



INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Laboratório de Eletromagnetismo (4300373)
2º SEMESTRE DE 2013

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 $1/e = 0,368$ ($\sim 37\%$) 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 a equação de $V(t)$ e determine 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.

Quando solicitado, escreva os valores das grandezas obtidas (teórica e experimentalmente) com as suas incertezas e número adequado de algarismos significativos.

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 característica de descarga τ de um circuito RC. As medidas serão feitas por três experiências diferentes.

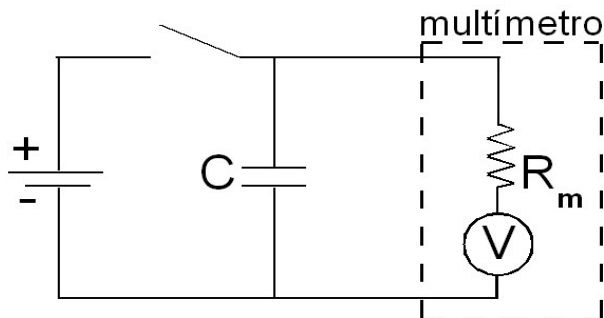


Figura 1: Circuito RC, com multímetro.

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 à pilha, bastando um simples contato para fechar o circuito.

Anote os valores dos componentes (valor e unidade):

R = _____

C = _____

Calcule a constante de tempo teórica:

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

Ao realizar cada medida, feche o circuito para carregar o capacitor e acompanhe o aumento de tensão no capacitor até este chegar à tensão máxima V_0 . A descarga do capacitor se faz abrindo a chave. A descarga é feita no resistor interno R_m do multímetro.

Determine o valor máximo de tensão alcançada pelo capacitor.

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

Preencha a tabela abaixo medindo (usando o cronômetro) o tempo ($t_{1/2}$) que leva para a tensão no capacitor alcançar a metade do valor máximo. *Sugestão* : cada aluno do grupo deve medir alguns valores e o outro aluno que manusear o cronômetro deve também.

| # | Tempo (s) | # | Tempo (s) | # | Tempo (s) | # | Tempo (s) |
|---|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|
| 1 | | 6 | | 11 | | 16 | |
| 2 | | 7 | | 12 | | 17 | |
| 3 | | 8 | | 13 | | 18 | |
| 4 | | 9 | | 14 | | 19 | |
| 5 | | 10 | | 15 | | 20 | |

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

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

Então usando o valor médio obtido, calcule o valor da constante de tempo (τ). Para isto, utilize a equação (1).

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

Compare os dois valores de τ (experimental e teórico) em função da incerteza calculada no valor experimental e comente:

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

Usando o mesmo circuito do item **a** meça a tensão do circuito em função do tempo e preencha a tabela da próxima página, começando de $t = 0$ (zero) e com intervalos de tempo de 2 segundos entre cada medida. 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 () | Tensão () | ponto | Tempo () | Tensão () |
|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|
| 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 , usando um gráfico monolog, e compare o valor experimental obtido com o teórico.

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

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

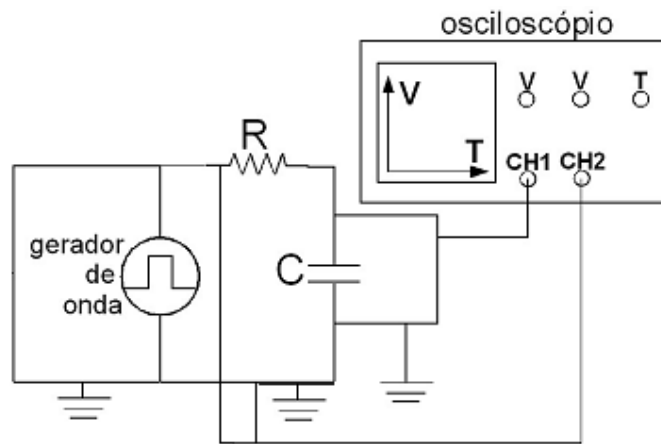


Figura 2: Medida da resposta do circuito RC no osciloscópio.

Monte o circuito da figura 2 com o 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). 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 do gerador. Repare que todas as conexões de terra estão ligadas no mesmo lado (terminal) do capacitor.

Anote os valores dos componentes:

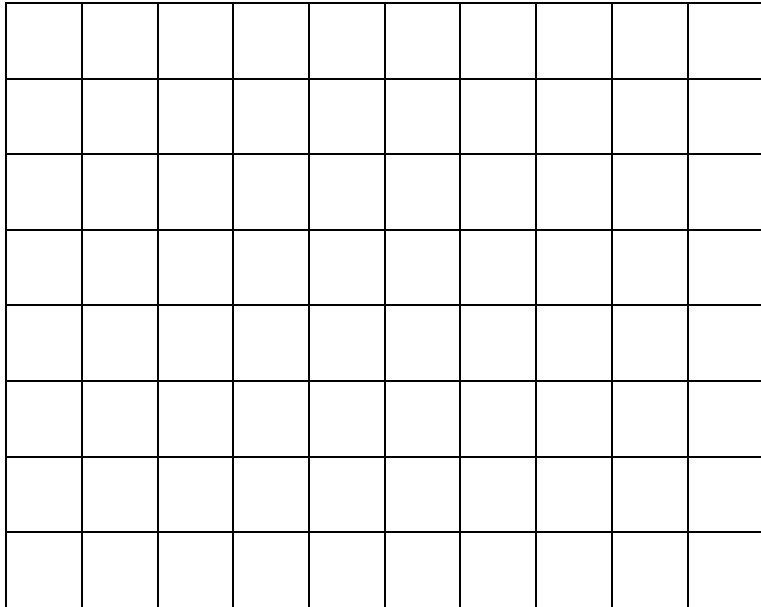
$$R = \text{_____} \pm \text{_____}$$

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

Calcule a constante teórica e a incerteza correspondente:

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

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



Escreva abaixo as escalas usadas de tensão e de tempo do osciloscópio, além da frequência do gerador de onda.

$$V = \text{_____} ; t = \text{_____} ; f = \text{_____}$$

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.

$$t_{1/2} = \text{_____} \pm \text{_____}$$

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

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

Compare os dois valores de τ e comente:

Você deve entregar esta guia no final da aula