

Filtros

Martín Josemaría Vuelta Rojas

Problema 1

Dada la señal en el dominio del tiempo:

$$x(t) = \sin(t) + 0,25 \sin(10t)$$

- En la gráfica del espectro de potencias, hallar la amplitud, la frecuencia y el periodo correspondiente a cada pico.
- Diseñe un filtro pasa-bajo y grafique la señal filtrada. ¿Cuál es la frecuencia de corte?
- Diseñe un filtro pasa-alto y grafique la señal filtrada.

Solución

La solución a este problema está contenida en el siguiente *script*

```
Fs = 100;  
T = 1/Fs;  
t = 0:T:25;  
x = sin(t) + 0.25*sin(10*t);  
  
figure(1);  
plot(t, x);  
xlabel('Tiempo (s)');  
ylabel('x');  
title('Señal x(t)');  
  
L = length(t);  
X = fft(x);  
P = abs(X/L);  
P = P(1:round(L/2)+1);  
P(2:end-1) = 2*P(2:end-1);  
f = Fs*(0:round(L/2))/L;  
  
[pks, locs] = findpeaks(P, 'Sortstr', 'descend');  
f1 = f(locs(1));  
f2 = f(locs(2));
```

Continúa en la página siguiente

Continuación de la página anterior

```
figure(2);
plot(f, P);
hold on
plot(f1, pks(1));
plot(f2, pks(2));
hold off
xlabel('Frecuencia (Hz)');
ylabel('P');
title('Espectro de potencia');

Fc = 0.5*(f1 + f2);
Bt = 1.0*Fc;
Rs = 50;
Rp = 1;
Wp = 2*(Fc - 0.8*Bt)/Fs;
Ws = 2*(Fc + 0.0*Bt)/Fs;
Gp = 10^(-Rp/20);
Gs = 10^(-Rs/20);
[n1b, wn1] = buttord(Wp, Ws, Rp, Rs);
[B1, A1] = butter(n1b, wn1, 'Low');
[z, p, k] = butter(n1b, wn1, 'Low');
[hf1, ff1] = freqz(B1, A1, 2048, Fs);
sos = zp2sos(z, p, k);
y = filtfilt(B1, A1, x);

figure(3);
plot(t, y);
xlabel('Tiempo (s)');
ylabel('y');
title('Senal filtrada con pasa bajo');

figure(4);
plot(ff1, abs(hf1));
hold on
plot([0 Wp*Fs/2 Wp*Fs/2], [Gp Gp Gs]);
plot([Ws*Fs/2 Ws*Fs/2 5], [Gp Gs Gs]);
hold off
xlabel('Frecuencia (Hz)');
ylabel('|H|');
title('Funcion de transferencia');

figure(5)
freqz(sos, 1024, Fs);

Fc = 0.5*(f1 + f2);
Bt = 1.0*Fc;
Rs = 30;
Rp = 2;
Wp = 2*(Fc + 0.6*Bt)/Fs;
Ws = 2*(Fc + 0.0*Bt)/Fs;
Gp = 10^(-Rp/20);
Gs = 10^(-Rs/20);
[n1b, wn1] = buttord(Wp, Ws, Rp, Rs);
[B1, A1] = butter(n1b, wn1, 'high');
[z, p, k] = butter(n1b, wn1, 'high');
[hf1, ff1] = freqz(B1, A1, 2048, Fs);
sos = zp2sos(z, p, k);
y = filtfilt(B1, A1, x);
```

Continúa en la página siguiente

Continuación de la página anterior

```
figure(6);
plot(t, y);
xlabel('Tiempo (s)');
ylabel('y');
title('Señal filtrada con pasa alto');

figure(7);
plot(ff1, abs(hf1));
hold on
plot([0 Wp*Fs/2 Wp*Fs/2], [Gp Gp Gs]);
plot([Ws*Fs/2 Ws*Fs/2 5], [Gp Gs Gs]);
hold off
xlabel('Frecuencia (Hz)');
ylabel('|H|');
title('Funcion de transferencia');

figure(8)
freqz(sos, 1024, Fs);
```

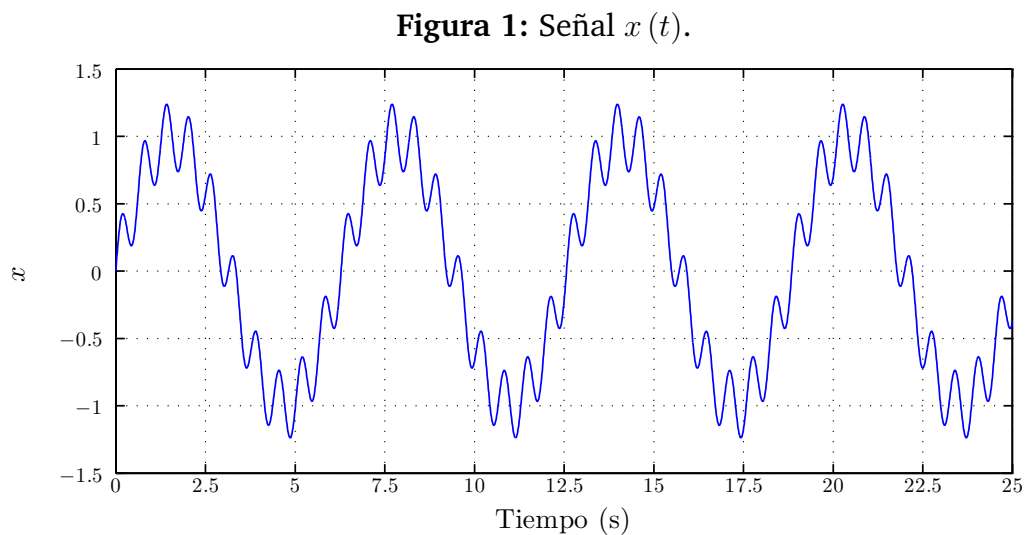


Figura 2: Espectro de potencias de la señal $x(t)$ indicando los valores de las amplitudes y frecuencias de las componentes la señal..

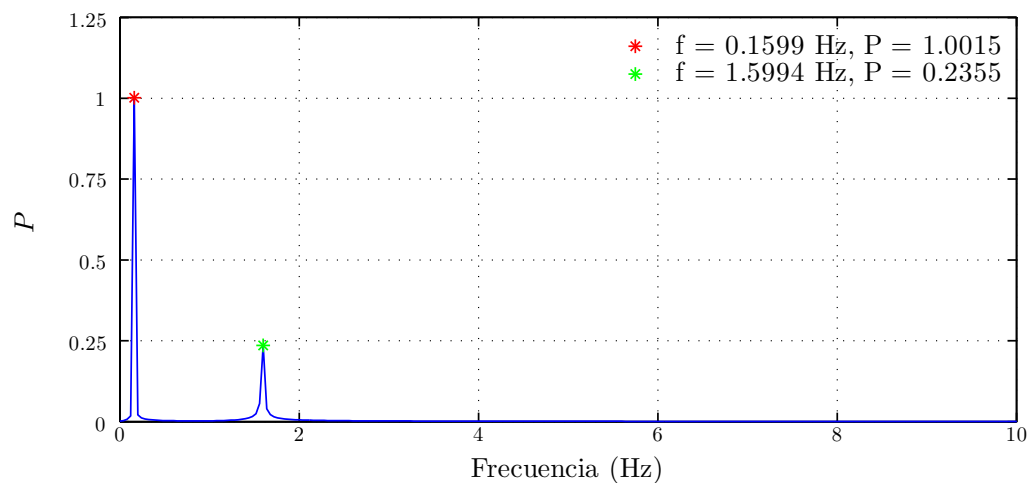


Figura 3: Señal $x(t)$ sometida a un filtro pasa bajo.

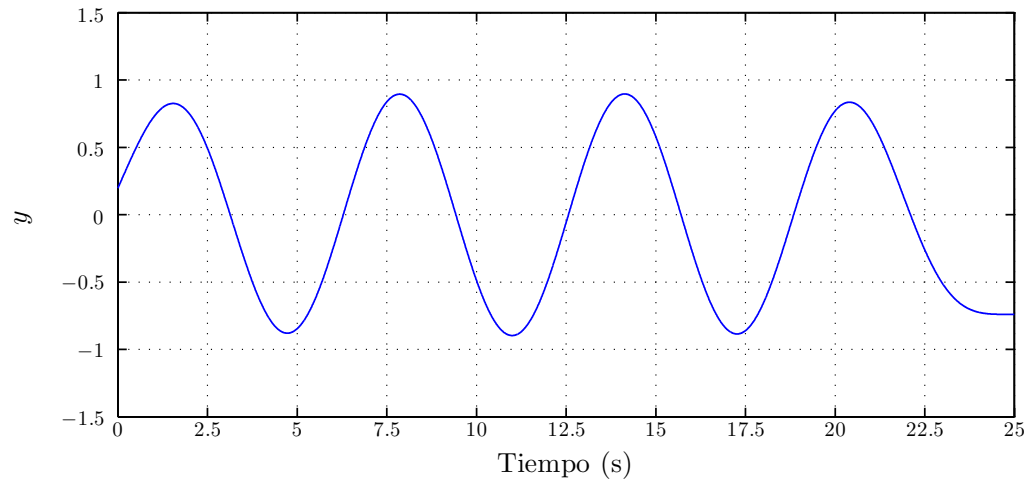


Figura 4: Función de transferencia del filtro pasa bajo usado para obtener la fig. 3. Se muestra la frecuencia de corte del filtro.

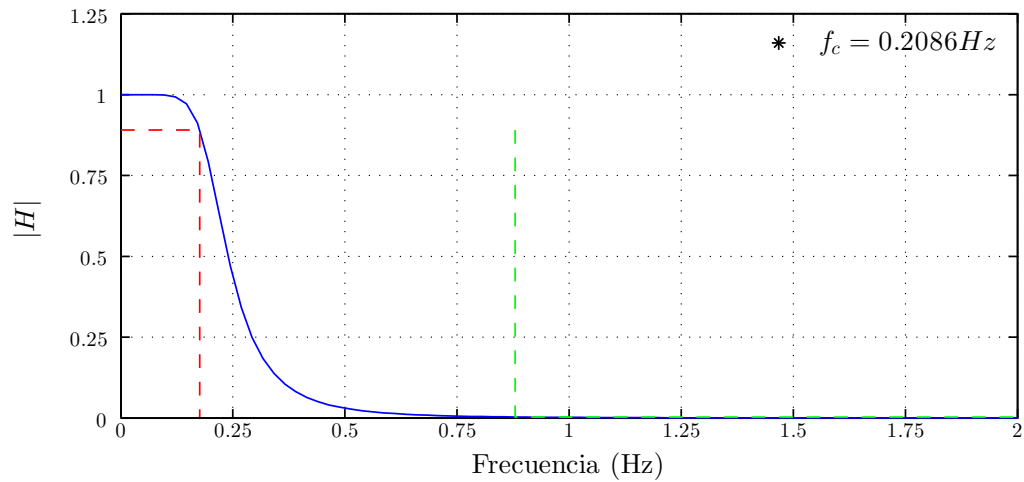


Figura 5: Respuesta en magnitud del filtro pasa bajo usado para obtener la fig. 3.

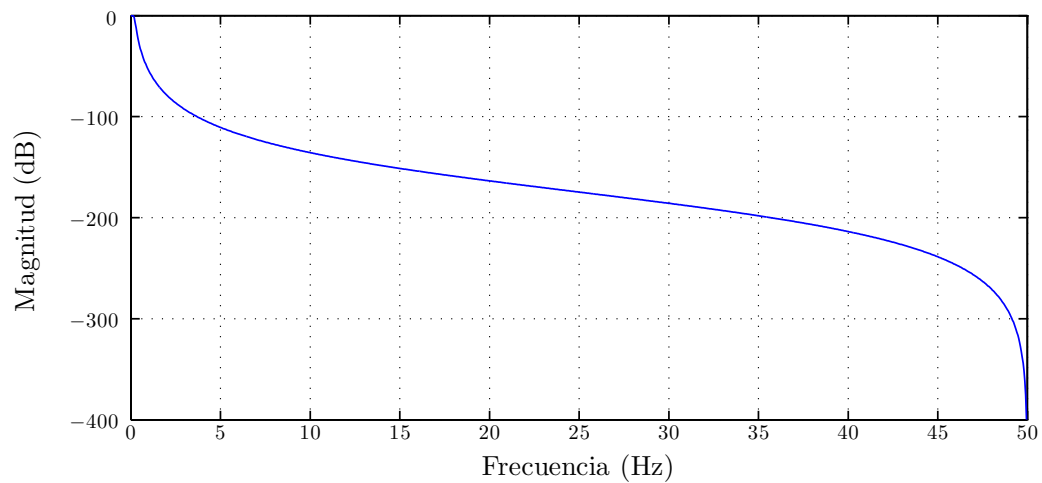


Figura 6: Respuesta en fase del filtro pasa bajo usado para obtener la fig. 3.

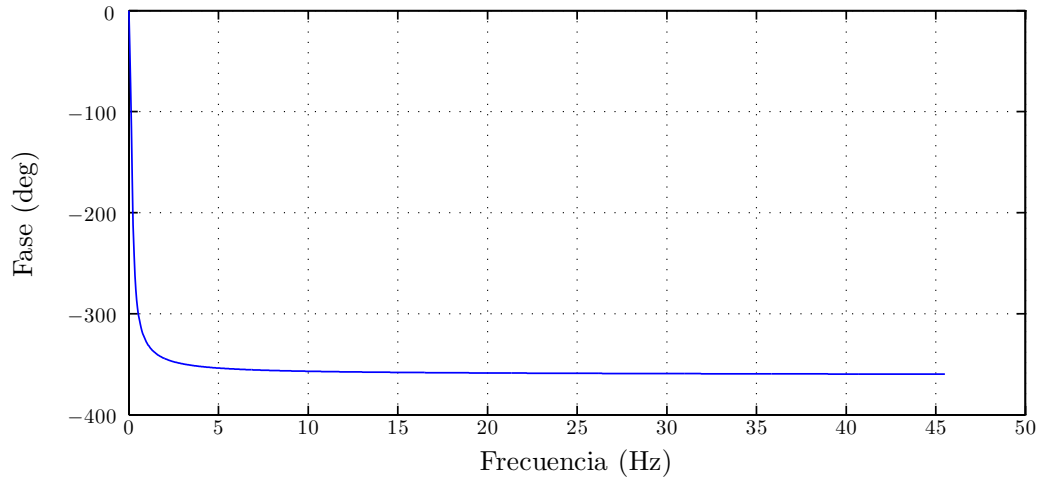


Figura 7: Señal $x(t)$ sometida a un filtro pasa alto.

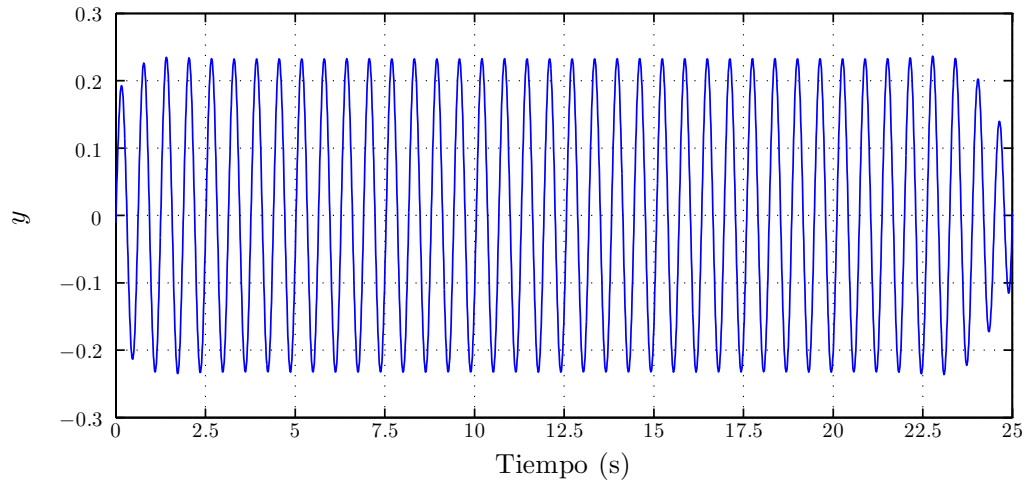


Figura 8: Función de transferencia del filtro pasa alto usado para obtener la fig. 7. Se muestra la frecuencia de corte del filtro.

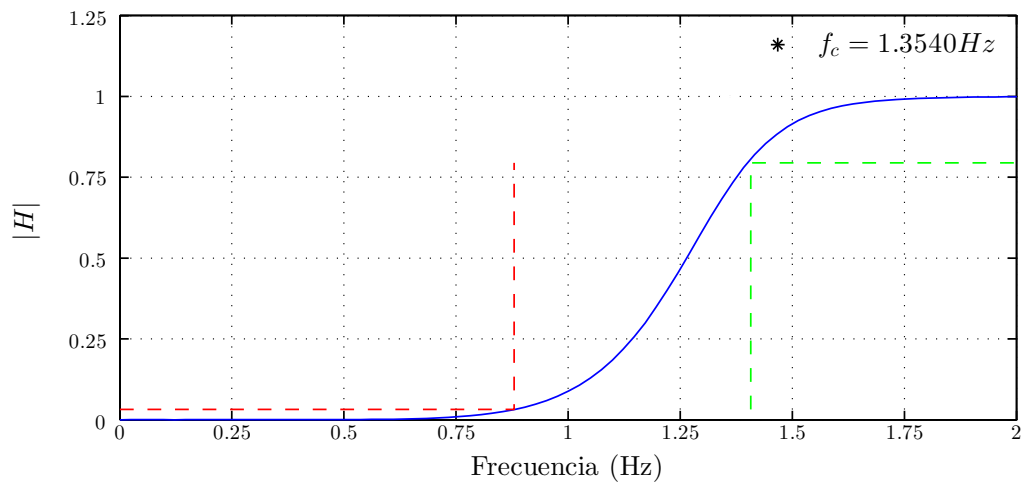


Figura 9: Respuesta en magnitud del filtro pasa alto usado para obtener la fig. 7.

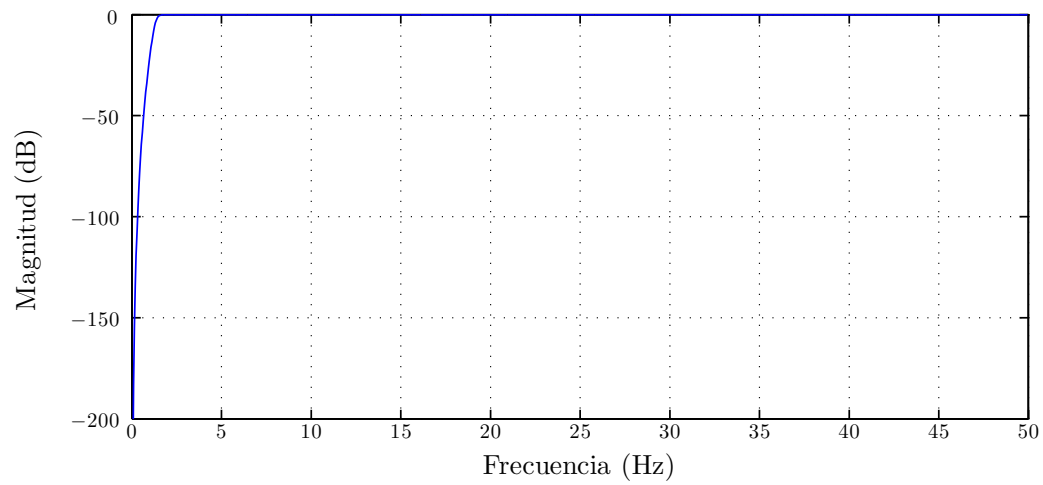
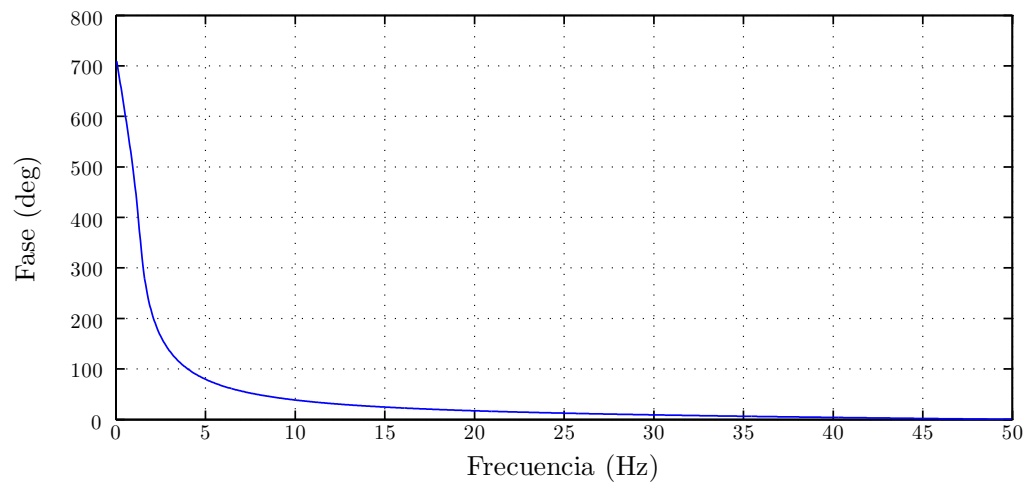


Figura 10: Respuesta en fase del filtro pasa alto usado para obtener la fig. 7.



Problema 2

Con el programa de adquisición de datos `adqsonido.m`, realice la grabación durante 5 s de las voces de 2 personas diferentes.

- a) Aplique un filtro pasa-alto con frecuencia de corte de 100 Hz, grabe el archivo obtenido.
- b) Calcule la Transformada de Fourier discreta de las dos señales. Grafique.
- c) Calcule el coeficiente de correlación entre las TRF de ambas señales. ¿Qué puede concluir?

Solución

Problema 3

Descargue el archivo `pardata.txt` ¹ que contiene una señal mareográfica real medida en la bahía de Paracas con un sensor de nivel ultrasónico

- a) Aplique un filtro mediano para eliminar los picos impulsivos. Grafique la señal antes y después de aplicar dicho filtro.
- b) Representar la señal en el dominio de la frecuencia. Identificar los picos principales y periodos de retorno.
- c) Aplicar un filtro adecuado para estudiar las mareas: ¿cuál es el periodo y amplitud de la marea?
- d) Aplicar un filtro adecuado para estudiar las olas: ¿cuál es el periodo y amplitud de las olas?

Sugerencia: Revisar el artículo «Estimación del nivel medio de bajamares de sicigias ordinarias en la bahía de Paracas» ².

Solución

¹<http://fenlab.9k.com/pds/pardata.zip>

²<http://www.rif-fisica.org/images/1/11/111402401.pdf>

Problema 4

Se tiene una señal sísmica de tres componentes para la estación de Ñaña ³.

La estación está ubicada en :

- Latitud : $11,988^\circ S$
- Longitud : $76,842^\circ W$
- Altitud : 575 m.s.n.m.

La ubicación del epicentro fue:

- Latitud : $15,36^\circ S$
- Longitud : $70,90^\circ W$
- Profundidad: 180 km.

- a) Graficar la señal para las 3 componentes: Vertical (V), Norte (N), Este (E) en función del tiempo t .
- b) Hallar la distancia epicentral y la diferencia de tiempo de arribo entre la fase P y S.
- c) Hallar el contenido energético promedio de la señal.
- d) Hallar la magnitud del sismo.

Sugerencia: Revisar el artículo «Cálculo de la magnitud sísmica para la estación de Ñaña» ⁴.

Solución

³<http://fenlab.9k.com/pds/nana.mat>

⁴<http://www.rif-fisica.org/images/0/0b/101301755.pdf>

Problema 5

Buscar los datos del precio del dólar desde el 1 de enero del 2013 hasta el 31 de diciembre del 2013.

- a) Completar la serie de tiempo para los sábados, domingos y feriados mediante interpolación. Graficar.
- b) Representar la serie en el dominio de la frecuencia. Identificar los picos principales y periodos de retorno.
- c) Filtre las fluctuaciones de alta frecuencia y grafique. ¿Cuál es la tendencia del precio del dólar?
- d) Pronostique el precio del dólar para el 1 de enero del 2014, en base a interpolación polinomial.

Solución