

## Problema

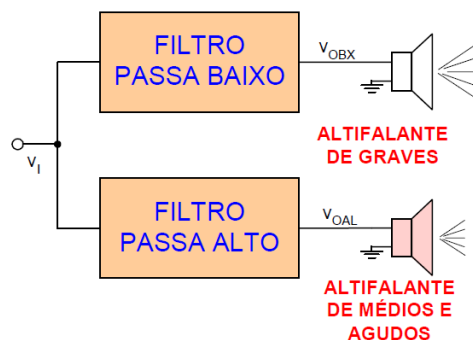
### Filtros 1 – Filtro de 2 canais para altifalantes

Considere o sistema separador de sinais, representado na figura, constituído por um filtro passa-baixo e um filtro passa-alto, com entradas em paralelo, mas com saídas diferenciadas (2 vias), na saída do filtro passa-baixo liga-se um altifalante de graves e na saída passa-alto liga-se um altifalante de médios/agudos.

Os dois filtros têm função de transferência do tipo Butterworth de 2ª ordem com um erro máximo (ondulação) de 0,5 dB na banda de passagem.

#### I- Determinação das funções de transferência

- Conhecendo o posicionamento típico dos pólos de um filtro de Butterworth normalizado, determine a função de transferência do filtro passa-baixo normalizado.
- Determine a função de transferência do filtro passa-baixo com frequência de corte de 300 Hz com 0,5 dB de ondulação na banda de passagem.
- Idêntica à alínea b), mas para o filtro passa-alto.



Pólos do Filtro Passa-Baixo $\underline{S} = S e^{1/n}$		
n	Buttw. 3 dB	Chebys. 0,5 dB
1	$\underline{S} + 1$	$(2,87 + S)$
2	$(\underline{S}^2 + 1,40\underline{S} + 1)$	$(1,516 + 1,43S + S^2)$

$$S = \frac{s^2 + \omega_0^2}{b.s}; \quad S = \frac{b.s}{s^2 + \omega_0^2}; \quad S = \frac{\omega_c}{s}; \quad S = \frac{s}{\omega_c}$$

a)  $N=2$  Butterworth normalized on  $A_{\max}=3\text{ dB}$

$$T(s) = \frac{1}{s^2 + 1.414s + 1}$$

b)  $\omega_p = 2\pi \times 300 = 1885 \text{ rad s}^{-1}$

$A_{\max} = 0.5\text{ dB} \Rightarrow \epsilon = \sqrt{10^{A_{\max}/10} - 1} = 0.349$

(LP)  $T_{LP}(s) = T(\underline{s}) \Big|_{\underline{s} = \epsilon^{\frac{1}{n}} \frac{\lambda}{\omega_p}} = \frac{1}{0.349 \frac{\lambda^2}{1885^2} + \sqrt{0.349} \frac{\lambda}{1885} \times 1.414 + 1}$

$$T_{LP}(\lambda) = \frac{3191^2}{\lambda^2 + 4513\lambda + 3191^2}$$

c)  $\omega_p = 1885 \text{ rad s}^{-1}$

(HP)  $T_{HP}(\lambda) = T(\underline{s}) \Big|_{\underline{s} = \epsilon^{\frac{1}{n}} \frac{\omega_p}{\lambda}} = \frac{1}{0.349 \frac{1885^2}{\lambda^2} + \sqrt{0.349} \frac{1885}{\lambda} \times 1.414 + 1}$

$$T_{HP}(\lambda) = \frac{\lambda^2}{\lambda^2 + 1575\lambda + 1114^2}$$