Exp. 3 - Circuitos RC

Prof. Pedro Augusto Franco Pinheiro Moreira

April 27, 2013

Conceitos

Carga e descarga de um capacitor.
Constante de tempo e sua determinação.

Fenômeno

Um capacitor tem a propriedade de poder armazenar cargas elétricas. A relação entre a capacitância do capacitor C, a carga Q armazenada e a tensão V apresentada entre as placas é $Q = CV$. Tanto a carga como a descarga do capacitor são realizadas através de circuitos elétricos que determinam as correntes e, consequentemente, as 'velocidades' de carga ou descarga.

Os circuitos com capacitor e resistor em série (RC) são os mais simples e têm amplas aplicações devido às características temporais presentes na carga ou descarga do capacitor. Um circuito contendo uma fonte ideal, um resistor (R), um capacitor (C) inicialmente descarregado, montados em série (Fig. 1) apresentará durante a carga (chave em A) uma corrente igual a:

$$I(t) = I_0 \, exp\left(\frac{-t}{\tau}\right) = I_0 \, exp\left(\frac{-t}{RC}\right). \tag{1}$$

onde t é o tempo desde o início da carga, a constante de tempo ($\tau = RC$) e I_0 a corrente em $t = 0$.

Verifique as relações acima. A d.d.p. nos terminais do capacitor também será aumentada à medida que as cargas se acumulam:

$$V_C(t) = E_0 \left\{1 - exp\left(\frac{-t}{\tau}\right)\right\} = E_0 \left\{1 - exp\left(\frac{-t}{RC}\right)\right\} \tag{2}$$

Onde E_0 é a tensão da fonte.

Quando o capacitor está completamente carregado e a fonte é retirada do circuito (Fig. 1, chave em B), surge uma corrente no sentido contrário que descarrega o capacitor através do resistor:

$$I(t) = -I_0 \, exp\left(\frac{-t}{\tau}\right) = -I_0 \, exp\left(\frac{-t}{RC}\right). \tag{3}$$

Na equação (3), o tempo é contado a partir do momento em que a chave é colocada em B. Com a descarga, a d.d.p. nos terminais do capacitor também diminui:

$$V_C(t) = E_0 \, exp\left(\frac{-t}{\tau}\right) = E_0 \, exp\left(\frac{-t}{RC}\right) \tag{4}$$

Usando o Origin ou outro programa gráfico, desenhe as curvas das equações (1) a (4). Atribua valores arbitrários para as constantes e estude o comportamento das curvas obtidas para tempos muito pequenos e tempos muito longos. Varie os valores da constante de tempo. O que acontece com as curvas? Se tiver dificuldades, procure o professor.

A capacidade de armazenar cargas de um capacitor, capacitância, está associada à geometria do capacitor e a constante dielétrica do meio isolante usado entre as placas. Neste experimento um capacitor é de baixa capacidade com dielétrico de poliester e o outro capacitor é do tipo eletrolítico, com alta capacidade. O capacitor eletrolítico apresenta polaridade e deve ser conectado ao circuito respeitando as indicações impressas no corpo do componente (um sinal + ou - associado ou não a uma seta).

Experimento

Materiais

Fonte de tensão contínua, miliamperímetro, osciloscópio de dois canais, cronômetro, gerador de funções, resistores de $R_1 = 33\,\Omega$, $R_2 = 1\,k\Omega$, $R_3 = 47\,k\Omega$; capacitores de: $C_1 = 0,047\,\mu F$ e $C_2 = 1\,mF$. Antes de começar meça os valores das resistências com o ohmímetro.

Parte A

1. Realize a montagem da Fig. 1 com $R = 47\,k\Omega$ e $C = 1\,mF$.

2. Meça, usando um cronômetro, a corrente num ciclo completo de carga (ou descarga) do capacitor em função do tempo. Se for medir a carga, descarregue antes o capacitor utilizando o resistor de $33\,\Omega$. Por que se utiliza este valor de resistor?

Parte B

3. Utilizando agora $R = 1\,k\Omega$ e $C = 0,047\,\mu F$, monte o circuito da Fig. 2 com o gerador de onda quadrada e observe as curvas de carga e descarga na tela do osciloscópio. Sugestão: ajuste a frequência f do gerador tal que o período $T = 1/f$ da onda quadrada seja pelo menos dez vezes o valor da constante de tempo.

   Obs.: Os geradores disponíveis no laboratório geram ciclos de $E = 0$ e $E = E_0$.

4. Utilizando o início de cada ciclo como $t = 0$ e o valor mais baixo de tensão como $V_C = 0$ faça medidas nas curvas de carga e descarga.

Relatório

1. Linearize as equações (1) a (4) do roteiro para coleta de dados.

Parte A

2. Faça as transformações necessárias para fazer o gráfico linearizado ($ln\, I\; versus\; t$).

3. Faça o gráfico e determine a constante de tempo do circuito.

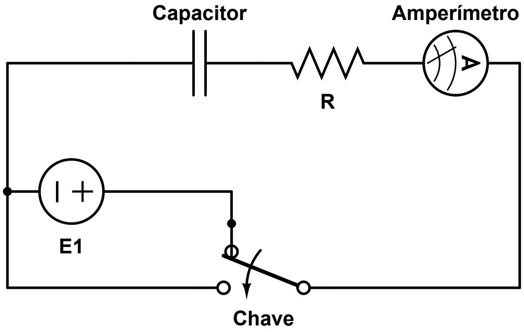

Figure 1: **Circuito RC simples. Chave para carga e descarga do capacitor. Já montado no protoboard.**

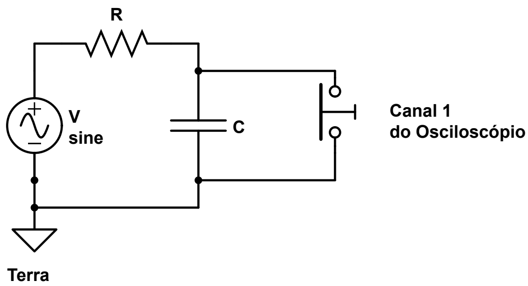

Figure 2: **Circuito para medida da constante de tempo utilizando o osciloscópio.**

4. Faça o gráfico de I versus t e determine a constante de tempo por ajuste direto da exponencial.
5. Compare os valores obtidos com o valor esperado.

Parte B

6. Faça as transformações necessárias para fazer o gráfico linearizado ($lnV versus t$).
7. Faça o gráfico e compare o valor obtido com o valor esperado.

Obs.: Na discussão leve em conta que a resistência do gerador não pode ser desconsiderada.

Bibliografia

- D. Halliday, R. Resnick e J. Merrill, *Fundamentos de Física, vol. 3*, (Editora LTC, RJ, 1994), cap. 28-9 e 36-2, -3, -4.
- Brophy J.J. Eletrônica Básica, 3a Ed., Guanabara Dois, 1978; pp. 49-50 e 57-59.