



Aula 4: Circuito RC série

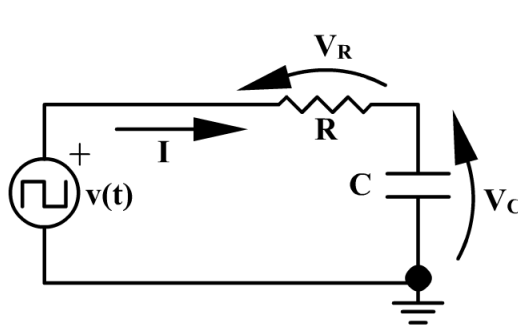
Professor

Patrick Marques Ciarelli

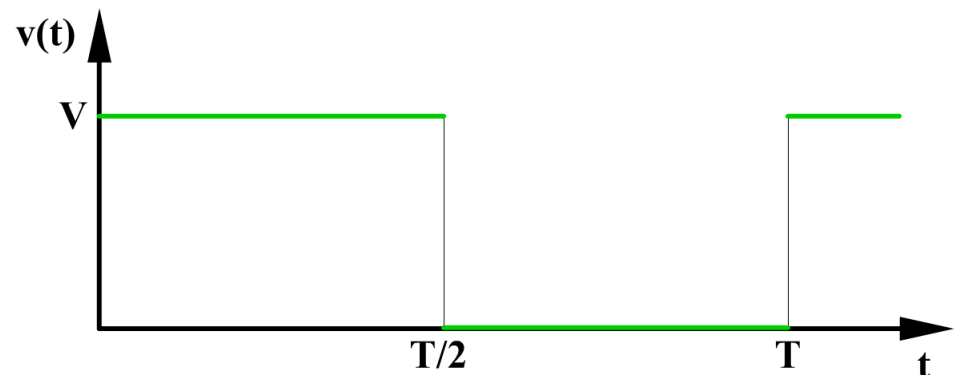
patrick.ciarelli@ufes.br

Introdução Teórica

- Circuito RC (resistor – capacitor) série
 - Considere o circuito RC da Figura 1 (a), alimentado por uma força eletromotriz (tensão) $v(t)$ representada por um gerador de função de onda quadrada;
 - A análise deste circuito pode ser dividida em duas partes: a) quando a tensão é $v(t) = V$ e quando $v(t) = 0$;
 - Nas duas situações a lei das malhas é válida: $V_R + V_C = v(t)$



a)



b)

Introdução Teórica

- Circuito RC série: $v(t) = V$
 - Quando $v(t) = V$, e considerando que o capacitor está completamente descarregado, haverá uma circulação de corrente (cargas elétricas) no circuito:

$$i(t) = \frac{\Delta q}{\Delta t} \text{ para } \Delta t \rightarrow 0, \quad i(t) = \frac{dq}{dt}$$

- Essas cargas elétricas irão se acumular no capacitor. No entanto, a medida que as cargas elétricas se acumulam no capacitor, a tensão do capacitor aumenta:

$$V_C(t) = \frac{q(t)}{C}, \quad \text{sendo } q(t) = \int i(t)dt$$

- A segunda parte da segunda equação indica que a medida que o tempo passa o número de cargas elétricas acumuladas aumenta, o que faz aumentar a tensão V_C .

Introdução Teórica

- Circuito RC série: $v(t) = V$

- Pela lei de Ohm:

$$V_R(t) = Ri(t)$$

- Porém, pela lei das malhas:

$$V_R(t) + V_C(t) = V$$

- Sabendo que o valor de V é constante, e que o valor de V_C está aumentando com o tempo, então, o valor de V_R tem que reduzir para manter a igualdade;
- Reduzindo o valor de V_R , o valor da corrente $i(t)$ também é reduzida;
- A tendência é que o valor da corrente no circuito tenda a zero e que a tensão no capacitor tenda para o valor de V .

Introdução Teórica

- Circuito RC série: $v(t) = V$

- Isso pode ser observado resolvendo a lei da malha:

$$V_R + V_C = V$$

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

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

- Essa equação é uma equação diferencial de primeira ordem (a ser estudada no curso). Considerando que o capacitor está inicialmente descarregado, sua solução fornece:

$$q(t) = CV \left(1 - e^{-t/RC} \right)$$

- Sendo $V_C = q(t)/C$:

$$V_C(t) = V \left(1 - e^{-t/RC} \right)$$

Introdução Teórica

- Circuito RC série: $v(t) = V$

- Da equação:

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

- RC é a constante de tempo capacitiva τ_C , e é dada em unidade de tempo;
- A constante de tempo τ_C mede o tempo necessário para que a tensão no capacitor atinja 63% do valor da tensão da fonte:

$$V_C(t) = V(1 - e^{-RC/RC}) = 0,63V$$

- O capacitor atinge sua carga máxima após o intervalo de tempo igual a $5RC$, na qual temos:

$$V_C(t) = V(1 - e^{-5RC/RC}) = 0,99V$$

Introdução Teórica

- Circuito RC série: $v(t) = V$

- Da equação:

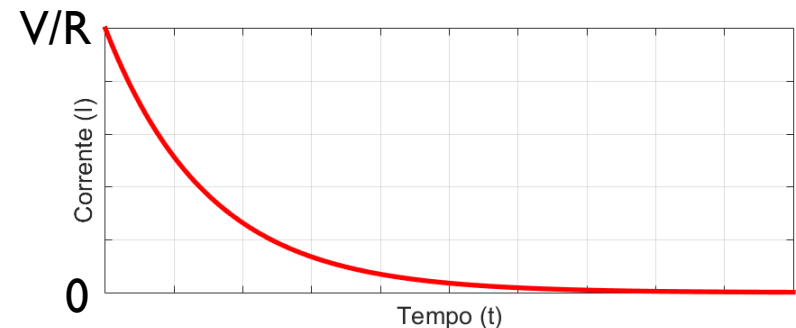
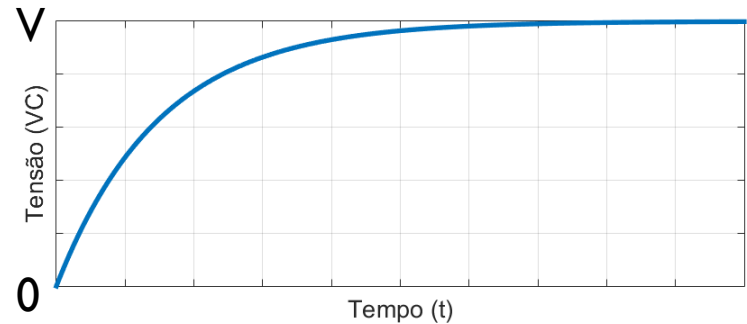
$$V_C(t) = V(1 - e^{-t/RC})$$

- E da lei das malhas, temos:

- $V_R + V_C = V$

- $Ri + V(1 - e^{-t/RC}) = V$

- $i(t) = \frac{V}{R} e^{-t/RC}$



Introdução Teórica

- Circuito RC série: $v(t) = 0$

- A análise do circuito quando $v(t) = 0$ é similar ao realizado;
- Pela lei das malhas:

$$V_R + V_C = 0$$

$$Ri + \frac{q}{C} = 0$$

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

- Essa equação é uma equação diferencial de primeira ordem (a ser estudada no curso). Considerando que o capacitor está inicialmente carregado com carga q_0 , sua solução fornece:

$$q(t) = q_0 e^{-t/RC}$$

- Sendo $V_C = q(t)/C$ e considerando $q_0 = CV$:

$$V_C(t) = V e^{-t/RC}$$

Introdução Teórica

- Circuito RC série: $v(t) = 0$

- Da equação:

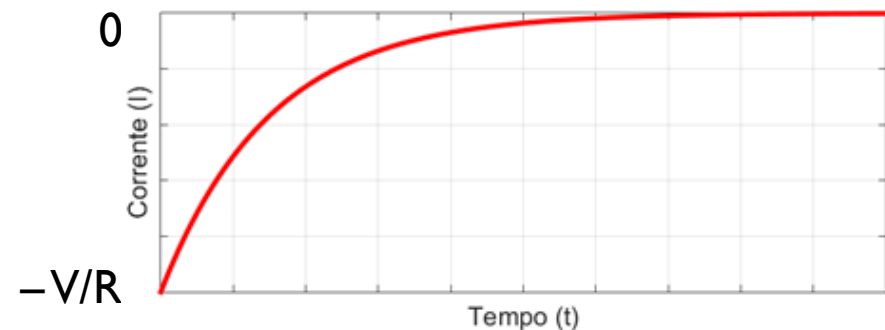
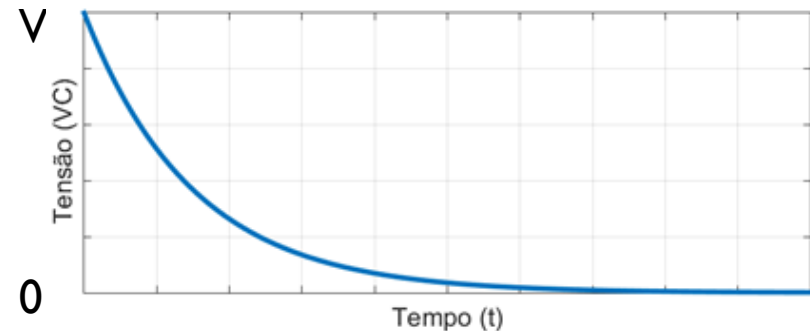
$$V_C(t) = V e^{-t/RC}$$

- E da lei das malhas, temos:

- $V_R + V_C = 0$

- $Ri + V e^{-t/RC} = 0$

- $i(t) = -\frac{V}{R} e^{-t/RC}$



Introdução Teórica

- Gerador de Funções
 - Fontes de alimentação com forma de onda de saída selecionável:
 - Senoidal
 - Triangular
 - Retangular
 - Pulsos
 - Dentes de serra
 - ...
 - Parâmetros podem ser ajustados
 - Amplitude
 - Período/Frequência
 - Ciclo de Trabalho
 - Simetria e Nível DC associado (offset)

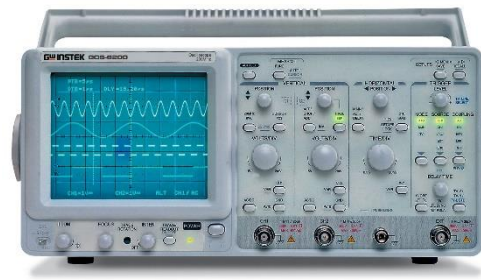
Introdução Teórica

- Gerador de Funções
 - Geradores de sinais de baixo nível de energia;
 - Não serve para alimentação, mas para excitar a entrada de um circuito;
 - Impedância de saída baixa.

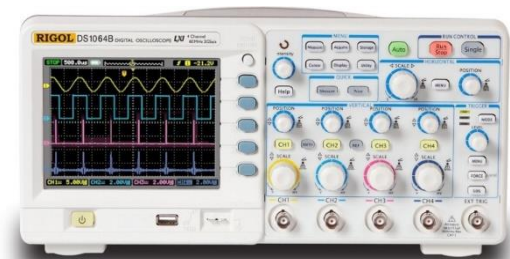


Introdução Teórica

- Osciloscópio
 - Instrumento versátil de medidas eletroeletrônicas;
 - Permite a visualização de formas de onda (periódicas ou não);
 - Memorização (analógica ou digital);
 - Acoplamento a sistemas de medições computadorizados;
- Medidas básicas:
 - Tensão
 - Tempo/Frequência
 - Diferença de fase



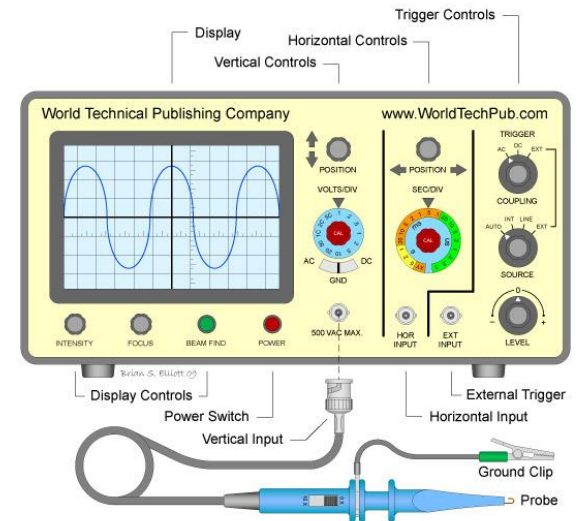
Analógico



Digital

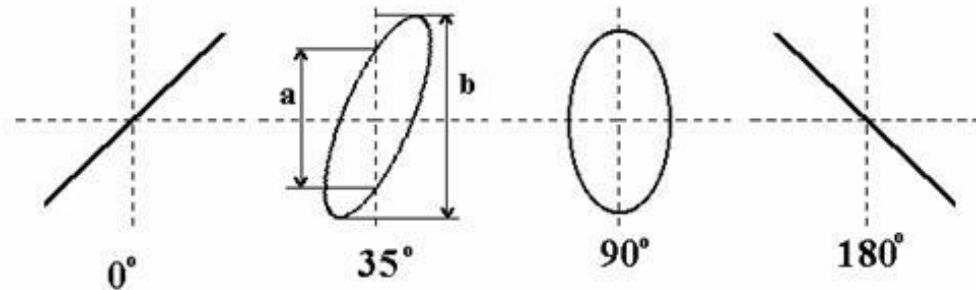
Introdução Teórica

- Osciloscópio – Escalas
 - Y-T: Eixo vertical representa tensão e horizontal representa o tempo;
 - X-Y: Eixos verticais e horizontais representam tensões;
 - As escalas de tensão e tempo são variáveis e controladas pelos seletores de amplificação e base de tempo.



Introdução Teórica

- Osciloscópio – Medidas básicas
 - Medida de tensão (ou amplitude):
 - Tamanho do sinal na vertical;
 - Obtida multiplicando a quantidade de divisões e suas frações, ocupadas pelo sinal na vertical, pela indicação da chave Volts/div.
 - Medida de tempo (período)/frequência:
 - Em um sinal periódico - tempo para que se realize um ciclo completo;
 - Obtido multiplicando-se a quantidade de divisões e suas frações ocupadas pelo ciclo completo na horizontal pela indicação da chave ms(s)/div;
 - O inverso deste produto é a frequência do sinal.



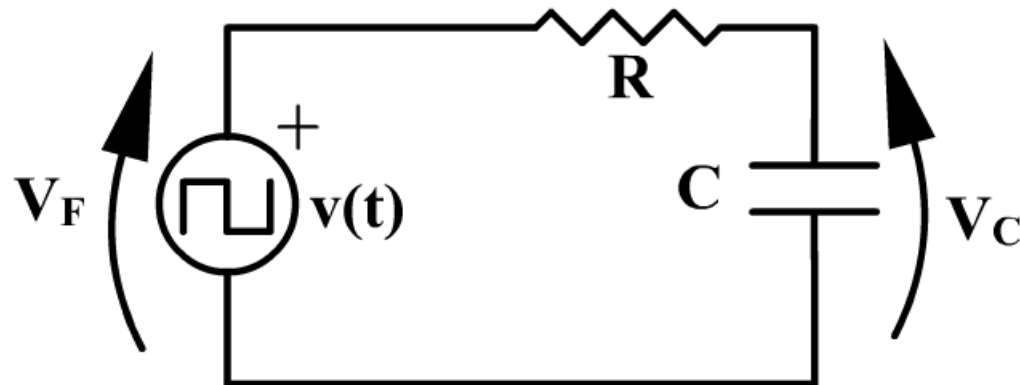
Introdução Teórica

- Osciloscópio – Pontas de prova
 - Usadas para realizar as medições.



Experimento

- Calcular o valor de resistência que junto com um capacitor de 3,9 nF obtenha $NRC = T/2$, onde $N = 6$ e $T/2 = 0,5$ ms.
- Montar o circuito RC com o componente calculado;
- Ajustar no gerador de funções uma onda quadrada com frequência de 1kHz e amplitude entre 0 e 10V;
- Medir no osciloscópio as tensões da fonte (CH1) e do capacitor (CH2);
- Capturar pontos da curva de carga e descarga do capacitor e da onda quadrada. Mínimo de 10 pontos;
- Visualizar a forma de onda corrente. 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.



Ideias para o projeto

- Alarme residencial;
- Termômetro eletrônico;
- Medidor de distância.