

Experimento 4

Oscilações em circuito RLC

Estudar oscilações livres em circuito RLC (variação da tensão no capacitor)

Tensão DC

Variação

Caixa de capacitores (0,0001 - 1 μ F)

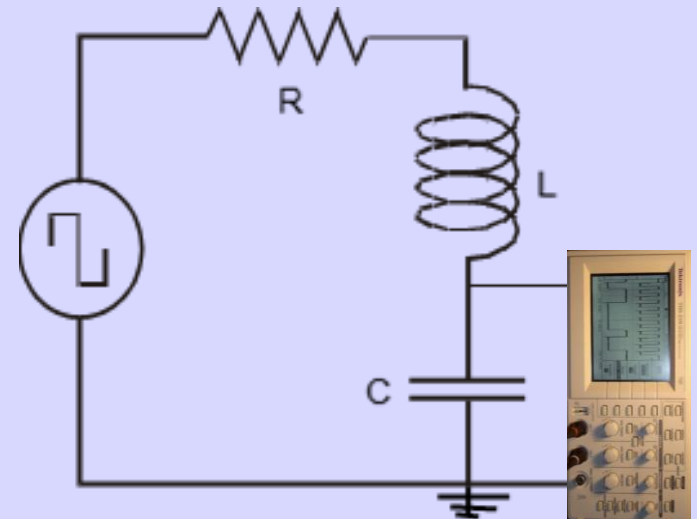
Caixa de resistores (100 – 2M Ω)

Indutor (30mH ~ 1000 espiras)

Tempos pequenos (< ms)

Gerador de onda quadrada

Osciloscópio



O acontece com circuito?

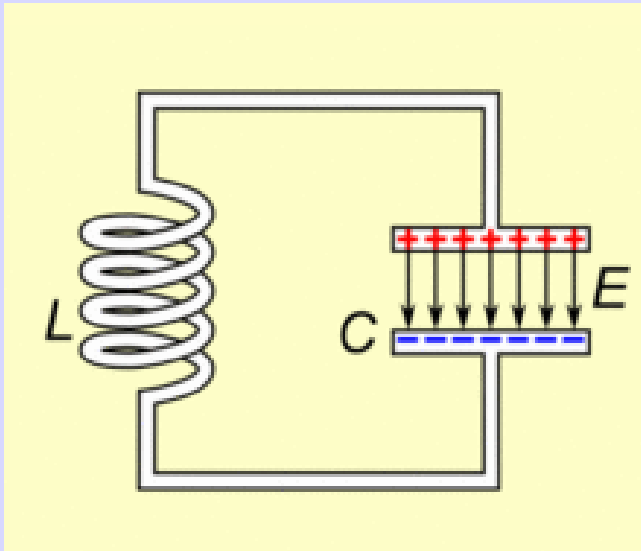
Influência da resistência

Circuito LC

Circuito sem fonte de tensão e sem resistência

Assumir carga no capacitor

Diferença de potencial implica corrente no circuito



Go to www.menti.com and use the code 58 76 13 3

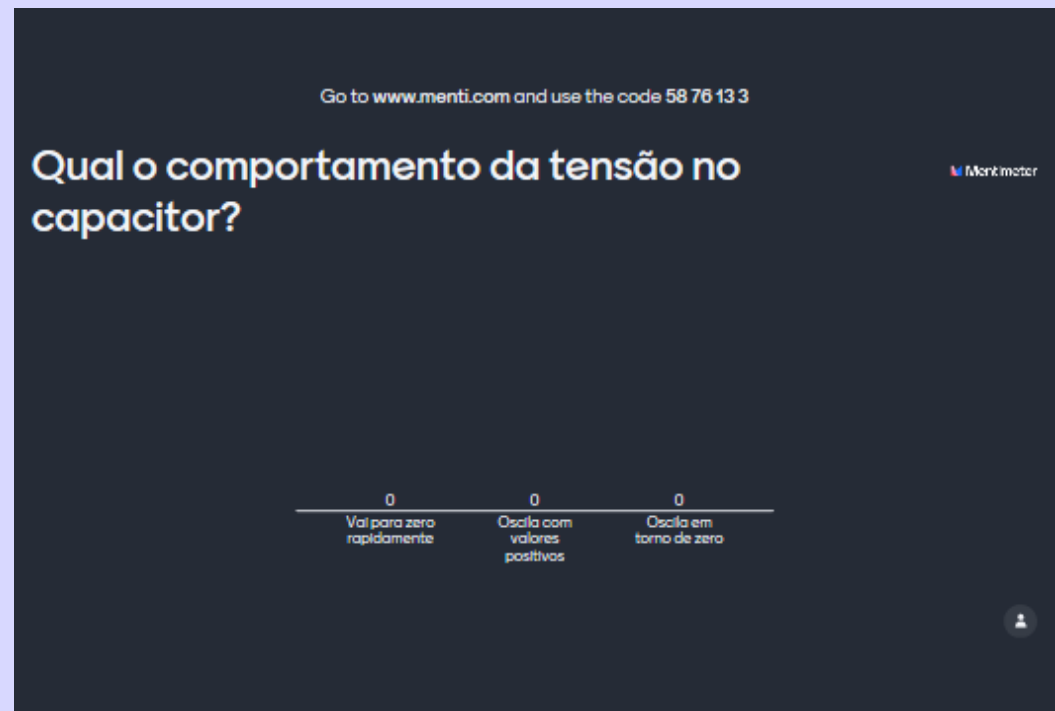
Qual o comportamento da tensão no capacitor?

Mentimeter

0 Val para zero rapidamente

0 Oscila com valores positivos

0 Oscila em torno de zero



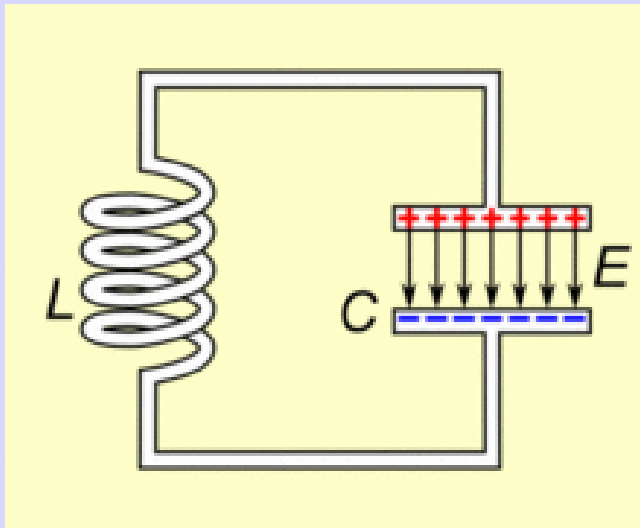
The image shows a screenshot of a Mentimeter poll. At the top, it says 'Go to www.menti.com and use the code 58 76 13 3'. The question is 'Qual o comportamento da tensão no capacitor?'. There are three options: '0 Val para zero rapidamente', '0 Oscila com valores positivos', and '0 Oscila em torno de zero'. The Mentimeter logo is in the top right corner, and a user icon is in the bottom right corner.

Circuito LC

Circuito sem fonte de tensão e sem resistência

Assumir carga no capacitor

Diferença de potencial implica corrente no circuito



Go to www.menti.com and use the code 58 76 13 3

Qual o comportamento da amplitude das oscilações da tensão no capacitor?

Mentimeter

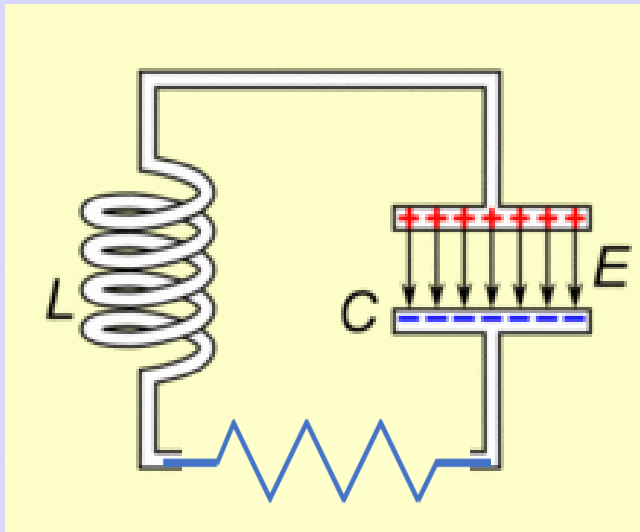
- Diminui com o tempo
- Fica constante
- Vai para zero sem oscilar

Circuito RLC

Circuito sem fonte de tensão e com resistência

Assumir carga no capacitor

Diferença de potencial implica corrente no circuito



R

Go to www.menti.com and use the code 85 16 03 2

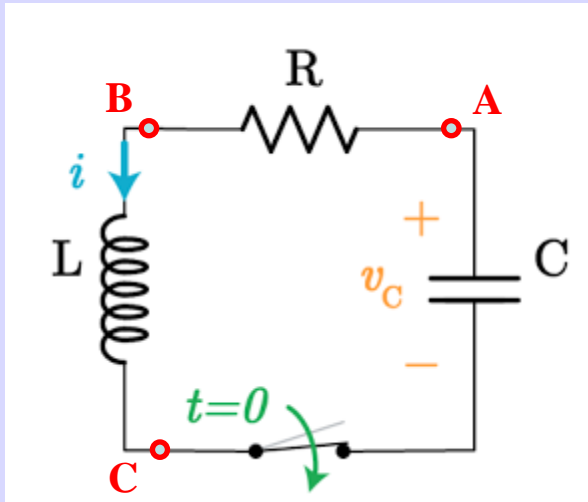
Qual o comportamento da amplitude das oscilações na tensão do capacitor?

Mentimeter

- Diminui com o tempo
- Fica constante
- Vai para zero sem oscilar

The image shows a screenshot of a Mentimeter poll. The question is 'Qual o comportamento da amplitude das oscilações na tensão do capacitor?'. There are three options: 'Diminui com o tempo' (blue dot), 'Fica constante' (pink dot), and 'Vai para zero sem oscilar' (red dot). A large grey circle is in the center, and a person icon is in the bottom right corner.

Oscilações amortecidas



$$\sum V = 0 \quad V_B - V_C = -Ri + \frac{Q}{C}$$
$$V_C - V_B = -L \frac{di}{dt}$$

$$-Ri + \frac{Q}{C} - L \frac{di}{dt} = 0 \quad i = -\frac{dQ}{dt}$$

$$L \frac{d^2Q}{dt^2} + R \frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{C} = 0 \quad Q(t) = Q_0 e^{-pt}$$

Solução

$$p = -\frac{R}{2L} \pm \sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}}$$

> 0 – duas raízes reais com exponenciais negativas

$= 0$ – uma raiz real com exponencial negativa

< 0 – duas raízes imaginárias - oscilação

Oscilações amortecidas

Soluções oscilatórias

$$Q(t) = Q_0 e^{-\frac{R}{2L}t} \cos(\omega t + \delta)$$

$$V(t) = V_0 e^{-\frac{R}{2L}t} \cos(\omega t + \delta)$$

$1/\tau$

Frequência de oscilação

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}$$

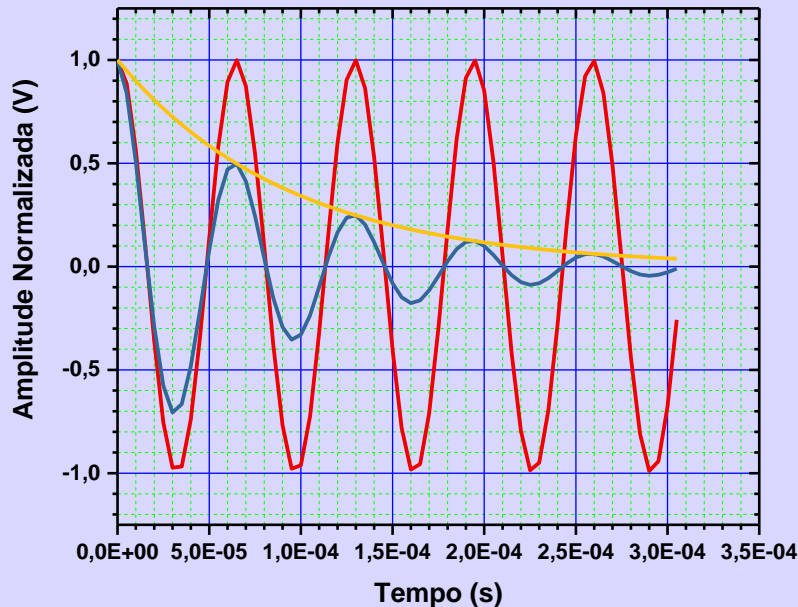
Taxa de amortecimento

$$\tau = \frac{2L}{R}$$

Fator de qualidade

$$Q_{teo} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Oscilações amortecidas



Oscilações amortecidas

Como avaliar parâmetros do circuito

Obter informações das figuras

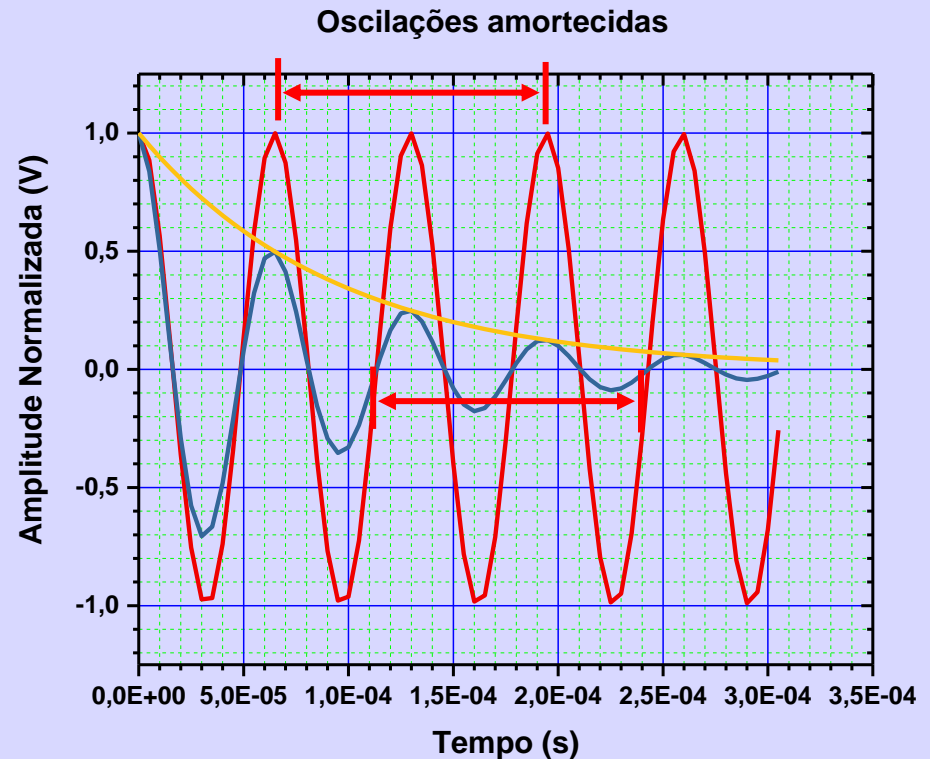
Como avaliar ω ?

Medir T (período de 1 oscilação)

n oscilações completas = Δt

$$T = \frac{\Delta t}{n}$$

$$n = 2$$



Oscilações amortecidas

Como avaliar parâmetros do circuito

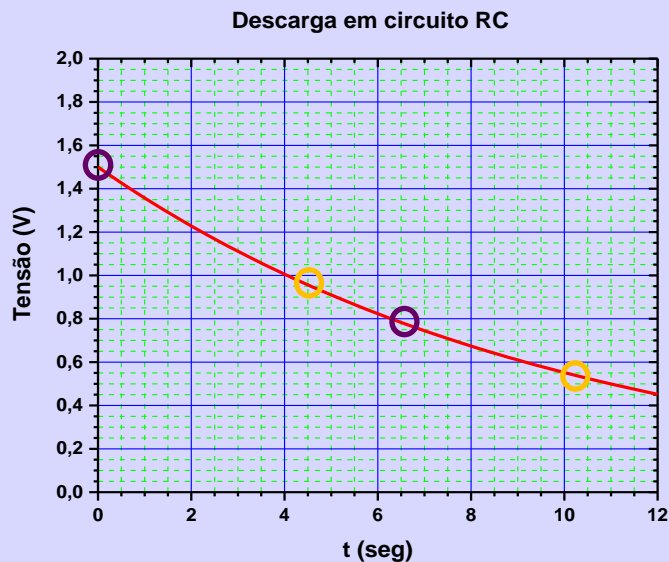
Obter informações das figuras

$$\tau = \frac{t_{1/2}}{\ln 2}$$

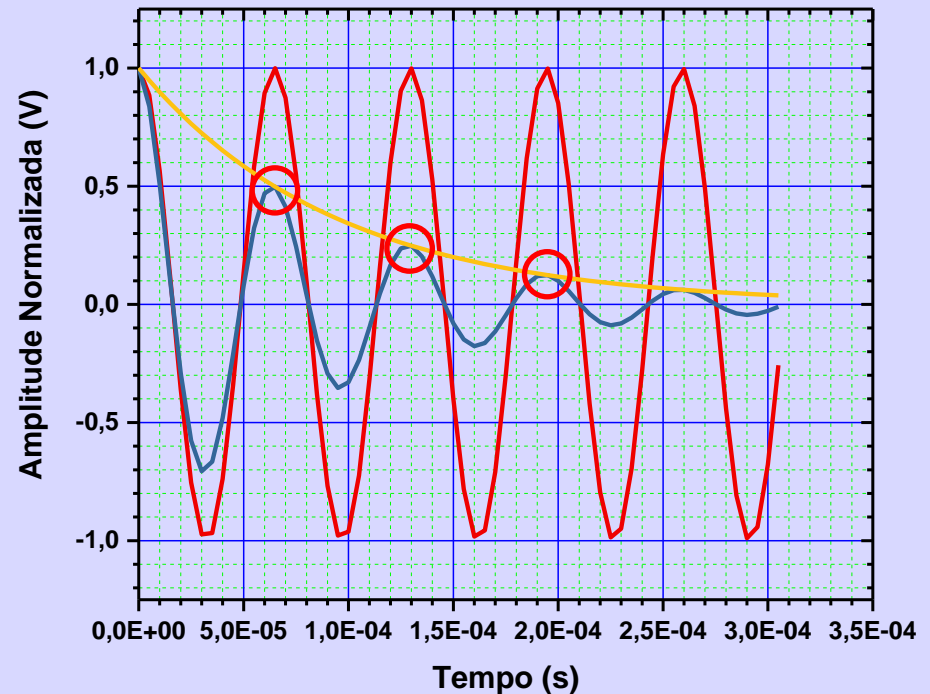
Como avaliar τ ?

$T_{1/2}$ e gráfico

$t_{1/2}$ definido para $V(t) = V_0/2$



Oscilações amortecidas



Oscilações amortecidas

Como avaliar parâmetros do circuito

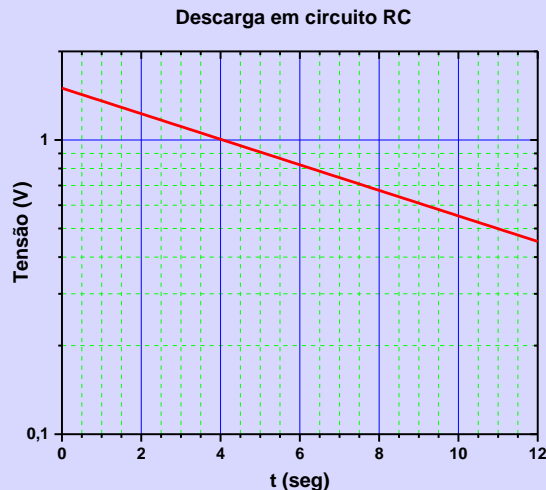
Obter informações das figuras

Como avaliar τ ?

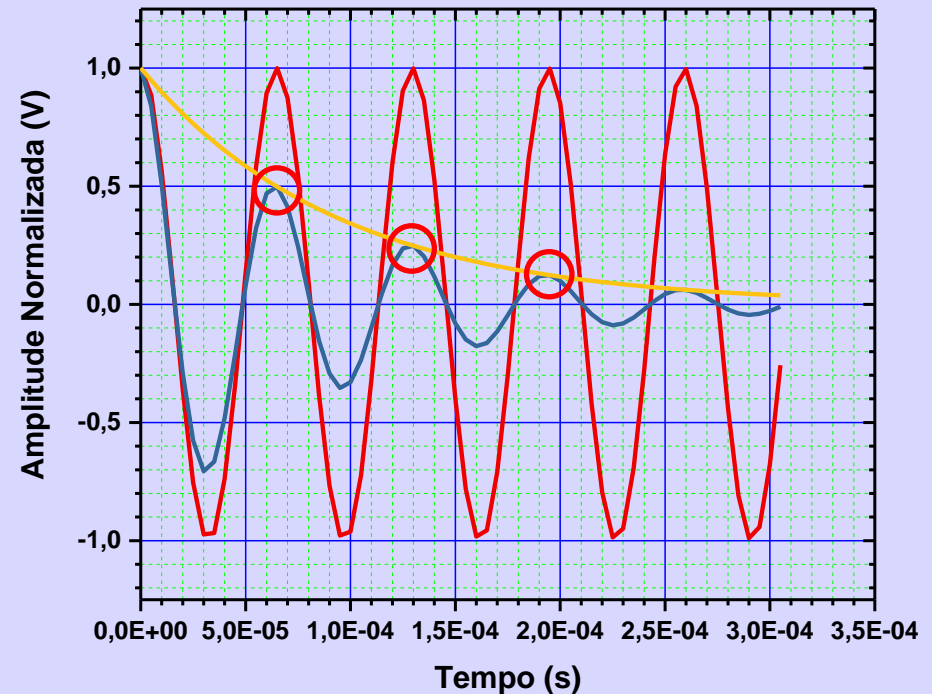
Gráfico monolog

Ajuste de reta em $\log V \times t$

$$\log(V) = \log(V_0) - \frac{\log(e)}{\tau} t$$



Oscilações amortecidas



Oscilações amortecidas

Como avaliar parâmetros do circuito

Obter informações das figuras

Como avaliar Q?

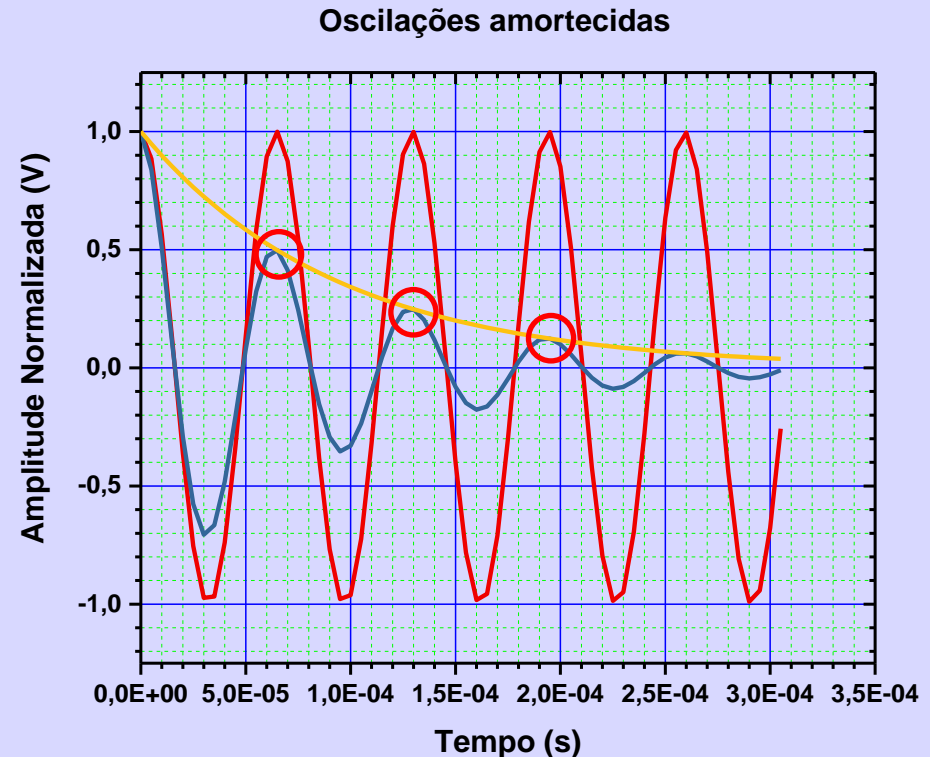
Numericamente

$$Q_{exp} = \frac{\pi\tau}{T_{exp}}$$

Graficamente ($n_{1/2}$)

Gráfico V x n

Mesmo procedimento $t_{1/2}$



Medidas Experimentais

Como viabilizar medidas

Quanto dura o tempo de queda?

< ms

Vai analisar 1 decaimento?

Média de vários

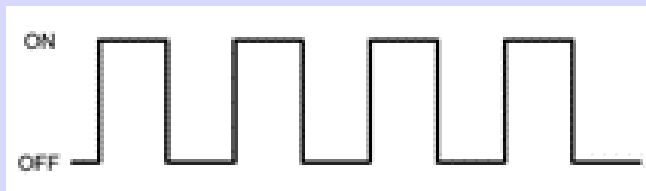
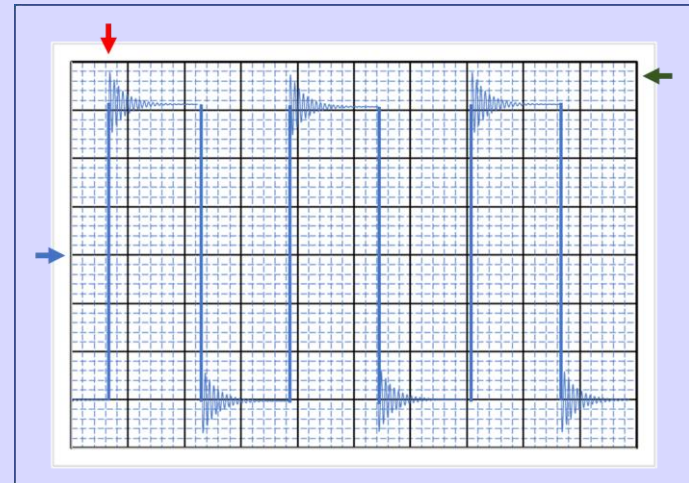
Solução

Osciloscópio

Gerador de onda

Função de onda quadrada

$$- Ri + \frac{Q}{C} - L \frac{di}{dt} = V_{fonte}$$



Go to www.menti.com and use the code 8516032

A frequência da onda quadrada influencia na frequência das oscilações livres?

0 Sim 0 Não 0 Talvez

Mentimeter

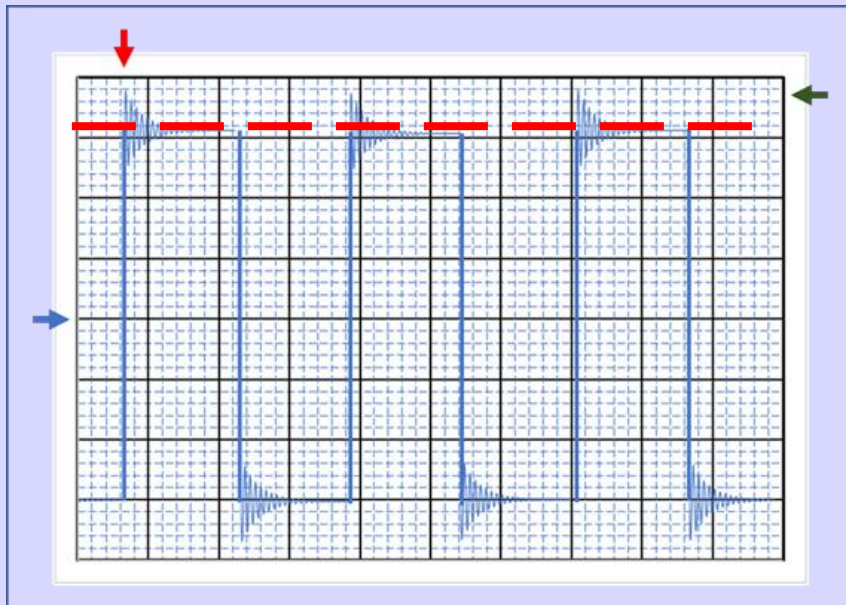
Medidas Experimentais

Otimizar as condições de medidas

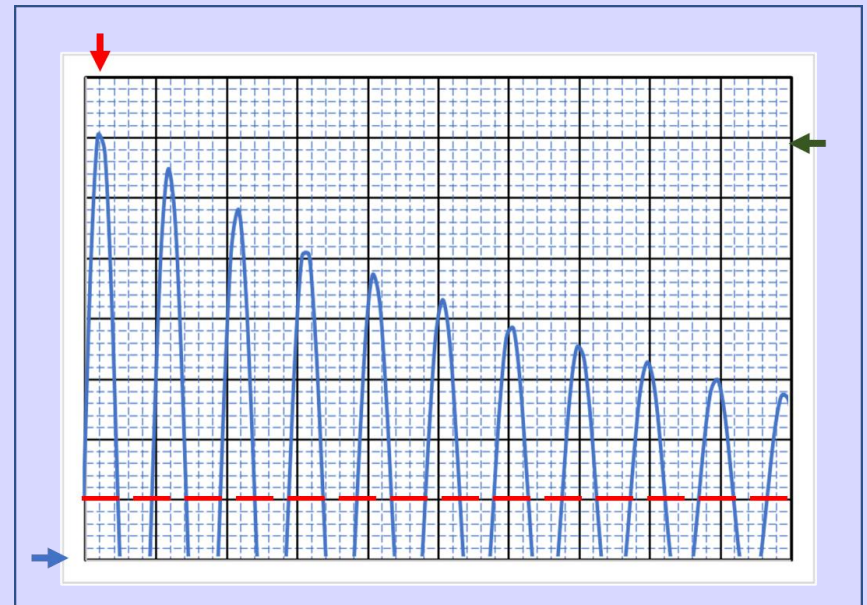
Ajustar condições de varredura

Melhorar precisão de medida

Oscilação em torno de V_{fonte}



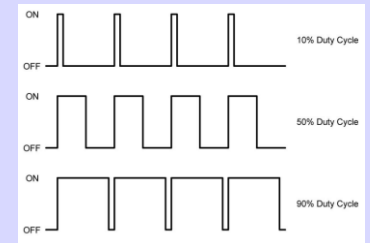
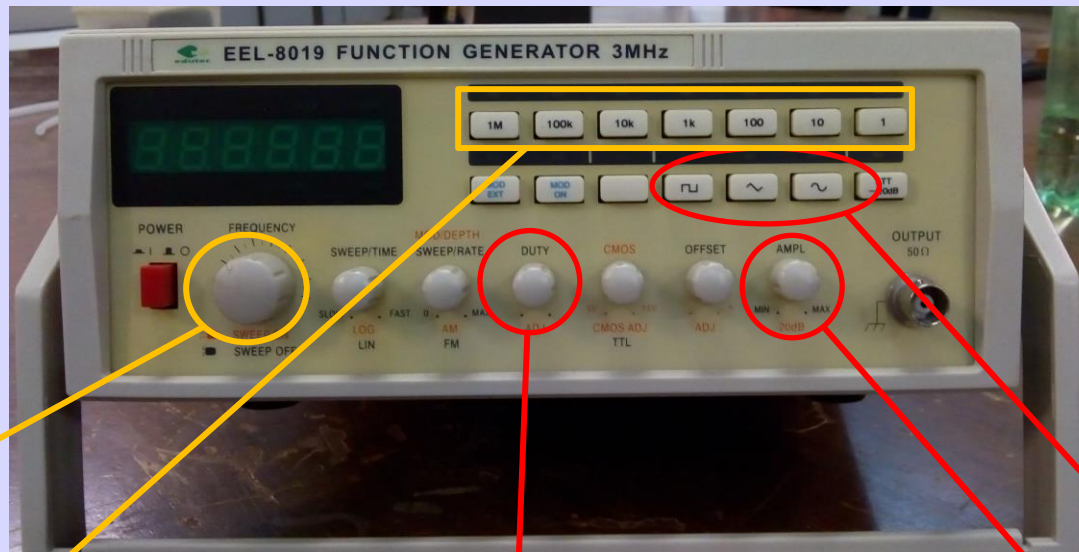
Tela expandida



Gerador de onda

Estudar decaimento para tempo pequeno

Carregar e descarregar em alta frequência (kHz)



Ajuste
Intervalo
Frequência

Relação tempo on x tempo off

Forma da função
Altura do sinal de saída

Caixa de capacitores

Variação de capacitância

Cada botão varia valor em uma determinada década



Leitura em μF

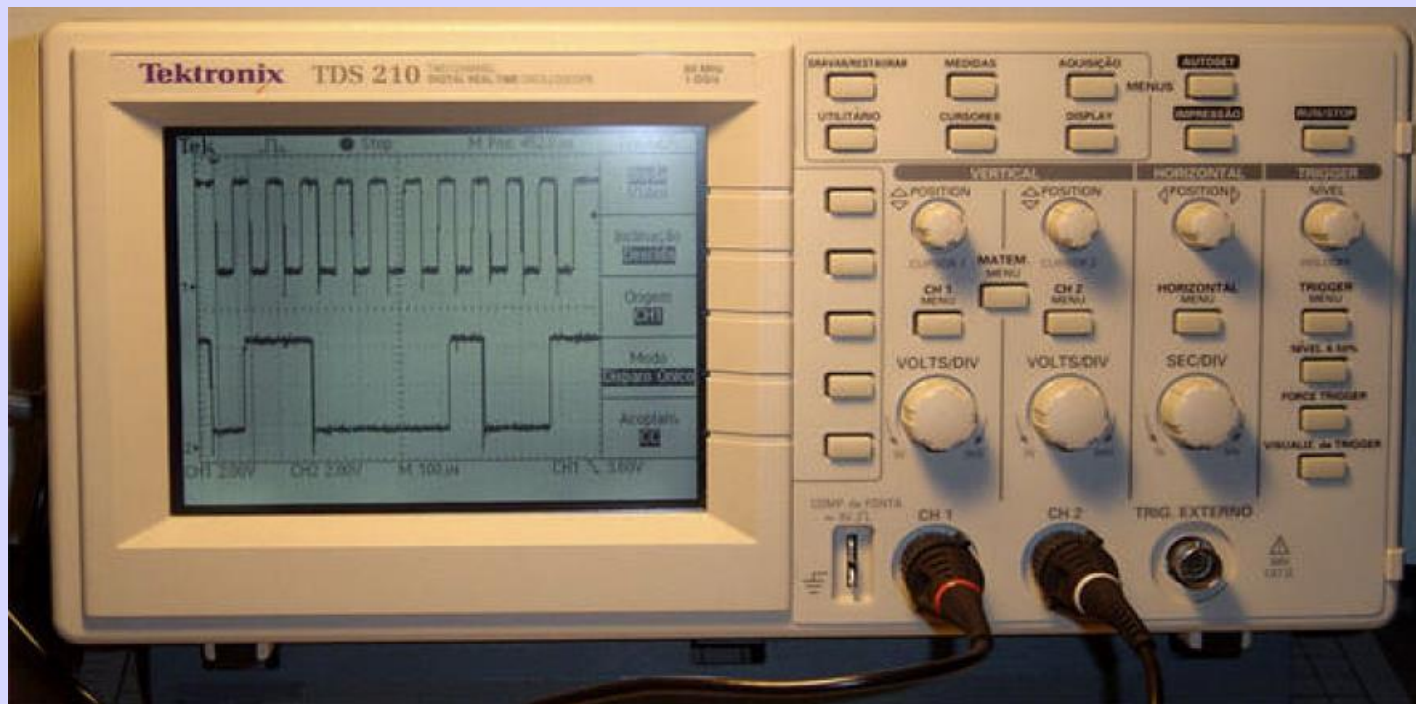
Leitura em nF

Caixa de resistores – funcionamento análogo

Osciloscópio

Amostragem de tensão em função do tempo

Usualmente medidas para tempos pequenos (seg a nseg)



Explicação de funcionamento durante a aula

Atividades

Etapa 1

Avaliar parâmetros esperados para oscilações amortecidas

Avaliar parâmetros a partir das características dos elementos

Determinar ω_{exp} + τ + Q

Etapa 2

Avaliar parâmetros a partir de medidas experimentais

Cálculos com valores medidos na tela

Tabela $V \times t$

Gráfico milimetrado $V \times t$ – determinação de $t_{1/2}$ – determinação de τ

Gráfico monolog $V \times t$ – ajuste de reta – determinação de τ

Gráfico milimetrado $V \times n$ – determinação de $n_{1/2}$ – determinação de fator Q

Etapa 3

Identificar valores para outros amortecimentos

Crítico e supercrítico

Novos valores de R' + gráficos de decaimento