

Osciloscópio

Prof. César M. Vargas Benítez
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

19 de março de 2013

1 Osciloscópio

- O osciloscópio é um instrumento de medição eletrônico que tem a função de apresentar a representação visual de sinais elétricos como formas de onda.
- O osciloscópio recebe um sinal elétrico e o converte para uma forma de onda. A forma de onda representa a variação de tensão no domínio do tempo.
- O osciloscópio pode ser utilizado em várias tarefas. Por exemplo, em projetos, *debugging*, verificação, manutenção e controle de qualidade de circuitos.

1.1 Partes

A Figura 1 apresenta o painel frontal do osciloscópio TDS220 da Tektronix ¹. Este pode ser dividido da seguinte maneira:

- Tela de cristal líquido: apresenta as formas de onda, os cursores, as escalas selecionadas em diversos controles, valores lidos automaticamente e as funções das teclas de múltipla-função;
- Conectores de entrada: onde são conectados os cabos que são utilizados para realizar a medição dos sinais.

- Controle vertical: utilizado para selecionar e configurar o acoplamento, o ganho e a posição dos canais. Algumas operações matemáticas podem ser realizadas entre os sinais adquiridos através dos canais;
- Controle horizontal: utilizado para selecionar e configurar a base de tempo e a posição de referência temporal;
- Controles de *trigger*: utilizados para selecionar e ajustar o nível e a inclinação do ponto de referência temporal;
- Teclas de múltipla função: conjunto de teclas situadas ao lado do *display*. Estas teclas possuem múltiplas funções, as quais são apresentadas no próprio *display*, ao lado de cada tecla. A função de cada uma delas depende do contexto selecionado (menu);
- Controles de seleção de menu de função: conjunto de teclas que servem para selecionar o menu de função (contexto) que será atribuído às teclas de múltiplas funções. O contexto também pode ser definido através dos controles básicos (horizontal, vertical e *trigger*).

1.1.1 *Display* de apresentação

O *display* do osciloscópio TDS220 é de cristal líquido com *backlight*. Alguns campos úteis da

¹O manual do TDS220 da Tektronix pode ser obtido no site: www.tektronix.com

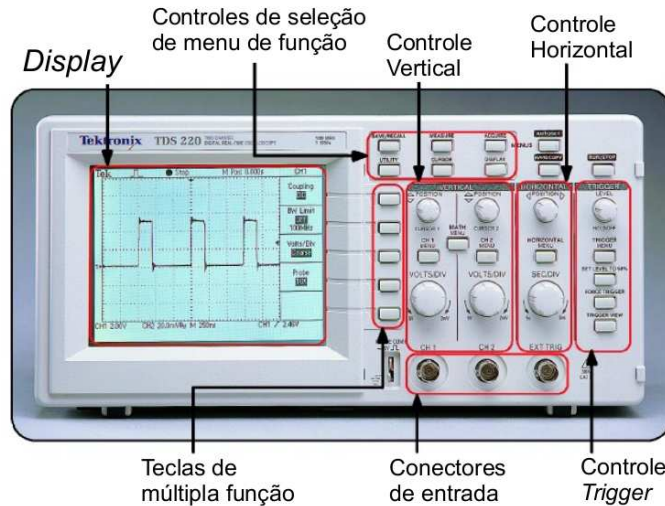


Figura 1: Partes do Osciloscópio TDS220 da Tektronix

tela são apresentados na Figura 2 e descritos a seguir:

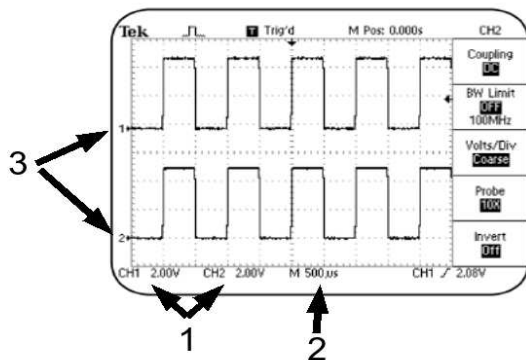


Figura 2: *Display* do Osciloscópio TDS220 da Tektronix

1. Valores que indicam as escalas verticais selecionadas para os canais CH1 e CH2 (V/div ou Volt/division);
2. Valor que indica a base de tempo (s/div,

time/div ou time/division);

3. Marcadores que indicam o ponto de terra (referência = 0V) de cada canal.

1.1.2 Conectores

O TDS220 possui dois conectores de entrada para aquisição de sinais (canais CH1 e CH2), um conector para entrada de *trigger* externo (EXT TRIG) e um conector para saída do sinal padrão (sinal quadrado de 5V e 1kHz). **Obs.: a saída do sinal padrão é utilizada para teste e ajuste das pontas de prova;**

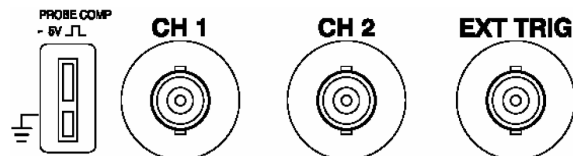


Figura 3: Conectores do Osciloscópio TDS220 da Tektronix

1.2 Utilizando o controle vertical

Cada canal do osciloscópio (CH1-CH2) possui controles independentes que permitem o ajuste das condições de aquisição e apresentação do mesmo (escala vertical da forma de onda, posição, acoplamento de entrada, entre outros).

- Seleção de escala de operação (Volt/Div): o botão rotativo Volt/Div é utilizado para ajustar a escala vertical da forma de onda. Por exemplo: para 5 Volt/div, cada divisão do eixo vertical representa 5V e a quadrícula inteira pode mostrar um sinal com amplitude de 40 V (8 divisões).

O valor da escala selecionado para cada canal ativo é apresentado na parte inferior esquerda da tela.

- Posição: o botão de posição é utilizado para 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 são utilizados para controlar a movimentação dos cursores.
- Botão de menu: serve para atribuir o menu de cada um dos canais às teclas multifunção. Neste menu pode-se selecionar o tipo de acoplamento (CA/CC/GND), a limitação de frequência, a resolução do botão de escala (grosso/fino), a atenuação da ponta de prova do canal (1x/10x/100x/1000x) e a opção de inversão do sinal (LIG/DESL);
- Tecla de operações matemáticas: menu de operações matemáticas que podem ser realizadas entre os canais CH1 e CH2.

Procedimento:

- Conecte as pontas de prova aos canais CH1 e CH2 do painel frontal;



Figura 4: Controle vertical do TDS220 da Tektronix

- Testando as pontas de prova: conecte a garra tipo “jacaré” da ponta de prova ao conector de saída do sinal padrão (sinal quadrado de 5V e 1kHz);
- Pressione o botão do menu do canal CH2;
- Pressione o botão AUTOSSET;
- Na seção de controle vertical, selecione a escala de operação (Volt/Div) e a posição para os canais CH1 (na metade superior do *display*) e CH2 (na metade inferior do *display*).
- Selecionando o tipo de acoplamento: acoplamento é um método utilizado para conectar um sinal elétrico de um dispositivo para outro. O osciloscópio disponibiliza os seguintes tipos de acoplamento para visualizar componentes da forma onda:
 - Acoplamento CA (ou *AC coupling*): este tipo bloqueia a passagem da componente contínua (CC) de um sinal e apresenta apenas a componente alternada (CA) da forma de onda;
 - Acoplamento CC (ou *DC coupling*): apresenta o sinal completo (CC + CA);

- Terra (ou *Ground*–GND): desconecta o sinal e apresenta uma linha horizontal (0V);
- Tecla de menu: habilita o menu de opções do controle horizontal

Pode-se mudar o tipo de acoplamento de entrada para visualizar vários componentes de um sinal. Por exemplo, o acoplamento CA pode ser utilizado para visualizar o sinal de áudio em cada estágio de um amplificador de som e o acoplamento CC para visualizar a polarização de cada transistor.

Procedimento para visualizar o efeito de cada tipo de acoplamento:

1. Na seção de controle vertical, pressione o botão CH2 MENU para desligar o menu do canal CH2;
2. Pressione o botão CH1 MENU para ativar o menu do canal CH1;
3. Selecione o tipo de acoplamento com as teclas de múltipla função (*Coupling AC*);
→ A forma de onda sofrerá um deslocamento vertical, pois o acoplamento CA bloqueia a componente contínua do sinal.
4. Na seção de controle vertical, selecione a escala de operação (Volt/Div). Ajuste a posição da referência do canal.

1.3 Utilizando o controle horizontal

O controle horizontal disponibiliza as seguintes funções:

- Seleção da escala de operação (Time/Div): seleciona a escala de operação temporal.
- Ajuste de posição: botão rotativo que desloca a referência temporal horizontalmente;



Figura 5: Controle horizontal do TDS220 da Tektronix

1.4 Utilizando o controles de seleção de menu de função

As teclas de controle de menu de função disponibilizam as seguintes funções:

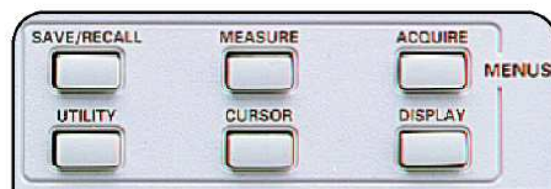


Figura 6: Controles de menu de função do TDS220 da Tektronix

- Gravar/Restaurar (*save/recall*): permite o armazenamento ou recuperação de configurações do osciloscópio ou formas de onda;
- Medidas (*Measure*): permite selecionar a origem e o tipo de algumas medidas automatizadas. **Origem** seleciona o canal

(CH1 ou CH2) e **Tipo** seleciona a medida (média, pico-a-pico, eficaz RMS, período, frequência ou nenhum. Utilize as Teclas de múltipla função para selecionar as opções desejadas (canal, origem)).

- Aquisição (*Acquire*): permite selecionar se a aquisição será realizada através de amostragem simples, detecção de picos, média e o número de amostras para a média;
- Utilitário (*Utility*): permite o acesso a alguns utilitários do osciloscópio. Por exemplo, *status* do sistema, autocalibração e seleção da linguagem;
- Cursores (*Cursor*): seleciona o tipo de cursor (tensão, tempo ou desligados), a origem (canal CH1 ou CH2) e cursores 1 e 2 (posição de cada cursor). Se o cursor é de tensão, a referência é o terra (GND, 0V). Se o cursor é de tempo, a referência é o ponto de *trigger*. A Figura 7 apresenta os tipos de cursor. Utilize as Teclas de múltipla função para selecionar as opções desejadas (canal, tipo).

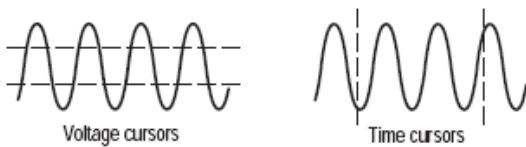


Figura 7: Tipos de cursor

Os cursores podem ser utilizados para medir o período, frequência, valor instantâneo da tensão de um sinal, largura de pulso, defasagem entre dois sinais, entre outros.

- *Display*: seleciona o tipo de apresentação (vetorial ou por pontos), contraste da tela, entre outros.

Teclas de controle:

- **AUTOSET**: ajusta automaticamente os controles do osciloscópio;
- **HARDCOPY** (impressão): transfere o conteúdo apresentado na tela para a porta de impressão;
- **RUN/STOP**: inicia/interrompe a aquisição de sinais pelos canais CH1 e CH2.

1.5 Técnicas básicas de medição

1.5.1 Medição de tensão

O osciloscópio é, por definição, um equipamento para a medição de tensão. A tensão é medida em paralelo. Uma vez medida a tensão, pode efetuar-se a medição indireta de outras grandezas. Por exemplo, através da Lei de Ohm pode se obter o valor da corrente a partir da diferença de potencial em um resistor. De igual modo, pode-se obter a potência dissipada a partir da tensão e da corrente ($P=V.I$).

Para sinais alternados, é comum identificar três tipos de tensão:

- Tensão de pico (*Peak Voltage*), simbolizada por V_P , E_P , U_P ou V_M ;
- Tensão pico-a-pico (*Peak-to-Peak Voltage*, simbolizada por V_{PP} , E_{PP} , U_{PP} ;
- Tensão eficaz ou tensão quadrática média (*RMS Voltage or Effective Voltage*), simbolizada por V_{RMS} ou V_{ef} ;

A Figura 8 apresenta os três tipos de tensão citados:

A medição de tensão é realizada contando o número de divisões na escala vertical do osciloscópio. Quanto maior a área coberta, mais precisa será a medição. Exemplo: a Figura 9 apresenta a forma de onda senoidal lida pelo canal CH1. Escalas de operação:

Volt/Div = 200mV/div

As tensões pico e pico-a-pico são calculadas da seguinte maneira:

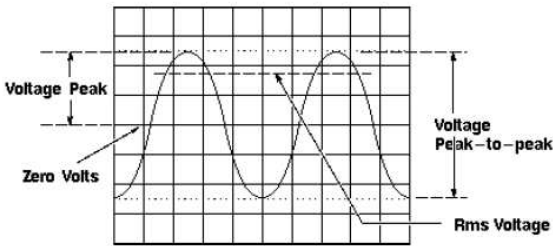


Figura 8: Tipos de tensão de um sinal senoidal

$$V_P = 2,2 \text{ divisões} \cdot 200\text{mV/divisão} = 440\text{mV}$$

$$V_{PP} = 2 \cdot V_P = 880\text{mV}$$

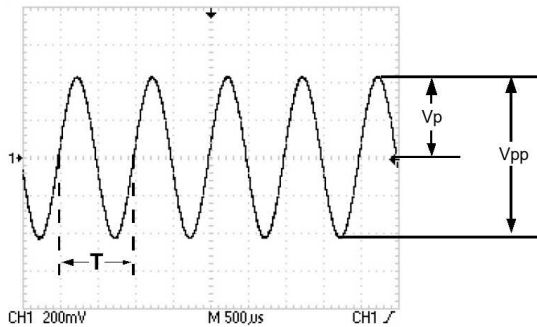


Figura 9: Forma de onda senoidal

1.5.2 Medição de período e frequência

A medição do período de uma forma de onda é efetuada utilizando a escala horizontal do osciloscópio. Para medir um determinado intervalo de tempo, devemos contar o número de divisões dessa parte do sinal na escala horizontal do osciloscópio. Para a forma de onda apresentada na Figura 9, temos:

$$\text{Time/Div} = 500\mu\text{s/div}$$

$$T = 2 \text{ divisões} \cdot \text{Time/Div} =$$

$$T = 2 \text{ divisões} \cdot 500\mu\text{s/div} = 1000 \mu\text{s}$$

ou,

$$T = 1 \text{ ms}$$

A frequência do sinal pode ser obtida indireta-

mente a partir do período:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1\text{ms}} = 1\text{kHz}$$

1.5.3 Medição indireta de corrente

A corrente pode ser medida indiretamente, aplicando a Lei de Ohm:

$$I_R = \frac{V_R}{R}$$

Por exemplo:

$$\text{Valor pico: } I_{Rp} = \frac{V_{Rp}}{R}$$

Onde, V_{Rp} é a tensão pico no resistor.

1.5.4 Medição da defasagem entre dois sinais

A diferença de fase entre duas formas de onda pode ser determinada por uma simples regra de três:

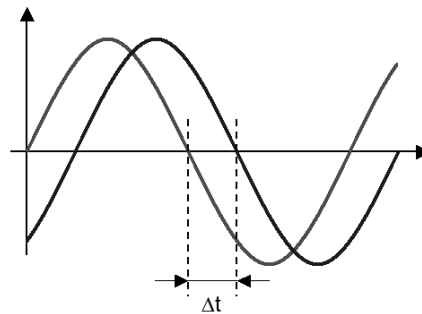


Figura 10: Exemplo de medição de defasagem entre dois sinais

$$T \longrightarrow 360^\circ$$

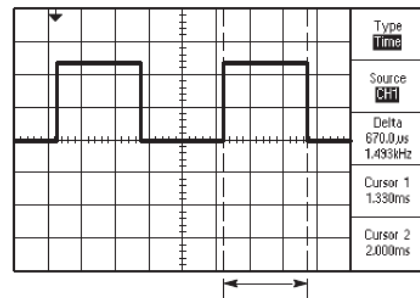
$$\Delta t \longrightarrow \theta$$

$$\theta = \frac{360^\circ \cdot \Delta t}{T}$$

1.5.5 Exemplo de utilização dos cursores: medição de largura de pulso

A Figura 11 apresenta um exemplo de medição de largura de pulso utilizando os cursores do osciloscópio. Para isto, deve realizar o seguinte procedimento:

- Pressione o botão CURSOR do menu de funções;
- Selecione o tipo de cursor “Tempo (*time*)”;
- Selecione a origem (canal CH1);
- Use o botão CURSOR 1 para posicionar o cursor 1 na borda de subida do pulso;
- Use o botão CURSOR 2 para posicionar o cursor 2 na borda de descida do pulso; Depois, poderá visualizar as seguintes medições no menú de Cursor:



- Tempo do Cursor 1 (T_{C1}), relativo ao *trigger*;
- Tempo do Cursor 2 (T_{C2}), relativo ao *trigger*;
- Delta tempo ($\Delta t = T_{C2} - T_{C1}$). Neste caso, representa a largura de pulso.

Figura 11: Exemplo de medição de largura de pulso utilizando os cursores