

33; 36: 'ô'Rt<sup>a</sup> dec'f g'Elt ewlsqu'Gagt<sup>1</sup>/plequ'3

## Experimento 04: Análise Temporal de Capacitores e Indutores

## 1) Objetivos

Estudo das características elétricas de capacitores e indutores: determinação da relação tensão x corrente.

## 2) Estudo pré-laboratorial

## 2.1) Cálculos teóricos

a) Considerando um sinal senoidal  $V(t) = V \sin(\omega t + \phi)$  aplicado entre os terminais de um capacitor, encontre a fórmula para a relação  $V_C(t)/i_C(t)$ . Em seguida conclua: qual a relação entre a magnitude da tensão e da corrente no capacitor? Qual a diferença de fase entre os sinais  $i_C(t)$  e  $V_C(t)$ ? Atenção: lembre-se que  $\omega = 2\pi f$ , com  $\omega$  dado em rad/s e  $f$  em Hz.

b) Considerando um sinal senoidal  $i(t) = I \sin(\omega t + \phi)$  aplicado entre os terminais de um indutor, encontre a fórmula para a relação  $V_L(t)/i_L(t)$ . Em seguida conclua: qual a relação entre a magnitude da tensão e da corrente no indutor? Qual a diferença de fase entre os sinais  $i_L(t)$  e  $V_L(t)$ ? Atenção: lembre-se que  $\omega = 2\pi f$ , com  $\omega$  dado em rad/s e  $f$  em Hz.

c) Encontre as expressões matemáticas dos sinais  $i_C(t)$  e  $V_C(t)$  para o circuito da Fig.2.1a. Ou seja, obtenha a corrente e a tensão sobre o capacitor quando ligado em série ao resistor  $R$  e à fonte de sinal  $V_g$ . Modele a onda quadrada como um circuito que chaveia a cada meio período entre uma fonte de  $+1\text{ V}$  e uma de  $-1\text{ V}$ . Para facilitar as contas, suponha que, ao final de cada meio período, o circuito está em regime permanente DC.

d) Encontre as expressões matemáticas dos sinais  $i_L(t)$  e  $V_L(t)$  para o circuito da Fig.2.1b. Ou seja, obtenha a corrente e a tensão sobre o indutor quando ligado em série ao resistor  $R$  e à fonte de sinal  $V_g$ . Modele a onda quadrada como um circuito que chaveia a cada meio período entre uma fonte de  $+1\text{ V}$  e uma de  $-1\text{ V}$ . Para facilitar as contas, suponha que, ao final de cada meio período, o circuito está em regime permanente DC.

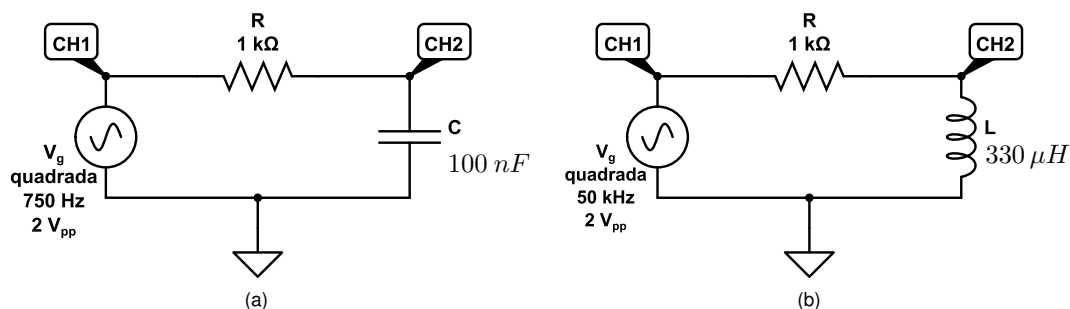


Figura 2.1: Circuitos para avaliação da relação  $V \times i$  no capacitor (a) e no indutor (b).

## 2.2) Simulação

Faça a simulação dos dois circuitos da Fig. 2.1. Considere duas situações:

a)  $V_g$  é uma onda quadrada;

Apresente os gráficos de corrente e tensão no capacitor/indutor sobrepostos ao sinal da fonte.

Atenção: Se não for possível visualizar correntes com seu simulador, note que por tratar-se de um circuito de malha única, a corrente é a mesma em todos os componentes. E lembre-se que em um resistor, tensão e corrente tem exatamente a mesma forma de onda a menos de um fator de escala:  $V_R(t) = Ri_R(t)$ . Assim, a corrente pode ser obtida indiretamente observando-se a tensão  $V_R$  e dividindo seu valor por  $R$ . Caso necessário, reposicione o resistor, trocando-o de lugar com o capacitor/indutor para manter o mesmo referencial de terra nos dois canais do osciloscópio.

b)  $V_g$  é uma onda senoidal de mesma amplitude e frequência que a onda quadrada correspondente;

Apresente os gráficos de corrente e tensão sobre os componentes do circuito (fonte, resistor, capacitor/indutor) ao longo do tempo.

Obtenha também o valor eficaz e a diferença de fase das tensões com relação à corrente. Se não for possível medir o valor eficaz em seu simulador, meça o valor de tensão (amplitude ou pico-a-pico) com cursores e calcule o valor eficaz da seguinte forma:  $V_{RMS} = V_{amp}/\sqrt{2} = V_{pp}/(2\sqrt{2})$ .

Simulação Capacitor (Onda Senoidal)		
Componente	Diferença de fase com relação à corrente $\phi [^\circ \text{ ou } \text{rad}]$	Valor eficaz de tensão $V_{RMS} [V]$
Fonte		
Resistor		
Capacitor		

Simulação Indutor (Onda Senoidal)		
Componente	Diferença de fase com relação à corrente $\phi [^\circ \text{ ou } \text{rad}]$	Valor eficaz de tensão $V_{RMS} [V]$
Fonte		
Resistor		
Indutor		

### 3) Procedimento Experimental

#### 3.1) Determinação da relação entre a corrente e a tensão em um capacitor

a) Ligue o gerador de função e ajuste uma forma de onda quadrada de frequência  $750 \text{ Hz}$  com  $1 \text{ V}$  de amplitude (isto é,  $2 V_{pp}$ ) e valor médio nulo. Monte o circuito da Fig. 2.1a e ligue os terminais negativos do osciloscópio no ponto indicado pelo terra e os terminais positivos dos canais nos pontos indicados para o canal 1 (CH1) e canal 2 (CH2). Se for necessário, associe um ou mais capacitores para obter uma capacitância próxima de  $100 \text{ nF}$ .

b) No osciloscópio, o canal 1 corresponderá à tensão na fonte, enquanto o canal 2 corresponderá à tensão no capacitor. A tensão no resistor pode ser visualizada usando a função MATH do osciloscópio para calcular  $V_R = V_{CH1} - V_{CH2}$ . Note que a corrente no capacitor  $i_C(t)$  é igual à corrente no resistor  $i_R(t)$  e tem exatamente a mesma forma de onda que a tensão no resistor multiplicada por um fator de escala pois  $i_C(t) = i_R(t) = V_R(t)/R$ , em que  $R = 1 \text{ k}\Omega$ .

c) Esboce essas três formas de onda de tensão usando a mesma escala de tensão para todos os canais, de forma a facilitar comparações. Com base em seus conhecimentos teóricos, compare qualitativamente a relação observada entre a tensão e a corrente em um capacitor com o que se esperava do ponto de vista teórico. Como varia a corrente em um capacitor para uma tensão constante? Como varia a tensão para uma corrente constante?

d) Mude a forma de onda do gerador de funções de quadrada para senoidal. Usando cursores, meça qual a defasagem (positiva ou negativa) da corrente no capacitor  $i_C(t)$  (que é proporcional à tensão no resistor) com relação à tensão no capacitor  $V_C(t)$ . Meça o valor eficaz de tensão  $V_{RMS}$  de cada uma das três formas de onda.

#### 3.2) Determinação da relação entre a corrente e a tensão em um indutor

a) Ligue o gerador de função e ajuste uma forma de onda quadrada de frequência  $50 \text{ kHz}$  com  $1 \text{ V}$  de amplitude (isto é,  $2 V_{pp}$ ) e valor médio nulo. Monte o circuito da Fig. 2.1b e ligue os terminais negativos do osciloscópio no ponto indicado pelo terra e os terminais positivos dos canais nos pontos indicados para o canal 1 (CH1) e canal 2 (CH2). Se for necessário, associe um ou mais indutores para obter uma indutância próxima de  $330 \mu\text{H}$ .

b) No osciloscópio, o canal 1 corresponderá à tensão na fonte, enquanto o canal 2 corresponderá à tensão no indutor. A tensão no resistor pode ser visualizada usando a função MATH do osciloscópio para calcular  $V_R = V_{CH1} - V_{CH2}$ . Note que a corrente no indutor  $i_L(t)$  é igual à corrente no resistor  $i_R(t)$  e tem exatamente a mesma forma de onda que a tensão no resistor multiplicada por um fator de escala pois  $i_L(t) = i_R(t) = V_R(t)/R$ , em que  $R = 1 \text{ k}\Omega$ .

c) Esboce essas três formas de onda de tensão usando a mesma escala de tensão para todos os canais, de forma a facilitar comparações. Com base em seus conhecimentos teóricos, compare qualitativamente a relação observada entre a tensão e a corrente em um indutor com o que se esperava do ponto de vista teórico. Como varia a corrente em um indutor para uma tensão constante? Como varia a tensão para uma corrente constante?

d) Mude a forma de onda do gerador de funções de quadrada para senoidal. Usando cursores, meça qual a defasagem (positiva ou negativa) da corrente no indutor  $i_L(t)$  (que é proporcional à tensão no resistor) com relação à tensão no capacitor  $V_L(t)$ . Meça o valor eficaz de tensão  $V_{RMS}$  de cada uma das três formas de onda.



## 119148 – Prática de Circuitos Eletrônicos 1 – Folha de Dados

Turma: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

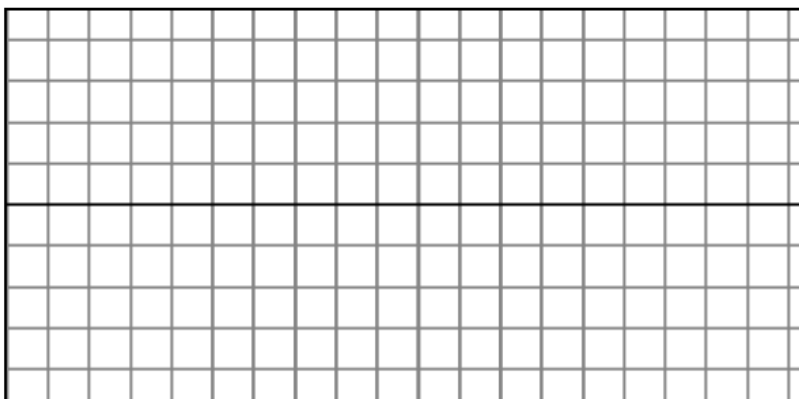
Aluno: \_\_\_\_\_

Matrícula: \_\_\_\_\_

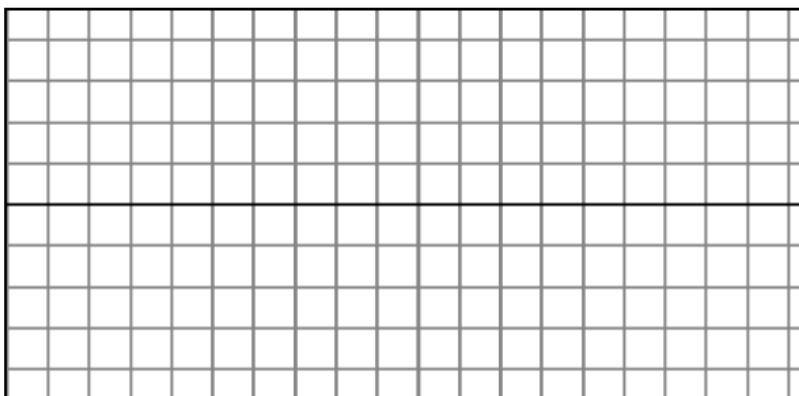
### Experimento 04: Análise Temporal de Capacitores e Indutores

Procedimento 3.1 c): Onda quadrada sobre capacitor

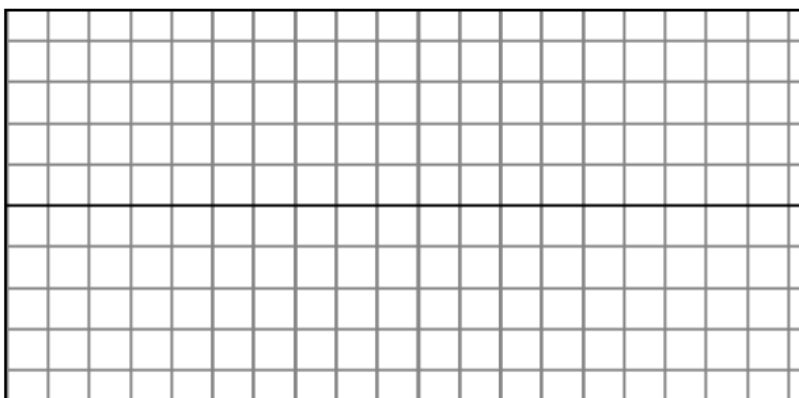
Tensão na fonte:



Tensão no resistor:



Tensão no capacitor:

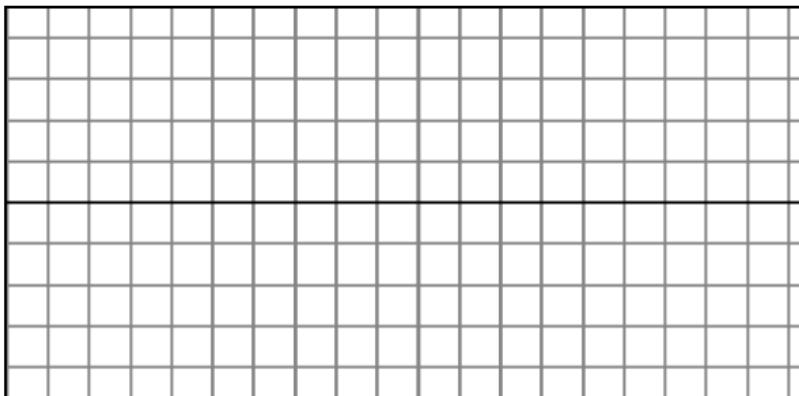


## Procedimento 3.1 d): Onda senoidal sobre capacitor

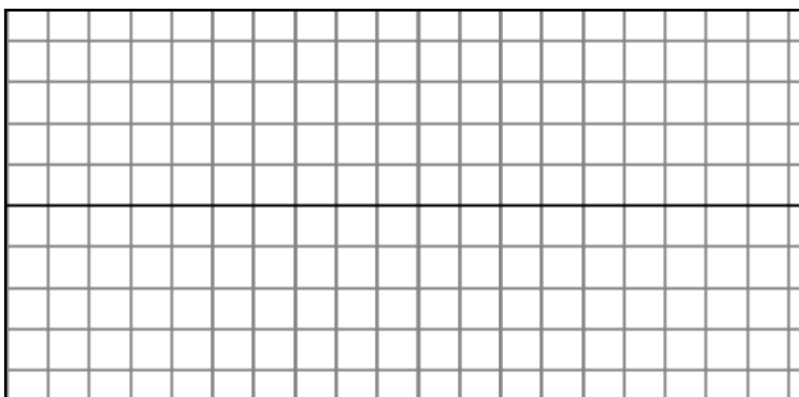
Experimento Capacitor (Onda Senoidal)				
Componente	Diferença de fase com relação à corrente $\phi$ [° ou rad] (simulação)	Diferença de fase com relação à corrente $\phi$ [° ou rad] (experimental)	Valor eficaz de tensão $V_{RMS}$ (simulação)	Valor eficaz de tensão $V_{RMS}$ (experimental)
Fonte				
Resistor				
Capacitor				

## Procedimento 3.2 c): Onda quadrada sobre indutor

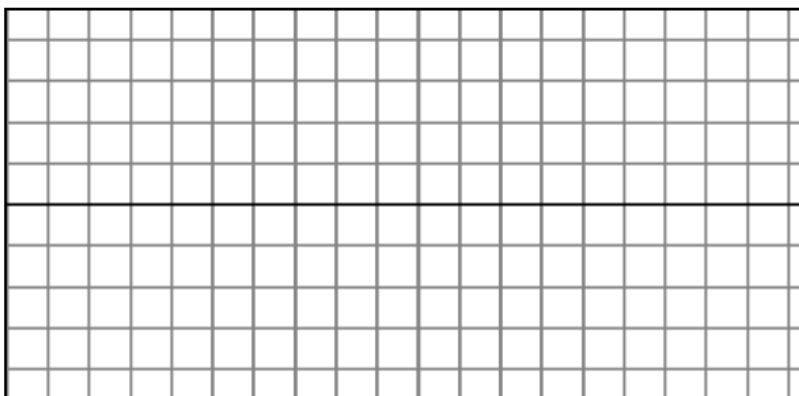
Tensão na fonte:



Tensão no resistor:



Tensão no indutor:



## Procedimento 3.2 d): Onda senoidal sobre indutor

Experimento Indutor (Onda Senoidal)				
Componente	Diferença de fase com relação à corrente $\phi$ [° ou rad] (simulação)	Diferença de fase com relação à corrente $\phi$ [° ou rad] (experimental)	Valor eficaz de tensão $V_{RMS}$ (simulação)	Valor eficaz de tensão $V_{RMS}$ (experimental)
Fonte				
Resistor				
Indutor				