

Conceitos de Eletricidade

Aula 14 - Osciloscópio

Apresentação

Nesta aula, falaremos sobre o osciloscópio digital. Você absorverá alguns princípios e regras básicas para o seu uso em laboratório e terá a oportunidade de aprender a manusear o osciloscópio digital de duas entradas (ou dois canais), modelo DSO-X 2022^a, fabricado pela Agilent Technologies. Veremos também que o osciloscópio é um dispositivo que nos apresenta o comportamento temporal de um dado sinal por meio de gráficos em sua tela (amplitude versus tempo). Você passará a trabalhar com esse equipamento, observando detalhes de sua operação e alguns procedimentos básicos para medição de parâmetros inerentes aos sinais elétricos.

Objetivos

- Entender alguns princípios que regem a operação de uso de um osciloscópio, identificar suas áreas de tela e os itens mais importantes do seu painel frontal.
- Ajustar as pontas de provas para evitar erros de medição.
- Ajustar as escalas horizontal e vertical do dispositivo (tempo e amplitude) e ajustar o osciloscópio para compensar as possíveis atenuações ocasionadas pelas pontas de provas.
- Entender a necessidade do sistema de TRIGGER (ou gatilhamento) e saber como utilizá-lo.
- Identificar sinais CC ou CA na tela do osciloscópio e diferenciar o acoplamento CC e CA.
- Medir amplitude, período e frequência de um sinal.
- Alterar o modo de acoplamento do dispositivo e o nível da referência ou terra utilizado.
- Realizar medidas automáticas com o osciloscópio.

O que é um Osciloscópio?

Até agora, trabalhamos apenas com medições de tensão ou corrente, sem qualquer relação com o tempo. Mas e se quisermos saber quanto tempo durou um sinal? Em que instante ocorreu o seu valor máximo? E a sua forma? A resposta para essas e outras perguntas podem ser obtidas por meio do uso de um dos principais instrumentos de bancada: o osciloscópio.

Assim, o osciloscópio é um aparelho muito comum em diversas aplicações na área de eletrônica, principalmente em atividades relacionadas à manutenção de dispositivos eletrônicos. A partir dele, podemos visualizar o comportamento temporal de um sinal na tela de um monitor (por meio de gráficos em coordenadas X-Y e em tempo real), seja este sinal analógico ou digital. Logo, a sua utilização pode ser comparada a um BBB (Big Brother Brasil) do mundo eletrônico, pois nada escapa aos “olhos” desse curioso aparelho. Dessa forma, diversas características do sinal, como amplitude, período e frequência, podem ser visualizadas de maneira amigável e interativa.

A presença de um monitor em sua estrutura nos passa uma falsa ideia de que o osciloscópio é um instrumento recente. Assim, para aqueles que acham que esse aparelho pertence ao século XXI, estão muito enganados. O primeiro osciloscópio foi desenvolvido em 1897 pelo físico alemão Karl Ferdinand Braun, ganhador do prêmio Nobel de 1909. Porém, esse aparelho só passou a ser comercializado no início do século seguinte, com o surgimento de novas tecnologias industriais, como o tubo de raios catódicos.

Karl Ferdinand Braun nasceu em 6 de junho de 1850, na cidade de Fulda, na Alemanha. Passou por diversas instituições de ensino no seu país até chegar aos Estados Unidos, no início da Primeira Guerra Mundial. Morreu em 20 de abril de 1918, no Brooklin, Nova Iorque. Apesar de suas importantes contribuições na área de eletricidade (como o primeiro osciloscópio), ele ganhou o prêmio Nobel (1909) por trabalhos desenvolvidos na área de telegrafia sem fio, em conjunto com o cientista italiano Guglielmo Marconi.

Atividade 01

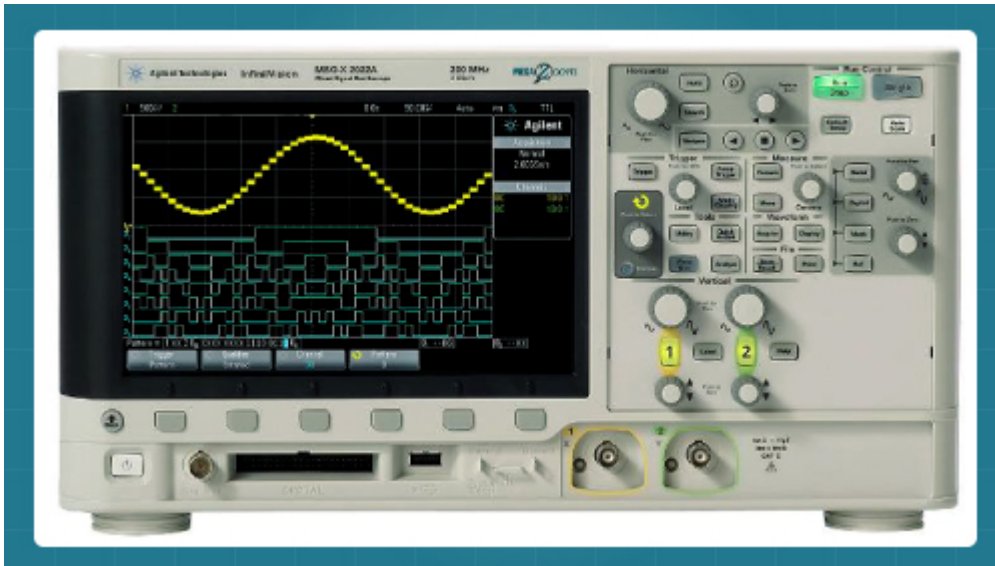
1. Caro (a) aluno (a), pesquise como funciona (ou funcionava) o tubo de raios catódicos e onde ele foi utilizado, além do osciloscópio e apresente um breve resumo com suas aplicações.

Preliminares

Basicamente, existem dois tipos de osciloscópios: o analógico e o digital. O primeiro deles utiliza um monitor de raios catódicos para exibir o comportamento do sinal, enquanto o segundo, uma tela de cristal líquido (LCD). Entretanto, existem diversas diferenças entre eles, mas que não serão mencionadas por estarem fora dos objetivos da nossa disciplina. Ademais, além de um monitor ou tela LCD (moderno, não?), o osciloscópio dispõe de botões, chaves e luzes indicadoras, o que nos permite interagir com o instrumento de inúmeras formas. Por exemplo, podemos reduzir ou aumentar o nível de detalhes do sinal medido, salvar imagens da tela (quando disponível), calibrar o instrumento, fazer testes com sinais predefinidos e assim por diante.

No nosso curso, iremos trabalhar com um osciloscópio digital de duas entradas (ou dois canais), como o apresentado na **Figura 1**. Apesar de ser um modelo bem particular (modelo DSO-X 2022A da Agilent Technologies), os conceitos básicos apresentados serão fundamentais para o uso de qualquer outro osciloscópio, independente do fabricante, do número de canais e do seu tipo (analógico ou digital).

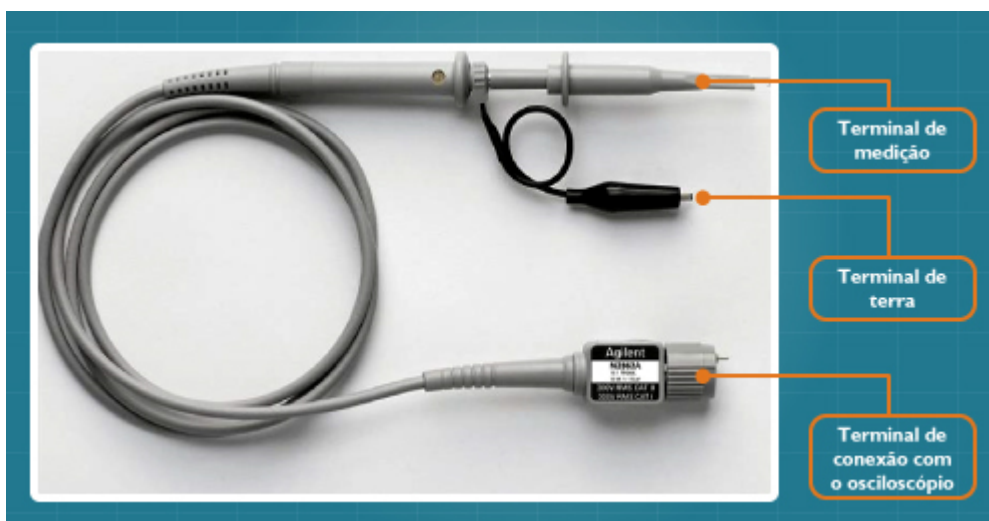
Figura 01 - Imagem do osciloscópio digital 2022A da Agilent Technologies.



Fonte: <<http://www.home.agilent.com/agilent/por&ct=PRODUCT&cc= BR&pselect=SR.PM-Search%20Results.Overview>>. Acesso em: 25 jun. 2012.

Um acessório muito importante no uso do osciloscópio é a ponta de prova ou, simplesmente, a ponteira do osciloscópio (**Figura 2**). Ela dispõe de dois terminais de trabalho, sendo um destinado ao sinal que se deseja medir (terminal de medição) e o outro destinado ao referencial de terra, terminal de terra ou terminal de referência do circuito. **Nunca** se esqueça de conectar esses dois terminais ao circuito, pois a falta de um deles pode resultar em medições inadequadas, principalmente quando o terminal de terra não está conectado. Logo, outra recomendação importante é **jamais** conectar a ponteira do osciloscópio à tomada da rede elétrica, sob o risco de danificar o equipamento e/ou causar danos à sua saúde.

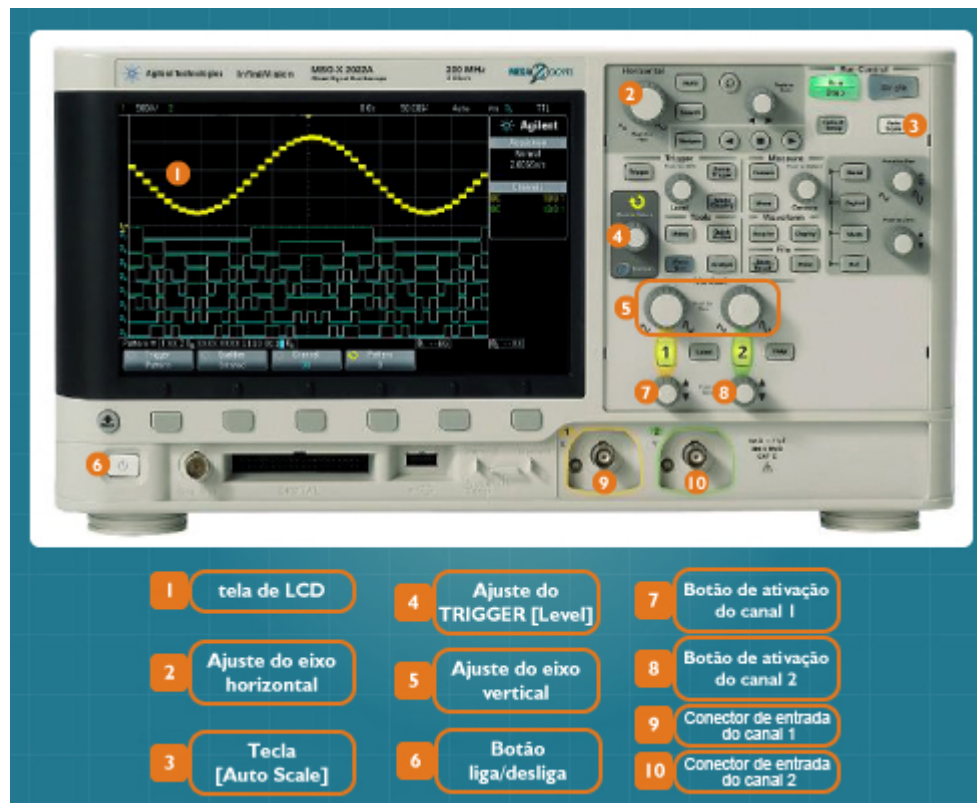
Figura 02 - Ponta de prova do osciloscópio



Fonte: <> Acesso em: 25 jun. 2012.

Antes de começarmos a trabalhar com o osciloscópio, precisamos conhecer um pouco mais sobre o seu painel frontal. Para isso, a **Figura 3** apresenta os principais itens desse instrumento, com destaque para o botão de liga/desliga, os dois canais de entrada (conexão com as ponteiros) e as chaves seletoras para o eixo horizontal (base de tempo) e o eixo vertical (amplitude do sinal).

Figura 03 - Painel frontal do osciloscópio digital com destaque para os seus principais itens.



Fonte: <<http://www.home.agilent.com/agilent/product.jsp?Overview>> Acesso em: 25 jun. 2012.

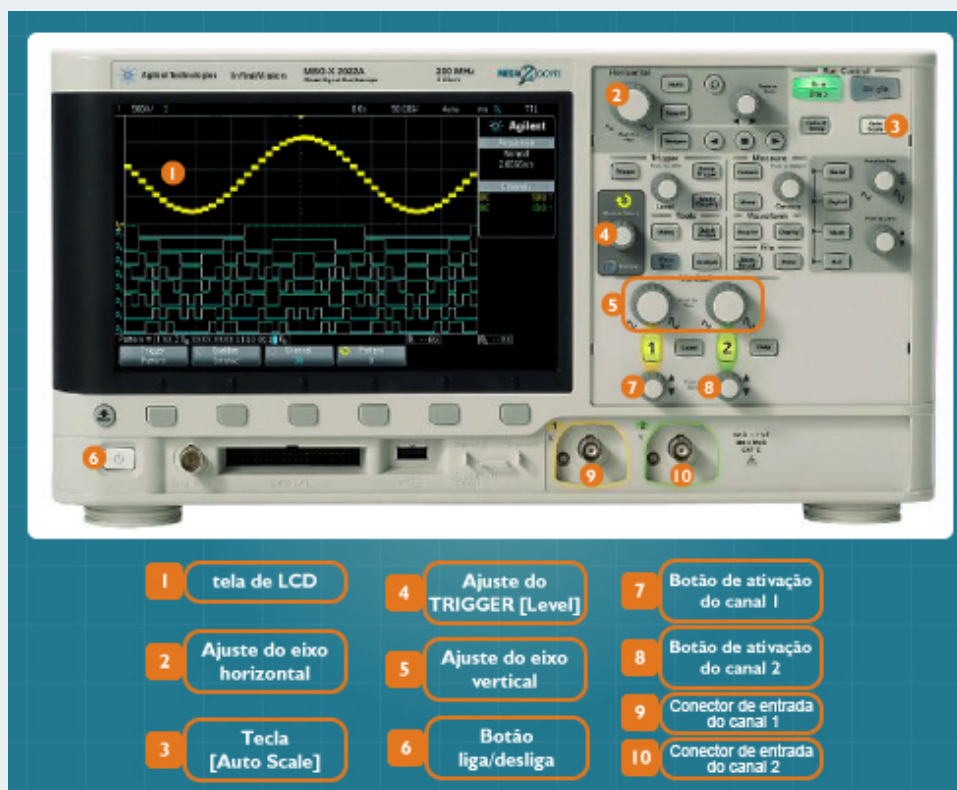
Ajuste da Escala

Como mencionado anteriormente, o sinal medido é apresentado na forma de um gráfico X-Y, onde no eixo X (horizontal) temos o tempo, e no eixo Y (vertical) temos a amplitude do sinal. Assim como no multímetro, a escolha adequada da escala é fundamental para o nosso aparelho. Lembre-se de que para medir um sinal de 10 V, não podemos escolher uma escala de 20 mV. Por isso, é necessário escolher uma escala bem maior, como a de 20 V, por exemplo. Já no caso do osciloscópio, o

que devemos fazer é ajustá-lo para que o sinal medido possa caber na tela do instrumento, sendo tal procedimento realizado por meio dos comandos **Ajuste do eixo horizontal** e **Ajuste do eixo vertical** (ver [Figura 3](#)).

Tudo certo até aqui, você já sabe que é necessário utilizar os controles vertical e horizontal para ajustar a escala do instrumento. Mas e se existisse um botão que desse pra fazer isso automaticamente? Seria interessante, não? Felizmente, o nosso osciloscópio dispõe de um botão que nos dá esta possibilidade, chamado de botão [*Auto scale*] (ver [Figura 3](#)). Outros osciloscópios também possuem esse recurso, o que nos permite, na maioria dos casos, economizar tempo e, em algumas situações, a nossa preciosa paciência. Entretanto, é interessante ressaltar que nem sempre esse recurso está disponível, dependendo da marca ou modelo do aparelho.

Figura 03 - Painel frontal do osciloscópio digital com destaque para os seus principais itens.

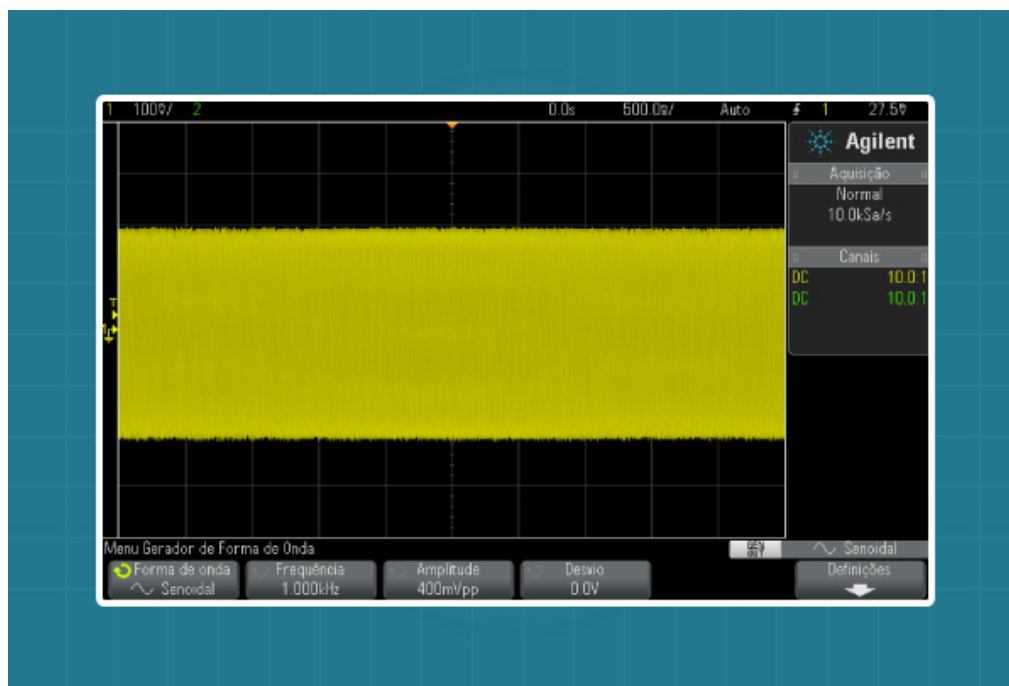


Fonte: <<http://www.home.agilent.com/agilent/product.jsp?Overview>> Acesso em: 25 jun. 2012.

Assim, para exemplificar a importância do ajuste de escala no osciloscópio, a **Figura 4** apresenta um sinal medido sem qualquer preocupação com as escalas mencionadas (horizontal e vertical). Difícil de tirar qualquer conclusão, não é? Por

outro lado, se utilizarmos os ajustes corretamente (por meio do botão [*Auto scale*], por exemplo), obtém-se algo como o apresentado na **Figura 5**. Com base nesse novo resultado, podemos observar que o sinal medido é do tipo senoidal, o que já é um grande avanço quando comparado à situação anterior.

Figura 04 - Sinal medido sem o ajuste das escalas do osciloscópio.



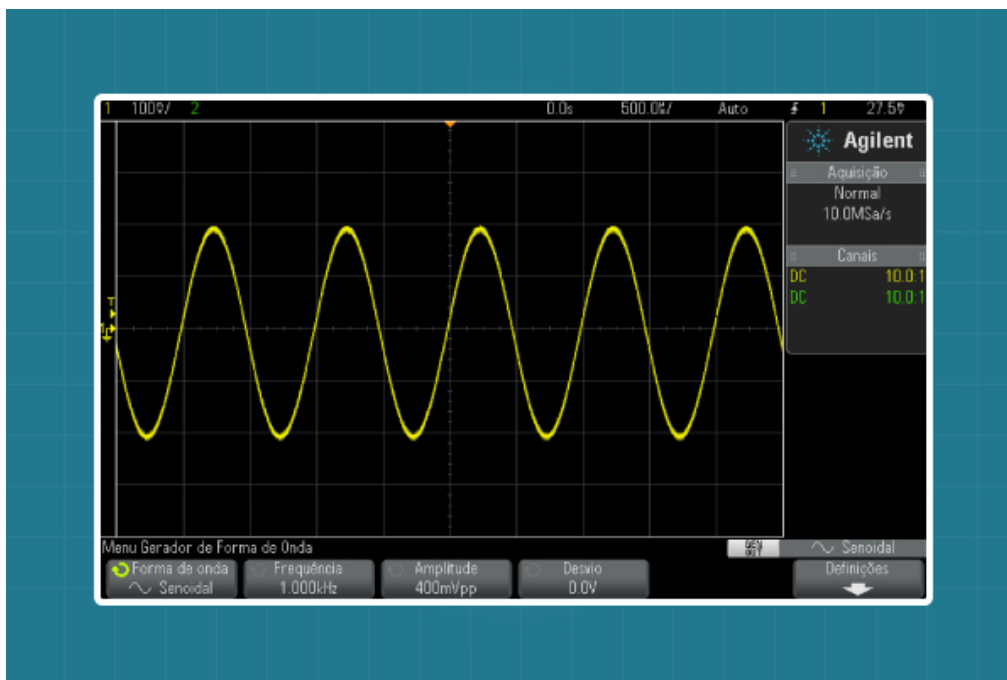
Fonte: Adaptada de Agilent Technologies.

Atividade 02

1. Com base no manual do equipamento disponível no laboratório, é possível realizar um ajuste fino nas escalas horizontal e vertical? Em caso afirmativo, informe como devemos proceder.

Sistema de TRIGGER

Figura 05 - Sinal medido sem o ajuste das escalas do osciloscópio.

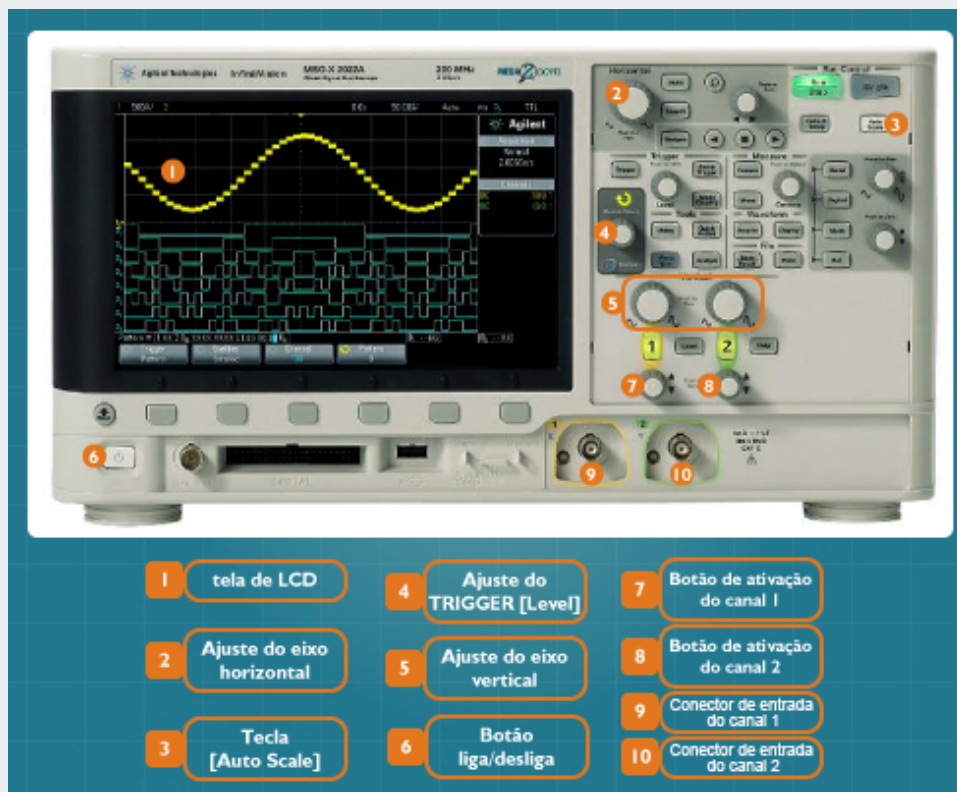


Fonte: Adaptada de Agilent Technologies.

Teoricamente, o osciloscópio nos apresenta um gráfico que pode oscilar diversas vezes com o tempo (pense em um seno, por exemplo). Dessa forma, como podemos medir período, frequência e amplitude máxima desse sinal, se ele não para na tela? E pior, se a frequência desse sinal aumentar? Parece que nesta situação se torna inviável qualquer tipo de medição com o nosso instrumento, não é mesmo? Negativo, a maioria dos osciloscópios “quebra mais esse galho” pra gente, já que dispõe de um sistema interno chamado de TRIGGER (ou gatilhamento), que é responsável por estabilizar o gráfico na tela do dispositivo. Assim, apesar de sua evolução com o tempo, o sinal pode ser observado corretamente.

Normalmente, podemos trabalhar com o TRIGGER de duas formas diferentes: uma manual e outra automática. Na primeira, o sinal é estabilizado com uso de uma chave seletora, chamada no nosso modelo de osciloscópio de [Level] (ver [Figura 3](#)), e na segunda por meio do botão [Auto scale] ou da própria chave [Level] quando pressionada.

Figura 03 - Painel frontal do osciloscópio digital com destaque para os seus principais itens.

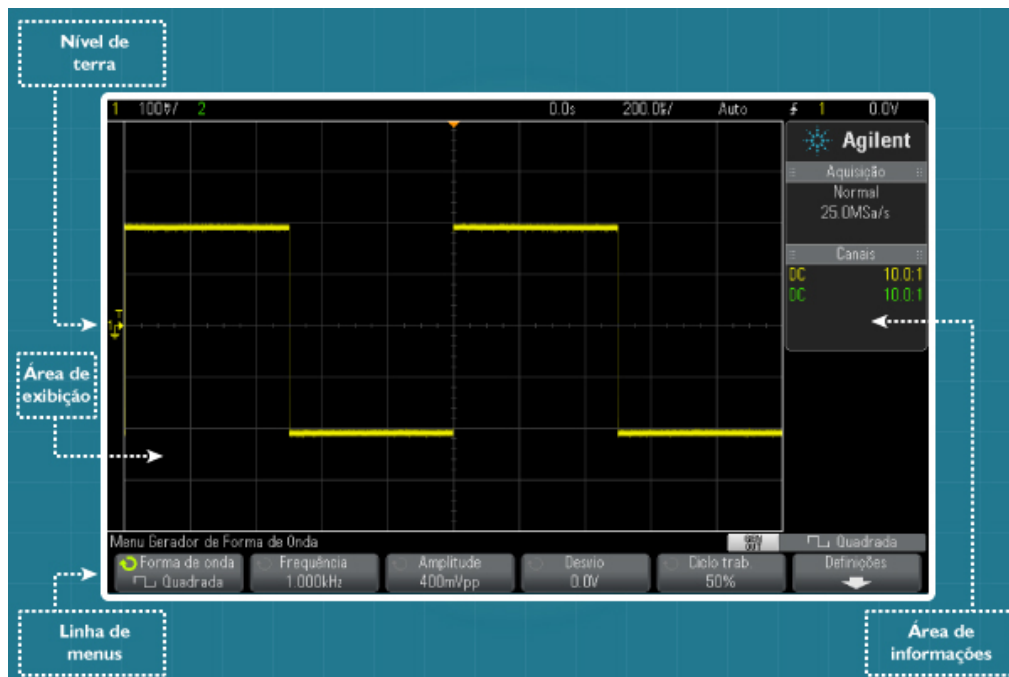


Fonte: <<http://www.home.agilent.com/agilent/product.jsp?Overview>> Acesso em: 25 jun. 2012.

Conhecendo a Tela do Osciloscópio

Uma vez que os sinais medidos serão apresentados na tela do osciloscópio, precisamos conhecer um pouco mais sobre ela. A **Figura 6** apresenta a tela do osciloscópio para uma onda quadrada, obtida por meio do canal 1.

Figura 06 - Sinal medido após o ajuste das escalas do osciloscópio.



Fonte: Adaptada de Agilent Technologies.

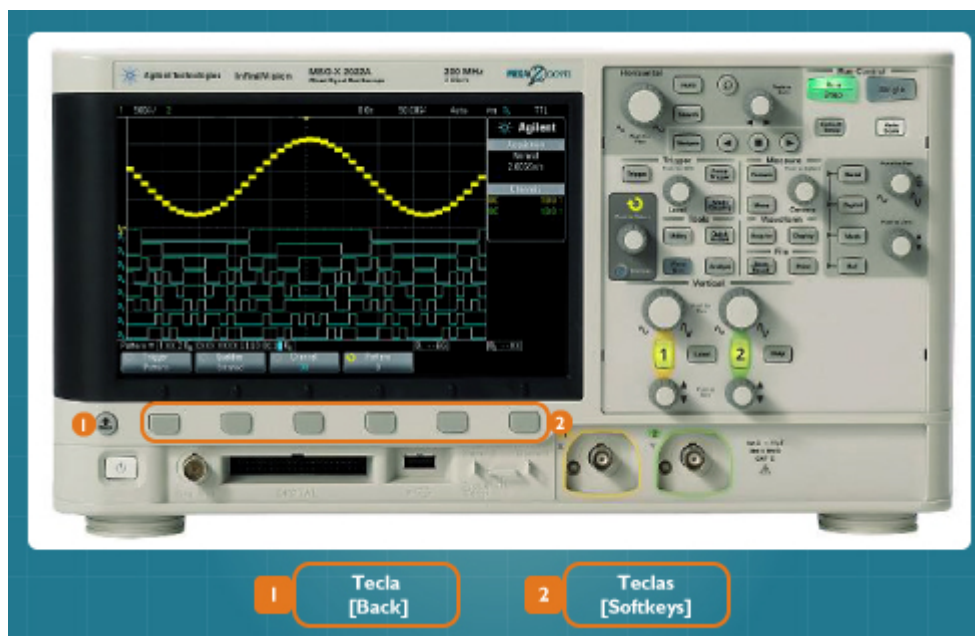
Agora, vamos analisar as principais áreas que fazem parte da tela do nosso modelo de osciloscópio. São elas: a **linha de status**, a **área de exibição**, a **área de informações** e a **linha de menus**. Logo, a parte superior, chamada de **linha de status**, apresenta informações sobre a configuração vertical de cada canal, a configuração horizontal e a configuração de disparo (ou TRIGGER). Dessa forma, as duas primeiras serão fundamentais para o cálculo de amplitude, frequência e período de um dado sinal. Já a configuração de disparo pouco será explorada no nosso curso, exceto em raros momentos.

Assim, localizada na parte central da tela, a **área de exibição** apresenta gráficos dos sinais medidos (neste caso, uma onda quadrada), identificadores de canal (note o **1** ao lado do gráfico), indicadores de disparo (T) e o nível de terra ou referência (ver **Figura 6**). É importante ressaltar que as informações de cada canal aparecem em cores diferentes, sendo o amarelo destinado ao canal 1 e o verde para o canal 2.

No lado direito da tela, temos a **área de informações** que, normalmente, apresenta resultados de medições automáticas (frequência, período, amplitude máxima do sinal, por exemplo), forma/velocidade de aquisição e detalhes sobre os canais analógicos.

Por fim, mas não menos importante, temos a **linha de menus**, que se localiza na parte inferior da tela. Logo, é interessante ressaltar que cada item de um menu pode ser acessado por meio das teclas [Softkeys] do painel frontal (ver **Figura 7**). Caso se deseje sair do menu atual, a tecla [Back] deve ser pressionada.

Figura 07 - Painel frontal do osciloscópio com destaque para as teclas *Softkeys*.



Fonte: <<http://www.home.agilent.com/agilent/product.jsp?id=1945059&pageMode=OV&pid=1945059&lc=por&ct=PRODUCT&cc=BR&pselect=SR.PM-Search%20Results.Overview>>. Acesso em: 25 jun. 2012

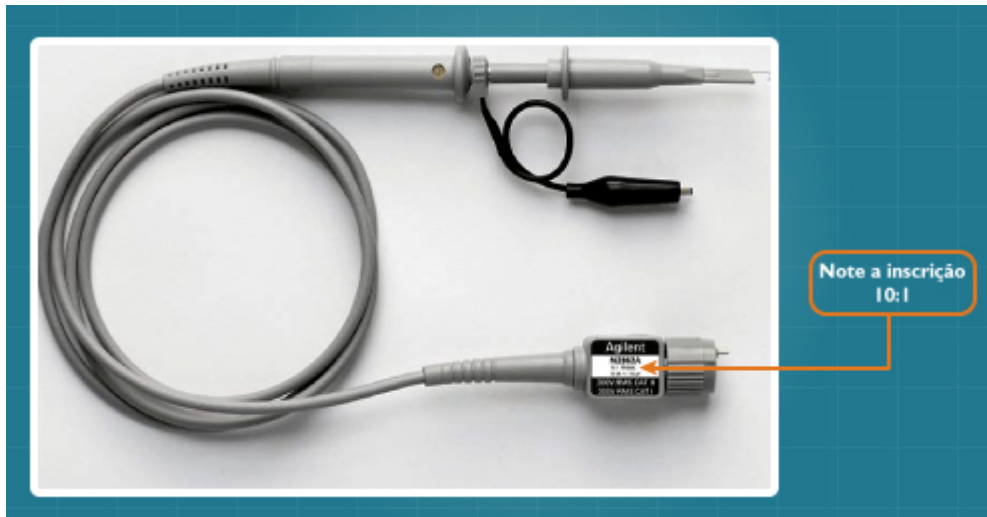
Calibração das Pontas de Prova

Em muitas situações, o primeiro procedimento a ser realizado ao ligar o osciloscópio é o processo de calibração das pontas de prova. Isso consiste em ajustar cada ponta de prova com base na medição de um sinal pré-determinado e gerado pelo próprio osciloscópio. Dessa forma, saberemos se as pontas (caso se utilize mais de uma), bem como o osciloscópio, estarão em perfeitas condições de uso, ou se ajustes adicionais serão necessários.

Algumas pontas apresentam, ainda, um processo automático de redução ou amplificação do sinal medido. Mas como saber se existe essa redução ou amplificação na nossa ponta? Como saber qual foi o fator de redução ou amplificação utilizado? Uma forma comum de obter essas informações é

observando o próprio corpo da ponta de prova. Deve-se procurar por alguma inscrição no formato $xx:y$, em que xx e y sejam números inteiros. No nosso caso, a ponteira N2862B da Agilent apresenta um adesivo no terminal de conexão com o osciloscópio. Nele é possível observar algumas informações importantes, dentre elas, a inscrição 10:1 (ver **Figura 8**). Essa relação 10:1 (leia-se “10 pra 1”) nos informa que antes de ser processado pelo osciloscópio, o sinal medido é dividido por um fator de 10 e só depois apresentado na tela do instrumento.

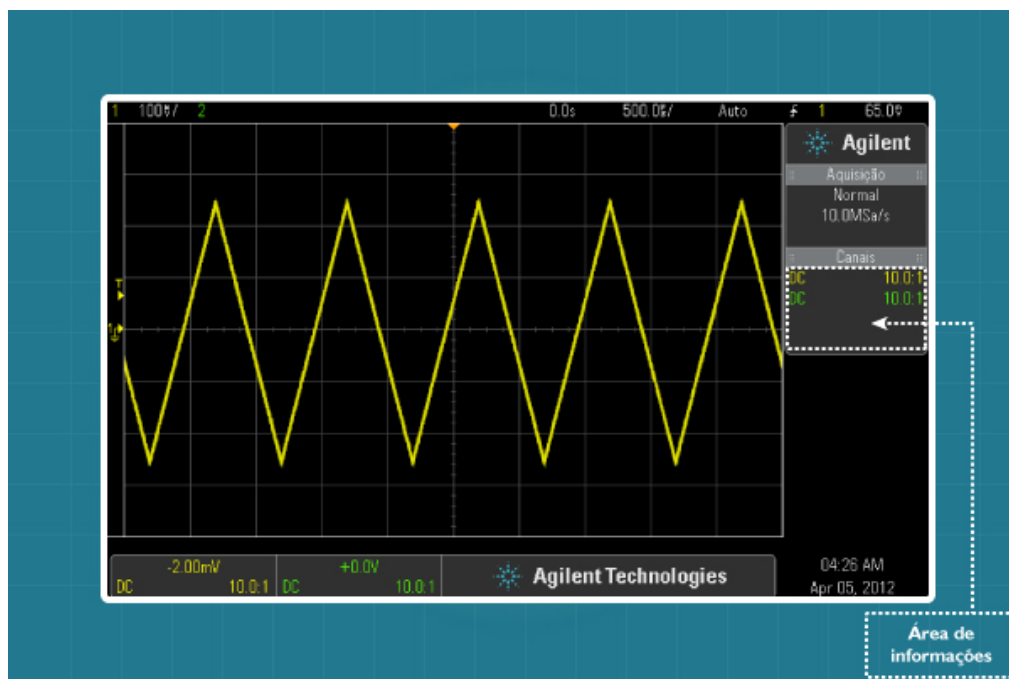
Figura 08 - Ponta de prova do osciloscópio



Fonte: <<http://www.home.agilent.com/agilent/product.jsp?cc=BR&lc=por&nid=-34025.964557>>. Acesso em: 15 maio 2012.

Nesse contexto, nos surge agora uma nova pergunta: como observar o sinal medido sem qualquer redução ou amplificação? Enquanto a forma mais fácil de resolver esse problema é utilizar uma ponteira do tipo 1:1, alternativamente o osciloscópio também é capaz de resolver esse problema sem a necessidade de equipamento adicional. Assim, ele pode reduzir ou amplificar internamente o sinal medido de forma semelhante ao que acontece com a nossa ponteira. Por exemplo, se o sinal for reduzido com base em um fator de 10, o osciloscópio pode amplificar o sinal medido pelo mesmo fator, e vice-versa. Em seguida, a presença de amplificação ou redução do sinal pelo osciloscópio pode ser observada no lado direito da tela. Para o nosso caso (ponteira N2862B), devemos verificar se o texto “10:1” está presente na área de informações do osciloscópio (**Figura 9**). “Trocando em miúdos”, em caso afirmativo, o osciloscópio nos informa que o canal 1 (ou 2) está configurado para compensar uma ponteira do tipo 10:1 e assim apresentar um sinal sem modificações em sua amplitude original.

Figura 09 - Tela do osciloscópio com destaque para a área de informações.



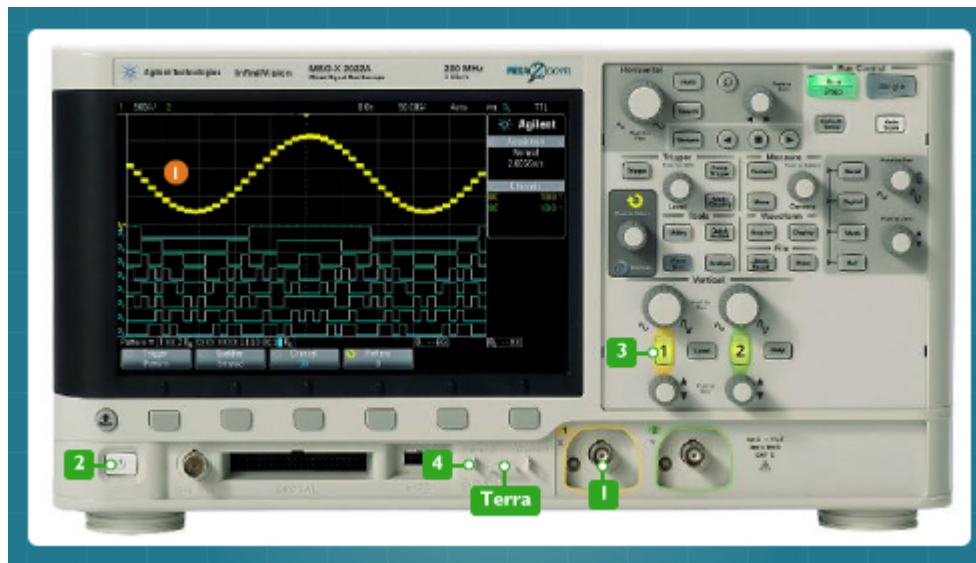
Fonte: Adaptada de Agilent Technologies.

Procedimento de Calibração da Ponta de Prova

Para **calibrar a ponteira** do osciloscópio, caso esteja usando o nosso modelo de osciloscópio ou um similar, siga os seguintes passos (**Figura 10**).

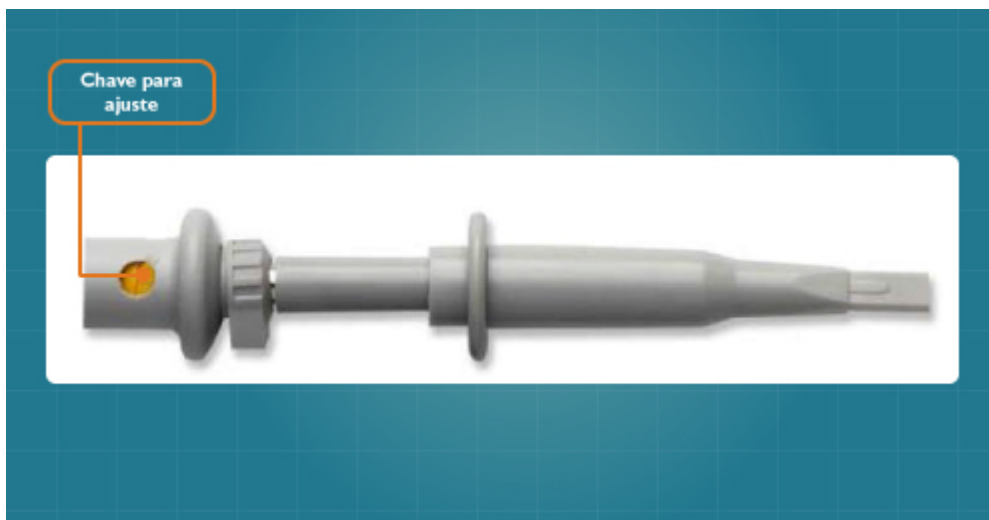
1. Conecte a ponteira em um dos canais de entrada do osciloscópio.
2. Ligue o instrumento pressionando o botão liga/desliga.
3. Certifique-se de que o canal desejado está ativo. Para ativá-lo, pressione a tecla do canal ao qual a ponteira está conectada.
4. Conecte o terminal principal da ponta de prova ao terminal Demo 2 (*Probe comp*) do osciloscópio. Em seguida, conecte também o terminal terra da ponteira ao terminal terra do osciloscópio.
5. Pressione o botão [*Auto scale*].
6. Ajuste a chave da ponteira (**Figura 11**) com uma ferramenta não metálica (fornecida com a ponta de prova) até que os traços horizontais na tela se tornem o mais reto possível (**Figura 12**).

Figura 10 - Sequência de operações para calibrar a ponteira do osciloscópio.



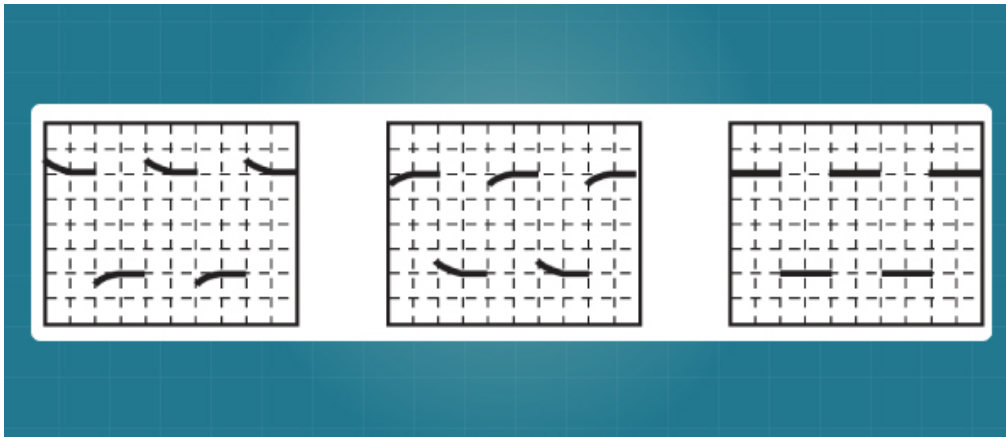
Fonte: <<http://www.home.agilent.com/agilent/product.jsp?id=1945059>>. Acesso em: 15 maio 2012.

Figura 11 - Detalhe da ponteira N282B do osciloscópio.



Fonte: Adaptada de Agilent Technologies.

Figura 12 - Formatos de traço para o sinal medido.



Fonte: Adaptada de Agilent Technologies.

Para **verificar a ponteira** do osciloscópio, siga os seguintes passos.

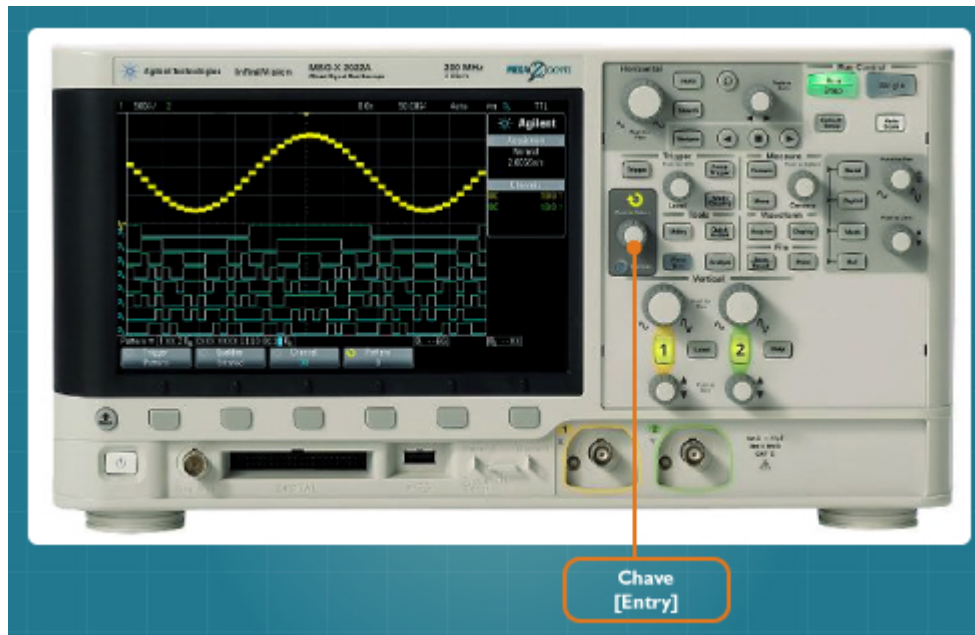
1. Conecte a ponteira em um dos canais de entrada do osciloscópio.
2. Ligue o instrumento pressionando o botão liga/desliga.
3. Pressione o botão de ativação do canal desejado.
4. No menu do canal, escolha o item **Ponta de prova** e depois, **Ponta de prova verificar**.
5. Conecte o terminal principal da ponta de prova ao terminal Demo 2 (*Probe comp*) do osciloscópio. A seguir, conecte também o terminal terra da ponteira ao terminal terra do osciloscópio.
6. Selecione **Ok** no menu principal.

Para alterar o **fator de amplificação** ou **redução do sinal**, siga os seguintes passos.

1. Conecte a ponteira em um dos canais de entrada do osciloscópio.
2. Ligue o instrumento pressionando o botão liga/desliga.
3. Pressione o botão de ativação do canal desejado.
4. No menu do canal, escolha o item **Ponta de prova** e depois, **Ponta de prova 10.0:1** (ou algo similar).

Por fim, gire a chave indicada na **Figura 13** (chave [*Entry*]).

Figura 13 - Painel do osciloscópio com destaque para a chave [Entry].



Fonte: <<http://www.home.agilent.com/agilent/product.jsp?id=1945059>> Acesso em: 15 maio 2012.

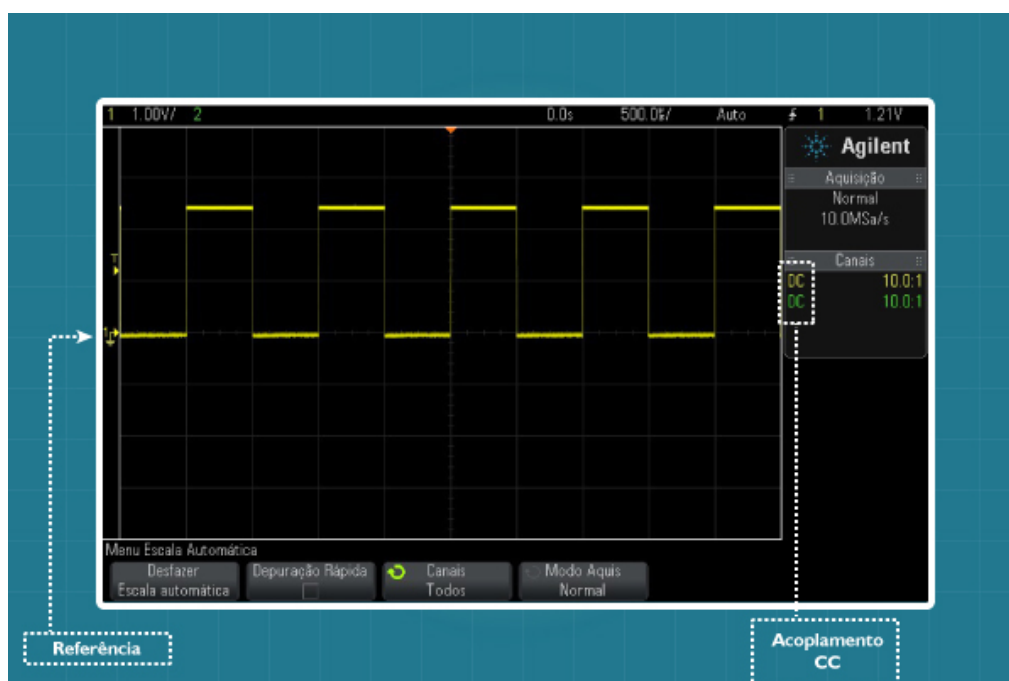
Tipos de Sinais

Pois bem, antes de realizar qualquer medição (amplitude, frequência, período etc.), precisamos saber como são os possíveis sinais elétricos que vamos trabalhar. Na nossa primeira aula, assim como nas aulas básicas de eletricidade, falamos um pouco sobre sinais contínuos (CC) e alternados (CA). Lembre-se de que a diferença entre eles consiste na mudança de polaridade da tensão ou, de forma equivalente, na mudança de sentido da corrente em um circuito. As **Figuras 14** e **15** apresentam, respectivamente, exemplos de sinal CC (onda quadrada) e de sinal CA (onda senoidal), obtidos no osciloscópio. Mas como podemos saber quais sinais apresentados no osciloscópio são CC ou CA? A resposta é muito simples. Basta verificarmos se existe sinal tanto na parte superior da referência (ou terra do canal) quanto na parte inferior. Nesse caso, o sinal medido é do tipo CA.

Atenção

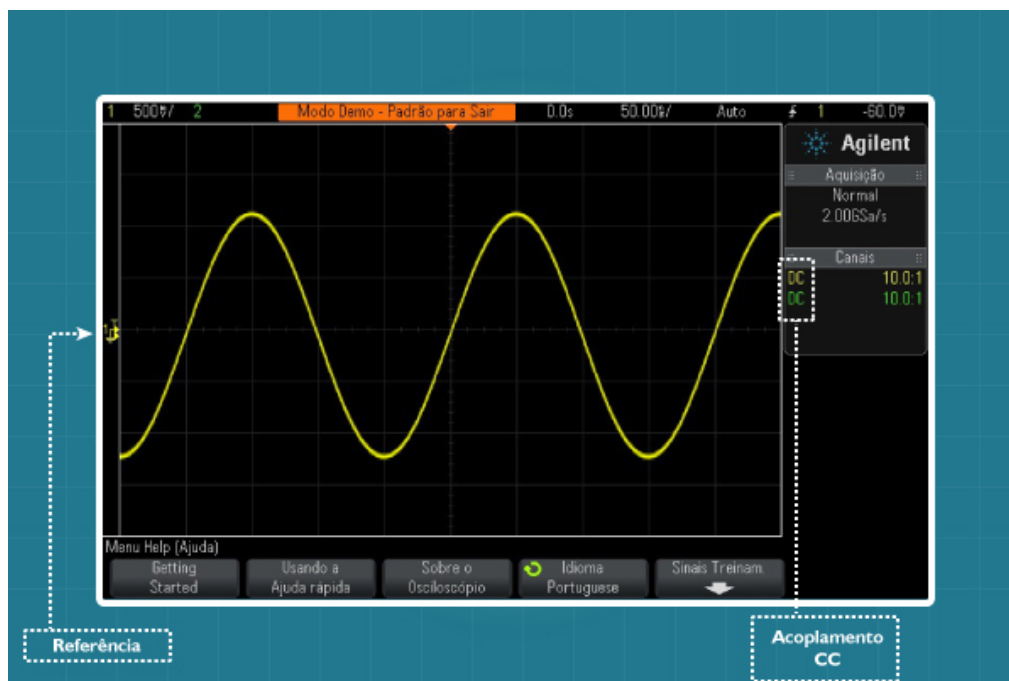
Essa forma de verificar se o sinal é do tipo CC ou CA é válida somente no modo de operação com **acoplamento CC**. Falaremos mais sobre esse assunto no final desta aula. Por hora, note nas figuras citadas, o texto **DC** ao lado de **10.0.1** na área de informações (canal 1 e 2). Isso indica que o modo de operação com o acoplamento CC está ativo.

Figura 14 - Exemplo de um sinal CC medido por meio do osciloscópio.



Fonte: Adaptada de Agilent Technologies (2014).

Figura 15 - Exemplo de um sinal CA medido por meio do osciloscópio.



Fonte: Adaptada de Agilent Technologies (2014).

Independente de o sinal ser CC ou CA, ele pode, ainda, ser classificado como periódico ou não, o que inevitavelmente nos remete à definição de **período** e **frequência**. Uma vez que um dos objetivos do osciloscópio é medi-los, vamos conversar um pouco sobre eles.

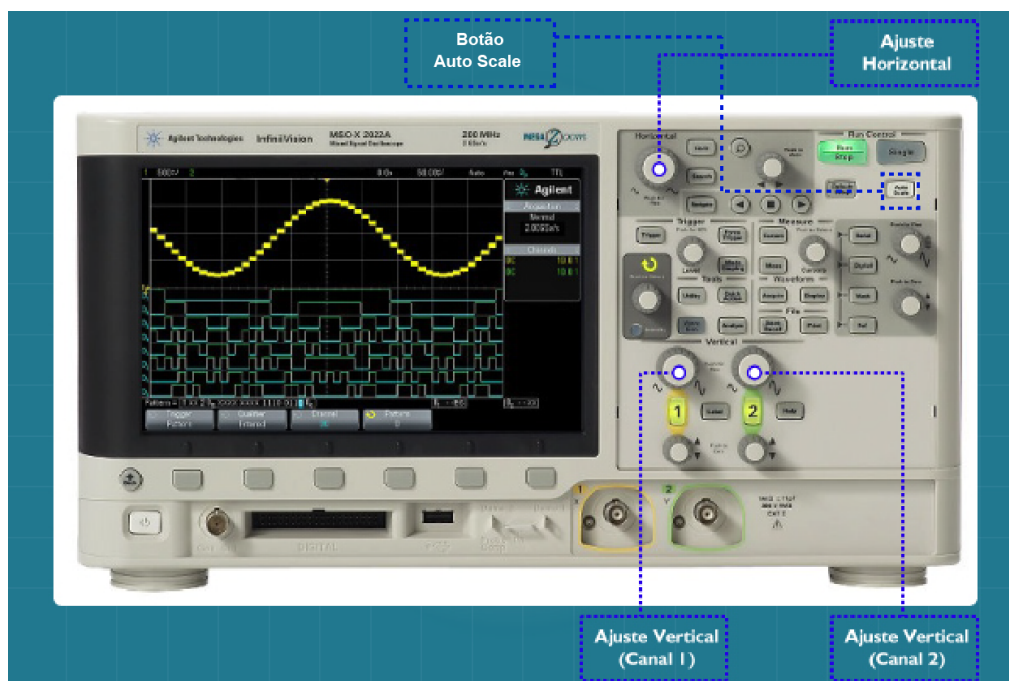
Considere novamente a **Figura 15** como exemplo. Nela, podemos verificar que o sinal medido se repete a cada T unidades de tempo. Em outras palavras, o parâmetro T representa o menor intervalo de tempo para o qual esse sinal se repete. Tal informação pode ainda ser observada tomando-se dois picos sequenciais (ou dois vales) para análise. Dada a sua importância, o parâmetro T foi **batizado** com um nome especial: o **período** do sinal. Já o seu inverso ($1/T$), também importante em diversas aplicações, foi definido como **frequência**, e corresponde ao número de ciclos do sinal verificado em um dado intervalo de tempo.

Medição de Amplitude, Período e Frequência

Com base nas explicações dadas, já podemos falar sobre a medição de amplitude, período e frequência por meio do osciloscópio. Para tal, vamos supor que desejamos medir o período de certo sinal senoidal. A primeira coisa a se fazer é

conectar a ponteira do osciloscópio ao sinal desejado e ajustar as escalas de tempo e amplitude pelas chaves “horizontal” e “vertical” ou pelo botão [Auto Scale] (**Figura 16**).

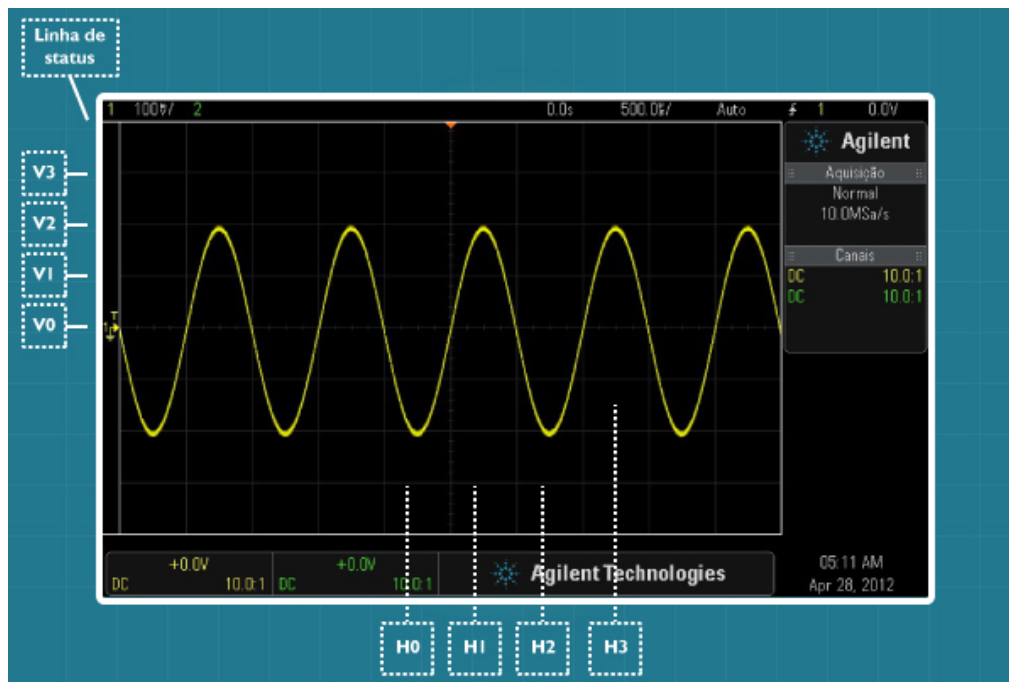
Figura 16 - Painel do osciloscópio com destaque para os ajustes horizontal/vertical e o botão [Auto Scale].



Fonte: <<http://cp.home.agilent.com/agilent7/is/image/Agilent/PROD-1945059-01?MAIN>>
Acesso em: 14 jul. 2014.

Suponha que o resultado da nossa primeira aquisição seja o apresentado na **Figura 17**. Observe a presença de várias divisões horizontais e verticais na tela do osciloscópio, elas foram nomeadas de H0 a H3, e V0 a V3. O ponto chave do nosso procedimento está na utilização dessas divisões, sendo fundamental sabermos quanto vale cada uma, seja no eixo horizontal (tempo) ou vertical (amplitude). Para tal, vamos consultar a **linha de status** na parte superior da tela. No exemplo proposto, analisando da esquerda para a direita, temos a informação de amplitude para o canal 1 (100 mV) e 2. Note que nenhuma informação é apresentada para este último canal, uma vez que ele não está ativo. Quanto à informação fornecida sobre o canal 1, ela indica que cada divisão vertical na tela do osciloscópio corresponde a 100 mv. Andando um pouco mais para direita, encontramos 500 μ s, o que nos informa que cada divisão na horizontal corresponde a esse valor.

Figura 17 - Exemplo de um sinal CA medido por meio do osciloscópio.



Fonte: Adaptada de Agilent Technologies (2014).

A partir das informações encontradas, já podemos calcular a amplitude, frequência e período do nosso sinal.

Vamos começar pela amplitude máxima V_p que o sinal possui no semiciclo positivo ou negativo. Note que acima da referência, o valor máximo do sinal ocupa duas divisões (de V_0 a V_2) e cada uma corresponde a 100 mv, ou seja, a sua amplitude máxima positiva é 200 mv. Como ele é um sinal simétrico, sua amplitude máxima negativa é -200 mv. Para finalizar, o valor de pico a pico (V_{pp}) da nossa função é 400 mv. Em suma:

$$V = (\text{Número de divisões na vertical}) * (\text{Base de amplitude para o canal})$$

O cálculo do período funciona de forma semelhante ao apresentado anteriormente. Tomando H_0 como referência, o sinal senoidal se repete a partir de H_2 . Dessa forma, o período do nosso sinal é 1000 μs (2 divisões x 500 μs) ou 1 ms. Em suma:

$$T = (\text{Número de divisões na horizontal}) * (\text{Base de tempo para o canal})$$

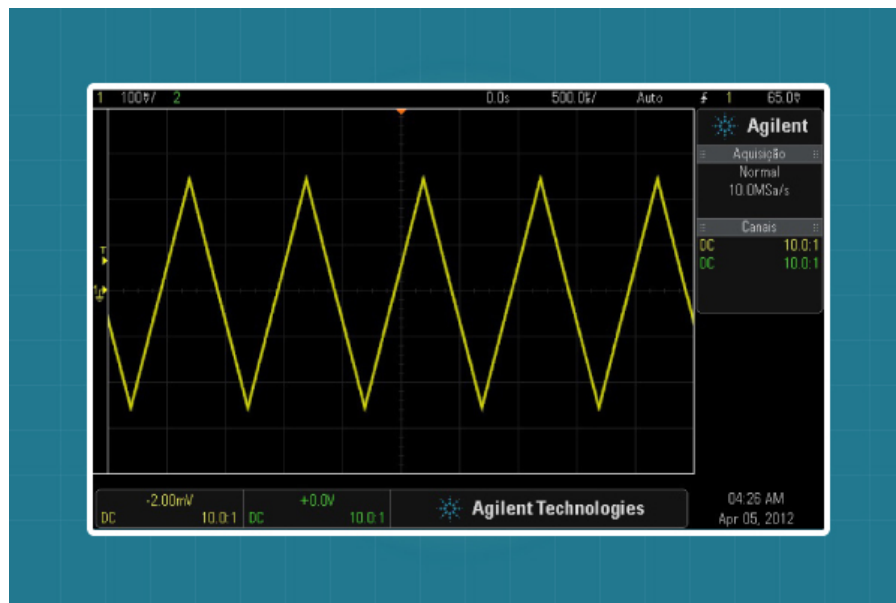
Por fim, uma vez que sabemos o período, a frequência é muito fácil de ser calculada:

$$F = 1/T = 1/(1 \text{ ms}) = 1 \text{ kHz}$$

Atividade 03

1. Calcule o valor máximo (V_p), período e frequência do sinal da **Figura 18**.

Figura 18 - Exemplo de um sinal medido por meio do osciloscópio.

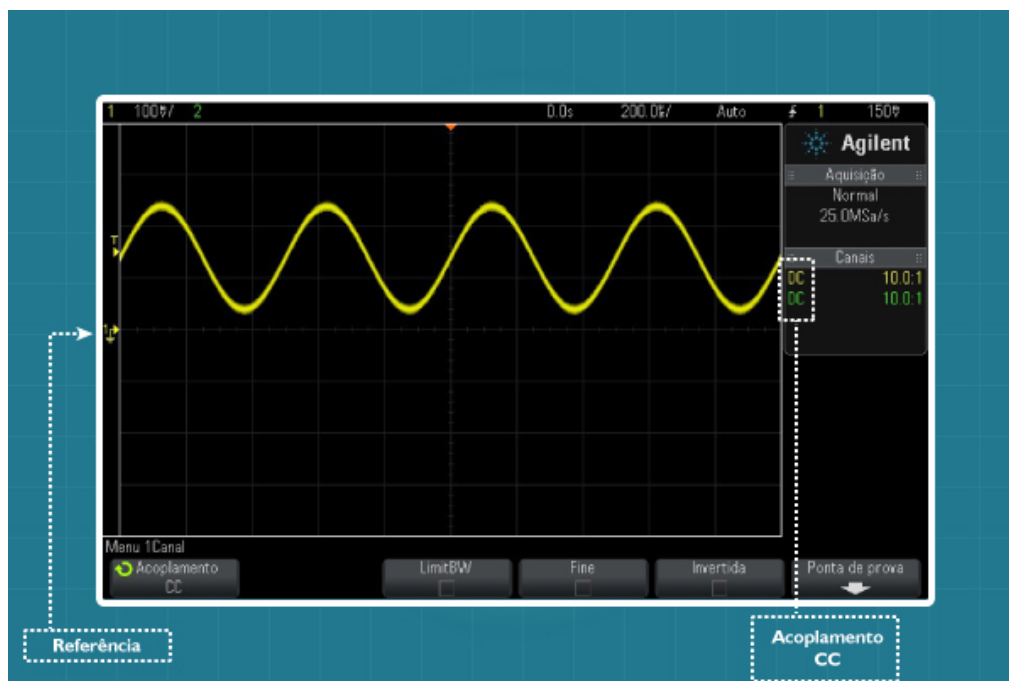


Fonte: Adaptada de Agilent Technologies (2014).

Acoplamento CC e AC

Para começar esse novo tópico, vamos considerar o sinal senoidal $x(t)$ apresentado na **Figura 19**. De cara, podemos observar que esse sinal é do tipo DC, certo? 100% correto. Observe que não existe informação abaixo da linha de referência (ou terra) e que o acoplamento atual do osciloscópio é CC. Nessa situação, aprendemos que a única possibilidade de classificação do sinal é DC. Entretanto, vamos analisá-lo um pouco mais de perto.

Figura 19 - Exemplo de um sinal DC medido por meio do osciloscópio (acoplamento CC).



Fonte: Adaptada de Agilent Technologies (2014).

O sinal $x(t)$ nada mais é do que um sinal senoidal somado a uma constante positiva. Assim, podemos utilizar a seguinte expressão para descrevê-lo:

$$x(t) = \text{um valor constante} + \text{um sinal senoidal}$$

Onde a primeira parcela corresponde à **componente DC** e a segunda corresponde à **componente AC** do sinal. É interessante ressaltar que, ao serem analisadas separadamente, essas componentes fornecem um sinal DC e AC, respectivamente. Detalhando um pouco mais,

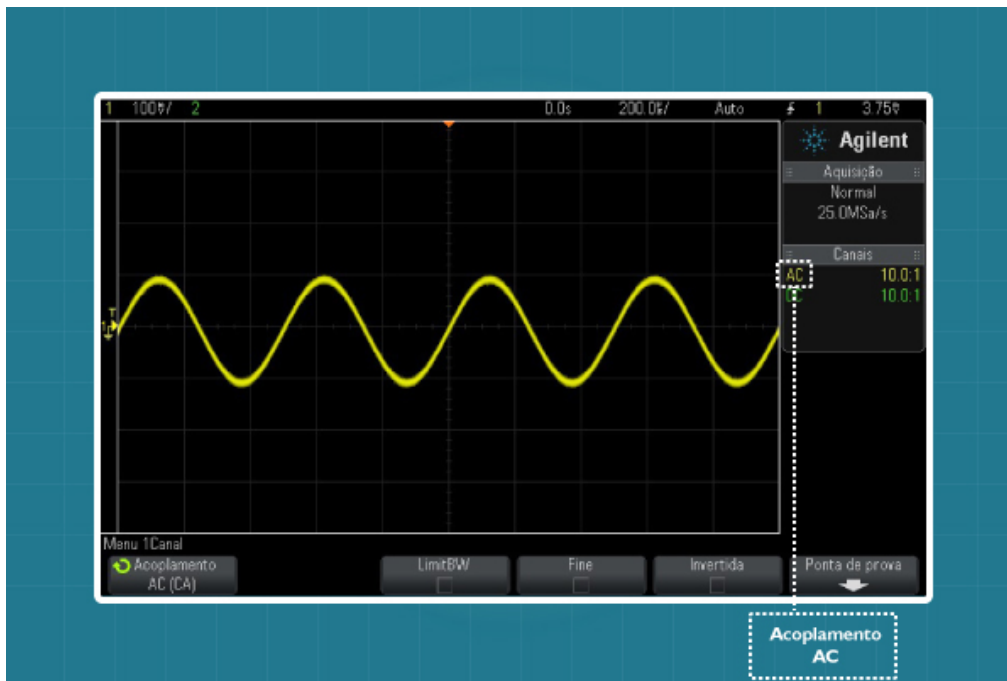
$$x(t) = 150mV + 100mV \cos(12560t)$$

Onde o valor 150 mV corresponde à componente DC (valor constante) e $100 \text{ mV} \cos(12560t)$ à componente AC (sinal senoidal).

Suponha agora que alguém deseja analisar apenas a componente AC de $x(t)$, como podemos utilizar o osciloscópio nessa tarefa? A resposta está diretamente ligada ao modo de acoplamento atual. A partir de uma nova configuração (acoplamento AC), podemos excluir a componente DC do sinal e visualizar somente

a componente AC. A **Figura 20** apresenta o mesmo sinal da **Figura 19**, obtido através do acoplamento AC. Note a presença do símbolo **AC** na **área de informações**, indicando o novo tipo de acoplamento.

Figura 20 - Exemplo de um sinal DC medido por meio do osciloscópio (acoplamento AC).



Fonte: Adaptada de Agilent Technologies (2014).

Ok, vamos refletir um pouco sobre os resultados obtidos (**Figuras 19 e 20**). Existe algo de errado com o nosso novo sinal? Parece que sim. O sinal $x(t)$, que inicialmente era DC, facilmente se tornou AC com a mudança no acoplamento. Como isso é possível? Fácil de explicar. O osciloscópio bloqueou a componente DC do sinal, apresentando na tela somente a componente AC, o que nos passa uma falsa impressão de mudança no tipo do sinal original.

Atenção!

Antes de classificar um sinal em DC ou AC, é necessário checar qual modo de operação está ativo. Por padrão, o nosso osciloscópio DSO-X 2012 da Agilent inicia com o acoplamento CC ativo. Em 90% dos casos, o acoplamento CC será o escolhido, uma vez que desejamos observar o sinal completo. Entretanto, caso seja necessário, podemos alternar para o acoplamento AC a qualquer momento da operação.

Procedimento para Modificar o Acoplamento do Osciloscópio

Para **modificar o acoplamento** atual do osciloscópio, siga os seguintes passos:

1. Conecte a ponteira em um dos canais de entrada do osciloscópio;
2. Ligue o instrumento pressionando o botão liga/desliga;
3. Pressione o botão de ativação do canal desejado;

No menu do canal, selecione o item **acoplamento CC** e depois escolha a opção **acoplamento AC (CA)** utilizando a chave [Entry] (**Figura 21**).

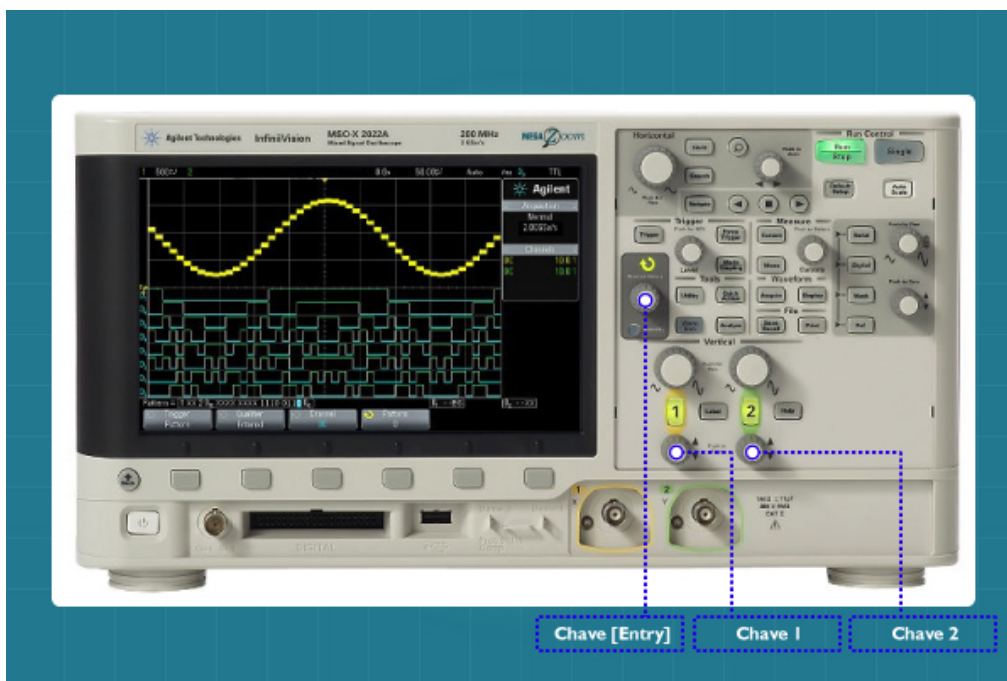
Mudança na Referência

Em nenhum momento falamos sobre como alterar o sinal de referência (ou terra) utilizado na medição. No entanto, esse procedimento é possível através das chaves 1 e 2 em destaque na **Figura 21**.

Atenção!

Mudar o nível do sinal de referência não altera o tipo ou classificação do sinal medido (DC ou AC). Consequentemente, o método de classificação anteriormente apresentado continua totalmente válido, mesmo com mudanças na referência utilizada.

Figura 21 - Painel do osciloscópio com destaque para a chave [Entry].

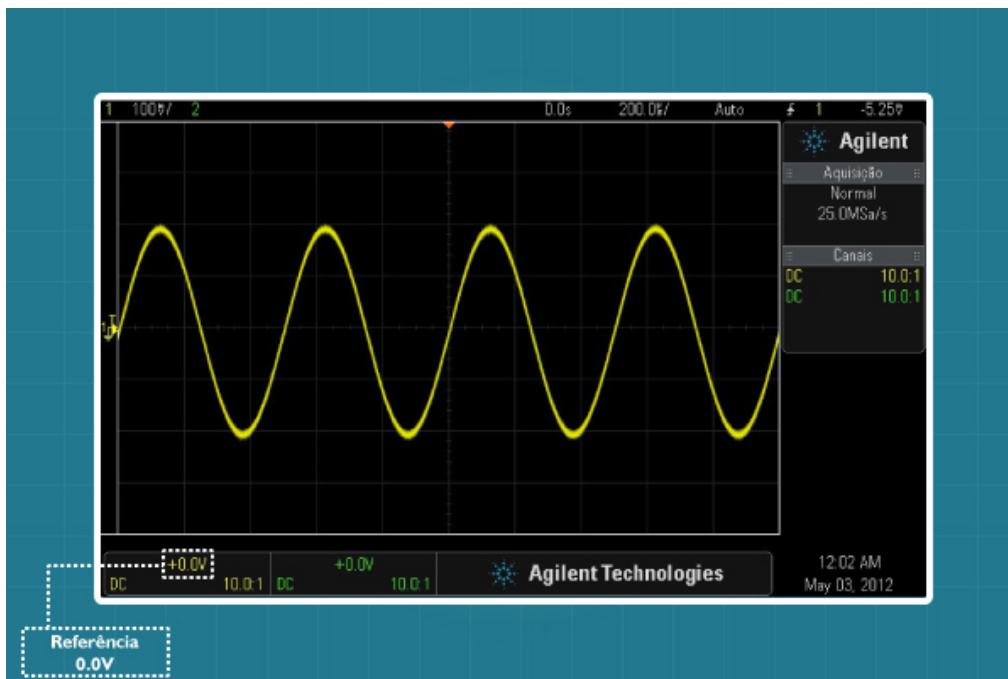


Fonte: <<http://cp.home.agilent.com/agilent7/is/image/Agilent/PROD-1945059-01?MAIN>>
Acesso em: 14 jul. 2014

Atividade 04

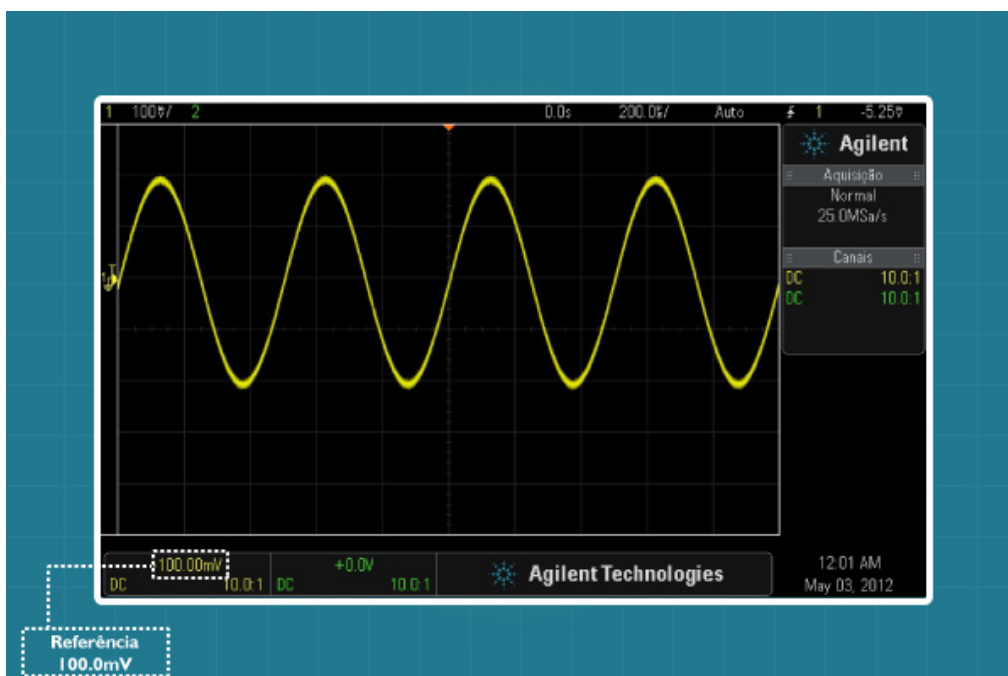
-
1. Com base no osciloscópio DSO-X 2022A da Agilent Technologies, responda: é possível ajustar automaticamente a referência (ou terra) para 0 volts? Em caso afirmativo, informe como devemos proceder.
-

Figura 22 - Exemplo de um sinal AC medido por meio do osciloscópio, com valor de Referência igual a 0.0V (acoplamento DC)



Fonte: Adaptada de Agilent Technologies (2014).

Figura 23 - Exemplo de um sinal AC medido através do osciloscópio, com valor de referência igual a 100.0mV (acoplamento DC).



Fonte: Adaptada de Agilent Technologies (2014).

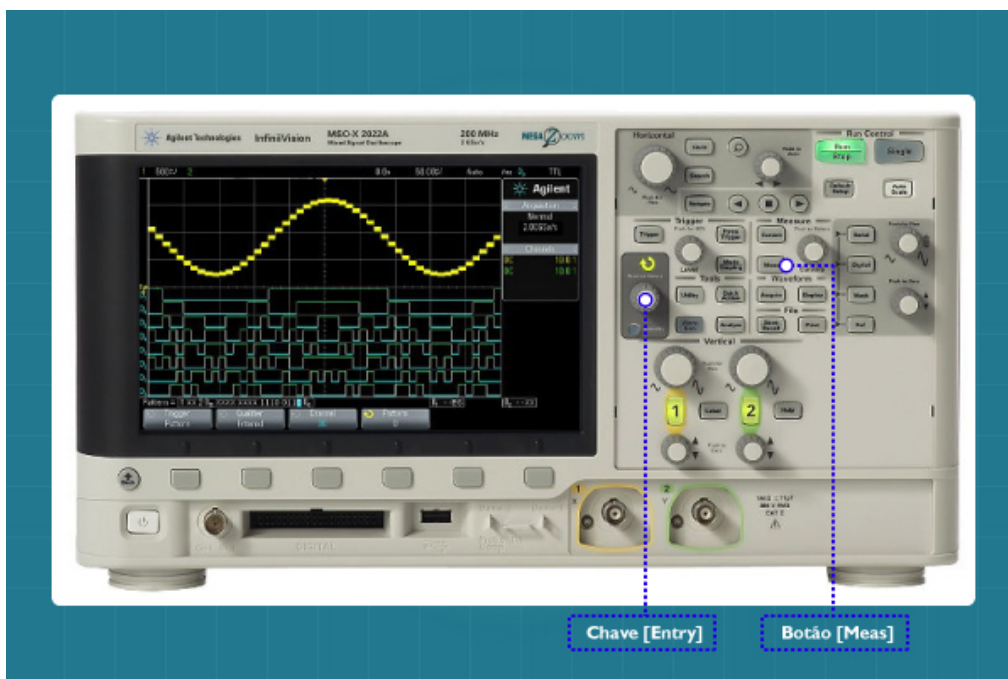
Medição Automática de Amplitude, Período e Frequência

Apesar de não termos mencionado, o nosso osciloscópio é capaz de realizar diversas medidas automáticas. Dentre elas, o valor máximo de uma função, período e frequência do sinal.

Para **realizar medidas automáticas** com o osciloscópio, siga os seguintes passos:

1. Conecte a ponteira em um dos canais de entrada do osciloscópio;
2. Ligue o instrumento pressionando o botão **liga/desliga**;
3. Conecte a ponteira ao ponto do circuito que deseja medir;
4. Utilize as configurações vertical e horizontal para ajustar o sinal. Lembre-se que você pode utilizar, ainda, o botão [*Auto Scale*];
5. Pressione o botão [*Meas*]; no menu atual, selecione o **tipo** de medição desejada (frequência, período etc.) e depois **adicionar medição**.

Figura 24 - Painel do osciloscópio com destaque para a chave [*Entry*] e o botão [*Meas*].

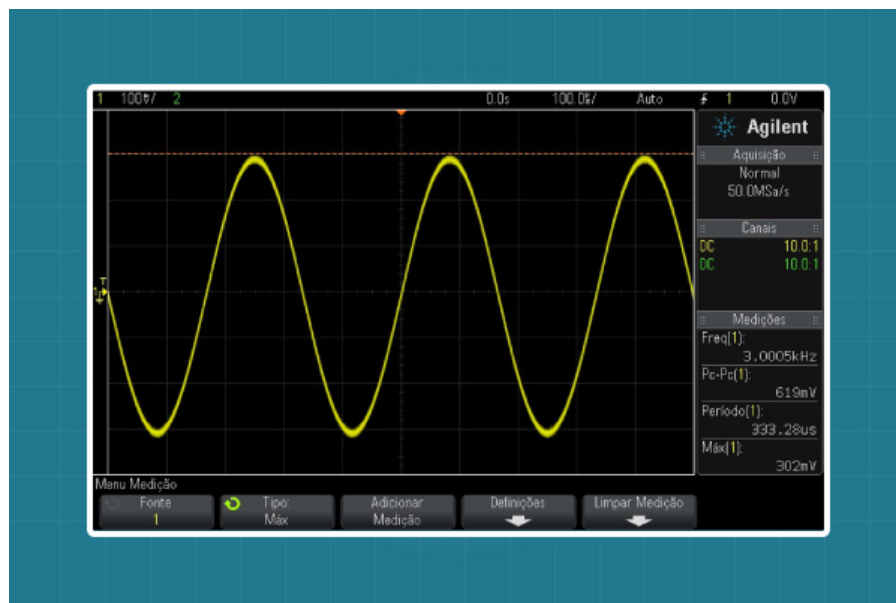


Fonte: <<http://cp.home.agilent.com/agilent7/is/image/Agilent/PROD-1945059-01?MAIN>>.

Atividade 05

1. A **Figura 25** apresenta os resultados da medição automática para um sinal senoidal. Calcule os valores de V_p (tensão de pico), V_{pp} (pico a pico), período e frequência. Os valores automáticos coincidem com os valores calculados?

Figura 25 - Exemplo de um sinal AC medido por meio do osciloscópio.



Fonte: Adaptada de Agilent Technologies (2014).

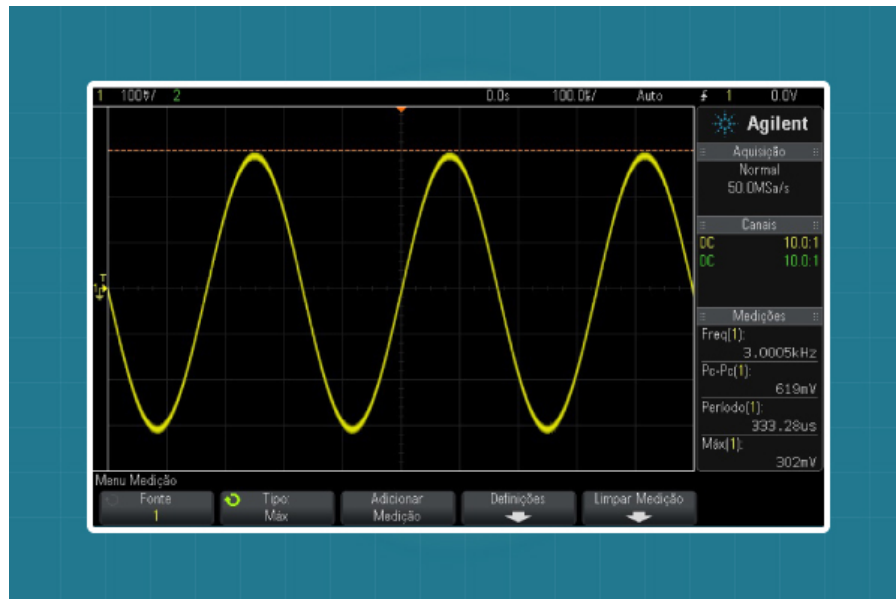
Resumo

Nesta aula, você conheceu alguns conceitos sobre o osciloscópio digital. Também aprendeu um pouco sobre o seu painel frontal e tela, com destaque para os ajustes horizontal e vertical, além do ajuste automático de escala [Auto scale]. Falamos, ainda, sobre as pontas de provas (ou ponteiras) do osciloscópio e sobre o sistema interno de estabilização chamado de TRIGGER (ou gatilhamento) e de como calibrar uma ponteira do osciloscópio. Você aprendeu como verificar na tela do instrumento se um sinal é do tipo CC ou CA, viu como calcular amplitude, período e frequência de um dado sinal e, ainda, a trabalhar com dois tipos de acoplamento no osciloscópio: o acoplamento CC e o AC. Além de diferenciar cada um deles, você aprendeu um procedimento básico para alterná-los, permitindo diversas possibilidades de análise para um dado sinal. Por fim, alguns detalhes sobre a utilização do osciloscópio foram também apresentados, dentre eles, a mudança de referência (ou terra) no processo de medição, e a realização de medidas automáticas pelo instrumento.

Autoavaliação

1. O que é um osciloscópio e quais os seus tipos?
2. Pra que serve o ajuste horizontal e vertical do osciloscópio?
3. Pra que serve o botão [Auto scale]?
4. Qual é a finalidade do TRIGGER?
5. Quais são as principais áreas da tela do osciloscópio?
6. Por que precisamos calibrar as ponteiras do osciloscópio?
7. Suponha que uma ponteira tenha a inscrição 5.0:1. O que isso significa?
8. Como sabemos se um sinal é CC ou CA na tela do osciloscópio?
9. Calcule amplitude máxima, período e frequência do sinal mostrado na **Figura 26**.

Figura 26 - Exemplo de um sinal medido por meio do osciloscópio.



Fonte: Adaptada de Agilent Technologies (2014).

10. Existe outro tipo de acoplamento? Em caso afirmativo, informe qual seria esse acoplamento. Diga, ainda, a sua necessidade de utilização.
11. Uma mudança na referência altera a classificação do sinal em DC ou AC?
12. É possível realizar medidas automáticas de amplitude, período e frequência através do osciloscópio?

Referências

AGILENT TECHNOLOGIES. Data Sheet: ponteira N2862B da Agilent. [2014]. Disponível em: <<http://www.home.agilent.com/agilent/product.jsp?nid=-34025.964557.00&lc=por&cc=BR>>. Acesso em: 11 maio 2012.

_____. Guia do usuário: osciloscópios Agilent InfiniiVision 2000 Série X. 2012. Disponível em: <<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/75015-97031.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2012.

BOYLESTAD, R. L.; NASHELSKY, L. Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos. [S.l.]: LTC/Prentice Hall, 2008.

CAPUANO, F. G.; MARINO, M. A. M. Laboratório de eletricidade e eletrônica. São Paulo: Érica, 2011.

DATA Sheet: ponteira N2862B da Agilent. Disponível em: <<http://www.home.agilent.com/agilent/product.jsp?nid=-34025.964557.00&lc=por&cc=BR>>. Acesso em: 25 jun. 2012.

DIAS, Samaherni M.; QUEIROZ, Kurius I. P.M. Equipamentos eletrônicos, medidas e testes. Disponível em: <<http://moodle.imd.ufrn.br/metropole/mdeletronica/index2.html>>. Acesso em: 20 mar. 2014.