

Física Experimental II - Experiência E10

Osciloscópio e Circuitos de Corrente Alternada

OBJETIVOS

- ❖ Aprendizado sobre funcionamento do osciloscópio e sua utilização em circuitos simples de corrente alternada.
- ❖ Retificação com diodo e ponte de diodos.

MATERIAL

Osciloscópio, gerador de sinais, resistor, capacitores, indutor, diodo, ponte de diodos, multímetro.

INTRODUÇÃO

O osciloscópio é um equipamento largamente aplicado em laboratórios de eletricidade por permitir uma visualização da variação com o tempo de sinais elétricos alternados (ou seja, por permitir a visualização das *formas de onda* desses sinais). Basicamente o osciloscópio consiste num *tubo de raios catódicos* (TRC) composto de uma fonte emissora de elétrons (*catodo*) e um sistema de grades aceleradoras e anodos responsáveis por agrupar os elétrons em feixes paralelos. O TRC contém um conjunto de *placas de deflexão* que desviam a trajetória dos elétrons simultaneamente nas direções horizontal e vertical até que eles atinjam um *anteparo* feito de material *fosforescente*, deixando um traço luminoso que pode ser observado externamente na tela do osciloscópio.

A posição desse ponto luminoso na tela depende dos valores dos campos elétricos criados entre as placas defletoras, portanto das diferenças de potencial a elas aplicadas. Se, por exemplo, às placas de deflexão vertical for aplicado um sinal senoidal ($V_y = A \sin \omega t$), o ponto luminoso deslocar-se-á para cima e para baixo com frequência ω e, se esta for suficientemente alta (normalmente maior que 10 ciclos por segundo ou 10 Hz), será observada apenas uma linha vertical. Considere agora que simultaneamente seja aplicado às placas de deflexão horizontal um *sinal de varredura*, que varia periodicamente de maneira linear com o tempo ($V_x = kt$), numa forma de onda denominada *dente de serra*. O movimento do ponto luminoso (ou a forma de onda exibida na tela) será descrito por uma função do tipo $y = y_m \sin[(\omega/k)x]$. Assim, desde que o período do sinal de varredura seja convenientemente ajustado, poderemos observar na tela um sinal também senoidal, com amplitude e frequência proporcionais àquelas correspondentes à ddp aplicada às placas de deflexão vertical. Se às placas de deflexão horizontal for aplicado um sinal também senoidal, serão observadas na tela as chamadas *figuras de Lissajous*, cuja forma depende diretamente da relação entre as amplitudes e frequências dos sinais, horizontal e vertical.

Os osciloscópios modernos funcionam com dois canais distintos, permitindo que sejam observados simultaneamente dois sinais diferentes. O ajuste do sincronismo entre o sinal de varredura e os sinais a serem medidos é feito a partir da medida da variação com o tempo de um sinal de referência, que pode ser, por exemplo, o próprio sinal de entrada em um dos dois canais de detecção na vertical. Esse ajuste pode ser feito manualmente a partir do controle denominado *trigger* (disparo ou gatilho); o sinal que será usado como referência para o ajuste do *trigger* (canal 1 ou canal 2, por exemplo) é escolhido numa chave de controle denominada *trigger source* (fonte de disparo). Normalmente deve-se escolher como fonte de *trigger* o sinal mais intenso dentre os canais 1 e 2, para uma melhor visualização da forma de onda. Na tela graduada do osciloscópio podem ser efetuadas medidas de tensão (na vertical) ou de tempo (na horizontal), sendo para isso utilizados os fatores de conversão (fornecidos em *volts/divisão* ou *segundos/divisão*) indicadas nos controles manuais de escala dos canais 1 e 2 e da frequência de varredura.

Maiores detalhes sobre o funcionamento do osciloscópio e esquemas representativos podem ser encontrados na obra de referências bibliográficas apresentadas ao fim deste texto.

PROCEDIMENTOS

OBS.: As medidas de tensão no osciloscópio são feitas com o uso de *cabos coaxiais*, sendo o fio interno ligado a uma *ponta de prova*. Para medir a ddp $V_B - V_A$ entre dois pontos A e B quaisquer de um circuito, deve-se conectar um fio de referência ao ponto A e a ponta de prova ao ponto B. A ponta de prova pode ser ligada ao canal 1 ou ao canal 2 do osciloscópio. O fio de referência, que pode ser um fio independente ou a própria malha condutora do cabo coaxial que está ligado à ponta de prova, deve ser ligado à entrada de referência (*terra*) do osciloscópio.

1. Verificação da calibração do osciloscópio

1.1 Meça o sinal de calibração (uma onda quadrada com amplitude e período especificados) gerado pelo próprio osciloscópio e observe na tela o sinal. Para medir este sinal basta conectar a ponta de prova na saída do sinal de calibração, que deve estar no painel do osciloscópio. Não é necessário ligar o fio terra, pois este é comum aos dois canais de medida e ao gerador de onda quadrada. Meça na tela a amplitude e o período e verifique se o osciloscópio encontra-se calibrado, ou seja, se os valores medidos conferem com os esperados. Caso contrário, utilize os ajustes de calibração dos controles das escalas vertical e horizontal para calibrar corretamente o osciloscópio. Esse procedimento deve ser efetuado para o canal 1 e para o canal 2. Anote na folha de dados a tensão pico a pico e o período deste sinal com as respectivas incertezas.

2. Observação de diferentes formas de onda no osciloscópio

2.1 Ligue a extremidade de um cabo, com conector BNC, na saída do gerador de sinais (*main*), e na outra extremidade, um resistor instalado na placa de montagens. Primeiro ligue o fio terra do

osciloscópio a uma das extremidades do resistor, e na outra extremidade a ponta de prova. Observe no osciloscópio as diferentes formas de onda (senoidal, onda quadrada, dente de serra, etc) que podem ser geradas na saída principal do *gerador de sinais*.

2.2 Com a forma de onda senoidal, explore os controles de amplitude e frequência do gerador de sinais. Fixe uma frequência e uma amplitude arbitrárias e meça diretamente na tela do osciloscópio os valores de amplitude de tensão pico a pico e de período. Calcule a frequência desse sinal. Registre essas medidas na Folha de Dados.

2.3 Meça com um multímetro digital a frequência e a tensão eficaz do mesmo sinal observado acima.

3. Retificação com diodos e ponte de diodos

3.1 Com o resistor ainda ligado a saída do gerador de sinais ajuste a saída do gerador para um sinal senoidal, com frequência aproximada de 200 Hz e amplitude máxima. Observe no osciloscópio a ddp nos terminais do resistor. Use a entrada DC. Registre na Folha de Dados o esboço da forma de onda no resistor. Escreva as escalas dos eixos de tensão e tempo no gráfico. Com um multímetro em escala AC meça a amplitude máxima desse sinal na tela.

3.2 Monte um circuito com um diodo em série com um resistor, alimentados por uma tensão alternada senoidal (do gerador de sinais para a mesma condição anterior).

3.3 Observe no osciloscópio a ddp nos terminais do resistor. Experimente visualizar o sinal com a chave de entrada nas posições AC e DC. Para o passo seguinte use a entrada DC. Registre na Folha de Dados o esboço (na mesma escala!) da forma de onda no resistor. Escreva a escalas do eixo de tensão e tempo no gráfico. Com um multímetro em escala DC meça a amplitude máxima desse sinal na tela.

3.4 Substitua o diodo por uma *ponte de diodos*. Observe novamente no osciloscópio a ddp nos terminais do resistor e registre na Folha de Dados o esboços dessa forma de onda. Com um multímetro em escala DC meça a amplitude máxima desse sinal na tela.

3.5 Conecte agora uma caixa com capacitores, de diversos valores, em paralelo com o resistor e repita o procedimento acima. Meça a amplitude máxima desse sinal na tela. Observe o sinal para vários valores de capacitância.

3.6 Faça medidas com o multímetro nas escalas AC e DC. Anote o valores de R e C utilizados.

TÓPICOS A SEREM DISCUTIDOS EM SALA

- Características gerais e funcionamento do osciloscópio.
- Quais grandezas podem ser medidas com o uso do osciloscópio.
- Retificação de meia onda e onda completa.
- Demonstrar a retificação de onda completa com uma ponte de diodos construída com LED's.

ASPECTOS TEÓRICOS A SEREM ABORDADOS NO RELATÓRIO

- Esquematizar os principais componentes de um osciloscópio e explicar sua finalidade.
- Descrever a retificação de meia onda, onda completa e explicar seu funcionamento. Ilustrar formas de onda.

ASPECTOS PRÁTICOS A SEREM DESCRITOS NO RELATÓRIO

- Descreva como foi feito o processo de calibração do osciloscópio. Foi ou não necessário utilizar os ajustes de calibração das escalas verticais e da escala horizontal?
- Explique como o osciloscópio foi usado para a medida de amplitude e frequência do sinal senoidal do gerador de sinais.
- Esquematize a montagem dos circuitos envolvidos (só com R , com diodo, com ponte e com C).

PROCEDIMENTOS E CÁLCULOS A SEREM EFETUADOS NO RELATÓRIO

- Compare os valores de frequência e amplitude do sinal senoidal, do gerador de sinais, medido no osciloscópio com aqueles medidos no multímetro. Os valores coincidem? Deveriam coincidir? São compatíveis? Qual a relação entre eles?
- Estime as incertezas envolvidas nos valores medidos no osciloscópio, com base nas escalas de tempo e de tensão empregadas.

QUESTÕES A SEREM DISCUTIDAS NO RELATÓRIO

1. Um "eliminador de pilhas" doméstico comum converte a tensão residencial de 127 V (AC) numa tensão de 12 V (DC). Baseado no que você aprendeu nas Experiências 8, 9 e 10, que componentes você esperaria encontrar dentro de um dispositivo como esse? Qual a função de cada elemento?
2. Qual a influencia do valor de C na retificação de sinal alternado? Explique, comparando o produto RC com o período do sinal utilizado.

NÃO DEIXE DE LER

José Goldemberg, Física Geral e Experimental, 2^o Vol., pp. 356-364 (sobre as características gerais e funcionamento do osciloscópio).

James J. Brophy, Eletrônica Básica, pp. 64-67 (sobre o osciloscópio), 98-104 (sobre retificação com diodos).

Halliday, Resnick & Walker, Fundamentos de Física, Vol. 3 Seção 36.5 (sobre valores de medida RMS).

Grupo: _____ Turma: _____ Data: _____ Prof.: _____

Calibração do osciloscópio

Amplitude de tensão pico a pico: _____ ± _____ () Escala vertical: _____ ()

Período: _____ ± _____ () Escala horizontal: _____ ()

Frequência calculada: _____ ± _____ ()

Medidas com o sinal senoidal:

*** No osciloscópio:**

Amplitude de tensão pico a pico: _____ ± _____ () Escala vertical: _____ ()

Período: _____ ± _____ () Escala horizontal: _____ ()

Frequência calculada: _____ ± _____ ()

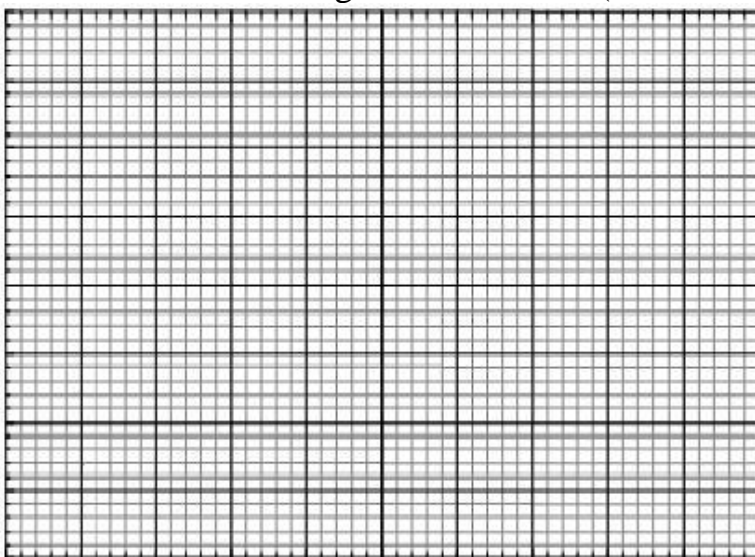
*** No multímetro:**

Frequência _____ ± _____ ()

Tensão eficaz _____ ± _____ ()

Circuito retificador

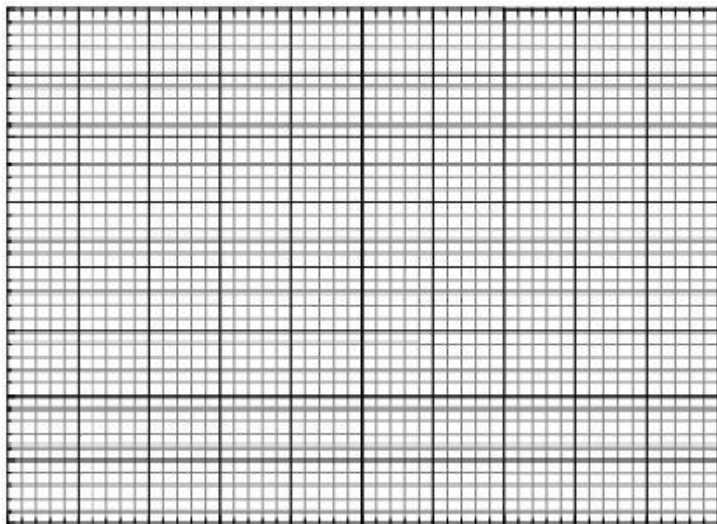
3.1 Forma de onda no gerador de sinais (medida em paralelo com o resistor):



Amplitude do sinal no voltímetro.
 $V_{AC(eficaz)} = \text{_____} \pm \text{_____} ()$

Amplitude pico a pico no osciloscópio.
 $V_{pp} = \text{_____} \pm \text{_____} ()$

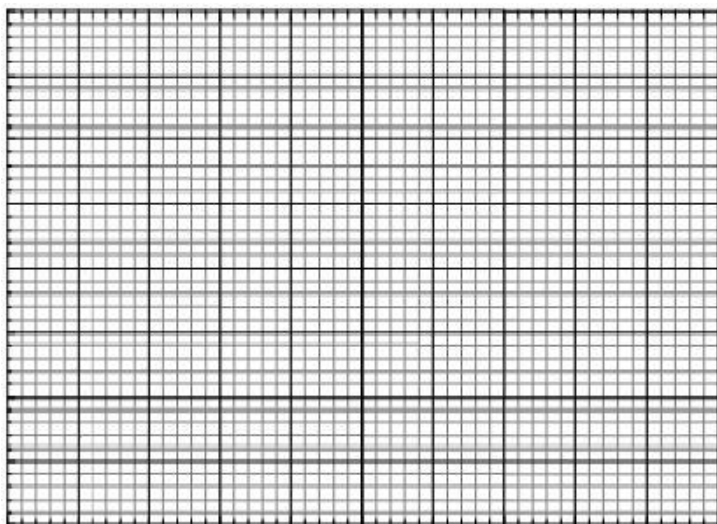
Forma de onda no resistor com diodo (3.3):



Amplitude do sinal no voltímetro
 $V_{DC} = \text{_____} \pm \text{_____} ()$

Desenho do circuito

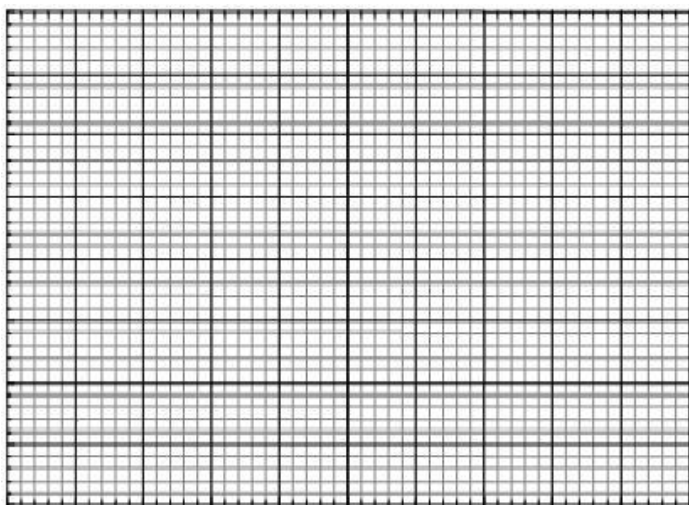
Forma de onda no resistor com ponte de diodos (3.4):



Amplitude do sinal no voltímetro
 $V_{DC} = \text{_____} \pm \text{_____} ()$

Desenho do circuito

Forma de onda no resistor com ponte de diodos e capacitor (3.5):



3.6: Amplitude do sinal no voltímetro
 $V_{DC} = \text{_____} \pm \text{_____} ()$
 $R = \text{_____} ()$
 $C = \text{_____} ()$