

Experiência 3

Circuito RC série com osciloscópio

Objetivo: Verificar carga e descarga de capacitor e entender o funcionamento de osciloscópio

Teoria: Considere o circuito RC da Figura 1(a), alimentado por uma força eletromotriz (tensão) $v(t)$ representada por um gerador de função AC (corrente alternada) de onda quadrada.

Durante a aplicação da tensão variável o capacitor e o resistor ficam sujeitos a duas tensões diferentes durante um ciclo completo. Numa metade do ciclo ficam sujeitos a uma tensão $v(t) = V$ e na outra metade $v(t) = 0$, como mostrado na Figura 1(b). Nas duas situações, a lei das malhas fornece a relação $V_R + V_C = v(t)$.

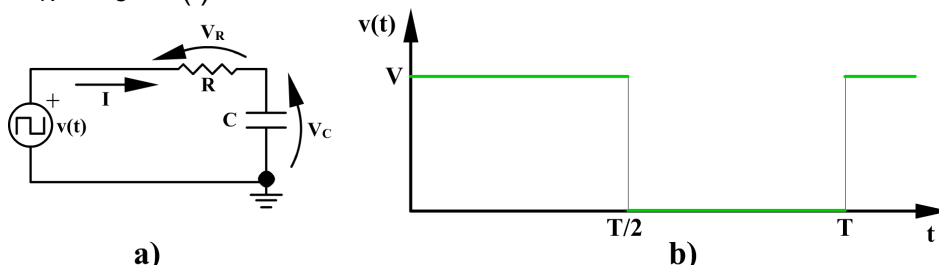


Figura 1 Circuito RC alimentado por um gerador de onda quadrada.

No primeiro semi-ciclo, pela lei das malhas, $V_R + V_C = V$. Sabe-se que $V_R = RI$, $V_C = q/C$ e $I = \Delta q/\Delta t$, sendo I a corrente elétrica, q carga elétrica acumulada no capacitor, t tempo, e Δt uma pequena variação de tempo. Para $\Delta t \rightarrow 0$, $I = dq/dt$, assim:

$$R \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} q = V$$

cujas solução (a solução desta equação será estudada mais a frente no curso) mostra o processo de carga do capacitor, dado por:

$$V_C(t) = V(1 - e^{-t/\tau_c}) \quad (1)$$

onde t é o instante de tempo após a tensão $v(t)$ passar a ser igual a V , e $\tau_c = RC$, é em unidade de tempo, e é denominado de constante de tempo capacitiva do circuito. O significado físico da constante de tempo capacitiva pode ser entendido substituindo-se t por τ_c , assim:

$$V_C(t = \tau_c) = 0,63V$$

ou seja, a constante de tempo τ_c mede o tempo necessário para que a tensão no capacitor atinja 63% do valor da tensão da fonte. Considera-se que o capacitor atinja sua carga máxima após o intervalo de tempo igual a $5RC$, na qual temos:

$$V_C(t = 5\tau_c) = 0,99V$$

Observe pelos resultados anteriores que a tensão sobre o capacitor aumenta ao longo do tempo e, pela lei das malhas, a tensão sobre o resistor diminui. Diminuindo a tensão sobre o resistor, diminui a corrente no circuito. Logo, tanto a tensão do capacitor quanto a corrente do circuito alteram os seus valores ao longo do tempo até o capacitor ser carregado e esses valores estabilizarem. Neste caso, a tensão sobre o capacitor é igual a V e a corrente no circuito igual a zero. Os gráficos abaixo mostram essa variação.

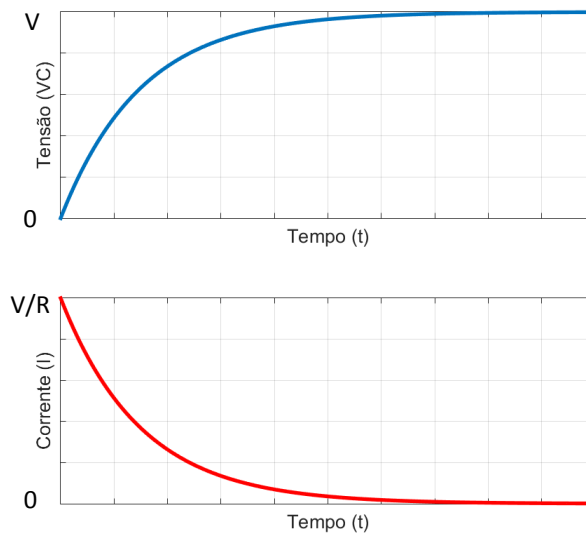


Figura 2 Tensão e corrente no circuito RC durante a etapa de carga do capacitor.

No segundo semi-ciclo a lei das malhas fornece $V_R + V_C = 0$, ou

$$R \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} q = 0$$

cuja solução (a solução desta equação será estudada mais a frente no curso) mostra o processo de descarga do capacitor, dado por:

$$V_C(t) = V_0 e^{-t/\tau_c} \quad (2)$$

onde V_0 é a tensão inicial no capacitor (poderá ser igual a V para um tempo de carga superior a $5RC$), t é o instante de tempo após a tensão $v(t)$ passar a ser igual a zero, e $\tau_c = RC$. Neste caso, a tensão no capacitor diminui a medida que o capacitor descarrega. No início, a tensão sobre o resistor será, pela lei das malhas, igual a tensão do capacitor, mas esse valor vai cair a zero, reduzindo a zero a corrente no circuito também. Importante notar que o sentido da corrente está invertido em relação ao mostrado na Figura 1.

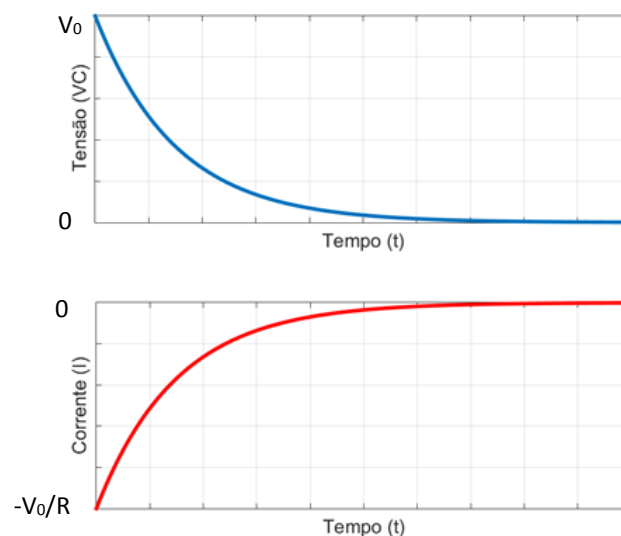


Figura 3 Tensão e corrente no circuito RC durante a etapa de descarga do capacitor.

As formas de onda do circuito serão vistas neste experimento usando um osciloscópio.

Equipamentos: Um gerador de funções, resistor, capacitor, osciloscópio, um protoboard e cabos de ligação.

Procedimentos:

- 1) Calcular o valor de resistência que junto com um capacitor de 5,6 nF obtenha $NRC = T/2$, onde $N = 6$ e $T/2 = 0,5$ ms. $R =$
- 2) Monte o circuito RC no protoboard, usando o valor comercial de resistor mais próximo ao calculado em 1). Calcule o valor de N para esse valor de resistor. $N =$

- 3) Ajustar no gerador de funções uma onda quadrada com frequência de 1 kHz e amplitude entre 0 e 10V. Medir no osciloscópio as tensões da fonte (CH1) e do capacitor (CH2).
- 4) Capturar pontos da curva de carga e descarga do capacitor e da onda quadrada (tensão x tempo) para interpolar e reproduzir um gráfico. Capturar pelo menos 10 pontos (cada ponto é tem as coordenadas de tempo e tensão).
- 5) Visualizar a forma de onda corrente. A corrente não pode ser visualizada diretamente no osciloscópio. Para isso, meça no osciloscópio as tensões da fonte (CH1) e do resistor (CH2). Para obter o valor da corrente use a lei de Ohm: $I = V/R$. Capturar pelo menos 10 pontos do gráfico, conforme o passo 4.

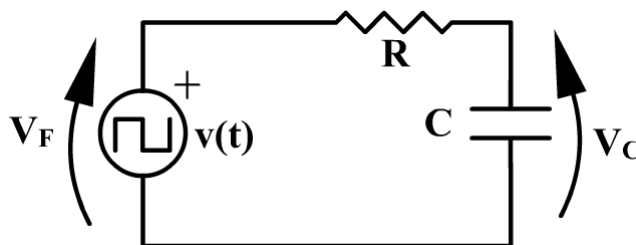


Figura 4 Circuito RC a ser montado

Questionário:

- 1) O valor de N em 1) é diferente do calculado em 2)? Se houve diferença, essa diferença vai interferir no processo de carga do capacitor?
- 2) Com os pontos capturados no passo 4) esboce os gráficos da onda quadrada e da onda de tensão sobre o capacitor.
- 3) Calcule e trace o gráfico de carga e descarga do capacitor, usando as expressões da tensão do capacitor dadas em (1) e em (2).
- 4) Comparar os valores teóricos e experimentais para os pontos capturados no passo 4) durante a aula de laboratório.
- 5) Com os pontos capturados no passo 5) esboce os gráficos da onda quadrada e da corrente no circuito. Compare com os gráficos teóricos do roteiro.

CÓDIGO DE CORES

| Cores | 1º anel | 2º anel | 3º anel | 4º anel |
|----------|---------|---------|-----------|---------|
| Prateado | - | - | 10^{-2} | 10% |
| Dourado | - | - | 10^{-1} | 5% |
| Preto | - | 0 | 10^0 | - |
| Marrom | 1 | 1 | 10^1 | 1% |
| Vermelho | 2 | 2 | 10^2 | 2% |
| Laranja | 3 | 3 | 10^3 | - |
| Amarelo | 4 | 4 | 10^4 | - |
| Verde | 5 | 5 | 10^5 | - |
| Azul | 6 | 6 | 10^6 | - |
| Violeta | 7 | 7 | 10^7 | - |
| Cinza | 8 | 8 | 10^8 | - |
| Branco | 9 | 9 | 10^9 | - |
| Sem anel | - | - | - | 20% |