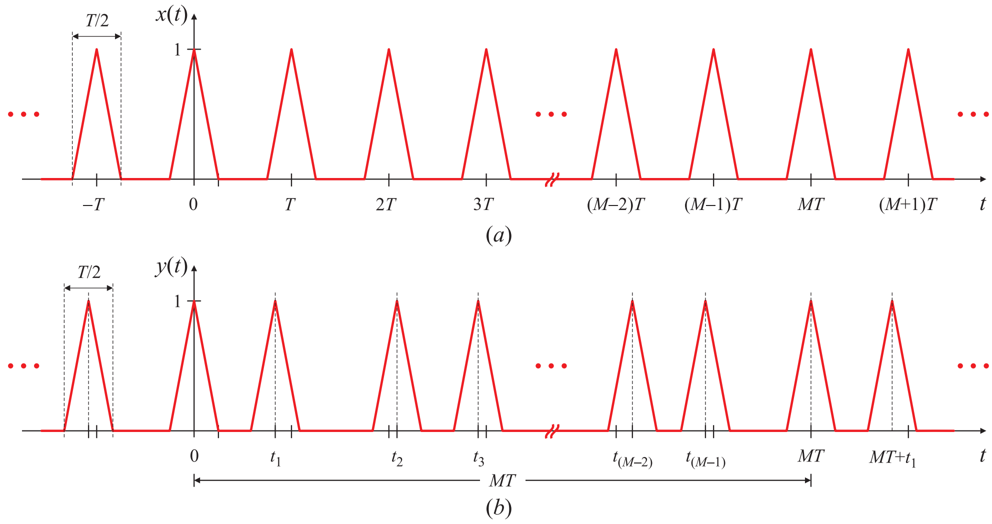

Fig. 2.117. Señal original con distribución uniforme de los pulsos (a) y modificada, con distribución no uniforme (b). (La figura no corresponde con los datos de la tabla.)

1. Calcule y compare la energía promedio (potencia) de ambas señales: $E_p^x = \frac{1}{T}\int_T x^2(t)\,dt$.
2. Calcule los coeficientes c_k^x, c_k^y de las series de Fourier de las señales $\tilde{x}(t)$ e $\tilde{y}(t)$ para $M = 6$.
3. Utilizando MATLAB, y a partir de los resultados del inciso anterior, grafique los espectros $\mathcal{F}\{\tilde{x}(t)\}$, $\mathcal{F}\{\tilde{y}(t)\}$ en una misma figura, para $-6/T < f < 6/T$, como se muestra en la Fig. 2.118. Puede utilizar, por ejemplo, el comando `stem`.
4. Reconstruya las señales $\hat{x}(t)$ e $\hat{y}(t)$ para el rango de frecuencias especificado más arriba. Utilice $T = 1/50$, y elija un vector de tiempos `t = (0:8191)/8192`.
5. Grafique un segmento de las señales temporales, para $0 \leq t \leq 10T$, como se representa en la Fig. 2.118, y verifique que el corrimiento de los pulsos de $\hat{y}(t)$ coinciden con los especificados en la tabla.
6. Utilizando el comando `sound`, escuche cómo se oyen $\hat{x}(t)$ e $\hat{y}(t)$. Relacione con los resultados del inciso 3.

Verifique que las señales reconstruidas en los incisos 4 a 6 sean reales (no complejas). Si no lo fuesen, revise que la magnitud de la parte imaginaria es mucho menor que la de la parte real (comandos `imag`, `real`), y aproxime la señal por su parte real o su módulo (comando `abs`).

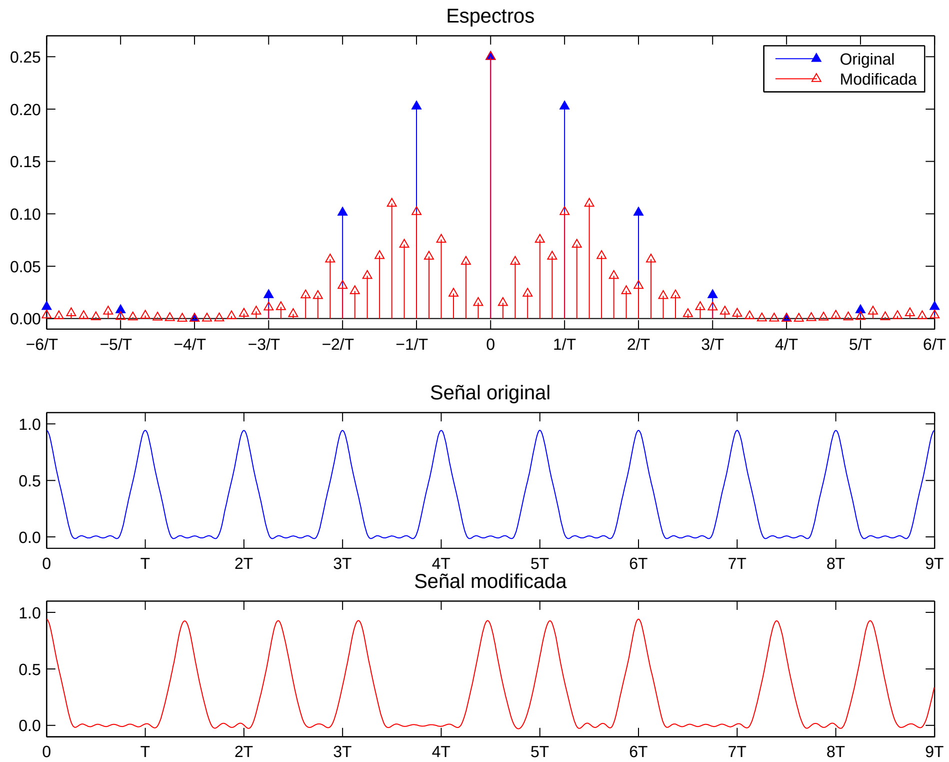

Fig. 2.118. Figura de Matlab donde se muestra el espectro de las señales (panel superior) y las formas de ondas temporales de la señal orginal y la señal modificada (paneles inferiores). Esta figura no corresponde a los datos consignados en la tabla.

Este problema modela la solución adoptada en el diseño de los electroventiladores del radiador de los autos para reducir el nivel de ruido en el habitáculo. En lugar de utilizar un ventilador con aspas equiespaciadas, se utilizan diseños como el que se muestra en la Fig. 2.119(b). En este problema la posición de las aspas está representada por la ubicación de cada pulso. La señal $\tilde{x}(t)$ representa un ventilador con aspas equiespaciadas, mientras que la señal $\tilde{y}(t)$ uno con distribución no uniforme. El Fiat 128 fue uno de los primeros vehículos en adoptar esta solución en Argentina, alrededor de 1971. Las sirenas mecánicas de advertencia ante emergencias también se basan en este principio [Fig. 2.119(a)].

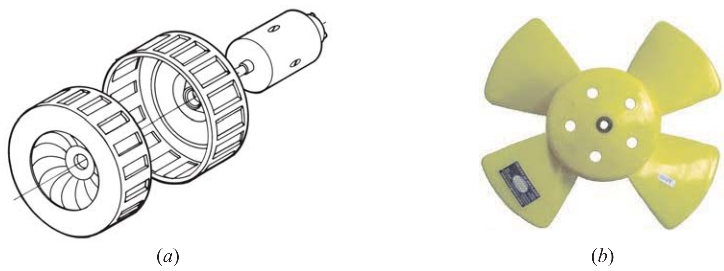

Fig. 2.119. Despiece de una sirena (aspas con distribución uniforme) (a), y electroventilador de un Fiat 128 (aspas con distribución no uniforme) (b).