

PROJETO DE F 809
- INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO -

DEMONSTRAÇÃO DO FUNCIONAMENTO E PROPRIEDADES DOS
CAPACITORES



Aluno: Lucas Viani RA: 009168
Orientador: Prof. Mauro Monteiro Garcia de Carvalho
Professor Responsável pela Disciplina: José Joaquim Lunazzi

Introdução

Hoje em dia muitos professores ensinam em colégios e até mesmo em faculdades toda a teoria por trás de fenômenos físicos, mas não mostram aos alunos uma prova real, como uma rampa de ar, capaz de demonstrar a conservação de energia, um pêndulo, circuitos elétricos como RC, RLC. Isto faz com que os alunos fiquem desmotivados com a matéria e não busquem entender o que realmente é a física.

Uma alternativa para tornar as aulas de física mais interessantes é levar aos alunos algo real que mostre a utilidade daquilo que eles estão estudando.

Neste projeto buscamos isso, levar até as salas de aula um experimento baseado em capacitores.

O circuito RC é de fundamental importância em circuitos eletrônicos. Isto se deve ao fato que tal combinação fixa uma constante de tempo e com isto determina a rapidez do circuito eletrônico. Além disso é interessante estudar o comportamento de um capacitor que está sendo carregado ou descarregado, pois o tipo de comportamento encontrado no circuito RC pode ser encontrado em inúmeras outras áreas das ciências exatas e engenharias. Por exemplo: a deformação lenta de concreto devido a um carregamento permanente (fluência do concreto) mostra um comportamento temporal semelhante ao da voltagem de um capacitor quando é carregado através de um resistor.

Objetivo

Nesse projeto buscamos desenvolver um aparato que seja portátil e capaz de demonstrar o funcionamento e as propriedades dos capacitores.

Materiais Utilizados

1. 4 capacitores de 300 μF
2. 3 lâmpadas de potências diferentes
3. 1 fonte de corrente contínua de $\pm 150\text{ V}$
4. 1 tábua para fixação dos dispositivos

Análise teórica

Agora é preciso estudar um pouco a teoria do circuito RC, o processo de carga e descarga. Vamos analisar o circuito da figura 2:

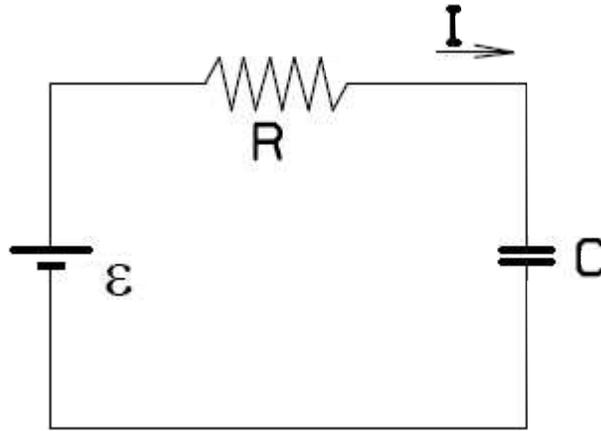


Figura 1 – Circuito RC

Para entender o comportamento deste circuito devemos escrever a lei das malhas:

$$E = RI + \frac{Q}{C} \quad (\text{Eq. 1})$$

Nesta equação Q é a carga do capacitor (a carga na placa superior da figura, a carga na outra placa será igual mas com sinal oposto). Podemos notar que a equação (1) contém duas incógnitas: a corrente I e a carga Q . Portanto esta equação sozinha não é suficiente para entender o circuito. Precisamos de uma relação entre Q e I . Pela própria definição de corrente ($I =$ taxa de passagem de carga) podemos escrever:

$$I = \frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{C} \quad (\text{Eq. 2})$$

Utilizando as equações 1 e 2 obtemos :

$$E = R \frac{dQ(t)}{dt} + \frac{Q(t)}{C} \quad (\text{Eq. 3})$$

Cuja solução a equação de carga do capacitor dada por:

$$Q(t) = Q_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) \quad (\text{Eq. 4})$$

onde $Q_0 = CE$

Assim obtemos a equação de descreve a carga de um capacitor de capacitância C , e carga inicial Q_0 conectado a um resistor de resistência R e a uma fonte com tensão E .

Agora estudaremos a descarga do capacitor. Veja a figura 3:

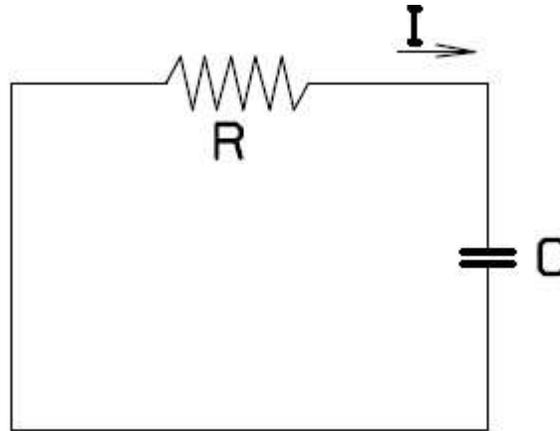


Figura 2 – Circuito de descarga do capacitor

Assim, pela lei das malhas temos:

$$0 = R \frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{C} \quad (\text{Eq. 5})$$

Pela Equação 2 temos:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{-Q}{RC} \quad (\text{Eq. 6})$$

A solução da equação diferencial acima é:

$$Q(t) = Q_0 e^{\frac{-t}{RC}} \quad (\text{Eq. 7})$$

Assim obtemos a equação de descreve a descarga de um capacitor de capacitância C , e carga inicial $Q_0 = CE$, conectado a um resistor de resistência R .

Para obter a tensão no capacitor, basta dividir os dois lados por C , assim:

$$V(t) = V_0 e^{\frac{-t}{RC}} \quad (\text{Eq. 8})$$

$V_0 = Q_0 / C_0$ é a tensão inicial no capacitor

Descrição

O projeto se baseará num circuito RC igual ao da figura 1, abaixo:

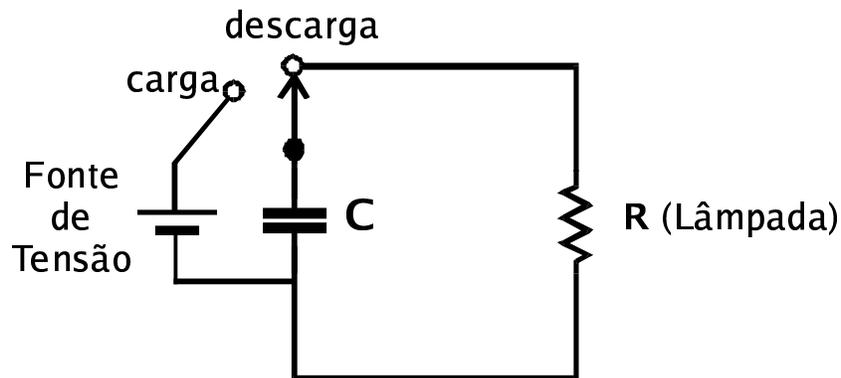


Figura 3 – Circuito RC a ser utilizado

Através deste circuito iremos mostrar:

1. A capacidade dos capacitores de armazenar e energia e sua dependência com a capacitância.

Mostramos esta primeira parte do projeto carregando um capacitor utilizando uma fonte. Tendo o capacitor carregado, o colocamos em contato somente com uma lâmpada e medimos o tempo que a lâmpada permanece acesa. Isso é feito para vários valores de capacitância e para uma única lâmpada. Para cada valor de capacitância, o tempo em que a lâmpada fica acesa é diferente. Logo o que temos que fazer é constatar que para valores de capacitância maiores, a lâmpada fica mais tempo acesa, ou seja, o capacitor armazenou mais cargas, mais energia, e com isso a lâmpada fica tempo acesa.

2. Como o tempo de descarga varia para diferentes valores de R.

O tempo de descarga varia com o valor da resistência acoplada ao circuito, podemos ver essa dependência da eq. 8. Assim, quanto maior a resistência mais tempo o capacitor demorará para descarregar completamente.

Mostraremos isso mudando a potência da lâmpada da figura 3, ou seja, a potência da lâmpada é especificada para uma dada tensão (ex: 120V-60W). Portanto, da eq. 9, vemos que quanto maior a resistência menor a potência dissipada na lâmpada.

$$P_{lamp} = \frac{V^2}{R} \quad (\text{Eq. 9})$$

3. Como podemos encontrar a capacitância de um capacitor ou associação de capacitores utilizando uma lâmpada.

Neste ítem utilizaremos a equação de descarga do capacitor (Eq. 8). Se isolarmos $Q(t)$ e Q_0 teremos a equação 10:

$$\ln\left(\frac{V(t)}{V_0}\right) = \frac{-t}{RC} \quad (\text{Eq. 10})$$

Uma lâmpada apaga sempre para um mesmo valor de $V(t)$. Seja V_A este valor. Usando a eq. 8 temos:

$$V_A = V_0 e^{\frac{-t_1}{RC}} \quad (\text{Eq. 11})$$

onde t_1 é o tempo necessário para a lâmpada apagar para um capacitor de capacitância C_1 ds. Da eq. 11 podemos escrever:

$$\ln\left(\frac{V_A}{V_0}\right) = \frac{-t_1}{RC} \quad (\text{Eq. 12}) \text{ logo, } t_1 = RC_1 \ln\left(\frac{V_A}{V_0}\right) \quad (\text{Eq. 12a})$$

Agora se substituirmos C_1 por um capacitor C_2 sem mudar V_0 e a lâmpada (portanto, sem mudar R e V_A), então, o tempo t_2 para a lâmpada apagar, será:

$$t_2 = RC_2 \ln\left(\frac{V_A}{V_0}\right) \quad (\text{Eq. 12b})$$

da eq. 12a e 12b temos:

$$\frac{t_1}{C_1} = \frac{t_2}{C_2} \quad (\text{Eq. 13})$$

Com isso, sabendo o valor de uma capacitância (C_1) e seu respectivo tempo (t_1), podemos encontrar o valor de qualquer outra capacitância, medindo o tempo que a lâmpada demora para apagar.

4. Como a capacitância varia com o tipo de montagem (série, paralelo).

Mostraremos como a capacitância varia com a montagem, mostrando que para uma montagem em paralelo e outra em série chegamos a valores diferentes e que batem com as equações utilizadas para cada caso.

$$\text{Em paralelo: } C_{total} = C_1 + C_2 \quad \text{Em série: } C_{total} = \frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2}$$

Montagem

A montagem será feita utilizando um protoboard, onde os capacitores serão arranjados de acordo com a propriedade que iremos demonstrar.

Referências

Halliday, D. e Resnick. JM, Fundamentos de Física, volume 3.