

## PSI3211 – CIRCUITOS ELÉTRICOS I

### **Lista 1: Conceitos Básicos e Bipolos**

#### Corrente

- 1 – Qual a quantidade de carga que atravessa um ponto de um circuito em 1 minuto, se a corrente média for  $75 \mu\text{A}$  ?
- 2 – Uma bateria de automóvel (12V) completamente descarregada, é carregada a 10A por 8h. Supondo que a corrente é constituída exclusivamente de cargas negativas (elétrons) em movimento, pergunta-se: Qual é a quantidade total de cargas negativas (em coulombs) que saíram pelo terminal positivo? Qual é a quantidade de cargas negativas que entraram pelo terminal negativo? Se a mesma quantidade de carga que entra por um terminal sai pelo outro, como é que a bateria armazena energia? Qual é a quantidade de carga da bateria (em ampères-hora e em coulombs)? Isto é, se for ligado um resistor entre os dois terminais da bateria, qual é a quantidade de carga que irá fluir pelo resistor até acabar a carga da bateria, supondo que toda carga armazenada é aproveitada?
- 3 – Em um tipo de válvulas a gás, um mesmo número de elétrons e íons positivos movem-se da esquerda para a direita e da direita para a esquerda, respectivamente. Se  $12,5 \cdot 10^{18}$  íons positivos foram movidos através de uma seção transversal do tubo em 0,2 s, qual foi a corrente total na válvula?

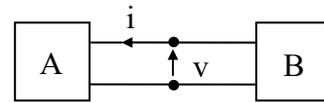
#### Tensão

- 1 – Uma bateria de carro típica ( 12 V ) pode armazenar uma carga de  $2 \cdot 10^5$  C. Qual a quantidade de energia que esta carga representa, em joules e em kWh ?

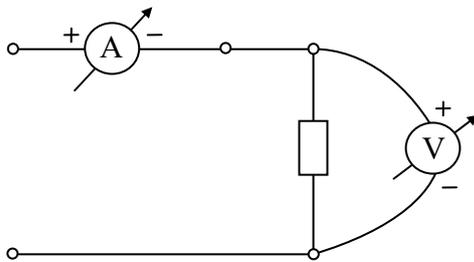
#### Potência

- 1 – Qual a corrente através de uma lâmpada de 120 V, 100 W quando esta está acesa ?
- 2 – Um gravador portátil opera com 2 baterias de 1,5 V cada, ( ligadas em série ) ambas armazenando juntas 3000 J de energia quando novas.
  - a) Qual a carga total de cada bateria quando nova?
  - b) Quanto tempo vão durar as baterias se o gravador for utilizado para gravar, drenando uma corrente de 25 mA? Qual a potência total dissipada?
  - c) Quanto tempo vão durar as baterias, com o gravador utilizado para rebobinar fitas drenando uma corrente de 10 mA? Qual a potência neste caso?
- 3 – Dois circuitos A e B estão conectados conforme a figura abaixo. Para cada par de valores de  $v$  e  $i$  indicados, calcule a potência nos terminais de interconexão e determine se a potência está fluindo de A para B ou vice-versa:

- a)  $i = 5\text{A}$ ,  $v = 120\text{V}$   
 b)  $i = -8\text{A}$ ,  $v = 250\text{V}$   
 c)  $i = 16\text{A}$ ,  $v = -150\text{V}$   
 d)  $i = -10\text{A}$ ,  $v = -480\text{V}$



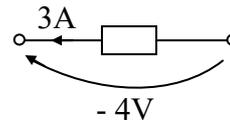
4 – Calcule a potência absorvida ( recebida ) pelos bipolos da Figura 1.



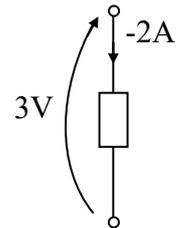
Leitura A : 2 A

Leitura V : -3 V

a)



b)



c)

**Figura 1**

### Resistor

- 1 – O fio de cobre de  $35\text{ mm}^2$  possui uma resistência de  $0,524\ \Omega/\text{km}$ . Qual a condutância de  $12\text{ km}$  deste fio ?
- 2 – Qual a potência que deve suportar um resistor de  $1\text{ k}\Omega$ , atravessado por uma corrente de  $50\text{ mA}$  ?
- 3 – Qual é a resistência de uma lâmpada  $110\text{V}$ ,  $100\text{W}$  quando está acesa? Supondo que a lâmpada não queima e a resistência da lâmpada não se altera com a variação da temperatura, qual será a potência consumida pela lâmpada caso esta seja instalada em uma rede de  $55\text{V}$  ? E em uma rede de  $220\text{V}$ ? Na realidade, a resistência da lâmpada aumenta com o aumento da temperatura, e como a lâmpada trabalha numa temperatura muito alta, as resistências da lâmpada totalmente acesa, meio acesa e apagada são muito diferentes. Queremos determinar a resistência verdadeira da lâmpada quando colocada na rede de  $55\text{V}$ . Sugira uma experiência (utilizando voltímetro e/ou amperímetro) que nos permita determiná-la.

### Capacitor

- 1 – Qual a corrente através de um capacitor de  $2\ \mu\text{F}$ , se a tensão através dele cresce linearmente de  $0$  a  $250\text{ V}$ , em  $100\text{ ms}$ .
- 2 – A tensão num capacitor de  $10\ \mu\text{F}$  é  $6\text{ V}$  em  $t = 0$  e a corrente é  $12\text{sen}(0,120\pi t)$  (mA, ms). Qual a máxima tensão no capacitor e quando ela ocorre? Qual a máxima

potência instantânea no capacitor? Qual a máxima variação de energia armazenada no capacitor?

- 3 – O que acontece no instante em que um capacitor descarregado (digamos, de  $10 \mu\text{F}$ ) é ligado a uma fonte de tensão ideal (digamos, de  $10 \text{ V}$ )? Depois que o capacitor ficou ligado à fonte durante um bom tempo, a conexão entre ambos é desfeita. O que acontece neste instante? Qual é a tensão sobre o capacitor após a quebra da conexão?

### **Indutor**

- 1 – Qual a tensão induzida numa bobina de  $150 \text{ mH}$ , quando a corrente é constante em  $4 \text{ A}$ ? E quando a corrente varia numa taxa de  $+4 \text{ A/s}$ ?
- 2 – Determine a tensão num indutor em  $t = 0$ , sabendo-se que a potência instantânea no bipolo é dada por  $12\cos 100\pi t$  (mW, ms) e a corrente no indutor é  $150 \text{ mA}$  em  $t = 0$ .
- 3 – Dada a tensão  $v = 36\cos 200t$  (V, s) num indutor de  $3 \text{ H}$ , determine a corrente no indutor em  $t = \pi/400 \text{ s}$  se  $i_L(0) = -0,1 \text{ A}$ .
- 4 – O que acontece no instante em que um indutor (digamos, de  $1 \text{ H}$ ) é ligado a uma fonte de tensão ideal (digamos, de  $10 \text{ V}$ )? Depois de  $1 \text{ s}$ , a conexão é desfeita. O que acontece neste instante?
- 5 – Uma lâmpada de  $1,5\text{V}$  é ligada a uma pilha de  $1,5\text{V}$  em série com um capacitor (digamos, de  $10 \mu\text{F}$ ). O que você observa? E se a lâmpada for ligada em série com um indutor (digamos, de  $1 \text{ mH}$ )?

### Exercícios com o Simulador Numérico

1. Considere o Exercício 2 da Seção **Capacitor**. Confira a resposta que você obteve, utilizando um software de simulação à sua escolha, por exemplo, Multisim 14.0 ou PSPICE versão estudantil 9.1.

#### Instruções (para o Multisim 14.0):

- O exercício pode ser simulado com o seguinte circuito composto por um capacitor excitado por um gerador de corrente senoidal conforme o desenho a seguir, obtido com o *schematic* do Multisim 14.0:

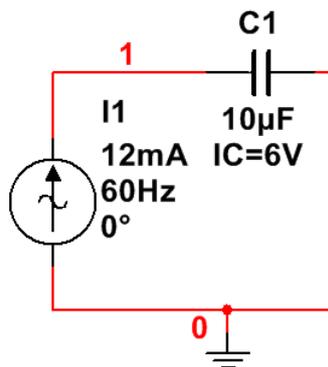


Figura 2: Montagem do circuito elétrico.

- (a) Os componentes podem ser selecionados em *Place* → *Component*.
  - O capacitor de  $10\ \mu F$  pode ser encontrado no *Group: Basic, Family: CAPACITOR, Component: 10µ*.
  - O gerador de corrente senoidal pode ser encontrado no *Group: Sources, Family: SIGNAL\_CURRENT\_SOURCES, Component: AC\_CURRENT*.
  - O componente de terra está no *Group: Sources, Family: POWER\_SOURCES, Component: GROUND*.
- (b) Posicione os componentes no *schematic* e realize as conexões necessárias clicando sobre os terminais de cada componente.
- (c) Para visualizar o número que o software atribui às conexões entre componentes, digite **CTRL+M** e selecione, na aba *Sheet Visibility*, a opção **Show all** em *Net Names*. As conexões ligadas ao terra são rotuladas automaticamente como “0”.
- (d) Clique duas vezes sobre os componentes e, na aba *Value*, defina os valores correspondentes ao exercício.
  - Para a fonte de corrente, adote **Current (Pk): 12 mA** e **Frequency: 60 Hz** (por que a frequência deve ser igual a 60 Hz?). Não é necessário ajustar o valor de **Phase** pois a fonte *AC\_CURRENT* já gera um sinal senoidal.

- Defina a capacitância como **10 uF** e, em *Additional SPICE simulation parameters*, marque a caixa **Initial conditions** e insira o valor de **6 V**.
- (e) A simulação deve ser uma análise de transitório para verificar o comportamento das grandezas elétricas do circuito ao longo do tempo. A configuração da simulação pode ser feita em *Simulate* → *Analyses and simulation*. Em *Active Analysis*, selecione *Transient*.
- Na aba *Analysis parameters*, vá em **Initial conditions** e selecione **User-defined**. Ajuste o **End time (TSTOP)** para **0.1 s**, para possibilitar a visualização de 6 ciclos da tensão no capacitor (verifique!). Selecione **maximum time step (TMAX)** e insira o valor de **1e-005 s**.
  - Na aba *Output* são selecionadas as variáveis para análise. Selecione as seguintes variáveis e clique em **Add: V(1)** (tensão na conexão 1 em relação ao terra) e **P(C1)** (potência do capacitor). Para adicionar a variação de energia armazenada no capacitor como variável, clique em **Add expression...** e digite no campo **Expression:** a expressão **integral(P(C1))**.
  - Prossiga clicando em ► **Run**.
- (f) A janela do *Grapher View* deverá mostrar os gráficos das três variáveis selecionadas para análise no intervalo de tempo de 0 a 100 ms.
- Para visualizar os gráficos separadamente, selecione na legenda um gráfico de cada vez (para mostrar a legenda ative *Legend* → *Show legend*). Utilize a ferramenta de **zoom vertical** para ampliar os gráficos caso necessário.
  - Para verificar suas respostas obtidas anteriormente, ative *Cursor* → *Show cursors*. Clique sobre o gráfico que deseja verificar. Selecione o cursor (1 ou 2) e digite **CTRL+2** para pular para o próximo máximo local. Verifique os valores de abscissa e ordenada na janela *Cursor*.

2. Considere o Exercício 3 da Seção **Indutor**.

#### Instruções (para o Multisim 14.0):

- O exercício pode ser simulado com o seguinte circuito composto por um indutor excitado por um gerador de tensão senoidal conforme o desenho a seguir, obtido com o *schematic* do Multisim 14.0:

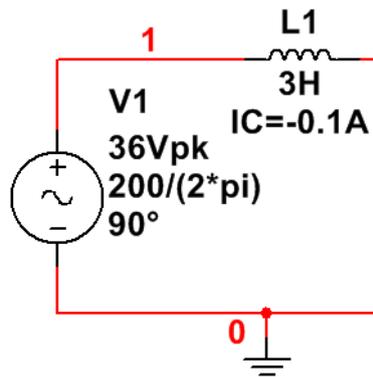


Figura 3: Montagem do circuito elétrico.

- (a) Os componentes podem ser selecionados em *Place* → *Component*.
- O indutor de 3 H pode ser encontrado no *Group: Basic, Family: INDUCTOR, Component: 3*.
  - O gerador de tensão senoidal pode ser encontrado no *Group: Sources, Family: SIGNAL\_VOLTAGE\_SOURCES, Component: AC\_VOLTAGE*.
  - O componente de terra está no *Group: Sources, Family: POWER\_SOURCES, Component: GROUND*.
- (b) Posicione os componentes no *schematic* e realize as conexões necessárias clicando sobre os terminais de cada componente.
- (c) Para visualizar o número que o software atribui às conexões entre componentes, digite **CTRL+M** e selecione, na aba *Sheet Visibility*, a opção **Show all** em *Net Names*.
- (d) Clique duas vezes sobre os componentes e, na aba *Value*, defina os valores correspondentes ao exercício.
- Para a fonte de tensão, adote **Voltage (Pk): 36 V** e **Frequency: 200/(2\*pi) Hz** (por que a frequência deve ser igual a  $200/(2\pi)$ ?). Além disso, como a fonte *AC\_VOLTAGE* gera uma função senoidal, é preciso ajustar **Phase: 90°** para excitar o circuito com um cosseno.
  - Defina uma indutância de **3 H** e, em *Additional SPICE simulation parameters*, marque a caixa **Initial conditions** e insira o valor de **-0.1 A**.
- (e) A simulação será uma análise de transitório para verificar o comportamento das grandezas elétricas do circuito ao longo do tempo. A configuração da simulação pode ser feita em *Simulate* → *Analyses and simulation*. Em *Active Analysis*, selecione *Transient*.
- Na aba *Analysis parameters*, vá em **Initial conditions** e selecione **User-defined**. Ajuste o **End time (TSTOP)** para **0.035 s**, para possibilitar a visualização da corrente no indutor por um pouco mais de um período (esse intervalo é suficiente para observar o que ocorre

em  $t = \pi/400$  s). Selecione *maximum time step (TMAX)* e insira o valor de **1e-005** s.

- Na aba *Output* são selecionadas as variáveis para análise. Selecione a seguinte variável e clique em **Add: I(L1)** (corrente sobre o indutor).
- Prossiga clicando em ► **Run**.

(f) A janela do *Grapher View* deverá mostrar o gráfico da corrente sobre o indutor no intervalo de tempo de 0 a 35 ms.

- Para verificar suas respostas obtidas anteriormente, ative *Cursor* → *Show cursors*. Clique sobre o gráfico que deseja verificar. Selecione o cursor (1 ou 2), clique sobre ele com o botão direito do mouse e selecione **Set X value**. Insira um valor aproximado de  $\pi/400$  s. Verifique os valores de abscissa e ordenada na janela *Cursor*.