



MEDIÇÕES COM OSCILOSCÓPIO EM CIRCUITOS BÁSICOS EM CA

A prática IV foi convertida em laboratório de simulação usando o software PSIM. Para tanto, informações sobre o osciloscópio são apresentadas, seguidas do procedimento para montagem e análise de circuitos elétricos básicos usando o software PSIM.

OBJETIVOS

- Medir tensão e corrente senoidais com auxílio de osciloscópio.
- Verificar a diferença angular entre as ondas de tensão e corrente, e representá-las na forma fasorial.

MATERIAL A SER UTILIZADO NA PRÁTICA

- Microcomputador
- Software: PSIM

MATERIAL DE APOIO

- Vídeos tutoriais sobre ‘Osciloscópio para Iniciantes’ da WR Kits
- Apostila PET-UFC sobre PSIM
- Questionário sobre Osciloscópio
- Roteiro de prática

SOBRE O OSCILOSCÓPIO

O osciloscópio é um instrumento gráfico, largamente utilizado no campo da engenharia elétrica, que apresenta a forma de onda de um sinal elétrico. Na maioria das aplicações, o gráfico desenhado na tela do osciloscópio mostra como os sinais mudam com o tempo. O gráfico de um osciloscópio traz muitas informações sobre o sinal, dentre elas:

- a) os valores de tensão no eixo vertical e tempo no eixo horizontal;
- b) o período e a frequência de oscilação do sinal medido;
- d) o deslocamento angular entre os sinais medidos;
- e) as parcelas de sinal contínuo (*cc*) e alternado (*ca*);
- f) permite ver sinais em diferentes pontos do circuito.

A Figura 1 mostra o painel frontal do osciloscópio *GW Instek GDS-1062A*, com indicação das suas principais funções.

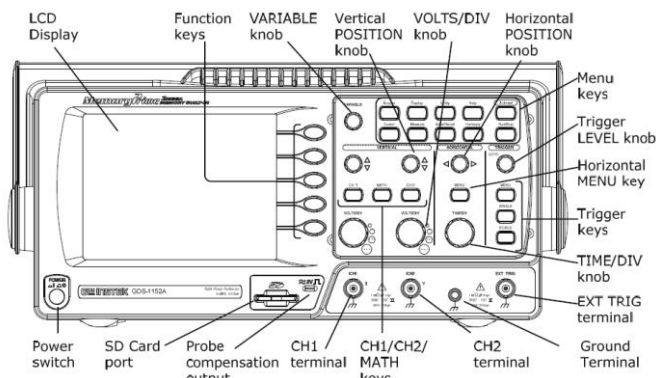


Figura 1. Osciloscópio *GW Instek GDS-1062A*, DC-60 MHz, 2CH, 1 GSa/s, 2 MB memória

A seguir são apresentadas as principais funções do osciloscópio, indicadas na Figura 1:

- **Power switch** – chave liga/desliga do osciloscópio;
- **Menu keys** – conjunto de teclas com as funções: *acquire* (modo de aquisição de amostras), *display* (exibir), *utility* (configurações do osciloscópio), *help* (ajuda), *auto set* (configurações automáticas de acordo com o sinal de entrada), *cursores* (mede a diferença de tempo entre dois pontos ou a diferença entre duas tensões), *measure* (medidas), *save/recall* (salvar/recuperar imagens, formas de ondas e ajustes do painel), *hardcopy* (grava imagens de formas de ondas no cartão SD), *run/stop* (executa e congela medições).
- **LCD display** – tela onde são exibidas as formas de ondas e informações das medidas;
- **Function keys** – ativa as funções que aparecem na tela do osciloscópio;
- **VARIABLE knob** – botão para aumentar ou diminuir valores e mover para parâmetros próximos e anteriores;
- **Vertical position knob** - move a forma de onda verticalmente;
- **VOLTS/DIV knob** (VOLTS/DIV: volts/divisão) - ajusta a amplitude do sinal no eixo vertical;
- **Horizontal position knob** - move a forma de onda horizontalmente;
- **Horizontal menu key** (tecla do menu horizontal) – configura visualização horizontal.
- **Time division** (TIME/DIV: segundos/divisão) - dá a base de tempo, i.e., o tempo por divisão ou o tempo que um ponto em movimento leva para cruzar toda a tela (p.ex. 0,1s/div levará 1 s se o número de divisões na horizontal for igual a 10). Em torno de 10 ms/div, o ponto deixa de ser separadamente visível, mas torna-se em linha sólida, um efeito que é chamado de persistência. Uma base de tempo pequena desenha sobre a tela uma linha sólida;
- **CH1, CH2 terminal** - a maioria dos osciloscópios possui no mínimo dois canais de entrada e cada canal pode mostrar uma forma de onda na tela. Osciloscópios com múltiplos canais são úteis para comparar formas de ondas.
- **Trigger level knob** (Acionamento ou gatilho) - permite ajustar nível do sinal de gatilho sincronizando-o com o sinal que se deseja investigar.
- **Trigger keys** (teclas de gatilho) – *menu* (ajustes de *trigger*), *single* (seleciona o modo de gatilhar simples), *force* (adquire o sinal de entrada independente do sinal de *trigger*).

É necessário ajustar os ajustes de controle Vertical, Horizontal e *Trigger* para obter uma medida precisa. O botão de ajuste Vertical define a resolução da tensão e o Horizontal a resolução do tempo. A função *Trigger* ou gatilho permite que as formas de onda sejam exibidas em forma estável na tela, iniciando sua varredura no ponto ajustado na função *trigger*.

Existem também dispositivos de controle e conectores ou ponteiras de entrada (*probes*). As ponteiras (*probes*) de um osciloscópio são projetadas para não influenciar no comportamento do circuito testado. Entretanto, nenhum instrumento de medida pode atuar como um observador perfeitamente invisível. Para tanto, um atenuador de 10X, 100X, etc. é construído no *probe* para minimizar seu efeito sobre o circuito. Os atenuadores aumentam a precisão das medidas, mas reduzem a amplitude do sinal sobre a tela pelo fator de atenuação (p.ex. 10 ou 100). Para medição de sinais fracos usa-se o *probe* 1X, que não causa atenuação, entretanto introduz interferência no circuito.



Figura 2. Ponteira de prova de osciloscópio

Ao medir um sinal são necessárias duas conexões: a conexão da ponta do *probe* e a conexão terra. Na prática, o conector terra do *probe* é conectado ao ‘terra’ do circuito. **Se mais de um canal está sendo utilizado, certifique-se que os ‘terras’ dos *probes* estão em um mesmo ponto (terra) no circuito.**

Os osciloscópios podem ser do tipo analógico ou digital. Um osciloscópio analógico apresenta diretamente a forma de onda de uma tensão medida. Um osciloscópio digital divide a onda em amostras e usa um conversor analógico-digital para converter a tensão amostrada em informação digital (números binários discretos). A informação digital então reconstrói a onda que é mostrada na tela. Cada tipo de osciloscópio, analógico e digital, possui características e aplicações próprias.

PROCEDIMENTO DA PRÁTICA

1. No simulador PSIM crie um projeto e monte na área de trabalho o esquemático do circuito elétrico mostrado na Figura 3. Na opção *Elements* no menu principal ou na barra de ferramentas (*Toolbar*), selecione os componentes do circuito. A fonte de tensão senoidal deve ser ajustada para 115 V de tensão de pico, frequência de 60 Hz e ângulo de fase 0°. Cada resistor R_1 e R_2 é formado pela combinação de 3 resistores de 125 ohms cada, em paralelo. O elemento *Ground* para referência dos sinais deve ser inserido no circuito.

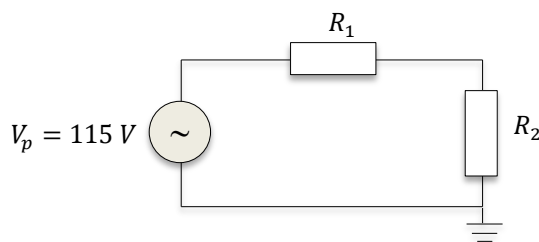


Figura 3 - Circuito *ca* puramente resistivo

- a) Deseja-se capturar a forma de onda da tensão de entrada, tensão sobre o resistor R_2 e sobre R_1 e a corrente do circuito. Para capturar as formas de onda de tensão e corrente, insira no circuito as sondas de tensão (*Voltage Probe*) e de corrente (*Current Probe*), obtidos na barra de ferramentas. Simule o circuito (*Simulate* → *Simulation Control*), definindo na janela de simulação o parâmetro '*Total time*' correspondente a 2 ciclos de onda, e *default* para os demais parâmetros. Execute a simulação em *Run Simulation*, na barra de ferramentas superior.

Dicas:

Para medir a tensão é possível utilizar dois modelos de voltímetros no PSIM: a) voltímetro que mede a forma de onda entre dois nós; b) voltímetro que mede a tensão de um nó em relação à referência do circuito, como mostrados na Figura 4. Note que o voltímetro que mede a tensão entre os dois nós possui um pequeno círculo em um dos seus lados, indicando a polaridade do instrumento de medição.

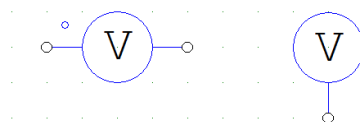


Figura 4 – Símbolos de voltímetros no PSIM.

- b) Plote em um mesmo gráfico usando cores distintas as curvas de tensão v_F , v_{R_1} , v_{R_2} e corrente do circuito.

Dicas:

- i) Para plotar mais de uma curva em um mesmo gráfico, depois de simular o circuito, no menu clique em *Run Simulation* e na janela *Properties* selecione as curvas de interesse, cores e espessura das curvas, adicionando-as *Add* para a janela *Variables for display*.
 - ii) Se a corrente for pequena em relação à tensão, multiplique-a por 10X ou 100X para melhor visualização dos sinais em um mesmo gráfico.
- c) Obtenha o valor *rms* das tensões e corrente clicando no botão de calcular *rms* na janela de *Run Simulation*, conforme mostrado na Figura 5.

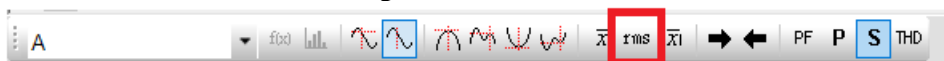


Figura 5 – Cálculo do valor *rms*.

Variável	Valor eficaz
V_F	
V_{R1}	
V_{R2}	
I_F	

- d) Desenhe o diagrama fasorial das tensões e corrente do circuito.
2. Para o circuito anterior, substitua o resistor R_2 por um indutor L de 245 mH e R_1 por 125 ohms, conforme Figura 6.
- a) Simule o circuito, capture e plote as formas de onda de tensão v_F , v_{R1} , v_L e de corrente do circuito. Qual o tempo de defasagem entre v_F e v_{R1} e entre v_F e i ? Calcule o ângulo de defasagem correspondente e comente. Indique e justifique a posição angular de i (adiantada / atrasada) em relação a v_F . Desenhe o diagrama fasorial das tensões.

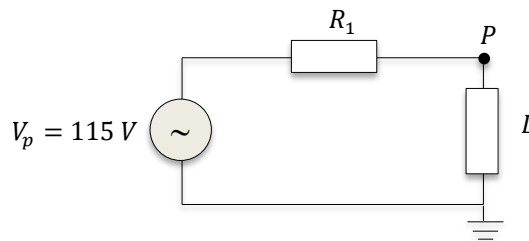


Figura 6 - Circuito *ca* RL série.

Dicas:

Para medir o deslocamento entre as ondas, na barra de ferramentas da janela com os gráficos plotados, selecione a função da caixa de medição, como ilustrado na Figura 7, e escolha um período para realizar essa medição, através de cliques com os botões direito e esquerdo do mouse.



Figura 7 – Inserção da caixa de medição e habilitação dos botões de medição.

- b) Para o ponto ‘terra’ transferido para o ponto P no circuito da Figura 6, capture e plote as tensões v_{R1} e v_L , e calcule e plote a tensão v_F . Utilize a simulação do PSIM para realizar as operações de soma, subtração e multiplicação entre ondas.

Dicas:

Para operar com ondas no PSIM, na janela *Properties* insira as curvas e a operação desejada e então clique no botão *Add*, como ilustrado a Figura 7.

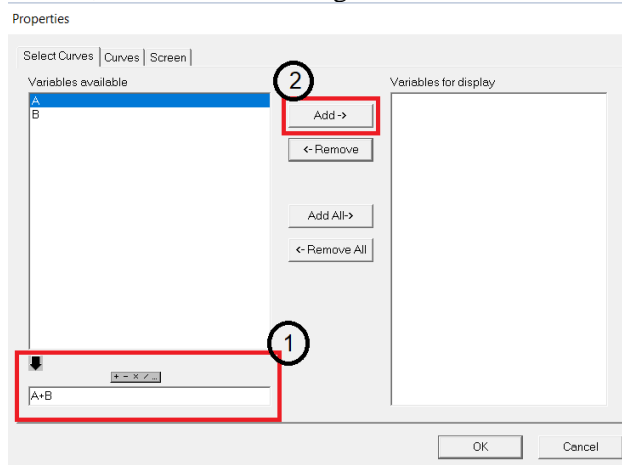


Figura 6 – Operações entre ondas.

3. Para o circuito da Figura 6, substitua o indutor L por um capacitor C de 9,22 μF e repita as medições, com o ponto terra em sua posição original, plote em um mesmo gráfico as tensões v_F ,

v_{R_1} , v_C e i , e interprete os resultados. Plote também v_{R_1} , v_C e $v_{R_1} + v_C$ e compare com os gráficos obtidos anteriormente. Qual das ondas de tensão é imagem da corrente?

QUESTÕES

1. Explique por que no circuito resistivo $V_{rms,R1} + V_{rms,R2} = V_{rms,F}$ e para os circuitos RL e RC tem-se que $V_{rms,R1} + V_{rms,L} \neq V_{rms,F}$ e $V_{rms,R1} + V_{rms,C} \neq V_{rms,F}$.
2. A indutância é a propriedade de um circuito elétrico que se opõe a qualquer mudança de _____ (tensão, corrente, frequência). A indutância permite que a energia seja armazenada em um campo _____ (elétrico, magnético).
3. Quando a frequência da tensão aplicada a um circuito RC série cresce, o que acontece à reatância capacitiva? O que acontece com a magnitude da impedância total? O que acontece com o ângulo de fase? Justifique.
4. Parametrize as ondas v_F e v_{R_1} dos circuitos das questões 1, 2 e 3, considerando $\omega = 20 \text{ rad/s}$, e usando o aplicativo <https://academo.org/demos/lissajous-curves/> obtenha as curvas de Lissajous. Comente os resultados quanto à forma das figuras obtidas para cada circuito.
5. Prove como a relação $\sin^{-1}(a/b)$ na figura de Lissajour é capaz de medir o defasamento entre duas ondas senoidais de mesma frequência, em que a representa a distância entre o centro da elipse e o ponto onde a elipse corta o eixo y e b representa a distância, medida sobre y , entre o centro da elipse e o ponto máximo da figura de Lissajour.