

Aluno: Pedro Henrique Garcia – RA: 1829696

Projetar um filtro passa-faixa de Chebyshev utilizando as seguintes especificações :

$\Omega_{R1} = 10 \text{ rad/s}$, $\Omega_{R2} = 30 \text{ rad/s}$, $\Omega_{P1} = 20 \text{ rad/s}$, $\Omega_{P2} = 40 \text{ rad/s}$, $A_R = 30 \text{ dB}$, $\Omega_S = 100 \text{ rad/s}$, $A_P = 1 \text{ dB}$

Frequências normalizadas

$$\omega_{R1} = 0,2 \pi$$

$$\omega_{P1} = 0,4 \pi$$

$$\omega_{R2} = 0,8 \pi$$

$$\omega_{P2} = 0,6 \pi$$

Frequência normalizada do filtro passa baixa: $\omega_R = 1$

Achar a ordem do filtro passa baixa: $N=3$

Possui os polos:

```
0.4942 - 0.0000i
0.2471 + 0.9660i
-0.2471 + 0.9660i
-0.4942 + 0.0000i
-0.2471 - 0.9660i
```

Descartando os polos com a parte real positiva, obtemos a função de transferência:

$H =$

$$\frac{(0.4914 + 6.939e-17i)}{s^3 + 0.9884 s^2 + (1.238 - 3.331e-16i) s + (0.4914 + 6.939e-17i)}$$

Aplicando a desnormalização:

```
wo =  
  
    31.8310  
  
B =  
  
    20.6850  
  
s =  
  
    s^2 + 1013  
    -----  
    20.69 s
```

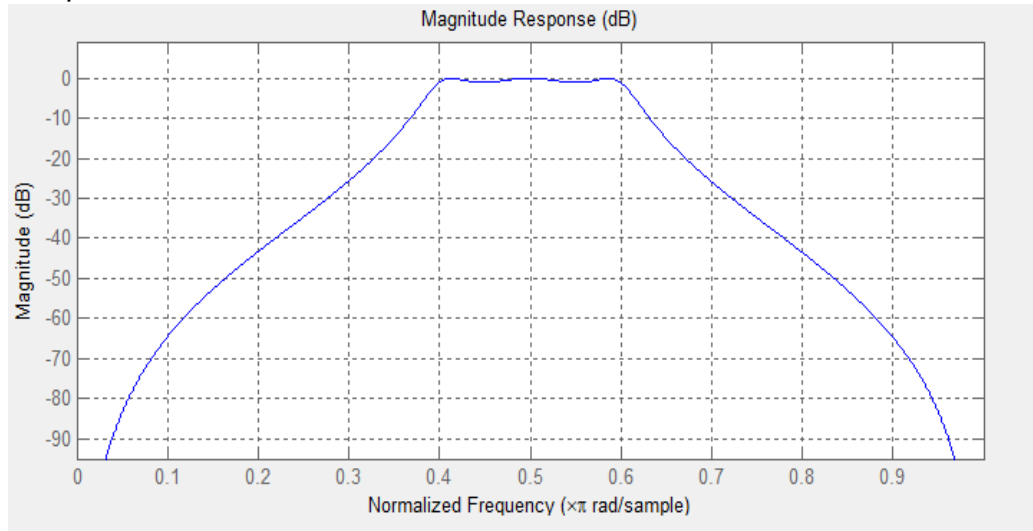
Encontrar a função de transferência do filtro analógico

```
H2 =  
  
          (4349+6.141e-13i) s^3  
    -----  
s^6 + (20.45-3.553e-15i) s^5 + (3570-1.137e-13i) s^4 + (4.578e04-1.455e-11i) s^3  
      + (3.617e06-1.746e-10i) s^2 + (2.099e07-3.725e-09i) s + 1.04e09
```

Aplicando a transformação Bilinear com o auxílio da função bilinear do Matlab:

```
nd =  
  
    0.0115    0.0000   -0.0344   -0.0000    0.0344    0.0000   -0.0115  
  
dd =  
  
    1.0000   -0.0001    2.1374   -0.0002    1.7688   -0.0001    0.5397
```

Resposta do filtro:



Projetar um filtro passa alta Chebyshev com as seguintes especificações:

$\Omega_R=1600$ rad/s, $\Omega_P=4000$ rad/s, $A_R=20$ dB, $A_P=1$ dB, $\Omega_S=10000$ rad/s

Achar as frequências digitais

$w_r=0,32 \pi$

$w_p=0,80 \pi$

Frequência normalizada do filtro passa baixa

$\Omega_R=2,62$ rad/s

Ordem do passa baixa: $N=2$;

Achar os polos

```
0.5489 + 0.8952i
-0.5489 + 0.8952i
-0.5489 - 0.8952i
```

Função de transferência do passa-baixa

$H =$

```
(0.9827+3.331e-16i)
-----
s^2 + (1.098+4.441e-16i) s + (1.103+3.331e-16i)
```

Desnormalização

```
s =  
  
4000  
-----  
s
```

Função de transferência do passa-alta analógico

```
H2 =  
  
          (0.9827+3.331e-16i) s^2  
-----  
(1.103+3.331e-16i) s^2 + (4391+1.819e-12i) s + 1.6e07
```

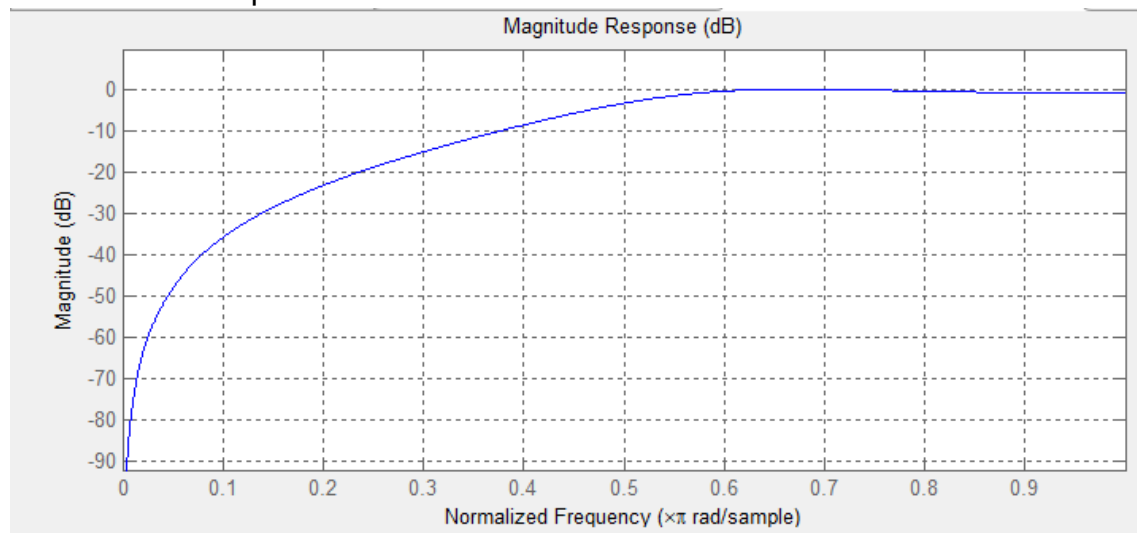
Transformação bilinear no matlab

```
>> [nd dd]=bilinear(na,da,1/ts)
```

```
nd =  
  
    0.2419    -0.4839    0.2419
```

```
dd =  
  
    1.0000    0.2345    0.3207
```

Verificando a resposta do filtro:



Filtro PB, utilizando aproximação Butterworth

Achar as frequências normalizadas:

$$\omega_{R1}=0,2 \pi$$

$$\omega_{P1}=0,4 \pi$$

$$\omega_{R2}=0,8 \pi$$

$$\omega_{P2}=0,6 \pi$$

Frequência normalizada do filtro passa baixa: $\omega_R=1$

Ordem do filtro: $N=3$

Encontrando os polos

```
ans =  
  
-1.2526 - 0.0000i  
-0.6263 + 1.0848i  
 0.6263 + 1.0848i  
 1.2526 + 0.0000i  
 0.6263 - 1.0848i  
-0.6263 - 1.0848i
```

Descartando os polos com a parte real positiva, obtém-se a função de transferência:

```
H =  
  
-----  
              (1.965-3.886e-15i)  
s^3 + (2.505-1.554e-15i) s^2 + (3.138-4.441e-15i) s + (1.965-3.886e-15i)
```

Desnormalizando:

```
wo =  
  
 31.8310  
  
B =  
  
 20.6850  
  
s =  
  
s^2 + 1013  
-----  
 20.69 s
```

Obtém-se a função de transferência:

H2 =

$$(1.739e04 - 3.439e-11i) s^3$$

$$\frac{(1.739e04 - 3.439e-11i) s^3}{s^6 + (51.82 - 3.197e-14i) s^5 + (4382 - 1.705e-12i) s^4 + (1.224e05 - 9.459e-11i) s^3 + (4.44e06 - 1.746e-09i) s^2 + (5.32e07 - 3.353e-08i) s + 1.04e09}$$

Realizando a transformação bilinear, obtemos os numeradores e denominadores da função de transferência digital:

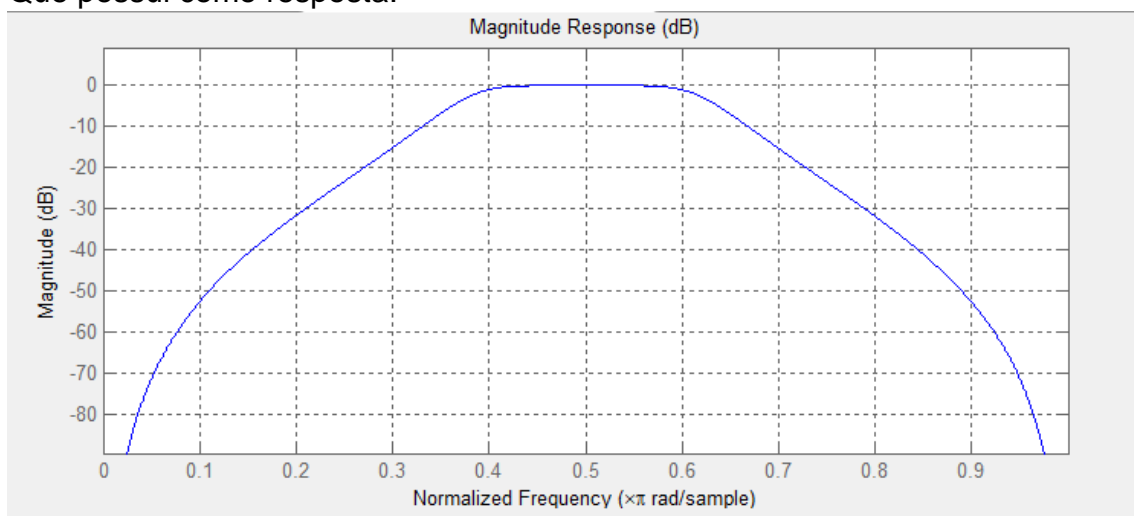
numerador_digital =

0.0305 -0.0000 -0.0914 -0.0000 0.0914 -0.0000 -0.0305

denominador_digital =

1.0000 -0.0000 1.4825 -0.0002 0.9295 -0.0001 0.2033

Que possui como resposta:



Filtro PA utilizando aproximação butterworth

Frequências digitais

$w_r = 0,32 \pi$

$w_p = 0,80 \pi$

Frequência normalizada do filtro passa baixa: $\Omega_R = 2,62 \text{ rad/s}$

Ordem do filtro passa baixa: $N=2$

Polos

```
-0.9913 + 0.9913i  
0.9913 + 0.9913i  
0.9913 - 0.9913i  
-0.9913 - 0.9913i
```

Descartando os polos com parte real positiva:

H =

$$\frac{(1.965-2.665e-15i)}{s^2 + (1.983-1.221e-15i) s + (1.965-2.665e-15i)}$$

Desnormalizando:

s =

$$\frac{4000}{s}$$

Obtendo a função de transferência analógica:

H2 =

$$\frac{(1.965-2.665e-15i) s^2}{(1.965-2.665e-15i) s^2 + (7931-5.002e-12i) s + 1.6e07}$$

Aplicando a transformação bilinear:

n_digital =

```
0.3256    -0.6511    0.3256
```

d_digital =

```
1.0000    -0.1279    0.1744
```

Verificando a resposta do filtro:

