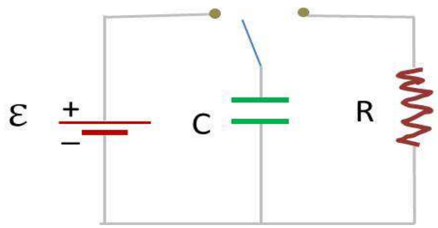
Atividade de Laboratório VI

Circuito RC - série

Um capacitor carregado apresenta uma ddp ΔV entre suas placas, o qual pode ser facilmente descarregado quando conectado em série com uma resistência R. Um circuito composto por um resistor de resistência R e um capacitor de capacitância C é a forma mais simples de circuito RC (figura abaixo). A energia elétrica armazenada no campo elétrico do capacitor é convertida em outras formas de energia geralmente calor, no resistor. Essa conversão de energia não é instantânea, mas leva um tempo característico em cada circuito, dependendo dos valores de R e C.



Ao conectar a resistência ao capacitor carregado (eliminando do circuito a fonte de tensão), num caminho fechado passando por R e C podemos dizer que

$$\Delta V(t) + i(t)R = 0$$

Corrente é definida como a quantidade de carga que atravessa o fio por unidade de tempo

$$i(t) = \frac{dQ(t)}{dt}$$

e a ddp no capacitor é dada por

$$\Delta V(t) = \frac{Q(t)}{C}$$

Dessa forma, podemos dizer que

$$\frac{dQ(t)}{dt} = -\frac{1}{RC}Q(t)$$

Essa é uma equação diferencial de primeira ordem, pois nela estão presentes a função $Q(t)$ e também a derivada temporal dessa função, $\frac{dQ(t)}{dt}$. A solução dessa equação deve ser uma função cuja derivada primeira é igual à própria função, a menos de uma constante. A função que apresenta esse tipo de comportamento é a função exponencial, portanto pode-se escrever

$$Q(t) = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

A quantidade RC, chamada *constante de tempo*, é o que caracteriza o circuito e pode ser reescrita como τ. Num processo de descarga, por exemplo, após um tempo igual a τ a carga no capacitor é igual a e^{-1} (ou 0,37) vezes o seu valor inicial.

Métodos para resolver esse tipo de equação serão vistos em detalhe no curso de equações diferenciais. Por ora, você deve utilizar a solução dessas equações conforme a tabela a seguir.

Capacitor Carregando	Capacitor Descarregando
$\mathcal{E} = R\frac{dQ(t)}{dt} + \frac{Q(t)}{C}$	$R\frac{dQ(t)}{dt} + \frac{Q(t)}{C} = 0$
$Q(t) = \mathcal{E}C\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$	$Q(t) = \mathcal{E}Ce^{-\frac{t}{RC}}$
$\Delta V(t) = \mathcal{E}\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$	$\Delta V(t) = \mathcal{E}e^{-\frac{t}{RC}}$

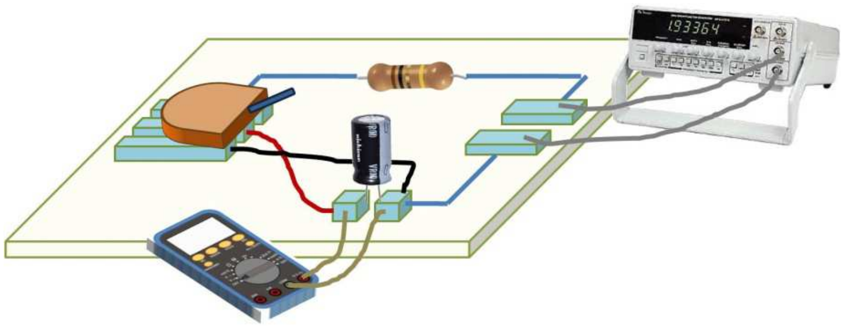
Quando $t = RC$, a tensão no capacitor atinge 63% do valor máximo quando este estiver carregando e 37% do valor máximo num processo de descarga.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Esse experimento tem por objetivo determinar a constante de tempo τ do circuito RC num processo de carga e descarga do capacitor. Para isso serão utilizados um capacitor ligado em série a um resistor e uma fonte de tensão contínua. Para facilitar o procedimento, uma chave seletora também será utilizada. Essa chave permite a passagem de corrente na direção para a qual a chave está direcionada. O capacitor tem polaridade e deve ser conectado de forma que a faixa mais clara esteja conectada ao negativo da fonte.

CAPACITOR CARREGANDO

Monte o circuito conforme mostra a figura abaixo. Utilizando dois cabos de conexão disponíveis, faça uma ligação entre a saída central da chave seletora e o positivo do capacitor e uma outra ligação entre a saída mais à esquerda da chave seletora e o negativo do capacitor. O capacitor deve também ser ligado em paralelo a um voltímetro para medir a ddp no capacitor durante os processos de

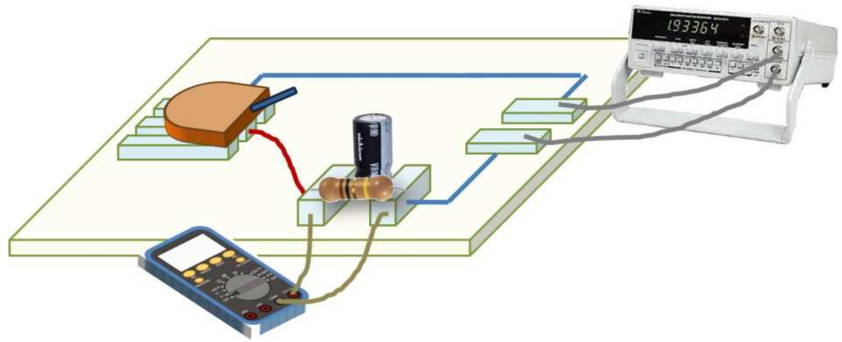


carga e descarga.

Utilizando um cronômetro, faça medidas do tempo necessário para que a ddp no capacitor atinja um determinado valor. Por exemplo: partindo do capacitor descarregado, acione o cronômetro e a chave seletora simultaneamente e verifique qual o tempo necessário para que a ddp no capacitor atinja $1\,V$. Em seguida, descarregue o capacitor mudando a posição da chave seletora para a esquerda e faça novamente a medição do tempo necessário para que a ddp atinja $2\,V$, e assim por diante até $12\,V$. Para os primeiros 5 pontos, é imprescindível descarregar o capacitor a cada medição, pois o tempo para atingir a ddp desejada é curto. Quanto maior a carga no capacitor, mais lento é o acréscimo de carga, por isso é recomendável não zerar o cronômetro para medidas de ddp próximas do valor máximo.

CAPACITOR DESCARREGANDO

Modifique o circuito fazendo com que o capacitor e o resistor estejam ligados em paralelo. Como a resistência no fio é desprezível, ao ligar a chave para a direita o capacitor é carregado quase



imediatamente. Quando a chave for posicionada para a esquerda, o capacitor vai descarregar diretamente no resistor. A chave seletora e o cronômetro devem ser acionados ao mesmo tempo (de preferência pela mesma pessoa para minimizar erros de medida). Verifique quanto tempo é necessário para que a ddp no capacitor diminua $1\,V$ (ou seja, para que a ddp no capacitor atinja $11\,V$). Em seguida carregue novamente o capacitor e verifique quanto tempo é necessário para que a ddp no capacitor diminua $2\,V$ (ou seja, para que a ddp no capacitor atinja $10\,V$), e assim por diante até que a ddp no capacitor seja próxima de zero.

Preencha as tabelas abaixo e faça um gráfico de ΔV_{cap} versus t para os dois casos, de carga e descarga do capacitor. A partir do gráfico, determine os valores da constante de tempo dos circuitos. Do valor obtido para RC e do valor da resistência, calcule o valor experimental da capacitância e compare com o valor nominal indicado no próprio capacitor.

CARREGANDO

$\Delta V_{cap}\,(V)$	$t\,(s)$

DESCARREGANDO

$\Delta V_{cap}\,(V)$	$t\,(s)$