

SEL393 – Laboratório de Instrumentação Eletrônica I
Escola de Engenharia de São Carlos - USP
Departamento de Engenharia Elétrica

Relatório 1 - Filtros Ativos Passa-Baixa

Escolha e projete um dos filtros passa-baixa de 3ª ordem e um dos filtros passa-baixa de 5ª ordem com as especificações descritas na Tabela 1 utilizando os componentes disponíveis no kit educacional ME3000 / M2.

Tabela 1

Filtro	Passa-Baixa	Ordem Filtro	Frequência de corte (f_c - KHz)	Capacitor C (nF)
1	Butterworh	3ª	7.25	10
2	Butterworh	3ª	19.8	10
3	Butterworh	5ª	19.8	10
4	Chebyshev , 2dB ripple	3ª	14.5	10
5	Chebyshev , 2dB ripple	3ª	22	10
6	Chebyshev , 2dB ripple	5ª	20	10

Descreva o cálculo dos filtros utilizando os procedimentos descritos no ANEXO.

Implemente os filtros em simulação no LTSPice. Os seguintes parâmetros deverão ser medidos:

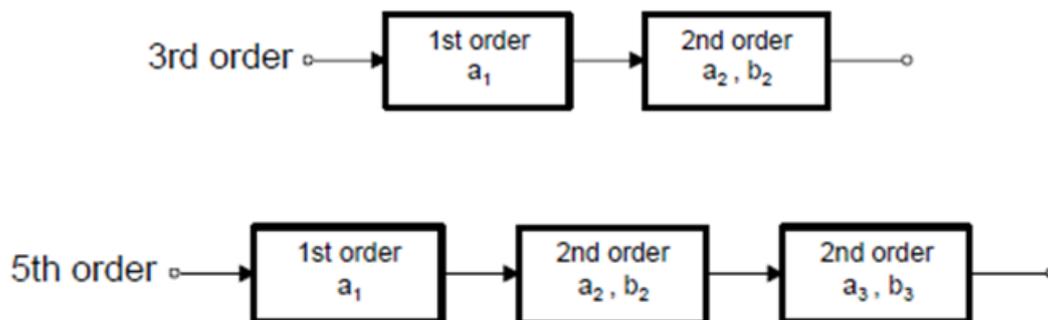
- Ganho total na faixa de passagem (A_o).
- Frequência de corte do filtro (f_c).
- Amplitude dos picos de ripple.

Descreva os resultados de A_o e f_c medidos experimentalmente usando protoboard.

Compare os resultados de A_o e f_c medidos experimentalmente com os resultados medidos em simulação.

Anexo

**Procedimento de Cálculo de Filtros de
Butterworth e Chebyshev
do Kit Educacional ME3000 / M2
(3ª e 5ª ordem)**



1º Estágio (n=1)

- Escolher f_c e C , obter a_1 e calcular R :

$$R = \frac{a_1}{2\pi f_c C}$$

2º Estágio (n=2) e 3º estágio (n=3):

- Escolher f_c e C , obter b_n e calcular R :

$$R = \frac{\sqrt{b_n}}{2\pi f_c C}$$

- Obter a_n , calcular a relação R_B / R_A e escolher R_B e R_A :

$$A_o = 1 + \frac{R_B}{R_A}$$

$$A_o = 3 - \frac{a_n}{\sqrt{b_n}}$$

Tabela 2 - Valores calculados e escolhidos de R, R_A e R_B utilizando C=10nF

Filtro Passa-Baixa	Ordem do Filtro	f _c (KHz)	1º Estágio (* calculado / ** escolhido)	
			R (Ω) *	R (Ω) **
Butterworth	3ª	7.25		
Butterworth	3ª	19.8		
Butterworth	5ª	19.8		
Tschebyscheff, 2dB ripple	3ª	14.5		
Tschebyscheff, 2dB ripple	3ª	22		
Tschebyscheff, 2dB ripple	5ª	20		

Tabela 3 - Valores calculados e escolhidos de R, R_A e R_B utilizando C=10nF

Filtro Passa-Baixa	Ordem do Filtro	2º Estágio (* calculado / ** escolhido)					
		R (Ω) *	R (Ω) **	R _B /R _A *	R _B /R _A **	R _A **	R _B **
Butterworth	3ª						
Butterworth	3ª						
Butterworth	5ª						
Tschebyscheff, 2dB ripple	3ª						
Tschebyscheff, 2dB ripple	3ª						
Tschebyscheff, 2dB ripple	5ª						

Tabela 4 - Valores calculados e escolhidos de R, R_A e R_B utilizando C=10nF

Filtro Passa-Baixa	Ordem do Filtro	3º Estágio (* calculado / ** escolhido)					
		R (Ω) *	R (Ω) **	R _B /R _A *	R _B /R _A **	R _A **	R _B **
Butterworth	3ª						
Butterworth	3ª						
Butterworth	5ª						
Tschebyscheff, 2dB ripple	3ª						
Tschebyscheff, 2dB ripple	3ª						
Tschebyscheff, 2dB ripple	5ª						

As arquiteturas de filtros passa-baixa de 1ª e 2ª ordem disponíveis no kit ME3000 / M2 para implementação de filtros de 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª ordem são mostradas nas figuras 1a, 1b, 1c, 1d e 1e.

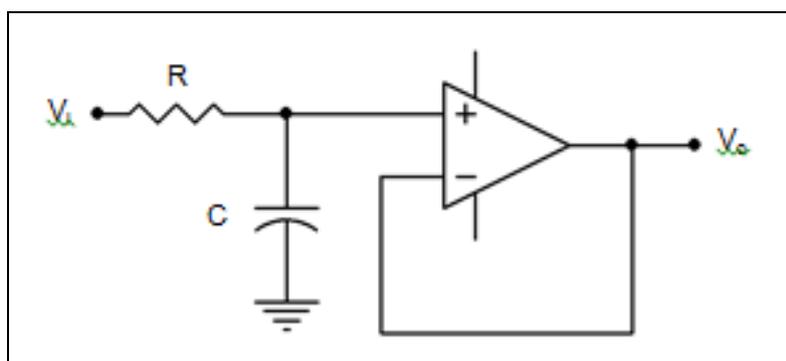


Fig. 1a – Esquemático Filtro Passa-Baixa de ordem 1 com ganho unitário

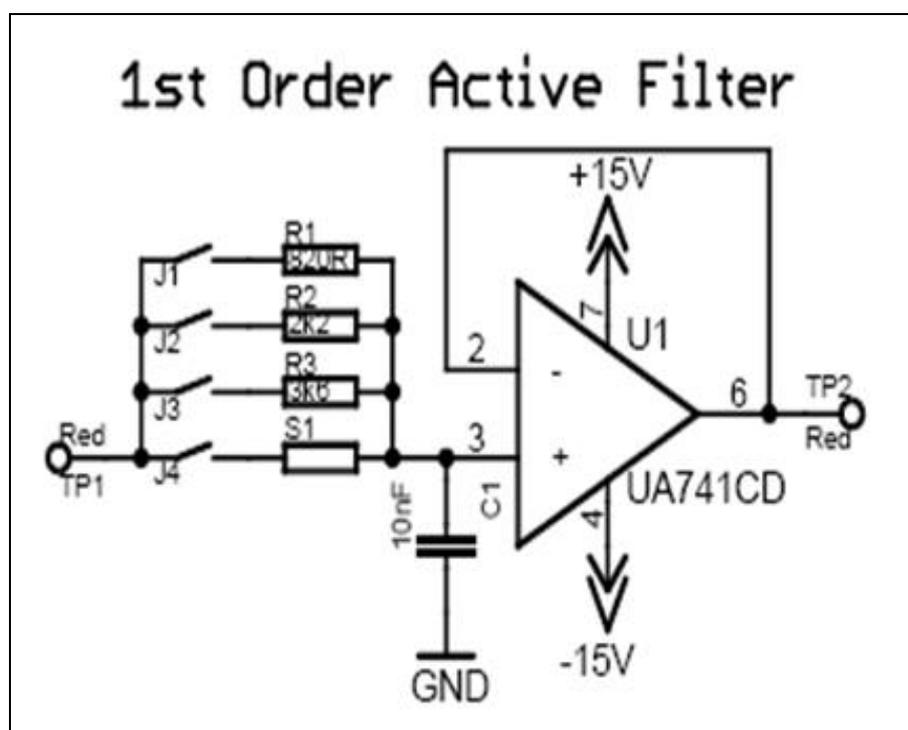


Fig. 1b – Filtro Passa-Baixa de ordem 1

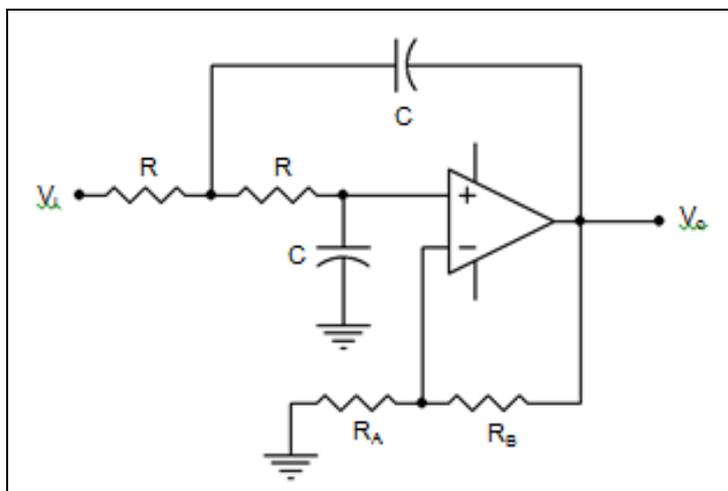


Fig. 1c – Esquemático Filtro Passa-Baixa de ordem 2 com ganho não unitário e arquitetura Sallen-Key

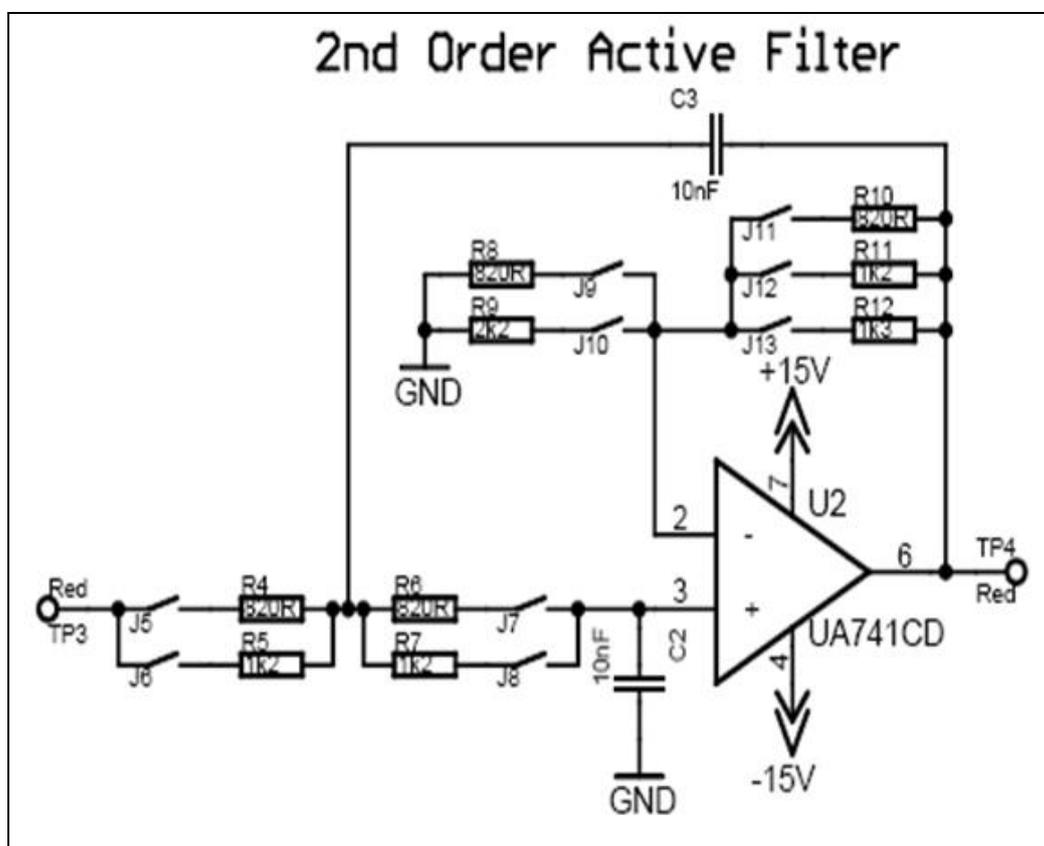


Fig. 1d – Filtro Passa-Baixa de ordem 2 com ganho não unitário e arquitetura Sallen-Key

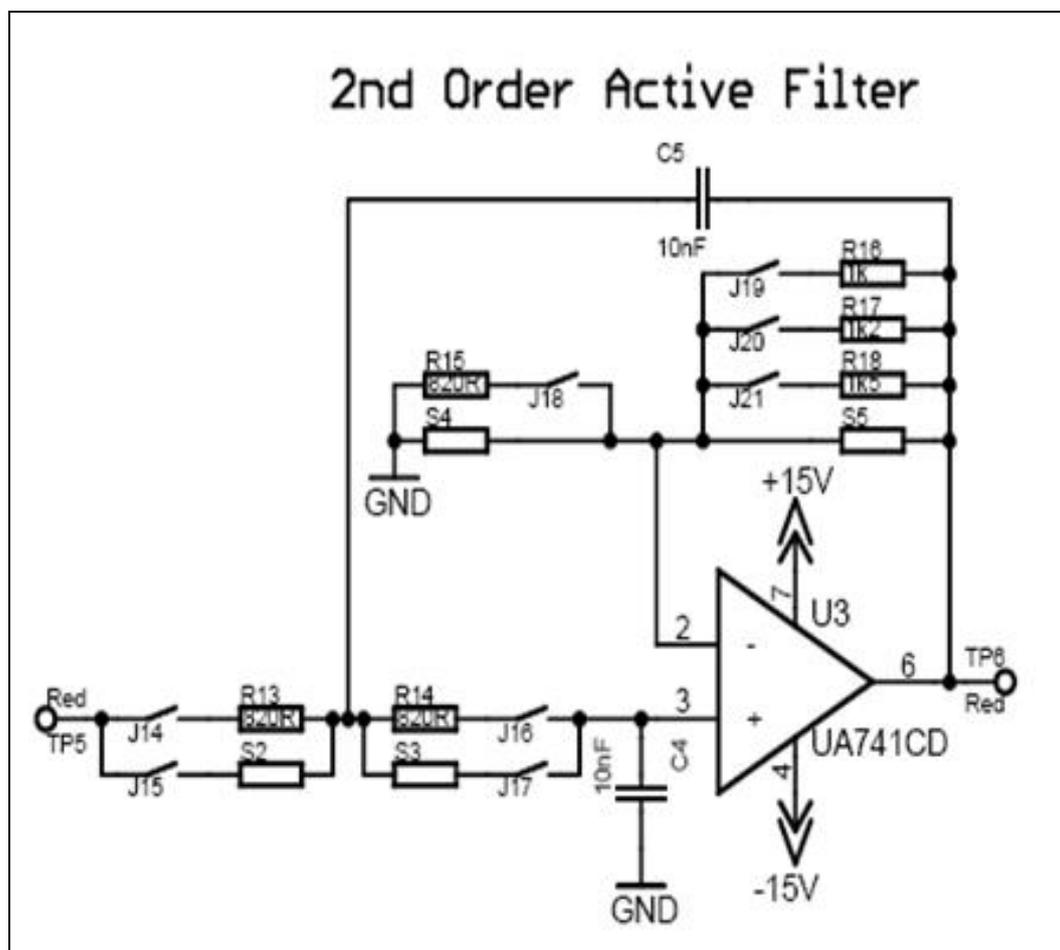


Fig. 1e – Filtro Passa-Baixa de ordem 2 com ganho não unitário e arquitetura Sallen-Key