# Prática 6 Circuitos RLC Fenômeno de ressonância

Link:

<https://www.youtube.com/watch?v=rRHHsD3imcs&list=PLUBJcDbEzBnx9lFjTfV2U3fw71M_Hgv3A&index=12>]

Vídeo do Prof. Luiz Antônio de Oliveira Nunes sobre ressonância num circuito *RLC* no site *Oficiência*

O fenômeno de ressonância pode ocorrer em qualquer sistema oscilante. O fenômeno pode ser benéfico, como por exemplo na acústica (instrumentos musicais), na eletricidade (circuitos ressonantes) e na medicina (tomografia por ressonância magnética). Mais as ressonâncias também podem ser catastróficas como por exemplo nas estruturas mecânicas (pontes, pistas de dança, arquibancadas, etc.).

No Laboratório de Física 2 foi utilizada uma montagem experimental para analisar o comportamento da amplitude de oscilação de um oscilador massa-mola amortecido e forçado em função da frequência da excitação externa. O oscilador massa-mola é montado verticalmente e a massa é colocada para oscilar dentro de uma proveta com água. Nesse sistema mecânico, quando o bloco oscila de um lado para outro, a energia está sendo constantemente transformada de energia potencial para energia cinética, e vice-versa. Se mede a amplitude de oscilaçã em função da freqüência da força externa (ou seja a freqüência de rotação do disco ligado a um motor, ω) com a massa imersa na água. Se observa que a amplitude de oscilação atinge um máximo quando a condição de ressonância *ω ≈ ω0* é atingida, onde ω0 é a *frequência natural de oscilação* do sistema massa-mola. Este fenômeno é chamado de ***ressonância***. Nesta condição, a força externa dependente do tempo consegue transmitir grandes quantidades de energia para o objeto que está oscilando, levando este a oscilar com grande amplitude. Mais informações relacionados a esta prática podem ser encontrados no vídeo do Prof. Luiz Antônio de Oliveira Nunes sobre ressonância no sistema massa-mola. Link:

[www.youtube.com/watch?v=1hQ91t0lvSM&list=PLUBJcDbEzBnx3KD0git03gnxm3OqzGyh7&index=14](http://www.youtube.com/watch?v=1hQ91t0lvSM&list=PLUBJcDbEzBnx3KD0git03gnxm3OqzGyh7&index=14)

O fenômeno de ressonância também se manifesta em circuitos elétricos. O comportamento de um circuito constituído por um capacitor, um inductor e uma resistência é semelhante ao do sistema massa-mola. Como explicado no vídeo do Prof. Luiz Antônio de Oliveira Nunes, as equações que governam o circuito *RLC* são completamente análogas às que governam osciladores mecânicos (sistema massa-mola) quando há atrito viscoso. Podemos fazer uma analogia entre circuitos elétricos e sistemas mecânicos: a resistência (*R*) com a constante de amortecimento (*b*) do oscilador mecânico amortecido, o deslocamento (*x*) com a carga elétrica (*q*), a velocidade, (*v* = d*x*/dt) com a corrente (*I* = d*q*/dt), a massa (*m*) com a indutância (*L*) e a constante elástica da mola (*k*) com o inverso da capacitância (1/*C*). Da mesma forma como ocorre no oscilador mecânico, quando a ***condição de ressonância*** ω ≈ ω0 ésatisfeita, o circuito RLC entra em ressonância, a corrente no circuito aumenta e atinge seu valor máximo.

**Primeira parte: Circuito ressonante**

Montamos um circuito *RLC* com os componentes em série, ligado a uma fonte de tensão senoidal. Medimos a tensão no resistor (*V*R) e na fonte (*V*0) em função da frequência da fonte senoidal. Com a medida da tensão no resistor estamos monitorando a corrente que circula no circuito (*I* = *V*R/*R*). Precisamos medir também a tensão na saída na fonte porque ela pode não ser constante em todo o intervalo de frequências analisadas.

Mais informações relacionados a esta prática podem ser encontrados no capítulo 13 da antiga apostila da disciplina, em [www.lef.ifsc.usp.br](http://www.lef.ifsc.usp.br)

|  |
| --- |
| Circuito **RLC** conectado a um gerador de tensão alternada que está em paralelo a um resistor. |
|   |

**Medidas**

Circuito *RLC* com um capacitor *C* = 0.105 μF, um indutor de *L* = 44mH e com uma resistência *R* = 99.4 Ω. A medida é repetida com um resistor *R* = 225 Ω.

**Resultados**

Tensão no resistor (*V*R) e na fonte (*V*0) em função da frequência da fonte senoidal (*f*)

Resultados para o circuito *RLC* com *R* = 99.4 Ω

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *f* (Hz) | *V*R (volts) | *V*0 (volts) | VR/V0 |
| 1500 | 1.01 | 6.81 |  |
| 1647 | 1.29 | 6.72 |  |
| 1886 | 2.03 | 6.43 |  |
| 1764 | 1.60 | 6.61 |  |
| 1947 | 2.30 | 6.28 |  |
| 2156 | 3.46 | 5.40 |  |
| 2300 | 3.99 | 4.82 |  |
| 2560 | 3.18 | 5.73 |  |
| 2712 | 2.51 | 6.24 |  |
| 2895 | 1.94 | 6.60 |  |
| 2965 | 1.78 | 6.70 |  |
| 3033 | 1.64 | 6.76 |  |
| 3436 | 1.09 | 7.02 |  |
| 3989 | 0.71 | 7.24 |  |
| 4313 | 0.57 | 7.30 |  |
| 4621 | 0.47 | 7.45 |  |

Resultados para o circuito *RLC* com *R* = 225 Ω

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *f* (Hz) | *V*R (volts) | *V*0 (volts) | VR/V0 |
| 1138 | 1.44 | 6.86 |  |
| 1410 | 2.07 | 6.79 |  |
| 1669 | 2.94 | 6.62 |  |
| 1850 | 3.72 | 6.41 |  |
| 1960 | 4.26 | 6.23 |  |
| 2055 | 4.69 | 6.06 |  |
| 2470 | 5.14 | 5.89 |  |
| 2155 | 5.07 | 5.90 |  |
| 2410 | 5.26 | 5.83 |  |
| 2789 | 4.11 | 6.37 |  |
| 3171 | 3.04 | 6.77 |  |
| 3217 | 2.93 | 6.80 |  |
| 3464 | 2.48 | 6.95 |  |
| 3729 | 2.11 | 7.08 |  |
| 4000 | 1.82 | 7.20 |  |

**Análise dos resultados**

1. Complete as tabelas. Faça um gráfico de VR/V0 vs *f*. Do máximo das curvas determine a freqüência de ressonância do circuito *RLC* (*f*0 em Hz) e sua frequência angular (ω0 = 2π*f*0).
2. Para um oscilador massa-mola, a frequência angular de ressonância *ω* está relacionada com a constante de força da mola *k* e a massa do corpo,



Use a analogia eletromecânica mencionada anteriormente (entre *m* e a indutância (*L*) e entre *k* e a capacitância) e mostre que a frequência de ressonância de um circuito *RLC* é

 $ω\_{0}= \frac{1}{\sqrt{LC}}$

1. Compare a freqüência de ressonância do circuito *RLC* determinada no item (a) com o valor teórico obtido com os valores de *L* e *C* deste circuito (f0 = ω0/2π, onde $ω\_{0}= \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ). Comente o resultado.
2. O que acontece com a largura da curva de ressonância quando muda o valor da resistência no circuito?

**Segunda Parte: circuito *RLC* em ressonância**

Montamos um circuito RLC na condição de ressonância, ou seja com a fonte senoidal na frequência *f0*, e medimos a tensão em todos os componentes.

**Medidas**

Circuito *RLC* com um capacitor *C* = 0.105 μF, um indutor de *L* = 44 mH e com uma resistência *R* = 225 Ω. Freqüência do gerador *f*0 = 2340 Hz (ou seja, ω0 = 2π*f*0 = 1.47×104 s-1).

**Resultados**

*V*0 = 5.77 volts, *V*R = 5.3 volts, *V*L = 9.59 volts, *V*C = 14.4 volts.

**Análise dos resultados**

A corrente no circuito *RLC* é dada por *I*(*t*) = *I*0 cos(ω⋅*t* - ϕ), onde

$$I\_{o}=\frac{V\_{o}}{\sqrt{R^{2}+\left(\frac{1}{ωC}-Lω\right)^{2}}}$$

Quando a frequência da fonte é igual a ω0 (ou seja,ω = ω0), então ω⋅*L* = 1/(ω⋅C), a corrente tem máxima amplitude. Verifiquemos este resultado no circuito proposto.

1. Determine a corrente que circula no circuito: *I* = VR/R
2. Calcule o valor de [ω⋅*L* - 1/(ω⋅*C*)]. Compare com o valor esperado teoricamente na condição de ressonância. Comente o resultado.

**Verifique seus resultados** (a) 23.6 mA, (b) ~ 1 Ω.