

Universidade Federal da Bahia  
Instituto de Física  
Departamento de Física do Estado Sólido

## **Experimento 08**

### **OSCILOSCÓPIO I**

## **Objetivos**

- Familiarização com o osciloscópio, aparelho de fundamental importância em medidas físicas.

## **Procedimento Experimental**

Esse experimento será realizado em duas etapas:

- Na primeira etapa, você aprenderá os princípios básicos de funcionamento e manuseio de um osciloscópio digital (ou analógico) e realizará medidas simples de sinais de tensão elétrica (d.d.p.).
- Na segunda etapa (Osciloscópio II), você utilizará o osciloscópio como uma ferramenta para observar e medir os sinais de tensão elétrica em um circuito contendo um resistor e um capacitor conectados em série. Observará também a composição de sinais senoidais em eixos perpendiculares.

# 1 Transição do osciloscópio analógico para o osciloscópio digital

## 1.1 Definição do osciloscópio

Os osciloscópios são instrumentos de medição utilizados para visualizar sinais elétricos (tensões, correntes) em função do tempo; e também, medir seus parâmetros, como valores instantâneos, valores eficazes, frequências e defasagens.

## 1.2 Histórico e Evolução

Segundo a Mayé [1], não é simples definir um único inventor do osciloscópio, pois ele surgiu a partir de diversas descobertas no final do século XIX:

- 1878: O físico e químico britânico William Crookes (1832-1919) inventou o tubo que leva

seu nome, fundamental para o desenvolvimento dos tubos de raios catódicos, essenciais nos osciloscópios.

- 1893: O físico francês André Blondel (1863-1938) criou o oscilógrafo galvanométrico, que permitia visualizar sinais periódicos por meio de um sistema óptico. Outros dispositivos mecânicos e ópticos surgiram na mesma época, mas eram limitados a sinais lentos e de uso complexo.

- 1897: O físico alemão Karl Ferdinand Braun (1850-1918) desenvolveu um aparelho considerado o precursor do osciloscópio catódico, inicialmente visto como uma curiosidade científica.

### 1.2.1 Osciloscópio analógico

Aprimorado por diversos inventores, o dispositivo de Braun deu origem aos primeiros osciloscópios com tubos catódicos por volta de 1930. Tornou-se um instrumento de medição essencial após a Segunda Guerra Mundial e foi amplamente adotado por eletricitistas a partir dos anos 1960.

Já há alguns anos, está em desuso, sendo substituído pelos osciloscópios digitais, que oferecem funcionalidades de processamento do sinal elétrico superiores.

### 1.2.2 Osciloscópio digital

A partir dos anos 1980, a revolução da eletrônica digital transformou os osciloscópios. O primeiro modelo digital foi desenvolvido pela LeCroy em 1986.

**Qual o princípio deste dispositivo que difere em relação ao analógico?**

Neste, o sinal é digitalizado, armazenado e processado antes da exibição, permitindo a análise de sinais não periódicos. Este osciloscópio apresentava algumas desvantagens iniciais como: Alto custo, complexidade de uso, desempenho inferior para sinais de alta frequência e design volumoso (ainda usando tubos catódicos).

Nos anos 1990, osciloscópios analógicos e digitais coexistiam, com alguns modelos híbridos. O surgimento de telas LCD tornou estes dispositivos mais leves e portáteis.

Com isso, a utilização se simplificou, os custos de fabricação e manutenção caíram e o desempenho se equiparou ao dos modelos analógicos.

São amplamente utilizados não só em eletrônica, mas também em eletrotécnica, automóveis, medicina e outras áreas, tanto em laboratórios quanto em campo. É muito comum ver, por exemplos, em salas de hospitais, alguns aparelhos de monitoramento de sinais elétricos do corpo humano com base em osciloscópios.

### 1.3 Constituição e Funcionamento do osciloscópio digital

O osciloscópio captura amostras do sinal em intervalos regulares. Para evitar perda de informação, obedece ao Teorema de Shannon:

$$f_{\text{amostragem}} < 2f_{\text{máxima}}$$

Ou seja, a frequência de amostragem deve ser maior que o dobro da frequência máxima do sinal. Se esse critério não for atendido, a representação do seu sinal pelo instrumento de medição (que constitui a amostragem) será perdida e o sinal ficará degenerado.

Um conversor analógico-digital (ADC) transforma cada amostra em um valor digital (geralmente 8 bits).

Os dados são armazenados em circuito de memória e processado operados geralmente por microcontroladores.

### 1.4 Características gerais de um osciloscópio digital

Canais de entrada:

A maioria dos osciloscópios possui duas ou mais vias para análise simultânea de sinais (osciloscópios de dupla traço).

Exibição e recursos:

- Tela LCD: Compacta e energeticamente eficiente.
- Comunicação com computadores: Facilidade de transferência e análise de dados.
- Funções automáticas que são acessadas por meio de menus interativos oferecem medições precisas e cursoras, substituindo vários instrumentos especializados.

Principais parâmetros técnicos:

- Largura de banda (banda passante).
- Taxa de amostragem (frequência de amostragem).
- Capacidade de memória.

## Em síntese

Os osciloscópios digitais evoluíram de dispositivos analógicos limitados a ferramentas digitais versáteis, essenciais em diversas áreas da engenharia e ciência. A tecnologia de processamento e controle digital permitiu maior portabilidade, funcionalidade e acessibilidade, consolidando-os como instrumentos indispensáveis para análise de sinais elétricos.

É este instrumento que você irá manipular para ter conhecimentos sobre estudos de oscilações elétricas durante as práticas na sala 208 do Instituto de Física.

## 2 Breve descrição do painel frontal do osciloscópio digital

O painel do osciloscópio é dividido em três colunas, conforme é mostrado na figura 1.

1. Botão de energia
2. Suporte



Figura 1: Esquema do painel frontal do osciloscópio

3. Interface USB
4. Tecla de seleção de menu
5. Sistema de controle vertical
6. Canal de entrada CH1, CH2 para sinal
7. Sistema de controle horizontal
8. Saída da fonte de sinal (válido apenas para modelo com gerador de funções) / canal de entrada de trigger externo
9. Zona de compensação da sonda
10. Fonte de sinal (válido apenas para modelo com gerador de funções)
11. Sistema de controle de trigger
12. Tecla de atalho do modo de operação (Executar/Parar, Sequência Única, Configuração Automática)
13. Botão de Função do Menu
14. Botão Multifuncional
15. Tecla de atalho de função
16. Tecla de exibição/ocultação do menu

### 3 Primeiros ajustes para as medidas

Agora você aprenderá a manusear o osciloscópio e utilizá-lo para efetuar medidas elétricas. Se for interromper o experimento, anote todos os ajustes.



Figura 2: Esquema do painel frontal do osciloscópio

À esquerda está a tela e, em seguida, uma coluna estreita com dois botões (INTENSITY e FOCUS) e a tecla POWER. No centro existe uma coluna larga denominada VERTICAL (controles dos canais 1 e 2) e à direita uma coluna denominada HORIZONTAL (controles de varredura e sincronismo).

Para conhecer suas funções do osciloscópio, siga os seguintes procedimentos:

- Ligue o osciloscópio. Na configuração do controle horizontal, pressione MENU e selecione a base de tempo X-Y. Nessa configuração a entrada do CH1 será correspondente ao eixo X e a entrada do canal 2 será correspondente ao eixo Y.
- Ligue o CH1 e selecione o acoplamento TERRA. Agora ligue o CH2 e selecione o acoplamento TERRA. Selecione o CH1 e mude a sensibilidade vertical com o botão SCALE, no controle vertical, para 2V/div.
- Repita esse passo para o CH2.

#### 3.1 Observação do deslocamento do ponto luminoso com a d.d.p.

- Conecte a fonte de tensão no CH1 do osciloscópio e ajuste a fonte para 5V.

- Selecione o acoplamento DC no CH1. O ponto luminoso deverá se deslocar para direita.
- Anote quantas divisões se deslocou. Inverta a polaridade na fonte de tensão, observe o deslocamento do ponto luminoso e anote quantas divisões se deslocou.
- Repita o procedimento acima para o CH2.
- Selecione o acoplamento TERRA para os canais 1 e 2 e desligue a fonte de tensão.

## 4 Medida de tensão contínua

- Na configuração do controle horizontal, pressione MENU e selecione a base de tempo Y-T. Nessa configuração é mostrada a relação relativa entre a voltagem na vertical e o tempo na horizontal.
- Conecte a fonte de tensão no CH1 e ajuste-a para 5V. Coloque o CH1 na posição DC e desligue o CH2 (a luz do canal deve se apagar). O traço horizontal deverá ter se deslocado para cima. Anote quantas divisões se deslocou.
- Selecione o acoplamento TERRA para os canais 1 e 2 e desligue a fonte de tensão.

### 4.1 Observação dos sinais produzidos pelo gerador de funções

- Com o osciloscópio no modo de varredura automática, Y-T, ajuste o tempo de varredura em 100ms/divisão; posicione o traço, usando o dial POSITION do controle horizontal, para que o mesmo comece o traçado no canto esquerdo da tela.
- Ligue CH1 (a luz do canal 1 deverá acender) para que possamos utilizá-lo como eixo y. Desative o canal 2, se estiver ativado.
- Ligue o gerador de função, selecione a função senoidal, ajuste a frequência em 5 Hz e gire o controle de amplitude para a metade do valor máximo.
- Conecte o gerador à entrada do CH1 (eixo y) e coloque o acoplamento desse canal na posição DC. Vamos agora fazer a composição do movimento de varredura, feito com velocidade constante na horizontal, com um movimento senoidal na vertical.
- Ajuste a sensibilidade vertical para que a senoide resultante não ultrapasse os limites da tela na vertical. Como a frequência é muito baixa, a figura poderá estar movimentando na tela, devido a uma possível falta de sincronismo automático que ocorre para frequências muito baixas. Você pode tentar “parar” a figura ajustando manualmente a frequência do gerador. Em todo caso, você observará o ponto descrevendo a composição dos dois movimentos, ou seja, a senoide. Para facilitar a visualização aumente bastante

a frequência do gerador, para 1000Hz, ao mesmo tempo em que ajusta o tempo de varredura (dial SCALE no controle horizontal) para manter a senoide visível e estável.

- Observe as outras funções do gerador (triangular e quadrada) e volte para a função senoidal em seguida.

## 4.2 Medida de frequência

- Ajuste o gerador para 2,0 kHz e o tempo de varredura de modo observar 1 ou 2 períodos na tela. Meça na tela quantas divisões ocupa um período (1 divisão = 5 subdivisões). A medida deve ser efetuada estimando-se um erro igual à metade da subdivisão.

## 5 Medida de amplitude dos sinais senoidal e quadrado

- Ajuste a amplitude do sinal do gerador para obter a maior amplitude possível, mas que não produza distorção no sinal. Ajuste a sensibilidade vertical do osciloscópio para obter a maior senoide possível (dial SCALE no controle vertical), sem ultrapassar os limites da tela.
- Desloque a senoide para baixo (dial POSITION no controle vertical) até que sua parte mais baixa tangencie a linha inferior da graticula da tela.
- Desloque agora na horizontal (dial POSITION no controle horizontal) de modo que a crista corte o eixo vertical central subdividido.
- Meça o valor pico a pico do sinal (do pico inferior ao pico superior na vertical) em termos de divisões na tela, estimando o erro de metade da subdivisão. Multiplique o resultado pela sensibilidade (indicada no canto inferior esquerdo da tela) para obter o valor da tensão pico a pico  $V_{pp}$ . A amplitude da tensão vale metade desse valor e o valor eficaz da tensão  $V_{ef} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}}$ .
- Selecione o acoplamento TERRA para os canais 1 e 2. Desligue e desconecte o gerador.

## 6 Medida da tensão da rede com um transformador

A tensão da rede possui um valor muito elevado para medirmos diretamente com o osciloscópio, além de ser perigoso uma vez que um dos terminais de entrada está conectado à carcaça metálica do instrumento. Para medi-la, utilizaremos um pequeno transformador abaixador de tensão que reduz a tensão para um valor seguro, além de promover um isolamento elétrico da rede, uma vez que o acoplamento é puramente magnético. No transformador, encontra-se escrita a relação de transformação, ou seja, a relação entre a tensão de entrada e

a tensão de saída. Anote esse valor na folha de dados.

Nesta etapa, siga os seguintes procedimentos para medir a tensão da rede:

- Coloque o osciloscópio no modo de varredura automática, para isso selecione o botão MENU no controle horizontal e escolha a base de tempo Y-T.
- Ajuste o tempo de varredura em 5ms/divisão no dial SCALE do controle horizontal. Ligue o transformador na rede e conecte a saída à entrada do canal 1, utilize o acoplamento AC.
- Ajuste a taxa de varredura (dial SCALE no controle horizontal) e a sensibilidade vertical (dial SCALE no controle vertical) para obter uma senoide com poucos períodos (1 ou 2) dentro dos limites da tela. Você poderá observar uma senoide deformada na tela. Essa deformação ou distorção é introduzida pela rede de distribuição de energia, equipamentos ligados na rede e está associada às não-linearidades do sistema (transformadores saturados, etc.).
- Procedendo como nos itens 3 e 4, meça o período e a tensão de pico a pico  $V_{pp}$  estimando seus respectivos erros. Desconecte o transformador do osciloscópio e conecte-o ao multímetro ajustado para ACV (tensão alternada). Leia na escala correspondente o valor da tensão eficaz seu respectivo erro e anote esses valores na folha de dados. As medidas estão concluídas, selecione o acoplamento TERRA para os canais 1 e 2, desligue o osciloscópio, o multímetro e o transformador. Não é necessário desconectar os fios das entradas do osciloscópio.

## Para terminar

Ao encerrar os procedimentos deste experimento, recoloque os cabos elétricos emprestados no local reservado para os mesmos na sala. Em seguida, deixe a bancada organizada para uma próxima prática.

## Referências

MAYÉ, Pierre. Pratique de l'oscilloscope numérique Maye. Paris: DUNOD, 2015.  
Universidade Federal da Bahia. Experimento 8: Osciloscópios de raios catódicos I. Salvador: UFBA, 2023.