
Carga e Descarga de Capacitores

Prof. Cláudio Graça, Dep. Física UFSM

10.1 Objetivos

Neste experimento, investiga-se o comportamento de carga e descarga de capacitores, visando em primeiro lugar a determinação da constante RC do circuito, bem como a análise gráfica das curvas de carga e descarga, utilizando um osciloscópio, cronometro, voltímetro e capacitômetro.

- Utilizar o osciloscópio para medidas elétricas;
- observar com osciloscópio as curvas carga e descarga de um capacitor;
- Analisar graficamente a carga e descarga de um capacitor;
- Obter a constante de tempo de um circuito RC de várias maneiras.

10.2 Materiais e Métodos

- Osciloscópio Digital;
- placa para montagem de circuito;
- capacitores e resistências;
- cronometro;
- multímetro.

10.2.1 Medida da constante de tempo RC

O experimento pode ser analisado teóricamente utilizando o circuito da Fig. 10.1, no qual r representa a resistência interna da fonte e R a resistência de carga incluindo a do voltímetro. A posição da chave S , indica 1 para a carga e 2 para a descarga do capacitor.

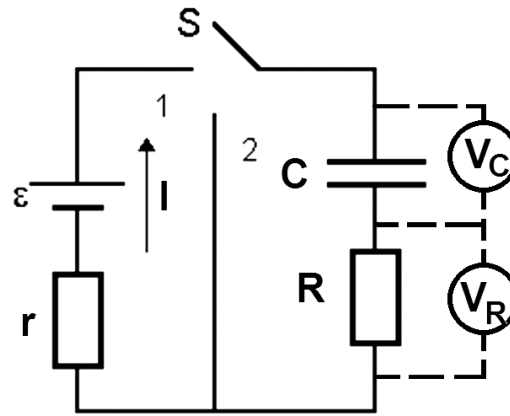


Figura 10.1: Circuito de carga (1) e descarga (2) de um capacitor

A diferença de potencial, medida com o voltímetro, V_R é definida pela Lei de Ohm,

$$V_R = RI = R \frac{dQ}{dt}, \quad (10.1)$$

enquanto que a tensão V_C medida no capacitor é dado por

$$V_C = \frac{Q}{C}. \quad (10.2)$$

Considerando que a resistência R é a resistência equivalente do circuito, pode-se escrever que a *fem* fornecida pela fonte pode ser obtida pela soma dessas duas tensões:

$$V = V_C + V_R. \quad (10.3)$$

Substituindo o valor dessas tensões presentes nas Eqs. 10.1 e 10.2,

$$V = \frac{Q}{C} + R \frac{dQ}{dt}. \quad (10.4)$$

Esta equação resume o modelo matemático que descreve o sistema físico e a sua solução deve ser encontrada na bibliografia indicada. Na descarga as soluções são:

$$I(t) = -I_0 e^{-\frac{t}{RC}} \quad (10.5)$$

$$Q(t) = CV e^{-\frac{t}{RC}}; \quad (10.6)$$

e para a carga :

$$I(t) = \frac{V}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \quad (10.7)$$

$$Q(t) = CV(1 - e^{-\frac{t}{RC}}). \quad (10.8)$$

Os valores de tensão e na resistência V_R e no capacitor V_C , nestas pode ser obtido utilizando as seguintes relações: $V_R = RI(t)$ e $V_C = Q(t)/C$.

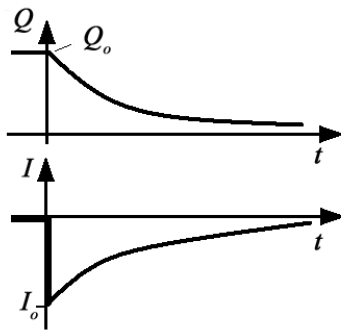


Figura 10.2: Variação temporal da carga elétrica e corrente na descarga do capacitor.

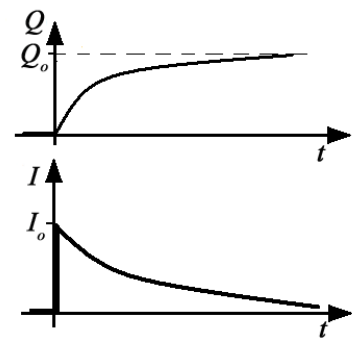


Figura 10.3: Variação temporal da carga e da corrente na carga do capacitor.

10.3 Atividades Experimentais

10.3.1 Determinação da constante RC utilizando cronometro e voltímetro.

Utilizando o circuito da Fig. 10.4, faça duas medidas experimentais, carga e descarga do capacitor.

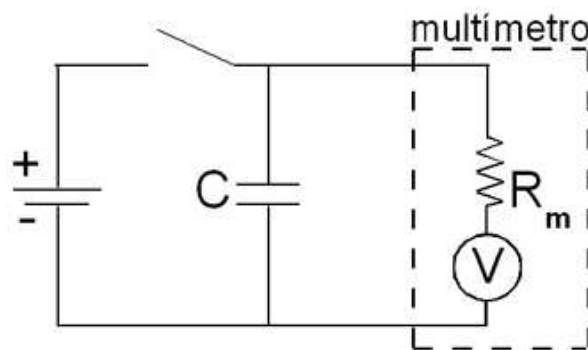


Figura 10.4: Circuito RC, com multímetro.

1. Calcule o valor nominal e medindo individualmente os componentes R e C .
2. Anote os valores nominais de R o valor de R_m é tipicamente $10\text{ M}\Omega \pm 1\%$ e C com as respectivas incertezas.
3. Faça as medidas diretas de C , utilizando o multímetro, e anote as incertezas das medidas.
4. Monte o circuito representado na Fig.10.1 utilizando os componentes fornecidos e obtenha os valores da tensão V_C , a intervalos regulares de tempo até aproximadamente $t = 2RC$, fazendo medidas independentes para a carga e descarga de forma independente.

10.3.2 Estudar a resposta temporal do circuito RC utilizando o osciloscópio

1. Com os valores de R e C fornecido pelo professor, monte o circuito RC da Fig.10.5 e calcule o valor de RC . A fonte de tensão é a fonte do próprio osciloscópio. Anote as características

dessa fonte (tensão e frequência).

- Obtenha da tela do osciloscópio, visualmente os valores de V_R e V_C para a carga e descarga do capacitor como.

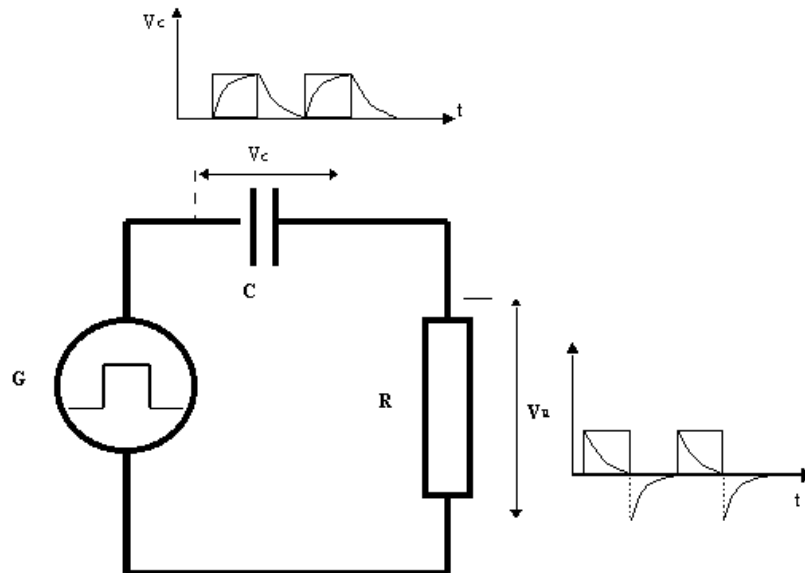


Figura 10.5: Circuito com capacitor para medida de RC com osciloscópio e gerador de funções mostrando a analogia entre a medida com cronometro e com osciloscópio.

A função utilizada como fonte de tensão é uma onda quadrada com uma frequência de 1000Hz para valores de R e C adequados, tal que $\tau = RC \ll 0,5 \cdot 10^{-3}\text{s}$. No experimento, em vez de utilizar a chave para carga e descarga, utilizaremos um gerador de onda quadrada, exercendo a mesma função, conforme se pode ver no gráfico da onda quadrada superposta à curva de carga e descarga do capacitor. A análise das ondas no osciloscópio nos permite determinar a constante de tempo RC do circuito.

10.4 Relatório

- Obtenha o valor da derivada da curva de carga e descarga na origem, a partir dos gráficos dos experimentos com cronometro.
- Obtenha o valor da constante de tempo RC a partir das curvas de carga e descarga linearizadas.
- utilizando os gráficos do osciloscópio obtenha os valores de RC , na carga e descarga, através da linearização e do valor da derivada na origem.
- Discuta as incertezas nos dois experimentos.
- Descreva detalhadamente como foram realizadas as medidas.
- Os gráficos devem ser formatados, conforme o modelo desta disciplina e não devem esquecer que os ajustes e as barras de incerteza.

Bibliografia Fundamentos de Física, v. 3, Halliday & Resnick; Física, v. 3, Paul Tipler