



PSI 3212 - LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

EXPERIÊNCIA 2 – MEDIDAS ELÉTRICAS EM CORRENTE ALTERNADA

Profa. Elisabete Galeazzo / Prof. Leopoldo Yoshioka

RKO/MCarreno/IP/A/20

| No. USP | Nome | Nota | Bancada |
|---------|------|------|---------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | |
|-------|--------|--------|
| Data: | Turma: | Profs: |
|-------|--------|--------|

GUIA E ROTEIRO EXPERIMENTAL

Objetivos da experiência

- Realizar medidas em corrente alternada com multímetro e com osciloscópio;
- Observar o comportamento de circuito com elementos resistivos quando alimentado por uma fonte alternada.
- Explorar funcionalidades do Osciloscópio Digital;

Equipamentos e materiais

- Osciloscópio; gerador de funções, multímetro portátil.
- *Protoboard*, fios e cabos;
- Resistores

PREPARAÇÃO – SIMULAÇÃO DO CIRCUITO:

Mostre ao seu professor os resultados de sua simulação feita em casa. Peça um visto no espaço abaixo. Anexe os resultados da simulação no relatório.

| | |
|---------------------|-------------|
| Visto do professor: | Comentário: |
|---------------------|-------------|

PARTE EXPERIMENTAL

1. EXPLORAR FUNCIONALIDADES DO OSCILOSCÓPIO

Objetivos: aprender a utilizar o osciloscópio e suas funções, incluindo: ajustes da ponta de prova, sincronismo (ou “trigger”), média, salvar tela. imprimir.

No painel frontal do osciloscópio localize os itens identificados por números (#) conforme indicação da **Figura 1**.

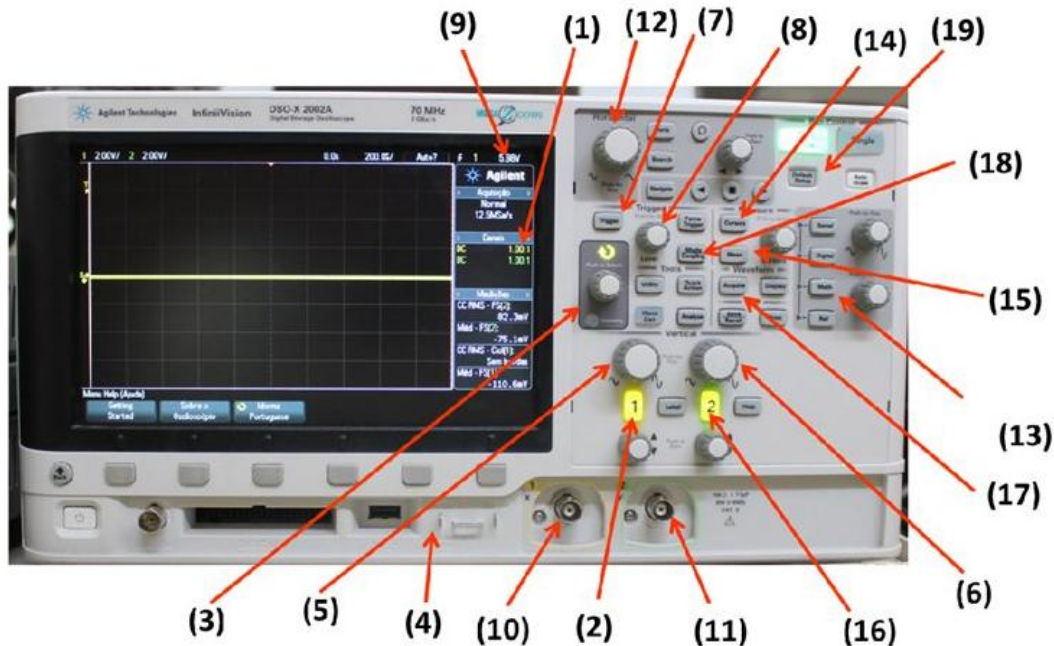


Figura 1 – Painel frontal do osciloscópio DSOX-2002A.

1.1 Ajustes do fator de atenuação de ponta de prova e medição do sinal de teste do osciloscópio (assista ao vídeo “Sinal de Teste do Osciloscópio”).

- Acione a tecla “**Default Setup**” (19) e selecione a configuração padrão de fábrica do equipamento, por meio da *softkey*¹ indicada abaixo da tela.
- Coloque a ponta de prova atenuadora no **canal 1** (10) do osciloscópio.
- Verifique na tela do osciloscópio se o fator de atenuação (1) da ponta de prova está em **10:1**. Assista ao vídeo “Ajustes do fator de atenuação de ponta de prova” para maiores detalhes ou siga os seguintes passos, se necessário:
 - Pressione a tecla **1** de indicação do **canal 1** (2) e selecione a *softkey* “Ponta de Prova”.
 - Gire o botão de **controle** (3) e escolha a razão do fator de atenuação **10:1**.
 - Confirme a ação, pressionando o próprio botão de **controle**”.
- O osciloscópio gera um sinal de teste interno (uma onda quadrada), que pode ser visualizado utilizando-se as pontas de prova. Vamos observar este sinal conectando a ponta de prova do

¹ “Softkeys” correspondem às seis teclas/botões situadas abaixo da tela do osciloscópio

canal 1 no terminal “**Demo**” (4). Altere as escalas vertical e horizontal no painel do equipamento para visualizar adequadamente a forma de onda gerada.

- Caso a forma de onda quadrada esteja deformada, peça ajuda do professor para fazer a compensação da ponta de prova.

1.2 Trigger interno (assista ao vídeo “Como utilizar o Trigger”)

a) Você irá utilizar agora o Gerador de Funções Agilent 33500B (ver “*Guia Rápido de Como Usar o Gerador de Funções.pdf*”, no e-Disciplinas). Coloque o gerador de funções no modo de alta impedância (**High-Z**), como descrito no guia. Gere uma onda senoidal de **2 Vpp e 100 Hz** e utilize um cabo BNC-bananas para conectar o instrumento aos *borners* do *protoboard*. Capture o sinal com a ponta de prova do osciloscópio. Faça os ajustes nos controles horizontal e vertical do osciloscópio para visualizar alguns períodos e valores pico a pico do sinal. Altere o nível do trigger (8) para **1,5 V (9)**. Descreva e justifique o comportamento do sinal nesta condição.

b) Ajuste o nível do trigger (8) em **0,8 V**. Descreva o comportamento do sinal neste caso e explique porque isso ocorreu.

2. MEDIÇÕES DE TENSÃO E CORRENTE DE SINAIS ALTERNADOS

Objetivos: Conhecido o funcionamento do gerador de funções e do osciloscópio, vamos utilizá-los para gerar e analisar o comportamento de tensões e correntes alternadas em circuitos com cargas resistivas. Também faremos medidas com o multímetro digital em AC.

2.1 Medida da tensão sobre carga resistiva com osciloscópio e multímetro digital

O objetivo desta seção é monitorar a tensão e a corrente de um circuito resistivo em função do tempo, medir a tensão eficaz das cargas com o osciloscópio e com o multímetro digital, e determinar a potência média sobre a carga utilizando-se o osciloscópio.

Obs: Desconecte o sinal de trigger externo do osciloscópio, caso ainda esteja utilizando-o.

- Monte o circuito mostrado na Figura 2 no protoboard. Utilize $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$. Conecte a ponta de prova do osciloscópio no canal 1 (10) e seus terminais no resistor R_1 , conforme esboço da montagem experimental da Figura 2.
- Ajuste o gerador de funções para modo de operação “High - Z, sinal senoidal, amplitude de 8 Vpp e frequência de 1 kHz”.

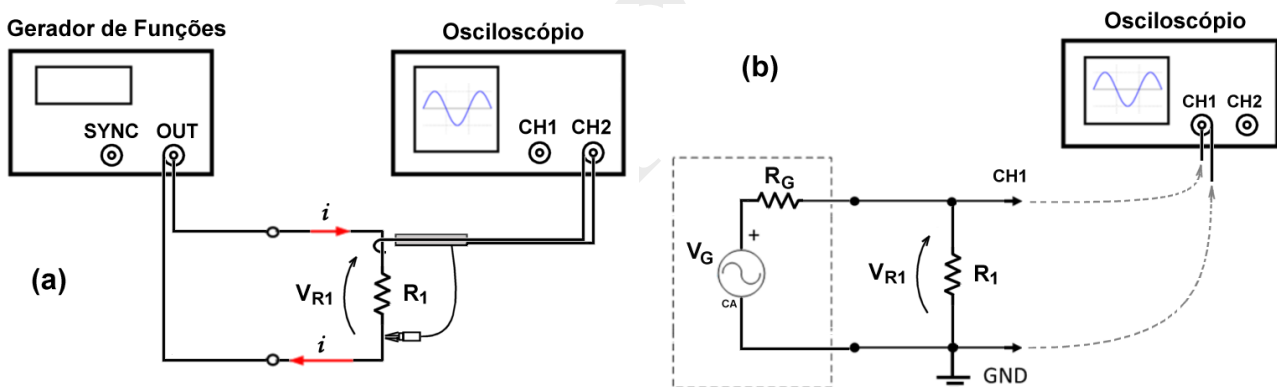


Figura 2 – (a) montagem experimental com circuito com carga resistiva simples. (b) Diagrama esquemático da montagem do conjunto experimental. No tracejado é indicado o modelo equivalente do gerador de funções, onde $R_G = 50 \Omega$.

- a) Ajuste o sinal no osciloscópio (por meio dos controles vertical, horizontal e trigger). Meça a tensão pico-a-pico e o valor eficaz (CA RMS) sobre R_1 , utilizando as teclas “Meas” (15) e softkey “tipo”. Com o botão de “controle” escolha as grandezas a serem medidas e anote-as. Calcule a potência média “P” a partir desses dados.

- b)** Calcule a razão entre as tensões eficaz e de pico a pico (dos valores experimentais) e compare com a razão entre as tensões eficaz e de pico a pico esperadas teoricamente do mesmo sinal:

- c)** Meça com o multímetro portátil a tensão sobre a carga R_1 . Que modo de operação foi selecionado no multímetro para essa medição? Qual valor, dos obtidos com o osciloscópio, foi equivalente ao obtido no multímetro? Justifique.

- d)** Altere o valor do resistor R_1 para 100Ω . Meça os valores da tensão pico-a-pico (V_{R1pp}) e eficaz (V_{R1RMS}) sobre ele. Anote os resultados abaixo. Compare o valor V_{R1pp} experimental com o valor da tensão pico a pico programado no gerador. Explique a diferença entre os dois valores.

- e)** Calcule a potência média, P , sobre o resistor de 100Ω , a partir dos valores experimentais. Apresente seus cálculos.

- f)** Como você pode obter a potência média, P , sobre o resistor de 100Ω , utilizando apenas o multímetro? Apresente o procedimento, meça e compare com o valor obtido no item e.

2.2 Medida simultânea de tensão e corrente numa carga resistiva em função do tempo

O objetivo desta seção é monitorar o comportamento instantâneo da tensão e da corrente numa carga resistiva (R_1) utilizando-se um osciloscópio. Como o osciloscópio mede somente tensões, a medida da corrente que flui pela carga deve ser feita de forma indireta. Nestes casos a forma usual é inserir, em série com a carga, uma resistência de prova denominada “R shunt” (R_{sh}) com valor conhecido e medir a queda de tensão nela. Assim, a corrente que passa pela carga será dada pela queda de tensão em R_{sh} (V_{Rsh}), medida no osciloscópio, dividida por R_{sh} . Note que R_{sh} deverá ser um resistor de precisão e de valor baixo (em torno de 1% da resistência de carga) a fim de não interferir no comportamento do circuito. Também, para simplificar as contas, é conveniente escolher um valor inteiro de R_{sh} (por exemplo 100 Ω).

Monte o circuito mostrado na Fig.3a, onde consideramos uma carga R_1 com valor nominal de 10 k Ω e escolhemos como resistência de prova (R_{sh}) um resistor de precisão ² de 100 Ω , valor corresponde a aproximadamente 1 % do valor de R_1 . Ajuste o gerador para modo “High-Z” e alimente o circuito com um sinal senoidal de 1 kHz e 8 V_{pp}.

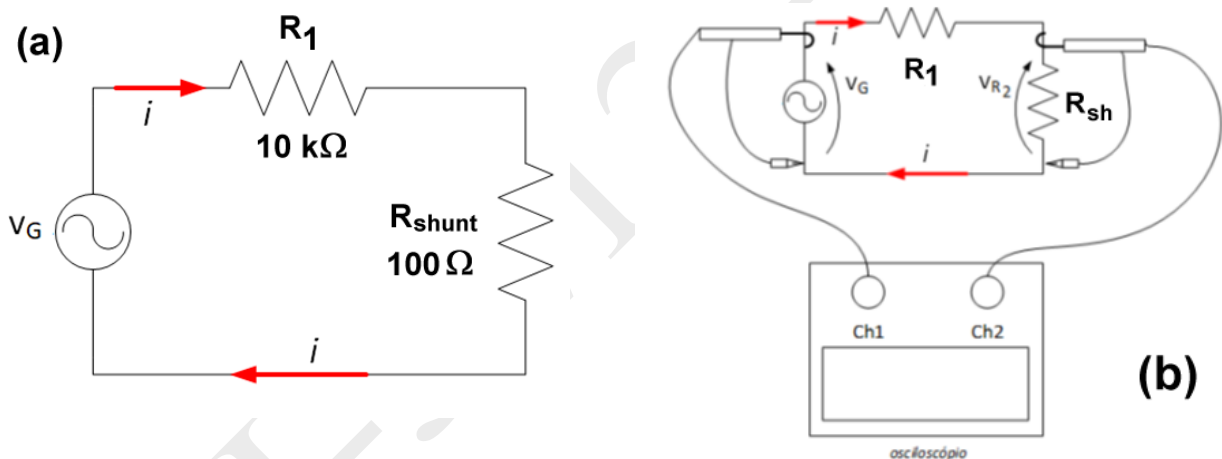
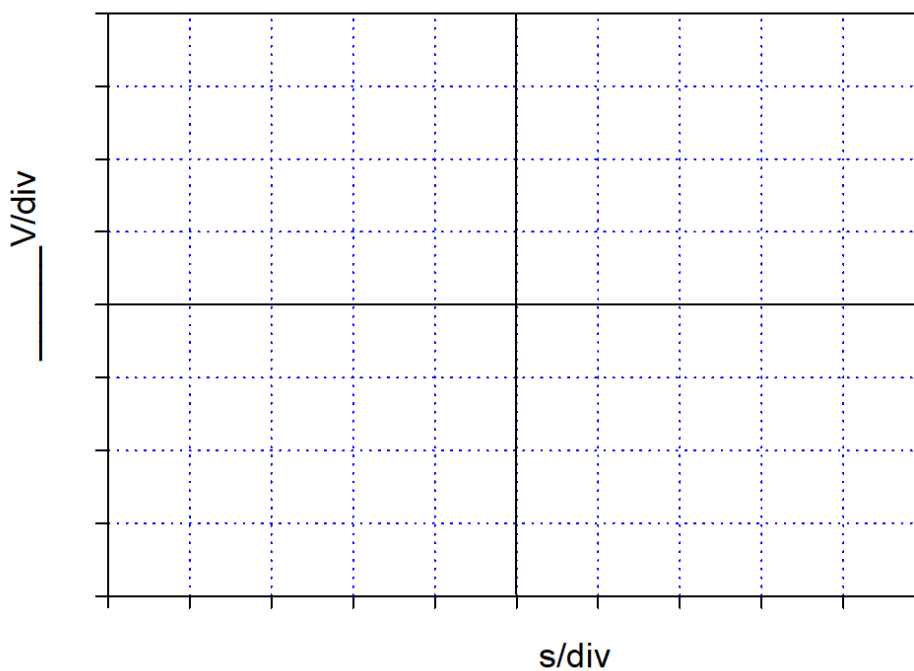


Figura 3 – Montagem para medição simultânea de tensão e corrente com o osciloscópio.

- a) Queremos medir a tensão na carga (V_{R1}) e a corrente na carga ($I_{R1} = V_{Rsh}/R_{sh}$). Porém, note que não podemos medir V_{R1} diretamente com o osciloscópio porque a carga não tem nenhum terminal conectado a Terra. Explique porque isso acontece ?

² Veja “Resistores de Precisão.pdf” no material complementar da experiência.

- Para medir as tensões na carga (V_{R1}) e em R_{sh} (V_{Rsh}) será necessário utilizar um recurso do osciloscópio que permite efetuar operações matemáticas entre os canais CH1 e CH2. Assim, a tensão na carga V_{R1} será obtida efetuando-se: $V_{R1} = V_G - V_{Rsh}$. Para isso, conecte os canais CH1 e CH2 do osciloscópio conforme mostrado na Fig.3b, acione a tecla “Math” (13) e execute a subtração entre V_G e V_{Rsh} selecionando a *softkey* apropriada.
- b) Observe no osciloscópio as formas de onda das tensões $V_G(t)$ (no CH1), $V_{Rsh}(t)$ (no CH2) e $V_{R1}(t)$ (no Math). Ajuste as escalas vertical e horizontal do osciloscópio de forma a obter uma boa visualização, com 2 a 4 ciclos do sinal na tela. Esboce os sinais obtidos na figura abaixo:



- c) Com o osciloscópio obtenha os valores das tensões eficazes (ou RMS) em R_1 e R_{sh} . Observe que para cada uma das medidas, é necessário escolher a fonte do sinal (CH1, CH2 ou MATH). Calcule o valor eficaz da corrente no circuito (I_{RMS}) e o valor da potência média sobre a carga R_1 . Anote os valores medidos e apresente os cálculos.

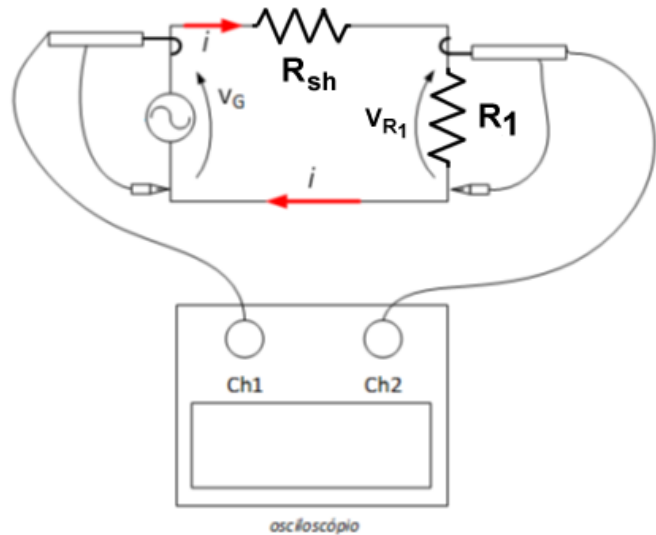
2.3 Medida da potência instantânea sobre a carga R_1 .

Considerando que a potência na carga R_1 no instante t vale:

$$P_{R_1}(t) = V_{R_1}^2(t)/R_1$$

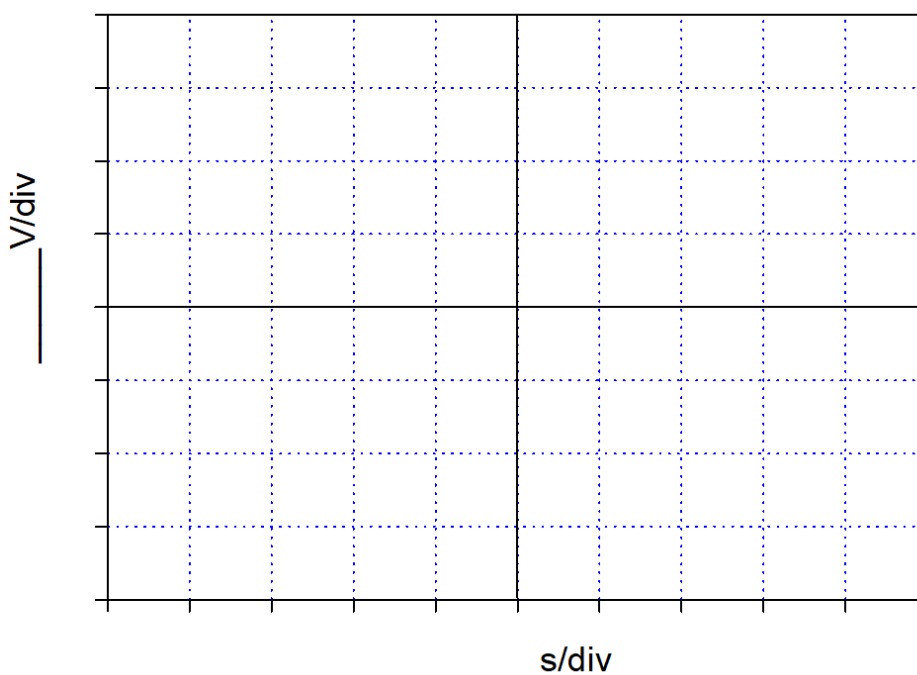
Podemos então visualizar graficamente a potência instantânea sobre a carga medindo V_{R_1} nos canais CH1 e CH2 do osciloscópio simultaneamente, e obter o produto dessas duas tensões através do recurso Math.

Mas note que para isto, será necessário inverter os resistores R_1 e R_{sh} no circuitos da Fig.3a, conforme mostradona Fig.4 abaixo.



- a) Explique porque é necessário inverter os resistores R_1 e R_{sh} .

- b) Esboce no gráfico abaixo a potência instantânea obtida no osciloscópio. Calcule a partir do gráfico a potência média sobre R_1 .



Potência média obtida a partir do gráfico:

c) Compare o valor médio da potência obtida graficamente sobre a carga com o valor calculado do **item 2.1 a**. Discuta os resultados.

d) Qual é a relação entre a frequência da tensão sobre R_1 ($v_{R_1}(t)$) e da $p_{R_1}(t)$?

e) Note que, como esperado teoricamente, $p_{R_1}(t) \geq 0$. Por que a potência instantânea tem tal comportamento para este caso?