

Capacitores

6.1 Capacitores e constante de tempo

6.1.1 Objetivos

- Obter a curva de carga e a curva de descarga de capacitores; as leis e as constantes envolvidas.
- Determinar o valor da capacitância.
- Verificar o comportamento da energia em capacitores.

6.1.2 Contexto

Resultados experimentais mostram que um capacitor leva tempo para carregar, como também, para descarregar através de um resistor em série com ele. Esta combinação **RC** é muito importante e é usada em muitos “timers” e osciladores. O experimento seguinte mostra que a razão de carga e a razão de descarga do capacitor dependem de valores tanto de R quanto de C.

Suponha que a chave do circuito da fig.1 seja subitamente conectada ao terminal (1).

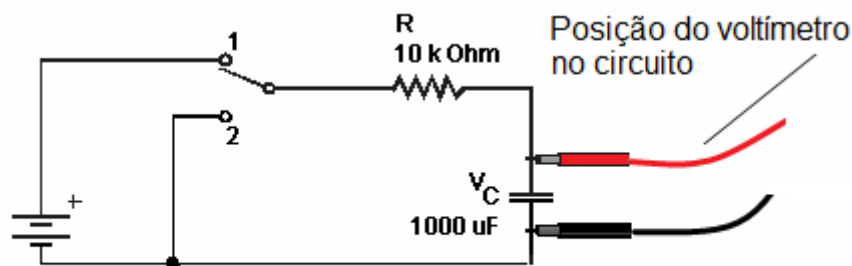


fig. 1 Típico circuito para carga do capacitor

A equação diferencial do circuito é pela lei de Kirchooff,

$$\varepsilon = Ri + \frac{q}{C}$$

Para resolver esta equação, reescrevemos:

$$\frac{di}{i} = -\frac{1}{RC} dt$$

A solução desta equação permite calcular a tensão nos terminais do capacitor.

$$V = \varepsilon (1 - e^{-t/RC})$$

Quando carregado, o capacitor é então descarregado pela conexão da chave na posição (2). Pela equação de Kirchooff,

$$iR + \frac{q}{C} = 0 \quad , \quad R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0$$

A solução desta equação diferencial $q = q_0 e^{-\frac{t}{RC}}$ permite calcular a voltagem nos terminais do capacitor no processo de descarga.

6.2.1 Atividade

Material e componentes

- Fonte de tensão 12 V DC
- Resistor 10K x 1/8W (marrom, preto, laranja)
- Capacitores 100µF, 200 µF, 300 µF, 470 µF, 1000 µF, 5000 µF(ou próximo).
- Potenciômetro 1K(ou próximo)
- Cronômetro
- Conectores
- Voltímetro

Parte A Constante de tempo

Procedimento:

- Implemente o circuito da fig.1.
- Ligue simultaneamente a chave S e o cronômetro anotando na tabela de dados da fig.2 o valor do tempo decorrido t para a tensão nos terminais do capacitor atingir VC = 1V.
- Descarregue o capacitor, conectando-o em curto circuito através de um fio link.
- Repita as etapas b - c anotando o tempo para outros valores da voltagem VC .
- Faça o gráfico Vc versus t. Para isto, utilize um analisador gráfico qualquer. O que poderá ser obtido é ilustrado na fig.3.

carga	
tempo (segundos)	tensão (volts)
	1
	2
	3

fig. 2 tabela de dados

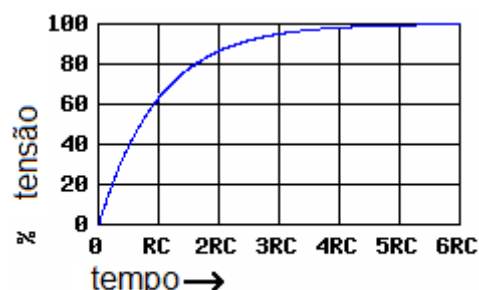


fig.3 curva de carga

Curva de descarga do capacitor

Procedimento:

- O procedimento é análogo ao anterior, exceto pelo fato de que o capacitor é previamente carregado.
- O cronômetro e a chave são acionados. Após cada medida, o capacitor deve ser carregado.
- Anote o tempo e a voltagem na tabela de dados da fig.4.
- Faça o gráfico V_c versus t . O que poderá ser obtido é ilustrado na fig.5

descarga	
tempo (segundos)	tensão (volts)
	1
	2
	3
	.
	.

fig.4 tabela de dados

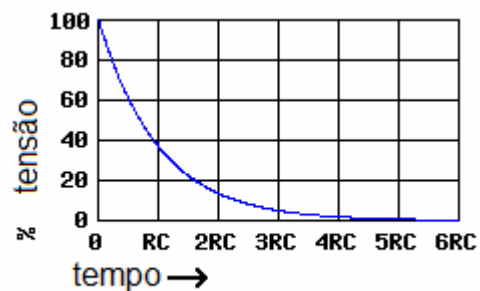


fig.5 curva de descarga

Questões:

- Com o resultado de suas anotações, construa os gráficos de V (tensão) versus t (segundos). Para este fim, utilize o “Graphical Analysis” ou um analisador gráfico qualquer.
- Examine o gráfico e responda: - Qual o valor da constante de tempo? Compare com o valor calculado $\tau = RC$.

Parte B Medida da capacitância

Existem muitos circuitos os quais usam uma configuração em ponte para medidas e controle. Note que no caso do circuito da fig. 6, a equação:

$$R1 / R2 = C2 / C1$$

é obtida com a ponte em equilíbrio.

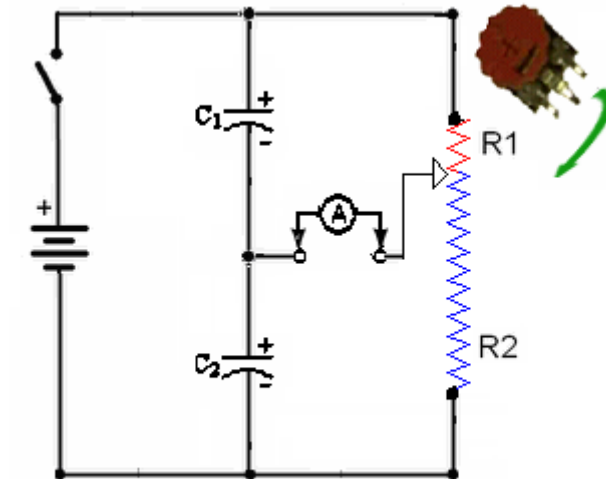


fig.6 Configuração em ponte

Procedimento:

- Execute o circuito da fig. 6 de modo que capacitores C2 de diferentes valores possam ser conectados.
- Ajuste o “trim-pot” VR (4K7 ou próximo) de forma a equilibrar a ponte. Para isto, “switch” o multímetro na escala 50V ou próximo. Faça o ajuste fino selecionando o fundo de escala do voltímetro em 0,5V.
- Use para C1 o valor de 100 μ F (ou próximo) e para C2 outros capacitores (200 μ F, ...)
- Mantenha o capacitor de referência C1 conectado. Para cada valor de C2 utilizado, calcule $C2 = (R1 / R2) C1$ e compare o resultado com o valor nominal do componente.

Energia de um capacitor carregado

Procedimento:

- Execute o circuito da fig.7.
- Ajuste a fonte de tensão para 12V e carregue o capacitor C1 (1000 μ F ou próximo) com esta voltagem, fig.3.
- Em seguida desconectando a fonte do circuito ligue o capacitor C1 carregado em paralelo com o capacitor C2 descarregado de (5000 μ F ou próximo).
- Meça a voltagem final da associação.
- Utilize o resultado de suas anotações, calcule as energias final U_f e inicial U_i .
- De acordo com a lei de conservação de energia, explique a diferença $U_f - U_i$ observada.

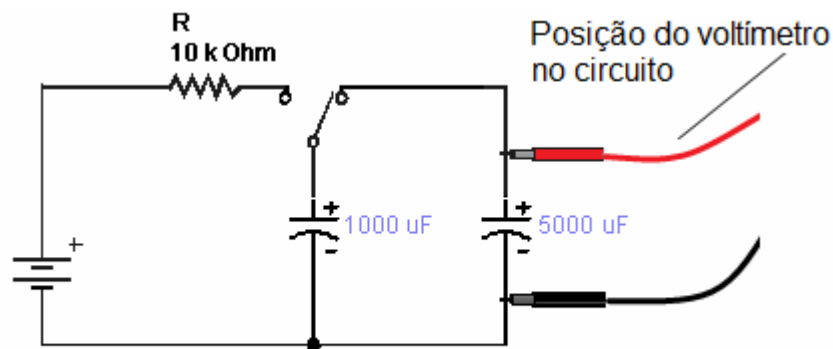


fig. 7 Energia de um capacitor carregado

6.2.2 Referências

1. <http://www.hyperstaffs.info/work/physics/child/main.html>

Outros textos

- Young & Freedman, Física, São Paulo, Addison Wesley, 2009
- Halliday Y, D & Resnick, R Fundamentos da Física, Rio de Janeiro, LTC, 1991.
- Sears, F. & Zemansky, W. Física, Rio de Janeiro, LTC, 1981.
- Purcell, E., Eletricidade e Magnetismo Curso de Física de Berkeley, São Paulo – SP, Editora Edgard Blucher, 1973.
- Physical Science Study Commitee, Física, Ed. preliminar, Brasília, Ed. Universidade de Brasília, 1963-1964.