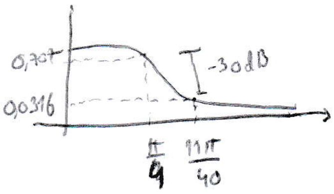
d) Pode-se usar o Filtro de Butterworth ou Chebychev Tipo 2

O método de síntese mais adequado é Transformação Bilinear pois evita o aliasing, sempre presente quando se passa de analógico para digital.

Usa-se o Filtro de Butterworth

Largura de Banda $- \frac{\pi}{40} \simeq 10\% \cdot \frac{\pi}{4}$



$$|H(j\Omega)|^2 = \frac{1}{1+\left(\frac{j\Omega}{j\Omega_c}\right)^{2N}} \rightarrow |H(jw)|^2 = \frac{1}{1+\left(\frac{jw}{jw_c}\right)^{2N}}$$

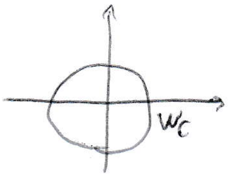
$$W = \frac{2}{T} \cdot \tan\left(\frac{\Omega}{2}\right), \quad T = 1$$

$$\begin{cases} 0{,}707^2 = \dfrac{1}{1+\left(\dfrac{2\tan\frac{\pi}{8}}{w_c}\right)^{2N}} \\ 0{,}0316^2 = \dfrac{1}{1+\left(\dfrac{2\tan\frac{11\pi}{80}}{w_c}\right)^{2N}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \left(\dfrac{2\tan\frac{\pi}{8}}{w_c}\right)^{2N} = \dfrac{1}{0{,}707^2} - 1 \\ \left(\dfrac{2\tan\frac{11\pi}{80}}{w_c}\right)^{2N} = \dfrac{1}{0{,}0316^2} - 1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{\dfrac{2\tan\frac{11\pi}{80}}{w_c}}{\dfrac{2\tan\frac{\pi}{8}}{w_c}}\right)^{2N} = \frac{\dfrac{1}{0{,}0316^2}-1}{\dfrac{1}{0{,}707^2}-1} \Leftrightarrow 2N = \frac{\log\left(\dfrac{\frac{1}{0{,}0316^2}-1}{\frac{1}{0{,}707^2}-1}\right)}{\log\left(\dfrac{\tan\frac{11\pi}{80}}{\tan\frac{\pi}{8}}\right)} \Rightarrow N \simeq 33$$

$$\Rightarrow \left(\frac{2\tan\frac{11\pi}{80}}{w_c}\right)^{2\times 33} = \frac{1}{0{,}0316^2} - 1 \Leftrightarrow w_c^{66} = \frac{\left(2\tan\frac{11\pi}{80}\right)^{66}}{\frac{1}{0{,}0316^2}-1} \Leftrightarrow w_c = \frac{2\tan\frac{11\pi}{80}}{\left(\frac{1}{0{,}0316^2}-1\right)^{\frac{1}{66}}} = 0{,}83$$

$$H(s) = \frac{k}{(s-s_1)\cdots(s-s_{33})}, \quad k = s_1 \times \cdots \times s_{33}$$



$$H(z) = H(s)\Big|_{s = \frac{2}{T}\cdot\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}}$$

e)
```
>> [N, wc] = buttord(2 tan π/8 , 2 tan 11π/80 , -3, -30);   // ordem e frequência de corte
>> [n, d] = butter(N, wc, 's');                              // H(s)
>> [Num, Den] = bilinear(n, d, 1);                           // transformação bilinear
```

f)
```
[H, w] = freqz(Num, Den);
plot(abs(H(1: length(H)/4)));                                // ver pedaço a pedaço
```

Olhar para os gráficos e ver se cumprem os requisitos