



Engenharia Mecatrônica – Departamento de Eletrônica (DAELN)
Disciplina: Eletricidade Prof. José Jair Alves Mendes Júnior

Aluno: _____ Data: _____

Experiência 8 – Osciloscópio e Gerador de Funções.

Antes da aula de laboratório, cada aluno deve fazer os cálculos e preencher as tabelas com os valores teóricos e, quando for o caso, montar e soldar previamente cada circuito que será testado. Deve-se preparar os cabos para as medidas de corrente em cada circuito que será testado.

1. Objetivos de Aprendizagem

- Familiarização com o uso do osciloscópio;
- Familiarização com o uso do gerador de funções;
- Aprofundamento do uso dos equipamentos.

2. Componentes utilizados

- Resistores de 1/4W: 10k Ω , 15k Ω e 33k Ω ;
- Osciloscópio;
- Gerador de funções.

3. Experiência 8

3.1 Familiarização com o Osciloscópio

O osciloscópio é um instrumento de medida empregado para visualizar tensões e correntes que variam com o tempo, mostrando um gráfico bidimensional com a tensão/corrente no eixo vertical e o tempo no eixo horizontal. É possível determinar parâmetros tais como amplitudes, frequências e período do sinal, bem como outras medidas e também a comparação de sinais. Na maioria dos osciloscópios, é possível observar dois sinais (2 canais) simultaneamente.

A Figura 1 apresenta o painel frontal de um osciloscópio. Este pode ser dividido em quatro áreas destacadas: a tela, os controles verticais, os controles horizontais e os controles de gatilho (“trigger”).

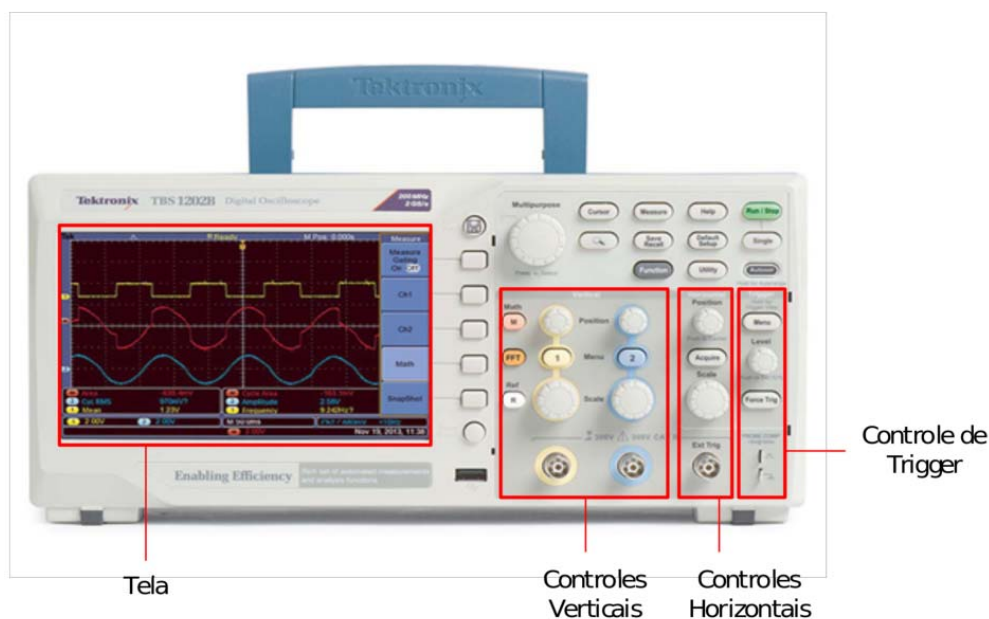


Figura 1 – Visual frontal do osciloscópio.

Na tela, podem ser observadas as formas de onda em função do tempo. Várias informações sobre as formas de onda e sobre as configurações de controle de osciloscópio também podem ser observadas na tela, tais como as escalas de tensão e de tempo, a posição “0” de cada canal, informações sobre o trigger, entre outros.

Os controles verticais estão disponíveis para os dois canais: CH1 e CH2. Estes controles permitem habilitar ou desabilitar a apresentação de formas de onda de cada canal na tela, ajustar a escala e a posição “0” de cada canal, definir parâmetros de entrada tais como atenuação ou inversão de canal e também realizar operações matemáticas.

- Botão Scale: Seleciona a escala vertical ampliando ou atenuando o sinal de entrada do canal. Assim, o valor em Volts representado por divisão vertical aumenta ou diminui;
- Botão Position: Determina a posição vertical da forma de onda do canal, deslocando para cima ou para baixo a posição “0” do canal;
- Botões CH1 e CH2 (menu): A função principal destes botões é habilitar ou desabilitar a exibição do canal. A função secundária é ativar o menu do respectivo canal na tela do osciloscópio. As opções deste menu aparecem no canto direito da tela e são acessadas pelos 5 botões localizados imediatamente à direita da tela. São eles:
 - Acoplamento: Cada canal tem 3 tipos de acoplamento: CC (corrente contínua), no qual o sinal é mostrado sem nenhum processamento, com todas as componentes AC (corrente alternada) e CC; AC, o sinal é submetido a um filtro que elimina as componentes CC do sinal, assim somente a parcela alternada do sinal pode ser visualizada; e GND, no qual o sinal de entrada é desconectado e um sinal de tensão de referência (terra) é aplicado;
 - Limite da Largura de Banda: Exceto em algumas aplicações, a limitação de banda de frequência fica desligada;
 - Ganho Variável: Se a opção “grosso” estiver selecionado, ao girar o botão “scale”, só é possível selecionar escalas cheias (1V/divisão, 5V/divisão). Na opção “fino”, é possível selecionar escalas intermediárias, tais como 1,03V/divisões;

- Sonda: Deve estar de acordo com a atenuação da ponteira que estiver sendo utilizada: x1, x10, x100, permitindo a ampliação da escala do canal;
- Inverter: Quando está ligada, a forma de onda é invertida em relação ao nível 0V.

Os controles horizontais (base de tempo) são válidos para os dois canais. É possível ajustar a escala e a posição horizontal, escolher qual parte da tela será exibida e também definir o tempo de espera de “trigger”.

- Botão Scale: Similar aos botões “scale” do controle vertical, este botão seleciona a escala de tempo por divisão, permitindo visualizar na tela um intervalo mais longo ou curto da evolução temporal do sinal a ser observado.
- Botão Position: Este botão desloca a posição horizontal onde a forma de onda começa a ser traçada em relação ao centro da tela (posição de “trigger”). A posição de “trigger” é indicada por uma pequena seta vertical no topo da tela e seu valor é mostrado também acima da tela. Um valor positivo indica que o “trigger” está à esquerda do centro da tela, enquanto um valor negativo indica que ele está à direita.

O controle de “trigger” ou gatilho, determina a condição para que o osciloscópio inicie a varredura para exibir uma forma de onda. Cada vez que a forma de onda for “desenhada” na tela do osciloscópio, ela o seja da mesma maneira, de modo que as sucessivas formas de onda mostradas na tela apareçam como uma imagem parada. Para fazer este sincronismo, utiliza-se um sinal elétrico (sinal de “trigger”), que é continuamente monitorado pelo osciloscópio: ao finalizar a exibição de uma forma de onda, a varredura só é reiniciada quando o sinal de “trigger” atingir um certo valor.

- Botão “Level”: Este botão define o nível do “trigger”, que é o valor do sinal de “trigger” que uma vez atingido inicia a varredura do sinal. Este valor é mostrado no canto inferior direito da tela e é também indicado por uma seta no canto direito da tela. Para visualizar uma forma de onda quadrada, o nível deve estar ajustado de maneira que fique “contido” entre os patamares superior e inferior da forma de onda.
- Botão “Trig Menu”: Ao apertar este botão, as opções do menu do “trigger” são exibidas no canto direito da tela e controladas pelos 5 botões localizados imediatamente à direita da tela. As opções são as seguintes:
 - Tipo: No tipo borda, o “trigger” ocorre quando o sinal de entrada do “trigger” (canal “1”, canal “2”, externo ou rede) passa por um determinado valor, em uma determinada direção. O tipo vídeo é utilizado para sinais de vídeo padrão. Portanto, utilizar o tipo borda.
 - Origem: Define se o sinal do canal 1 (Ch1) ou 2 (Ch2) será utilizado como “trigger” se o sinal de “trigger” é externo ou se o “trigger” é baseado na tensão de alimentação do osciloscópio (AC line – rede). Mesmo quando este menu está desabilitado, o sinal utilizado como “trigger” é indicado no canto inferior direito da tela.
 - Inclinação: Define se o “trigger” ocorre quando o nível do “trigger” é atingido na subida ou na descida do sinal. A opção selecionada é indicada no canto inferior direito da tela.
 - Modo: No modo automático, ao fim de cada varredura, o osciloscópio espera por um certo intervalo de tempo (chamado de tempo de espera ou “holdoff” e, se ao fim deste tempo a condição de “trigger” esteja

mal ajustado, sempre haverá uma forma de onda sendo exibida na tela. Já no modo normal, a varredura só é reiniciada quando a condição de “trigger” for detectada, enquanto isto não ocorrer, nenhuma forma de onda será exibida. No modo disparo único, é feita uma única sequência de aquisição quando a condição de “trigger” for detectada. Esse modo de operação é útil para observação de eventos não-repetitivos, que necessitam o registro da forma de onda em uma única ocorrência do evento.

- Acoplamento: Permite filtrar o sinal que será transmitido ao circuito de “trigger”. O acoplamento CC não realiza nenhuma filtragem e deve ser utilizado sempre que possível. As opções CA, Rejeição Ruído e Rejeição AF podem ser utilizadas caso o “trigger” não consiga resultar na exibição de formas de onda estáveis.
- Botão “Set to 50%”: O osciloscópio ajusta automaticamente o nível do “trigger” para a metade entre os níveis máximo e mínimo do sinal utilizado como “trigger”.
- Botão “Force Trig”: Este botão faz a aquisição do sinal, independente de um sinal de “trigger” ter sido recebido
- Botão “Trig View”: Enquanto pressionado exibe o nível do “trigger” como linha tracejada e o sinal de “trigger” como uma forma de onda. O osciloscópio exibe no canto inferior direito da tela a frequência na qual os sinais de “trigger” são detectados.

Pontas de provas

Para ligar o circuito ao osciloscópio, são necessárias pontas de prova tipo BNC (conectores de entrada). Elas podem ser do tipo BNC-jacaré ou próprias para o osciloscópio, conforme



Figura 2 – Ponta de prova e BNC jacaré.

A ponta de prova para osciloscópio possui uma ponta que pode ser usada diretamente para as medições ou com uma capa que a transforma em uma garra. Uma outra garra, tipo jacaré, completa a ponta de prova, como apresentado na Figura 3.

As pontas de prova de osciloscópio podem ser configuradas para atenuar o sinal em 1x ou em 10x. Isso deve ser informado ao osciloscópio. Caso seja usado uma ponta de prova BNC-jacaré, não existe atenuação, então o osciloscópio deve ser configurado em 1x. Portanto, verifique como está configurada e ajuste o osciloscópio.



Figura 3 – Exemplo de ligação da ponta de prova do osciloscópio.

3.1.1 – Primeiros passos

- 1 – Para começar o experimento, pressione o botão “Default Setup” para voltar à configuração de fábrica;
- 2 – Ligue a ponta de prova do osciloscópio no canal 1 e no sinal de teste (5V 1kHz);
- 3 – Habilite o canal 1 pressionando CH 1 Menu;

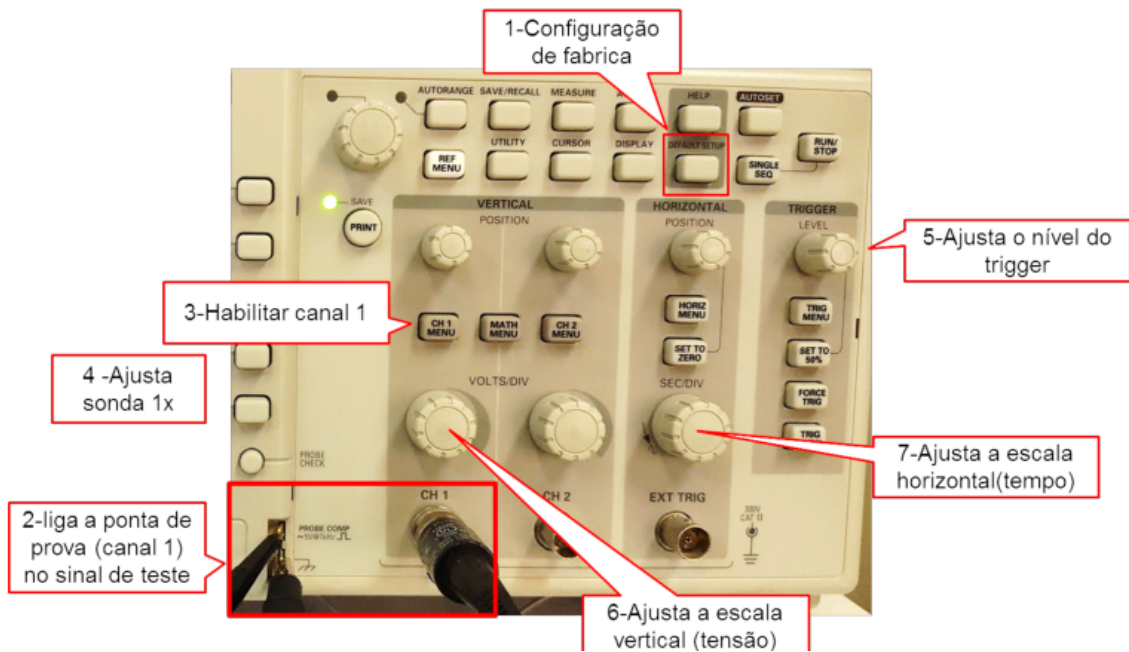


Figura 4 – Exemplo de painel frontal de osciloscópio e suas funções.

Neste momento, você irá perceber um sinal de onda quadrada na tela e verá o menu do canal 1. Os botões de múltiplas funções são apresentadas na Figura 5.

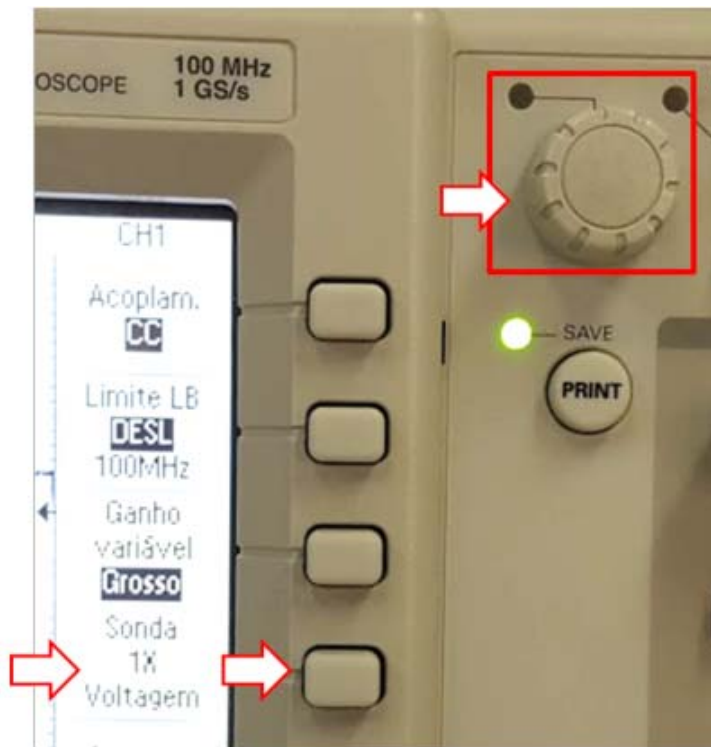


Figura 5 – Botões de múltiplas funções do osciloscópio.

4 – Ajuste a sonda para 1x. Verifique se a sua ponta de prova real está em 1x também.

5 – Se o sinal não parar na tela, deve-se usar o trigger/gatilho. Gire o level do trigger para subir uma pequena seta na tela. Se o sinal ficou estágio, pode passar para o próximo passo.

Obs: a onda quadrada é um sinal contínuo no tempo que não para de correr. O que trigger faz é congelar o sinal caso ocorra uma condição, que no caso foi um nível de tensão.

6 – Se a onda quadrada não está aparecendo por completo, gire o seletor na escala vertical para que o sinal diminua e fique com 5V por divisão (mostrado no canto inferior esquerdo do display). O trigger pode ter que ser reajustado no processo.

7 – Ajuste a escala horizontal para 250 μ s (mostrado no centro inferior do display), perceba o aumento ou a diminuição de ondas ajustando o tempo.

Se tudo estiver ok, a seguinte forma de onda aparecerá na tela, como a Figura 6.

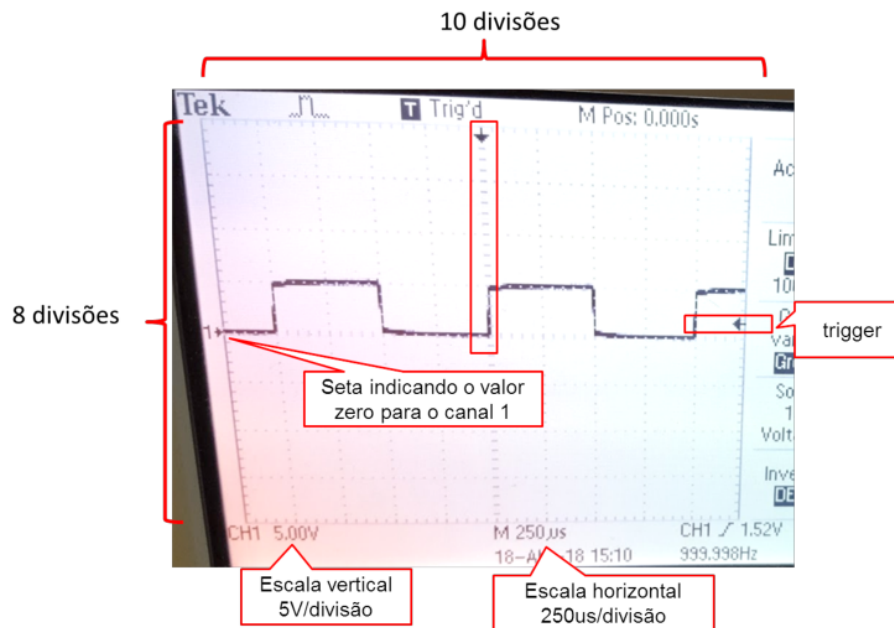


Figura 6 – Exemplo de tela do osciloscópio com sinal de calibração.

- A escala é dividida em quadrados, sendo que a altura e a largura do quadrado estão relacionadas a escala escolhida;
- O valor zero da escala vertical do canal 1 é indicado por uma seta e um número 1 no lado esquerdo. Verifique o que ocorre com a seta do lado esquerdo;
- Procure no controle vertical o seletor giratório position e tente mudar a posição vertical do sinal. Verifique o que acontece com a seta do lado esquerdo.
- O trigger está indicando que nesta borda de subida (padrão) o sinal será sincronizado e mostrado no centro do display.
- Procure no controle horizontal o seletor giratório positivo e tente mudar a posição do sinal. Verifique o que ocorre com a seta que fica em cima.
- Vá no menu do trigger e altere a inclinação de subida para descida. Verifique o que ocorre com o sinal.

4. Experiência com o gerador de funções

O gerador de funções é um equipamento que gera tensões variáveis como funções do tempo. As formas de onda possíveis são quadrada, triangular ou senoidal. O painel frontal é apresentado na Figura 7.



Figura 7 – Visão frontal do gerador de funções.

4.1.1 Controles

- Chave Liga/Desliga (PWR);
- 7 chaves selecionadoras da faixa de frequência (1MHz, 100kHz, 10kHz, 1kHz, 100Hz, 10Hz, 1Hz);
- 3 chaves de ajuste fino de frequência;
- Botão de ajuste fino de frequência;
- Potenciômetro do Duty Cycle (DUTY) com a chave inversora (INV). Quando o controle está na posição CAL, a simetria das formas de onda de saída será 50/50 ou aproximadamente 100% simétrica. A simetria variável permite que o período da meta da forma de onda seja variada enquanto a outra metade permanece fixa, que foi determinada pelos demais ajustes. Quando a chave for puxada, a forma de onda será invertida e o controle DUTY atuará sobre a outra metade da forma de onda;
- Controle DC OFFSET com o controle de nível. O controle DC-OFFSET (chave puxada) permite que o nível DC das formas de onda de saída sejam ajustadas como desejado. O nível DC OFFSET mais a amplitude da forma de onda não poderá exceder o valor pico-pico máximo da amplitude de saída; caso contrário, a forma de onda saturará.
- Controle de nível CMOS com a chave seletora TTL/CMOS;
- Controle da amplitude de saída com a atenuação de saída (AMPL/-20dB);

4.1.2 Conectores BNC

- Entrada VCF (frequência controlada por tensão). A tensão VCF permite que seja feita uma varredura na frequência do sinal de saída. Aplicando-se aproximadamente +10V ao terminal VCF a frequência do gerador será varrida de forma decrescente a 10:1. O gerador poderá também realizar uma varredura crescente, aplicando-se uma tensão negativa ao terminal VCF.
- Saídas TTL/CMOS;
- Principal (OUTPUT);

4.1.3 Representação do gerador em um diagrama

Num circuito, o gerador de funções é representado pelo símbolo indicado na Figura 8. O símbolo dentro do círculo representa a forma de onda gerada.

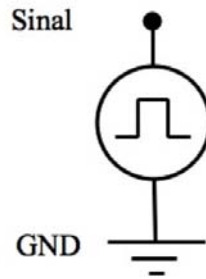


Figura 8 – Representação esquemática de um gerador de funções num circuito elétrico.

4.2 Medida de Período e Frequência

Ligue a saída do gerador de sinais ao canal 1 do osciloscópio, conforme apresentado na Figura 9. Ajuste o gerador para que as formas de onda, frequências e amplitudes conforme indicados nas Tabelas 1, 2 e 3. Meça cada frequência com o osciloscópio, anotando respectivamente a posição da chave de varredura horizontal (time/div) e o número de divisões ocupadas por um período da forma de onda. Para uma das medidas da onda senoidal, quadrada e triangular, faça o esboço da forma de onda nas Figuras 9, 10 e 11.

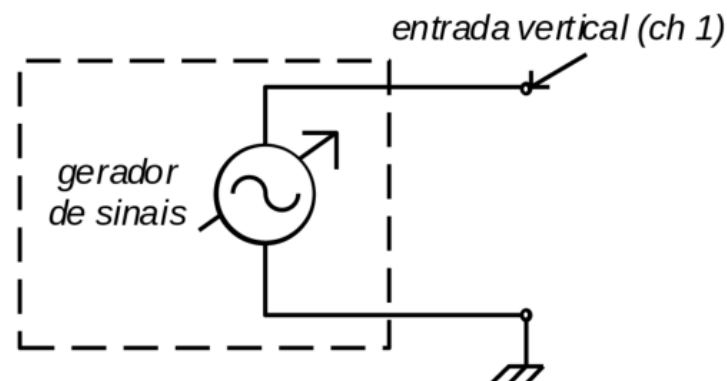


Figura 9 – Representação da ligação do gerador de sinais

Tabela 1: Onda senoidal

f_{gerador} (Hz)	Posição da chave do atenuador horizontal [time/div]	Num.de divisões (div)	T_{medido} (osciloscópio) (time/div x div) = s	$F_{\text{calculado}} =$ $1/T_{\text{medido}}$ (Hz)
1kHz				
5kHz				

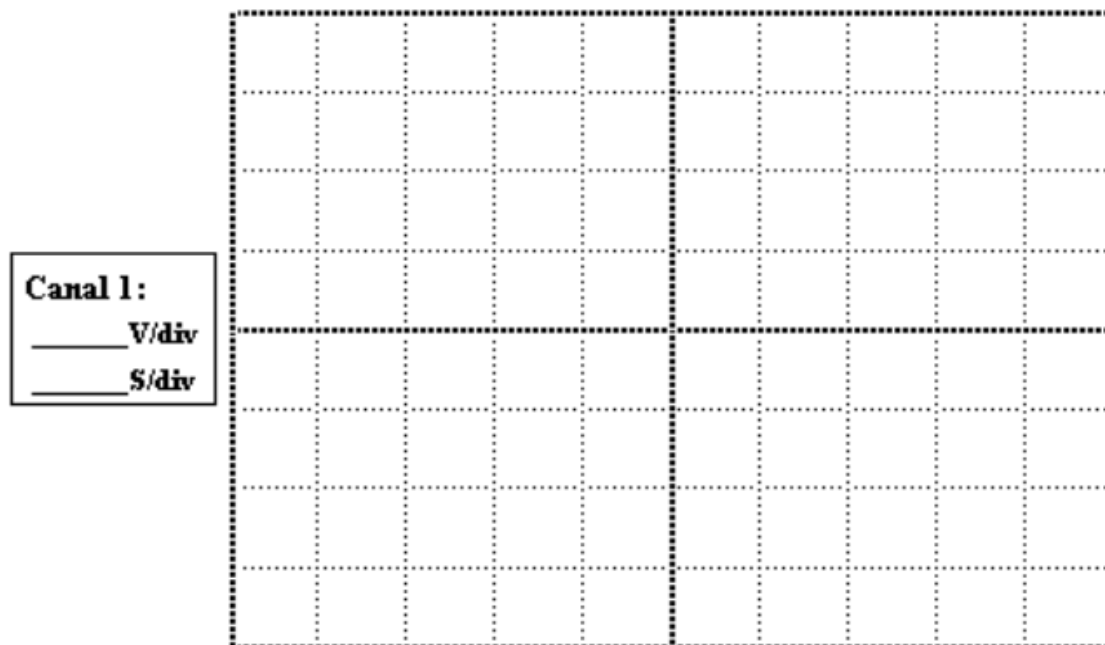


Figura 9 – Desenho da onda senoidal

Tabela 2: Onda quadrada simétrica

f_{gerador} (Hz)	Posição da chave do atenuador horizontal [time/div]	Num.de divisões (div)	T_{medido} (osciloscópio) (time/div x div) = s	$F_{\text{calculado}} =$ $1/T_{\text{medido}}$ (Hz)
500				
2kHz				

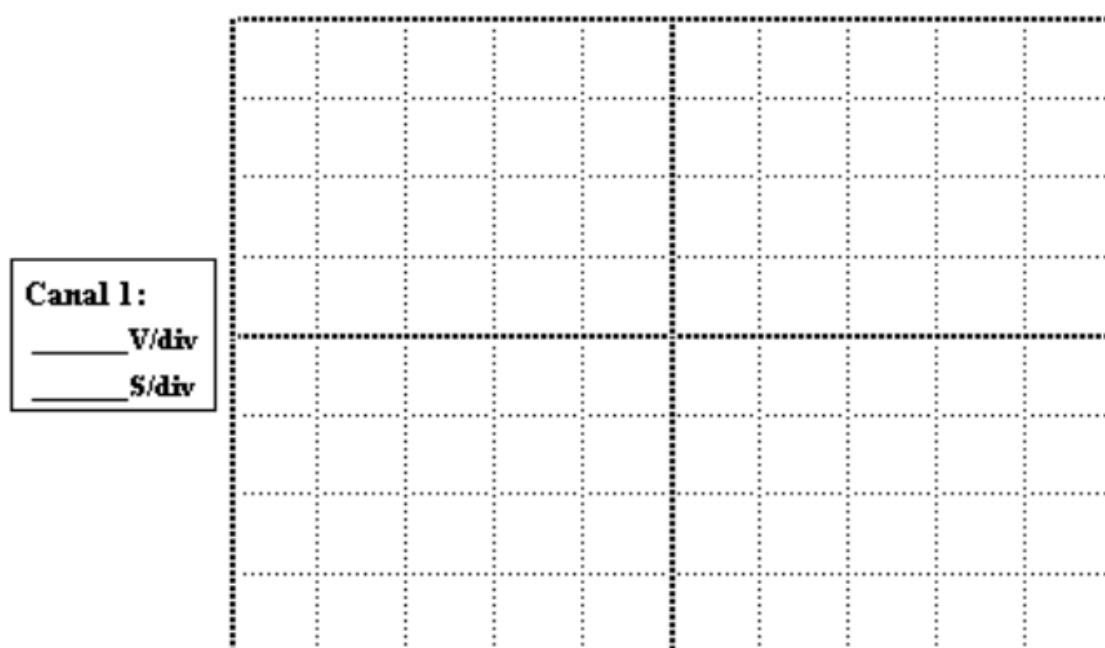


Figura 10 – Desenho da onda quadrada simétrica

Tabela 3: Onda triangular

f_{gerador} (Hz)	Posição da chave do atenuador horizontal [time/div]	Num.de divisões (div)	T_{medido} (osciloscópio) (time/div x div) = s	$F_{\text{calculado}} =$ $1/T_{\text{medido}}$ (Hz)
800				
3kHz				

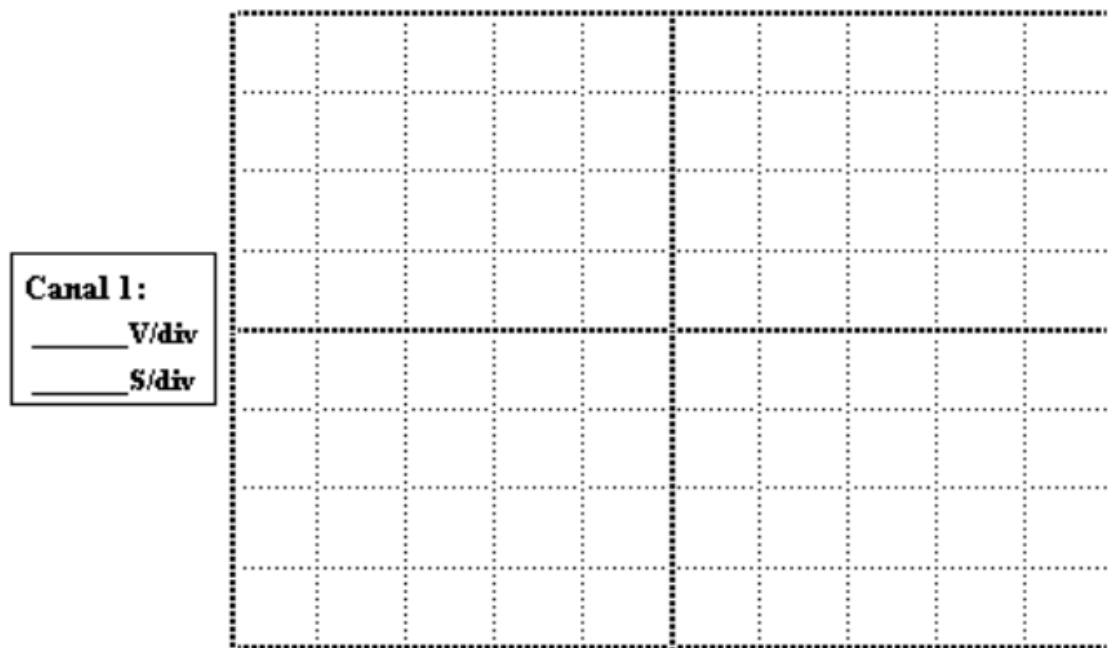


Figura 11 – Desenho da onda triangular

5 Aprofundamento na operação do osciloscópio e do gerador de funções

5.1 Execução de medidas com diferentes escalas e utilizando cursores

- Ajuste a amplitude para 4Vpp (pico a pico) com 1kHz no gerador de funções;
- Altere as escalas de tensão para 0,5V, 1V, 2V e 5V por divisão e faça a leitura das amplitudes;
- Com o menu botão “Cursor”, que habilita a exibição do menu de “Cursores” na tela do osciloscópio.
- No menu “Cursores” na tela, selecione o “Tipo”: Amplitude. Aparecem 2 linhas horizontais na tela, como apresentado na Figura 12.

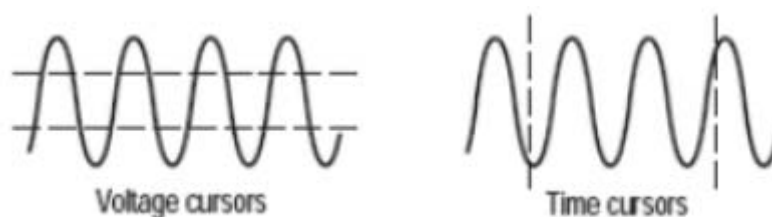


Figura 12 - Cursores do osciloscópio

- Pressione o botão “Cursor 1”. Isto seleciona o cursores 1 para ser movimentado; o movimento deve ser feito através do “botão de múltiplas funções”.
- Gire o botão de múltiplas funções para posicionar o cursores 1 no patamar superior;
- Pressione o botão “Cursor 2”. Isto seleciona o cursores 2 para ser movimentado; o movimento também deve ser feito através do “botão de múltiplas funções”.
- Gire o botão de múltiplas funções para posicionar o cursores 2 no patamar inferior.
- No 3º campo do menu “Cursors” aparece uma grandeza: ΔV (a diferença de tensão entre os pontos onde cada cursor cruza a forma de onda). Além disso, cada um dos campos “Cursor 1” e “Cursor 2” mostra a diferença de tensão entre o ponto onde o cursores cruza a forma de onda e o zero do respectivo canal.
- Preencha o valor da amplitude para cada uma das tensões selecionadas. Observe que algumas escalas são adequadas para medir e outras não. Para as que não for possível medir, escreva um X.

0,5V	1V	2V	5V

- Altere as escalas de tempo para $100\mu s$, $250\mu s$, $500\mu s$ e $1ms$ por divisão.

Menu de cursor

- Pressione o botão “Cursor”. Selecione “Tipo”: Tempo.
- Pressione o botão de opção “Cursor 1”. Isto seleciona o cursor 1 para ser movimentado; o movimento deve ser feito através do “botão de múltiplas funções”.
- Gire o botão de múltiplas funções para posicionar o cursor 1 no 1º traço de subida da onda;
- Pressione o botão de opção “Cursor 2”.
- Gire o botão de múltiplas funções para posicionar o cursor 2 no 2º traço de subida da forma de onda.
- No 3º campo do menu aparecem 3 grandezas: Δt (a diferença de tempo entre os 2 cursores), $1/\Delta t$ e ΔV (a diferença de tensão entre os pontos onde cada cursor cruza a forma de onda). Além disso, cada um dos campos “Cursor 1” e “Cursor 2” mostra duas grandezas: o tempo entre o início da forma de onda (dado pela posição horizontal do “trigger”) e o cursor e a diferença de tensão entre o ponto onde cursor cruza a forma de onda e o zero do respectivo canal.
- Apresente os valores do período e da frequência na tabela abaixo. Observe que algumas escalas são adequadas para medição e outras não. Para as que não for possível medir, escreva um X.

	$100\mu s$	$250\mu s$	$500\mu s$	$1ms$
Período				
Frequência				

- Selecione a melhor escala de tensão e de tempo para a sua medida.

5.2 Utilização do menu de medidas

Uma alternativa à medida “visual” é configurar o osciloscópio para fazer medições automáticas. Há vários tipos disponíveis de medição (período, frequência, tensão pico-a-pico, fase, entre outros), mas apenas 5 podem ser exibidas ao mesmo tempo.

- Ajuste o gerador de funções para o formato senoidal, 10Vpp e 60Hz.
- Pressione o botão Measure, que habilita a exibição de 5 grandezas no canto direito da tela do osciloscópio. Cada uma das 5 medidas exibidas na tela pode ser configurada para medir qualquer um dos 16 parâmetros disponíveis, sendo que a medida pode ser feita sobre a forma de onda do canal 1, do canal 2 ou até sobre a forma de onda resultante de uma operação matemática envolvendo as 2 formas de onda.
- Pressione o botão localizado ao lado da 1ª grandeza (de cima para baixo) e o submenu “Medida 1” será exibido. Selecione “Origem”: CH1 e “Tipo”: Frequência.
- Pressione o botão de opção “Voltar” e a primeira grandeza já estará configurada para medir a frequência do canal 1.
- Pressione o botão localizado ao lado da 2ª grandeza. Selecione “Origem”: CH1 e “Tipo”: Período.
- Pressione o botão “Voltar” e a 2ª grandeza estará configurada para medir o período do canal 1.
- Pressione o botão localizado ao lado da 3ª grandeza e selecione “Origem”: CH1 e “Tipo” Pico a Pico.
- Pressione o botão “Voltar”.
- Pressione o botão localizado ao lado da 4ª grandeza e selecione “Origem”: CH1 e “Tipo” Max (valor máximo da forma de onda).
- Pressione o botão “Voltar”.
- Pressione o botão localizado ao lado da 5ª grandeza e selecione “Origem”: CH1 e “Tipo” Larg. Pos. (largura positiva da forma de onda).
- Pressione o botão “Voltar”.
- Preencha a tabela abaixo com os valores medidos.

Frequência	Período	Pico a Pico	Max	Lar. Pos.

5.3 Medição em circuitos

Aplicar o gerador de sinais no circuito mostrado na Figura 12. Efetuar as medidas das tensões pico a pico (Vpp) utilizando o osciloscópio e compara com os valores teóricos.

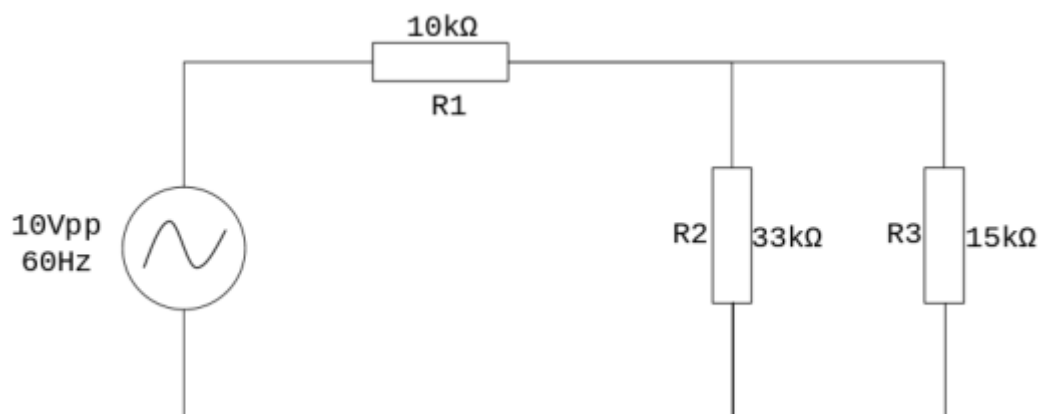


Figura 12 – Circuito puramente resistivo em corrente alternada.

Tensão (Vpp)	Osciloscópio	Teórico
V_{R1}		
V_{R2}		
V_{R3}		