

Experiências:

8 - Redes de Primeira Ordem

9 - Redes de Segunda Ordem

Ariana Serrano
Roberto Onmori

MEDIDA DA CONSTANTE DE TEMPO E TEMPO DE SUBIDA EM REDES DE PRIMEIRA ORDEM RC e RL

Objetivos:

- Analisar Circuitos de 1ª ordem, *RC e RL, com resposta natural*;
- Medir a constante de tempo e o tempo de subida (ou de descida) em circuitos RC;
- Relação entre tempo de subida e frequência de corte dos circuitos de 1ª ordem;



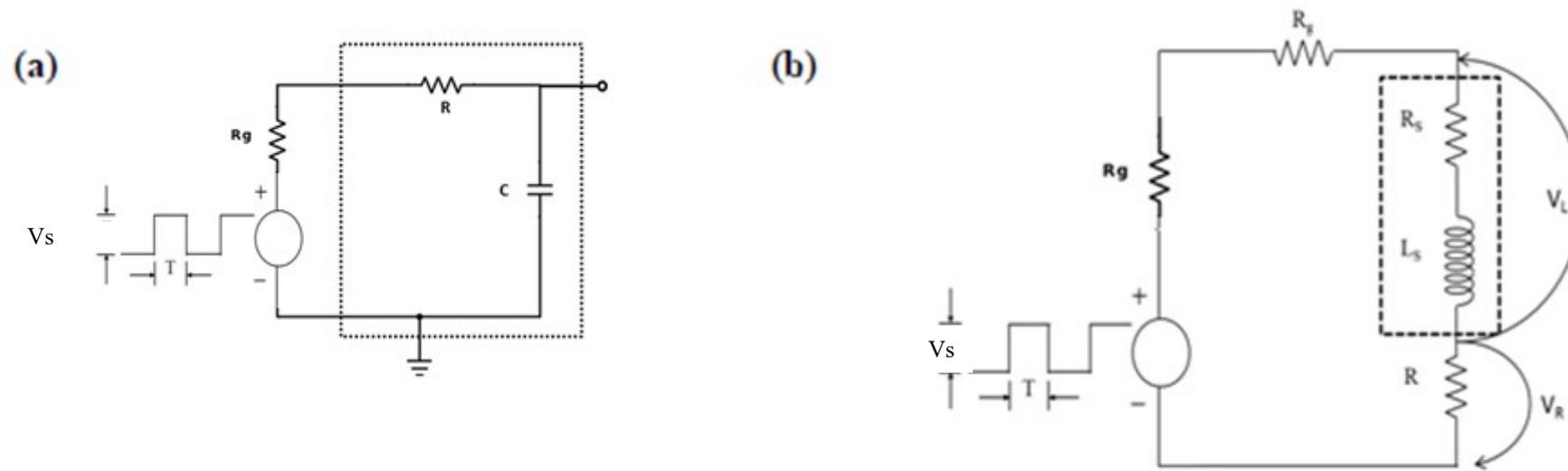


Fig.1. Circuitos RC (a) e RL (b) de 1ª ordem.

$$\frac{dv_c(t)}{dt} + \frac{1}{RC} v_c(t) = 0 \text{ ou } V_s$$

$$\frac{di_L(t)}{dt} + \frac{R}{L} i_L(t) = 0 \text{ ou } V_s$$

A solução geral para as equações diferenciais lineares de 1ª ordem será do tipo:

$$x(t) = A e^{-\frac{t}{\tau}}$$

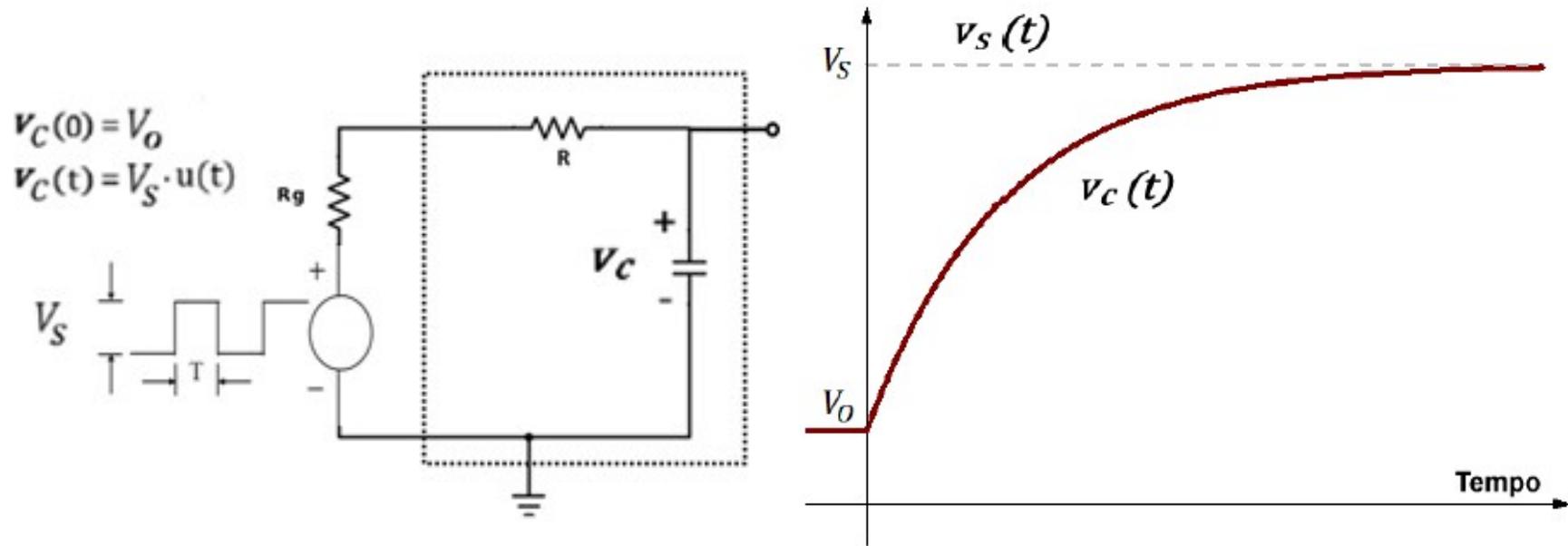


Fig.5. Solução forçada (degrau) do circuito RC.

Assim, e a solução para o capacitor da será:

$$v_C(t) = V_S + (V_0 - V_S)e^{-t/\tau}$$

onde $\tau = RC$.

A tensão final $v_C(t)$ tende ao valor de V_S

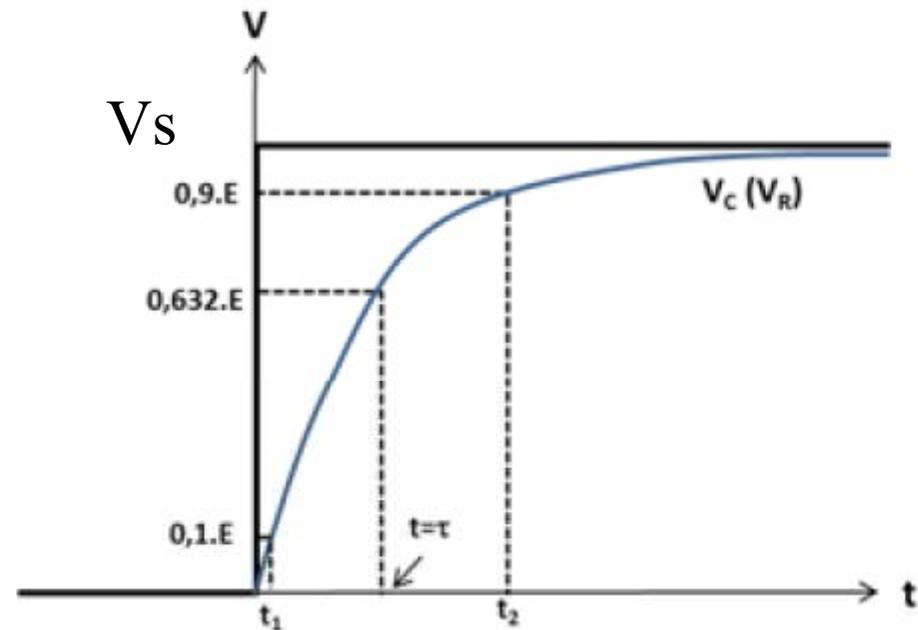


Fig.6. Determinação do tempo de resposta τ do circuito RC.

Nestes circuitos, a tensão de saída no instante $t = \tau$ é igual a **0,632** vezes o estado final V_S

Tempo de subida (t_r)

-encontra-se entre **10%** (t_1) e **90%** (t_2) do valor final

$$t_r = t_2 - t_1$$

Sabe-se que nos circuitos RC a frequência de corte para a resposta de estado estacionário acontece e em:

$$f_c = 1 / (2\pi R.C)$$

Assim, o produto $f_c t_r$ será igual a:

$$f_c * t_r = \ln(9) / 2\pi$$



Aplicação de um circuito RC – Oscilador de onda quadrada

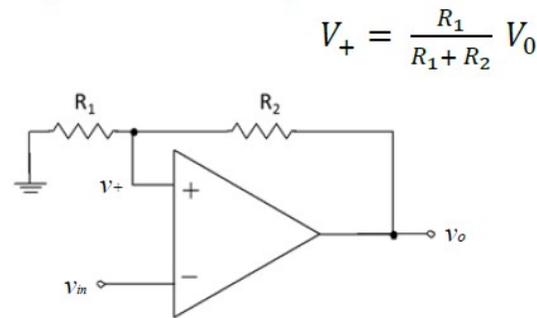


Fig.9. Circuito de um amplificador na configuração "comparador".

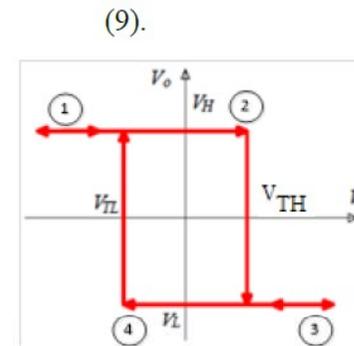


Fig.10. Curva de histerese do "comparador".

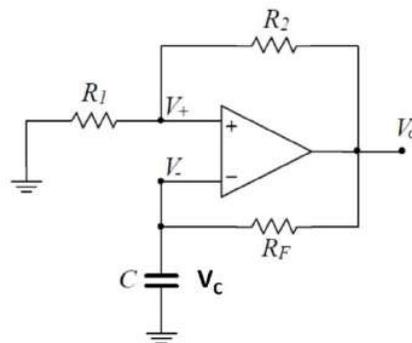


Fig.11. Oscilador com amplificador operacional.

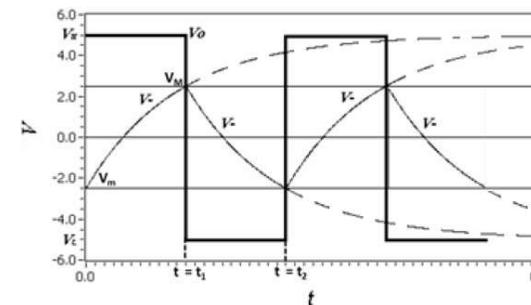


Fig.12. Gráfico da tensão sobre o capacitor ($v_c(t)$) e da saída do oscilador ($v_o(t)$).

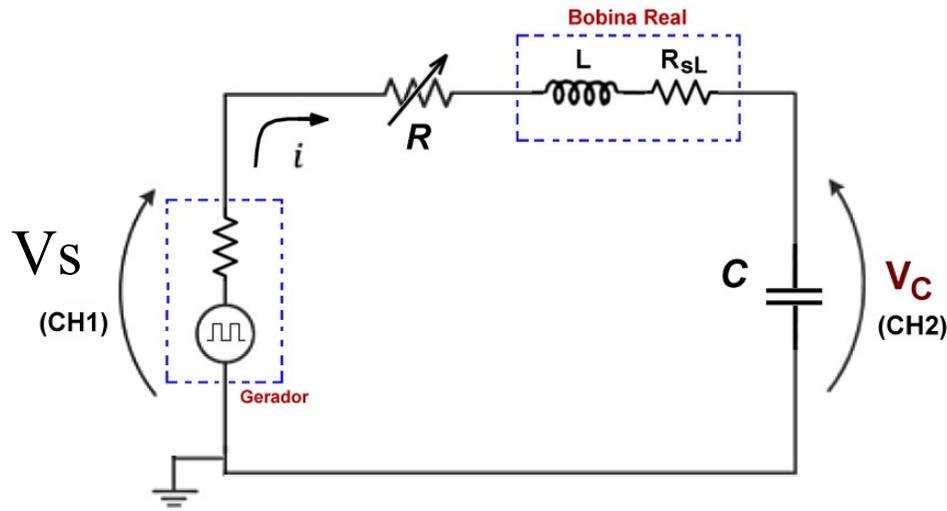
$$T = 2 \cdot t_1 = 2R_F C \cdot \ln \left(1 + 2 \frac{R_1}{R_2} \right)$$

REDES DE SEGUNDA ORDEM RLC

Objetivos:

- Estudar a resposta transitória e permanente de *circuitos RLC* ;
- Determinar fator de amortecimento, frequência amortecida e frequência de ressonância no circuito RLC;
-
- Medir a constante de tempo e o tempo de subida (ou de descida) em circuitos RC;
- Relação entre tempo de subida e frequência de corte dos circuitos de 1ª ordem;





Circuito RLC série com excitação a um degrau.

Aplicando-se a 2ª Lei de Kirchhoff ao circuito

$$V_s = Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + v_c(t) \qquad \frac{di(t)}{dt} = C \frac{d^2 v_c(t)}{dt^2}$$

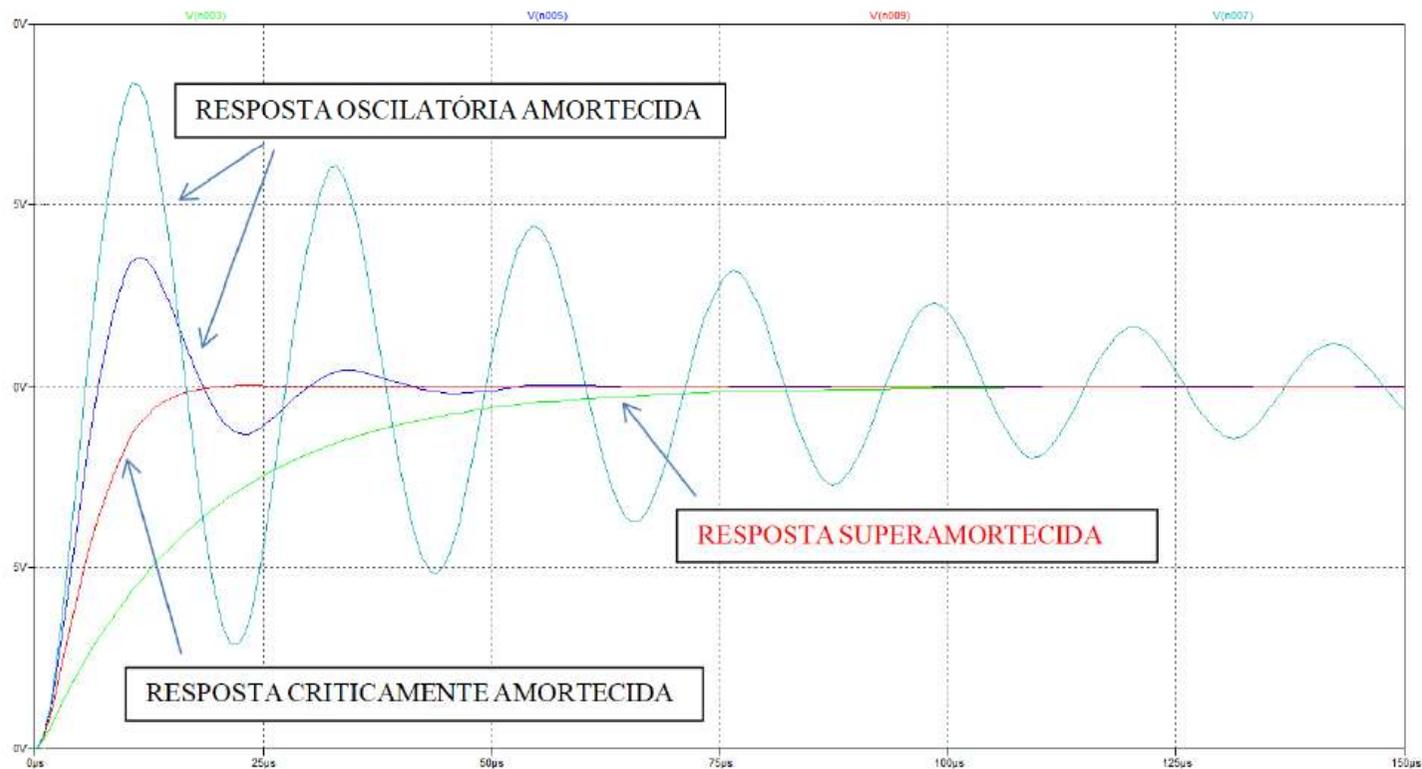
$$\frac{d^2 v_c(t)}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dv_c(t)}{dt} + \frac{1}{LC} (v_c(t) - V_s) = 0$$

As três possíveis soluções para $v_c(t)$ serão:

$$v_c(t) = V_s + A'_1 e^{s_1 t} + A'_2 e^{s_2 t} \quad (\text{resposta superamortecida}), \quad ($$

$$v_c(t) = V_s + B'_1 e^{-\alpha t} \cos(\omega_d t + \theta) \quad (\text{resposta subamortecida}), \quad ($$

$$v_c(t) = V_s + D'_1 t e^{-\alpha t} + D'_2 e^{-\alpha t} \quad (\text{resposta criticamente amortecida}). \quad ($$



Determinação do Fator de Amortecimento α

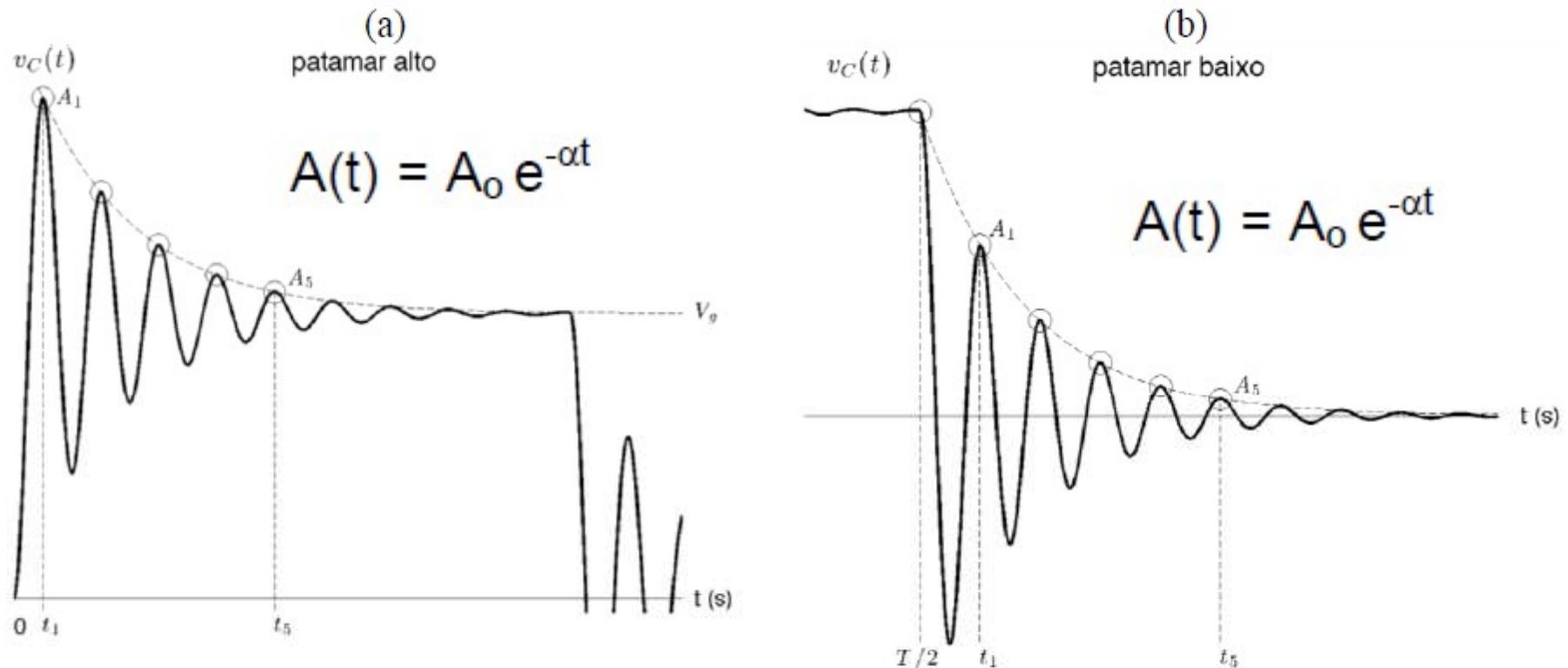


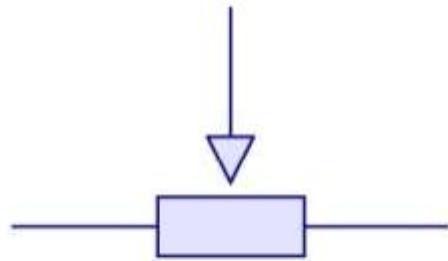
Fig.7. Medida do fator de amortecimento α e da frequência angular ω_d do circuito RLC série no patamar (a) alto ou (b) baixo para onda quadrada de período T , amplitude 10 Vpp e offset de 5 V.

Obtenção A_0 de a : dividir $A(t_5)$ por $A(t_1)$

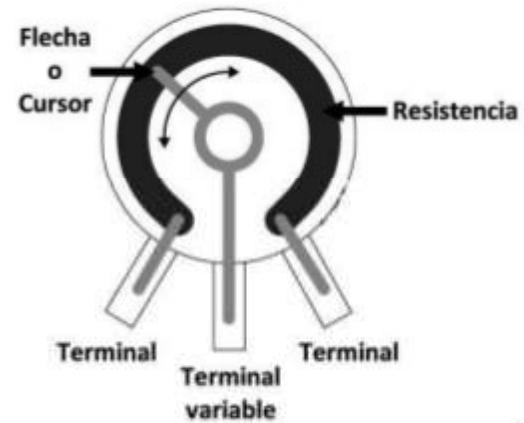
$$A(t_5) / A(t_1) = A_0 e^{(-\alpha t_5)} / A_0 e^{(-\alpha t_1)}$$

Potenciômetro

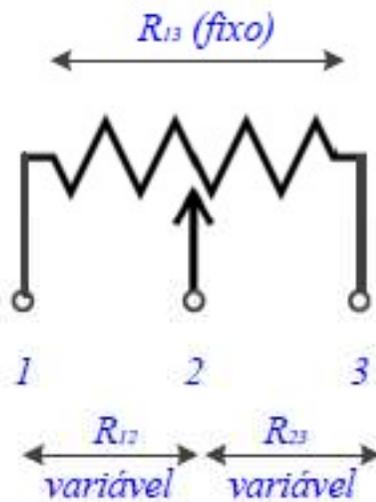
SÍMBOLO



ESQUEMA



Potenciômetro



$$R_{13} = R_{12} + R_{23}$$

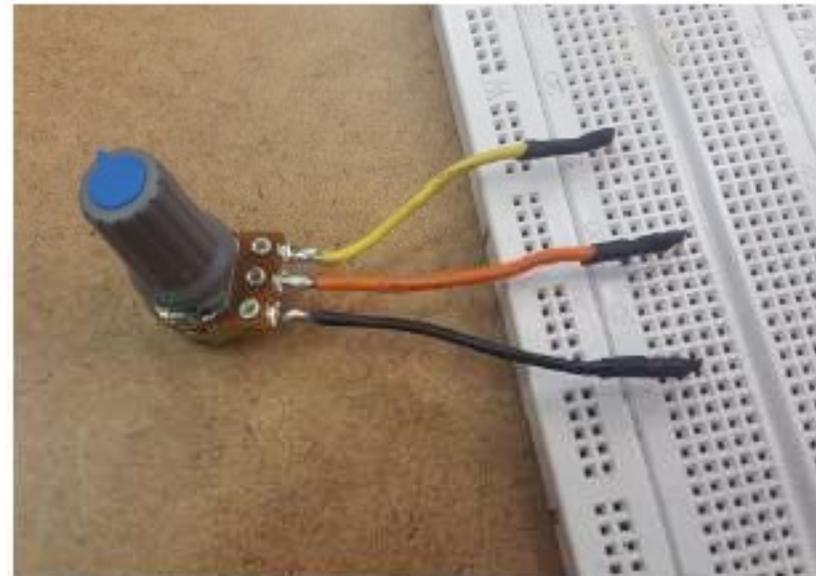
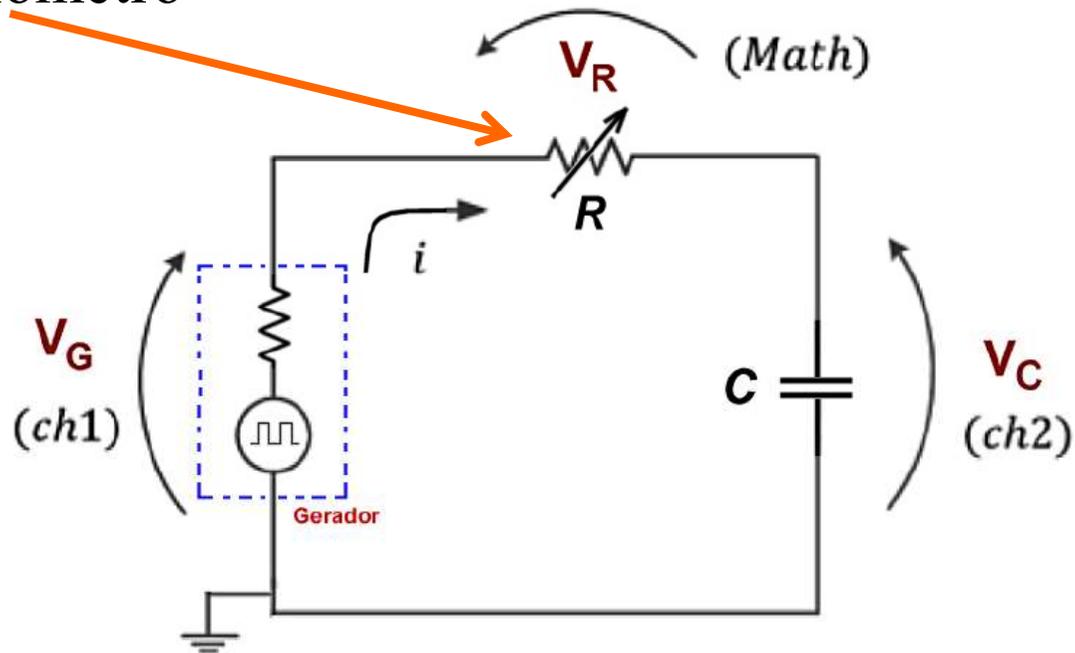


Fig.2 – Simbologia e imagem do potenciômetro de 10 k Ω adaptado para o experimento.

Circuito : Primeira Ordem

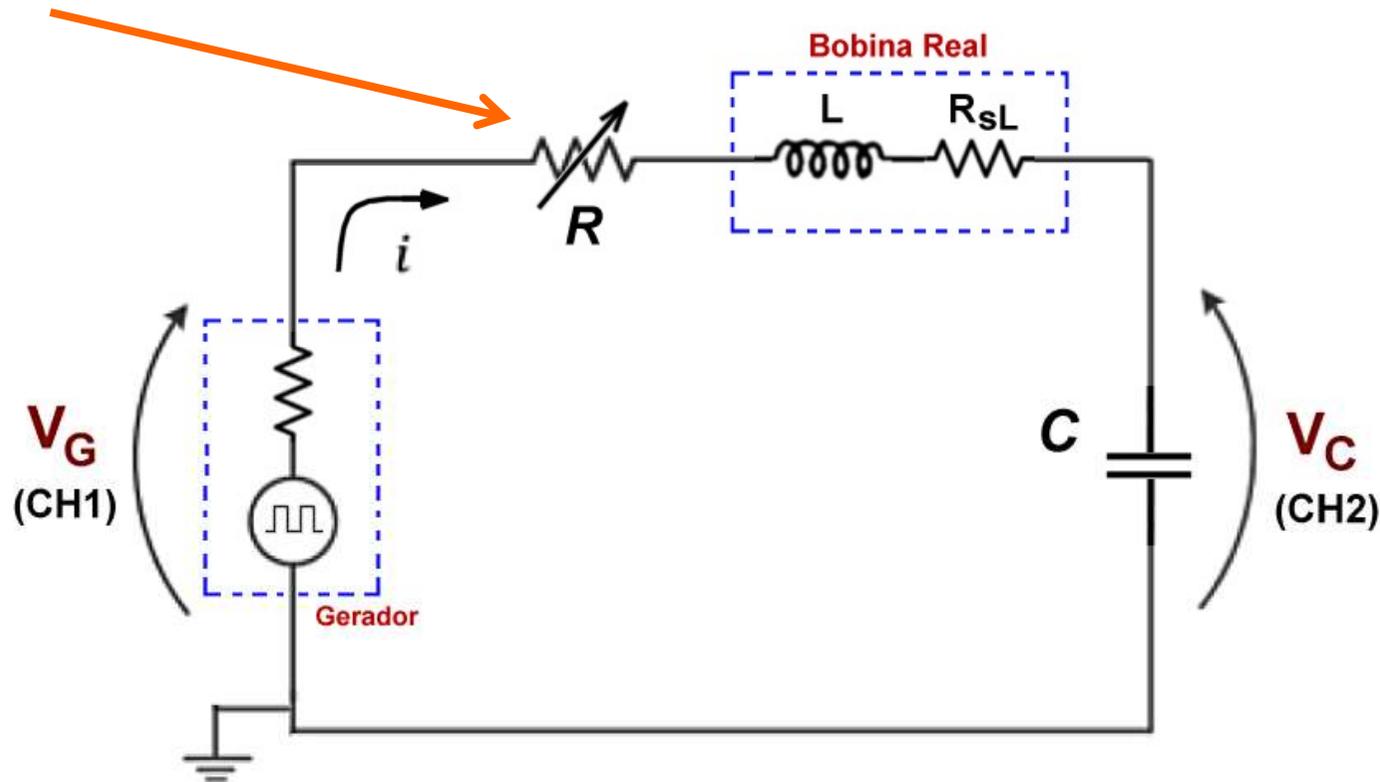
potenciômetro



Varie o valor da resistência potenciômetro no circuito RC

Circuito : Segunda Ordem

potenciômetro



Variar o potenciômetro para obter resposta :

- Superamortecida,
- Criticamente amortecida e
- Subamortecida

BATIMENTO AMORTECIDO COM CIRCUITOS RLC

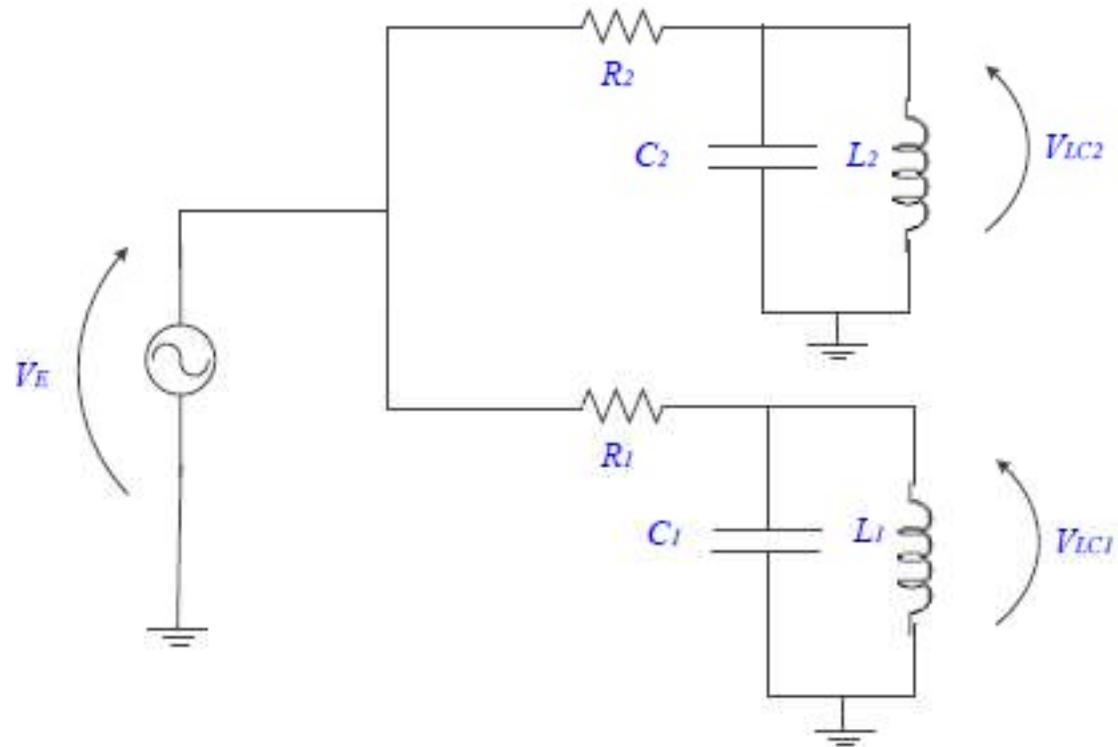
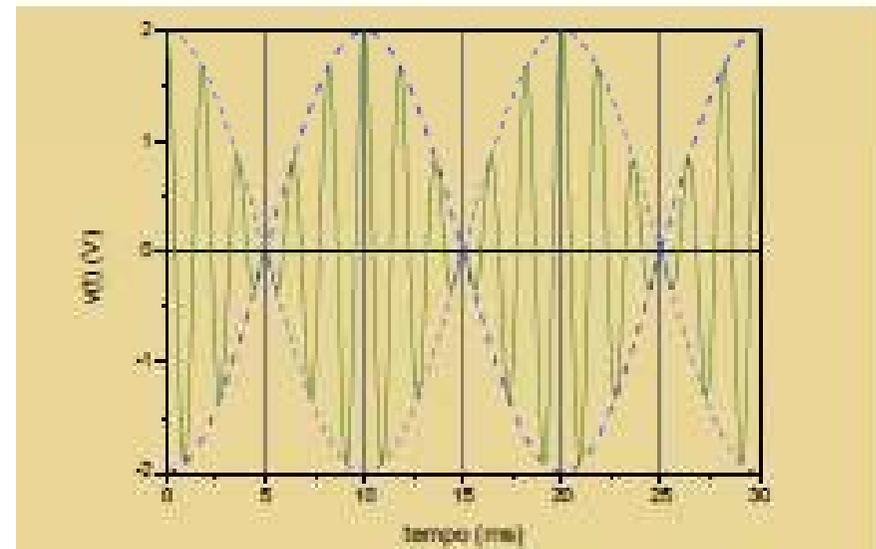
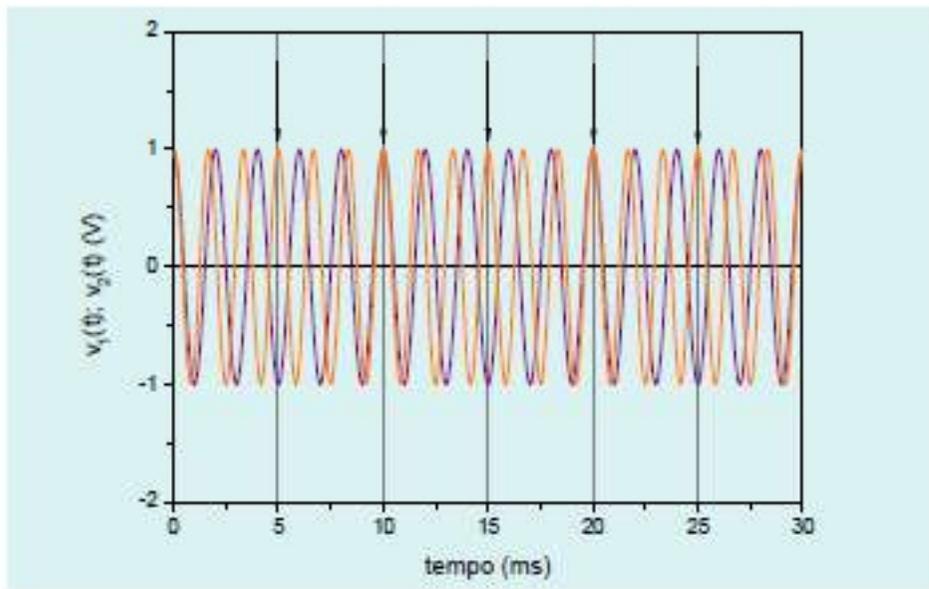


Figura 03 – Circuitos RLC paralelo com mesma fonte de alimentação

BATIMENTO AMORTECIDO COM CIRCUITOS RLC



Ao terminar a experiência deixar a bancada em ordem!!!

Boa experiência !!!!

