

Eletricidade e Magnetismo II – 2º Semestre/ 2014

Experimento 2: Circuito RC

Nome: _____ N° USP: _____

Objetivo

Estudar alguns dos principais aspectos do circuito RC de forma qualitativa, verificando graficamente o comportamento da tensão em função do tempo com o auxílio do osciloscópio. Utilizaremos um gerador de ondas, resistor e capacitor. Medir a constante de tempo τ do circuito RC em função da capacitância.

1. Introdução

Considere o circuito esquematizado na figura 1. Suponhamos que o capacitor esteja inicialmente descarregado e que não haja corrente quando a chave está aberta. Fechando-se a chave no instante $t = 0$, a carga começa a fluir no circuito e o capacitor irá se carregar ao longo do tempo. O valor da carga máxima no capacitor depende da fem da bateria/fonte. Quando o capacitor atinge a carga máxima, a corrente no circuito se torna nula.

Aplicando a segunda regra de Kirchhoff no circuito (malhas), que nos diz que a soma das diferenças de potencial numa malha fechada deve ser nula, obtemos a equação (1). Lembrando que nessa regra os elementos que fornecem energia recebem sinal positivo na equação e, aqueles que consomem energia recebem sinal negativo.

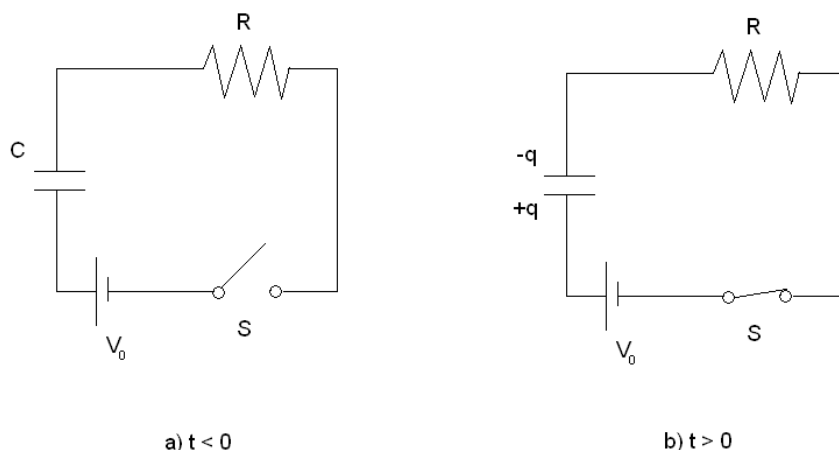


Figura 1: À esquerda, o circuito RC antes da chave S ser acionada e, à direita, com a chave ligada, o capacitor está se carregando ao longo do tempo.

$$V_0 - V_{Res} - V_{cap} = 0 \quad (1)$$

Lembrando que as diferenças de potencial no resistor e no capacitor, são, respectivamente RI e q/C . Logo, a expressão acima fica:

$$V_0 - RI(t) - \frac{q(t)}{C} = 0 \quad (2)$$

Como visto na aula, a solução da equação diferencial acima é dada por:

$$q(t) = Q_{\max} (1 - e^{-t/RC}) \quad (3)$$

A grandeza RC que aparece na exponencial possui dimensão de tempo e é chamada de τ (“tau”), a constante de tempo do circuito. Essa constante representa o intervalo de tempo durante o qual o capacitor aumenta sua carga de $q=0$ até $q=(1 - 1/e)$, isto é, $0,632Q_{\max}$ (63% da carga máxima).

Em linguagem matemática essa grandeza é dada por:

$$\tau = RC \quad (4)$$

A solução de (2) em termos da corrente é:

$$I(t) = I_{\max} e^{-t/RC} \quad (5)$$

Como o capacitor estava inicialmente descarregado ($q=0$ em $t=0$), pela expressão (5) vemos que a corrente inicial do circuito é máxima.

Considere agora a figura 2 abaixo, com um capacitor inicialmente carregado com uma carga Q .

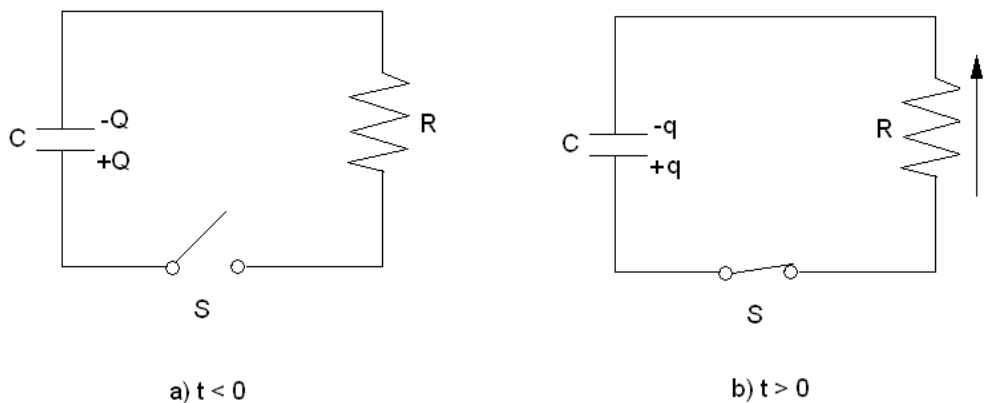


Figura 2: O capacitor inicialmente carregado (esquerda) começa a descarregar após a chave S ser fechada (direita).

A equação diferencial do circuito agora é dada por:

$$-\frac{q(t)}{C} - RI(t) = 0 \quad (6)$$

Cuja solução da carga em função do tempo é dada por:

$$q(t) = Q_{\max} e^{-t/RC} \quad (7)$$

E a solução para a corrente elétrica:

$$I(t) = -I_{\max} e^{-t/RC} \quad (8)$$

O sinal de menos reflete o fato da corrente inverter o sentido em relação ao processo de carga do capacitor, como esquematizado na figura 2 acima.

2. Materiais: o osciloscópio

O osciloscópio é um instrumento que permite visualizar graficamente sinais elétricos. Na maioria das aplicações, o osciloscópio mostra como um sinal elétrico varia no tempo. Neste caso, o eixo vertical (y) representa a amplitude do sinal (tensão) e o eixo horizontal (x) representa o tempo.

Um gráfico deste tipo poderá dizer-nos diversas coisas acerca de um sinal, como por exemplo: determinar valores de tensão e tempo de um sinal elétrico; determinar a frequência de um sinal periódico; comparar dois sinais num dado circuito; etc.

2.1 Obtendo a constante de tempo τ experimentalmente

Nesse experimento estaremos interessados em medir a constante de tempo do circuito RC, portanto vamos esquematizar como obter essa informação com o auxílio do osciloscópio.

Observe a figura abaixo, onde está esquematizada a forma da tensão em função do tempo para o capacitor. Com o auxílio dos cursores do osciloscópio na função tipo tensão, selecione toda a amplitude do sinal (V_0).

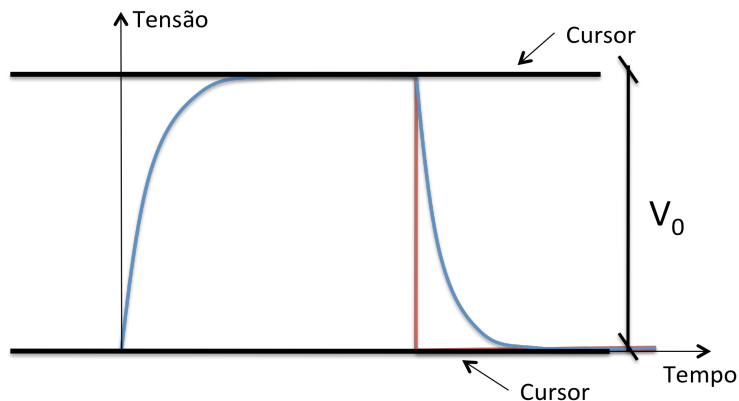


Figura 3: Tensão no capacitor em função do tempo. O osciloscópio indica o valor de tensão entre os dois cursores (delta), ajudando a determinar a amplitude do sinal e, portanto, a carga máxima acumulada.

Em seguida, calcule a tensão correspondente a $0,63V_0$ (63% da tensão máxima do capacitor) e mova o cursor de cima até esse ponto, como esquematizado na figura 4 abaixo.

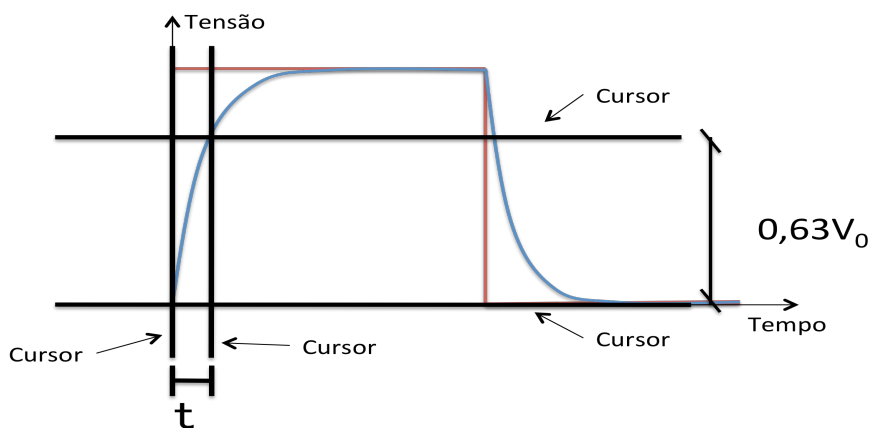
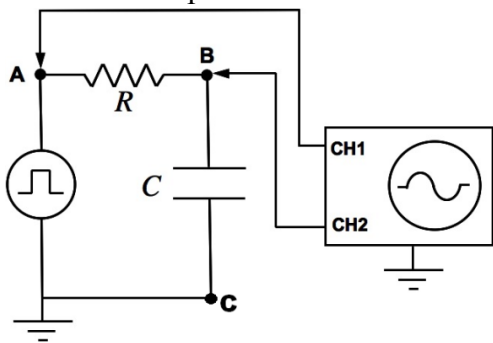


Figura 4: Colocando os cursores tipo tensão a 63% do valor máximo, e em seguida selecionando os cursores tipo tempo, é possível obter o valor da constante de tempo do circuito.

Agora selecione os cursores tipo tempo. Coloque o primeiro cursor no ponto (instante) no qual o capacitor inicia o processo de carregamento. Colocando o segundo cursor no ponto de interseção do valor de $0,63V_0$, o delta na horizontal corresponde à constante de tempo τ (figura 4).

Experimento - Circuito RC

Para este experimento iremos montar um circuito como este representado na figura abaixo:



-R é o resistor;

-C o capacitor;

-Temos um gerador de ondas quadradas e um osciloscópio com dois canais.

O Osciloscópio mostrará como a tensão varia em função do tempo.

Após a montagem do respectivo circuito e os ajustes que devem ser feitos de acordo com a orientação, podemos verificar duas ondas distintas no osciloscópio: uma medindo a tensão do gerador de ondas e outra a tensão no capacitor. No gerador de

ondas, utilize uma frequência de 400 Hz a 4 kHz.

1. Represente graficamente abaixo as duas ondas e explique o seu comportamento.

.....

.....

.....

.....

2. Varie o valor de capacitância e observe a tensão no capacitor. Para valores maiores de capacitância, o que ocorre? E para valores menores? Explique esse comportamento.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Vamos agora obter o valor da constante τ para pelo menos 10 (dez) valores de capacitância. Varie a capacitância e construa um gráfico $\tau \times C$, onde τ é o tempo característico. Qual é a representação física do coeficiente angular da reta? Estime seu valor numérico e compare com o valor teórico.

Dicas: Use o procedimento explicado na introdução da aula, que está esquematizado na introdução desse roteiro. Não ultrapasse valores de capacitância que impossibilitem o capacitor carregar “completamente”.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

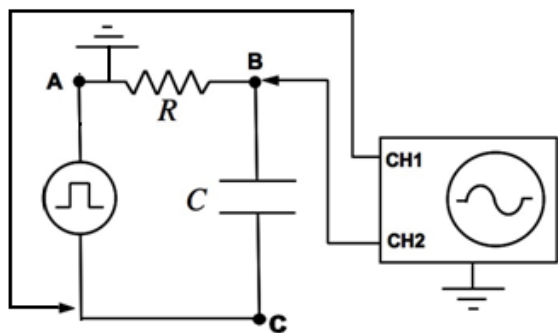
.....

.....

.....

.....

Agora mediremos a tensão no resistor e fonte simultaneamente. Para isso, inverta a posição do terra com o canal 1 do osciloscópio como esquematizado abaixo.



4. Represente graficamente o comportamento da tensão para a fonte e o resistor e explique seu comportamento.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....