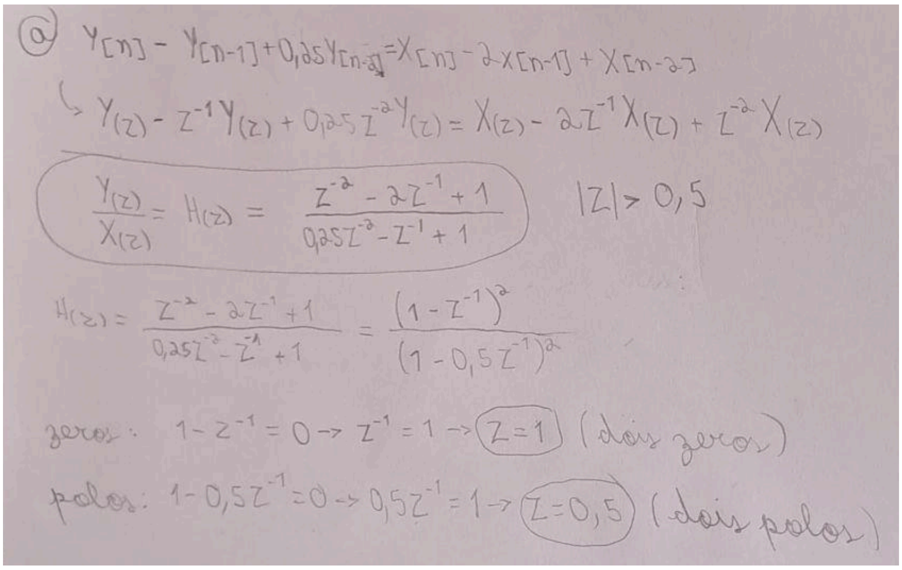
Teste 03 de EG950

Vinícius Esperança Mantovani, 247395

Questão 1:

Item a)



a) $y[n] - y[n-1] + 0{,}25\,y[n-2] = x[n] - 2x[n-1] + x[n-2]$

$\hookrightarrow Y(z) - z^{-1}Y(z) + 0{,}25\,z^{-2}Y(z) = X(z) - 2z^{-1}X(z) + z^{-2}X(z)$

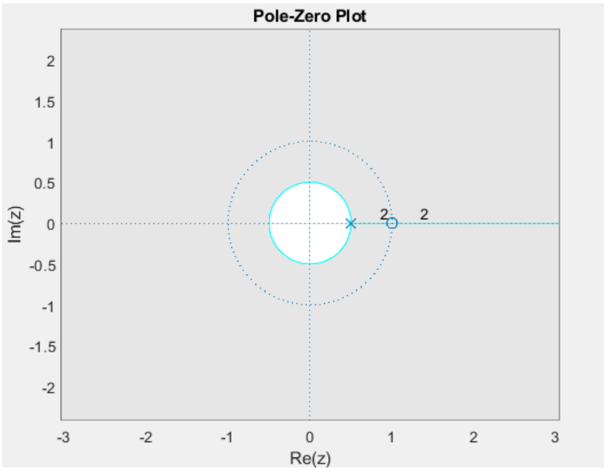
$$\frac{Y(z)}{X(z)} = H(z) = \frac{z^{-2} - 2z^{-1} + 1}{0{,}25z^{-2} - z^{-1} + 1} \qquad |z| > 0{,}5$$

$$H(z) = \frac{z^{-2} - 2z^{-1} + 1}{0{,}25z^{-2} - z^{-1} + 1} = \frac{(1 - z^{-1})^2}{(1 - 0{,}5z^{-1})^2}$$

zeros: $1 - z^{-1} = 0 \rightarrow z^{-1} = 1 \rightarrow z = 1$ (dois zeros)

polos: $1 - 0{,}5z^{-1} = 0 \rightarrow 0{,}5z^{-1} = 1 \rightarrow z = 0{,}5$ (dois polos)

Item b)

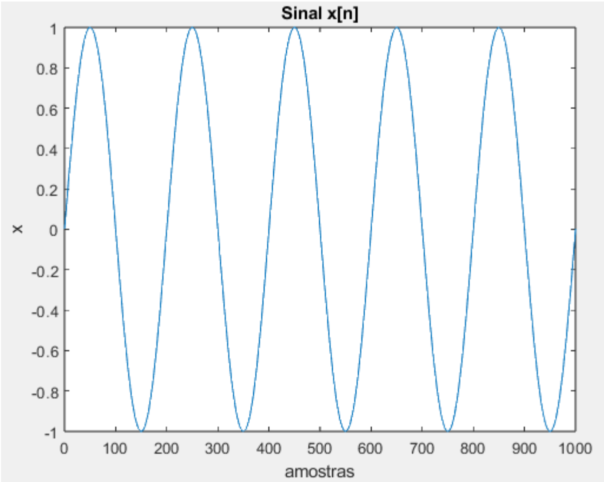


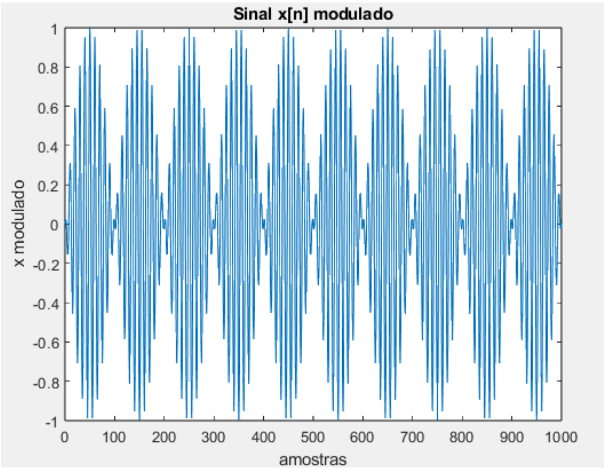
Item c)

Analisando o gráfico de pólos e zeros, pode-se concluir que o filtro é estável, uma vez que a região de convergência da transformada é todo z tal que |z| > 0,5 e, por consequência, ela contém o círculo de módulo unitário. De maneira análoga, caso os pólos passassem a assumir os valores p0 = 0.8 e p1 = 0.8, o filtro permaneceria estável, mas com a região de convergência menor, sendo |z| > 0,8.

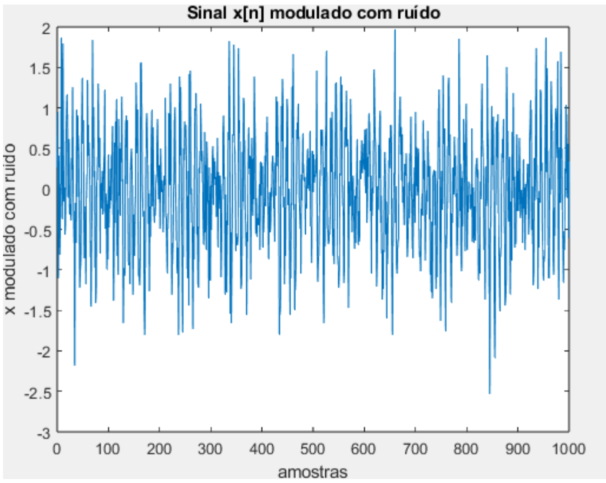
Item d)

O sinal criado foi sin(n*0.001*5*2*pi), que é o sinal sin(t*5*2*pi) amostrado com período de amostragem = 0.001 (f_s = 1000 Hz). Esse sinal foi multiplicado pela portadora e se obteve o que se apresenta no segundo gráfico abaixo:



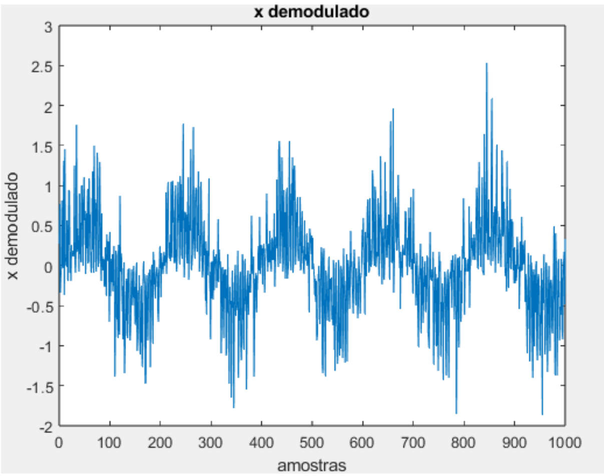


Após modulá-lo, foi feito o procedimento de adição de ruído e, o resultado obtido é o que se apresenta abaixo.

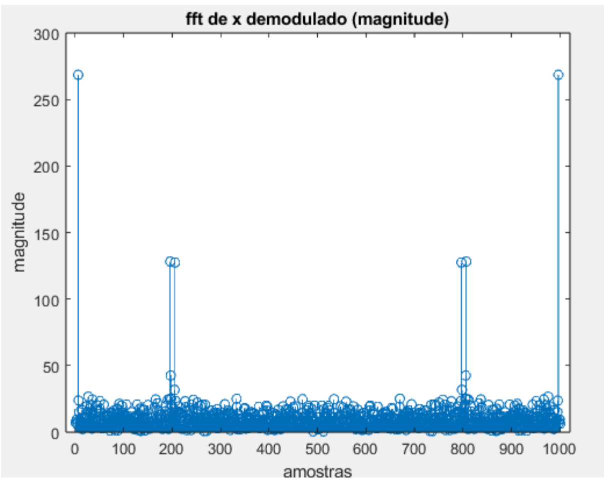


Item e)

Seguindo, foi demodulado o sinal, obtendo-se:

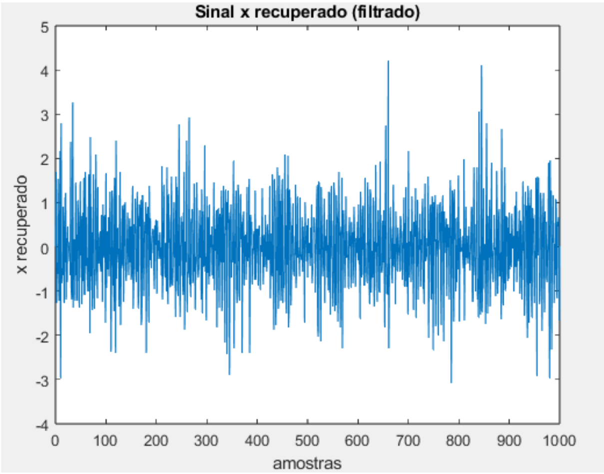


Além disso, como forma de entender o problema com o filtro (que aparecerá na próxima questão), foi plotado o gráfico de magnitudes da fft do sinal demodulado:

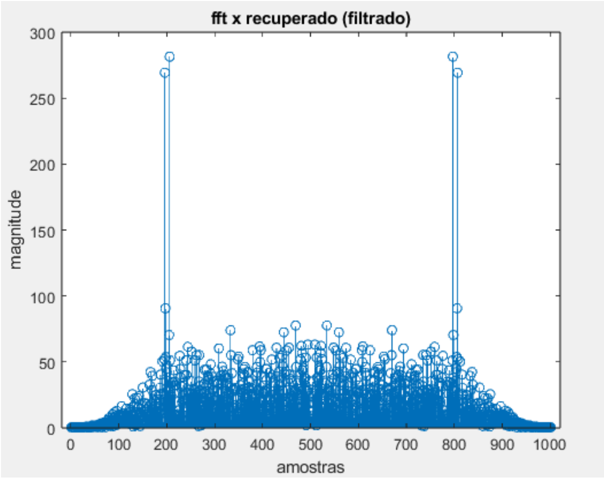


Item f)

Aplicando o filtro passa-baixa, tem-se:



Além disso, como na questão anterior, nesta foi plotada a magnitude da fft do sinal recuperado:

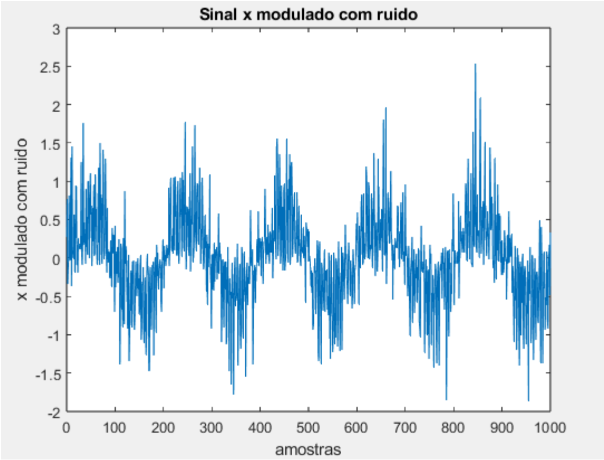


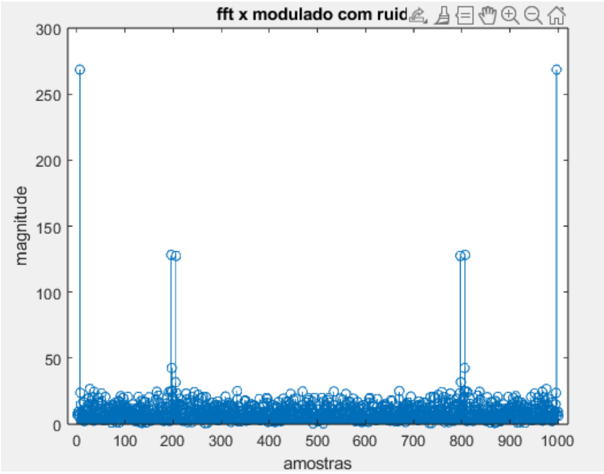
Disso, nota-se que, na verdade, o filtro está cortando frequências baixas ao invés de altas, ou seja, está agindo como um passa-altas no sistema. Logo, conforme se nota, o sinal é filtrado para conter apenas ruídos, perdendo-se o seno que o deveria compor completamente.

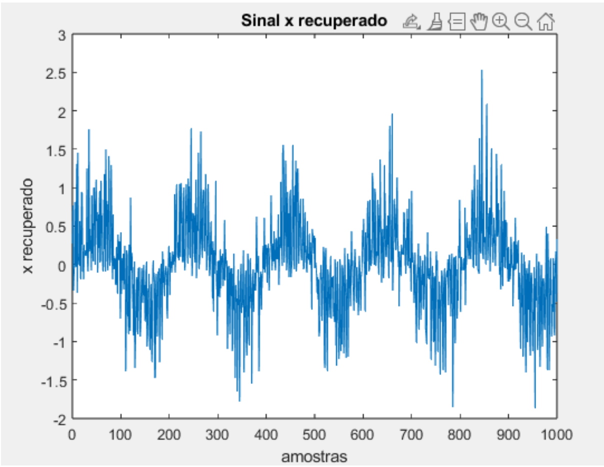
Vale destacar que os demais gráficos pedidos nesta questão estão expostos nas questões anteriores.

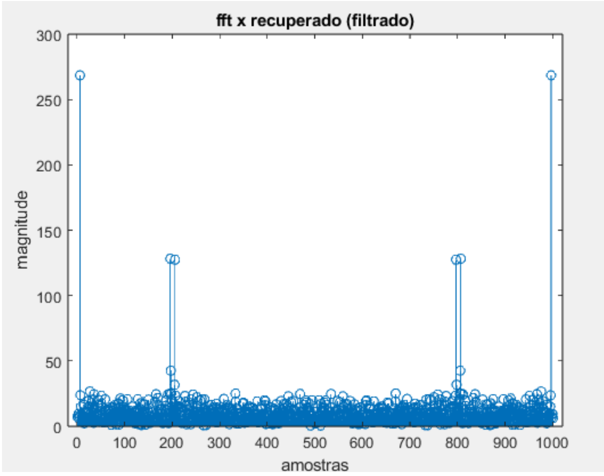
Item g)

Aqui, foram refeitos os 4 últimos gráficos para pólos e zeros valendo 0,8, conforme abaixo:


Sinal x modulado com ruido
x modulado com ruido
amostras
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000


fft x modulado com ruid
magnitude
amostras
300
250
200
150
100
50
0
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000

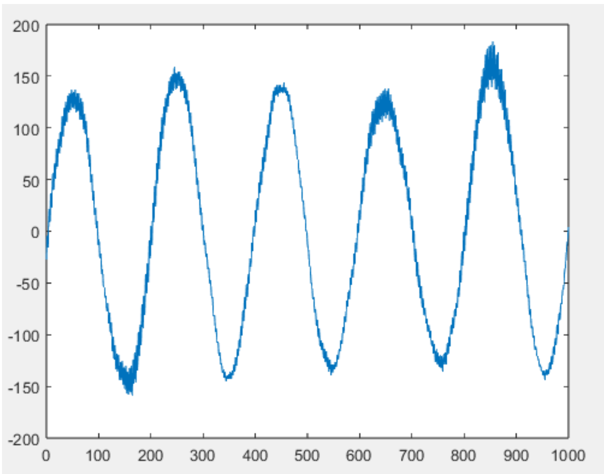

Sinal x recuperado
x recuperado
amostras
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000

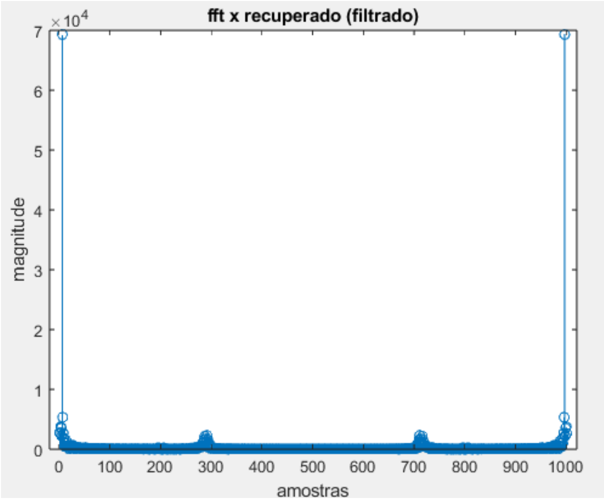


De maneira muito evidente, nota-se que a principal diferença entre a resposta que se obtém usando este filtro e o anterior é muito diferente, de modo que este último apenas replica o sinal, enquanto o primeiro corta frequências baixas do sinal.

Item h)

Fazendo uma busca por algum filtro que fosse capaz de recuperar o sinal minimamente bem, foram testados filtros de segunda ordem. No entanto, como esses filtros não representavam tão vem o sinal, foi encontrado o filtro de função de transferência $H(z) = \frac{1+z^{-1}}{1-0.5^{-1}+0.5^{-2}-0.9z^{-3}}$, de quarta dimensão, que resulta em:




fft x recuperado (filtrado)
×10^4
7
6
5
4
3
2
1
0
magnitude
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
amostras