



RELATÓRIO DE PRÁTICA

Tema:

FILTROS PASSA-BAIXAS

Alunos:

Amanda de Castro Alves Ferreira	Matrícula: 12.1.8200
Bruno Afonso da Conceição	Matrícula: 14.1.8172
Hondemberg Ferreira	Matrícula: 13.2.8178
Franklin Marinho	Matrícula: 14.1.8256
Hugo Geraldo Fonseca	Matrícula: 14.1.8358
Paulo Furiat Jr	Matrícula: 13.1.8040

Disciplina: Fundamentos de Comunicações Curso: Engenharia Elétrica

Prof. Sarah Negreiros de Carvalho Leite

Data: jul. 2017

INTRODUÇÃO

Na aula prática do dia 11/07/2017, foram realizados experimentos sobre filtros passivos passa-baixas. Este tipo de filtro é formado por um resistor e um capacitor ligados em série, para obter-se a análise quanto a passagem de determinadas frequências mede-se os níveis de tensão sobre o capacitor a medida que varia-se a frequência na entrada. A análise e obtenção dos dados foi realizada através do osciloscópio permitindo identificar os valores medidos.

OBJETIVO

Entender o comportamento de um filtro passa-baixas.

Verificar experimentalmente o funcionamento de um filtro passa-baixas de primeira ordem.

MATERIAIS OU INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Gerador de sinais, Osciloscópio Digital de Fósforo, Resistor de $560\ \Omega$, Capacitor de $10\ \text{nF}$, protoboard e cabos de conexão.

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS

A primeira parte do experimento consistiu em montar o circuito na protoboard, ajustar os valores de tensão e frequência no gerador de sinais. A medição foi feita sobre o capacitor, conforme mostrado na Figura I a seguir:

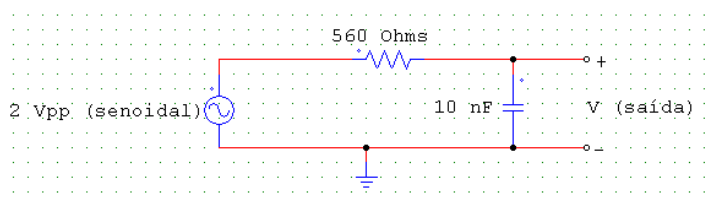


Figura I: Circuito Filtro Passa-Baixas

Após a montagem do circuito iniciou-se o processo de coleta de dados, conforme a Tabela I a seguir, variou-se as frequências conforme estabelecido e anotou-se as tensões na saída.

Tabela I: Quadro para levantamento da amplitude da resposta em frequência do filtro.

F (KHz)	Vs (V)	F (KHz)	Vs (V)	F (KHz)	Vs (V)	F (KHz)	Vs (V)
0,1	2	2	2	30	1,46	400	0,28
0,2	2	3	2	40	1,26	500	0,24
0,3	2	4	2	50	1,06	600	0,22
0,4	2	5	2	60	0,96	700	0,2
0,5	2	6	2	70	0,88	800	0,2
0,6	2	7	2	80	0,74	900	0,2
0,7	2	8	2	90	0,72	1000	0,18
0,8	2	9	2	100	0,66	2000	0,16
0,9	2	10	1,98	200	0,42		
1	2	20	1,72	300	0,32		

Em seguida configurou-se o osciloscópio no modo Y-X, colocando o canal 1 do osciloscópio para medir a tensão de entrada e o canal dois para medir a tensão de saída, conforme apresentado na Figura II, em seguida variou-se os valores de frequência e anotou-se os parâmetros 2a e 2b da figura de Lissajous.

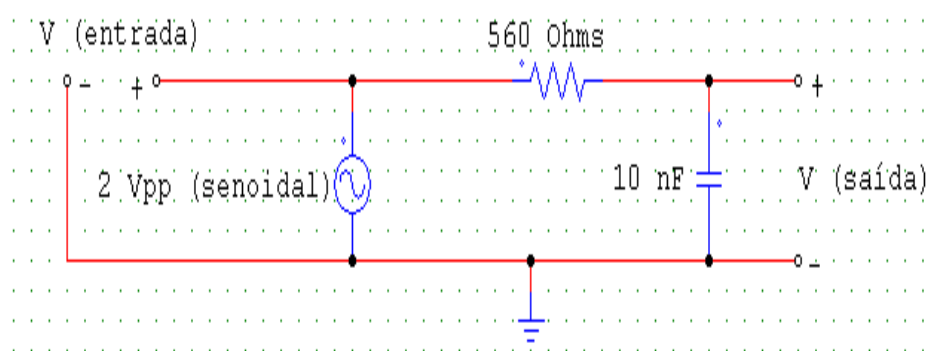


Figura II: Parâmetros 2a e 2b da figura de Lissajous

Os valores obtidos na análise da figura de Lissajous são apresentados na Tabela II, em alguns casos são aproximações ou pela escala de medição do canal 1 e canal 2 (em todas as medições ambas estiveram na mesma escala) e também pelo cursor do osciloscópio, essas aproximações foram necessárias visto que nem sempre era

possível ajustar o cursor nos pontos exatos ou devido a dificuldade em localizar exatamente os pontos através da escala do osciloscópio.

Tabela II: Quadro para o levantamento da Fase das respostas em frequência do filtro.

F (KHz)	2a (V)	2b (V)	F (KHz)	2a (V)	2b (V)	F (KHz)	2a (V)	2b (V)
0,1	0	2	4	0	2	70	0,65	0,72
0,2	0	2	5	0,3	2	80	0,61	0,7
0,3	0	2	6	0,6	1,9	90	0,58	0,61
0,4	0	2	7	0,8	1,9	100	0,52	0,58
0,5	0	2	8	0,9	1,9	200	0,46	0,5
0,6	0	2	9	0,9	1,9	300	0,4	0,45
0,7	0	2	10	1	1,8	400	0,32	0,36
0,8	0	2	20	1	1,6	500	0,24	0,26
0,9	0	2	30	0,9	1,3	600	0,18	0,2
1	0	2	40	0,82	1,1	700	0,1	0,11
2	0	2	50	0,72	0,96	800	0,09	0,1
3	0	2	60	0,68	0,75	900	0,09	0,1

QUESTÕES

1. O Gráfico I a seguir apresenta o módulo do ganho de tensão em função da frequência, como os valores do gráfico vão até o valor de 2 MHz, os pontos nas frequências mais baixas ficaram sobrepostos. Portanto, para uma melhor visualização o Gráfico II apresenta os valores medidos até 100 KHz melhorando a análise do filtro passa-baixas, permitindo-nos de forma mais precisa identificar os pontos onde o filtro começa a atenuar as altas frequências.

Gráfico I: Módulo do ganho de tensão do filtro em função da frequência.

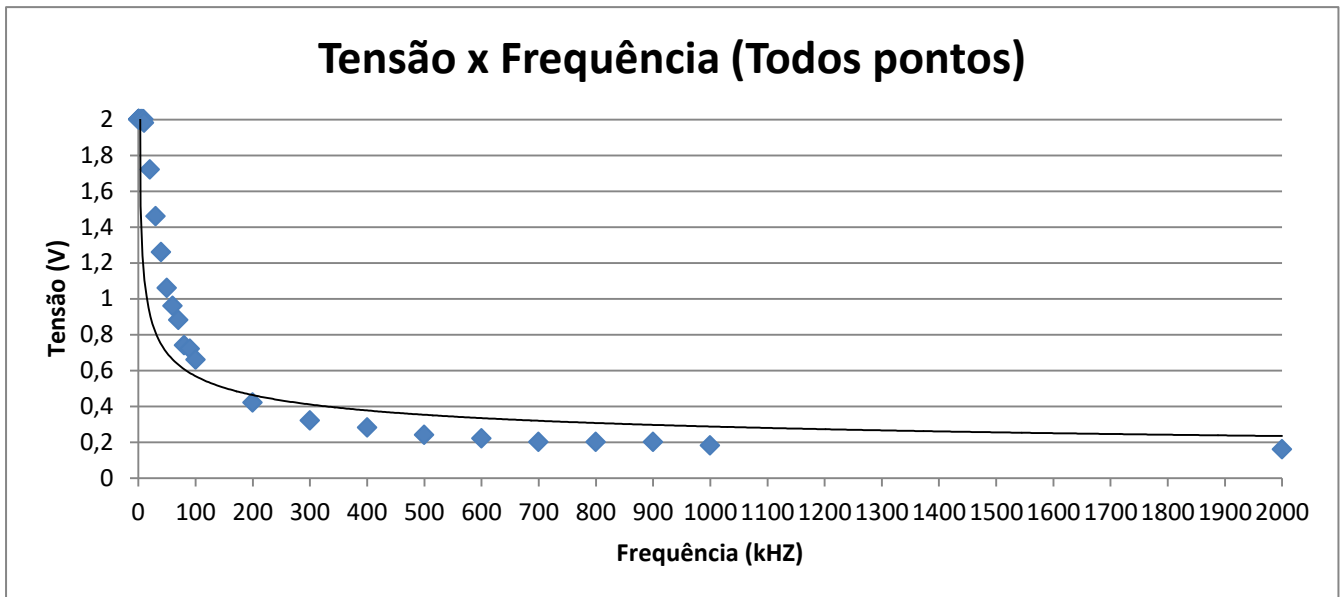
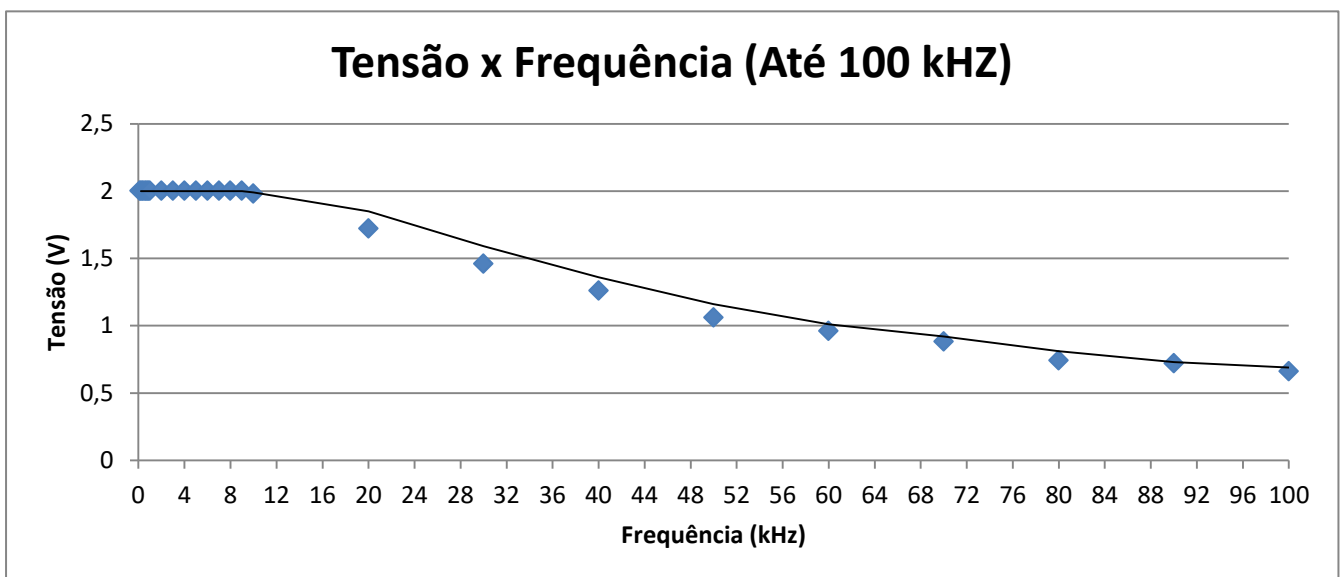


Gráfico II: Módulo do ganho de tensão do filtro em função da frequência até 100 kHz.



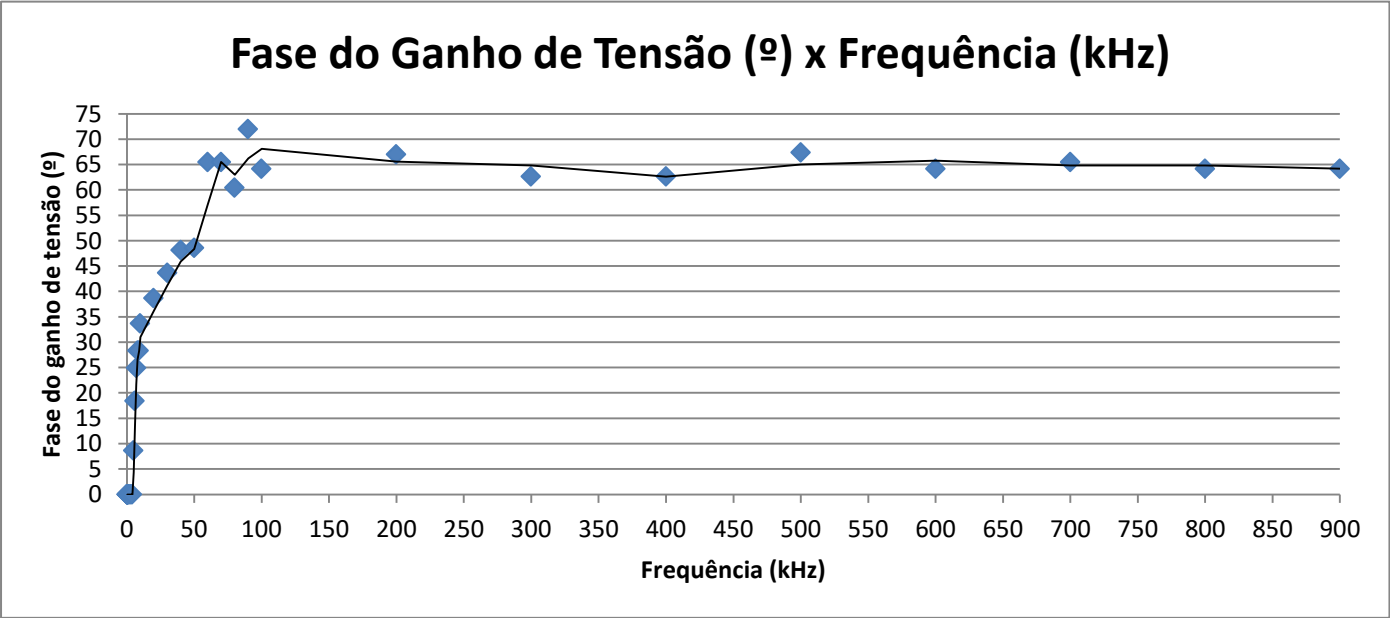
2. Através da equação 2.3 ($\theta = \arcsen(\frac{2a}{2b})$) dada no roteiro prático, calculou-se a fase da resposta em frequência do filtro em graus. A Tabela III apresenta os valores calculados de θ , utilizando a equação dada acima.

Tabela II: Quadro para o levantamento da Fase das respostas em frequência do filtro.

F (KHz)	2a (V)	2b (V)	GRAUS	F (KHz)	2a (V)	2b (V)	GRAUS	F (KHz)	2a (V)	2b (V)	GRAUS
0,1	0	2	0	4	0	2	0	70	0,65	0,72	65,5
0,2	0	2	0	5	0,3	2	8,63	80	0,61	0,7	60,46
0,3	0	2	0	6	0,6	1,9	18,41	90	0,58	0,61	72
0,4	0	2	0	7	0,8	1,9	24,9	100	0,52	0,58	64,16
0,5	0	2	0	8	0,9	1,9	28,3	200	0,46	0,5	67
0,6	0	2	0	9	0,9	1,9	28,3	300	0,4	0,45	62,62
0,7	0	2	0	10	1	1,8	33,71	400	0,32	0,36	62,62
0,8	0	2	0	20	1	1,6	38,7	500	0,24	0,26	67,37
0,9	0	2	0	30	0,9	1,3	43,63	600	0,18	0,2	64,16
1	0	2	0	40	0,82	1,1	48,16	700	0,1	0,11	65,5
2	0	2	0	50	0,72	0,96	48,6	800	0,09	0,1	64,16
3	0	2	0	60	0,68	0,75	65,5	900	0,09	0,1	64,16

3. Com os valores calculados da fase da resposta em frequência do filtro, construiu-se o Gráfico III da fase do ganho de tensão do filtro em função da frequência.

Gráfico III: Fase do ganho de tensão.



4. A frequência de corte de um filtro passa-baixas é dado pela seguinte equação:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi * 560 * 10^{-9}} = 28,42 \text{ KHz}$$

Gráfico IV: Frequência de corte do filtro passa-baixas I.

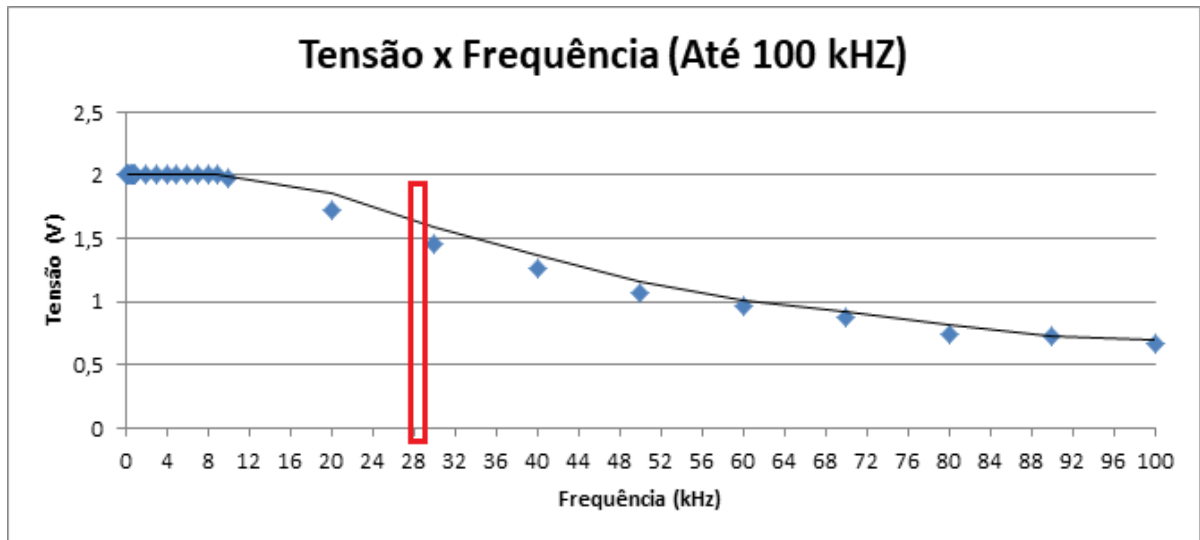
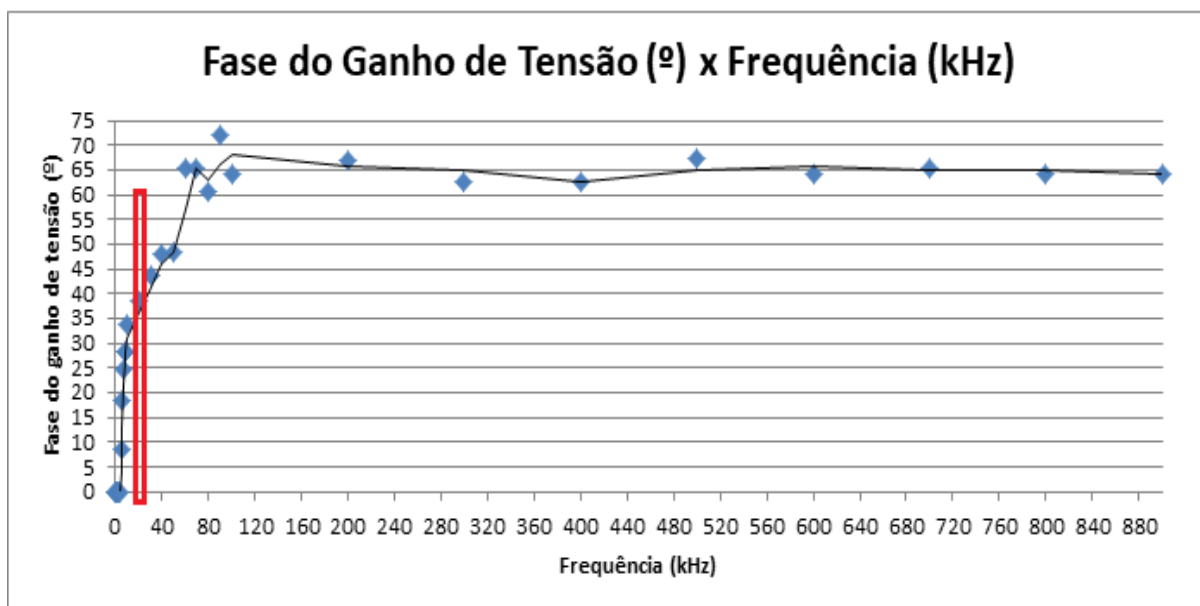


Gráfico V: Frequência de corte do filtro passa-baixas II.



A partir dos gráficos acima é possível perceber que a atenuação das frequências começou a ficar maior justamente logo após a frequência de corte, como o filtro é passivo de primeira ordem a atenuação não é imediata como se espera em um filtro ideal ou em um filtro digital de ordem superior, entretanto, os valores condisseram com o esperado.

5. A partir da Figura 2.1 do roteiro prático foi possível identificar os valores do ganho A_v que delimitariam as faixas de passagem, transição e faixa de atenuação. Para identificar em quais frequências as mudanças de faixas correriam, manipulou-se a seguinte equação: $A_v = \frac{1}{\sqrt{1+(2\pi fRC)^2}}$, i, isolando a frequência. Os valores de A_v foram obtidos através da figura 2.1.

Faixa de passagem $A_v = 0,707 \rightarrow f = \frac{\sqrt{1-A_v^2}}{2\pi RC\sqrt{A_v^2}} = 28,42 \text{ kHz}$, que é a frequência de corte.

Faixa de Transição vai de $A_v = 0,707$ a $A_v = 0,1 \rightarrow f = \frac{\sqrt{1-A_v^2}}{2\pi RC\sqrt{A_v^2}} = 2,842 \text{ MHz}$, e a partir deste valor entra-se na faixa de atenuação. Os gráficos VI(1) e VI(2) a seguir apresentam as faixas de passagem, transição e atenuação. A divisão dos gráficos em duas partes foi escolhida para a melhor visualização das faixas

Gráfico VI(1): Módulo do ganho de tensão do filtro em função da frequência até 100 kHz.

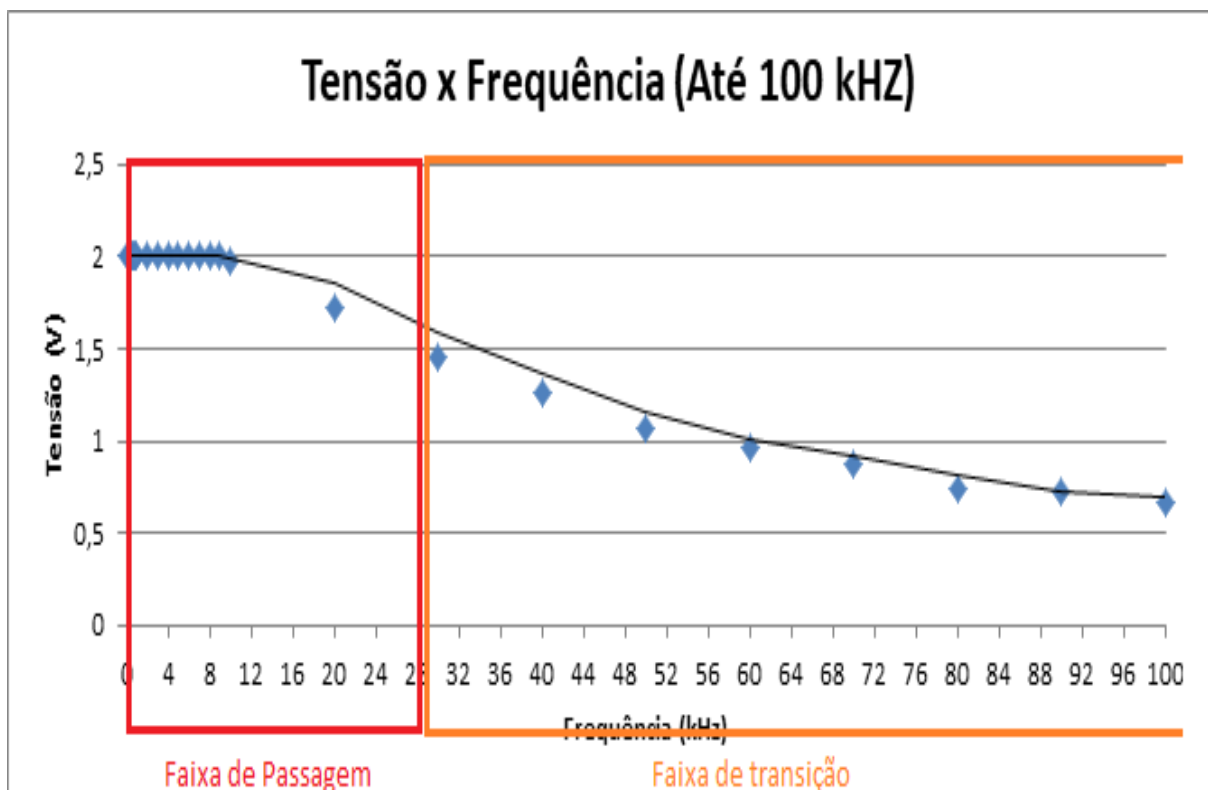
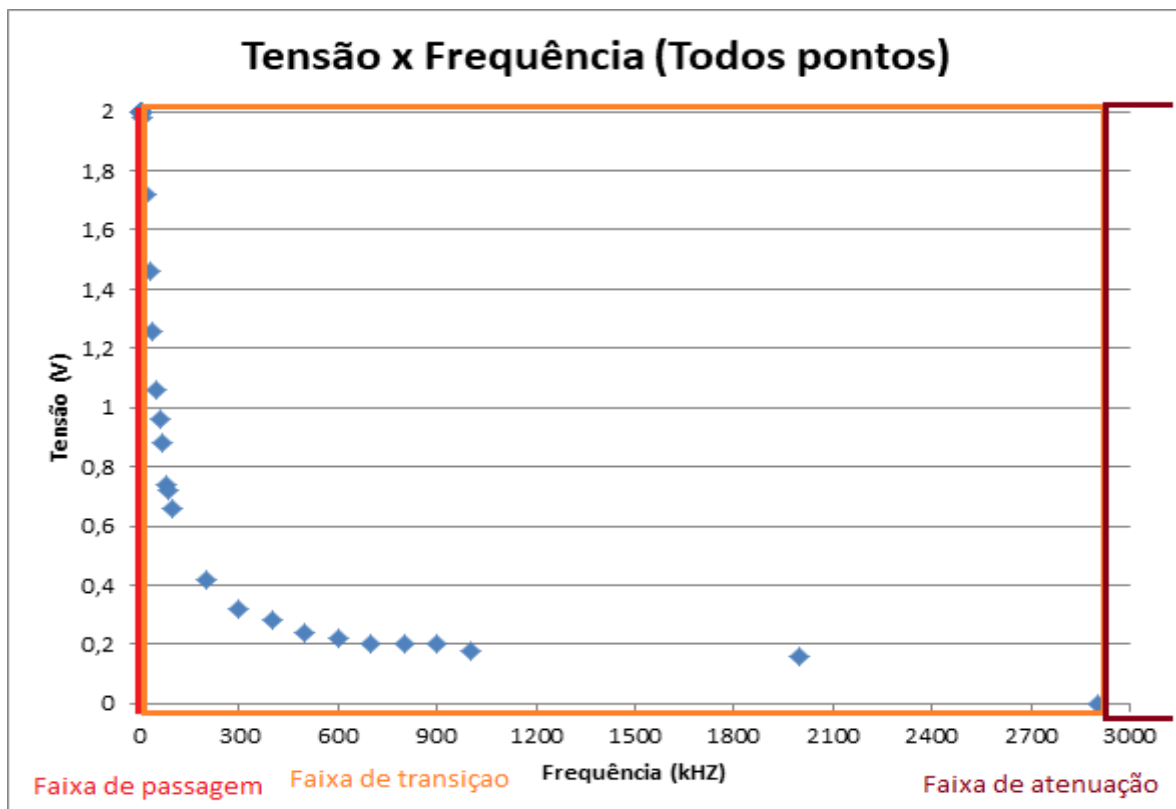


Gráfico VI(2): Módulo do ganho de tensão do filtro em função da frequência.



6. Com o auxílio do software Matlab, foram usados os dados obtidos na tabela 2.1, e plotado o gráfico do módulo do ganho de tensão x frequência.

Gráfico VII(2): Frequência de corte do filtro passa-baixas II (MatLab).

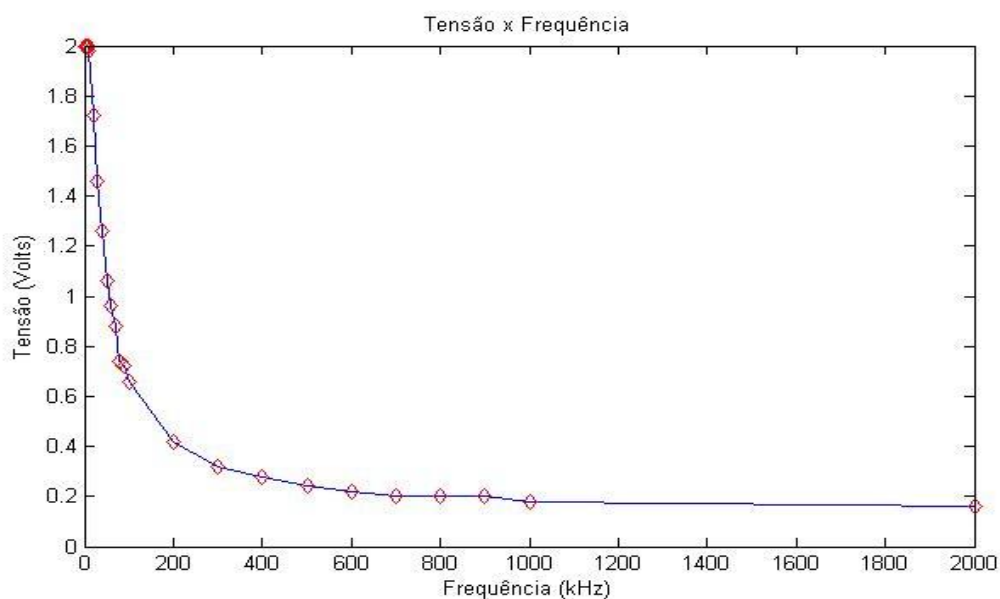
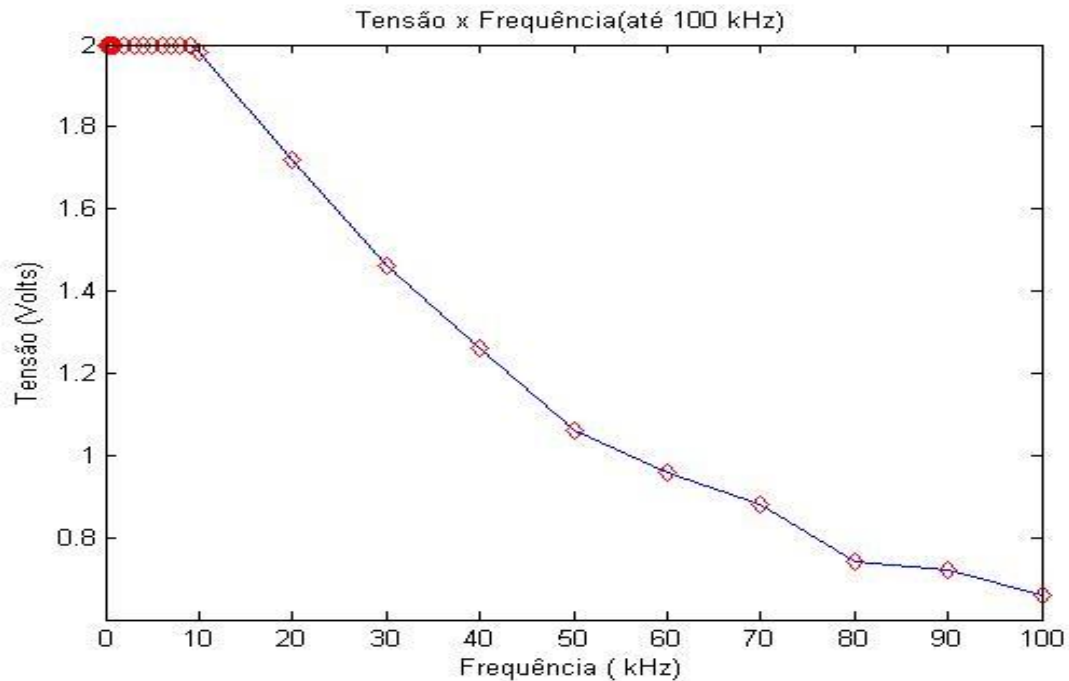


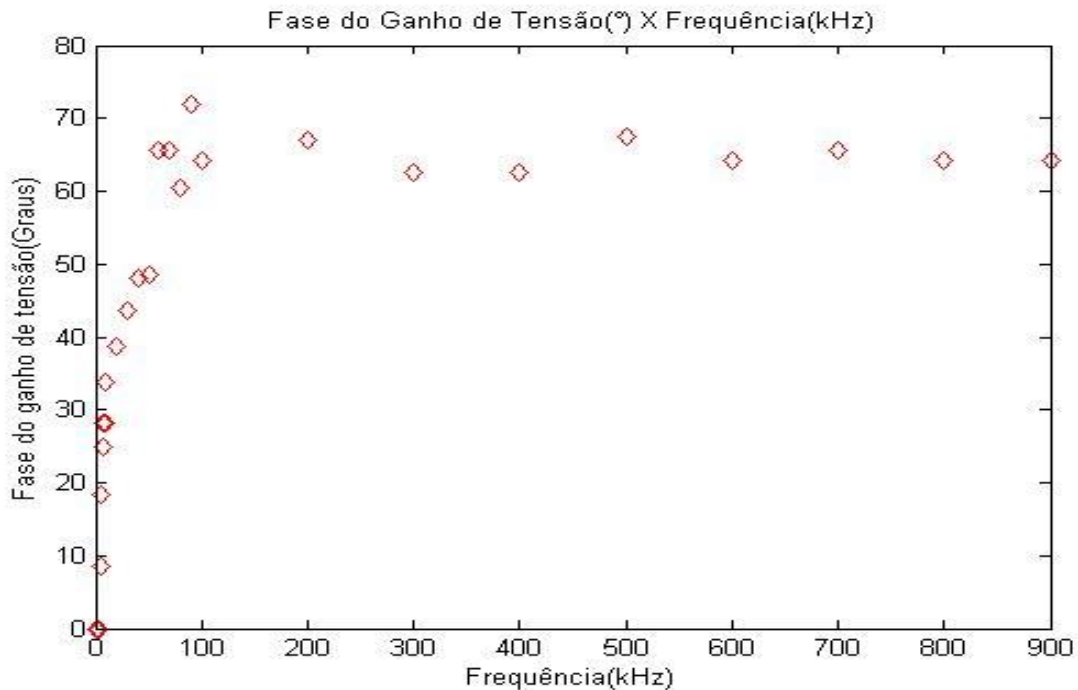
Gráfico VII(2): Módulo do ganho de tensão do filtro em função da frequência (MatLab).



7. Após plotar o gráfico pedido, referente a tabela 2.1 do roteiro, foi possível visualizar o mesmo comportamento em ambos, tanto o primeiro quanto o segundo gráfico (para todos os valores). No segundo gráfico a ser comparado, referente aos valores até a faixa de 100 kHz, foi interessante notar que devido à escala usada ((0.6 a 2 volts)X(0.1 a 100 kHz)) ficou melhor evidenciado o decaimento em tensão causado pelo filtro, o que não quer dizer que sejam diferentes. Assim, os mesmos gráficos foram obtidos em plataformas diferentes.

8. Usando os dados obtidos da prática e calculados no exercício 2 desse roteiro, foi plotado no Matlab o gráfico da fase do ganho de tensão do filtro em função da frequência.

Gráfico VII: Frequência de corte do filtro passa-baixas II (MatLab).



9. Assim como o gráfico da questão 3, este também nos permite observar a atenuação acentuada a partir da frequência de corte, no entanto por não se tratar de um filtro ideal, ela não é imediata. Ambos os gráficos apresentaram o mesmo comportamento, podendo afirmar que a informação transmitida por ele é verídica.

CONCLUSÃO

Após todas as medições, análises, a plotagem dos gráficos e análises tabelas foi possível identificar as propriedades de um filtro passa-baixas, os valores obtidos pelo cálculo teórico condisseram com os valores medidos experimentalmente com os plotados pelo software. Uma das dificuldades encontradas na realização do trabalho prático foi medir os valores obtidos através da Figura de Lissajous, principalmente pela dificuldade em ajustar o cursor do osciloscópio no local correto, o que pode ter gerado algumas alterações talvez não desejadas no experimento. Ao fim desta prática nos sentimos satisfeitos, pois alcançamos todos os objetivos propostos pelo roteiro prático.

REFERÊNCIAS

LATHI. B. P. **Modern Digital and Analog Communications Systems** - 4ª edição.

HAYKIN. S. & MOHER. M. **Introduction to Analog and Digital COmmunications** - 2ª edição.