



8º Laboratório de Eletrônica Básica para Mecatrônica

Título: Fitros Ativo Passa Baixa e Filtros Passa Alta

1. OBJETIVOS

Este laboratório tem como objetivo:

1. Mostrar como funcionam os filtros ativos que utilizam os amplificadores operacionais.
2. Verificar o funcionamento dos mesmos, levantando as curvas de resposta em frequência dos filtros ativos em papel monolog.
3. Determinar experimentalmente as frequências de corte (a partir dos gráficos) para filtros ativos e comparar com os valores teóricos.

2. DISCUSSÃO

Um amplificador operacional pode ser utilizado para a construção de filtros (ativos) passa-baixas, passa-altas, passa-faixa e rejeita-faixa. Nesta prática será verificado o funcionamento de dois filtros passa-baixas (PB), que abaixo da frequência de corte (f_c) ou frequência de meia-potência oferecem ganho relativamente estável e, em frequências do sinal de entrada superiores a f_c oferecem uma queda na taxa de amplificação.

Para os filtros PB a serem estudados (Butterworth, 1 Pólo e 2 Pólos, não-inversores), se os resistores e capacitores de filtro de cada rede de atraso forem iguais, a frequência de corte pode ser calculada por:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

O ganho acima da frequência de corte pode ser obtido medindo-se as tensões de entrada e saída do circuito e calculando-se a relação:

$$A_v = \frac{V_{saída}}{V_{entrada}} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

3. PROCEDIMENTO

FILTRO PASSA-BAIXAS DE 1 PÓLO

1. Monte o circuito do filtro PB de 1 Pólo esquematizado na figura 1 utilizando-se do Amp-Op 741; para tanto, observe os seguintes cuidados:

- a) Encaixe cuidadosamente o CI no protoboard com fonte e se necessário retirá-lo, faça com atenção para não entortar ou danificar seus terminais;
- b) Não se esqueça de ligar a alimentação do CI, deixando para energizar o circuito apenas quando tiver terminado a montagem e conferido todas as ligações;
- c) Evite entortar demais os terminais do capacitor, pois este é frágil e quebra-se com facilidade;



d) O sinal de entrada será aplicado a partir do gerador de sinais usando-se o cabo BNC-jacaré.

2. Energize o circuito e ajuste o gerador de sinais para uma forma de onda senoidal de 200Hz com amplitude de 2Vp-p.

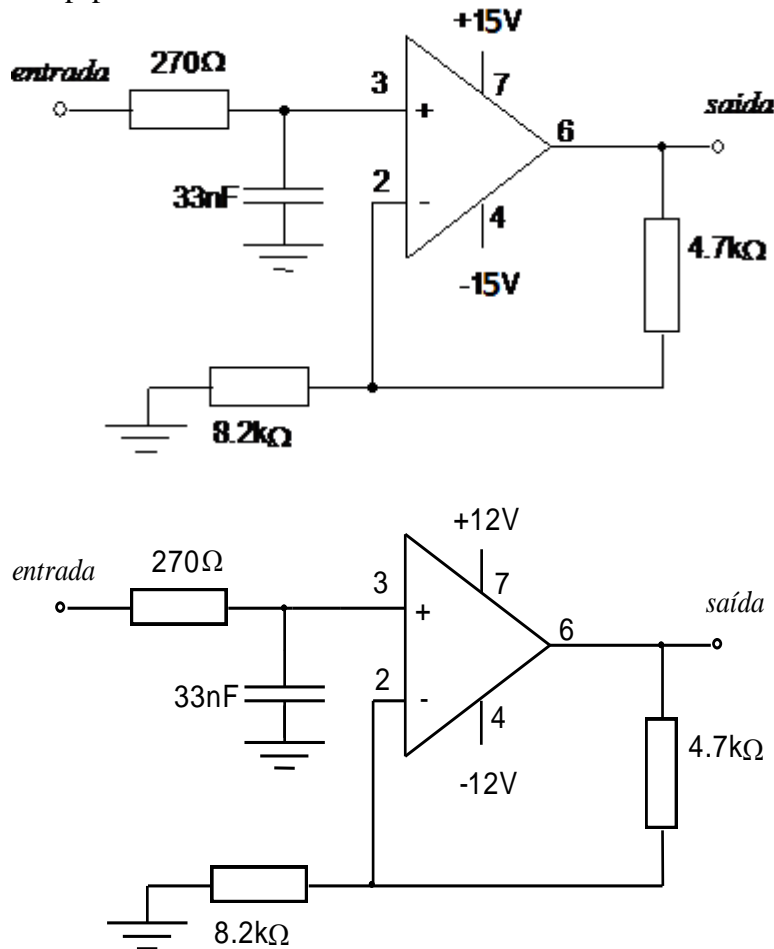


Fig. 1 - Filtro Ativo Passa-Baixas de 1 Pólo

3. Com o auxílio do osciloscópio, meça simultaneamente os sinais de entrada e saída do circuito e anote os resultados na tabela da figura 2. Varie a frequência para os valores indicados na mesma tabela e anote os resultados. Calcule o ganho experimental e apresente a curva de resposta em frequência do filtro PB de 1 Pólo em um gráfico monolog (figura 3).

OBS: A amplitude da tensão de entrada varia ligeiramente com a variação da frequência; corrija, se necessário.

f [Hz]	200	500	1K	2K	5K	10K	12K
Vin [Vp-p]							
Vout [Vp-p]							
Ganho [dB]							



f [Hz]	14K	16K	18K	20K	30K	50K	100K
Vin [Vp-p]							
Vout [Vp-p]							
Ganho [dB]							

Fig. 2 - Medidas no filtro PB de 1 Pólo

- Determine a frequência de corte (f_c) no gráfico traçado e observe a taxa de inclinação acima de f_c .
- Compare o resultado experimental obtido com a frequência teórica calculada. Não se esqueça de anotar o valor das resistências e do capacitor utilizado. Comente as diferenças eventualmente observadas.

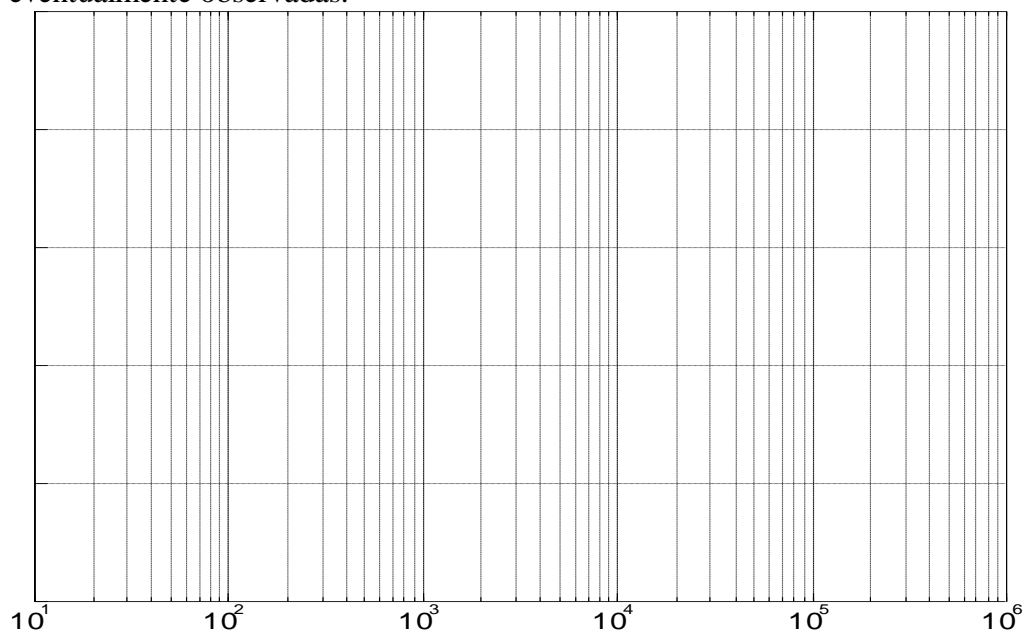


Fig. 3 - Resposta em Frequência do filtro PB de 1 Pólo

FILTRO PASSA-BAIXAS DE 2 PÓLOS

- Monte o circuito do filtro PB de 2 Pólos esquematizado na figura 4 utilizando-se do Amp-Op 741 e observando os mesmos cuidados do item 2.
- Energize o circuito e ajuste o gerador de sinais para uma forma de onda senoidal de 200Hz com amplitude de 2Vp-p.

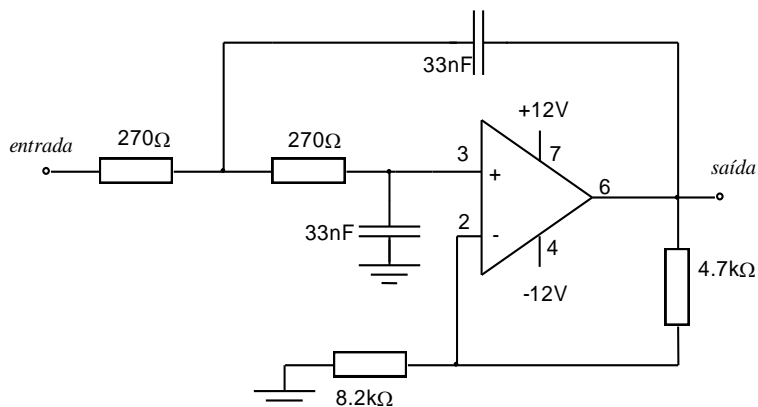


Fig. 4 - Filtro Ativo Passa-Baixas de 2 Pólos

8. Com o auxílio do osciloscópio, meça simultaneamente os sinais de entrada e saída do circuito e anote os resultados na tabela da figura 5. Varie a frequência para os valores indicados na mesma tabela e anote os resultados. Calcule o ganho experimental e apresente a curva de resposta em frequência do filtro PB de 2 Pólos em um gráfico monolog (figura 6).

OBS: A amplitude da tensão de entrada varia ligeiramente com a variação da frequência; corrija, se necessário.

f [Hz]	200	500	1K	2K	5K	10K	12K
Vin [Vp-p]							
Vout [Vp-p]							
Ganho [dB]							

f [Hz]	14K	16K	18K	20K	30K	50K	100K
Vin [Vp-p]							
Vout [Vp-p]							
Ganho [dB]							

Fig. 5 - Medidas no filtro PB de 2 Pólos

9. Determine a frequência de corte (f_c) no gráfico traçado e observe a taxa de inclinação acima de f_c .

10. Compare o resultado experimental obtido com a frequência teórica calculada. Não se esqueça de anotar o valor das resistências e dos capacitores utilizados. Comente as diferenças eventualmente observadas.

11. Conclusões

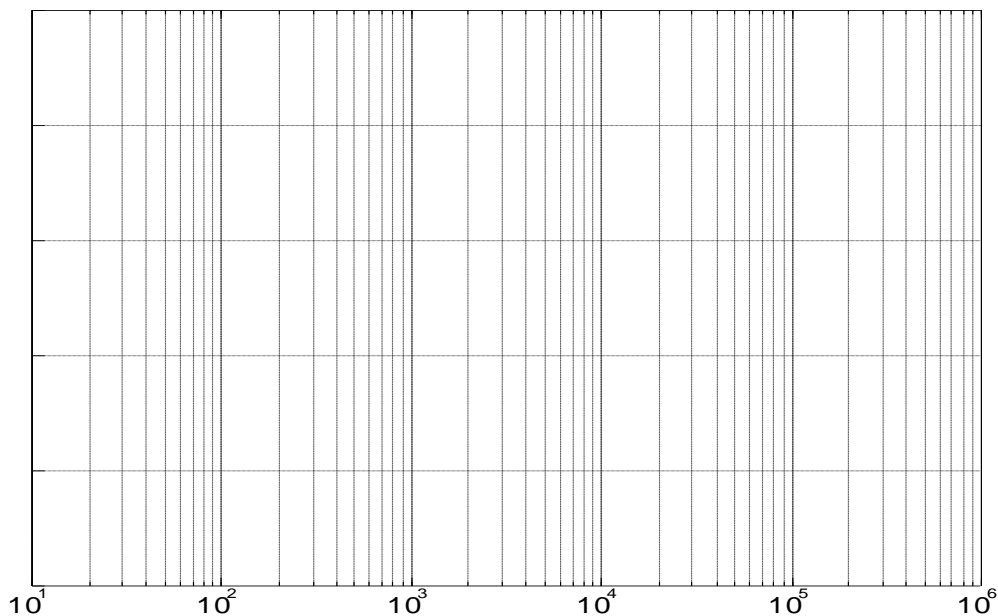


Fig. 6 - Resposta em Frequência do filtro PB de 2 Pólos

PROCEDIMENTO B:

FILTRO PASSA-ALTAS DE 1 PÓLO

1. Monte o circuito do Filtro PA de 1 Pólo esquematizado na figura 1 utilizando-se do Amp-Op 741; para tanto, observe os seguintes cuidados:

- Encaixe cuidadosamente o CI no protoboard e se necessário retirá-lo, faça com atenção para não entortar ou danificar seus terminais;
- Não se esqueça de ligar a alimentação do CI, deixando para energizar o circuito apenas quando tiver terminado a montagem e conferido todas as ligações;
- Evite entortar demais os terminais do capacitor, pois este é frágil e quebra-se com facilidade;
- O sinal de entrada será aplicado a partir do gerador de sinais usando-se o cabo BNC-jacaré.

2. Energize o circuito e ajuste o gerador de sinais para uma forma de onda senoidal de 100kHz com amplitude de 2Vp-p.

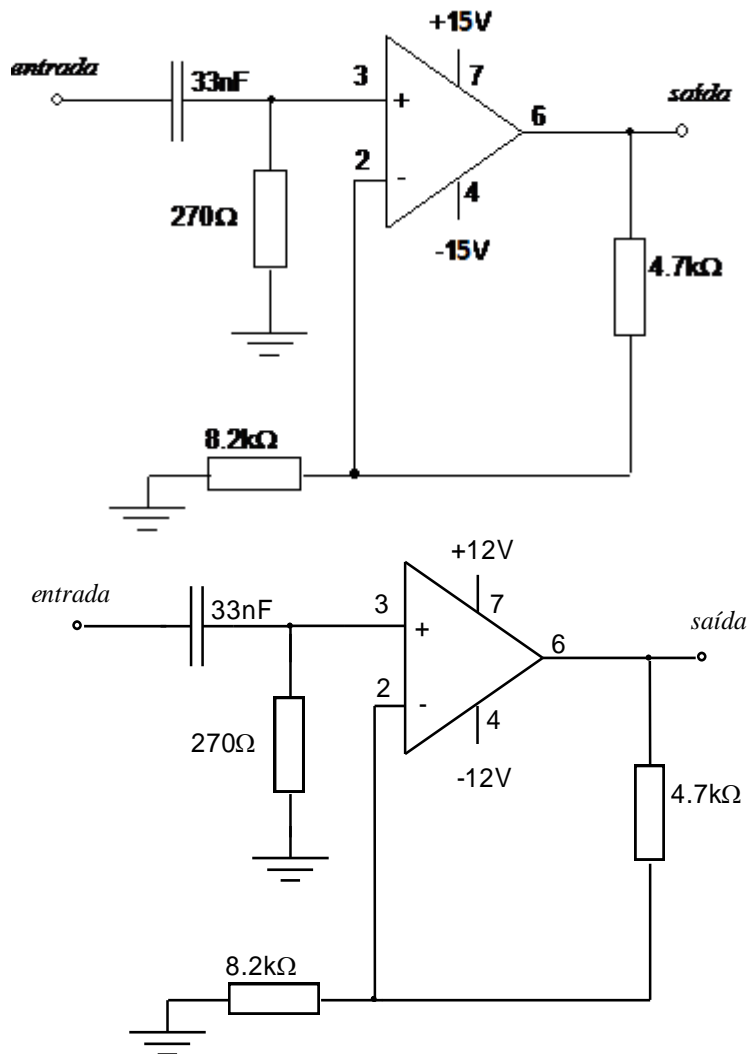


Fig. 1 - Filtro Ativo Passa-Altas de 1 Pólo

3. Com o auxílio do osciloscópio, meça simultaneamente os sinais de entrada e saída do circuito e anote os resultados na tabela da figura 2. Varie a frequência para os valores indicados na mesma tabela e anote os resultados. Calcule o ganho experimental e apresente a curva de resposta em frequência do filtro PA de 1 Pólo em um gráfico monolog (figura 3).

OBS: A amplitude da tensão de entrada varia ligeiramente com a variação da frequência; corrija, se necessário. Caso observe deformação na onda de saída devido ao *slew-rate* do amp-op, diminua a amplitude do sinal de entrada para aumentar a Banda de Potência do amplificador.



f [Hz]	100K	50K	30K	20K	18K	16K	14K
Vin [Vp-p]							
Vout [Vp-p]							
Ganho [dB]							

f [Hz]	12K	10K	5K	2K	1K	500	200
Vin [Vp-p]							
Vout [Vp-p]							
Ganho [dB]							

Fig. 2 - Medidas no filtro PA de 1 Pólo

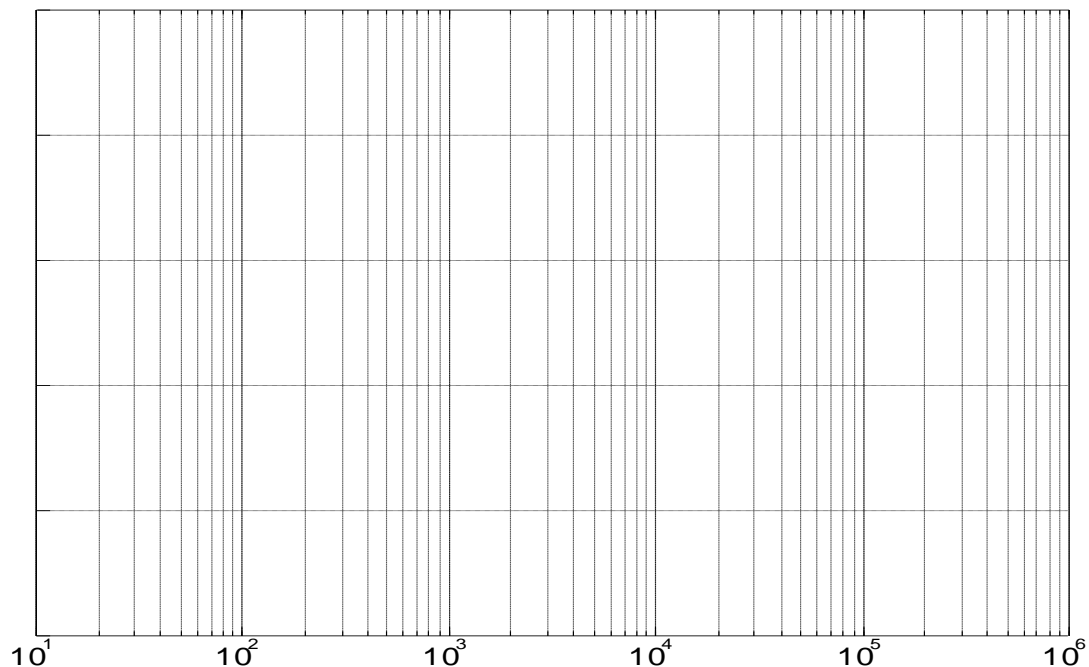


Fig. 3 - Resposta em Frequência do filtro PA de 1 Pólo

- Determine a frequência de corte (f_c) no gráfico traçado e observe a taxa de inclinação abaixo de f_c .
- Compare o resultado experimental obtido com a frequência teórica calculada. Não se esqueça de anotar o valor das resistências e dos capacitores utilizados. Comente as diferenças eventualmente observadas.



FILTRO PASSA-ALTAS DE 2 PÓLOS

6. Monte o circuito do filtro PA de 2 Pólos esquematizado na figura 4 utilizando-se do Amp-Op 741 e observando os mesmos cuidados do item 2.

7. Energize o circuito e ajuste o gerador de sinais para uma forma de onda senoidal de 100KHz com amplitude de 2Vp-p.

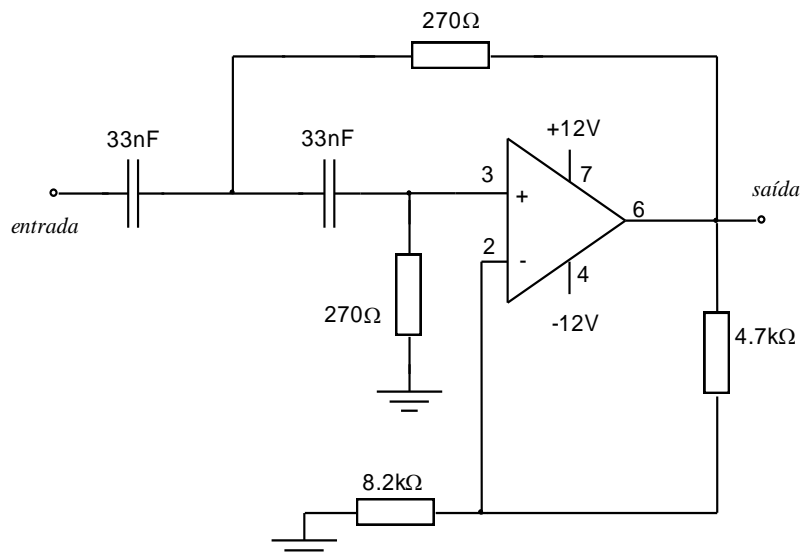


Fig. 4 - Filtro Ativo Passa-Altas de 2 Pólos

8. Com o auxílio do osciloscópio, meça simultaneamente os sinais de entrada e saída do circuito e anote os resultados na tabela da figura 5. Varie a frequência para os valores indicados na mesma tabela e anote os resultados. Calcule o ganho experimental e apresente a curva de resposta em frequência do filtro PA de 2 Pólos em um gráfico monolog (figura 6).

OBS: A amplitude da tensão de entrada varia ligeiramente com a variação da frequência; corrija, se necessário.

f [Hz]	100K	50K	30K	20K	18K	16K	14K
Vin [Vp-p]							
Vout [Vp-p]							
Ganho [dB]							

f [Hz]	12K	10K	5K	2K	1K	500	200
Vin [Vp-p]							
Vout [Vp-p]							
Ganho [dB]							

Fig. 5 - Resposta em Frequência do filtro PA de 2 Pólos



9. Determine a frequência de corte (f_c) no gráfico traçado e observe a taxa de inclinação abaixo de f_c .
10. Compare o resultado experimental obtido com a frequência teórica calculada. Não se esqueça de anotar o valor das resistências e dos capacitores utilizados. Comente as diferenças eventualmente observadas.
- 11- Desenhar o Gráfico dos resultado obtidos no quadro abaixo

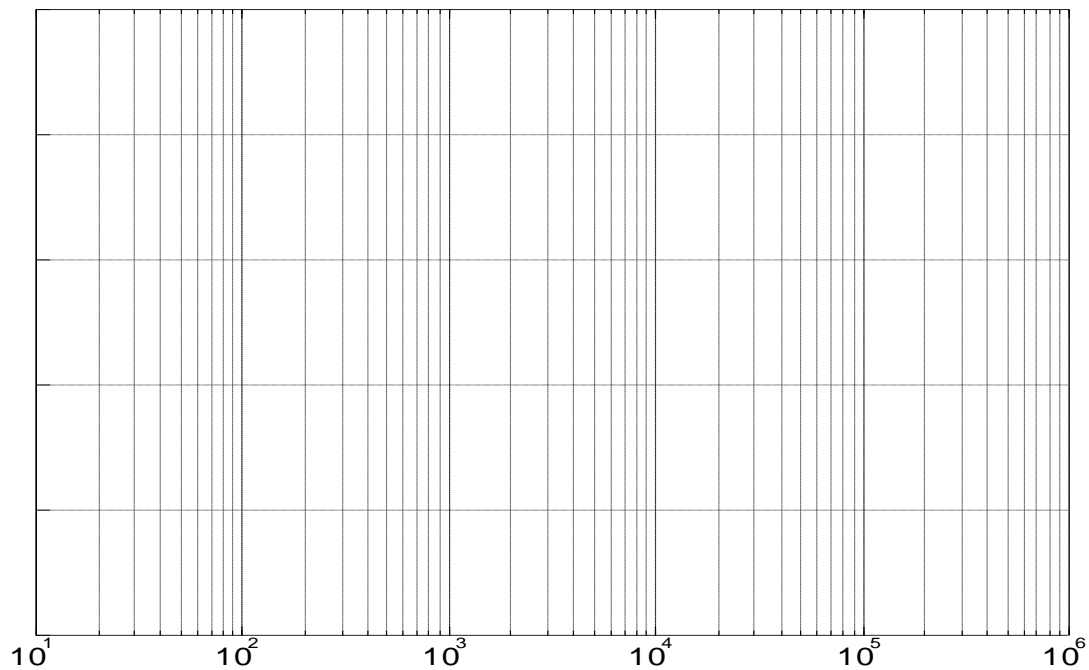


Fig. 6 - Resposta em Frequência do filtro PA de 2 Pólos

11. Análise dos Resultados
12. Conclusões