

1. Objetivos

- Maior compreensão de circuitos capacitivos.
- Familiarizar o aluno com simulação de circuitos RC.

2. Equipamento necessário

- Computador com software Qucs.

3. Capacitor

Enquanto o resistor é um componente que oferece resistência ao fluxo da carga, o capacitor armazena (figura 02). A simbologia do capacitor está na figura 01, porém algumas variantes podem ser encontradas. A figura 03 mostra um conjunto de capacitores em suas diversas dimensões e formatos. Capacitores podem ter polaridade ou não. Os que possuem polaridade, caso seja aplicada uma tensão de polaridade inversa, o capacitor é destruído. Capacitores eletrolíticos, cujo símbolo está na parte inferior da figura 01 e cuja fotografia está na figura 04, são capacitores onde a polaridade da tensão aplicada deve ser observada.

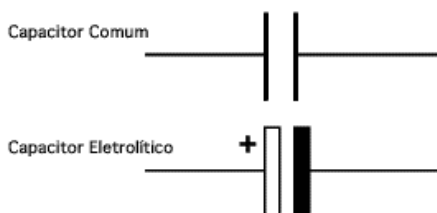


Figura 1: simbologia de um capacitor

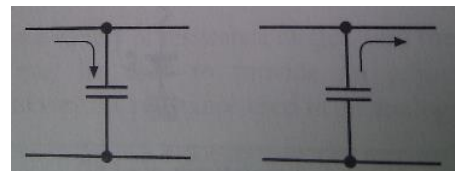


Figura 2: Ciclo de carga e descarga de um capacitor.



Figura 3 – Algumas formas de capacitores (também chamados de condensadores)



Figura 4 – Capacitores unipolares, como os eletrolíticos acima, a polaridade NÃO pode ser trocada.

A capacitância é medida em Farad (F). O capacitor é encontrado em equações com o símbolo C. Tipicamente, vamos trabalhar com capacitores variando de micro-farads até pico-farads.

Quando aplicamos uma tensão em um capacitor, o mesmo se carrega. Se esta tensão é removida, o capacitor “se opõe” a esta variação e tenta compensar, descarregando sua carga no circuito, se houver caminho (ver Figura 2).

3.1 Associação de capacitores

Na Figura 5, temos dois capacitores em paralelo e, na fig. 6, em série. A associação é feita de acordo com as equações abaixo:



Universidade Federal
de Ouro Preto

BCC265 – Laboratório de Eletrônica para Computação
Professor: Vinicius Martins
Aula 4
Assunto: Capacitores
Agradecimentos: Carlos Frederico e Eduardo Luz



$$C_{\text{série}} = C_1 \cdot C_2 / (C_1 + C_2)$$

$$C_{\text{par}} = C_1 + C_2$$

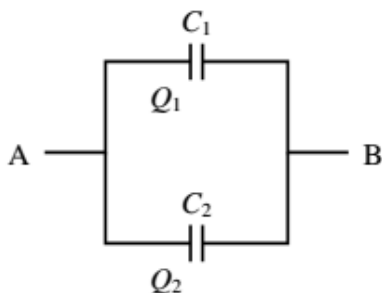


Figura 5 – Associação de capacitores em paralelo

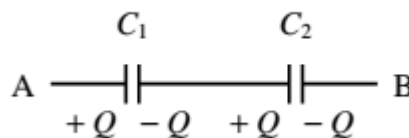


Figura 6 – Associação de capacitores em série

3.2 Reatância Capacitiva

A quantidade de "resistência" de um capacitor, sob regime AC, é conhecida como **reatância capacitiva**, e a mesma varia conforme varia a frequência do sinal AC. A reatância capacitiva é dada por:

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

Onde:

- X_C = reatância capacitiva, medida em ohms
- f = frequência do sinal AC, em Hertz - Hz
- C = capacitância medida em Farads F

3.3 Tempo de Carga

O tempo de carga de um condensador (capacitor) é definido pela expressão: $T = R \times C$

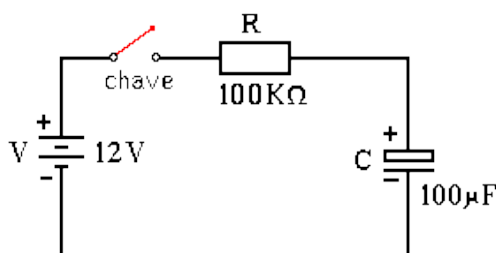


Figura 7 – Tempo de Carga

A função do resistor R é controlar o tempo de carga do capacitor. O tempo de carga depende diretamente do produto RC .

Após uma constante de tempo RC , o capacitor carrega com 63,2% da tensão da fonte (63,2% de V).
 $R \cdot C = 100 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-6} = 10000 \cdot 10^{-3} = 10$ segundos

Após $5 \cdot R \cdot C$, o capacitor está praticamente carregado com a tensão da fonte (99,3% de V).

$$t = 5 \cdot R \cdot C = 5 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-6} = 50000 \cdot 10^{-3} \text{ segundos} = 50 \text{ segundos}$$

3.3 Diagrama de Tempo



Universidade Federal
de Ouro Preto

BCC265 – Laboratório de Eletrônica para Computação
Professor: Vinicius Martins
Aula 4
Assunto: Capacitores
Agradecimentos: Carlos Frederico e Eduardo Luz

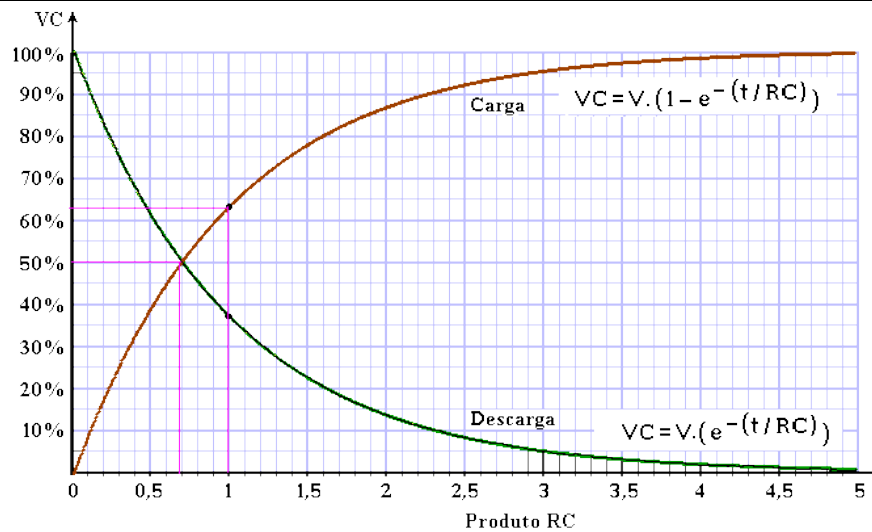


Figura 08 – Diagrama de tempo

Equações para a carga

$$t = R \cdot C \cdot \ln(V / (V - VC))$$

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

t => tempo transcorrido após ligar a chave
VC => tensão no capacitor após um tempo t
V => tensão da fonte
e => base do logaritmo neperiano (2,7182818...)
RC => produto RC

Equações para a descarga

$$t = R \cdot C \cdot \ln(V / VC)$$

$$VC = V \cdot (e^{-(t/RC)})$$

Acesse:

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electric/capchg.html>



Universidade Federal
de Ouro Preto

BCC265 – Laboratório de Eletrônica para Computação
Professor: Vinicius Martins
Aula 4
Assunto: Capacitores
Agradecimentos: Carlos Frederico e Eduardo Luz



4. Parte experimental (Circuitos RC)

4.1 Primeira Parte

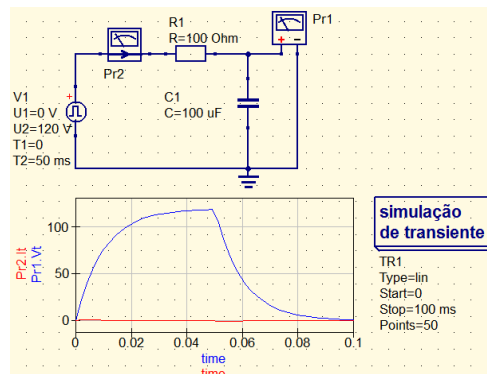


Figura 12

A simulação transiente analógica, ou simplesmente análise transiente, apresenta o que você veria em um osciloscópio, tensão ou corrente no eixo Y e tempo no eixo X.

Monte um circuito como o da Figura 12. Ajuste os parâmetros da simulação transiente como mostrado na Figura 12.

Coloque um capacitor, com o mesmo valor

- Em serie
- Em paralelo.

O que aconteceu?

4.2 Segunda Parte

Altere o circuito da Figura 12 para ficar idêntico à figura 13. O que significa o gráfico abaixo? Qual é o valor da Reatância capacitiva para a frequência de 60Hz. Troque para 120 Hz, o que aconteceu? Qual é a corrente a 60 Hz? E a 120Hz?

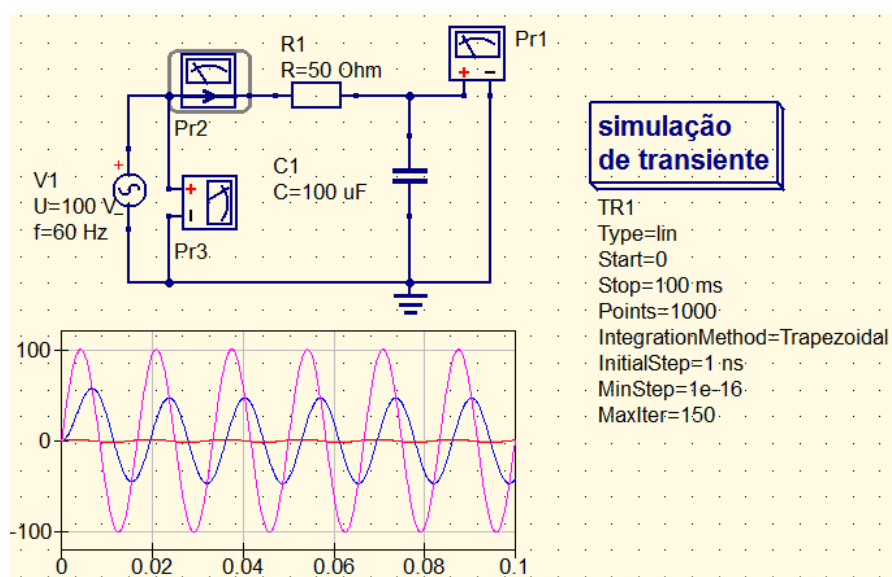


Figura 13