

Universidade Federal do Pará  
Centro de Ciências Exatas e Naturais  
Departamento de Física  
Laboratório Básico II

Experiência 07

## ESTUDO DE UM FENÔMENO TRANSITÓRIO SIMPLES

### 1. OBJETIVOS

- Estudar as correntes e tensões transitórias em um circuito RC em série;
- Determinar a constante de tempo do circuito

### 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Quando um circuito possui componentes passivos capazes de armazenar energia ( por ex. condensadores e bobinas) tensões aplicadas ao mesmo provocam, em geral, o aparecimento de correntes que decorrem da adição de duas parcelas. Essas parcelas podem ser designadas por:

a) *Corrente de regime* - que é a parcela que depende essencialmente da tensão aplicada e permanece circulando enquanto perdurar a tensão.

b) *Corrente transitória* - que é a parcela que depende apenas do circuito e das condições em que este se encontra por ocasião da aplicação de tensão. Esta corrente diminui com o tempo de tal maneira que praticamente desaparece após um certo intervalo de tempo.

Os elementos mais simples, nos circuitos usuais, capazes de armazenar energia são condensadores e bobinas. Circuitos que possuem os elementos acima citados ficarão sujeitos quando ligados ou desligados a fenômenos transitórios.

No presente trabalho estudaremos as correntes transitórias em um circuito simples constituído por um resistor e um capacitor associados em série ( circuito RC-série)

#### 2.1 Circuito RC - Série

##### 2.1.1 Carga

O esquema da figura 01, representa um capacitor de capacitância  $C$  ligado em série com um resistor de resistência  $R$  ao qual se aplica uma tensão constante  $\varepsilon$ . Quando se fecha a chave  $K$ , estabelece-se uma corrente no circuito e o capacitor começa a se carregar.

Podemos escrever a equação da carga em função do tempo, aplicando a lei das malhas no circuito.

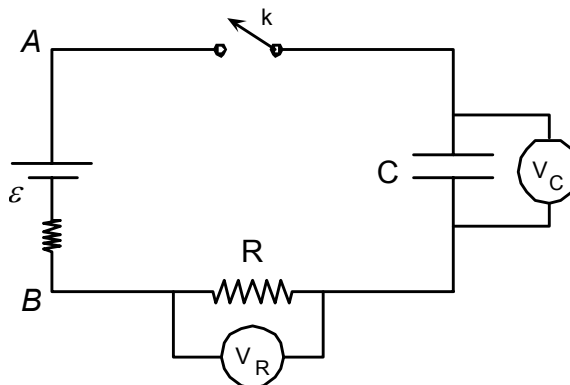


Figura 01

$$\varepsilon = V_R + V_C \quad (1)$$

$$\varepsilon = R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{c} \quad (2)$$

dividindo todos os termos da equação por  $R$ , vem:

$$\frac{\varepsilon}{R} = \frac{dq}{dt} + \frac{q}{Rc} \quad (3)$$

a qual pode ser escrita como

$$\frac{dq}{dt} + \frac{1}{Rc} (q - \varepsilon C) = 0 \quad (4)$$

que aplicando o método de separação de variáveis da como solução final para a carga em função do tempo (supondo que o capacitor está inicialmente descarregado),

$$q = C\varepsilon (1 - e^{-t/RC}) \quad (5)$$

e para a corrente

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{\varepsilon}{R} e^{-t/RC} \quad (6)$$

ou ainda, fazendo  $i_0 = \varepsilon/R$  que é a corrente inicial no circuito ao fechar a chave  $K$ , tem

$$i = i_0 e^{-t/RC}. \quad (7)$$

As tensões no capacitor e no resistor, utilizando (1) e (2), são respectivamente,

$$V_C = \varepsilon (1 - e^{-t/RC}) \quad \text{e} \quad (8)$$

$$V_R = \varepsilon e^{-t/RC} \quad (9)$$

A quantidade  $RC$  das equações (6) e (8), é chamada de constante de tempo capacitiva do circuito. Corresponde ao tempo necessário para que a carga do capacitor cresça até aproximadamente 63% do valor final de equilíbrio  $C\varepsilon$ . Obtem-se tal valor, tomando-se na equação (6),  $t = RC$ .

Esta constante de tempo dá uma idéia da rapidez de carga ou descarga de um capacitor através do resistor. Teoricamente, para que o capacitor se *carregue* ou *descarregue*, é necessário um tempo infinito. Na prática, por exemplo ao fim do tempo  $RC$ , a corrente fica inferior a 0,1% do valor inicial.

### 2.1.1 Descarga

Retirando a fonte e ligando o capacitor e o resistor em série, o capacitor se descarregará através do resistor. Nesse caso  $\varepsilon = 0$ , então

$$V_C + V_R = 0 \quad (10)$$

ou

$$\frac{q}{C} + R \frac{dq}{dt} = 0 \quad (11)$$

e dividindo por  $R$

$$\frac{dq}{dt} + \frac{q}{RC} = 0$$

cuja solução pode ser obtida utilizando-se o método das variáveis separáveis. A solução será

$$\begin{aligned} q &= q_0 e^{-t/RC} && \text{Para a carga} \\ i &= -\frac{\varepsilon}{R} e^{-t/RC} = -i_0 e^{-t/RC} && \text{Para a corrente.} \end{aligned} \quad (12)$$

As tensões no capacitor e no resistor são respectivamente

$$V_C = \frac{q}{C} = \varepsilon e^{-t/RC} \quad \text{e} \quad V_R = -\varepsilon e^{-t/RC} \quad (13)$$

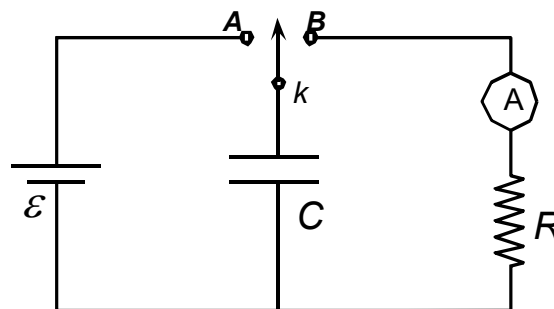
### 3. MATERIAL

- 1 Fonte de CC
- 1 Capacitor de  $1000 \mu\text{F}$
- 1 Resistor de  $33 \text{ K}\Omega$
- 1 Cronômetro
- 1 Voltímetro
- 1 Amperímetro
- 1 Chave com duas posições
- Cabos

### 4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

#### 4.1 Descarga

- Faça uma tabela para  $i \times t$ ,  $V_C \times t$  e  $V_R \times t$
- Monte o circuito abaixo, deixando a chave inicialmente aberta



- c. Verifique a tensão máxima que o capacitor suporta e chame o professor para verificar a montagem e ligar a fonte em  $15\text{ V}$ ;
- d. Faça um curto circuito no capacitor, para iniciar com o capacitor descarregado;
- e. Ligue a chave na posição  $A$  para carregar o capacitor;
- f. Desligue a chave de  $A$ , e coloque na posição  $B$ , ligando o cronômetro simultaneamente; leia para cada valor de corrente, o tempo correspondente;
- g. Anote na tabela esses valores; repita caso necessário
- h. Desligue a fonte e repita os passos (d) e (e). Introduza no circuito, um voltímetro em paralelo com o capacitor e leia os valores de  $V_C$  com o tempo ao passar a chave de  $A$  para  $B$ .
- i. Coloque o multiteste agora em paralelo com o resistor e leia os valores de  $V_R$  com o tempo.
- j. Desligue o circuito e guarde os materiais.

## 5. TRATAMENTO DOS DADOS

- a. Faça um gráfico no *papel milimetrado*, gráficos com os valores dos itens  $g$ ,  $h$  e  $i$ , cada um numa folha;
- b. Faça também com esses parâmetros, um gráfico em cada folha de *papel monolog*;
- c. Determine a constante de tempo capacitiva de todos os gráficos obtidos no *papel monolog*;
- d. Compare os valores encontrados pelo gráfico com os valores nominais dos elementos utilizados;
- e. Verifique o percentual de queda ou crescimento da corrente, e tensões após o tempo igual a constante de tempo capacitiva, utilizando os dados obtidos no laboratório.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. RESNICK, R. , HALIDAY, D. , *Fundamentos da Física*, Volume III, 6ª Edição, Livros Técnicos Científicos, 1996
2. SERWAY, R. A., *Física*, Volumes III, , 3ª Edição, Livros Técnicos e Científicos, 1992.
3. RAMOS, Luis Antônio Macedo, *Física Experimental*, Porto Alegre, Mercado Aberto, 1984.
4. DANO, Higino S., *Física Experimental I e II*, Caxias do Sul, Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1985.
5. SILVA, Wilton Pereira, CLEIDE M. D. , *Tratamento de Dados Experimentais*, 2ª Edição, João Pessoa, Editora Universitária, 1998.
6. VUOLO, Jose Henrique, *Fundamentos da Teoria de Erros*, 2ª Edição, Editora Edgar BLUCHER
7. GOLDEMBERG, JOSÉ, *Física Geral e Experimental*, Volume II.