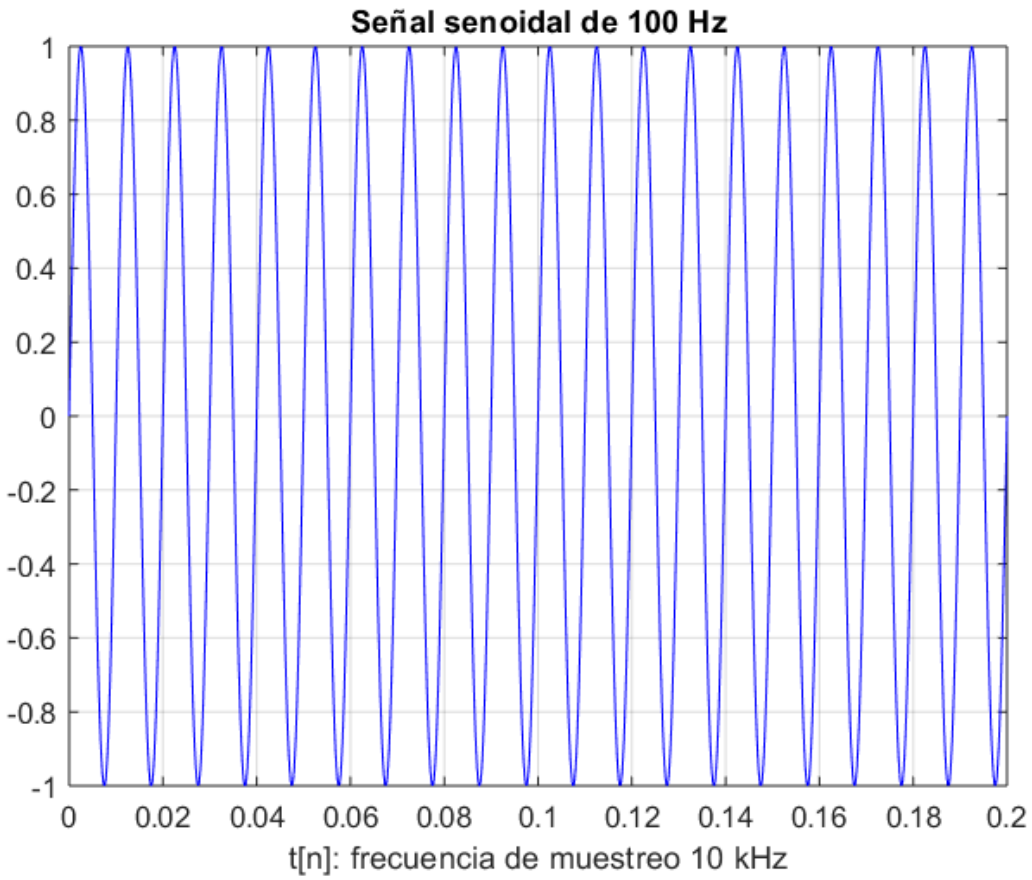
Trabajo práctico: Filtrado digital FIR

1) Filtro Moving Average con señales senoidales en MATLAB

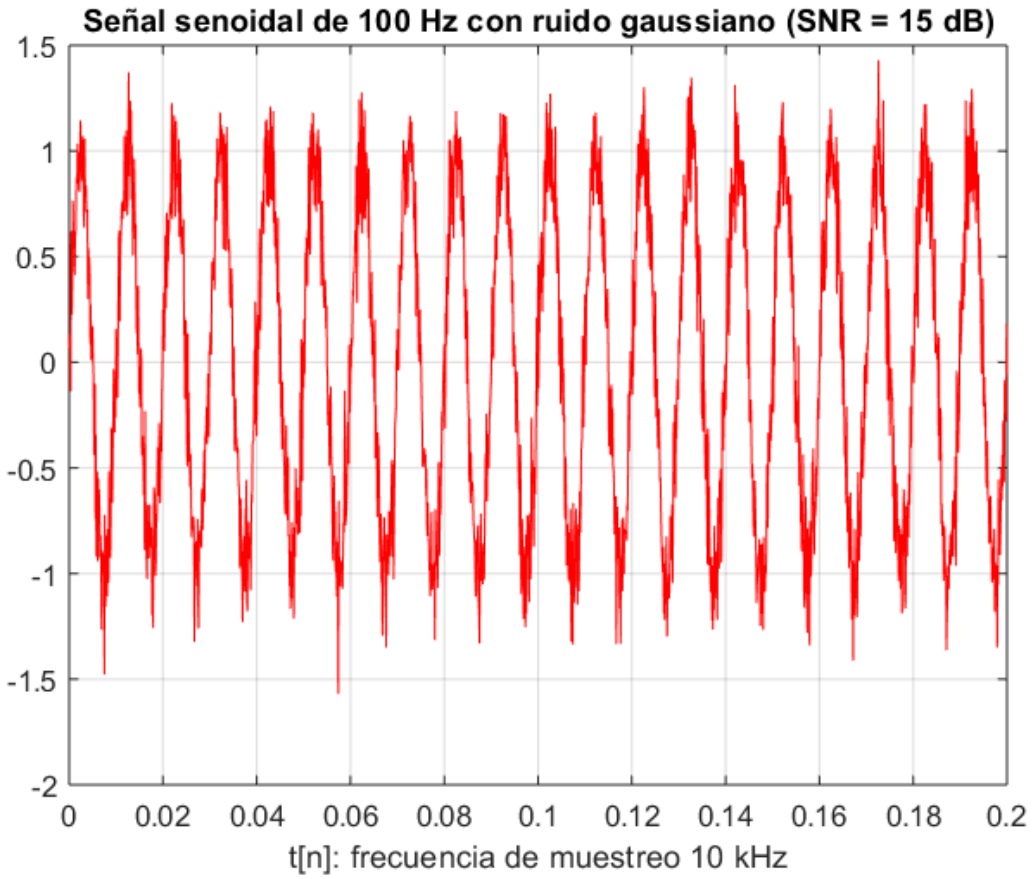
a) Genere una señal senoidal con frecuencia fundamental de 100 Hz. Elija una frecuencia de muestreo adecuada.

```
fN = 100; fS = 10e3;

TS = 1 / fS;            % Período de muestreo
t = 0:TS:0.2;

signal = sin(2*pi*fN.*t);

figure(1)
plot(t, signal, '-b');
title("Señal senoidal de 100 Hz");
xlabel("t[n]: frecuencia de muestreo 10 kHz");
grid on;
```



b) Agregue ruido gaussiano a la señal senoidal tal que la relación señal-ruido entre la señal senoidal y la señal con ruido sea de 15 dB.

```
snr = 15;
signal_n = awgn(signal, snr);

figure(2)
plot(t, signal_n, '-r');
title("Señal senoidal de 100 Hz con ruido gaussiano (SNR = 15 dB)");
xlabel("t[n]: frecuencia de muestreo 10 kHz");
grid on;
```



c) Calcule el valor máximo del orden del filtro (N_max). Determine las frecuencias fs y fco.

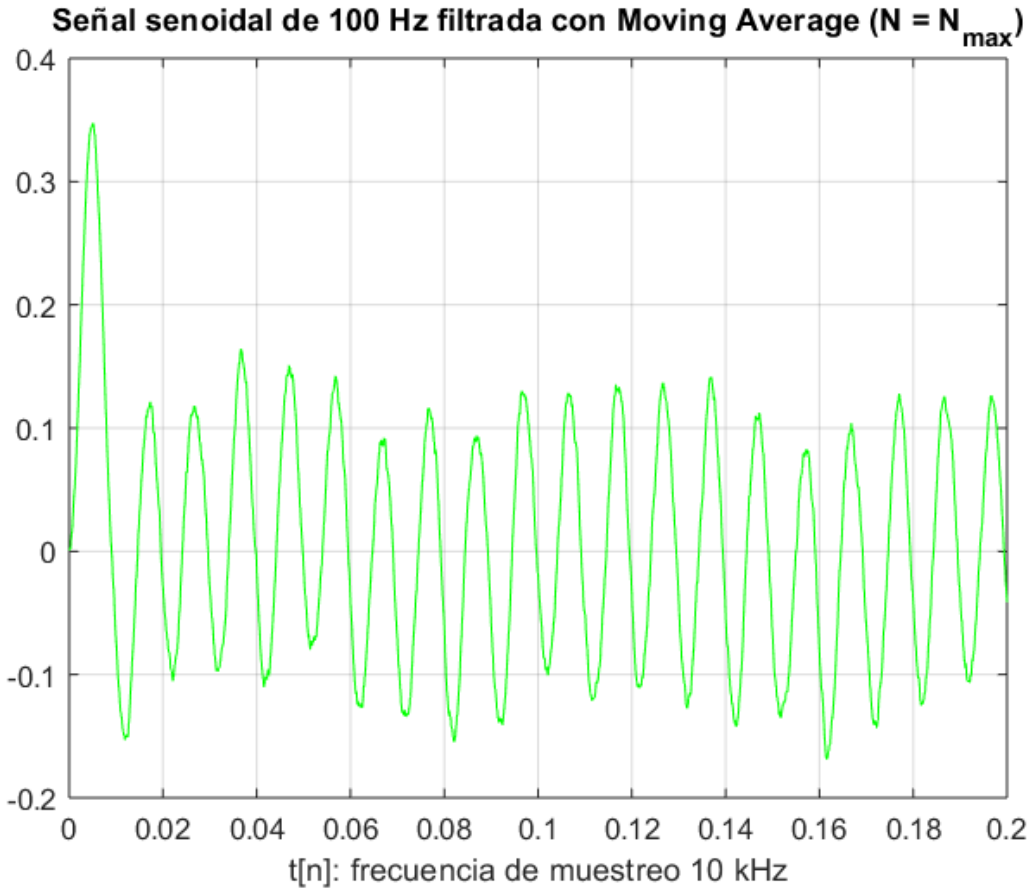
$$N_{max} = \text{round}\left(\sqrt{\frac{0.885894^2 \cdot f_s^2}{f_{co}^2} - 1}\right)$$

```
fco = fN;
N_max = round(sqrt(0.885894^2*fS^2/fco^2 - 1));
disp("Nmax = " + N_max);
```

```
Nmax = 89
```

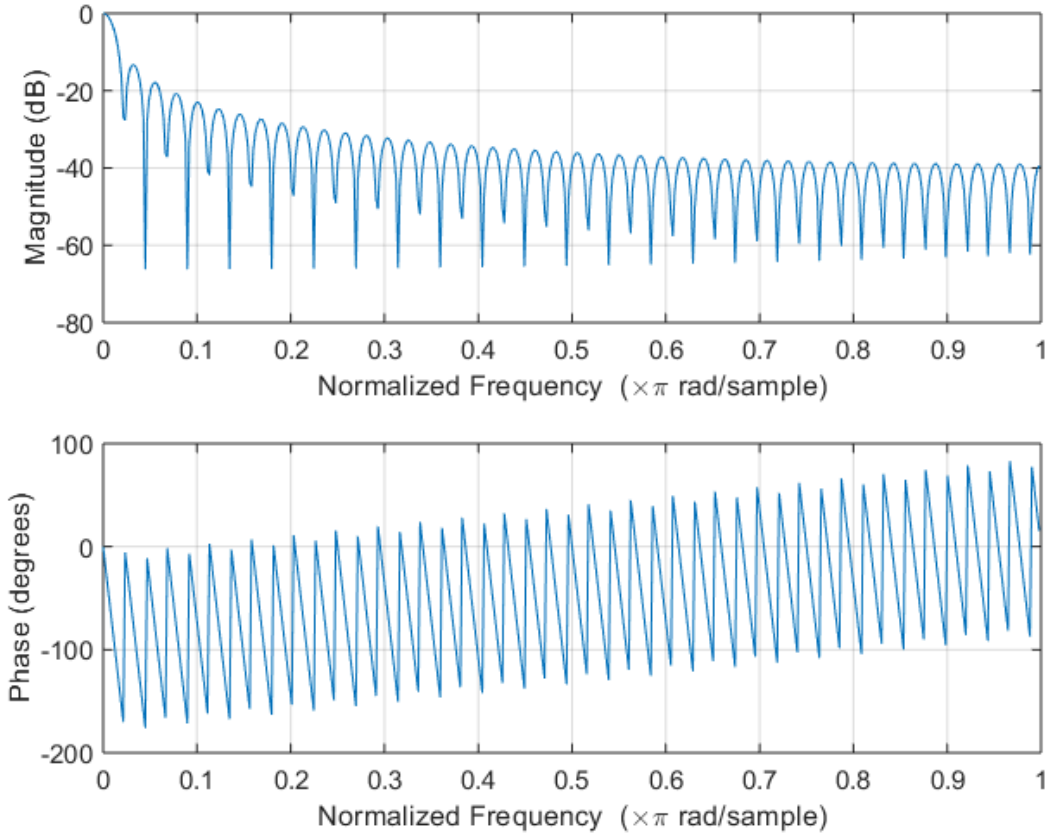
d) Aplique filtrado del tipo moving average a la señal con ruido para un filtro MA con dimensión igual N = N_max. Utilice la función filter.

```
N = N_max;
kernel = ones(1, N) / N;
signal_f = filter(kernel, 1, signal_n);

figure(3)
plot(t, signal_f, '-g');
title("Señal senoidal de 100 Hz filtrada con Moving Average (N = N_{max})");
xlabel("t[n]: frecuencia de muestreo 10 kHz");
grid on;
```



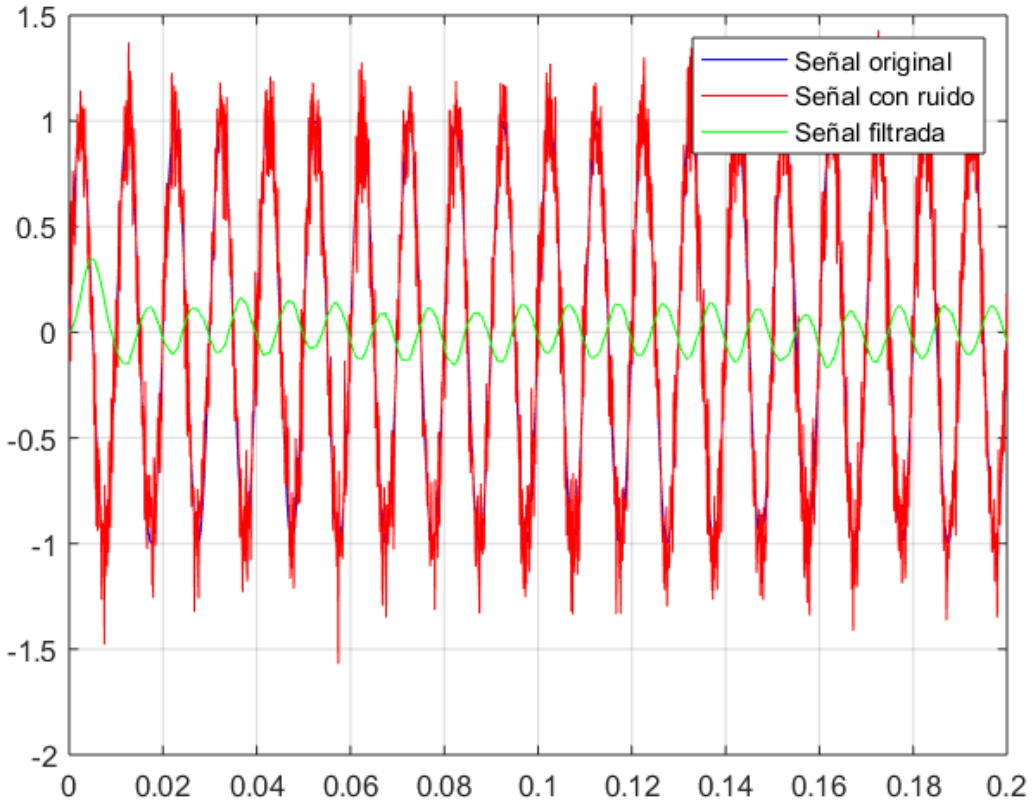
e) Grafique la respuesta en frecuencia y fase del filtro MA. Use la función freqz.

```
freqz(kernel, 1);
```



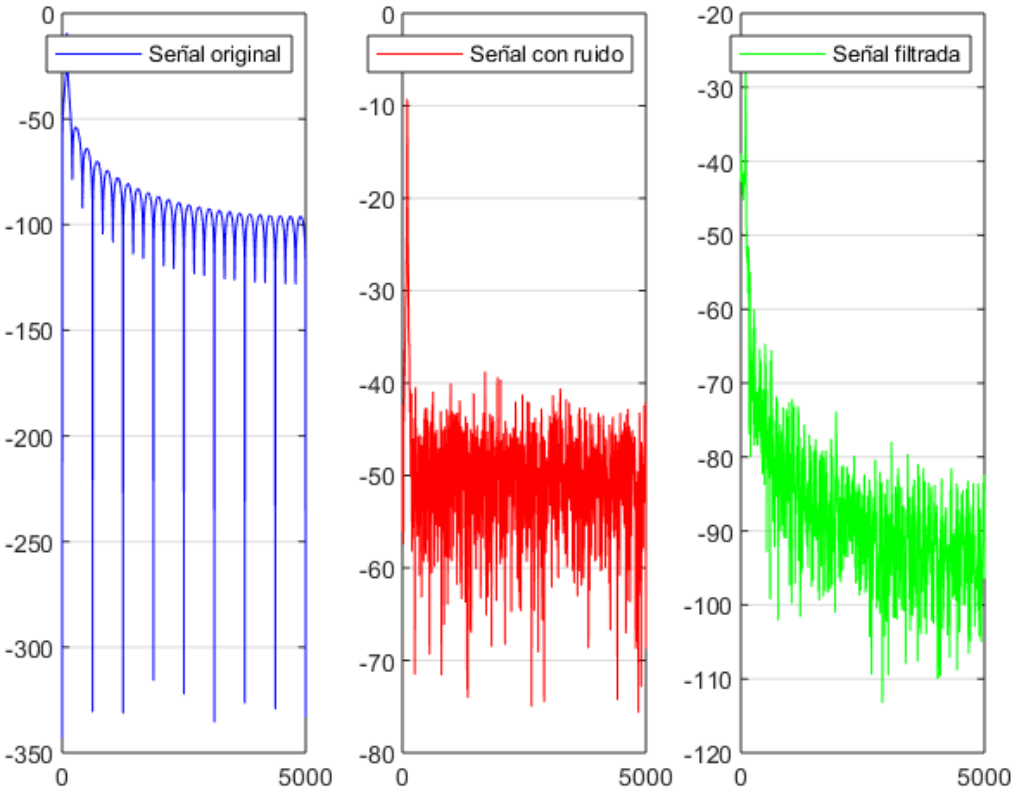
f) Grefique las señales en el dominio del tiempo sin ruido, con ruido y filtrada, y compare las tres.

```
figure(4)
plot(t, signal, '-b');
grid on;
hold on;

plot(t, signal_n, '-r');

plot(t, signal_f, '-g');
legend("Señal original", "Señal con ruido", "Señal filtrada");
```

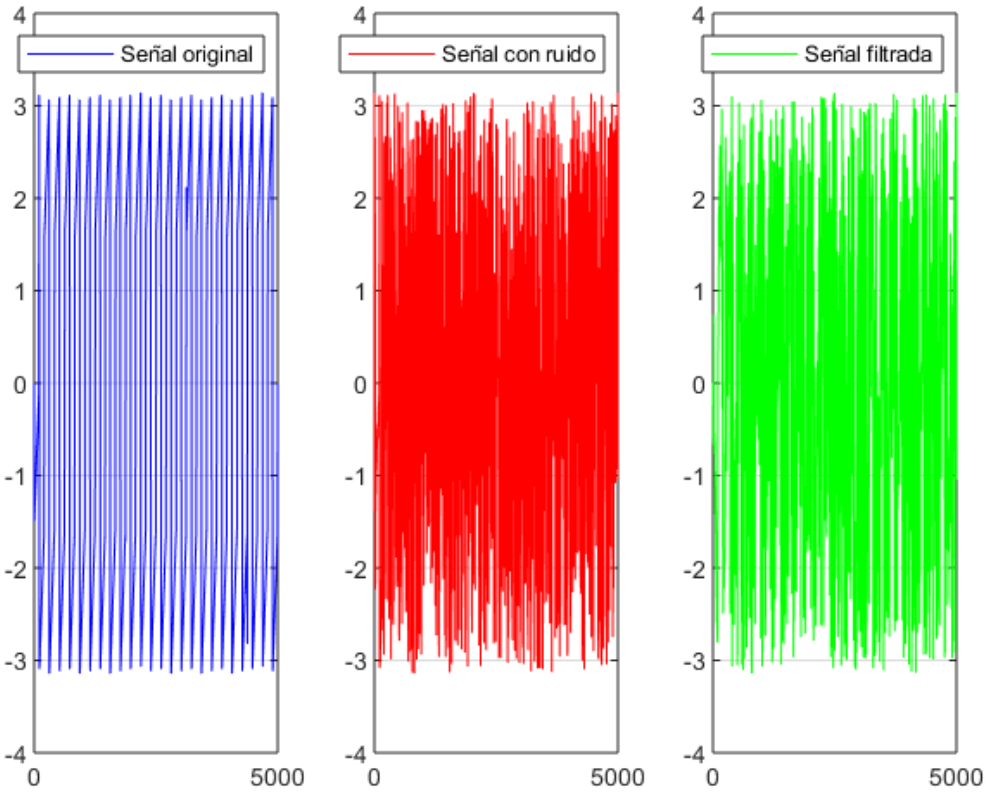


g) Grafique la respuesta en frecuencia de las señales original y filtrada y compare. Utilice la función provista my_dft.

```
[f, dft_mag, dft_phase, dft, NFFT] = my_dft([signal; signal_n; signal_f], fS);

figure(5)
subplot(1, 3, 1);
plot(f, mag2db(dft_mag(:,1)), '-b');
legend("Señal original");
grid on;

subplot(1, 3, 2);
plot(f, mag2db(dft_mag(:,2)), '-r');
legend("Señal con ruido");
grid on;

subplot(1, 3, 3);
plot(f, mag2db(dft_mag(:,3)), '-g');
legend("Señal filtrada");
grid on;
```

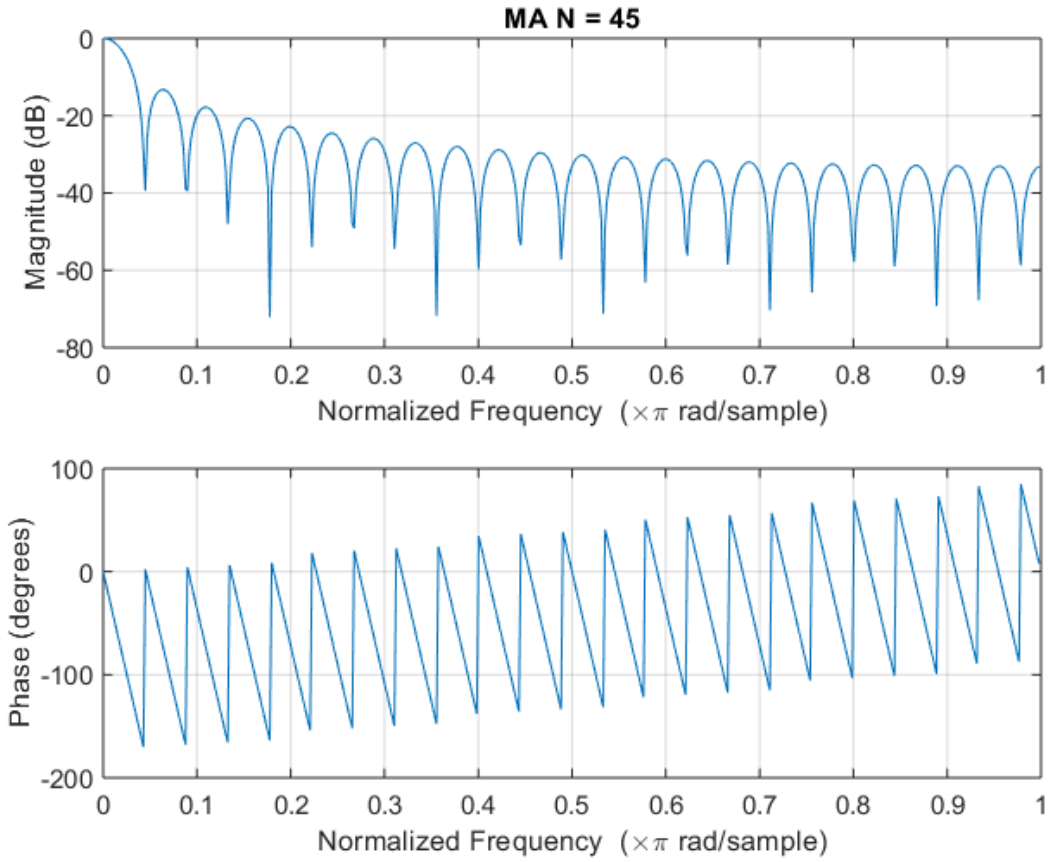



```
figure(6)
subplot(1, 3, 1);
plot(f, dft_phase(:,1), '-b');
legend("Señal original");
grid on;

subplot(1, 3, 2);
plot(f, dft_phase(:,2), '-r');
legend("Señal con ruido");
grid on;

subplot(1, 3, 3);
plot(f, dft_phase(:,3), '-g');
legend("Señal filtrada");
grid on;
```

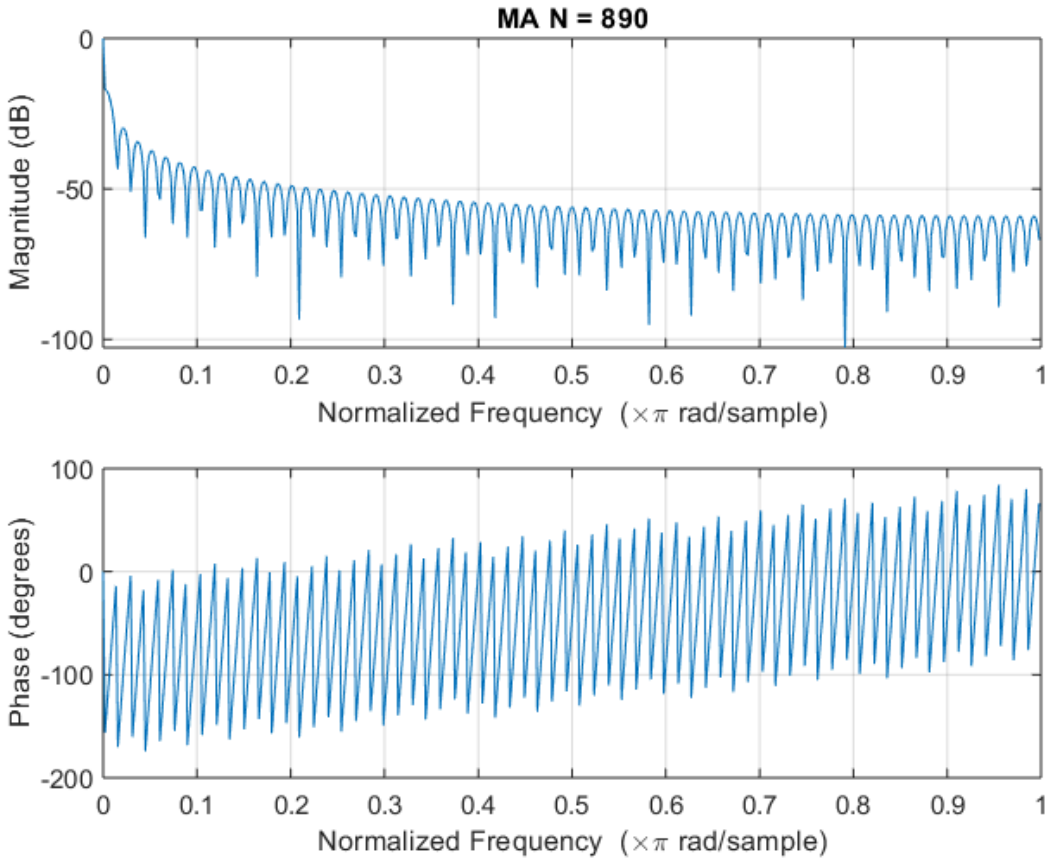


h) Repita los puntos d) a g) para N = N_max / 2 y N = N_max * 10

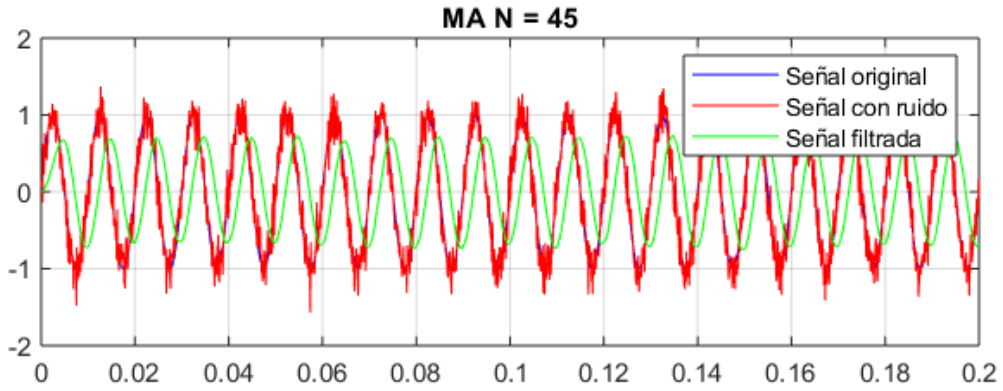
```
N_vect = [round(N_max/2) N_max*10];

kernel1 = ones(1, N_vect(1)) / N_vect(1);
kernel2 = ones(1, N_vect(2)) / N_vect(2);
signal_f1 = filter(kernel1, 1, signal_n);
signal_f2 = filter(kernel2, 1, signal_n);

figure(7)
freqz(kernel1, 1);
title("MA N = " + N_vect(1));
```

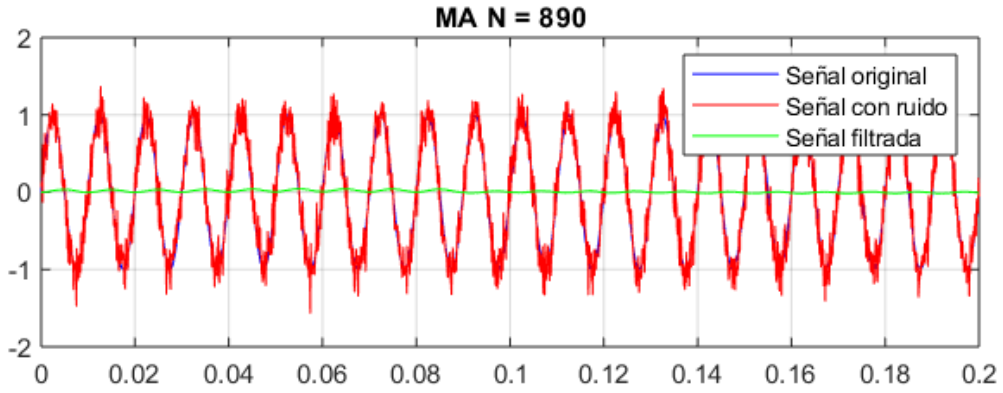



```
figure(8)
freqz(kernel2, 1);
title("MA N = " + N_vect(2));
```




```
figure(9)
subplot(length(N_vect), 1, 1);
plot(t, signal, '-b');
grid on;
hold on;
plot(t, signal_n, '-r');
plot(t, signal_f1, '-g');
legend("Señal original", "Señal con ruido", "Señal filtrada");
title("MA N = " + N_vect(1));

subplot(length(N_vect), 1, 2);
plot(t, signal, '-b');
grid on;
hold on;
plot(t, signal_n, '-r');
plot(t, signal_f2, '-g');
legend("Señal original", "Señal con ruido", "Señal filtrada");
title("MA N = " + N_vect(2));
```


MA N = 45
Señal original
Señal con ruido
Señal filtrada
2
1
0
-1
-2
0
0.02
0.04
0.06
0.08
0.1
0.12
0.14
0.16
0.18
0.2


MA N = 890
Señal original
Señal con ruido
Señal filtrada
2
1
0
-1
-2
0
0.02
0.04
0.06
0.08
0.1
0.12
0.14
0.16
0.18
0.2