

Sumário

Introdução	5
Medição de tensão contínua	6
Ajuste da referência	6
Seleção CA-CC e conexão da ponta de prova	8
Interpretação da medição	8
Interpretação da medição	10
Tensões contínuas positivas e negativas	11
Chave seletora de ganho vertical	12
Ajuste fino de ganho vertical	13
Medição de tensão alternada	15
Processo de medição de tensão CA	15
Obtenção da forma de onda CA na tela	15
Rede	18
Externo	18
Interpretação da medição	20
Posicionamento adequado para a leitura	21
Apêndice	24
Questionário	24
Bibliografia	24



Espaço SENAI

Missão do Sistema *SENAI*

Contribuir para o fortalecimento da indústria e o desenvolvimento pleno e sustentável do País, promovendo a educação para o trabalho e a cidadania, a assistência técnica e tecnológica, a produção e disseminação de informação e a adequação, geração e difusão de tecnologia.

Adequar a formação profissional que ministra em suas diversas modalidades, notadamente a aprendizagem, às novas demandas do desenvolvimento da indústria e das demais empresas de categoria econômicas sob sua jurisdição, é uma diretriz do *SENAI*.

Introdução

O osciloscópio é um instrumento de grande versatilidade, largamente utilizado na reparação de circuitos eletrônicos.

Através do osciloscópio pode-se executar a medição de diversas grandezas elétricas.

Este fascículo foi elaborado visando a capacitá-lo a executar medições de tensão com o osciloscópio, abordando todos os conhecimentos e procedimentos necessários para a execução correta destas medições.



Para ter sucesso no desenvolvimento do conteúdo e atividades deste fascículo, o leitor deverá ter conhecimentos relativos a:

- Ajustes básicos do osciloscópio.
- Medição de tensão contínua.
- Medição de tensão alternada.

Medição de tensão contínua

Antes de se proceder à medição de uma tensão CC com o osciloscópio, deve-se realizar uma preparação que pode ser dividida em três etapas. São elas:

- Ajuste da referência.
- Seleção do modo de entrada.
- Conexão da ponta de prova ao osciloscópio.

AJUSTE DA REFERÊNCIA

Quando o osciloscópio é utilizado para a medição de tensões contínuas, faz-se necessário estabelecer uma posição para o traço na tela que servirá de posição de referência.

O traço deve ser posicionado sobre uma das divisões do reticulado da tela, utilizando o controle de posição vertical do canal selecionado, como mostrado na **Fig.1**.

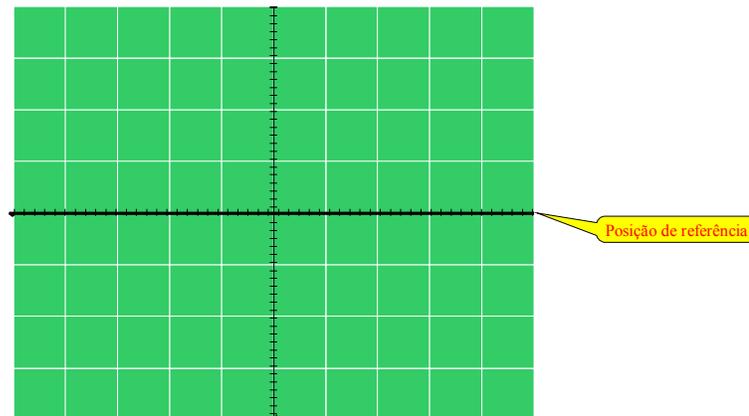


Fig.1 Posicionamento do traço de referência na tela.

Para realizar o ajuste da posição de referência do traço, deve-se proceder da seguinte forma:

1. Colocar a chave seletora de modo de entrada (CA-0-CC) do canal escolhido na posição 0.
2. Ajustar a posição do traço na tela usando o controle de posição vertical deste canal.

A posição ideal do operador em relação ao aparelho para realizar o ajuste é frontal à tela, conforme ilustrado na **Fig.2**.



Fig.2 Posição correta do operador para a realização do ajuste do traço na tela.

SELEÇÃO CA-CC E CONEXÃO DA PONTA DE PROVA

Para medição de tensão contínua, a chave seletora de modo de entrada (CA-0-CC) do canal escolhido deve ser posicionada para CC após o ajuste da referência.

A ponta de prova é então conectada na entrada vertical do canal escolhido.

Após a preparação do osciloscópio, as extremidades da ponta de prova podem ser conectadas nos pontos onde está presente a tensão a ser medida.

Quando as extremidades livres da ponta de prova são conectadas aos pontos de medição, o traço muda de posição na tela, como pode ser visto na **Fig.3**.

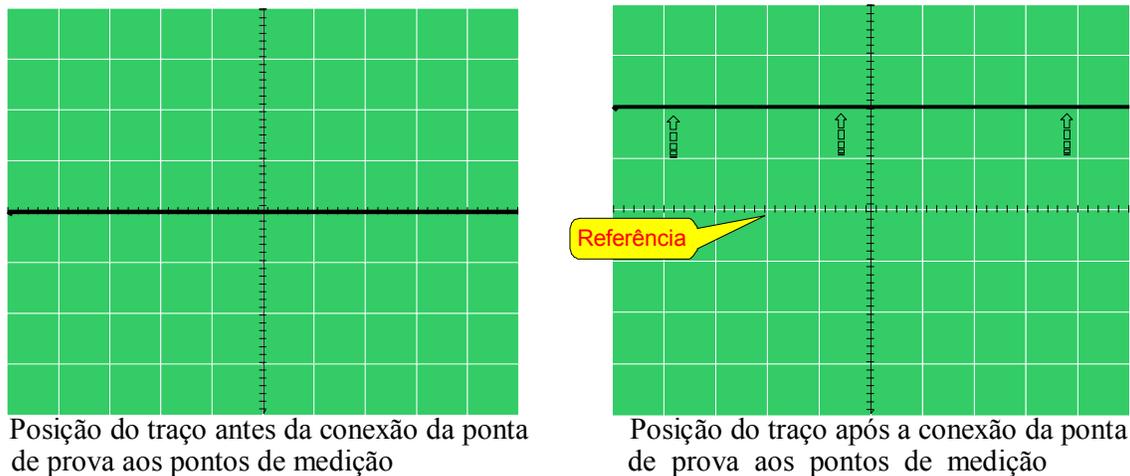


Fig.3 Mudança da posição do traço na tela após conexão das pontas de prova aos pontos de medição.

INTERPRETAÇÃO DA MEDIÇÃO

A determinação do valor de tensão aplicada na entrada é feita em duas etapas:

1. Verifica-se de quantas divisões foi a mudança de posição do traço na tela (em relação à posição de referência).

A **Fig.4** mostra um exemplo de mudança de posição de traço de duas divisões.

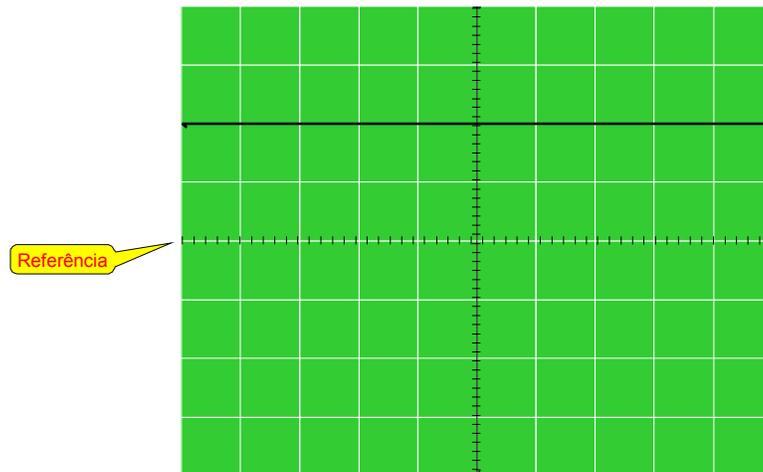


Fig.4 Mudança do traço da tela de duas divisões.

- 2) Multiplica-se o número de divisões obtidos na primeira etapa pelo valor indicado pela chave seletora de ganho vertical do canal, que é a chave que indica o valor de cada divisão.

A **Fig.5** mostra, por exemplo, uma mudança de posição do traço na tela de 3 divisões e a chave seletora de ganho vertical na posição 5V/divisão. Logo, a tensão CC medida é de 15V.

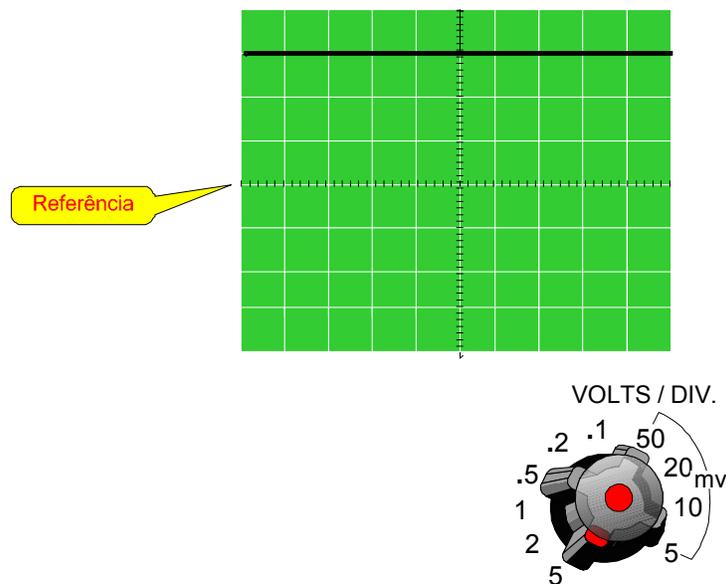


Fig.5 Traço em 3 divisões na tela.

INTERPRETAÇÃO DA MEDIÇÃO

Determina-se de quantas divisões foi a mudança de posição no traço da tela. Este número de divisões multiplicado pelo valor indicado pela chave seletora de ganho vertical fornece a tensão existente entre os pontos medidos.

Pelo fato de permitir a medição de tensões, o eixo vertical da tela do osciloscópio é denominado de eixo das tensões.

Para facilitar a leitura, o eixo vertical central é dividido em subdivisões. A **Fig.6** mostra um traço situada a 2,4 divisões da posição de referência e a chave seletora de ganho vertical na posição 2V/divisão. Neste caso, a tensão contínua medida é de 4,8V.

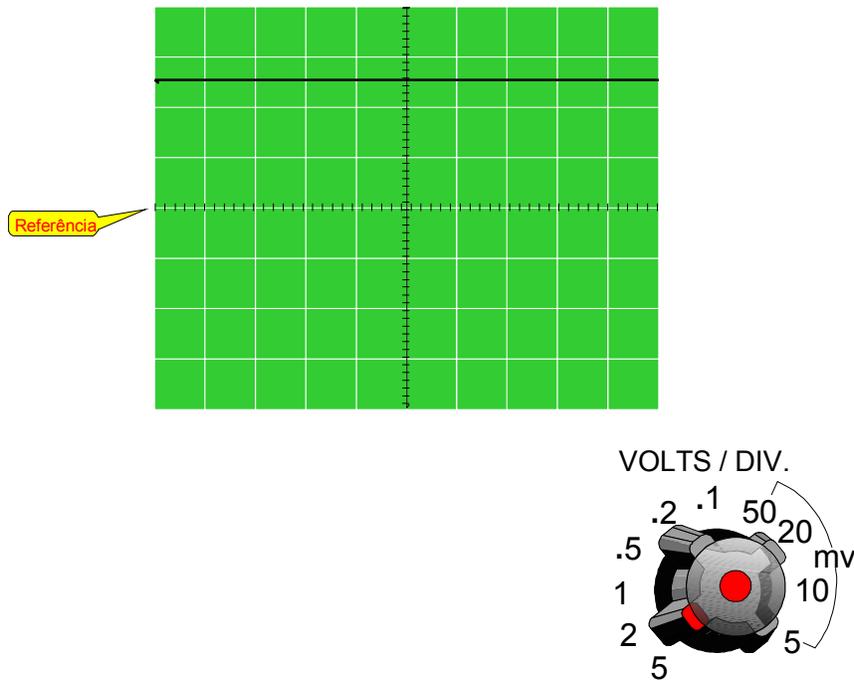


Fig.6 Traço numa posição intermediária.

O valor da tensão correspondente a cada divisão da tela é definido pela chave seletora de ganho vertical.

Através do posicionamento da chave seletora de ganho vertical, o osciloscópio pode ser utilizado para medições de valores de tensão desde alguns milivolts até dezenas de volts.

TENSÕES CONTÍNUAS POSITIVAS E NEGATIVAS

Os circuitos eletrônicos podem utilizar o terra conectado ao pólo negativo ou positivo da fonte de alimentação.

Dependendo do terra, as tensões CC medidas em um circuito podem ser positivas ou negativas.

O osciloscópio pode ser utilizado tanto para medições de tensões positivas como negativas.

Para que a medição seja correta, a garra, que é o terra da ponta de prova do osciloscópio, deve ser ligado ao terra do circuito, seja ele positivo ou negativo.

O terminal de terra da ponta de prova do osciloscópio sempre é conectado ao terra do circuito, seja ele positivo ou negativo.

Quando a tensão aplicada na entrada vertical é positiva, o traço se desloca da posição de referência para cima, como ilustrado na **Fig.7**.

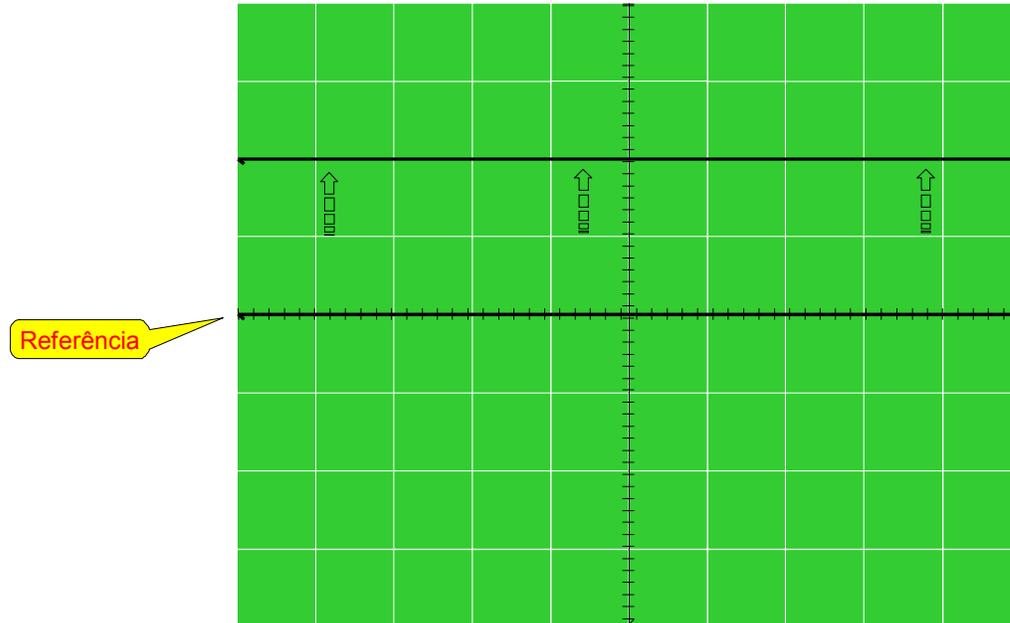


Fig.7 Posição da linha para uma tensão de entrada positiva.

Quando a tensão aplicada na entrada vertical é negativa, o traço se desloca da posição de referência para baixo, como mostrado na **Fig.8**.

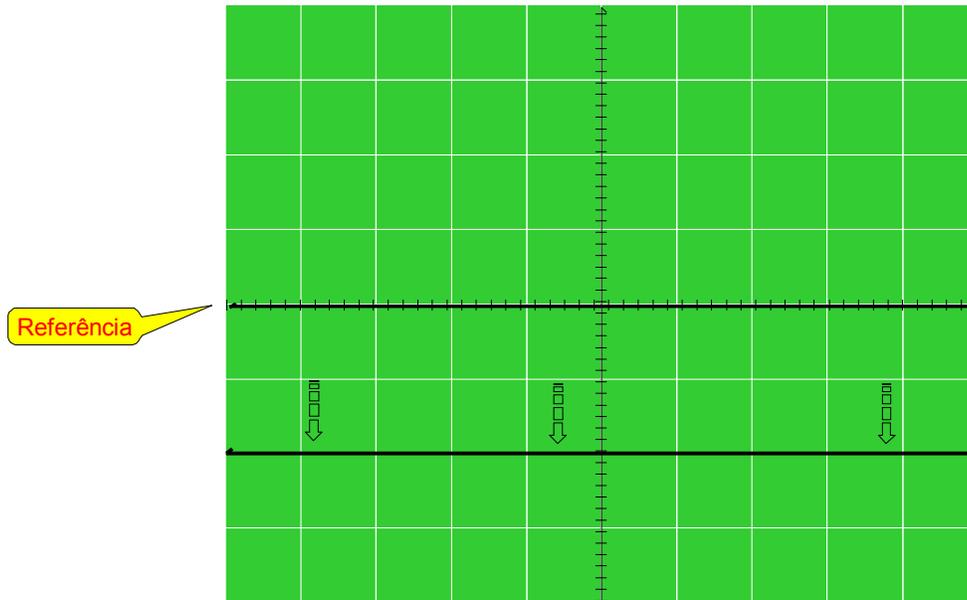


Fig.8 Posição da linha para uma tensão de entrada negativa.

A interpretação dos valores das tensões negativas é feita da mesma forma que a das positivas.

CHAVE SELETORA DE GANHO VERTICAL

A chave seletora de ganho vertical estabelece a quantos volts corresponde cada divisão vertical da tela.

Em todos os osciloscópios, esta chave seletora tem muitas posições, de forma que se possa fazer com que cada divisão da tela tenha valores que vão, por exemplo, desde 5mV até 5V, como mostra o exemplo da **Fig.9**.

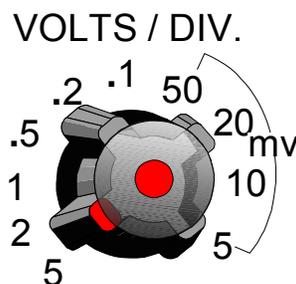


Fig.9 Exemplo de chave seletora.

Em cada posição da chave seletora, o osciloscópio tem um limite de medição.

Por exemplo, com 8 divisões verticais na tela, selecionando a chave seletora para a posição 10V/divisão, pode-se medir tensões de até 80V.

Se a tensão aplicada na entrada vertical exceder o limite de medição, o traço sofre um deslocamento tal que ele desaparece totalmente da tela.

Quando isso acontece, deve-se mudar a posição da chave seletora de ganho vertical para um valor maior, reajustar a referência e refazer a medição.

Quando o valor de tensão a ser medido é conhecido aproximadamente, a chave seletora de ganho vertical deve ser posicionada adequadamente antes de realizar a medição.

É importante lembrar que cada vez que a posição da chave seletora de ganho vertical for modificada, deve-se conferir a referência e se necessário reajustá-la.

A posição de referência do traço na tela deve ser conferida a cada mudança de posição da chave seletora de ganho vertical e reajustada, se necessário.

AJUSTE FINO DE GANHO VERTICAL

Quando o osciloscópio dispõe de um ajuste fino de ganho vertical, este deve ser calibrado, **antes de executar a medição**, caso contrário a leitura não será correta.



O ajuste fino de ganho vertical deve ser calibrado antes da execução de medição de tensão com o osciloscópio.

Em alguns osciloscópios, o ajuste fino de ganho vertical já tem a posição de calibração indicada, como mostra o exemplo da **Fig.10**.

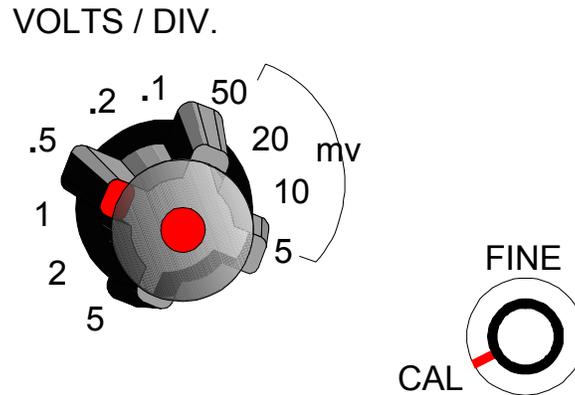


Fig.10 Indicação da posição de calibração no botão de ajuste fino.

Neste caso, antes de realizar a medição, o botão é colocado nesta posição.

Quando o botão de ajuste fino não tiver posição de calibração indicada, o ajuste é feito utilizando-se uma tensão CC (ou CA quadrada) que está disponível em um borne do painel do osciloscópio, como pode ser visto na **Fig.11**.



Fig.11 Bornes para calibração.

O procedimento de calibração é o seguinte: conecta-se a ponta de prova (extremidade livre) ao borne e ajusta-se o controle de ajuste fino de forma que a tensão lida na tela coincida com a tensão (CC ou CA) indicada ao lado do borne.

Medição de tensão alternada

O osciloscópio pode ser utilizado como recurso para realização de uma medição de tensão alternada.

Este tipo de medição através do osciloscópio é muito comum nos reparos e manutenção em equipamentos eletrônicos.

PROCESSO DE MEDIÇÃO DE TENSÃO CA

O processo de medição de tensão CA com osciloscópio pode ser dividido em três etapas:

- Obtenção da forma de onda CA na tela.
- Sincronismo da projeção.
- Interpretação da medição.

OBTENÇÃO DA FORMA DE ONDA CA NA TELA

Considerando um osciloscópio que já esteja com um traço selecionado (CH1 ou CH2) e ajustado em brilho e foco, a projeção de CA na tela exige ainda:

- a seleção do modo de entrada.
- a conexão da ponta de prova do osciloscópio.
- a conexão da ponta de prova aos pontos de medição.

Seleção de modo de entrada

Para medições de tensões alternadas esta chave pode ser posicionada em “CA” ou “CC”.

Conexão da ponta de prova ao osciloscópio

A ponta de prova é conectada à entrada vertical do canal selecionado. Em osciloscópios que tenham ajuste fino de ganho vertical, deve-se proceder a sua calibração antes da execução de medição.

Conexão da ponta de prova aos pontos de medição

Após o posicionamento dos controles, as pontas de prova são conectadas aos pontos de medição.

Quando as pontas de prova são conectadas aos pontos de medição, a tensão CA presente nesses pontos é projetada em forma de figura na tela do osciloscópio. Normalmente a figura está fora de sincronismo, como pode ser visto na **Fig.12**.

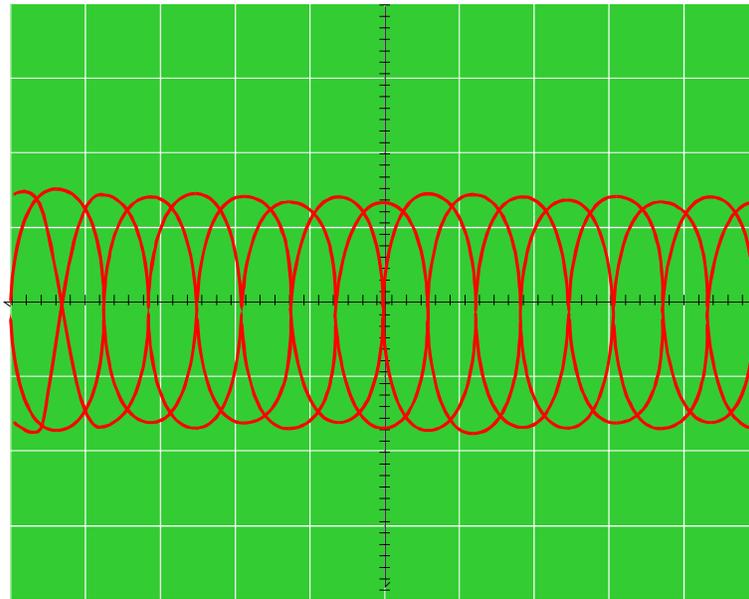


Fig.12 Tela com forma de onda fora de sincronismo.

Caso a figura exceda os limites da tela na vertical, deve-se atuar na chave seletora de ganho vertical de forma a obter-se o máximo de amplitude dentro dos limites da tela.

Da mesma forma, se a figura tiver uma amplitude muito pequena, atua-se na chave seletora de ganho vertical para obter-se uma figura com maior amplitude.

Sincronismo da projeção

O sincronismo consiste na fixação da imagem na tela para facilitar a observação.

A fixação da imagem é feita através dos controles de sincronismo do osciloscópio.

A **Fig.13** destaca o grupo de controles de sincronismo.

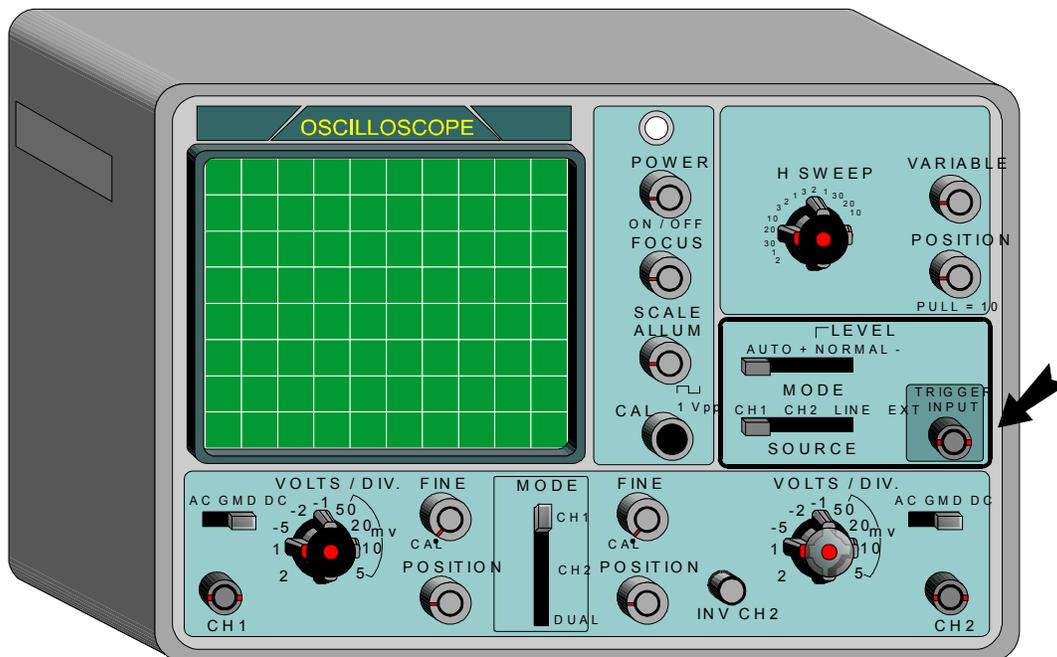


Fig.13 Controles de sincronismo.

Os controles de sincronismo são:

- Chave seletora de fonte de sincronismo.
- Chave de modo de sincronismo.
- Controle de nível de sincronismo.

Chave seletora de fonte (Source)

Selecione onde será tomado o sinal de sincronismo necessário para fixar a imagem na tela do osciloscópio.

Esta chave seletora normalmente tem 4 posições, como pode ser visto na Fig.14.

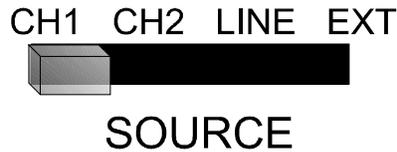


Fig.14 Posições de uma chave seletora.

Posição CH1: o sincronismo é controlado pelo sinal aplicado ao canal 1.

Posição CH2: o sincronismo é controlado pelo sinal aplicado ao canal 2.

Sempre que se usa o osciloscópio traço duplo como traço simples, usando apenas um canal, a chave seletora deve ser posicionada para o canal utilizado (CH1 ou CH2).

REDE

Realiza o sincronismo com base na frequência da rede de alimentação do osciloscópio (senoidal 60Hz). Nesta posição, consegue-se facilmente sincronizar na tela sinais aplicados na entrada vertical que sejam obtidos a partir da rede elétrica.

EXTERNO

Na posição “externo”, o sincronismo da figura é obtido a partir de outro equipamento externo conectado ao osciloscópio.

O sinal que controla o sincronismo na posição “externo” é aplicado à entrada de sincronismo, conforme ilustrado na Fig.15.

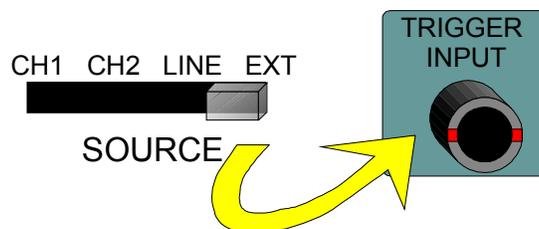


Fig.15 Chave de sincronismo na posição EXT.

Chave de modo de sincronismo (Mode)

Normalmente esta chave tem duas ou três posições : AUTO, NORMAL+, NORMAL-

AUTO : Nesta posição, o osciloscópio realiza o sincronismo da projeção automaticamente, com base no sinal selecionado pela chave seletora de fonte de sincronismo.

NORMAL+, NORMAL- : Nestas posições, o sincronismo é ajustado manualmente através do controle de nível de sincronismo (LEVEL).

Na posição NORMAL+, o sincronismo é positivo, fazendo com que o primeiro pico que apareça na tela seja o positivo, como ilustrado na **Fig.16**.

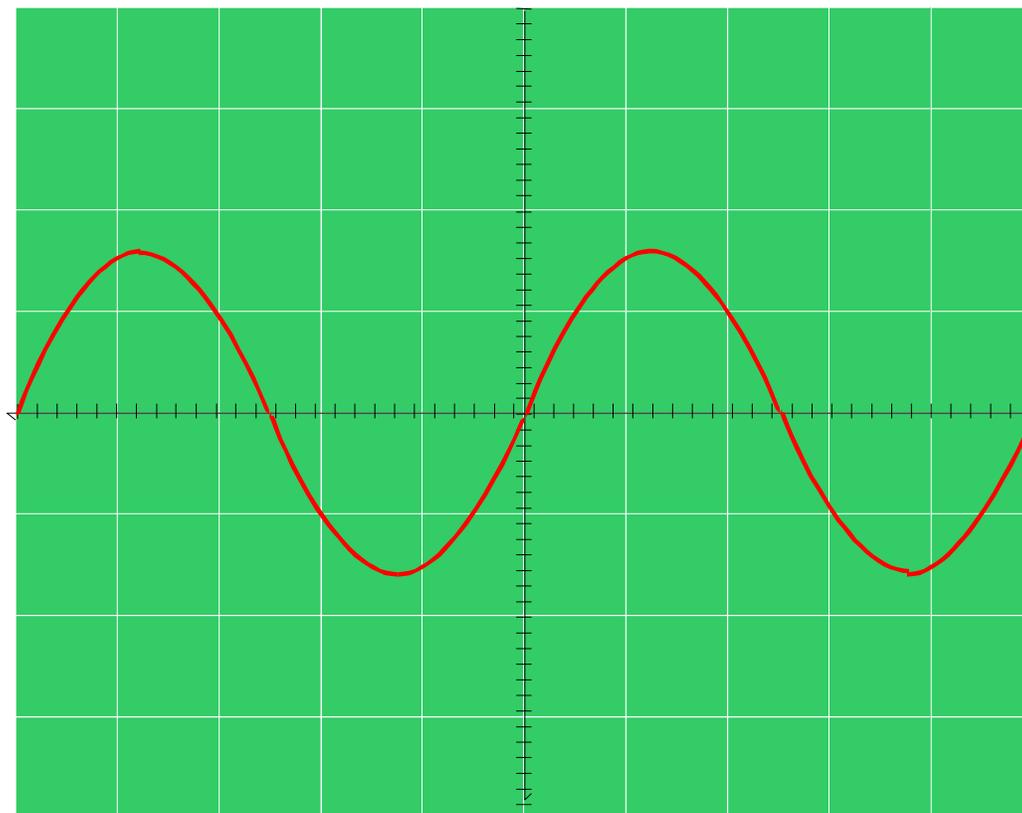


Fig.16 Na posição NORMAL+.

Na posição NORMAL- o sincronismo é negativo, como mostrado na Fig.17.

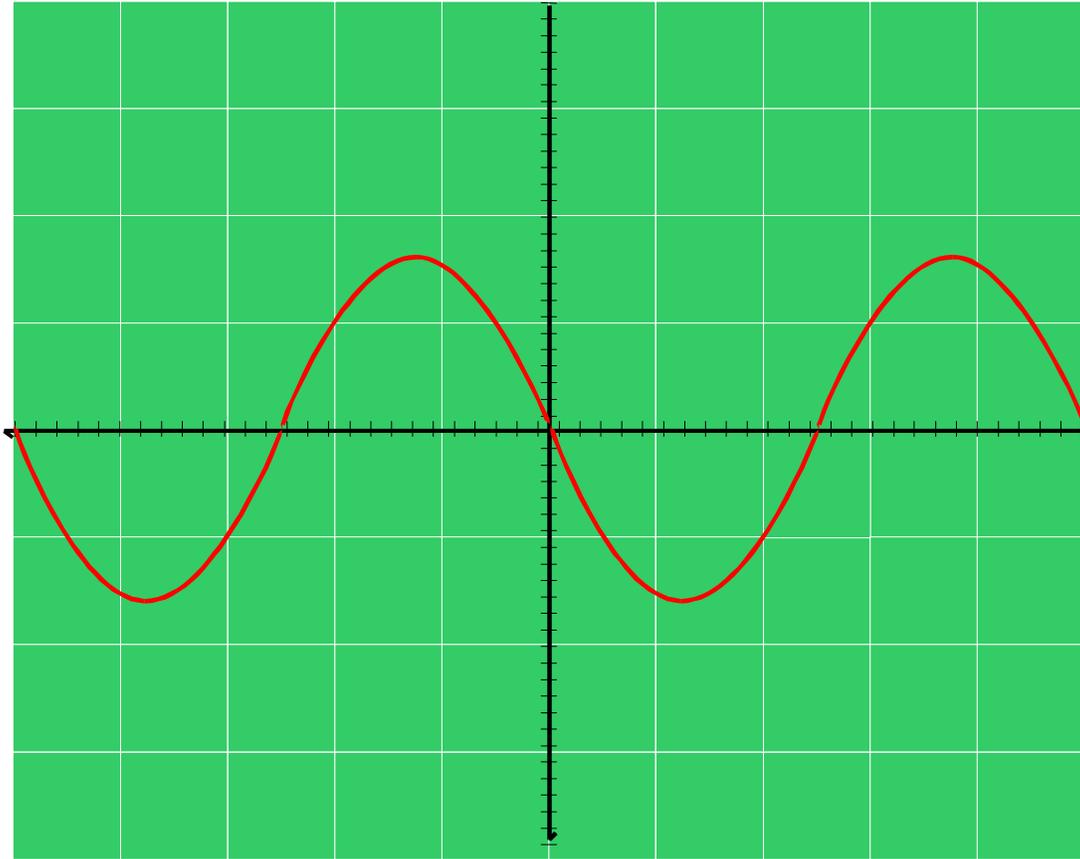


Fig.17 Na posição NORMAL - .

Para realizar a leitura de tensão é necessário sincronizar a figura. Em geral, posicionando a chave de modo de sincronismo para AUTO o osciloscópio fixa automaticamente a figura na tela.

Se na posição AUTO não houver sincronismo, deve-se passar para NORMAL e sincronizar com auxílio do controle de nível.

INTERPRETAÇÃO DA MEDIÇÃO

A leitura de tensão alternada aplicada na entrada vertical no osciloscópio é feita através da determinação de tensão de pico a pico da figura projetada na tela.

Verifica-se o número de divisões verticais ocupados pela figura e multiplica-se pelo valor indicado pela chave seletora de ganho vertical, conforme ilustrado na **Fig.18**.

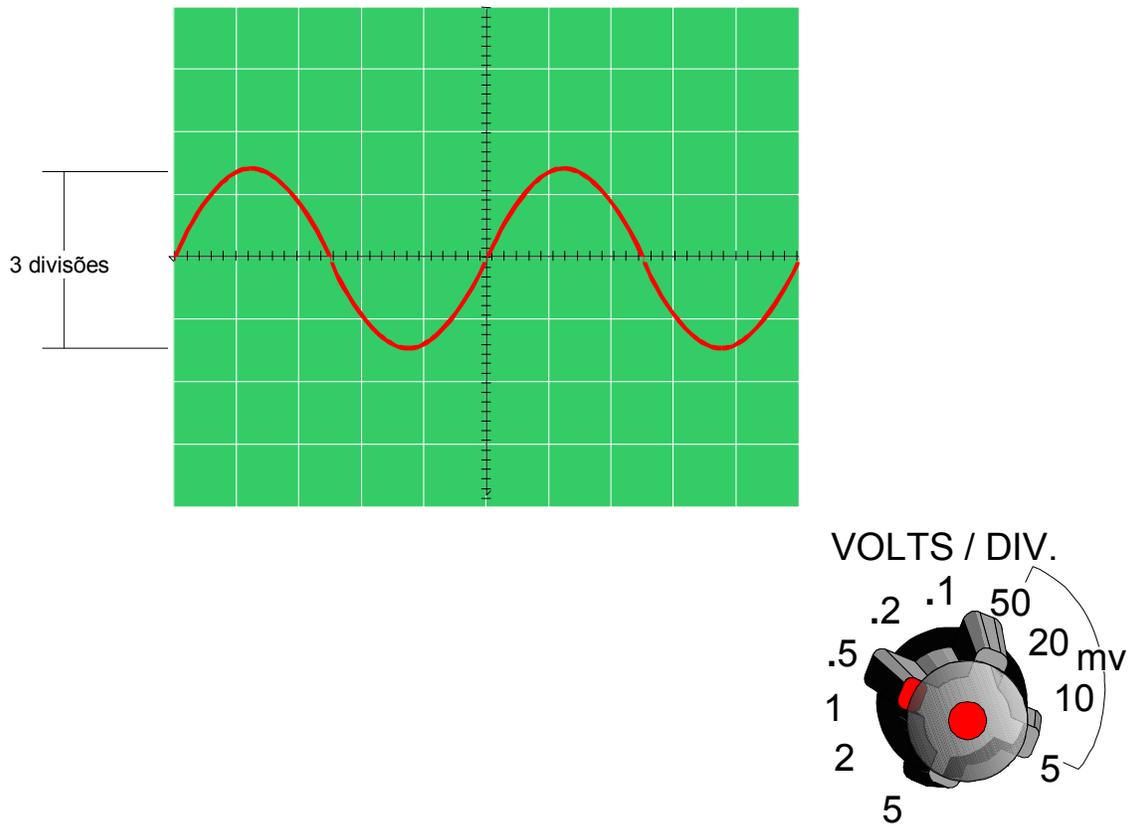


Fig.18 Interpretação da medição.

Quando o osciloscópio dispõe de um ajuste fino de ganho vertical, este deve ser calibrado antes da execução da medição.

POSICIONAMENTO ADEQUADO PARA A LEITURA

Com o objetivo de tornar mais fácil e precisa a leitura do número de divisões ocupadas na tela, pode-se movimentar verticalmente a figura, usando o controle de posição vertical.

Este procedimento permite posicionar um dos picos da CA sobre uma linha de referência sem modificar a sua amplitude, como mostrado na **Fig.19**.

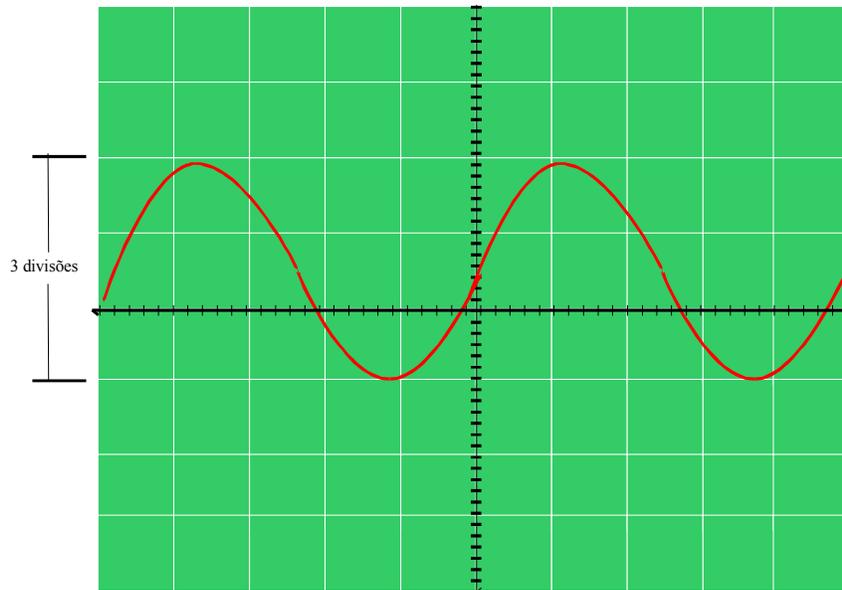


Fig.19 Ajuste vertical da figura.

Dispondo de uma linha de referência, a leitura da amplitude em número de divisões torna-se mais fácil.

Pode-se também movimentar horizontalmente a figura (controle de posição horizontal - H.Position) sem prejuízo para a leitura.

Isto possibilita colocar o pico da tensão exatamente sobre o eixo vertical principal, facilitando a leitura, conforme ilustrado na **Fig.20**.

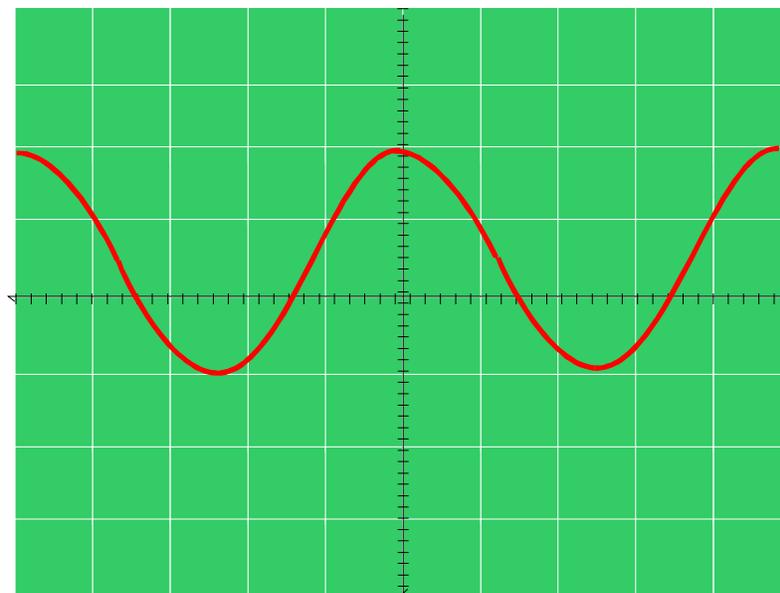
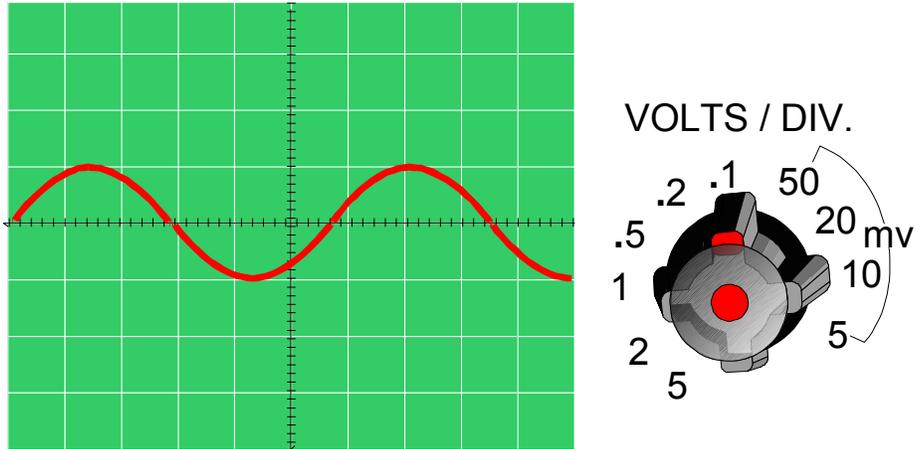


Fig.20 Ajuste horizontal da figura.

Exemplo 1:

Determine a tensão de pico a pico e eficaz para a tensão CA da figura abaixo. Considere a chave seletora na posição .1.

**Solução**

$$2 \text{ divisões} \times 0,1 \text{ V/DIV} = 200 \text{ mV}_{pp}$$

Para se determinar a tensão eficaz do sinal observado na tela, usam-se as relações matemáticas correspondentes a cada tipo de sinal.

Como a tensão de pico a pico (obtida na tela) é o dobro da tensão de pico ($V_{pp} = 2V_p$) a tensão eficaz (V_{ef}) a partir da tensão de pico a pico é:

$$V_{ef} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}} = \frac{200}{2,828} = 71 \text{ mV} \quad (1)$$

Apêndice

QUESTIONÁRIO

1. Cite as três etapas de preparação para a medição de tensão CC com o osciloscópio.
2. Cite as três etapas do processo de medição da tensão CA com o osciloscópio.

BIBLIOGRAFIA

- SENAI/DN. **Reparador de Circuitos Eletrônicos**. Eletrônica básica I. Rio de Janeiro. (Coleção Básica SENAI - Módulo 1).
- ZBAR, PAUL B. **Instrumentos e medidas em eletrônica**; Práticas de Laboratório. Trad. Aracy Mendes da Costa. São Paulo, McGraw-Hill, 1978, 229p.