



INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Laboratório de Eletromagnetismo (FAP373)
2º SEMESTRE DE 2010

Grupo:
.....
.....
(nomes completos)

Prof(a): Diurno () Noturno ()

Data : ____/____/____

DESCARGA EM CIRCUITO RC

Experiência 3

1. Introdução

Nesta aula continuaremos estudando circuitos elétricos, introduzindo mais um elemento – o capacitor. Um capacitor armazena carga em suas placas, sendo que a relação entre o módulo da carga (Q) armazenada em uma das suas placas e a diferença de potencial V entre as placas é $Q = CV$, onde C é a capacitância do sistema, medida em unidades de Farad (F). (Atenção, como 1 Coulomb é MUITA carga, os capacitores utilizados em circuitos eletrônicos tem capacidades da ordem de μF , nF ou mesmo pF). Ao ligarmos suas placas por meio de um resistor de resistência R , ele se descarrega exponencialmente, sendo que a constante de tempo característica da descarga é $\tau = RC$. O tempo τ é o intervalo de tempo necessário para reduzir a carga a uma fração $1/e = 0,368$ (~37%) do valor original. Temos que a carga/descarga em um capacitor é descrita por:

$$Q(t) = Q_0 \exp(-t/\tau). \quad (1)$$

No espaço abaixo escreva $I(t)$ a partir da equação (1) e, depois, a equação de $V(t)$. Escreva também $\ln(V)$.

Hoje começaremos a utilizar um novo instrumento, o osciloscópio, que nos permitirá observar as grandezas elétricas quando há variação em tempos curtos, seja uma oscilação com frequência alta ou um pulso de pequena duração. Podemos assim trabalhar com

frequências de até algumas centenas de MHz e pulsos de duração tão pequena quanto alguns nanosegundos.

Para qualquer medida ou cálculo obtido a seguir escreva os valores com as suas incertezas e ajuste a quantidade de dígitos necessários.

2. Material Utilizado

- capacitor $1\mu\text{F}$;
- pilha de 1,5 V;
- multímetro digital (escala de 20V com impedância de $10\text{M}\Omega$);
- cronômetro;
- resistor de $10\text{k}\Omega$;
- osciloscópio;
- gerador de onda quadrada, AC;
- suportes de montagem e fios de ligação;

3. Procedimento

As experiências desta aula visam a determinação experimental e teórica da constante de tempo característico de descarga τ de um circuito RC. As medidas serão feitas por três experiências diferentes.

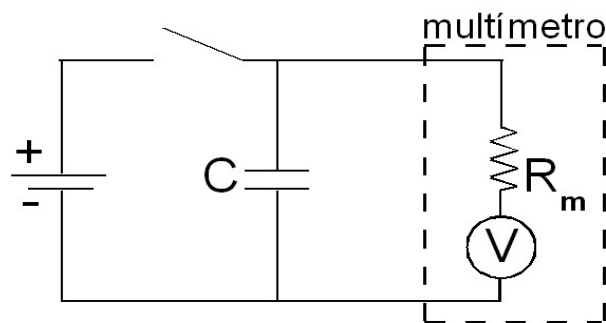


Figura 1: Circuito RC, com multímetro.

a. Medida pela Média (Multímetro + Cronômetro)

Monte o circuito descrito na figura 1. A fonte de tensão é uma pilha de 1,5V, o capacitor C é de $1\mu\text{F}$ e a resistência R_m é a resistência interna do multímetro (tipicamente da ordem de $10\text{M}\Omega$, vide manual). **IMPORTANTE:** quando possível, utilize o multímetro na escala 20V. Repare que o multímetro deve ser conectado em paralelo com relação ao capacitor. A “chave que abre e fecha o circuito” pode ser o próprio cabo ligado a pilha, bastando um simples contato para fechar o circuito.

Anote os valores dos componentes (valor, incerteza em valor e unidade):

$R = \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{2cm}} \underline{\hspace{2cm}}$

$C = \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{2cm}} \underline{\hspace{2cm}}$

Calcule a constante de tempo teórica:

$\tau_{\text{teórico}} = \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{2cm}} \underline{\hspace{2cm}}$

Para cada medida, é preciso fechar o circuito para carregar o capacitor e basta acompanhar

o aumento de tensão no capacitor até chegar a tensão máxima V_0 . A descarga do capacitor ocorre ao abrir a chave, então a descarga é feita no resistor interno R_m do multímetro.

Determine o valor máximo de tensão alcançada pelo capacitor.

$$V_0 = \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{2cm}} \underline{\hspace{2cm}}$$

Preencha a tabela abaixo com os valores de tempo ($t_{1/2}$) medido, usando o cronômetro, quando a tensão no capacitor alcançar a metade do valor máximo. *Sugestão* : cada aluno do grupo deve medir alguns valores. Também, o aluno que manusear o cronômetro deve abrir o circuito.

tempo (s)	tempo (s)	tempo (s)	tempo (s)

Calcule o valor médio e o desvio padrão da média usando todos valores da tabela acima.

$$t_{1/2m} = \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{2cm}} \underline{\hspace{2cm}}$$

Então usando a média calcule o valor da constante τ :

$$\tau_{experimental} = \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{2cm}} \underline{\hspace{2cm}}$$

Compare os dois valores de τ (experimental e teórico) e comente:

b. Medida pela Curva de Decaimento (Multímetro+Cronômetro)

Usando o mesmo circuito do item **a** preencha a tabela abaixo, começando de zero e com intervalo de 2 segundos entre cada ponto. Cada tomada de tempo deve começar pela tensão máxima V_0 . *Sugestão* : um aluno do grupo deve medir o tempo e avisar outro aluno que lê constantemente o multímetro.

ponto	Tempo ()	Voltagem ()	ponto	Tempo ()	Voltagem ()
1			6		
2			7		
3			8		
4			9		
5			10		

Com os dados da tabela acima, faça um gráfico $V \times t$, imprima e anexe-o a este guia. Determine graficamente o valor da constante τ e compare o valor obtido com teórico.

$$\tau_{experimental} = \text{_____} \pm \text{_____}$$

Compare os dois valores de τ e comente:

Atenção! Leia o “Guia rápido de operação de um osciloscópio” antes de realizar as medidas propostas a seguir.

c. Medida com Osciloscópio

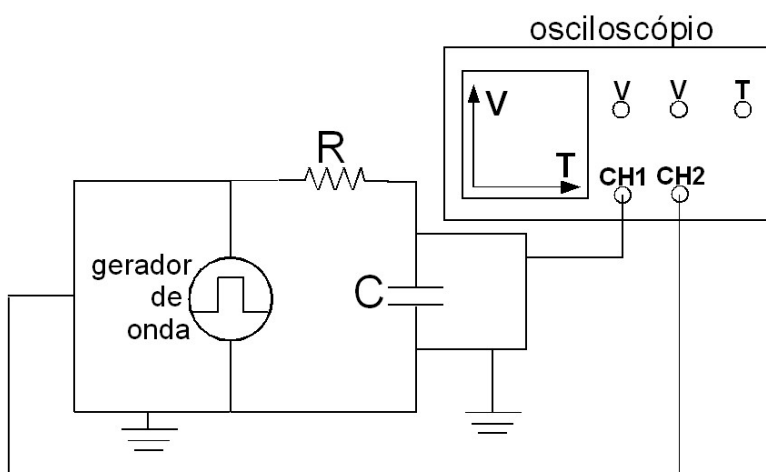


Figura 2: Medida da resposta do circuito RC no osciloscópio.

Monte o circuito da figura 2 com um capacitor C de $1\mu\text{F}$ e uma resistência R de $10\text{k}\Omega$. A fonte de tensão é um gerador de onda (quadrada), em determinados modelos, deve-se usar os terminais traseiros que possuem impedância menor. Conecte a ponta do osciloscópio no canal 1 (CH1) e meça a tensão sobre o capacitor. Depois conecte a outra ponta no canal 2 (CH2) e meça a tensão sobre o gerador. Repare que a ponta (jacaré) aterrada está próximo ao cabo que vem da fonte.

Anote os valores dos componentes:

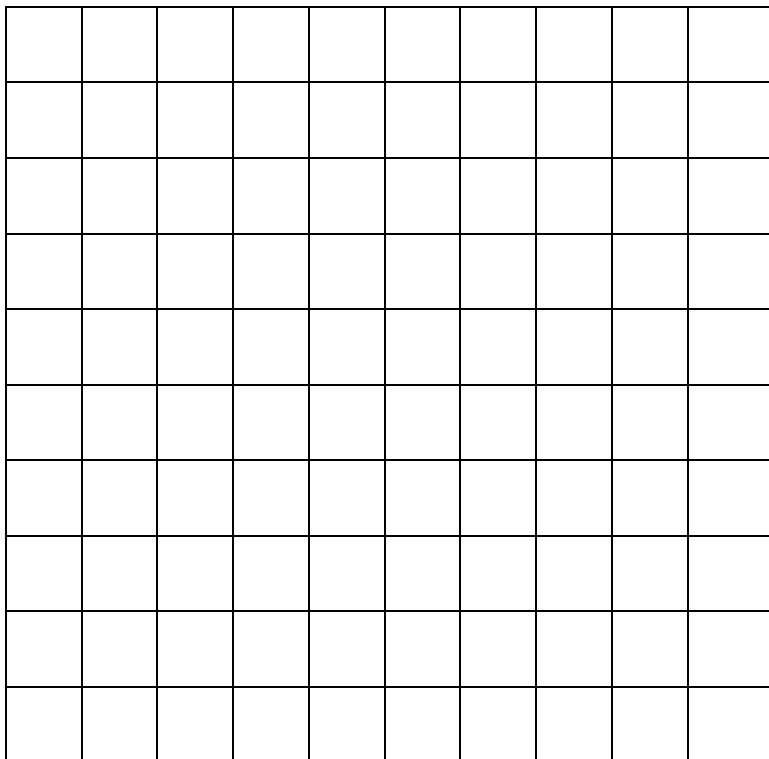
$$R = \text{_____} \pm \text{_____}$$

$$C = \text{_____} \pm \text{_____}$$

Calcule a constante teórica:

$$\tau_{\text{teórico}} = \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{2cm}} \underline{\hspace{2cm}}$$

Faça um desenho no espaço quadriculado da abaixo, descrevendo as duas ondas vistas no osciloscópio. Coloque na metade superior a onda do canal 1 e na metade inferior a onda do canal 2, identificando-as ao lado. Identifique a parte da onda que corresponde à carga do capacitor e à descarga do mesmo.



Marque as escalas usadas, além da frequência do gerador de onda.

$$V = \underline{\hspace{2cm}} \underline{\hspace{2cm}} ; t = \underline{\hspace{2cm}} \underline{\hspace{2cm}} ; f = \underline{\hspace{2cm}} \underline{\hspace{2cm}}$$

Meça diretamente da tela do osciloscópio o período T da onda:

$$T = \underline{\hspace{2cm}} \underline{\hspace{2cm}}$$

Compare o período com constante teórica τ calculada acima e comente.

Agora mudando as escalas do osciloscópio (não mexa no gerador de onda) amplie a figura da onda para visualizar melhor a curva de decaimento de tensão. Meça o tempo de decaimento para metade do pico de tensão. Se o osciloscópio possuir a função <cursor> utilize-a para facilitar a medição.

$$t_{1/2} = \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{2cm}} \underline{\hspace{2cm}}$$

Então, usando $t_{1/2}$ calcule o valor da constante τ

$\tau_{\text{experimental}} = \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{2cm}} \underline{\hspace{2cm}}$

Compare os dois valores de τ e comente:

Você deve entregar esta guia no final da aula