

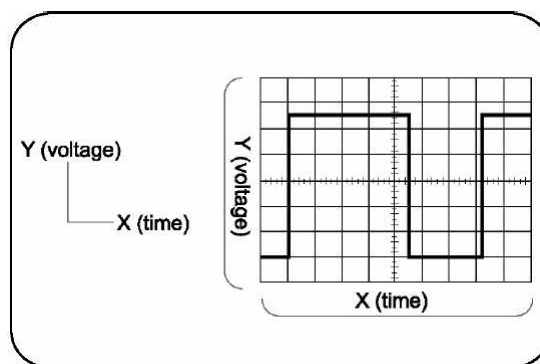
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia Elétrica

Prof. Hamilton Klimach – Janeiro de 2002

OSCILOSCÓPIO DIGITAL Tektronix TDS220 – Guia Resumido

Introdução

Esse osciloscópio, como qualquer outro, tem por função apresentar a representação visual da tensão de um nó de um circuito elétrico, referenciado a um terra, e sua variação ao longo do tempo. Assim, o diagrama apresentado na tela representa os valores da tensão (eixo vertical ou Y) contra os valores do tempo transcorrido (eixo horizontal ou X), conforme a figura a seguir.



Para que se possa quantizar essas duas grandezas, a tela apresenta também uma grade (“réguas” X e Y) relacionada a escalas de valores ajustáveis independentemente para cada eixo (em Volts por divisão [V/div] para o eixo Y e em segundos por divisão [s/div] para o eixo X). Dessa forma, sabendo-se as escalas em que se está operando e contando-se as *divisões* em cada direção, pode-se inferir o valor de qualquer ponto da tela em **V** ou **s**.

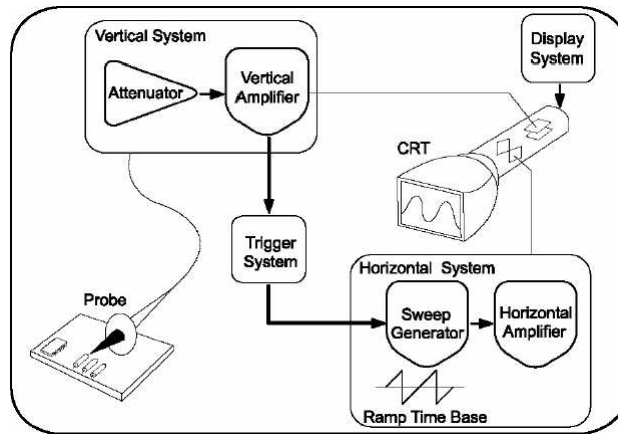
Como este osciloscópio possui 2 canais, permite a visualização simultânea da tensão em dois nós (referenciados ao mesmo terra), o que é muito útil quando se deseja comparar sinais em um circuito (por exemplo, entrada X saída de um amplificador). Além disso, por ser digital, permite também o armazenamento dos valores das grandezas medidas, de modo que se pode observar até eventos de curtíssima duração.

Osciloscópio Analógico – Funcionamento

O diagrama em blocos a seguir apresenta os componentes básicos de um osciloscópio analógico. Nele são apresentados os sistemas de vertical e horizontal, o circuito de trigger (gatilho), o tubo de raios catódicos (TRC ou CRT), o sistema de polarização do tubo e a ponteira de medida.

O CRT funciona através da emissão de um feixe de elétrons, por parte de um catodo aquecido posicionado no final do pescoço, que é lançado contra a tela de vidro do tubo. Como essa tela é revestida de material fluorescente, surge um ponto brilhante na posição em que o feixe colide. No pescoço do tubo, existem dois pares de placas de deflexão eletrostática, um vertical e outro horizontal, que defletem a trajetória do feixe na medida em que são polarizados com um determinado potencial elétrico. Como essa deflexão é proporcional ao potencial aplicado, controlando-se adequadamente os potenciais aplicados às placas verticais e horizontais, pode-se posicionar o local da

colisão do feixe em qualquer ponto sobre a superfície da tela. Se a deflexão horizontal for proporcional ao tempo transcorrido e a deflexão vertical à tensão amostrada pela ponteira, forma-se na tela uma linha brilhante que representa a os valores da tensão amostrada ao longo do tempo. Esse “gráfico” representa então o comportamento tensão-tempo (y-x) do sinal medido.



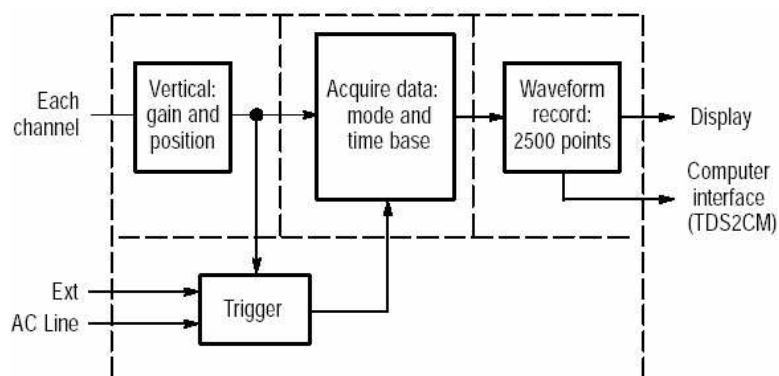
O sistema de vertical é composto por atenuadores e amplificadores que adequam a amplitude do sinal amostrado à tensão necessária para a deflexão vertical do feixe. A quantidade de circuitos de vertical depende da quantidade de canais oferecida pelo osciloscópio.

O sistema de horizontal é composto por um gerador de rampa (tensão que varia linearmente com o tempo) e um amplificador que adequa essa tensão ao valor necessário para a deflexão horizontal do feixe.

Para que o sinal periódico medido seja sempre observado na mesma posição sobre a tela, é necessário que haja sincronismo entre esse sinal e a rampa gerada. Esse sincronismo é obtido através de um circuito de trigger, que dispara o início da rampa gerada sempre que o sinal medido atingir um determinado ponto de referência. Este ponto é caracterizado por um certo valor de tensão (ajustável pelo usuário) e por sua declividade (positiva ou negativa – “subindo ou descendo”).

Osciloscópio Digital – Funcionamento

Este osciloscópio digital pode ser melhor entendido através do seguinte diagrama em blocos.



O sinal aplicado a cada um dos canais passa por blocos verticais independentes (condicionadores de tensão – atenuadores e amplificadores), que têm por função permitir o ajuste de ganho (escala) e posição (referência vertical) dos mesmos. Na prática, estes ajustes permitem que se aumente ou diminua o “tamanho” da forma de onda visualizada e

se mude sua posição vertical na grade. O usuário tem a liberdade de alterar esses ajustes de forma a permitir a melhor visualização possível do sinal presente em cada canal.

Após condicionado, o sinal de cada um dos canais passa por conversores analógico/digitais, sendo amostrados e digitalizados em uma determinada taxa por segundo (samples/sec ou S/s). Esta taxa de amostragem é constante no tempo e define a base de tempo de apresentação na tela (escala do eixo X).

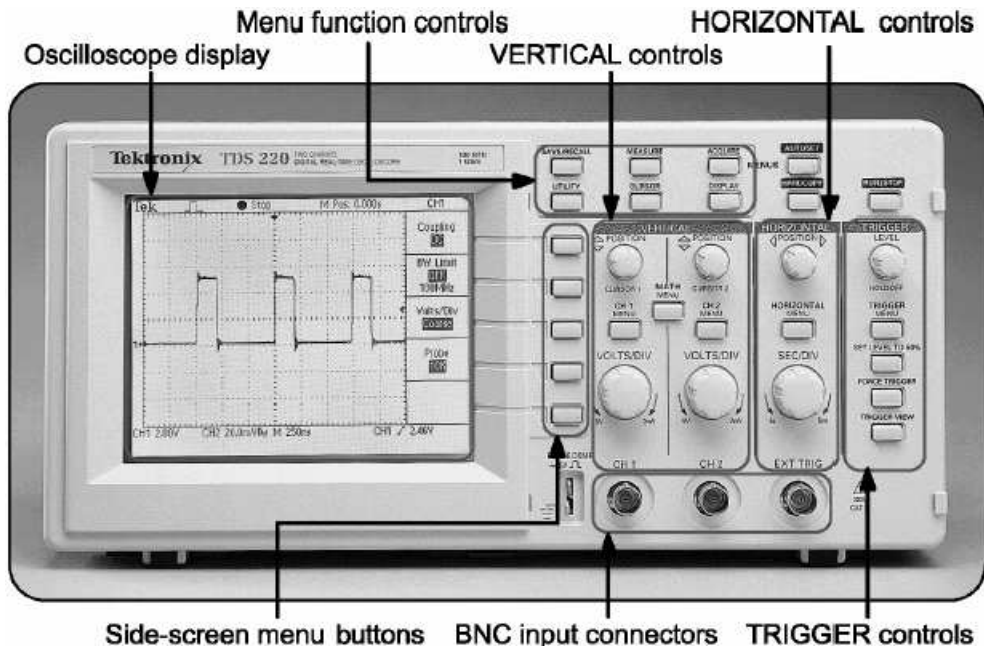
Os dados digitalizados são então armazenados em uma memória (2500 pontos), de modo a poderem ser apresentados na tela. Todo o processo de controle de aquisição, monitoração de teclas, chaves e botões, além da leitura da memória e apresentação na tela é executado por um microprocessador.

Para que um sinal repetitivo seja apresentado sempre na mesma posição da tela, é necessário um circuito de gatilho (trigger), que identifica o cruzamento de uma certa tensão (ajustável pelo usuário), marcando então um ponto de referência temporal na sequência de dados digitalizada. Além do valor da tensão em um dos canais, o circuito de gatilho pode ainda identificar se o mesmo está com derivada positiva ou negativa (slope). Caso se prefira utilizar um outro sinal, que não os amostrados nos canais, como referência temporal, pode-se aplicar este sinal em uma terceira entrada (trigger externo).

Painel Frontal

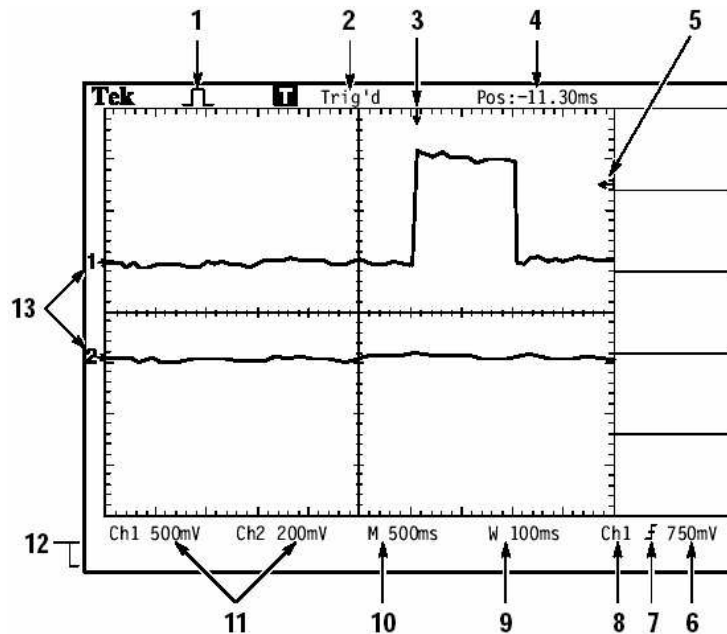
O painel frontal deste osciloscópio pode ser dividido (vide figura), conforme sua função, nos seguintes campos:

- tela de cristal líquido – apresenta os sinais a serem observados, a graticula, os cursores, as escalas selecionadas em diversos controles, alguns valores lidos automaticamente e as funções das teclas de múltipla-função;
- conectores de entrada – onde são ligados os cabos com as ponteiros que devem amostrar os sinais que se deseja observar, além de um possível sinal de trigger externo;
- controles do circuito vertical – utilizados para selecionar e ajustar o acoplamento, o ganho e a posição dos canais, além de algumas operações matemáticas que podem ser realizadas com os sinais;
- controles do circuito horizontal – utilizados para selecionar e ajustar a base de tempo e a posição da referência temporal;
- controles de trigger – utilizados para selecionar e ajustar o nível e a inclinação do ponto de referência temporal, além da origem, do tipo de acoplamento e do modo de gatilhamento;
- teclas de múltipla função – conjunto de cinco teclas situadas ao lado da tela. Estes controles possuem múltiplas funções, as quais são apresentadas na própria tela, ao lado de cada tecla. A função de cada uma destas teclas depende do contexto (menu) selecionado;
- controles de seleção de menu de função – conjunto de seis teclas situadas no alto do painel frontal. Servem para selecionar o menu de função (contexto) que será atribuído às teclas de múltiplas funções. Esse contexto também pode ser definido através dos controles básicos (vertical, horizontal e trigger).






Tela de Apresentação

A tela de apresentação deste osciloscópio é de cristal líquido, com iluminação por trás (backlight) e pode ser vista em mais detalhe a seguir.



Os campos e indicações na tela representam:

1 – Ícone mostrando o modo de aquisição selecionado:

-  representa o modo amostragem normal
-  representa o modo detecção de pico
-  representa o modo amostragem por média

2 – Apresenta o status do sistema de trigger:

Armed - o osciloscópio está adquirindo medidas anteriores a qualquer gatilhamento (preenchimento da memória com valores pré-trigger; nesta fase os sinais de trigger são ignorados)

Ready - o osciloscópio está pronto para receber novo trigger

Triq'd - o osciloscópio identificou um ponto de trigger e está preenchendo a memória com valores pós-trigger

Auto - o osciloscópio está no modo *auto*, podendo adquirir medidas inclusive na ausência de trigger

Scan - o osciloscópio está adquirindo medidas continuamente, independentemente do trigger

Stop - o osciloscópio cessou de adquirir medidas e monitorar o trigger


3 – Marcador que apresenta o ponto de referência temporal adotado pelo trigger. Este ponto pode ser deslocado pelo botão de posição.


4 – Leitura que indica o deslocamento temporal (em segundos) do ponto de trigger em relação ao centro da tela (o valor zero indica que o ponto de trigger está no centro da tela).

5 – Marcador que indica o nível de trigger ajustado.

6 – Leitura que indica o valor do trigger ajustado.

7 – Ícone mostrando o tipo de trigger selecionado:

 - trigger na subida (inclinação positiva)

 - trigger na descida (inclinação negativa)

 - trigger no sincronismo de linha (horizontal) de um sinal de vídeo

 - trigger no sincronismo de campo (vertical) de um sinal de vídeo

8 – Indica a fonte de trigger selecionada.

9 – Leitura que indica a base de tempo (s/div) selecionada para a janela (quando ativa).

10 – Leitura que indica a base de tempo (s/div) principal selecionada.

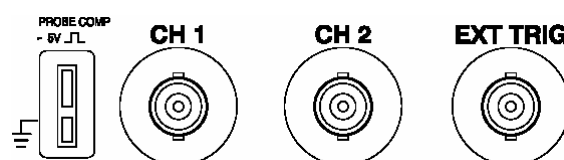
11 – Leituras que indicam as escalas verticais selecionadas para os canais (V/div).

12 – Área que pode apresentar mensagens e leituras.

13 – Marcadores que indicam o ponto de terra (referência zero volt) de cada canal. Quando um marcador desaparece, significa que o canal correspondente está desabilitado.

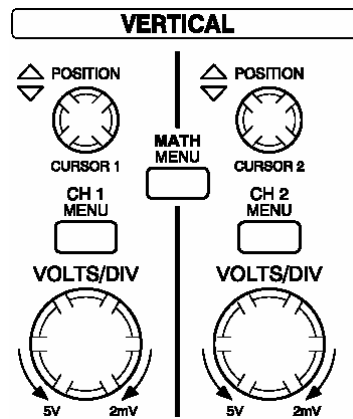
Conectores

O TDS220 possui dois conectores de entrada para aquisição dos dois canais, um conector para entrada de trigger externo e um conector para saída do sinal padrão para ajuste da compensação das ponteiros (onda quadrada de 5V e 1kHz).



Controles de Vertical

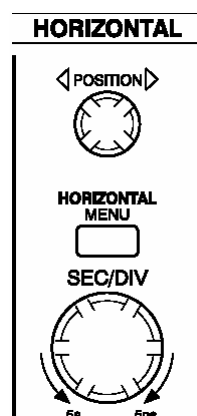
Cada canal do osciloscópio possui controles independentes que permitem o ajuste das condições de aquisição e apresentação do mesmo. São eles:



- seleção da escala de operação – através deste botão rotativo, pode-se selecionar a escala de operação de um canal (Volts/Div). As escalas são normalmente espaçadas na relação 1-2-5, sendo os limites superior e inferior 5V e 2mV respectivamente. O valor da escala selecionado para cada canal ativo é apresentado na parte inferior esquerda da tela;
- ajuste de posição – através deste botão rotativo, pode-se deslocar verticalmente o sinal presente em cada um dos canais. À esquerda de cada sinal é indicada a posição relativa de sua referência de terra (0V). Estes botões também servem para controlar a movimentação dos cursores, quando selecionados;
- tecla de menu – serve para atribuir o menu de cada um dos canais às teclas multifunção. Nessa opção pode-se selecionar o tipo de acoplamento (AC/DC/GND), a limitação de frequência (DESL/20MHz), a resolução do botão de escala (grosso/fino), a atenuação da ponteira (1x/10x/100x/1000x) e a opção de inversão do sinal (LIG/DESL);
- tecla de operações matemáticas – apresenta o menu de operações matemáticas que podem ser realizadas entre os canais (soma e subtração, por exemplo).

Controles de Horizontal

O sistema de horizontal disponibiliza os seguintes controles:

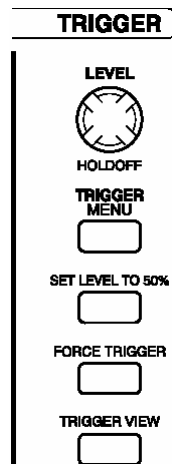


- seleção da escala de operação – através deste botão rotativo, pode-se selecionar a escala de operação temporal (base de tempo em segundos/Div). As escalas são normalmente espaçadas na relação 1-2-5, sendo os limites superior e inferior 5s e 5ns respectivamente;
- ajuste de posição – através desse botão rotativo, pode-se deslocar horizontalmente a marca de referência temporal (trigger);

- tecla de menu – serve para ativar o menu de opções do sistema horizontal (ajustes de escala principal e de escala da janela, e seleção do modo de apresentação em janela).

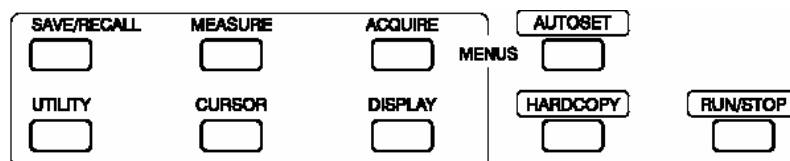
Controles de Trigger

O circuito de trigger disponibiliza os seguintes controles:



- ajuste de nível – através deste botão rotativo pode-se ajustar o nível (tensão) no qual o circuito de trigger colocará a marca de referência temporal. Este controle também é utilizado para ajustar o tempo de holdoff (suspensão momentânea de monitoração do trigger), dependendo da seleção feita nas teclas multifunção, dentro do menu de trigger;
- tecla de menu – serve para ativar o menu de opções do circuito de trigger conforme segue.
 - seleção de borda de subida ou descida para gatilhamento;
 - fonte de origem do sinal de trigger – CH1, CH2 ou EXT;
 - modo de gatilhamento – AUTO (executa aquisição independentemente da presença de trigger), NORMAL (só adquire medidas se deteta trigger) e DISPARO ÚNICO (faz uma única sequência de aquisição relacionada ao trigger – útil para observação de eventos não-repetitivos);
 - tipo de acoplamento – CA, CC, Rej. a Ruido (filtra o sinal de trigger), Rej. AF (filtra altas freq. – acima de 80kHz) e Rej. de BF (filtra baixas freq. – abaixo de 300kHz);
- nível a 50% – coloca automaticamente o ajuste de trigger em 50% da excursão do sinal;
- trigger view – permite a visualização do ajuste de trigger.

Teclas de Seleção de Menu de Função e Controle do Osciloscópio



As teclas de Menus de Função permitem que se selecione um dos seguintes menus, para ser atribuído às teclas multifunção:

- gravar/restaurar (save/recall) – permite que se armazene ou recupere da memória as configurações do osciloscópio ou formas de onda;

- medidas (measure) – permite selecionar a origem e o tipo de algumas medidas automatizadas. *Origem* seleciona o canal em que se quer executar a medida e *tipo* seleciona a medida que se deseja fazer (frequência, período, média, pico-a-pico, valor RMS e nenhum). As medidas selecionadas são apresentadas na linha inferior da tela;
- aquisição (acquire) – permite selecionar se a aquisição será realizada através de amostragem simples (modo padrão), detecção de picos (permite visualizar pequenos transitórios), média (ajuda a eliminar ruído aleatório ou não correlacionado ao sinal medido) e ainda a seleção do número de amostras para a média;
- utilitário (utility) – permite que se tenha acesso a alguns utilitários do osciloscópio, como o status do sistema, a execução de autocalibração, a verificação do registro de erros, e a seleção da linguagem de uso;
- cursores (cursor) – permite selecionar o tipo (cursores para tensão, tempo ou desligados), a origem (canal ao qual se estabelece a relação de escala dos cursores), delta (exibe a diferença entre os dois cursores) e cursores 1 e 2 (exibe o valor posicional de cada cursor; se o cursor é de tensão, a referência é o terra; se o cursor é de tempo, a referência é o ponto de trigger);
- display – permite selecionar o tipo de apresentação (por vetores ou pontos), a persistência (desligado, 1 segundo, 2 segundos, 5 segundos ou infinito), o formato (canaisXtempo [y-t] ou canal1Xcanal2 [x-y]) e o aumento/diminuição de contraste.

As Teclas de Controle possibilitam a ação direta do operador sobre as seguintes funções:

AUTOSET – ajusta automaticamente os controles do osciloscópio, de modo que se obtenha na tela um forma de onda visualizável, em relação ao sinal de entrada;

HARDCOPY (IMPRESSÃO) – transfere o conteúdo da tela para a porta de impressão (esta função só existe caso o módulo opcional de impressão esteja instalado);

RUN/STOP – inicia e interrompe a aquisição de sinais pelos canais.

Obs.: cópias completas do manual de usuário e do manual do kit de treinamento podem ser obtidas no site da tektronix: www.tektronix.com (o número de referência de cada manual apresentado a seguir é necessário para que este seja liberado).

TDS 200-Series – Digital Real-Time Oscilloscope – 071-0398-03

TDS 200 – Operator Training Kit Manual – 071-1089-00