



F429 2ºsem 2019

Experimento 4 - Relatório

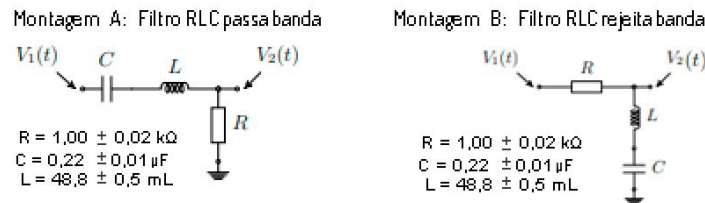
Declaração de Honestidade Acadêmica

Os autores deste relatório declaram conhecer o regulamento da UNICAMP (definido no Regimento Geral da UNICAMP, Título X, artigo 227, parágrafo VII) e da disciplina no que tange o recurso a meios fraudulentos com o propósito de lograr aprovação na disciplina. Em F429, a desonestidade acadêmica é considerada fraude. A desonestidade acadêmica inclui, dentre outros, a cola em provas e exame final, o plágio em relatórios, a falsificação e a fabricação de dados experimentais.

Nome: Daniel Mendes dos Santos	RA:214752	Turma:H
Nome: Gabriel de Freitas Garcia	RA:216179	Turma:H
Nome: Giovana Kerche Bonás	RA:216832	Turma:H
Nome: Kaio Ken - ichi de Carvalho Takuma	RA:219510	Turma:H

1. Transmissão e Fase pela Frequência

Neste experimento investigamos o comportamento (transmitância e fase) de dois filtros RLC, passa banda e rejeita banda, com a frequência e se os resultados experimentais são coerentes com a teoria. Também foi explorada a resposta temporal do circuito RLC quando uma tensão constante é aplicada no circuito e como esta resposta muda com a variação da resistência. No final, foi investigado o comportamento da carga acumulada no capacitor, da corrente que flui pelos elementos e de sua derivada quando ocorre um transiente abrupto na tensão (função degrau). Foi investigado em especial o comportamento em torno do transiente abrupto e para tempos longos. Para atingir esses objetivos, utilizamos duas montagens experimentais, descritas em forma de imagem abaixo.



Figuras 1. Circuitos Passa/Rejeita banda

Na primeira parte, por meio do osciloscópio e do gerador de função, cuja tensão de entrada se encontrava na forma senoidal, começamos realizando a montagem A, por meio do resistor, capacitor, e indutor em questão de $(1,00 \pm 0,02) \text{ k}\Omega$, $(0,22 \pm 0,01) \mu\text{F}$ e $(48,8 \pm 0,5) \text{ mH}$ respectivamente.

Medimos então a tensão de saída em cima do indutor e capacitor, depois em cima do resistor, e fizemos a análise gráfica experimental para o conjuntos de pontos decorrentes da varredura 20 pontos, com as frequências variando de 10Hz a 10KHz por meio do pylab presente no notebook do laboratório, obtendo gráficos de Transmitância X frequência e Fase do sinal x frequência. Os gráficos são mostrados logo abaixo:

Gráfico 1: Filtro Passa Banda

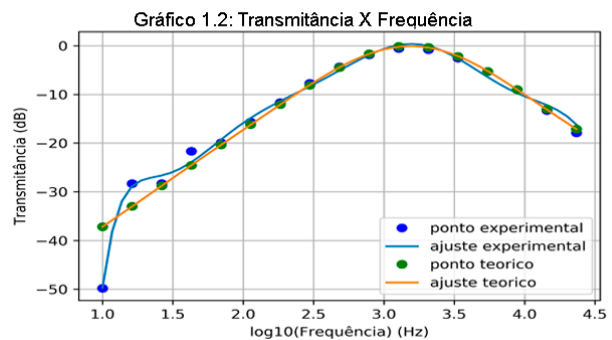
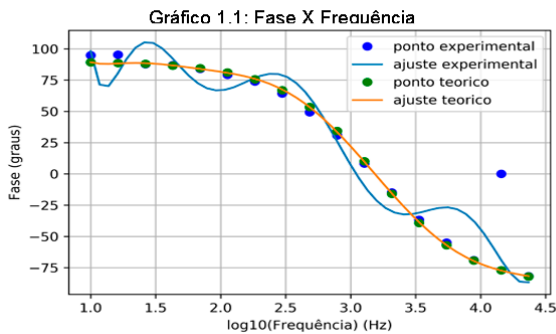
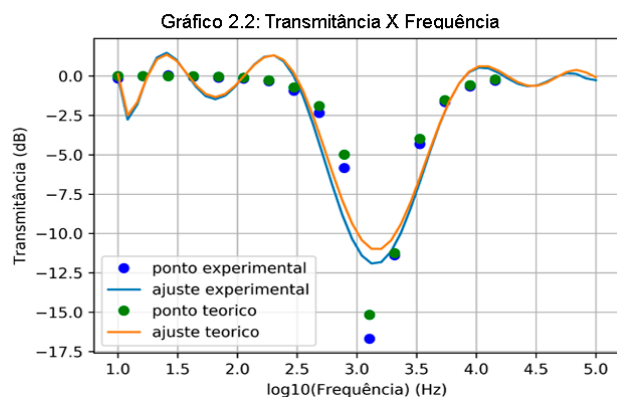
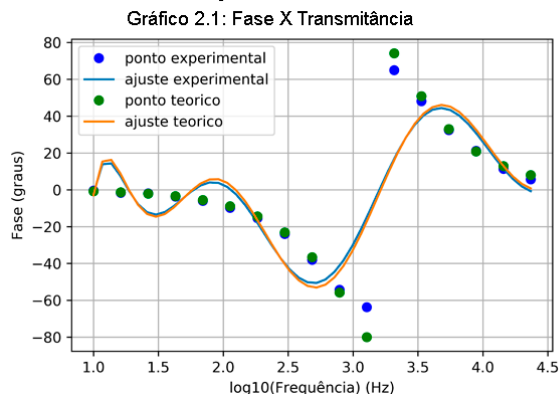


Gráfico 2: Filtro Rejeita Banda



Fórmulas usadas para plotar as curvas teóricas dos gráficos de transmitância:

$$\text{TdB}(\omega) = -10 \log_{10}[1 + f(\omega)^2], \text{ para o filtro passa banda (1)}$$

$$TdB(\omega) = -10 \log_{10} \left[\frac{f(\omega)^2}{1+f(\omega)^2} \right], \text{ para o filtro rejeita banda (2)}$$

Fórmulas usadas para plotar as curvas teóricas dos gráficos da defasagem do sinal de entrada e de saída:

$$\Delta\phi(\omega) = \arctan [f(\omega)], \text{ para o filtro passa banda (1)}$$

$$\Delta\phi(\omega) = \arctan \left[-\frac{1}{f(\omega)} \right], \text{ para o filtro rejeita banda (2)}$$

Como podemos notar nos gráficos acima, o modelo experimental descreve quantitativamente o funcionamento do circuito, pois a curva plotada com os dados experimentais e a curva plotada através das fórmulas acima são coerentes dentro do erro experimental, pois nos últimos três casos estão quase sobrepostas.

Para uma melhor análise sobre o modelo começamos calculando a frequência de ressonância $F_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}} = (1536 \pm 1) \text{ Hz}$ de nossas montagens e a taxa de dissipação $T_d = \frac{R}{2L} = (10250, 1 \pm 0, 1) \text{ mL}$, para isso, analisamos as incertezas experimentais e os valores de componentes que utilizamos.

Incertezas: Incerteza do osciloscópio é dada pela expressão: **3% do módulo da leitura + 10% da tensão de uma divisão + 1 mV**. (Dados referente ao manual do Osciloscópio); Incerteza da taxa de dissipação e da frequência de ressonância:

$$\text{Incerteza da taxa de dissipação: } (\mu_{T_d})^2 = \left(\frac{1}{2L} \right)^2 * (\mu_R)^2 + \left(-\frac{R}{2L^2} \right)^2 * (\mu_L)^2$$

$$\text{Incerteza da frequência de ressonância: } (\mu_{F_r})^2 = \left(-\frac{1}{4\pi\sqrt{C}\sqrt{L^3}} \right)^2 * (\mu_L)^2 + \left(-\frac{1}{4\pi\sqrt{L}\sqrt{C^3}} \right)^2 * (\mu_C)^2$$

Incerteza da resistência: medida com multimetro e Incerteza do capacitor: Tolerância do capacitor o mesmo valendo para o indutor.

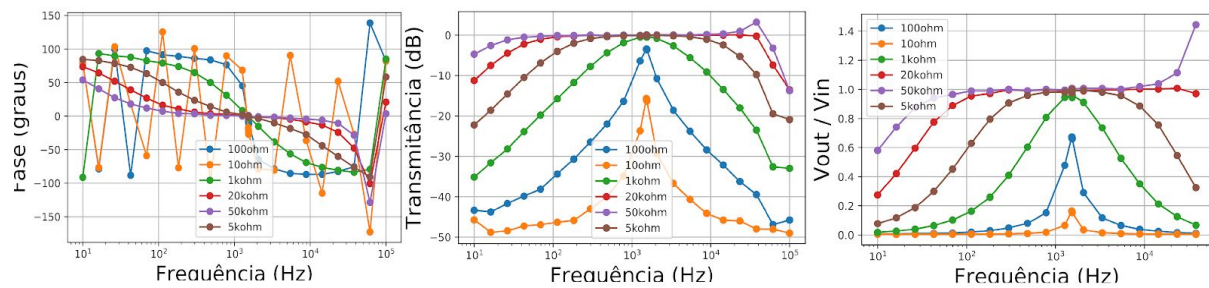
Analisando a varredura de 20 pontos para a montagem A(Passa banda), podemos notar que para frequências consideravelmente menores que a frequência de ressonância $F_r = (1536, 34 \pm XXX) \text{ Hz}$ notamos a tendência do capacitor C de entrar em curto-circuito e o indutor de se tornar circuito aberto. Para frequência $F = F_r$ (frequência de ressonância) observamos que a impedância de L e C têm valores aproximadamente iguais e de sinais opostos, sendo dessa forma a tensão de entrada igual a de saída. Dessa forma analisando a transmitância experimental percebemos que a mesma apresenta no seu centro geométrico da faixa de passagem a F_r (frequência de ressonância), sendo que simetricamente a sua direita e esquerda estão as frequências de corte.

2. Ressonância e taxa de dissipação

Em seguida, com a montagem de circuito A da Figura 1, podemos estabelecer experimentalmente o comportamento de sua frequência de ressonância e da taxa de dissipação para diferentes resistências. Nesse sentido, basta avaliar através de uma varredura sobre o circuito e, para uma maior resolução dos resultados, fazer uma varredura próxima a frequência de ressonância e verificar se a transmissão aumentou. Para tal, utilizou-se dos mesmos equipamentos da parte anterior (0,22 uF / 48,78 mH) e 6 valores de resistência : 10Ω, 1kΩ, 20kΩ, 25Ω, 50Ω, 5kΩ.

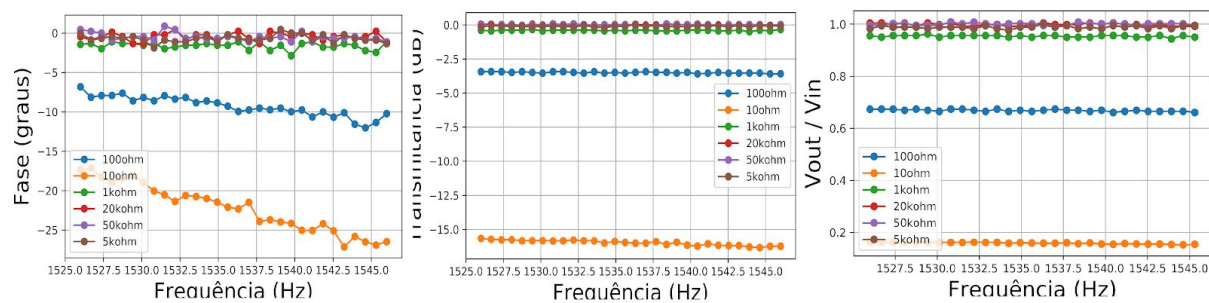
Dadas as especificações, e sob consulta da bibliografia, pode-se calcular a partir da fórmula $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ que a frequência de ressonância para todas as resistências será em torno de $1536 \pm 1 \text{ Hz}$. logo

fez-se uma varredura em que próximo a esse valor fosse evidenciado.



Gráficos 3. Frequência de Ressonância

Acima nos gráficos XXX, pode-se observar que foram obtidos 20 ponto em um longo intervalo de frequências. Neles podemos perceber que já um aumento de tensão e da transmitância quando aproxima-se da tensão de ressonância teórica. Para uma melhor verificação fez-se uma varredura próxima a frequência de ressonância foram capturados 30 pontos no intervalo de 1526 Hz à 1546 Hz:



Gráficos 4. Frequência de ressonância 2

Como constatado a transmitância sobre os pontos próximos à frequência de ressonância teórica irá ser mínima, provando que o circuito está a apresentar uma baixa impedância nessa frequência, tal que, as reatâncias irão se anular. É possível também observar que para as resistências mais altas o valor da transmitância será nulo, isso demonstra que próximos a frequência de ressonância grandes resistências superelevação a dissipação associada. Inversamente a isso, com resistências baixas obtiveram transmitâncias mais distantes de 0.

Nesse sentido, deve-se verificar se as frequências esse comportamento experimental condiz com a proposição teórica. Para isso, pega-se valores experimentais e os compara com os valores teóricos. Logo deve-se calcular os valores teóricos para a $f_0 = 1536 \pm 1$ Hz a partir das fórmulas:

$$\gamma = \frac{R}{2L} \text{ e } f = \sqrt{f_0^2 - [\gamma \div (2\pi)]^2}, \text{ bem como suas incerteza: } U\gamma = \frac{R}{2L}$$

$$U\gamma = \sqrt{((1/2L) * U_r)^2 + (((R/2L^2) * U_L)^2} \text{ e}$$

$$Uf = \sqrt{((f_0/\sqrt{f_0^2 - [\gamma \div (2\pi)]^2}) * U_{f_0})^2 + (((\gamma/2\pi)/\sqrt{f_0^2 - [\gamma \div (2\pi)]^2}) * U\gamma)^2}$$

Resistência	10Ω	1kΩ	20kΩ	100Ω	50kΩ	5kΩ
Dissipação	(10,2 ± 0,5) *10 Ω/H	(10,2 ± 0,5) *10 ⁴ Ω/H	(20 ± 1) *10 ⁴ Ω/H	(10,2 ± 0,5) *10 ² Ω/H	(5,1 ± 3) *10 ⁵ Ω/H	(5,1 ± 3) *10 ⁴ Ω/H
Freq. de Oscilação	(1535,9133 ± 0,0007)Hz	Dissipação excedente	Dissipação excedente	(1527,3124 ± 0,0007)Hz	Dissipação excedente	Dissipação excedente

Acima, como observado as dissipações para grandes resistências serão extremamente altas tal que não possuem raiz real, culminando em uma inexistência de uma frequência de oscilação para essas resistências de alta dissipação. Dessa maneira, prova-se que o gráfico das varreduras se faz coerente com a abordagem teórica.

3. Circuitos de carga, corrente e derivada da corrente

Subsequentemente, na parte 4, é proposto a montagem de 3 circuitos que tem por objetivo calcular no circuito: a corrente total, a derivada da corrente total e a carga acumulada sobre o capacitor. Portanto, com um capacitor de 1nF, um indutor de 48,78 mH, uma frequência de 100Hz e 1 resistência de 1kΩ, as operações algébricas na tensão sobre cada componente obtém-se os seguintes circuitos:

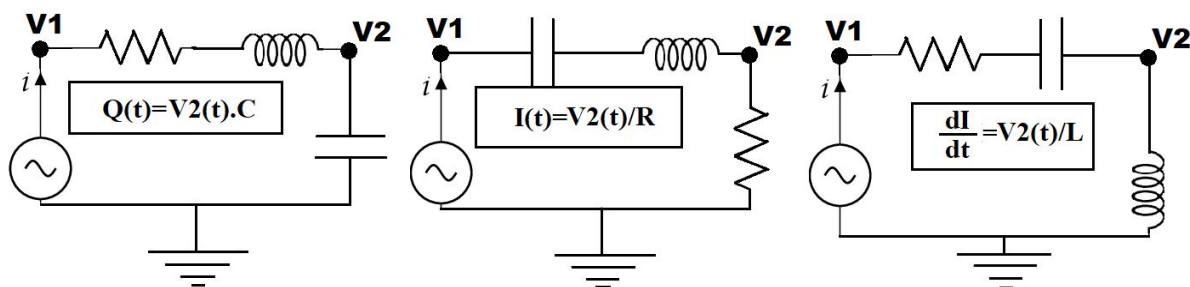
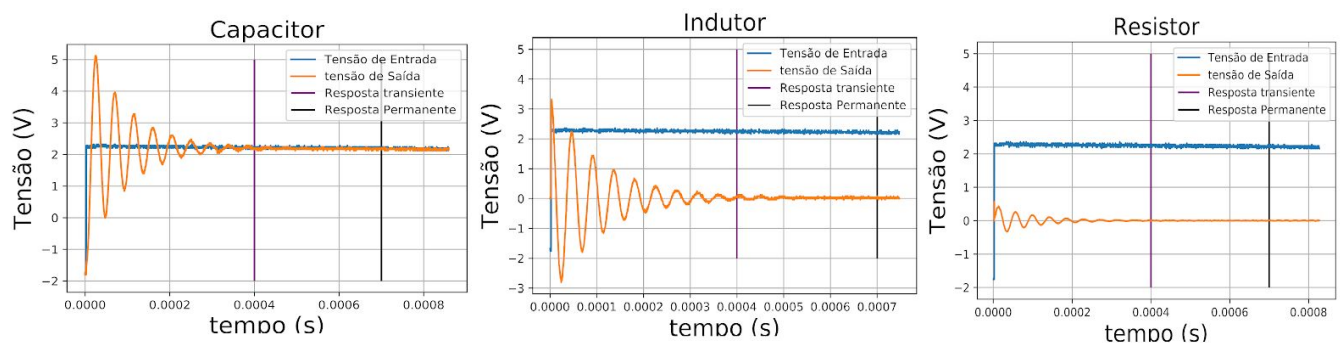


Figura 2 . Circuitos Medidas

Aqui pode-se observar que a disposição dos demais componentes fora de análise não interferem no resultado final. Além disso, pode-se concretamente observar que para a obtenção dos valores requeridos (carga no capacitor, corrente total e a derivada da corrente no tempo) basta operar linearmente uma parcela do outro lado da igualdade das tensões sobre o componente. Nessa perspectiva, as formas dessas propriedades, são equivalentes às saídas de tensão:



Gráficos 4. Capturas capacitor, indutor e resistor

Acima, para cada um dos circuitos, pode-se observar experimentalmente que próximo às regiões de perturbação a tensão sofrerá um comportamento subamortecido nos três, tal que, tem um comportamento senoidal atenuado no decorrer do tempo. Nesse sentido, pode-se observar que para longos tempos (representado pela reta roxa) em todos os gráficos a tensão vai para 0V, ou seja, todas as propriedades serão anuladas.