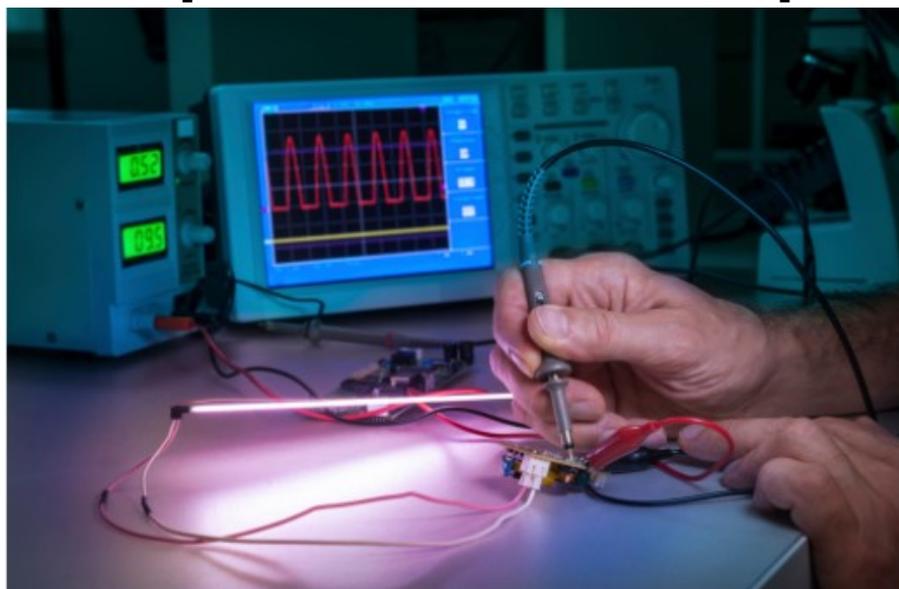




Curso de Osciloscópio

A Capacidade do Osciloscópio



Este material foi entregue a você através da
Editora Profissionalizante
<http://www.editoraprofissionalizante.com.br>

Assuntos deste Livro

INFORMAÇÕES A finalidade de um osciloscópio é produzir num anteparo uma imagem que seja uma representação gráfica de um fenômeno dinâmico, como por exemplo: Pulso de tensão, uma tensão que varie de valor com relação ao tempo, a descarga de um capacitor, etc. Pode-se também, através de um transdutor adequado, avaliar qualquer outro fenômeno dinâmico, como exemplo: a oscilação de um pêndulo, a variação da temperatura ou de luz de um ambiente, as batidas de um coração. Dependendo da aplicação, os osciloscópios modernos podem contar com recursos próprios, o que significa que não existe um só tipo no mercado.

www.editoraprofissionalizante.com.br

CURSO DE OSCILOSCÓPIO

Introdução

Para quem pensa que osciloscópio de raios catódicos é um instrumento novo, basta dizer que ele foi inventado em 1897 por *Ferdinand Braun*, tendo então a finalidade de se analisar as variações com o tempo de intensidade de tensão. Em 1897 foi o mesmo ano em que *J.J. Thomson* mediu a carga do elétron a partir da sua deflexão por meio de campos magnéticos.

Foi somente com a utilização de tubos de raios catódicos feitos por *Welhnet*, em 1905, é que foi possível a industrialização deste tipo de equipamento que até hoje se encontra, com muitos aperfeiçoamentos.

A finalidade de um osciloscópio é produzir num anteparo uma imagem que seja uma representação gráfica de um fenômeno dinâmico, como por exemplo: Pulso de tensão, uma tensão que varie de valor com relação ao tempo, a descarga de um capacitor, etc. Pode-se também, através de um transdutor adequado, avaliar qualquer outro fenômeno dinâmico, como exemplo: a oscilação de um pêndulo, a variação da temperatura ou de luz de um ambiente, as batidas de um coração. Dependendo da aplicação, os osciloscópios modernos podem contar com recursos próprios, o que significa que não existe um só tipo no mercado.

Isso ocorre porque os fenômenos que se deseja visualizar na tela pode ter duração que vai de alguns minutos até a alguns milionésimos de segundo.

Da mesma forma, os fenômenos podem se repetir numa certa velocidade sempre da mesma forma, ou então podem ser únicos, ocorrendo por um só instante apenas uma vez. O osciloscópio básico pode permitir a visualização de fenômenos que durem desde alguns segundos até outro que ocorram milhões de vezes por segundo.

A capacidade de um osciloscópio em apresentar em sua tela fenômenos curtíssimos é dada pela sua resposta de freqüência. Tipo os que são da faixa de 20 a 100 MHz que são os mais comuns e servem para a desenvolvimento de projetos na maioria das bancadas de indústrias.

Para poder visualizar os fenômenos com precisão os osciloscópios possuem recursos adicionais e controles que podem variar bastante com o tipo.

Nos mais simples tem-se apenas a possibilidade de sincronizar um fenômeno com base de tempo interna enquanto que em outros isso pode ser estendido a bases externas e em alguns casos até há circuitos de digitalização que "congelam" a imagem para facilitar a análise posterior.

Na verdade, a existência de circuitos capazes de processar um sinal digitalmente nos leva a existência de osciloscópios que são verdadeiros computadores.

Estes além de poderem digitalizar uma imagem, o que significa a facilidade maior de análise, pois pode-se "paralisa-la" na tela a qualquer momento, também podem realizar cálculos em função do que foi armazenado. Não é difícil de se encontrar osciloscópios que além de apresentarem na tela uma forma de onda, uma senoide por exemplo, também apresentam de forma numérica os seus valores de pico, sua frequência, período, apresentam até mesmo eventuais distorções que existam.

FUNCIONAMENTO DO OSCILOSCÓPIO

O osciloscópio de raios catódicos é, provavelmente, o equipamento mais versátil para o desenvolvimento de circuitos e sistemas eletrônicos e tem sido uma das mais importantes ferramentas para o desenvolvimento da eletrônica moderna. Uma de suas principais vantagens é que ele permite que a amplitude de sinais elétricos, sejam eles voltagem, corrente, potência, etc., seja mostrada em uma tela, em forma de uma figura, principalmente como uma função do tempo.

O funcionamento se baseia em um feixe de elétrons que, defletido, choca-se contra uma tela fluorescente, esta, sensibilizada emite luz formando uma figura. A figura formada na tela pode ser comparada com outra, considerada ideal, desse modo pode-se reduzir a área danificada em um circuito eletrônico.

A dependência com o tempo do feixe se resolve fazendo o feixe de elétrons ser defletido em um eixo de coordenadas similar ao sistema cartesiano, o que nos leva a construções gráficas bidimensionais. Por via de regra, o eixo X corresponde a deflexão do feixe com velocidade ou taxa de deslocamento constante em relação ao tempo. O eixo Y é defletido como resposta a um sinal de entrada, como por exemplo uma tensão aplicada a entrada vertical. O resultado é a variação da tensão de entrada dependente do tempo.

Dispositivos de registros em função do tempo existem a muito tempo, entretanto, o osciloscópio é um equipamento de resposta muito mais rápida que os registradores eletromecânicos, pois permite resposta da ordem de microsegundos.

A parte principal de um osciloscópio é o tubo de raios catódicos. Este tubo necessita, entretanto, usar uma série de circuitos auxiliares capazes de controlar o feixe desde sua geração até o ponto onde este incidirá sobre a tela.

Todo osciloscópio de serviço está composto das seguintes partes:

Fonte de alimentação;

Tubo de raios catódicos;

Base de tempo;

Amplificador Horizontal;

Amplificador Vertical.

1.1 - FONTE DE ALIMENTAÇÃO

A fonte de alimentação deve fornecer os diversos níveis de tensões **c.c.** exigidas pelo tubo de raios catódicos, para promover as ações de controle, aceleração, focalização e deflexão, bem como fornecer as demais tensões necessárias à operação dos demais circuitos do osciloscópio.

Para acelerar o feixe de elétrons, tensões da ordem de alguns milhares de volts são necessárias, enquanto uma baixa tensão é necessária para o aquecimento do filamento o que, em geral, é conseguido por uma tensão **c.a.** de 6,3V proveniente de enrolamento isolado do transformador de força, de forma que o potencial de aquecimento seja próximo ao potencial do cátodo evitando, assim, a ruptura do isolamento entre o cátodo e o filamento aquecedor.

Para a alimentação dos outros circuitos, diferentes níveis de tensão são exigidas, em geral nunca ultrapassando algumas dezenas de volts.

Em geral a fonte fornece as seguintes tensões ao osciloscópio:

Baixa tensão para o filamento do TRC;

Baixa tensão para o filamento das válvulas do osciloscópio;

Baixa tensão para o filamento das válvulas, ou válvulas retificadoras de alta tensão;

Alta tensão para os ânodos das válvulas do osciloscópio;

Alta tensão para os ânodos do TRC;

Tensão muito alta para o ânodo final dos tubos de raios catódicos;

Para a obtenção destas tensões, normalmente, se usa um ou dois transformadores. Estes transformadores deverão ter projeto especial de forma reduzir ao máximo o campo de dispersão magnética, já que de outra forma este campo poderia influir desfavoravelmente sobre o traço luminoso na tela do tubo de raios catódicos.

Pouquíssimos circuitos requerem potência significativa, o que simplifica o projeto da fonte de alimentação, pois as diversas tensões exigidas pelos circuitos são conseguidas por meio de divisores de tensão.

1.2 - TUBOS DE RAIOS CATÓDICOS

É um tipo especial de válvula na qual os elétrons emitidos do cátodo se reordenam num feixe estreito e se aceleram a alta velocidade, antes de se chocarem contra uma tela recoberta de fósforo. A tela se torna fluorescente no ponto em que o feixe eletrônico se choca e proporciona assim uma indicação visual para radar, sonar, rádio, indicadores de direção de televisão.

Em geral, um TRC possui as seguintes partes ou eletrodos:

Filamento;

Cátodo;

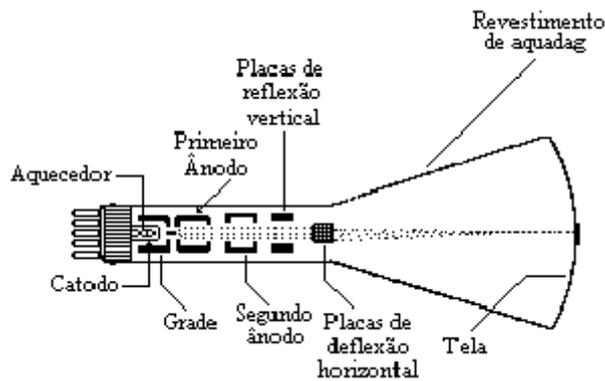
Grade de controle;

Ânodo de focalização e aceleração;

Placas de deflexão horizontal e vertical;

Tela fluorescente.

A figura abaixo mostra o esquema de um tubo de raios catódicos:



1.2.1 - FILAMENTO

É o elemento responsável pela energia calorífica necessária ao desprendimento de elétrons no cátodo.

Consiste de um fio trançado, de resistência adequada, alojado no interior do cátodo. Ao se aplicar nas extremidades do filamento uma tensão **c.a.**, normalmente de 6,3V, este se incandesce, por efeito Joule, que aquece o cátodo que o recobre.

1.2.2 - CATODO

É o elemento responsável pela emissão dos elétrons (cerca de seis bilhões de elétrons por segundo são emitidos).

Consiste de um cilindro metálico recoberto de óxidos especiais, que emitem elétrons quando aquecidos. Possuem um alto potencial negativo.

1.2.3 - GRADE DE CONTROLE

É o elemento que regula a passagem de elétrons procedente do cátodo em direção ao ânodo.

Consiste de um cilindro metálico com um orifício circular no fundo, rodeia o ânodo. Possui o mesmo potencial que ânodo. Quando se controla o potencial desta grade verifica-se um aumento ou diminuição do brilho da imagem.

1.2.4 - ANODO DE FOCALIZAÇÃO E DE ACELERAÇÃO

Possuem forma cilíndrica com pequenos orifícios para a passagem do feixe de elétrons. Possuem um alto potencial positivo (em relação ao cátodo), a fim de que os elétrons sejam acelerados a uma grande velocidade, o que

tornará a tendência de se deslocarem em feixe muito maior que a tendência a se divergirem .

Entre os ânodos de focalização e o de aceleração existe um campo eletrostático que atua como uma lente biconvexa, convergindo o raio a um determinado ponto. Este efeito também é observado quando um raio de luz passa por uma lente biconvexa.

Esta lente eletrônica atua na distância focal do raio.

OBSERVAÇÃO: O conjunto formado pelo filamento, cátodo, grade de controle e os ânodos de focalização e o de aceleração formam o que se chama de "canhão eletrônico".

1.2.5 - PLACAS DE DEFLEXÃO HORIZONTAL E VERTICAL

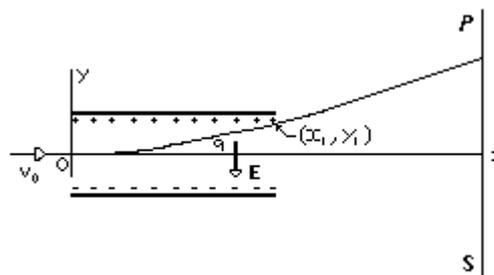
Caso não existisse um sistema defletor do raio eletrônico, este incidiria no centro da tela , ficando imóvel naquele ponto. Que utilidade teria? Nenhuma.

Mas, como se sabe, todos os pontos da tela são alcançados, e isto se deve ao sistema defletor do raio de elétrons.

Todo o princípio de funcionamento da deflexão do raio está baseado no princípio da deflexão eletrostática.

PRINCÍPIO DA DEFLEXÃO ELETROSTÁTICA

A figura abaixo mostra um elétron (com massa m e carga e), dirigindo-se com velocidade V_0 , perpendicular ao campo uniforme E .



Trajetória de um elétron que entrou
num campo elétrico uniforme

Movimento é análogo ao de um projétil lançado horizontalmente no campo sob a ação da gravidade terrestre. O elétron possui carga negativa, como

carga de sinais opostos se atraem, este se movimentará em direção a placa positiva, segundo a horizontal (x) e a vertical (y) dadas por:

$$X = V_0 t \quad e \quad Y = \frac{eE}{2m} t^2$$

E eliminando-se o tempo:

$$Y = \frac{eE}{2m} t^2 \quad (\text{Esta é a equação da trajetória do elétron})$$

Quando o elétron sai do espaço entre as placas, ele continua o seu movimento (desprezando a gravidade terrestre) em linha reta, tangente à parábola no ponto (X_1, X_2) . Como temos vários elétrons com a mesma trajetória, temos na verdade um feixe de elétrons.

No osciloscópio, a deflexão eletrostática emprega duas paredes de placas defletoras montadas em ângulo reto entre si.

Quando não há campo elétrico entre as placas de cada par, o feixe de elétrons incide no centro geométrico da tela. Se for aplicado uma diferença de potencial (**d.d.p.**) a um par de placas, o feixe se deslocará para a placa com o potencial positivo e este desvio será tanto maior quanto maior for a d.d.p. aplicada as placas. Se for invertida a polaridade das placas, logicamente, a deflexão do feixe se dará inversamente, obedecendo às mesmas leis. Estas considerações são válidas tanto para placas horizontais quanto para placas verticais, sendo que cada uma deve atuar independente uma da outra.

Se aplicarmos a um dos pares de placas uma tensão periódica, por exemplo uma tensão senoidal, o ponto na tela se deslocará continuamente (na vertical ou horizontal). Se a frequência de tensão aplicada for baixa, poderemos ver o ponto se movendo na tela. Se, por outro lado, a frequência for muito alta ou mesmo superior a "persistência do olho humano", observaremos na tela uma linha, mesmo que na verdade se trate de um ponto se movendo rapidamente.

1.2.6 - TELA FLUORESCENTE

A tela é o estágio final de todo processo executado pelo osciloscópio, pois é nela que se visualizam as imagens que serão posteriormente analisadas. Ela pode ser circular ou retangular, com dimensões variadas que dependem da necessidade da aplicação. São de vidro e cujo o interior se deposita um

material fluorescente, como o fósforo ou o sulfeto de zinco, que ao receberem o impacto do feixe de elétrons emitem luz. Os materiais fluorescentes possuem outras características que é a da fosforescência que faz com que os material continue a emitir luz mesmo depois da extinção do bombardeamento dos elétrons. O intervalo que permanece a fosforescência é chamado de persistência do fósforo. A intensidade luminosa emitida pela tela é denominada de luminância e depende dos seguintes fatores:

N.º de elétrons que bombardeiam a tela;

Energia com que os elétrons atingem a tela, que por sua vez dependem da aceleração dos mesmos;

Tempo que o feixe permanece no mesmo ponto da tela, que depende da varredura;

Características do fósforo (dadas pelo fabricante).

Portanto, alterando este fatores, podemos ter um traço luminoso com mais ou menos brilho, ser mais ou menos persistente e ainda ter cores diferentes.

O quadro nos dá as propriedades de diferentes tipos de fósforo e mostra um conjunto de fatores que devem ser considerados na escolha de uma tela. No caso de uma tela de um osciloscópio, o fósforo de melhor opção é o "P31", pois possui alta luminância e média persistência.

Tipo de fósforo	Fluorescência	Fosforescência	Luminância relativa (%)	Decaimento a 0,1% (ms)	Observações
P1	Verde-amarelada	Verde-amarelada	50	95	Uso geral
P2	Verde-azulada	Verde-amarelada	55	120	Bom compromisso entre rápido e lento
P4	Branca	Branca	50	20	TV
P7	Azul	Verde-amarelada	35	1200	Observação de fenômenos lentos

P11	Azul-púrpura	Azul-púrpura	15	20	Fotografia
P31	Verde-amarelada	Verde-amarelada	100	32	Uso geral

Se um feixe de alta densidade de carga atinge o fósforo da tela por muito tempo, um dano permanente pode ocorrer "queimando-se" aquele ponto e reduzindo-se a emissão de luz. Para se prevenir este dano podemos controlar a densidade do feixe, através do controle de intensidade do foco e do astigmatismo.

Outra medida é controlar o tempo de excitação através do controle do **tempo/divisão**. Todos os controles estão no painel do osciloscópio.

Portanto, mantendo-se baixa a intensidade luminosa e breve a exposição do feixe, e assim evitamos a destruição da camada de fósforo, prolongando-se assim a vida útil do equipamento.

Uma capa condutora chamada de **aquadag**, eletricamente ligada ao segundo ânodo, é colocada no interior do tubo com a finalidade de capturar os elétrons produzidos por uma segunda emissão, que resultam do bombardeio eletrônico. Esta capa também serve como o último ânodo acelerador do feixe.

Para que possam ser feitas calibrações do traço luminoso, tanto verticais, quanto horizontais, um quadriculado é colocado na tela. As linhas do quadriculado devem ficar mais próximo da camada de fósforo para evitar *erros de paralaxe*.

Em resumo, o tubo de raios catódicos funciona da seguinte maneira:

"O feixe eletrônico é produzido pelo conjunto filamento-catodo sendo depois regulado em intensidade pela grade de controle, enforcado pelo ânodo de focalização, sua aceleração é feita pelo ânodo acelerador e depois é desviado na horizontal e/ou na vertical pelas placas defletoras para finalmente se chocar com a camada fosforescente da tela permitindo assim a visualização da imagem".

1.3 - BASE DE TEMPO

O circuito de base de tempo tem atuação junto às placas de deflexão horizontais pois estas placas comandam o deslocamento do feixe na direção

horizontal. Este circuito é necessário para que o deslocamento do feixe na direção horizontal (eixo X) seja dependente do tempo.

O circuito de tempo deve fazer o ponto luminoso se deslocar periodicamente e com velocidade constante, na direção horizontal, da esquerda para a direita, voltando o mais rapidamente possível a sua posição original, e assim sucessivamente.

Para efetuar este percurso, o circuito de base de tempo proporciona às placas horizontais uma tensão variável denominada de dente de serra.

Durante o passar do tempo a tensão aumenta de valor progressivamente até atingir um ponto máximo, onde logo em seguida cai bruscamente para o seu valor inicial. O tempo transcorrido desde que se inicia a elevação de tensão até o valor máximo chama-se de tempo de exploração ou de varredura, este tempo é o mesmo tempo que o ponto leva para ir da esquerda para a direita.

O tempo que vai do valor máximo até o valor inicial leva o nome de retorno, necessário para que o ponto volte da direita para esquerda novamente.

Como se vê o tempo de varredura é maior que o tempo de retorno, pois o que nos interessa é reproduzir da esquerda para a direita a trajetória do ponto luminoso na tela e fazê-la voltar o mais depressa possível.

Quanto menor o tempo de retorno, melhor se poderá reproduzir, na tela, o sinal que se deseja analisar.

Como a frequência da tensão em dente de serra da base de tempo é relativamente elevada, o ponto luminoso se deslocará horizontalmente pela tela com grande rapidez, de forma que o efeito óptico será igual à presença de uma linha na tela e não um ponto.

O circuito de base de tempo para os osciloscópios devem proporcionar uma base de tempo de frequência variável, pois desta forma é possível analisar uma ampla gama de frequências, desde as mais baixas, cujo comprimento de onda é muito longo, até as muito elevadas cujo comprimento de onda são extremamente curtos, Normalmente, esta possibilidade de variar a frequência da base de tempo se processa por meio de uma chave seletora que controla um circuito RC que é capaz de realizar esta função.

Existe uma grande variedade de circuitos que são capazes de fornecer ondas dente de serra. Entretanto, um problema muito comum é o fato da imagem se tornar instável na tela, o que torna a leitura difícil ou mesmo

impossível de ser feita. Para se obter uma imagem estável e possível de se analisar, é preciso que a frequência da tensão em dente de serra sincronize-se com a frequência do sinal a medir. Quando a frequência a medir é relativamente baixa (menor que 150KHz) este problema é de fácil solução, porém quando se trata de altas frequências, em que os tempos são extremamente curtos é mais difícil, necessitando de circuitos mais complexos.

1.4 - AMPLIFICADOR HORIZONTAL

O objetivo do amplificador horizontal é proporcionar aos sinais procedentes do circuito de base de tempo, uma amplitude suficiente para o desvio do feixe de elétrons a toda a largura da tela.

O circuito do amplificador horizontal é muito similar ao do vertical.

O amplificador horizontal deve amplificar tanto os sinais em dente de serra procedentes da base de tempo, como os sinais procedentes do exterior aplicados à entrada X (horizontal) que possui a maioria dos osciloscópios. O sinal horizontal a amplificar deriva-se, normalmente, da base de tempo, do exterior ou da rede (60Hz). Para sua seleção, recorre-se a um comutador de duas ou três posições que se intercala entre o amplificador horizontal e as fontes de sinais. A amplificação dos sinais em dente de serra deve ultrapassar amplamente as bordas da tela, o que permite observar com nitidez frações da curva.

Os amplificadores horizontais para osciloscópios costumam estar constituídos por um seguidor catódico. Um pré-amplificador excitador de uma etapa de saída simétrica em cada seção afeta uma placa defletora horizontal.

1.5 - AMPLIFICADOR VERTICAL

Um osciloscópio deve ser capaz de analisar sinais elétricos dos valores mais diversos. Normalmente, a sensibilidade de desvio do feixe no TRC, costuma ser de 20V/cm de altura, e de 30V/cm de altura quando for corrente alternada. É lógico pensar que quando o sinal aplicado a entrada vertical for da ordem de milivolts, por exemplo, o desvio vertical mal será notado.

Portanto, é preciso ter entre entrada de sinal e as placas defletora verticais um circuito amplificador que ele a um valor adequado o sinal que se quer analisar.

A sensibilidade de deflexão do osciloscópio é uma das características essenciais que valorizam o aparelho. Logo, quanto maior a sensibilidade a deflexão, melhor será o aparelho. Em osciloscópio de serviço uma sensibilidade de 10mV/cm é mais que suficiente.

Geralmente, o amplificador vertical de um osciloscópio consta das seguintes partes:

Atenuador ;

Seguidor Catódico;

Amplificador.

1.5.1 - ATENUADOR

Sua função é diminuir a amplitude do sinal de entrada quando este possuir um valor excessivo que ponha em perigo a fidelidade do sinal, ou seja, quando puder produzir alguma distorção.

O circuito atenuador reduz o valor do sinal de entrada, geralmente, em 10, 100 ou 1000, vezes.

A atuação do atenuador está sujeito a uma chave seletora onde, dependendo da posição em que estiver, uma determinada atenuação será dada ao sinal de entrada.

Por exemplo, na posição (X_2 , por exemplo), é atenuado da centésima parte, e assim por diante, de modo que, mudando a posição da chave, muda o valor da atenuação. Normalmente, a atenuação do sinal é feita por divisores de tensão.

Uma vez atenuado o sinal é aplicado a etapa seguinte através de um capacitor que tem a finalidade de impedir a passagem da corrente contínua e cuja tensão de ruptura deve ser elevada, da ordem de 400V.

1.5.2 - SEGUIDOR CATÓDICO

O atenuador provoca um enfraquecimento brusco dos sinais de entrada (10, 100, 1000 vezes). Com a intenção de suavizar esta atenuação, logo após o Atenuador se dispõe de um seguidor catódico que faz o casamento de impedâncias. A alta impedância do circuito de entrada do osciloscópio é convertida numa baixa impedância na saída, com a vantagem de que as capacitâncias parasitas no potenciômetro de ganho e as de conexões têm

pouquíssima influência sobre os sinais de alta frequência que possam aplicar-se ao osciloscópio.

1.5.3 - AMPLIFICADOR

O amplificador consta, geralmente, de três partes:

Pré-amplificador;

Circuito compensador;

Amplificador final.

1.5.3.1 - PRÉ-AMPLIFICADOR

O pré-amplificador é uma etapa amplificadora de tensão, que afeta diretamente o amplificador final, pois estão acoplados diretamente, através de uma seção de filtros ou seção corretora.

O sinal, ao sair do seguidor catódico, aparece nos terminais do potenciômetro de ganho vertical, dependendo da posição do cursor deste potenciômetro, obtém-se uma maior ou menor amplificação do sinal.

Uma característica que se deve levar em conta ao se projetar um pré-amplificador e o seu ganho que deve ser elevado.

1.5.3.2 - CIRCUITO COMPENSADOR

Uma característica muito importante para a escolha de um osciloscópio é a largura de banda passante do amplificador vertical. quanto maior a largura de banda passante, melhor será sua qualidade.

Para obter uma faixa larga não só é necessário selecionar o circuito e os componentes que o integram, mas também é preciso recorrer a uma série de corretores que se incorporam aos elementos de acoplamento entre as passagens.

Os corretores são apenas filtros, cujas as características devem ser adequadas à finalidade à qual são designados. Estes filtros ou etapas compensadoras recebem o nome de compensadores de baixa frequência se sua função é ampliar a banda passante pelo extremo das baixas frequências, ou compensadores de alta frequência ou radiofrequência se trata de aumentar a banda passante pelo extremo das altas frequências.

Podem se definir três tipos de circuitos compensadores:

Compensador de baixas frequências;

Compensador de altas frequências;

Compensador Misto.

1.5.3.2.1 - COMPENSADORES DE BAIXAS FREQUÊNCIAS

Este circuito facilita a passagem das frequências mais baixas da curva de resposta para a etapa seguinte, com um ganho mais uniforme e com menor defasagem. A constante de tempo deste circuito deve ser elevada para não diminuir o ganho nas frequências mais baixas, e evitar a distorção de fase.

1.5.3.2.2 - COMPENSADORES DE ALTAS FREQUÊNCIAS

A compensação em altas frequências permite reduzir o efeito das capacitâncias parasitas, causa principal da limitação de frequência na parte alta da banda passante.

1.5.3.2.3 - COMPENSADOR MISTO

É a junção dos compensadores da baixa frequência com os de alta frequência. O uso de compensadores mistos aumenta muito a largura da banda passante, pois abrange desde as baixas frequência até altas frequências.

1.5.3.3 - AMPLIFICADOR FINAL

Até aqui se viu diversas etapas do circuito amplificador vertical do osciloscópio típico, consistindo de uma etapa de atenuador, um seguidor catódico e um pré-amplificador de tensão com seus circuitos compensadores em baixa e alta frequência. Resta agora abordar o amplificador final que é o responsável pela atuação das placas de deflexão vertical do osciloscópio.

É importante ressaltar que todas as conexões, quando se tratar de deflexão assimétrica, devem ser efetuadas com condutores blindados, e tela ligada à massa, a fim de reduzir o perigo de captação de influências exteriores que poderiam desfigurar a imagem do sinal analisado.

I - ENTRADAS E CONEXÕES DO OSCILOSCÓPIO

Existem muitos tipos de osciloscópios. Descrever todos os comandos de todos os tipos de osciloscópios existentes seria inviável. Entretanto, com o

conhecimento de alguns controles, que consideraremos como sendo básicos, é possível operar diversos osciloscópios.

A figura abaixo apresenta um modelo de osciloscópio com painel de controle e entradas de sinal em primeiro plano.



Os controles e entradas do osciloscópio podem ser divididos em cinco grupos:

- Controle da fonte de alimentação;
- Controles de ajuste do traço ou ponto na tela;
- Controles e entrada de atuação vertical;
- Controles e entrada de atuação horizontal;
- Controles de entrada de sincronismo.

2.1 - CONTROLE DA FONTE DE ALIMENTAÇÃO

2.1.1 - INTERRUPTOR

Sua função é interromper ou estabelecer a corrente no primário do transformador de fora. Sua atuação, normalmente, é acompanhada por uma lâmpada piloto que serve de aviso visual sobre a situação do circuito (ligado ou desligado).

Normalmente, este interruptor se encontra acoplado junto do potenciômetro de controle de brilho.

2.1.2 - COMUTADOR DE TENSÃO

Sua função é selecionar a tensão de funcionamento do osciloscópio (127/220V). Permite utilizar o instrumento sem a necessidade de recorrer a um transformador abaixador ou elevador de tensão.

2.2 - CONTROLES DE AJUSTE DO TRAÇO OU PONTO NA TELA

2.2.1 - BRILHO OU LUMINOSIDADE

É o controle que ajusta a luminosidade do ponto ou do traço. O controle do brilho é feito por meio de um potenciômetro, situado no circuito da grade de controle do TRC, mediante o qual se regula o potencial desta grade.

Deve-se evitar o uso de brilho excessivo sob pena de se danificar a tela.

2.2.2 - FOCO

É o controle que ajusta a nitidez do ponto ou traço luminoso. O ajuste do foco é conseguido mediante a regulagem de um potenciômetro que regula a polarização do eletrodo de enfoque.

O foco deve ser ajustado de forma a se obter um traço fino e nítido na tela.

OBSERVAÇÃO: Os ajustes de brilho e de foco são ajustes básicos que devem ser feitos sempre que se for usar o osciloscópio.

2.2.3 - ILUMINAÇÃO DA RETÍCULA

Permite que se ilumine o quadriculado ou as divisões na tela.

2.3 - CONTROLES E ENTRADA DE ATUAÇÃO VERTICAL

2.3.1 - ENTRADA DE SINAL VERTICAL

Nesta entrada é conectada a ponta de prova do osciloscópio. As variações de tensão aplicadas nesta entrada aparecem sob forma de figura na tela.

2.3.2 - CHAVE DE SELEÇÃO DE MODO DE ENTRADA (CA-CC)

Esta chave é selecionada de acordo com o tipo de forma de onda a ser observada. Em alguns osciloscópios esta chave possui três posições (CA-0-CC ou AC-GND-DC). Esta posição adicional é usada para a realização de ajustes do traço do osciloscópio em algumas situações. Por exemplo: quando se deseja Uma referência na tela.

2.3.3 - CHAVE SELETORA DE GANHO (V/Div)

Esta chave permite que se "aumente" ou que se "diminua" a amplitude de projeção na tela do osciloscópio (altura da imagem).

2.3.4 - POSIÇÃO VERTICAL

Permite movimentar a imagem para cima ou para baixo na tela . A movimentação não interfere na forma da figura projetada na tela.

2.4 - CONTROLES DE ATUAÇÃO HORIZONTAL

2.4.1 - CHAVE SELETORA DE BASE DE TEMPO

É o controle que permite variar o tempo de deslocamento horizontal do ponto na tela.

Através deste controle é possível reduzir ou ampliar horizontalmente na tela a figura nela projetada.

Em alguns osciloscópios esta chave seletora tem uma posição identificada como EXT (externa) o que possibilita que o deslocamento horizontal pode ser controlado por circuito externo ao osciloscópio, através de uma entrada específica. Quando a posição externa é selecionada não há formação do traço na tela, obtendo-se apenas um ponto.

2.4.2 - POSIÇÃO HORIZONTAL

É o ajuste que permite controlar horizontalmente a forma de onda na tela. Girando o controle de posição horizontal para a direita o traço move-se horizontalmente para a direita e vice-versa. Assim como o controle de posição vertical, o controle de posição horizontal não interfere na forma da figura projetada na tela.

2.5 - CONTROLES E ENTRADA DE SINCRONISMO

São controles que se destinam a fixar a imagem na tela. Estes controles são utilizados principalmente na observação de sinais alternados.

Os controles de sincronismo são:

Chave seletora de fonte de sincronismo;

Chave de modo de sincronismo;

Controle de nível de sincronismo.

2.5.1 - CHAVE SELETORA DE FONTE DE SINCRONISMO

Seleciona onde será tomada o sinal de sincronismo para fixar a imagem na tela do osciloscópio.

Normalmente, esta chave possui três posições, pelo menos:

CH1

REDE

EXTERNO

POSIÇÃO CH1: O sincronismo é controlado pelo sinal aplicado ao canal 1.

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

POSIÇÃO EXTERNO: Na posição externo o sincronismo da figura é obtido à partir de outro equipamento externo conectado ao osciloscópio. O sinal que controla o sincronismo na posição externo é aplicado a entrada de sincronismo.

2.5.2 - CHAVE DE MODO DE SINCRONISMO

Normalmente esta chave tem duas ou três posições:

AUTO:

NORMAL +:

NORMAL -.

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

NORMAL +: O sincronismo é positivo, ajustado manualmente pelo controle de nível de sincronismo (TRIGGER), de modo que o primeiro pico que apareça na tela seja o positivo.

NORMAL -: O sincronismo é negativo, também ajustado manualmente, entretanto, o primeiro pico a aparecer é o negativo.

2.5.3 - CONTROLE DE NÍVEL DE SINCRONISMO (TRIGGER)

É um controle manual que permite o ajuste do sincronismo quando não se consegue um sincronismo automático. Tem atuação nas posições NORMAL + e NORMAL -.

OBSERVAÇÃO: Para se realizar leituras é necessário sincronizar a figura na tela.

II - ENTRADA E CONTROLE DO OSCILOSCÓPIO DUPLO TRAÇO

O osciloscópio de duplo traço possui alguns controles que são comuns aos dois traços e outros que são individuais. Os controles de brilho, foco, base de tempo e de posição horizontal, são controles que são comuns aos dois traços.

Basicamente, os controles individuais situam-se:

nas entradas e controles do vertical:

nos controles e entrada de sincronismo.

ENTRADAS E CONTROLES DO VERTICAL

Para que se possa observar dois sinais simultaneamente, é necessário que se aplique uma tensão em cada uma das entradas verticais.

O osciloscópio duplo traço dispõe de dois grupos de controles verticais:

Um grupo para o canal A ou canal 1 (CH1):

Um grupo para o canal B ou canal 2 (CH2):

Cada grupo controla um dos sinais na tela (amplitude, posição vertical, etc). Geralmente são iguais. Cada canal dispõe de:

Entrada Vertical:

Chave Seletora CA-O-CC:

Chave Seletora de ganho vertical (D/Div):

Posição vertical.

Um osciloscópio de duplo traço pode ainda ser utilizado como sendo um osciloscópio de traço simples. Uma chave seletora permite que se possa selecionar cada canal individualmente ou os dois simultaneamente. Esta chave possui pelo menos três posições:

CH1;

CH2;

DUAL.

Na posição CH1 aparecerá apenas a imagem na tela que estiver sendo aplicada na entrada vertical do canal 1.

Na posição CH2 aparecerá apenas a imagem na tela que estiver sendo aplicada na entrada vertical do canal 2.

Na posição DUAL aparecem as duas imagens.

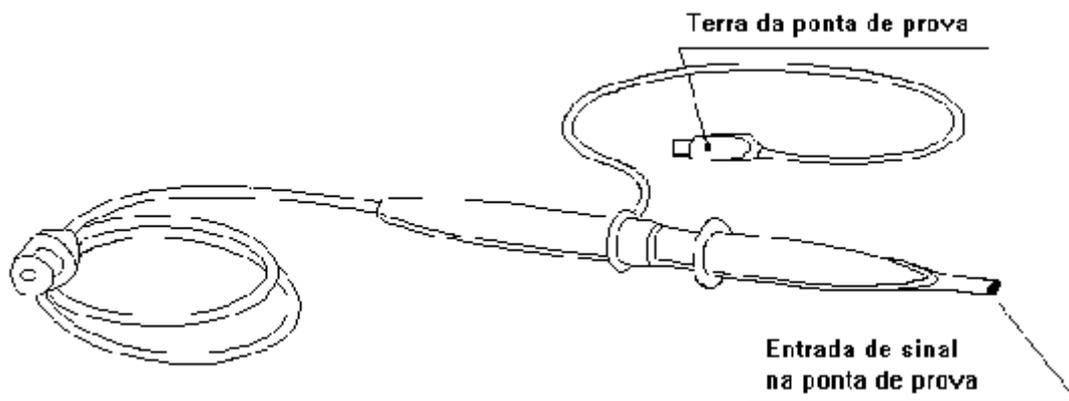
Em osciloscópios mais sofisticados, esta chave pode possuir mais posições de modo a permitir outras alternativas de uso.

CONTROLES DE SINCRONISMO

Realizam as mesmas funções do osciloscópio traço simples que é a de fixar a imagem na tela. O que diferencia é o fato de que na chave seletora de fonte existe uma posição adicional de modo a poder sincronizar a figura.

PONTAS DE PROVA

As pontas de prova são utilizadas para interligar o osciloscópio aos pontos de medida.



Uma das extremidades da ponta de prova é conectada a uma das entradas do osciloscópio através de um conector e a extremidade livre serve para conexão aos pontos de medida.

A extremidade livre possui uma garra jacaré, denominada de terra da ponta de prova, que deve ser conectada ao terra do circuito e uma ponta de entrada de sinal, que deve ser conectada no ponto que se deseja medir.

Existem dois tipos de ponta de prova:

ponta de prova 1:1;

ponta de prova 10:1.

A ponta de prova 1:1 se caracteriza por aplicar à entrada do osciloscópio a mesma tensão ou forma de onda que é aplicada a ponta de medição.

A ponta de prova 10:1 entrega ao osciloscópio apenas a décima parte da tensão aplicada a ponta de medição. As pontas de prova 10:1 permitem que o osciloscópio consiga observar tensões dez vezes maior que a sua capacidade. Por exemplo: Um osciloscópio que permite a leitura de tensões de 50V com ponta de prova 1:1, com ponta de prova 10:1 poderá medir tensões de até 500V (10x50V). Existem pontas de prova que dispõe de um botão onde se pode selecionar 10:1 ou 1:1.

Obs: Quando não se tem total certeza da grandeza da tensão envolvida é aconselhável iniciar a medição com o posição 10:1.

I - MANUSEIO DO OSCILOSCÓPIO

1 - OBJETIVO

Identificação dos controles do osciloscópio;

Verificação da atuação dos controles.

2 - IDENTIFICAÇÃO DOS CONTROLES

Identifique os controles e entradas listados abaixo;

a - chave liga-desliga;

b - controle de brilho;

c - controle de foco;

d - entrada(s) vertical(ais);

e - chaves(s) de seleção do modo de entrada;

f - chaves(s) seletora(s) de ganho vertical;

g - controle(s) de posição;

h - chave seletora da base de tempo;

i - ajuste fino da base de tempo;

j - controle(s) de posição horizontal;

l - entrada de sincronismo externo;

m - controles de sincronismo.

4 - ALIMENTAÇÃO

Conecte o cabo de alimentação do osciloscópio à rede elétrica observando se a tensão da rede confere com a da chave seletora 110/220V.

5 - OBTENÇÃO DO TRAÇO

5.1 - Posicione a chave seletora de base de tempo em 1ms/div

5.2 - Coloque o controle de posição horizontal na metade do curso;

5.3 - Selecione REDE (ou LINE) na chave seletora de sincronismo;

5.4 - Selecione DUAL (ou CHOPPER) na seletora de modo vertical;

5.5 - Posicione os controles verticais dos dois canais na metade do curso;

5.6 - Ligue o osciloscópio e ajuste os controles de brilho e de foco até obter um traço fino e nítido;

OBSERVAÇÃO: Aguardar 1min. para que o osciloscópio atinja a condição normal de trabalho. Deverão aparecer dois traços horizontais na tela (traço 1 e 2). Caso isso não aconteça movimente um controle de posição vertical de cada vez até localizar cada um dos traços.

5.7 - Movimente o controle de posição horizontal e observe o que acontece na tela;

5.8 - Mude a posição da chave seletora de base de tempo no sentido anti-horário e observe o que acontece com o traço na tela.

6 - OPERAÇÃO TRAÇO DUPLO - TRAÇO SIMPLES

6.1 - Movimente o controle vertical do canal 1 e observe o que ocorre,

6.2 - Movimente o controle vertical do canal 2 e observe a tela.

6.3 - Passe a chave seletora de modo de operação vertical para CH1 e observe o que ocorre a tela.

OBSERVAÇÃO: Como se pode ver, quando se seleciona CH1 ou CH2 temos osciloscópio traço simples.

Desligue o osciloscópio;

Desconecte o cabo do osciloscópio da rede elétrica.

II - MEDIDA DE TENSÃO CONTÍNUA

FUNDAMENTO TEÓRICO

O osciloscópio é um instrumento muito sensível à tensão, ou seja, é um voltímetro de alta impedância; logo pode-se analisar com elevada precisão qualquer fenômeno que possa transformar-se em tensão.

Para se determinar o valor de tensão medida multiplica-se o número de divisões que o traço se movimentou (na vertical em relação a um referencial) pelo valor indicado pela posição da chave seletora de ganho vertical.

Em circuitos em que o terra é conectado ao pólo negativo da fonte de alimentação as tensões lidas são positivas, de forma que o traço na tela se desloca para cima da posição de referência. Em caso contrário, ou seja, quando o terra é conectado ao pólo positivo o traço se desloca para baixo da referência na tela porque as tensões lidas são negativas.

OBJETIVO

Determinar valores de tensão contínua com o osciloscópio.

EQUIPAMENTO

Osciloscópio:

Fonte de tensão C.C.;

Multímetro.

MEDIÇÃO DE TENSÕES C.C. POSITIVAS

Procedimento:

Ligue o osciloscópio e realize os ajustes básicos (brilho, foco, etc);

Selecione REDE ou LINE na chave de fonte de sincronismo;

Ajuste a chave de base de tempo para 1ms/div;

Ajuste o traço no centro da tela (será a referência);

Conecte a ponta de prova em um dos canais (CH1 ou CH2) e posicione a chave CA-O-CC em C.C., no canal selecionado;

Posicione a chave de ganho vertical em 5V/div;

Ligue a fonte de C.C. e ajuste para 20V de saída. Use o multímetro.

Conecte a ponta de prova do osciloscópio nos bornes de saída da fonte de modo que a terra seja conectada ao borne negativo.

Faça a leitura da tensão no osciloscópio.

Obs: **Vcc = nº de divisões x posição da chave seletora de ganho vertical**

$V = \text{_____} \times \text{_____} = \text{_____} \text{ V}$ (Verifique com o multímetro se a tensão lida confere);

- Ajuste, com o osciloscópio, uma tensão de 2,5V, (Chave seletora de ganho vertical 5 V/div.);

Posicione o seletor de ganho vertical para 1V/div;

Ajuste a posição de referência do traço;

Ajuste a tensão da fonte para 2,5Vcc com o osciloscópio.

OBSERVAÇÃO: Como se vê, dependendo do valor a se medir, existe uma posição da chave seletora de ganho vertical em que se torna mais fácil a leitura. Sempre que se for realizar alguma leitura de tensão deve-se procurar colocar a chave seletora de ganho vertical em um valor mais alto e depois ir ajustando até que a leitura se torne mais fácil de realizar. Este cuidado é válido para todos os instrumentos sob risco de se danificar o aparelho.

MEDIÇÃO DE TENSÕES C.C. NEGATIVAS

Posicione o seletor de ganho vertical para 5V/div.

Ajuste uma referência;

Ajuste 20Vcc na fonte de c.c.;

Conecte a ponta de prova nos bornes de saída da fonte de modo que:

Borne negativo => entrada de sinal da ponta de prova.

Borne positivo => terra da ponta de prova.

Faça a leitura; $V = \text{_____} \text{ V}$.

Observe que o traço se movimentou para a parte inferior da tela.

Ajuste as tensões abaixo e preencha a tabela abaixo:

Tensão (medida com o multímetro)	Posição da chave de ganho vertical	Número de divisões na tela	Tensão medida com o
----------------------------------	------------------------------------	----------------------------	---------------------

			osciloscópio
17 V			
-23 V			
14,24 V			
0,50 V			
1,3 V			
6,0 V			
-28 V			

- Desligue o osciloscópio.

III - MEDIDA DE CORRENTE CONTÍNUA

FUNDAMENTO TEÓRICO

Sabemos que o osciloscópio é um voltímetro muito sensível e que é capaz de medir qualquer fenômeno que possa ser transformado em tensão.

Portanto, para se medir uma corrente é necessário transformá-la em tensão. O transdutor neste caso é uma resistência colocada em série com o circuito percorrido pela corrente que se deseja medir, a finalidade desta resistência é provocar uma queda de tensão nos seus terminais que seja proporcional à intensidade de corrente que a percorre. Os extremos desta resistência é aplicado à entrada vertical do osciloscópio. Assim, o osciloscópio mede a queda de tensão na resistência. Como se sabe, pela lei de OHM ($V=I \times R$), então manipulando-se esta equação, e sabendo-se o valor da tensão (medida pelo osciloscópio) e da resistência, temos:

$$I = \frac{V}{R}$$

OBJETIVOS

- Determinar valores de corrente contínua

EQUIPAMENTO

Osciloscópio;

Fonte de corrente contínua ajustável.

Multímetro.

LISTA DE MATERIAIS

Resistor de 1K - 1/4W;

Resistor de 390 - 1/4W.

MEDIÇÃO DA CORRENTE

Procedimento:

Ligue o osciloscópio e realize os ajustes básicos do traço (brilho, foco);

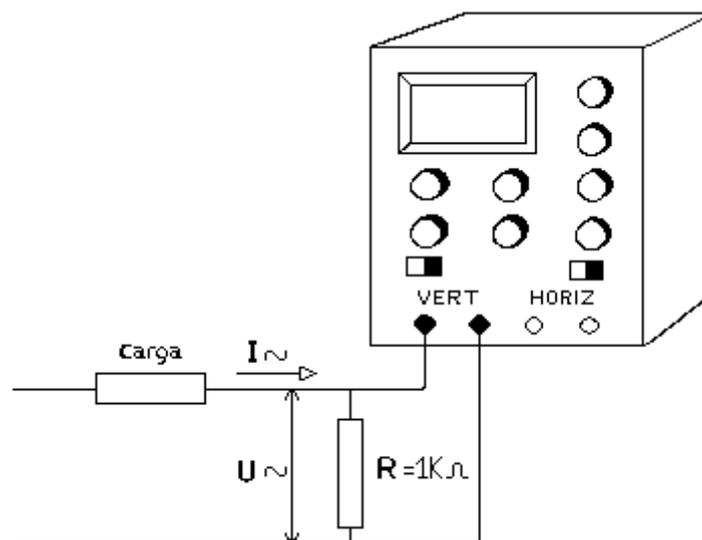
Posicione a chave seletora de base de tempo em 1ms/div.

Selecione CH1 ou CH2;

Atue no controle vertical do canal escolhido e ajuste uma referência na tela;

Selecione na chave de ganho vertical 5V/div.

Faça a ligação da página 20:



Ajuste 30V na fonte de alimentação e aplique à entrada do circuito.

Faça a leitura de tensão no osciloscópio;

$V = \underline{\hspace{2cm}}$ V.

LEMBRETE: $V = n^{\circ}$ de divisões x posição da chave seletora de ganho.

Com o valor da tensão sobre o resistor proceda ao cálculo da corrente que percorre o circuito.

$I = \underline{\hspace{2cm}}$ A. (confira com o Multímetro)

Desligue o osciloscópio.

IV - MEDIDA DE TENSÃO ALTERNADA

FUNDAMENTO TEÓRICO

Sem dúvida a aplicação mais comum de osciloscópio é na observação de sinais alternados.

Existem diversas formas de sinais alternados, muitos deles com forma bastante complexa. Os sinais senoidais ou cossenoidais, entretanto, possuem algumas características de fácil análise. Basicamente são três as características deste tipo de sinal, são elas: amplitude, frequência e fase.

Para se efetuar a medida de uma tensão alternada, ou seja, a medida, de sua amplitude, deve-se proceder da seguinte maneira:

1. Aplica-se a tensão à entrada vertical do osciloscópio;
2. Situa-se o seletor de varredura na frequência igual ou submúltipla da tensão a se medir. Se a frequência de varredura é várias vezes inferior, temos na tela tantos ciclos quantas vezes seja superior a frequência do sinal em relação à de varredura.
3. Estabiliza-se a imagem através do sincronismo.
4. Quando se medem tensões alternadas mediante um osciloscópio, deve-se ter em mente que na sua tela aparecem valores máximos, ou de pico. Se para calibração considerou-se uma tensão alternada de valor eficaz conhecido, a proporção de alturas dará o valor eficaz da tensão média mediante a expressão:

$$V_{ef} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{V_m}{1,41}$$

Se a tensão medida for a de "pico a pico", quer dizer a tensão entre o máximo valor positivo e o máximo negativo, temos:

$$V_{ef} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}}$$

OBJETIVO

- Fazer leitura de tensão alternada com o osciloscópio.

- EQUIPAMENTOS

Osciloscópio;

Varivolt;

Multímetro.

MEDIÇÃO DE TENSÃO ALTERNADA

- Procedimento:

- Faça os ajustes básicos do traço (brilho, foco, etc) posicionando a chave seletora de base de tempo em 5ms/div.
- Conecte a ponta de prova no canal seleccionado;
- Conecte o varivolt à rede elétrica. Posicione o cursor do varivolt de modo a obter-se a saída mínima (praticamente zero volts).
- Posicione a chave seletora de modo de entrada para a posição AC.
- Passe a chave seletora de ganho vertical para 5V/div.
- Passe a chave seletora de modo de entrada para a posição AC.
- Selecione REDE na chave de sincronismo.
- Conecte a ponta de prova aos bornes do varivolt;
- Movimente o cursor do varivolt até a metade do curso total;

DETERMINAÇÃO DAS TENSÕES DE PICO A PICO E EFICAZ

Determine a tensão de pico a pico, a tensão de pico e a tensão eficaz da CA na tela.

$V_{pp} = \text{_____} V$; $V_p = \text{_____} V$; $V_{ef} = \text{_____} V$;

Meça a tensão CA eficaz na saída do varivolt com o multímetro.

$V_{ef} = \text{_____} V$;

Usando o osciloscópio, procure ajustar a tensão de saída do varivolt para os valores 5V, 10V e 12V (eficazes)

OBS: A cada ajuste pelo osciloscópio confira com o multímetro.

Desconecte a ponta de prova dos bornes do varivolt;

Desligue o osciloscópio;

Retire a alimentação do varivolt.

V - MEDIDA DE CORRENTE ALTERNADA

FUNDAMENTO TEÓRICO

Em corrente contínua, para se efetuar a medida de intensidade de corrente é necessário transformá-la, antes, em tensão. Este procedimento também é necessário em corrente alternada, pois o osciloscópio nada mais é do que um voltímetro.

Esta transformação da corrente alternada em tensão alternada se realiza através de uma resistência não indutiva em série com o circuito, cuja corrente se deseja medir, para que provoque uma queda de tensão proporcional à intensidade de corrente que o atravessa.

Um cuidado que deve ser tomado é o de ajustar a frequência de varredura o mais perto possível da frequência do sinal a se analisar, e se possível, obter o menor número possível de ciclos na tela (o ideal é se obter apenas um ciclo). Também é necessário sincronizar a imagem na tela, ou seja, obter uma imagem parada na tela, para isto se utiliza dos controles do sincronismo do osciloscópio.

O valor da intensidade de corrente se obtém aplicando a lei de OHM, mas tendo em conta que a imagem da tela representa valores máximos, ou de pico:

$$V_{ef} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

e, por conseguinte:

$$I_{ef} = \frac{V_p}{R\sqrt{2}}$$

Se a leitura fosse de tensão de pico a pico, a corrente seria dada por:

$$I_{ef} = \frac{V_{pp}}{2R\sqrt{2}}$$

OBJETIVO:

- Determinar valores de corrente alternada com osciloscópio.

EQUIPAMENTO:

Osciloscópio;

Varivolt;

Multímetro.

LISTA DE MATERIAIS:

Resistor de 390;

Resistor de 1 K;

PROCEDIMENTO:

Faça os ajustes básicos do traço posicionando a chave seletora de base de tempo em 5ms/div.

Conecte a ponta de prova no canal seleccionado;

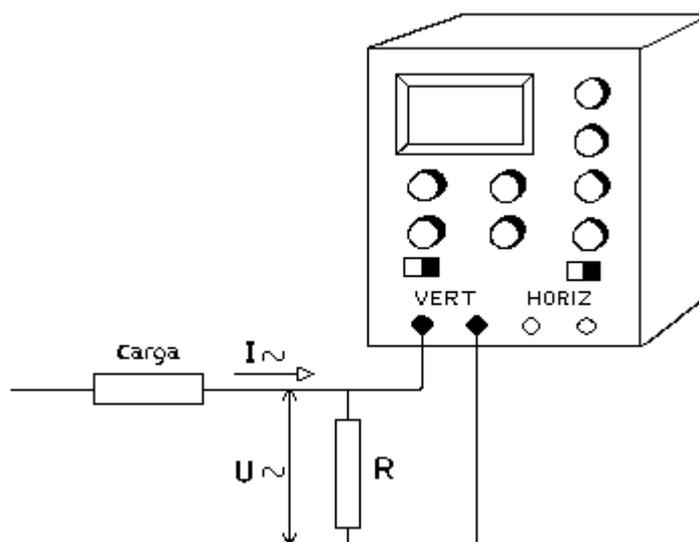
Conecte o varivolt à rede elétrica posicionando o cursor no valor mínimo;

Posicione a chave de ganho vertical para 5V/div;

Posicione a chave de modo de entrada para a posição AC;

Selecione REDE no modo de sincronismo;

Faça a montagem a baixo;



Ajuste com o multímetro uma tensão de saída nos bornes do varivolt de 20V.

Conecte ao circuito;

Faça a leitura de tensão de pico a pico;

$V_p = \underline{\hspace{2cm}} V$; $V_{pp} = \underline{\hspace{2cm}} V$;

Calcule a corrente que atravessa o circuito da figura;

$I = \underline{\hspace{2cm}} A$;

Confira com o multímetro.

I = _____A;

Desconecte a ponta de prova do circuito;

Retire a alimentação do circuito;

Retire a alimentação do varivolt;

Desligue o osciloscópio.

VI - MEDIDA DE FREQUÊNCIA COM O OSCILOSCÓPIO

O osciloscópio pode ser utilizado para determinação de frequência de um sinal elétrico, porque o período de uma CA é conhecido através do osciloscópio.

Outra maneira de se determinar frequência com osciloscópio é através das "*Figuras de Lissajous*".

RELAÇÃO ENTRE PERÍODO E FREQUÊNCIA

Frequência (f) é o número de ciclos completos de um fenômeno repetitivo que ocorrem na unidade de tempo, ou seja, frequência é o número de ciclos completos por segundo. Sua unidade é o **Hertz (Hz)**.

Período (T) é o tempo necessário para que ocorra um ciclo completo de um fenômeno repetitivo, ou seja, período é o tempo de ocorrência de 1 ciclo, sua unidade é o **segundo (s)**.

A frequência e o período estão intimamente relacionados. A relação entre estas duas grandezas é dada pela equação:

$$F = \frac{1}{T}$$

Esta equação mostra que , período e frequência são inversamente proporcionais e uma vez conhecido o período se conhece a frequência por cálculo.

DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE UM SINAL

O eixo horizontal do Osciloscópio é denominado de "eixo dos tempos" porque através de suas divisões pode-se determinar o período de formas de ondas alternada (o valor de cada divisão horizontal é dado pela chave seletora de base de tempo).

Para que o período de uma C.A. seja determinado com precisão é necessário se reproduzir na tela o menor número possível de ciclos, Isto é conseguido com o ajuste na chave seletora de ajuste de tempo. O ideal é se projetar na tela apenas um ciclo da C.A., entretanto, isto nem sempre é possível.

Com a C.A. projetada na tela deve-se então estabelecer um ponto na figura que será considerado como início do ciclo e posicioná-lo exatamente sobre uma das divisões do eixo horizontal. A figura pode ser movimentada horizontal ou verticalmente sem prejuízo para a leitura.

Com o início do ciclo posicionado verifica-se o número de divisões do eixo horizontal ocupado pelo ciclo completo. Conhecendo-se o tempo de cada divisão horizontal e o número de divisões horizontais ocupados por um ciclo da C.A. pode-se determinar o período da C.A.:

PERÍODO = N° de divisões horizontais de 1 ciclo X Tempo de uma divisão

OBS: O número de divisões horizontais é obtido na tela do osciloscópio e o tempo de uma divisão da tela é dado pela posição da chave seletora da base de tempo.

OBJETIVOS

Determinar freqüência com osciloscópio.

EQUIPAMENTOS

Osciloscópio;

Gerador de Funções.

PROCEDIMENTO:

Ligue o osciloscópio e proceda aos ajustes básicos posicionando o traço no meio da tela.

Posicione a chave seletora de ganho vertical em 5 V/div.

Posicione a chave de modo de sincronismo em REDE;

Posicione a chave de modo de entrada em A.C.;

Conecte a ponta de prova do canal selecionado ao gerador de funções;

Ajuste no gerador de funções uma freqüência de 1 Khz, senoidal.

Atue na chave seletora de base de tempo até conseguir o menor número possível de ciclos;

Atuando no controle horizontal, estabeleça um ponto que será considerado como início do ciclo da figura projetada na tela (o ponto deverá estar exatamente sobre a linha horizontal);

Conte quantas divisões horizontais ocupa um ciclo na tela;

Verifique qual a posição da chave seletora de base de tempo;

Calcule período da C.A. projetada na tela ;

$$T = \text{_____} \text{ s}$$

Calcule a frequência:

$$f = \text{_____} \text{ Hz } f = 1/T$$

Ajuste as frequências abaixo pelo osciloscópio e confira com o mostrador do gerador de funções. Observe que a leitura do osciloscópio é muito mais precisa que a do gerador de funções.

Frequência (com osciloscópio)	Período (T)	Leitura no gerador de funções
800 Hz		
2000 Hz		
25000 Hz		
15 Hz		
150 Hz		
180 Hz		

VII - MEDIDA DE ÂNGULO DE FASE

Cada componente eletrônico tem características próprias que influenciam o seu comportamento nos circuitos. Assim, cada componente reage de forma diferente quando ligado em C.C. ou C.A., ocasionando reações diferentes no circuitos.

RELAÇÃO DE FASE ENTRE TENSÃO E CORRENTE

Quando uma carga puramente resistiva é aplicada a uma fonte de C.A. se observam dois aspectos:

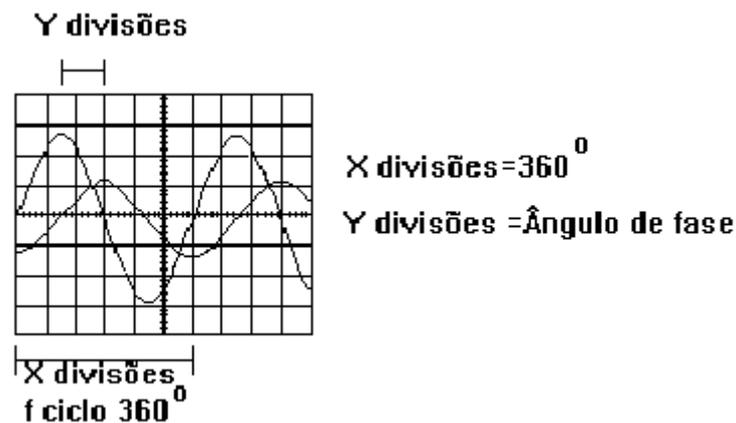
Tensão e corrente estão em fase;

A queda da tensão é proporcional a corrente circulante (o que também ocorre em C.C.).

Devido a estas características do resistor, ele pode ser utilizado como um recurso para a conversão de variações de onda de corrente através do osciloscópio.

A Medida do ângulo de fase pode ser feita com osciloscópio de duplo traço ou traço simples.

Quando se utiliza o duplo traço cada uma das C.A. é aplicada a um canal e a relação de fase é medida com o auxílio das divisões horizontais da tela.



A única exigência que se faz para se poder medir este ângulo de fase é que as CA's tenham mesma freqüência, porque neste caso a defasagem é variável.

Quando se usa o osciloscópio traço simples o ângulo de fase é dado por Figura de Lissajous.

MEDIÇÃO DO ÂNGULO DE FASE

OBJETIVOS

Observar isoladamente as senóides de tensão e corrente em um resistor:

Observar simultaneamente as senóides de tensão e corrente em um resistor, determinando o ângulo de fase;

Determinar a relação de fase entre tensão e corrente nos capacitores, usando o osciloscópio duplo traço.

EQUIPAMENTOS

Gerador de sinais;

Osciloscópio.

LISTA DE MATERIAIS

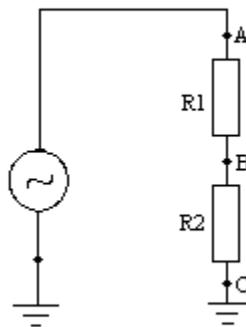
Resistor de 10K - 1 / 4W

Resistor de 560 - 1 / 4W

Capacitor 0,010F - 250V

OBSERVAÇÃO DA TENSÃO NO RESISTOR

Monte o circuito abaixo:



Ligue o gerador de seletora de modo de entrada de modo de entrada em C.A. ;

Posicione a chave seletora de ganho vertical em 1V/div;

Posicione para o canal 1 (CH₁);

Posicione a chave seletora da base de tempo em 0,1 ms/div;

Posicione a chave seletora de modo de sincronismo em AUTO;

Conecte a ponta de prova sobre o resistor R₁;

Centralize a figura na tela.

Obs: **A figura na tela é uma projeção da tensão no resistor R₁.**

OBSERVAÇÃO DA CORRENTE

O Resistor R_2 é utilizado para converter as variações de corrente no circuito em variação de tensão. Normalmente, o resistor utilizado para esta função tem uma resistência de 10% da Resistência do circuito.

Para esta observação será utilizado o canal 2.

Posicione a chave de modo de entrada vertical para canal 2 (CH₂); Posicione a chave de fonte de sincronismo para canal 2 (CH₂);

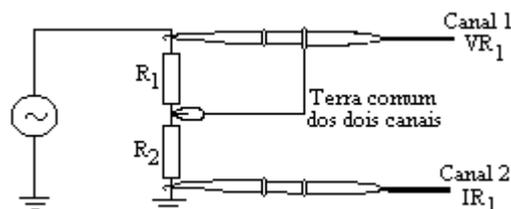
Posicione a chave de fonte de sincronismo para canal 2 (CH₂);

Conecte a ponta de prova do canal 2 sobre o resistor R_2 ;

OBS; Os demais controles não devem ser alterados.

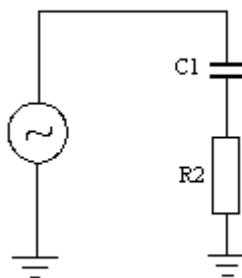
A figura na tela representa a corrente no resistor R_1 . Desconsiderando a pequena diferença provocada pela introdução de R_2 no circuito.

OBS: Para se obter as duas formas de onda na tela basta mudar a chave de modo de operação vertical para DUAL ou (CHOPPER) e em seguida conectar novamente a ponta de prova ao resistor R_1 (conforme a 1º figura a da página 28). Não é necessário ligar as duas garras de terra ao circuito. Inverta o sinal de entrada do canal 2.



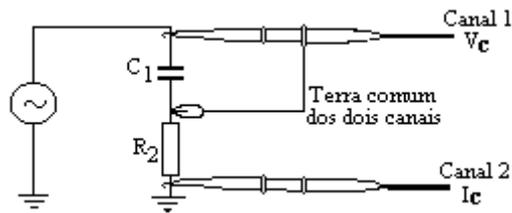
DETERMINAÇÃO DO ÂNGULO DE FASE ENTRE TENSÃO E CORRENTE NOS CAPACITORES

Monte o circuito abaixo:



Conecte o gerador ao circuito (ele deve estar ajustado para 1Khz, 8Vpp, senoidal);

Conecte o osciloscópio ao circuito conforme a figura;



Confira se o comando de inversão do canal 2 está ativado (este comando serve para corrigir a inversão ocasionada pela forma de ligação da ponta de prova do canal 2).

Identifique na tela quais são as senoides da tensão no capacitor (V_c) e da corrente (I_c).

Verifique qual a relação de fase entre tensão e corrente nos capacitores.

Desconecte o Osciloscópio do circuito.

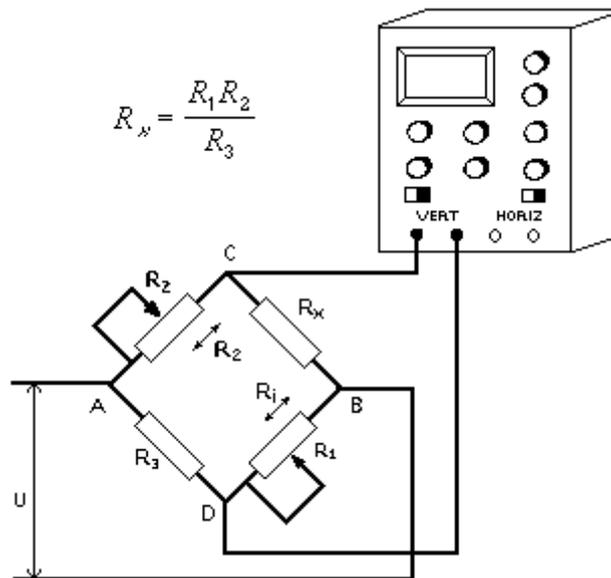
VIII - MEDIDA DE RESISTÊNCIA PELO MÉTODO DA PONTE

A medida de uma resistência pelo método da ponte consiste em utilizar uma ponte de Wheatstone e um osciloscópio para efetuar sua calibração.

A ponte de Wheatstone é composta por duas resistências variáveis de valores conhecidos (R_1 e R_2), uma resistência fixa R_3 , também de valor conhecido e a resistência R_x cujo valor se deseja conhecer.

A medição se realiza como se segue:

1. Ajuste o osciloscópio de forma que, na ausência de sinal o traço se acha sobre o eixo horizontal da tela;
2. Aplica-se entre os pontos A e B da ponte uma tensão contínua de valor qualquer, pelo que, se a ponte não está equilibrada, entre os pontos C e D aparecerá uma tensão que deslocará verticalmente o traço na tela.
3. Ajusta-se as resistências R_1 e R_2 até que o traço se situe de novo sobre o eixo horizontal na tela.
4. Calcula-se o valor da resistência desconhecida R_x , a partir da fórmula da ponte de Wheatstone, que está apresentado na figura da página 29.



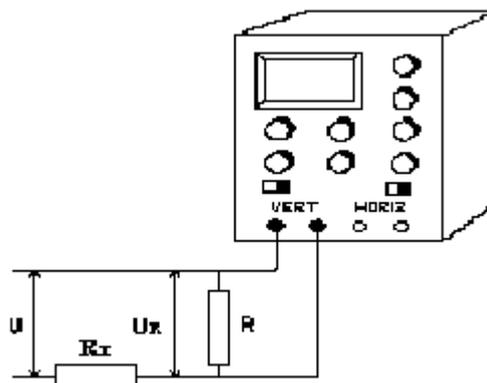
IX - MEDIDA DE RESISTÊNCIA PELO MÉTODO DIRETO

A medida de uma resistência pelo método direto consiste em utilizar um divisor de tensão formado por uma resistência R de valor conhecido e a resistência R_x que se deseja medir.

Mede-se com o osciloscópio a queda de tensão na resistência conhecida e calcula-se o valor da resistência desconhecida a partir das quedas de tensão no divisor, mediante a expressão:

$$R_x = \frac{R}{V_R} (V - V_R)$$

Para utilizar este método é imprescindível conhecer o valor da tensão V aplicada ao divisor de tensão.



FIGURAS DE LISSAJOUS

Uma figura de Lissajous é uma imagem formada sobre a tela de um osciloscópio quando se aplicam simultaneamente tensões senoidais (em geral de frequências distintas) às placas defletoras horizontais e verticais. Uma das principais

aplicações das figuras de Lissajous é a determinação de uma frequência desconhecida comparando-a com outra, conhecida.

Na figura 1 mostra-se o desenvolvimento de quatro tipos de figura de Lissajous. Cada uma delas se origina traçando uma curva contínua através dos pontos formados pela intersecção das linhas de prejeção horizontal e vertical a partir dos pontos correspondentes de duas curvas senoidais. Os pontos adjacentes sobre as curvas senoidais a direita estão separados por intervalos iguais a 30° . Aqueles sobre a curva senoidal da parte inferior se acham separados por um intervalo de 15° . A relação (horizontal e vertical) das frequências aplicadas aos dois pares de placas defletoras é 1:2, quer dizer, nesta figura, a frequência sobre as placas horizontais é a metade da frequência sobre as placas defletoras verticais. Não interessa de que frequência se trate, sempre que uma seja desconhecida.

Se as duas voltagens estão defasadas, ou seja, se ambas passam através do zero e são positivas no mesmo instante, traça-se uma figura com a forma de um "oito". Quando a fase muda levemente, o diagrama mudará, como se mostra na figura. Se o ângulo de fase é de 90° , os laços se fecham. Se o ângulo de fase é maior que 180° , a imagem se inverte.

Uma característica que têm em comum todas as figuras é que o diagrama toca as linhas horizontais e verticais em um certo nº de pontos. A relação entre o número de pontos de tangencia é igual à relação de ambas as frequências. Por exemplo, digamos que o diagrama toque a linha horizontal em dois pontos, na vertical toque em 1 ponto, e ainda que a frequência aplicada na vertical seja de 120 Hz. A determinação da frequência aplicada na horizontal será dada por:

$$f(h) = 120 \times 1/2 = 60 \text{ Hz.}$$

O número de pontos de tangencia sobre as linhas horizontais e verticais é mais facilmente contado quando a figura de Lissajous é estável (não se move) e quando é simétrica. Na figura 2 representa-se várias figuras de Lissajous e suas respectivas relações. A menos que a tela do osciloscópio

seja muito grande as figuras de lissajous com relação acima de 10:1 são difíceis de discernir.

Outra aplicação interessantes nas figuras de Lissajous é na determinação do ângulo de fase (fig. 3), pois os diagramas são formados pela aplicação de tensões senoidais às placas defletoras que têm a mesma frequência e amplitude, mas com diferenças de fase. As imagens só podem ser obtidas se a amplitude da voltagem às placas defletoras verticais é a mesma que a da voltagem aplicada às placas horizontais. Se umas delas difere, a imagem nunca será circular, mas sempre elíptica. Por conseguinte, se utilizarmos estas imagens para medir a diferença de fase entre as voltagens senoidais devemos nos assegurar de que ambas tenham a mesma amplitude, de modo a podermos calibrar a tela.

APRESENTAÇÃO

<http://www.editoraprofissionalizante.com.br>