



# Introdução ao LabVIEW e medições baseadas em computador

---



## Conteúdo

OBRIGATÓRIO: Configuração de Hardware.....3

Grau de dificuldade: 1 de 5

OBRIGATÓRIO: Explore o Example Finder.....13

Grau de dificuldade: 1 de 5

*[Escolha sua própria aventura:](#)*

[OPCIONAL:](#) Medição de temperatura e data logging.....24

*Grau de dificuldade: 2 de 5*

[OPCIONAL:](#) Como combinar medições de temperatura e luz.....51

*Grau de dificuldade: 3 de 5*

[OPCIONAL:](#) Medições de strain gage com indicação de LED para o usuário.....72

*Grau de dificuldade: 4 de 5*

[OPCIONAL:](#) Equalizador de Áudio..... 97

*Grau de dificuldade: 5 de 5*

[OPCIONAL:](#) Como medir a vibração de um acelerômetro..... 135

*Grau de dificuldade: 5 de 5*

[OPCIONAL:](#) Como usar tablets com os sistemas de medição ..... 172

*Grau de dificuldade: 2 de 5*

## Configuração de hardware

- Objetivo:**
- Conectar seu sistema CompactDAQ ao PC.
  - Usar o Measurement & Automation Explorer para configurar seu hardware e verificar conexões.
  - Criar um dispositivo NI-DAQmx simulado (Opcional).

## Parte A Configuração e conexão de hardware

*Tempo estimado: 5 minutos*

O hardware para esse seminário inclui diversos módulos de medição para lhe proporcionar o melhor entendimento possível do valor das plataformas de aquisição de dados. Hoje, você pode explorar a medição de temperatura, deformação, vibração, entrada digital e tensão analógica bem como a geração de tensão e saída digital. Para obter mais informações sobre os módulos que você vê no chassi ou para saber mais sobre o CompactDAQ, acesse [ni.com/compactdaq](http://ni.com/compactdaq).

1. Antes de iniciar os exercícios a seguir, confira se seu chassi está conectado ao seu PC via cabo USB e se o PC e o chassi CompactDAQ têm fonte de alimentação. As luzes do LED Power e LED Ready, verde e amarela respectivamente, devem estar acesas antes de você configurar seu chassi no software.
2. Reserve um tempo para verificar as conexões na demo box. Confira se todos os módulos estão bem encaixados no chassi. Além disso, se quaisquer fios estiverem soltos ou parecer que há algo danificado ou faltando, informe seu instrutor.
3. Após confirmar que tudo está conectado e ligado, prossiga para parte B.

## Parte B Configuração do software

*Tempo estimado: 20 minutos*

De maneira similar ao Windows Device Manager, que gerencia todos os periféricos conectados a um PC Windows, o MAX gerencia todos os dispositivos de hardware e software da National Instruments. Essa aplicação é instalada com a maior parte dos pacotes de software da NI. Neste exercício, você observará a maioria dos recursos utilizados do MAX incluindo **software, dispositivos e interfaces**.

**Observação:** Você pode acessar dois sistemas no MAX: o hardware e o software instalados localmente no **My System** e **Remote Systems**, que contêm todos os targets remotos detectados na sua rede, como o hardware NI CompactRIO ou sistema PXI de tempo real. Hoje, você trabalhará apenas com o PC local e o chassi USB, então tudo estará no **My System**.

1. Quando seu hardware estiver conectado e ligado, abra o MAX clicando duas vezes no ícone no desktop ou navegando para **Start » All Programs » National Instruments » Measurement & Automation Explorer**.



2. Após a inicialização do MAX, expanda o **My System » Devices and Interfaces**. Você deve conseguir ver qualquer hardware acoplado a sua máquina local:

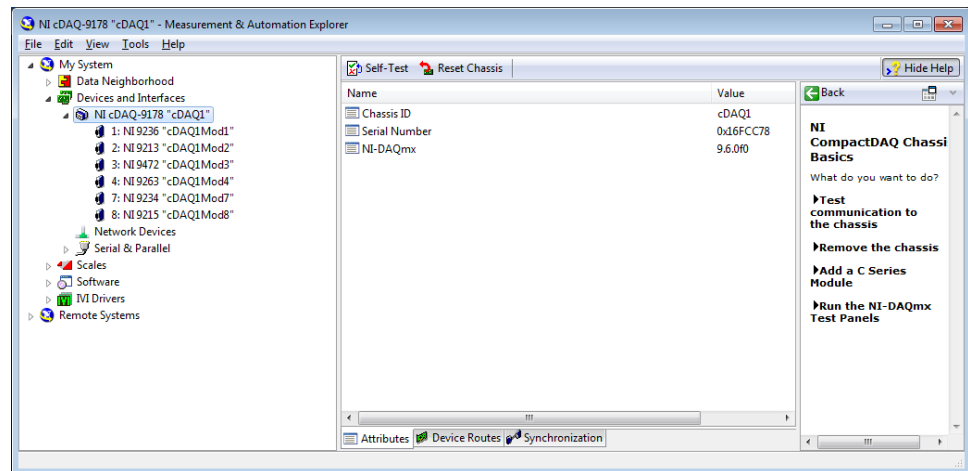


Figura 1. Expanda o menu drop down do chassi para exibir os módulos acoplados.

Dentro do MAX, você pode confirmar se seu hardware está conectado adequadamente, verificar as conexões externas, renomear seus arquivos e até mesmo simular dispositivos para desenvolver seu código sem o hardware acoplado.

3. Além do hardware, você pode ver todo o software instalado na máquina expandindo o **My System » Software**. Aqui você pode verificar as versões do software e do driver:

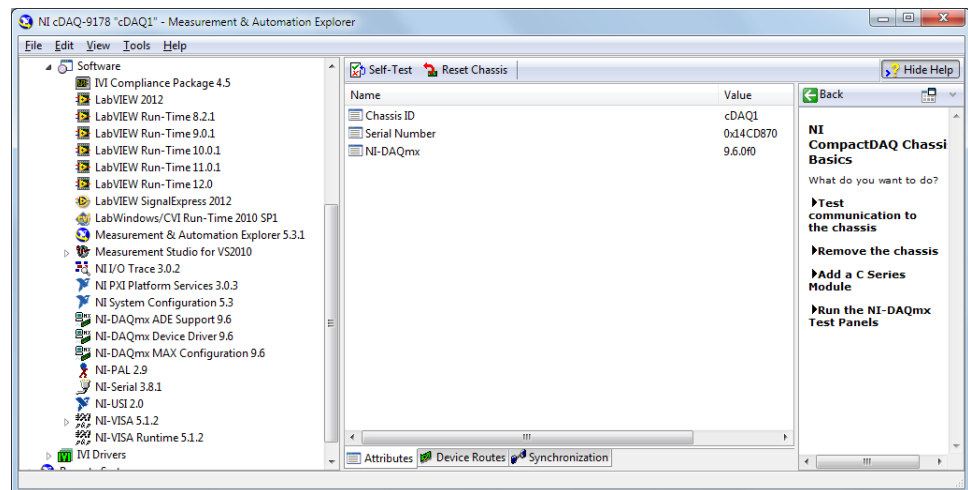


Figura 2. Verifique se os drivers e software corretos estão instalados expandindo a seção do software no MAX.

Sob a seção do software, você deve observar que o LabVIEW e o NI-DAQmx estão instalados - o NI-DAQmx é o driver que permite que seu PC se comunique com seu hardware, e o LabVIEW é o ambiente de programação gráfica que você

usará para programar durante os exercícios de hoje.

4. Agora que você navegou e entende os conceitos básicos do MAX, você pode testar a conectividade do chassi CompactDAQ. **Clique com o botão direito** no chassi sob a seção Devices and Interfaces e selecione **Self-Test**.

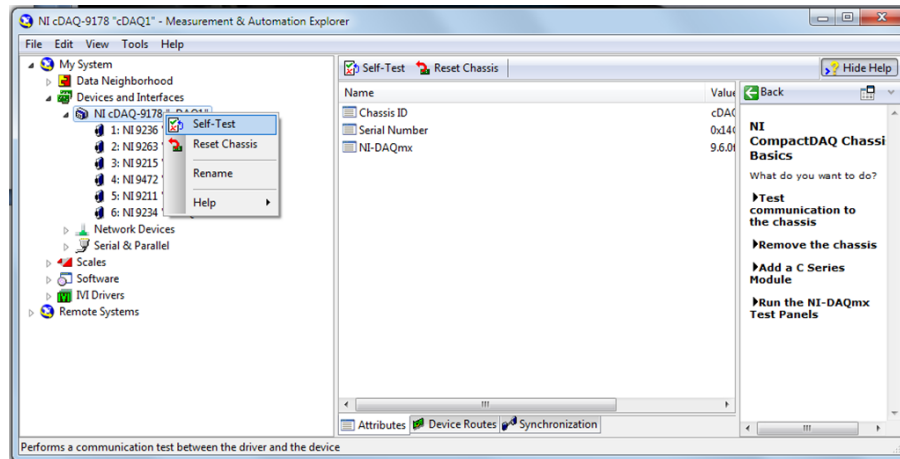
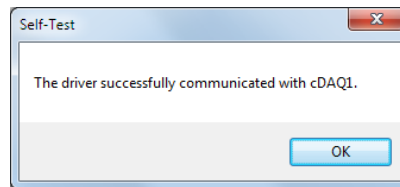


Figura 3. O Autoteste é um utilitário básico para verificar a conectividade com seu hardware.

Se seu chassi estiver conectado adequadamente e puder se comunicar com seu PC, você verá a seguinte caixa de diálogo:



Fazer o autoteste do chassi é sempre um bom primeiro passo após instalar seu hardware ou software.

5. Para verificar as conexões do chassi NI CompactDAQ, você usará os painéis de teste NI-DAQmx. Como exemplo, verificaremos a conectividade de sinais do módulo termopar NI 9213.
  - a. Clique com o botão direito no NI 9213 e selecione **Test Panels...**:

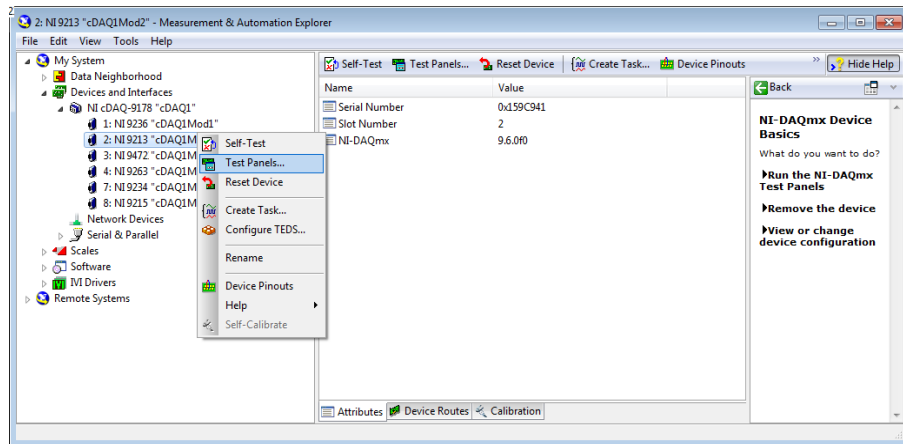


Figura 4. Os painéis de teste permitem que você verifique as conexões sem escrever nenhum código.

- b. Selecionar os painéis de teste exibe um utilitário simples para verificar os sinais em cada um dos canais do módulo. Quando você clicar em **Start**, deve ser exibida a seguinte tela para o painel de teste do módulo NI 9213:

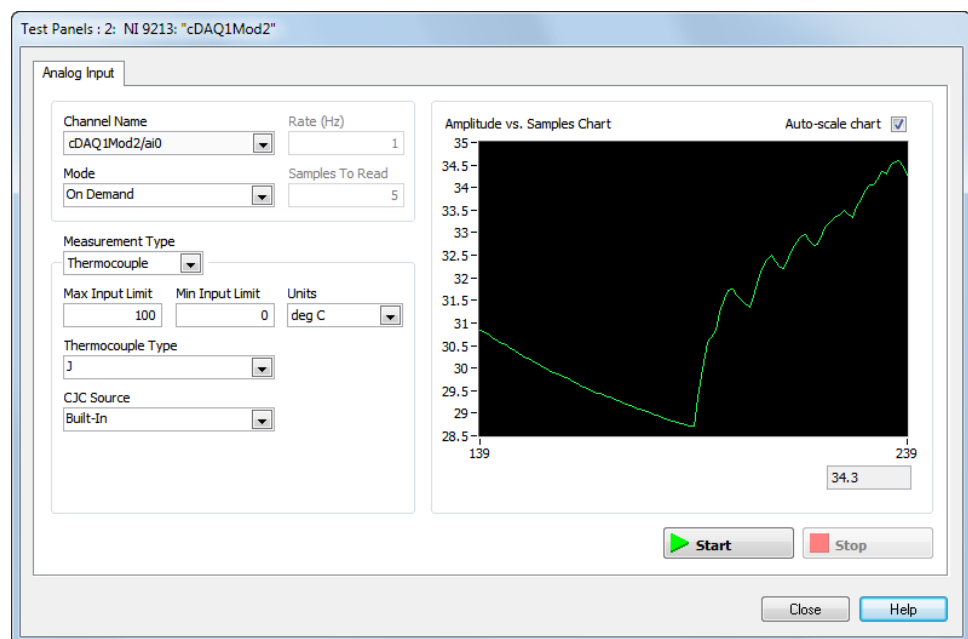


Figura 5. O painel de teste do módulo NI 9213 permite que você leia os sinais em cada um dos canais do dispositivo. Os valores de CJC e escala são incluídos para simplificar o teste.

- c. Segure a ponta do termopar e observe que a temperatura aumenta.
- d. Reserve um tempo para praticar com esses painéis de teste e outros módulos no chassi. Observe que os painéis de teste são um pouco diferentes, cada um oferece as entradas para as medições suportadas pelo módulo.

- e. Quando concluir, feche qualquer janela do painel de teste que estiver aberta selecionando **Close**.
6. Para muitas aplicações, apenas usar o nome padrão atribuído não é suficiente. Dentro do MAX, você pode renomear com facilidade seus módulos para que correspondam ao tipo do módulo ou medição.
  - a. Para renomear o módulo, clique com o botão direito nele e selecione **Rename**.

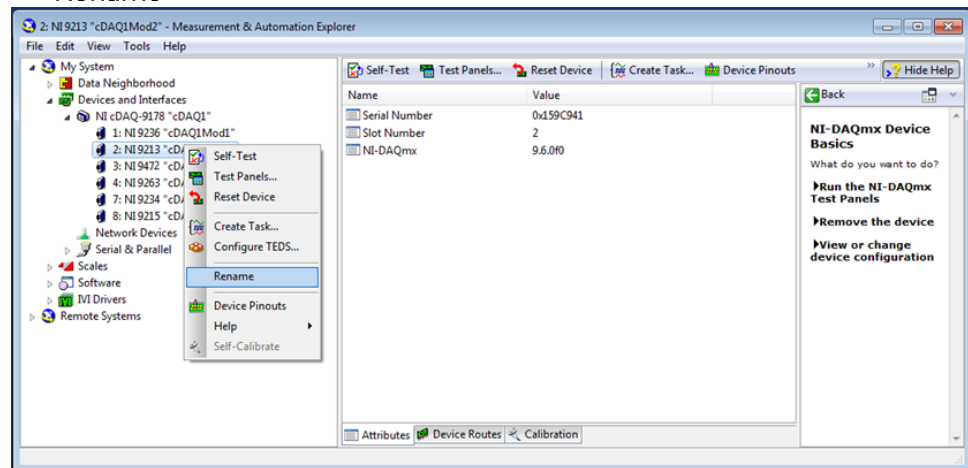
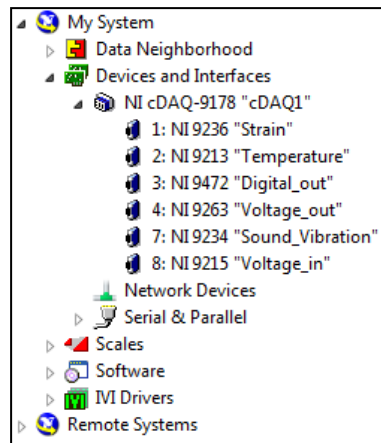


Figura 6. Selecione **Rename** para adicionar novos nomes descritivos.

- b. Renomeie cada um dos tipos de canais com nomes descritivos.
- c. Use os seguintes nomes descritivos para identificar seus módulos:



## Parte C Crie um dispositivo simulado (Opcional)

*Tempo estimado: 10 minutos*

Ao desenvolver sua aplicação de aquisição de dados, muitas vezes você pode não ter acesso imediato ao hardware nos estágios iniciais de escrita do software. Para situações como essa você pode criar dispositivos simulados no MAX.

1. Para criar um dispositivo simulado, clique com o botão direito em **Devices and Interfaces** e selecione **Create New....**

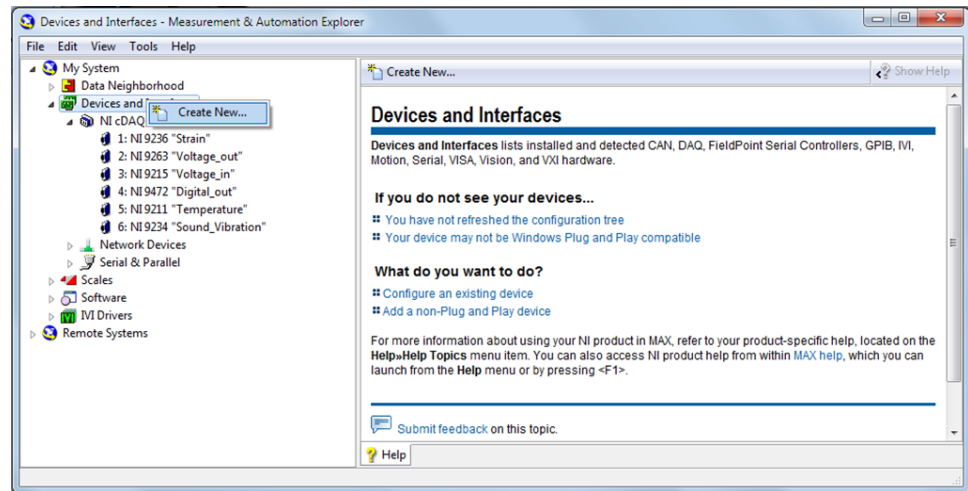


Figura 1. Criar um dispositivo simulado permite que você avalie um dispositivo sem ter o hardware real em mãos.

2. Quando a tela 'Create New...' for inicializada, selecione **Simulated NI-DAQmx Device or Modular Instrument** e clique em **Finish**.

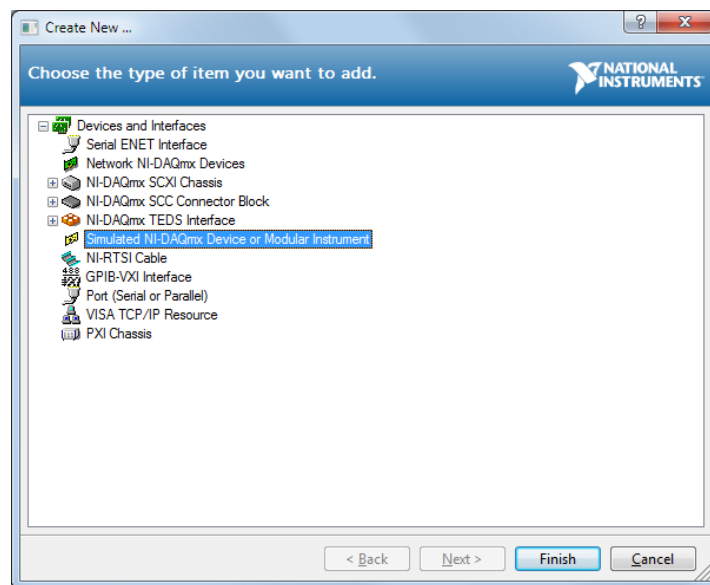


Figura 2. Dentro do MAX, você pode simular qualquer dispositivo NI-DAQmx e muitos instrumentos modulares.

3. Para esse exercício, selecione **NI cDAQ-9174**. Essa é uma versão do chassi CompactDAQ de 4 slots que você irá utilizar para os exercícios nesta apostila. Clique em **OK** para adicionar um dispositivo simulado.

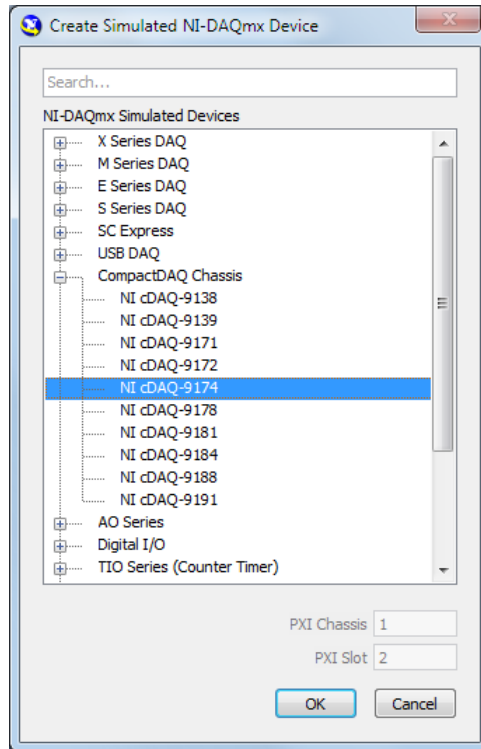


Figura 3. O NI cDAQ-9174 é apenas umas das várias opções de dispositivos simulados.

4. O novo chassi simulado será exibido sob Devices and Interfaces da mesma forma que os dispositivos reais conectados ao sistema, mas estarão coloridos em amarelo. Veja que os módulos não estão incluídos. Para adicionar módulos ao chassi, selecione **Configure Simulated cDAQ Chassis...**

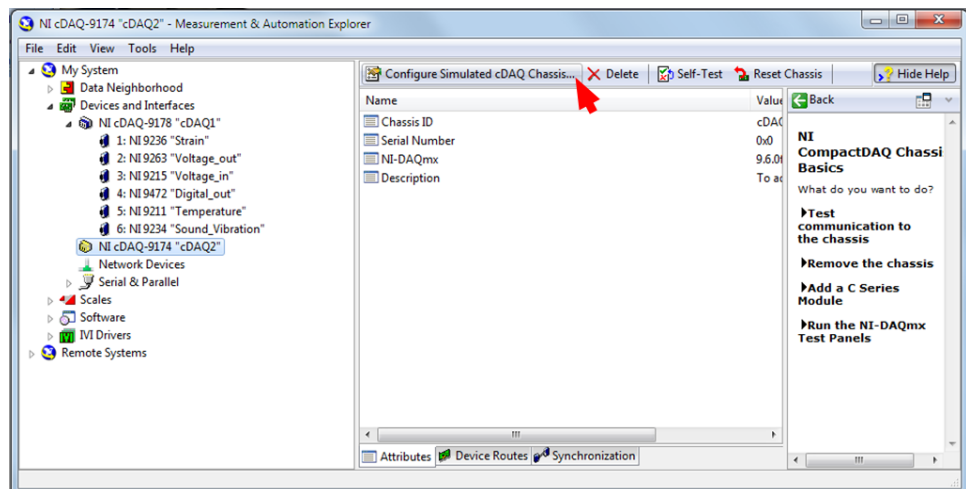


Figura 4. O NI cDAQ-9174 simulado é exibido sob Devices and Interfaces da mesma forma que um dispositivo real, mas o símbolo é amarelo.

5. Para 1 slot, selecione o módulo **NI 9201** – esse é um módulo com entrada de tensão de 12 bits que não está incluído em seu chassi. Clique em **OK** para

adicionar um módulo ao chassi.

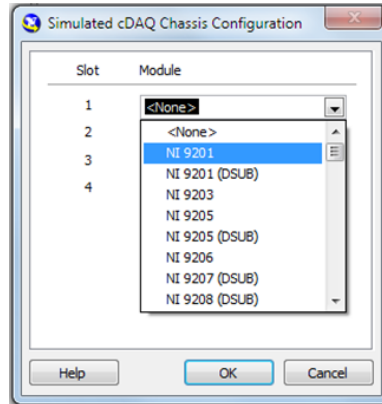


Figura 5. O NI 9201 é um módulo básico de entrada de tensão, mas você pode configurar seu chassi simulado para qualquer módulo que o NI cDAQ-9174 suportar.

- Quando o módulo estiver adicionado ao chassi simulado, você pode executar ações da mesma forma que em um dispositivo real. Para ver uma ilustração, clique com o botão direito no NI 9201 e selecione **Test Panels...**

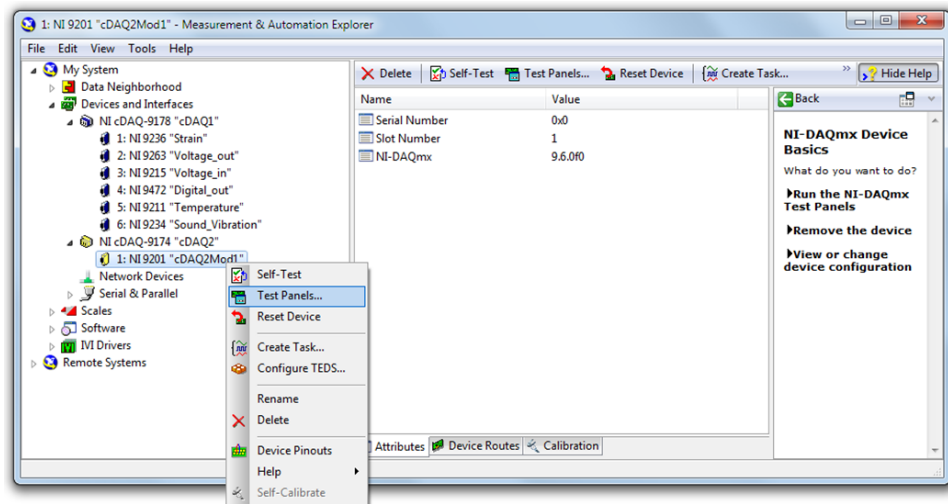


Figure 6. Selecione Test Panels... para obter as medições do seu dispositivo simulado.

- Quando o painel de teste do dispositivo simulado aparecer, clique em **Start** para começar a visualizar os dados simulados. Observe que os dados são uma forma de onda senoidal simples. É importante observar que essa configuração de dados é criada no driver NI-DAQmx e na verdade não constitui dados reais; no entanto, você pode interagir exatamente da mesma forma que interagiria com dados reais. Por exemplo, você poderia escrever um código para analisar os valores mínimo e máximo e escrever esses valores em um arquivo de planilha.

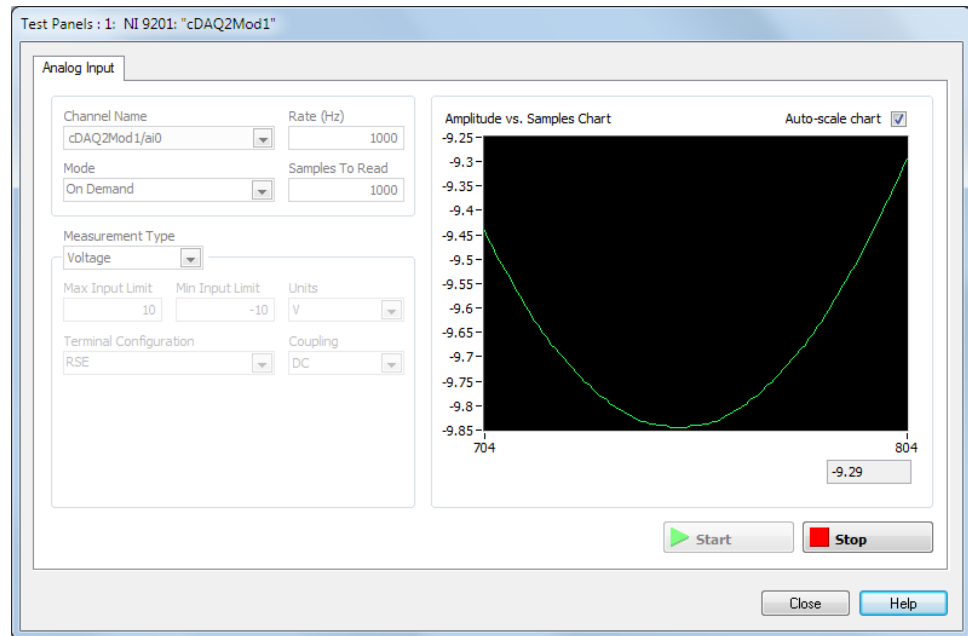


Figura 7. Os dados exibidos no painel de teste do dispositivo simulado são uma forma de onda senoidal simples que está incluída no driver NI-DAQmx.

8. Feche qualquer janela aberta do painel de teste selecionando **Close**.
9. Exclua o dispositivo simulado clicando no NI cDAQ-9174 e selecionando **Delete** no menu de contexto.

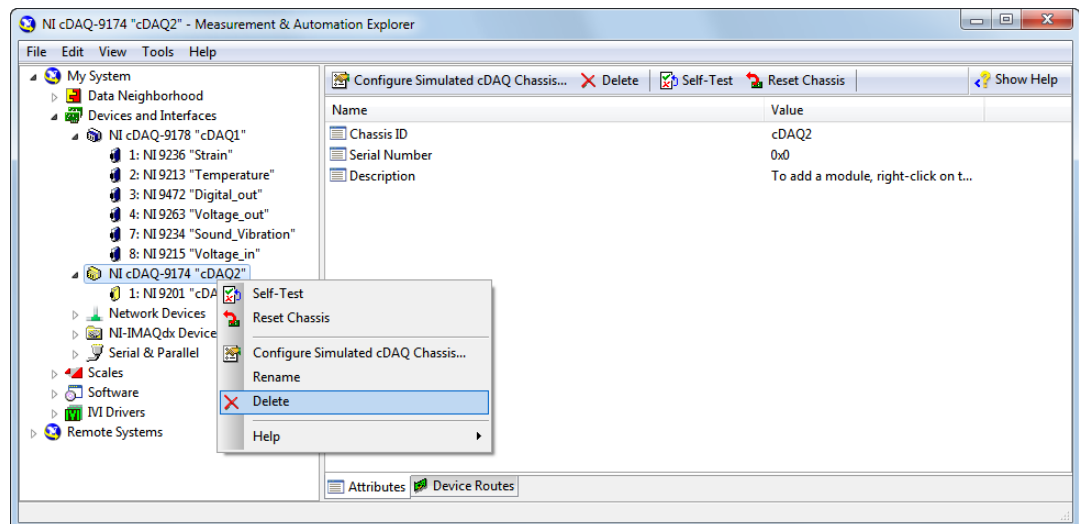


Figura 8. Remova o dispositivo simulado do sistema.

*<Fim do exercício>*



[Explore o Example Finder](#)

## Objetivo:

- Familiarizar-se com os exemplos do NI-DAQmx.
- Executar um programa de exemplo pré-criado para adquirir sua primeira medição.

## Parte A Abra o LabVIEW e explore o Example Finder

*Tempo estimado: 10 minutos*

Instalado com o NI-DAQmx, os exemplos do NI-DAQmx oferecem um ponto de partida de uso comprovado para criar aplicações de aquisição de dados. Com esse programa de exemplo, você pode eliminar diversas fontes de erros e economizar tempo utilizando o código existente.

1. Para acessar os exemplos, abra o LabVIEW navegando em **Start » All Programs » National Instruments » LabVIEW 2014**. Ao inicializar, você verá a seguinte tela de inicialização:

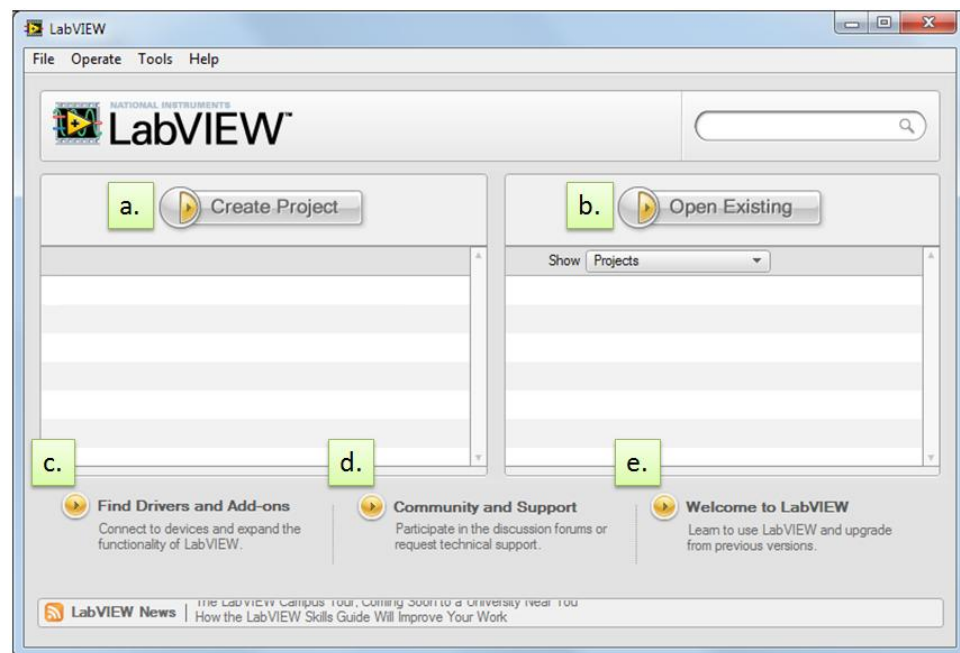


Figura 1. A tela de inicialização do LabVIEW oferece diversos caminhos para aprendizagem, suporte e desenvolvimento.

2. A tela de abertura oferece caminhos para desenvolver o código, chamar novamente programas abertos anteriormente e localizar recursos de ajuda ou suporte.
  - a. *Create Project* – Selecionar Create Project inicializará uma tela com três opções para criar um novo código a partir de exemplos e templates de projetos existentes. Arquiteturas de código, como a Máquina de Estados e Actor Framework, estão incluídas nos templates e você pode organizar e executar rapidamente criando-as a partir desta caixa de diálogo. Os exemplos de projetos são códigos prontos para serem executados usando as melhores práticas para desenvolvimento

escalável. Utilizando os exemplos e templates de projetos, você nunca precisará iniciar do zero a aplicação do LabVIEW.

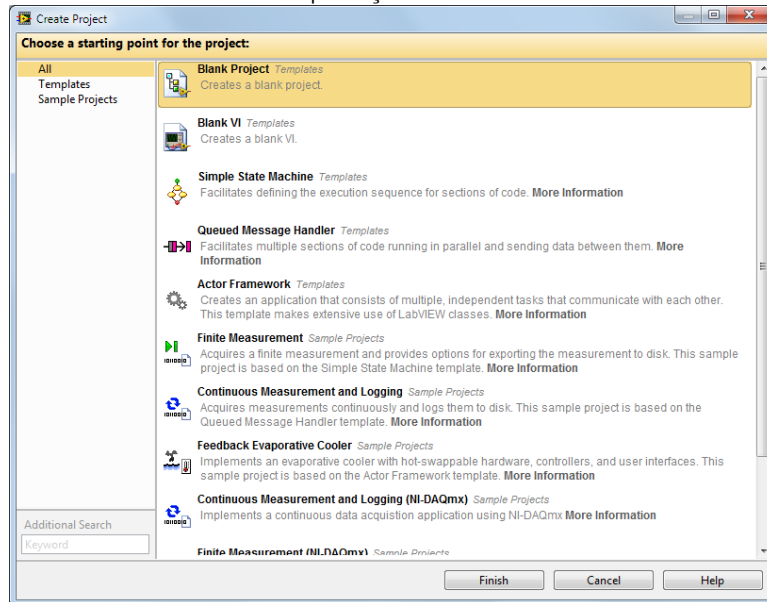


Figura 2. Os templates e exemplos de projetos podem ajudá-lo a criar aplicações escaláveis mais rápido com um código e técnicas de uso comprovado.

- b. *Open Existing* – Como hoje você trabalha com programas, você pode recuperar rapidamente os projetos com os quais você trabalhou dentro da seção Open Existing, bastando clicar no botão Open Existing para navegar no seu código.
- c. *Find Drivers and Add-ons* – Para a maioria dos dispositivos de hardware conectados ao seu PC, você precisará usar um driver de hardware. Hoje, usaremos o CompactDAQ, que utiliza o driver NI-DAQmx. Esse mesmo driver funciona para centenas de dispositivos de aquisição de dados, permitindo que você reutilize o código de dispositivo a dispositivo e de aplicação a aplicação.
- d. *Comunidade e Suporte* – Para aqueles momentos em que você tiver dúvidas, a NI tem uma comunidade ativa de desenvolvedores de LabVIEW e especialistas em aquisição de dados. Os fóruns são um recurso de suporte gratuito que é monitorado por usuários e engenheiros de aplicação da NI para garantir que você tenha o suporte que precisa. Para ter um suporte mais imediato, você pode entrar em contato ou enviar um e-mail diretamente para os engenheiros de aplicação da NI como um dos muitos benefícios do programa padrão de serviços do LabVIEW (SSP).
- e. *Welcome to LabVIEW* – Após a atividade de hoje, você ficará familiarizado com o uso do ambiente LabVIEW. Para ir além das tarefas simples de programação e acessar treinamentos de proficiência mais detalhados, consulte os recursos de suporte e treinamento no link Welcome to LabVIEW.

3. Hoje, usaremos diversos exemplos como ponto de partida para nosso código. Para abrir o diretório de exemplos do NI-DAQmx, selecione **Help » Find Examples** na tela Getting Started do LabVIEW.
4. Quando o NI Example Finder inicializar, navegue até **Hardware Input and Output » DAQmx**.
5. Navegue no diretório DAQmx e leia alguns dos recursos dos exemplos. Cada exemplo tem um nome descritivo, mas você pode encontrar mais recursos do programa lendo a seção de descrições e informações.

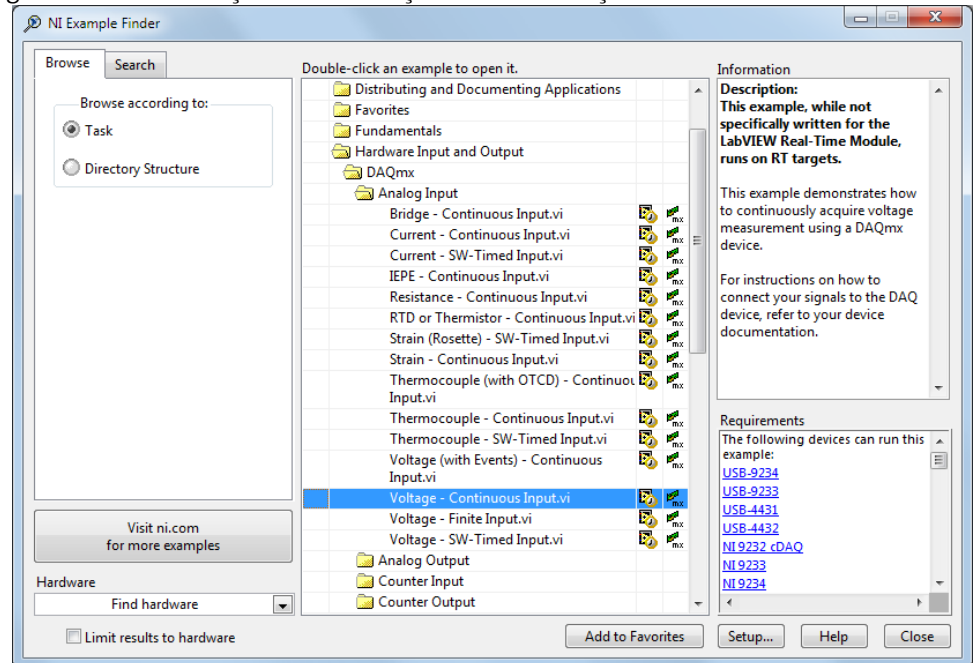


Figura 3. O NI Example Finder é uma ferramenta útil para navegar nos exemplos instalados da NI.

Cada seção do diretório inclui exemplos para executar determinadas tarefas. Por exemplo, a entrada analógica inclui exemplos para medição de tensão simples, corrente, deformação e temperatura, ao passo que a seção da saída analógica inclui exemplos para controlar a tensão ou a corrente.

## Parte B Execute um exemplo pré-criado

*Tempo estimado: 10 minutos*

Agora que você está familiarizado com os diferentes tipos de medição oferecidos pelos exemplos do NI-DAQmx, você pode abrir e executar diversas medições que usam alguns dos dispositivos de hardware do seu kit prático. Começaremos com uma medição de tensão simples.

1. No NI Example Finder, navegue até **Hardware Input and Output » DAQmx » Analog Input** e clique duas vezes no **Voltage – Continuous Input.vi**. Isso inicializará um VI para medir continuamente um canal de tensão.

- Quando o VI inicializar, o painel frontal será exibido. Essa é a interface de usuário e inclui controles e indicadores para interagir com seu código. Neste exemplo em particular, observe as caixas de controle para selecionar o canal, as faixas de tensão de entrada, os parâmetros de temporização e o local de registro. Além disso, o painel frontal inclui um indicador gráfico para visualização instantânea dos dados nos canais de tensão.

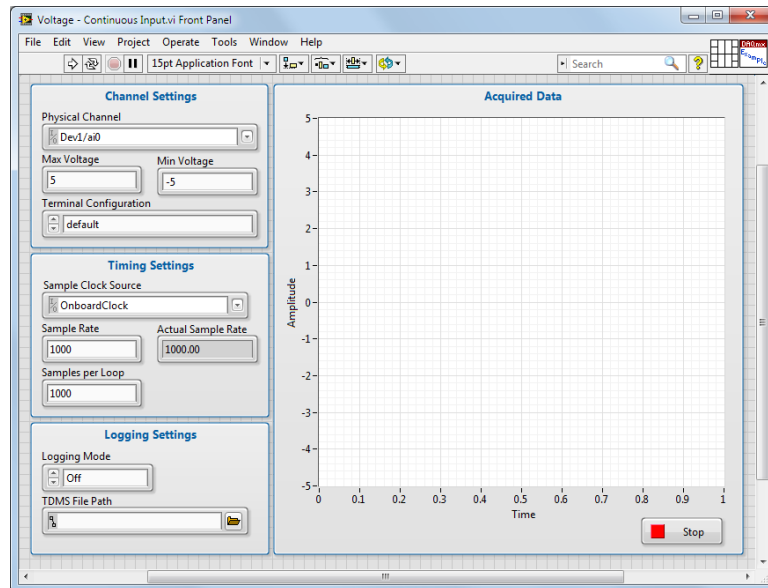


Figura 4. O painel frontal é a interface de usuário e contém controles e indicadores para interagir com seu código do LabVIEW.

- Para visualizar o código desse painel frontal, selecione **Window » Show Block Diagram** ou seu atalho do teclado **<Ctrl+E>**.
- Expanda a janela do diagrama de blocos para que você possa ver mais do código fonte.

Você verá uma série de VIs usados para programar seu dispositivo de aquisição de dados para adquirir um sinal de tensão. O LabVIEW usa um fluxo de dados para passar informações pelos fios para os VIs. Esse paradigma de programação permite que você programe melhor aquilo que tem em mente.

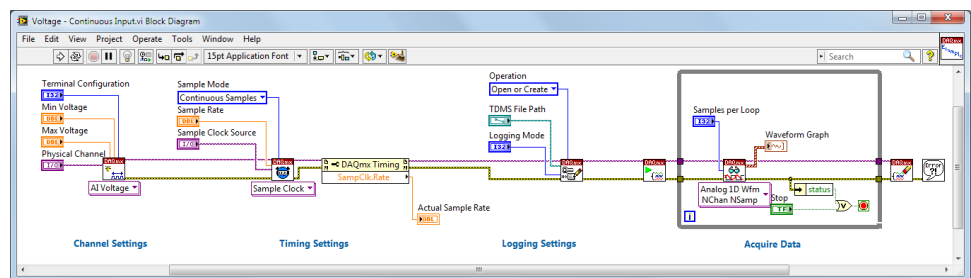


Figura 5. O LabVIEW usa uma linguagem de programação gráfica e passa os dados através do código pelos fios que conectam os nós.

5. O diagrama de blocos é organizado nas seções a seguir:
1. **Configurações de canais** – Nesta seção, o *VI DAQmx Create Channel* configura o canal no dispositivo de aquisição de dados que você pretende usar. Neste exemplo, você pode configurar a faixa do dispositivo e a configuração do terminal (single ended ou diferencial).
  2. **Configurações de temporização** – Na seção Timing Settings, o *VI DAQmx Timing* é usado para configurar o clock de amostragem no dispositivo DAQ. Usando esse VI, você pode configurar a taxa de amostragem, fonte do clock de amostragem e o modo de amostragem que você pretende usar. Neste exemplo, as configurações padrão usam o clock on-board para amostrar continuamente a 1000 Hz.
  3. **Configurações de registro** – O *VI DAQmx Configure Logging* é usado para configurar o local do arquivo de dados registrados bem como o modo de registro.
  4. **Aquisição de Dados** – Nesta seção, o *VI DAQmx Read* é chamado dentro de um loop While, permitindo que esse código adquira dados continuamente a partir de um dispositivo de aquisição de dados até que o botão Stop seja pressionado.

A maioria das aplicações de aquisição de dados seguirá esse fluxo –

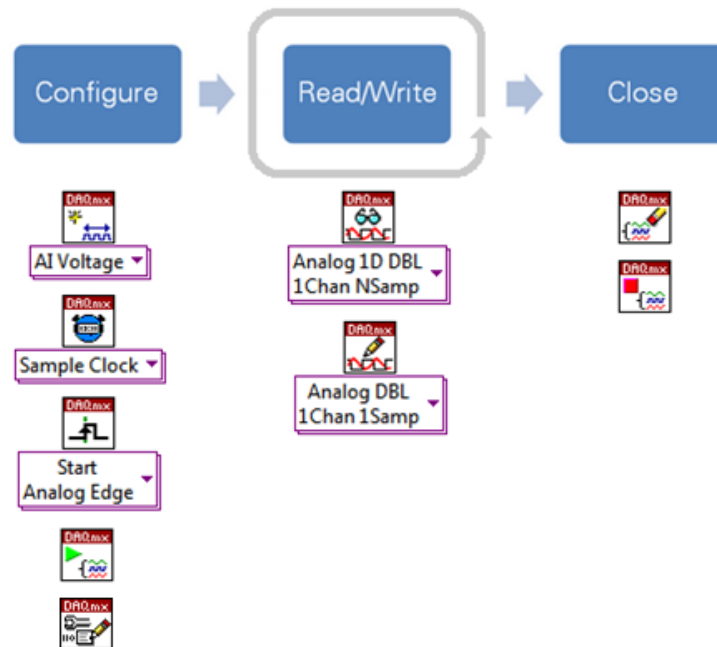


Figura 6. Os VIs mais comuns para cada seção estão ilustrados na figura acima.

6. Compare o diagrama de blocos do programa de exemplo ao VI ilustrado na figura 6. Se você abrir os programas de exemplo do DAQmx, observe que a maioria segue exatamente esse fluxo.

7. Para obter mais informações sobre os elementos no seu diagrama de blocos e painel frontal, pressione **<Ctrl+H>** para exibir a janela Context Help. Ao colocar o cursor do mouse sobre os elementos no seu código, você pode ver uma breve descrição e as entradas e saídas de cada VI. Os rótulos das entradas requeridas são exibidos em negrito na janela Context Help. Para ver descrições mais detalhadas, você pode pressionar o link **Detailed help**. Tente colocar o mouse sobre alguns elementos em seu diagrama de blocos.

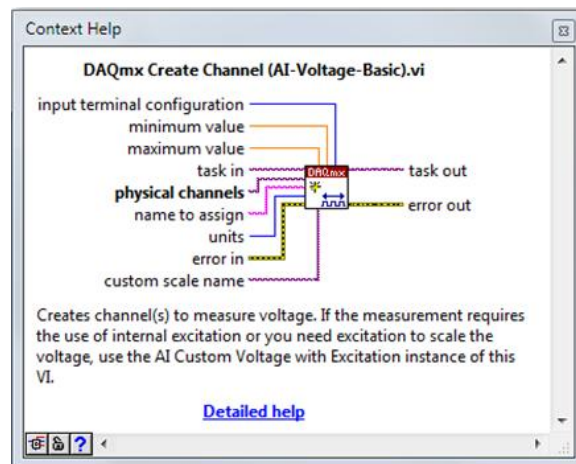


Figura 7. A janela Context Help pode fornecer uma breve descrição dos elementos no seu painel frontal ou diagrama de blocos.

8. Agora que você está familiarizado com essas partes de um programa básico, você está pronto para adquirir dados usando esse exemplo. Para fazer isso, volte ao painel frontal selecionando **Window » Show Front Panel** ou pressionando **<Ctrl+E>**.
9. Altere o Physical Channel para **Voltage\_in/ai0**.

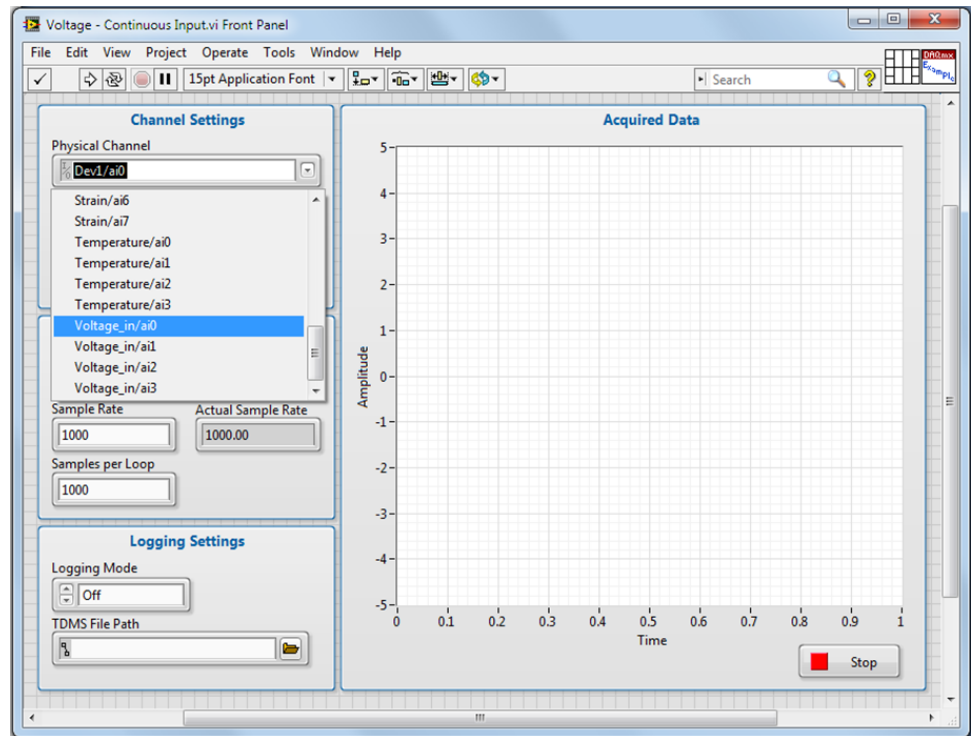



Figura 8. Use os controles no painel frontal para selecionar o canal, as configurações de temporização e de registro.

10. Altere o controle **Sample Rate** para **10000** e pressione a seta de execução () para começar a adquirir dados.

Como seu sinal está conectado ao sensor de luz no quadro, você verá a saída do sensor de luz. Esse sinal apresentará alguns ruídos das fontes na sala, mas você deve poder ver os efeitos de colocar suas mãos sobre o sensor. Você está fazendo uma amostragem de sinal com ruído na sala a 10 kHz - o que poderia ser fontes de ruído na sala ao seu redor? O que você poderia fazer para obter uma melhor ideia do que está acontecendo ao sinal de interesse?



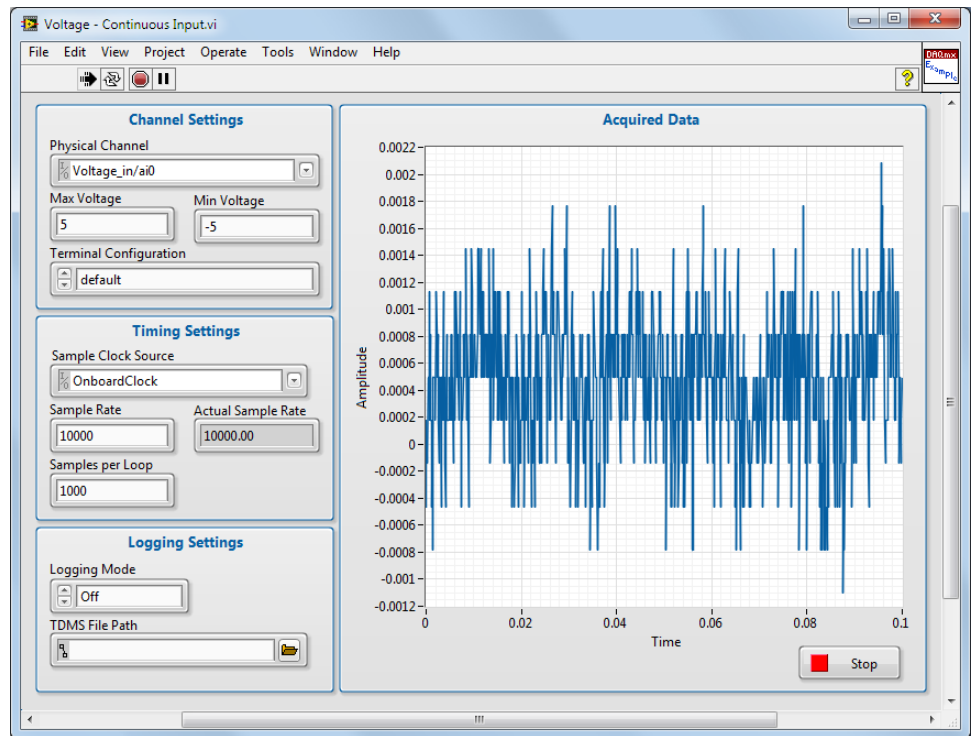


Figura 9. Com esse programa, você está fazendo uma amostragem de um canal a 10 kHz. Durante esse seminário, você irá modificar e customizar alguns exemplos para executar várias tarefas.

11. Clique em **Stop** para parar a aquisição de dados.
12. Feche o programa sem salvar nada.

## Parte C Experimento com outros programas de exemplo (Opcional)

Tempo estimado: 10 minutos

Tente explorar outros programas de exemplo. Os exemplos que podem ser importantes observar incluem:

1. Analog Input / Thermocouple - Continuous Input.vi

Observação:

- Selecione **Temperature/ai0** no controle Physical Channel.

2. Analog Input / Strain - Continuous Input.vi

Observação:

- Selecione **Strain/ai0** no controle Physical Channel.
- Selecione **Quarter Bridge I** no controle Strain Configuration.
- Use **3.3** como valor da tensão de excitação.

3. Digital Input / Digital - Continuous Output.vi

Observação:

- Selecione **Digital\_out/port0/line0:7** no controle das Linha(s).
- Selecione **OnboardClock** no controle Sample Clock Source.

4. Analog Output / Voltage (non-regeneration) - Continuous Output.vi

Observação:

- Selecione **Voltage\_out/ao1** no controle Physical Channel(s).
- Selecione **1.00** no controle Waveform Settings Frequency.
- Selecione **3.00** no controle Waveform Settings Amplitude.
- Verifique se você alterou a chave do controle *Fan Speed* no *Sound and Vibration Signal Simulator* na sua demo box para **BNC**.
- Se a ventoinha continuar a operar após a interrupção do programa de exemplo, navegue até o MAX e reinicie o NI 9263 clicando com o botão direito em **Voltage\_out** e escolhendo Reset Device.

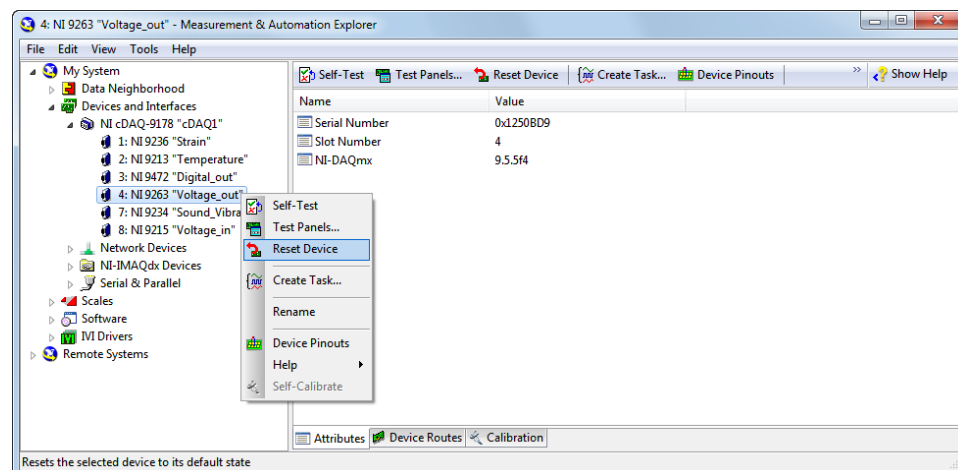


Figura 10. Você pode reiniciar qualquer dispositivo de hardware para seu estado padrão no MAX.

*<Fim do exercício>*

## Medição de Temperatura e Data Logging

## Objetivo:

- O primeiro objetivo é adquirir rapidamente um conjunto de dados de temperatura usando o DAQ Assistant.
- O segundo objetivo é fazer uma análise nos dados e apresentar um sinal de alerta digital se a temperatura estiver acima de um nível de alerta ajustável.

## Parte A

A parte A permite que você veja o que você fará na aplicação final desse exercício. Você também importará importantes elementos do ambiente LabVIEW.

1. Se o LabVIEW não foi inicializado ainda, inicialize-o agora. Clique na aplicação do **LabVIEW** após navegar para **Start » All Programs » National Instruments » LabVIEW 2014**. Após iniciar o LabVIEW, aparecerá a janela Getting Started:

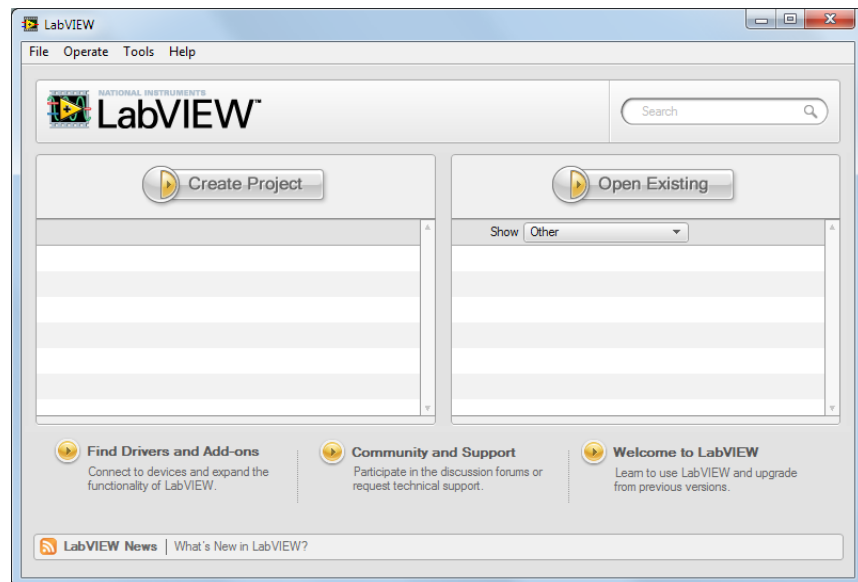


Figura 1. A tela de inicialização do LabVIEW oferece diversos caminhos para aprendizagem, suporte e desenvolvimento.

A janela Getting Started aparece cada vez que você inicializa o LabVIEW para ajudá-lo a criar novas aplicações ou abrir aplicações existentes. Além disso, você pode usar os links na janela Getting Started para localizar recursos de ajuda local e online ou abrir programas de exemplo para ter auxílio no projeto da aplicação.

2. Selecione o **Open Existing** para abrir um projeto existente.
3. Navegue para **C:\Seminars\LV HO\Exercises\3 - Temperature** e selecione o projeto **Temperature.lvproj**. Quando o projeto estiver aberto, aparecerá a janela Project Explorer semelhante a essa:

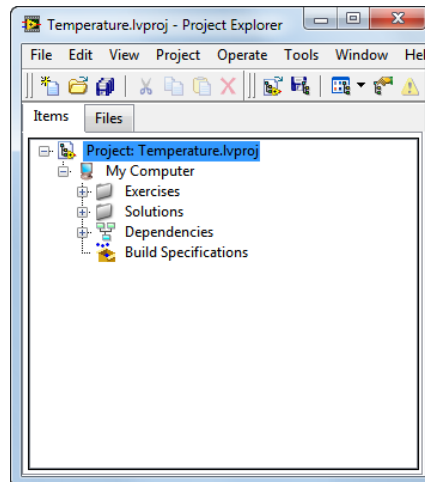


Figura 2. O projeto do LabVIEW é uma ótima forma de organizar todas as dependências em sua aplicação.

O Project Explorer oferece um local central para você incluir os diferentes elementos de uma aplicação incluindo o código do LabVIEW e outros arquivos como os documentos do Microsoft Word e Excel. Você pode incluir qualquer arquivo em uma aplicação do LabVIEW. Você pode criar pastas e subpastas para organizar os arquivos em uma aplicação. Aqui, algumas pastas foram criadas como parte do exemplo.

4. Expanda a pasta **Solutions** no Project Explorer e abra o *VI 5 - Write to File (Solution)* clicando duas vezes nele ou clicando com o botão direito e selecionando **Open**. Cada aplicação do LabVIEW é feita no painel frontal e no diagrama de blocos. O painel frontal é a interface de usuário, ao passo que o diagrama de blocos contém o código que controla a funcionalidade da sua aplicação. Você pode alternar entre duas janelas selecionando **Window » Show Block Diagram** ou **Window » Show Front Panel** para ver a outra janela. Você também pode alternar entre as janelas pressionando **<Ctrl+E>** no teclado ou clicando em uma das janelas se elas aparecerem em seu monitor.

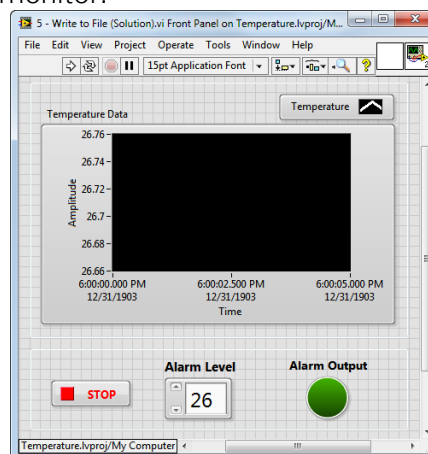
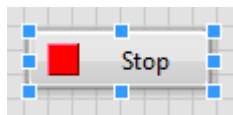


Figura 3. O painel frontal da aplicação é a interface de usuário.

Coloque o cursor sobre os diferentes objetos no painel frontal. Observe que o cursor se transforma em uma mãozinha quando está em cima do botão Stop e se transforma em um

editor de texto quando está em cima de um campo de texto. Por padrão, a seleção automática de ferramenta do LabVIEW irá alterar o cursor dependendo de quais operações forem possíveis. Além disso, observe que conforme você passa o cursor sobre qualquer objeto, aparecem caixas de redimensionamento em suas bordas. Tente redimensionar o tamanho de alguns objetos.



5. Veja a barra de menu na parte superior da janela. Discutiremos muitos de seus itens básicos nas páginas e exercícios mais adiante. Por enquanto, o botão mais importante para revisar é o botão de **execução** localizado na borda esquerda da barra de menu.

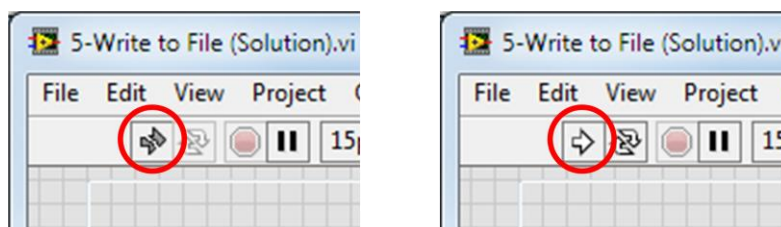


Figura 4. Uma seta de execução quebrada (à esquerda) indica que há um erro de compilação na aplicação.

Ao pressionar o botão de **execução** para iniciar a aplicação do LabVIEW, se aparecer uma seta de execução quebrada ela estará lhe informando que há alguns erros não solucionados no código. Você pode pressionar a seta **de execução** quebrada a qualquer momento e aparecerá uma lista dos erros atuais.

6. Verifique se seu chassi CompactDAQ está conectado ao seu PC via cabo USB e se os módulos estão conectados ao chassi. Agora pressione o botão de **execução** na aplicação do LabVIEW e observe a aplicação começar a gravar os dados de temperatura através do módulo conectado no primeiro slot do chassi CompactDAQ. Informe o instrutor se sua aplicação não estiver sendo executada da forma descrita.
7. Segure o termopar e observe os valores subirem e descerem no gráfico de acordo com a temperatura. Altere o controle Alarm Level para valores diferentes e segure o termopar para que ele aumente e diminua o valor que você inseriu no painel frontal.

Conforme a temperatura eleva e cai no Alarm Level, observe o **módulo NI 9472** no chassi CompactDAQ. Uma linha da saída digital neste módulo foi programada para ter um sinal de 5V sempre que a temperatura for maior do que o valor do Alarm Level. Os LEDs do módulo indicam o status de cada linha digital. Essas linhas podem ser conectadas a outro hardware, como um alarme, luz ou outro dispositivo de 5V.

8. Clique no botão **Stop** no painel frontal quando você estiver pronto para continuar.

9. Navegue para o diagrama de blocos selecionando **Window » Show Block Diagram**.

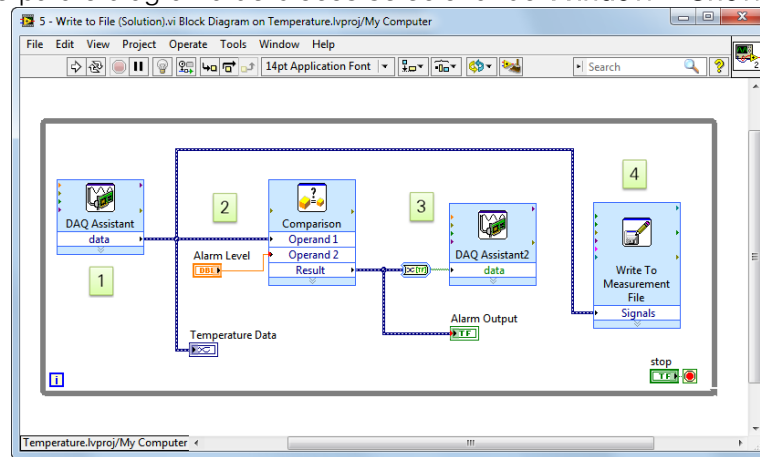


Figura 5. O diagrama de blocos é o código fonte de uma aplicação.

A programação gráfica do LabVIEW usa um fluxo de dados para controlar o fluxo da aplicação. Nesse caso, nossa aplicação faz o seguinte:

1. Adquire dados de temperatura com o DAQ Assistant e os exibe em um gráfico.
  2. Compara os dados adquiridos com o Alarm Level.
  3. Apresenta 0 V ou 5 V para o módulo de saída digital baseado na comparação do item 2.
  4. Escreve os dados adquiridos em um arquivo.
10. Divida as janelas do painel frontal e diagrama de blocos para que as duas estejam visíveis em seu monitor. Navegue para **Window » Tile Left and Right** para organizar as janelas do painel frontal e diagrama de blocos em seu monitor ou pressione **<Ctrl+T>**.

Veja que para cada objeto no painel frontal, existe um terminal com o mesmo nome no diagrama de blocos. As funções e fios no diagrama de blocos conectam as entradas ("controles") e saídas ("indicadores") no painel frontal. Conforme você adicionar objetos no painel frontal nos exercícios mais adiante, observará que os terminais são criados automaticamente no diagrama de blocos.

### Passos Adicionais

11. O sistema de ajuda do LabVIEW é uma ótima forma de aprender sobre o LabVIEW e responder as suas dúvidas de programação. Pressione **<F1>** no teclado para iniciar o sistema de ajuda. Você pode ter mais assistência no menu **LabVIEW » Help**.
12. Dentro do sistema de ajuda do LabVIEW, expanda a janela **Fundamentals » LabVIEW Environment** e explore as informações disponíveis. Fique à vontade para explorar e ver um conteúdo mais detalhado e como ele é organizado.



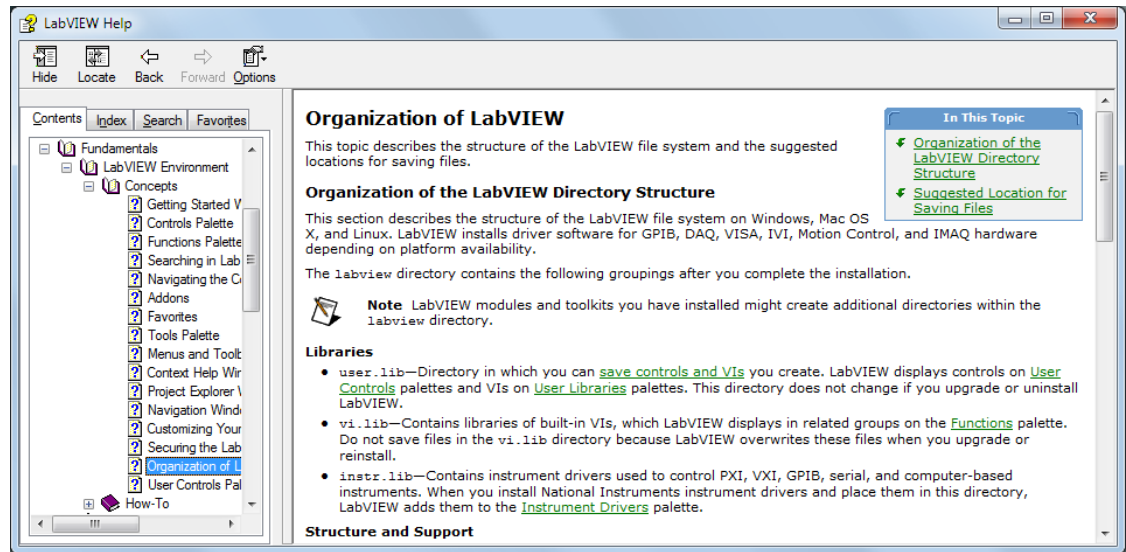


Figura 6. O help do LabVIEW é um recurso completo para criar aplicações.

13. Reserve alguns minutos para explorar outros tópicos no sistema de ajuda.
14. Clique na guia **Search** e tente localizar funções de análise para recursos que você talvez precise em suas aplicações.

## Parte B

Esse exercício revisará os conceitos básicos do ambiente LabVIEW que você aprendeu até aqui. Você criará uma aplicação que simula um sinal dentro do LabVIEW e exibe esse sinal em um gráfico

Seu projeto Temperature deve estar aberto e você trabalhará com ele nos próximos exercícios.

1. Abra um VI em branco no Project Explorer *Temperature* clicando com botão direito do mouse na pasta de exercícios e selecionando **New » VI**.

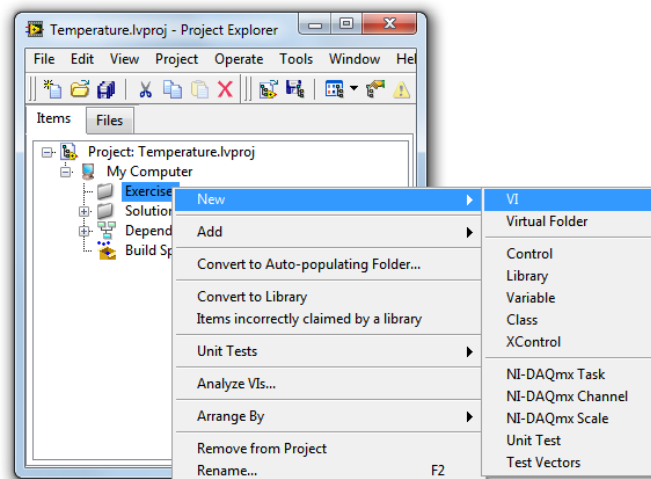


Figura 1. Você pode criar um novo VI diretamente de dentro de um projeto.

2. Pressione <Ctrl+T> para organizar as janelas do diagrama de blocos e do painel frontal.

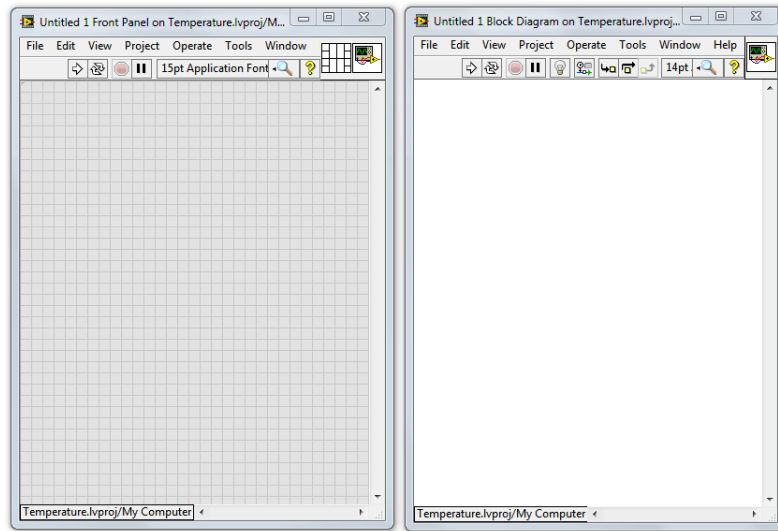


Figura 2. Muitas vezes ajuda muito visualizar a interface de usuário e o código fonte lado a lado.

3. Salve esse VI na pasta *LV\H01\Exercises\3 – Temperature\Exercises* selecionando **File » Save** e nomeando-o **2 - Simulate Signal to Graph.vi**.
4. Clique com o botão direito do mouse um espaço vazio no diagrama de blocos para exibir a paleta Functions e, em seguida, navegue para **Programming » Structures » While Loop**. Clique com o botão esquerdo do mouse no loop While e ele será colocado automaticamente no seu cursor. Lembre-se de que sua paleta pode não se assemelhar exatamente à figura abaixo.

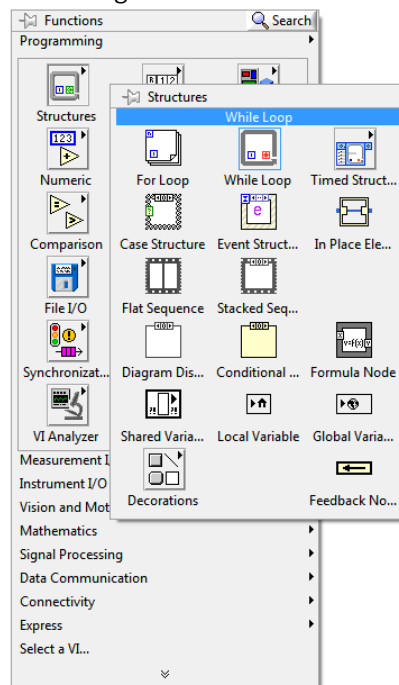


Figura 3. A paleta Functions é um organização hierárquica das funções do LabVIEW.

Clique e depois arraste diagonalmente para formar o loop While na área de interesse. Você pode redimensionar o loop While arrastando qualquer uma das caixas de redimensionamento que aparecer quando seu cursor for colocado sobre a borda do loop.

1. Você também pode criar um loop While pressionando <Ctrl+Space> para exibir a caixa de diálogo Quick Drop. Comece a digitar 'While Loop' e aparecerá a lista de objetos possíveis. Clique duas vezes no nome e ele aparecerá no seu cursor para ser usado no diagrama de blocos. Se você já tiver colocado o loop While, solte o loop While que você localizou usando a caixa de diálogo Quick Drop **clicando com o botão direito** para cancelar a operação.

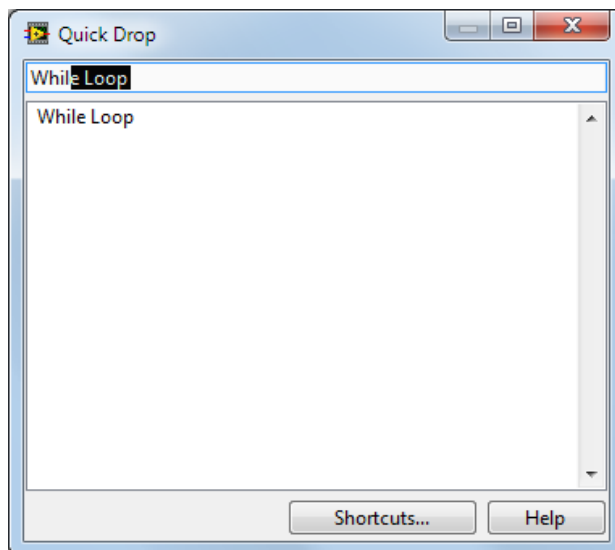


Figura 4. Se você souber o nome do que você está procurando, não há maneira mais rápida para programar do que usando a caixa de diálogo Quick Drop.

5. Os loops While têm dois terminais em sua parte inferior e nos cantos direitos.

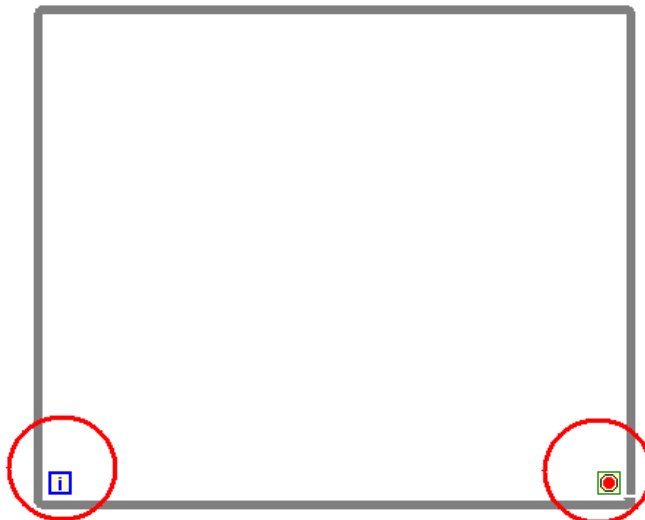


Figura 5. Observe os dois terminais no loop While padrão do LabVIEW.

O mais importante dos dois é a condição do loop. O terminal condicional está ao lado

direito inferior e, por padrão, se assemelha a um sinal de interrupção. Quando os loops While são executados até que sejam interrompidos, devemos aplicar um comando de interrupção (Booleano) para que o loop não seja executado indeterminadamente.

Observe a seta de execução quebrada (🔍) no canto superior esquerdo da tela. O LabVIEW não pode executar uma aplicação que contém um loop While com um terminal condicional desconectado. Para nossa aplicação, precisamos criar um botão Stop que o usuário irá pressionar para interromper o loop While e sair do programa.

6. No painel frontal, clique com o botão direito em qualquer espaço vazio para exibir a paleta Controls e navegar até **Silver » Boolean » Stop Button**. Clique com o botão esquerdo e ele será colocado automaticamente em seu cursor.

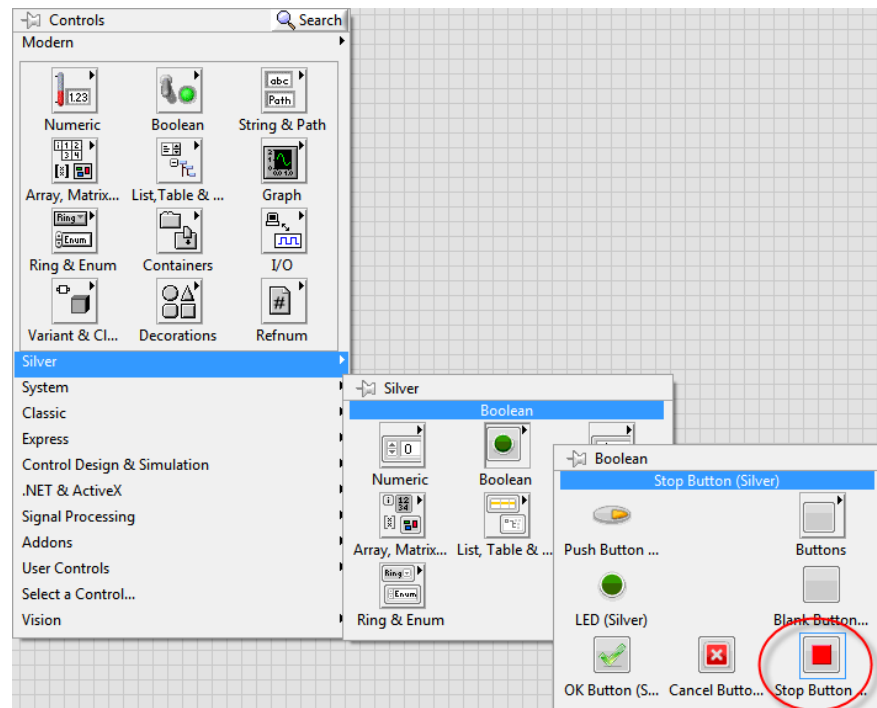




Figura 6. O LabVIEW contém dezenas de elementos de interface de usuário específicos para engenharia.


7. Clique com o botão esquerdo onde você gostaria de colocar o botão no painel frontal. Se você preferir, amplie o botão Stop movendo seu cursor para uma das bordas do botão e arrastando e redimensionando as caixas.
8. Veja novamente o diagrama de blocos. Observe que um terminal para o botão Stop desapareceu. Esse terminal funciona como o conector do painel frontal para a função do diagrama de blocos. Clique no terminal do botão Stop e arraste-o para o lado do terminal de condição do loop (🔴) no loop While.
9. Mova seu cursor para a borda direita do terminal do botão Stop e veja que a borda do terminal está piscando e agora o cursor se parece com uma bobina. Essa é a ferramenta de conexão que permite que você desenhe fios entre diferentes objetos no diagrama de blocos.

10. Clique com o botão direito na borda direita do terminal do botão Stop.
11. Clique com o botão esquerdo na borda esquerda do terminal de condição do loop While.



Figura 7. O fio transporta os dados entre o botão e o terminal condicional.

Havendo agora uma forma de fechar o loop While, a seta de execução quebrada (  ) é substituída por uma seta de execução (  ). Sua aplicação está pronta para ser executada, mas você precisará adicionar mais códigos para concluir as tarefas desse exercício.

O outro terminal no loop While, o contador de iteração do loop (  ), apresenta a quantidade de vezes que o loop While iterou. Essa informação pode ser útil dependendo da sua aplicação, mas não a usaremos hoje; não é necessário que façamos nada com ela para podermos executar nosso programa.

12. Pressione **<Ctrl+Space>** para exibir a caixa de diálogo Quick Drop e comece a digitar 'Simulate Signal'. Clique duas vezes em *Simulate Signal* quando você vir a caixa de diálogo Quick Drop e automaticamente aparecerá o *VI Expresso Signal* no seu cursor.

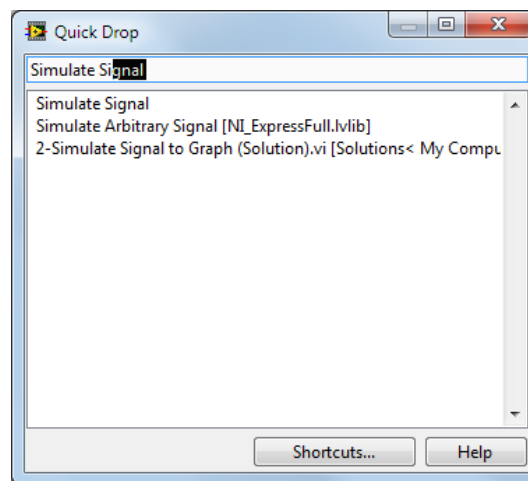


Figura 8. A caixa de diálogo Quick Drop pré-indexa todas as funções do LabVIEW para uma busca rápida.

13. Clique com o botão esquerdo para colocar o VI Expresso Simulate Signal dentro do loop While e sua caixa de configuração aparecerá automaticamente.

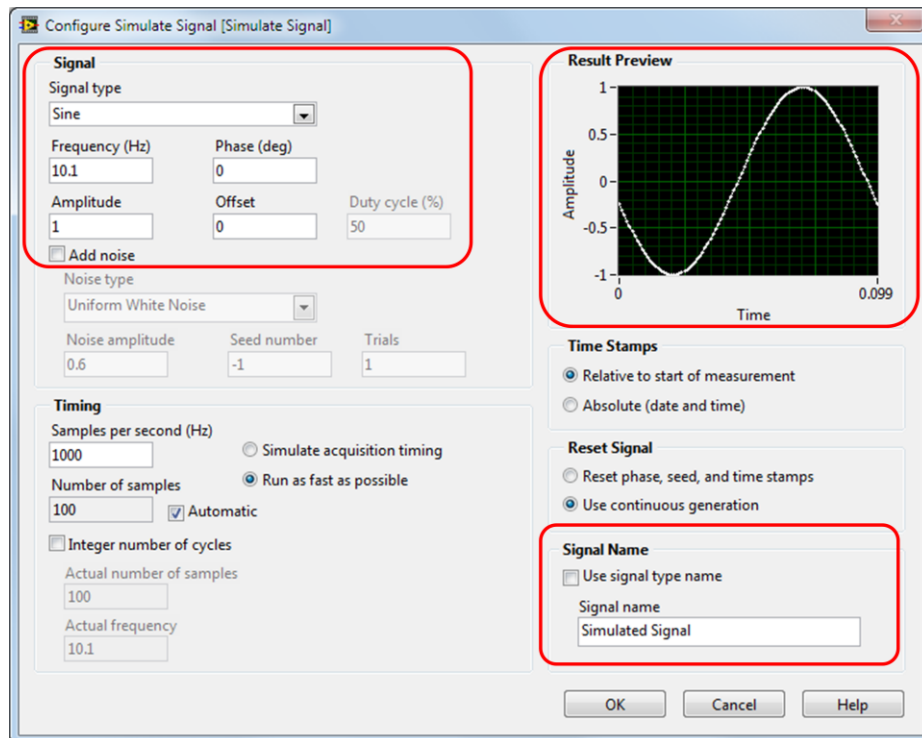


Figura 9. Todos os VIs Expressos do LabVIEW têm caixas de diálogo de configuração de fácil utilização.

14. Tente alterar os valores de fase, tipo de sinal, amplitude, frequência e offset na parte *Signal* da caixa de diálogo e veja as alterações na parte *Results Preview*.
15. Desfaça a seleção do quadro **Use signal type name** na seção *Signal Name* e insira *Simulated Signal* como o nome.
16. Após escolher o sinal que você quer exibir, pressione **OK**. Agora o VI Expresso *Simulate Signal* foi customizado com base nas configurações que você forneceu.
17. Alterne para o painel frontal e use **<Ctrl+Space>** para inicializar o Quick Drop.
18. Digite a palavra *chart*. Clique duas vezes no controle *Waveform Chart* (Silver).
19. Coloque o controle *Waveform Chart* (Silver) no painel frontal em qualquer local que você quiser.
20. Volte ao diagrama de blocos e mova o ícone do gráfico para o loop *While* (se ele ainda não estiver lá) para a direita do VI Expresso *Simulate Signal*.
21. Use um fio para conectar a saída do VI Expresso *Simulate Signal* ("Simulated Signal") à entrada do terminal *Waveform Chart*. Observe que o terminal do gráfico mudou de cor para refletir o tipo de dados recebido.

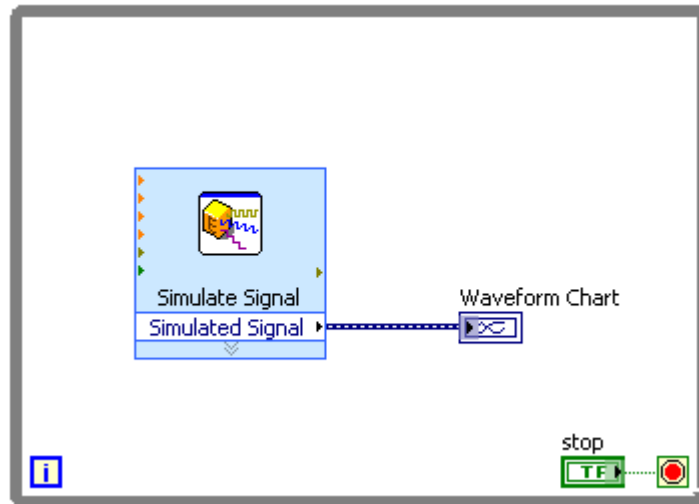


Figura 10. O VI Simulated Signal será exibido no Waveform Chart durante cada iteração do loop While.

22. Retorne ao painel frontal e **execute** o VI pressionando a seta de execução (↵). O sinal simulado que você criou no VI Expresso está exibido agora no gráfico. Clique no botão **Stop** quando você estiver pronto para continuar.
23. Clique com o botão direito em um espaço vazio no painel frontal para exibir a paleta Controls, localize o controle knob (**Silver » Numeric » Knob (Silver)**) e coloque-o no painel frontal. Clique duas vezes no rótulo do botão e altere-o para *Amplitude*.
24. Repita o passo 23 para fazer outro botão. Altere seu rótulo para *Frequency*. Clique duas vezes no valor máximo na escala de frequência (padrão = 10) e altere-a para 50.

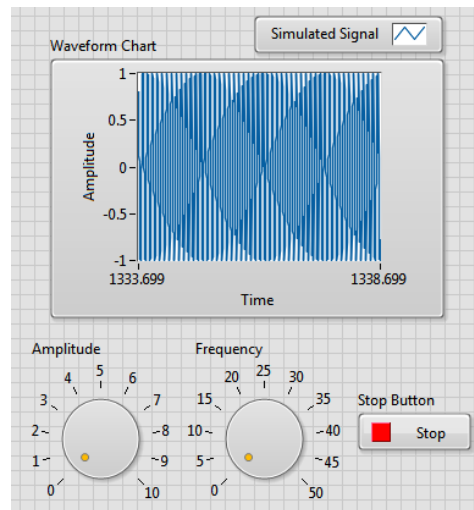


Figura 11. Painel frontal com controles para amplitude e frequência do sinal.

25. No diagrama de blocos, mova os controles *Amplitude* e *Frequency* para dentro do loop While.

26. Coloque o cursor do mouse sobre o lado direito dos terminais *Amplitude* e *Frequency* até que a ferramenta de conexão apareça no cursor. Clique com o botão esquerdo e arraste a conexão para a entrada com o mesmo nome no VI Expresso *Simulate Signal*. Seu diagrama de blocos deve ser semelhante ao da imagem abaixo.

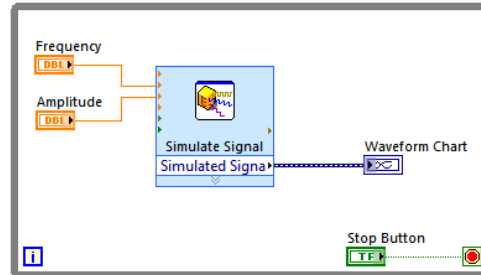


Figura 12. Agora você pode alterar programaticamente a frequência e amplitude.

27. Clique na seta de **execução** manipule os botões *Amplitude* e *Frequency* observe que a exibição do gráfico é modificada de acordo. O eixo Y do gráfico é escalado automaticamente para maximizar o tamanho do sinal na exibição. Para desativar esse recurso, clique com o botão direito no gráfico e desfaça a seleção no *AutoScale Y*.

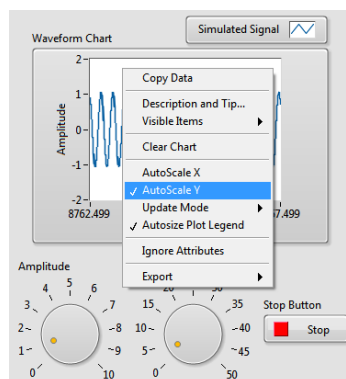


Figura 13. Algumas vezes você vai querer controlar manualmente a escala de um gráfico.

Você pode alterar as faixas inferiores e superiores do eixo Y clicando nos números no eixo e digitando novos valores.

28. Interrompa o VI clicando no botão **Stop**.

### Passos Adicionais

O LabVIEW oferece diversas ferramentas para ajudá-lo a desenvolver suas aplicações. Os próximos passos mostrarão como usar algumas das ferramentas de assistência de programação mais importantes.

### *Cleanup de diagramas de blocos*

Conforme você programa, e particularmente quando você aprende a programar no LabVIEW, nem sempre layout e legibilidade são levados em consideração. Isso pode resultar em um diagrama de blocos muito pouco organizado.



O Cleanup de diagramas de blocos do LabVIEW é uma ferramenta incorporada que organiza seu código, tornando mais fácil para você e outros o entendimento de como seu programa funciona.

29. Pressione o ícone do Cleanup de diagramas de blocos localizado na barra de menu.

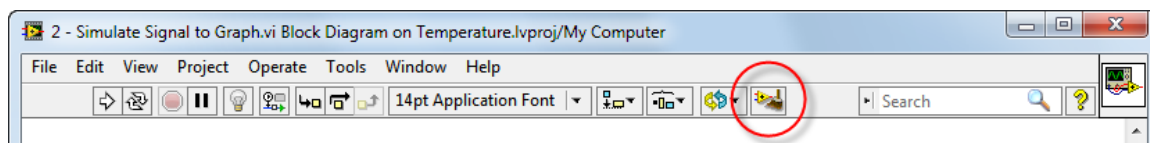


Figura 14. O Cleanup de Diagrama de Blocos organizará automaticamente seu código.

Agora, seu diagrama de blocos precisa ser organizado com fios mais limpos e uma distribuição uniforme dos elementos do código.

### Execução Highlight

30. Clique no botão **Highlight Execution** na barra de ferramentas. Observe que agora o ícone de lâmpadas parece estar ligado.

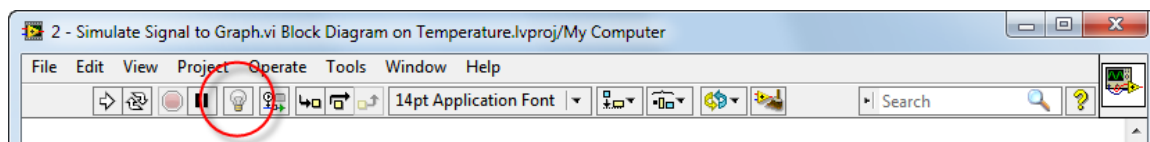


Figura 15. A execução Highlight faz seu código ficar mais lento para permitir que você visualize o fluxo de dados.

31. Execute sua aplicação com a execução Highlight ligada. Clique na seta de **execução** e veja seu código ser executado passo a passo. Embora não seja sempre necessária para aplicações simples, a ferramenta Highlight Execution é um excelente recurso para solucionar problemas de programas complexos e determinar se seu código é executado conforme esperado.

### Context Help

32. Clique no botão **Context Help** na parte superior do diagrama de blocos.

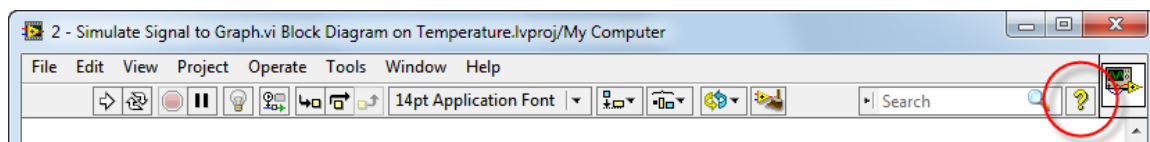


Figura 16. A janela Context Help exibe um diálogo de ajuda com base no contexto.

33. Com a janela Context Help ativa, passe seu cursor sobre objetos diferentes no diagrama de blocos e no painel frontal do VI Simulate Signal to Graph. Quando você fizer isso, a janela Context Help fornecerá detalhes incluindo diagramas de conexão e descrições.

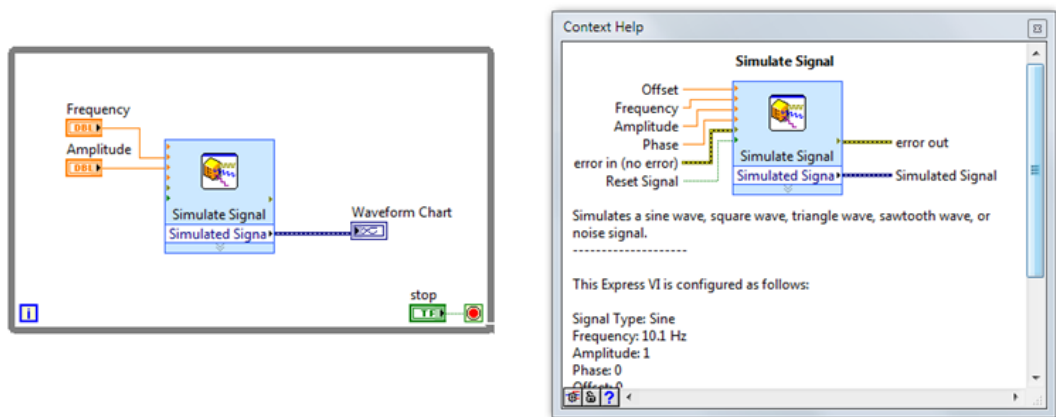


Figura 17. O Context Help é um modo rápido de obter um panorama do VI, entradas e saídas.

34. Clique com o botão direito no diagrama de blocos e navegue pelas paletas. Observe que a janela Context Help oferece detalhes sobre os objetos enquanto eles estão nas paletas. Note também que para alguns objetos, a janela Context Help oferece um link para o Detailed Help. Esse link abrirá o *Help do LabVIEW* e oferecerá mais informações.

35. Salve e feche o *VI 2 - Simulate Signal to Graph*.

## Parte C

A finalidade deste exercício é usar o LabVIEW e o CompactDAQ para configurar rapidamente um programa para adquirir dados de temperatura.

1. Clique com o botão direito na pasta Exercises e selecione **New » VI**. Quando estiver aberto, salve o VI na pasta Exercises com o nome *3 - Basic Measurement.vi*.
2. Pressione **<Ctrl+T>** para organizar as janelas do diagrama de blocos e do painel frontal.
3. Abra a paleta Functions clicando com o botão direito no espaço em branco na janela do diagrama de blocos do LabVIEW.
4. Mova seu cursor sobre a paleta **Express » Input** e clique no *VI Expresso DAQ Assistant*. Clique com o botão esquerdo no espaço vazio para colocá-lo no diagrama de blocos.

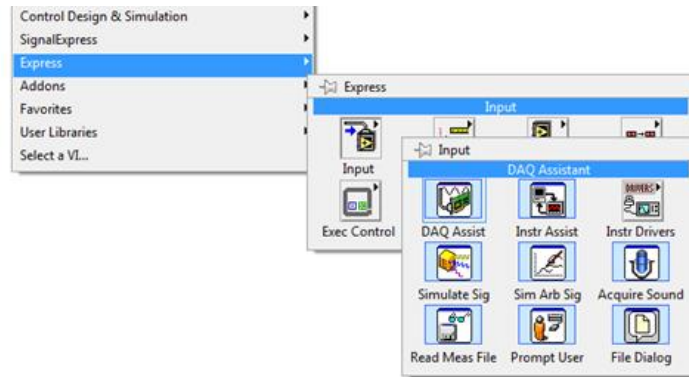


Figura 1. O DAQ Assistant é um modo de configuração para adquirir dados de um hardware real ou simulado.

5. Em seguida, aparecerá a janela *Create New...*:

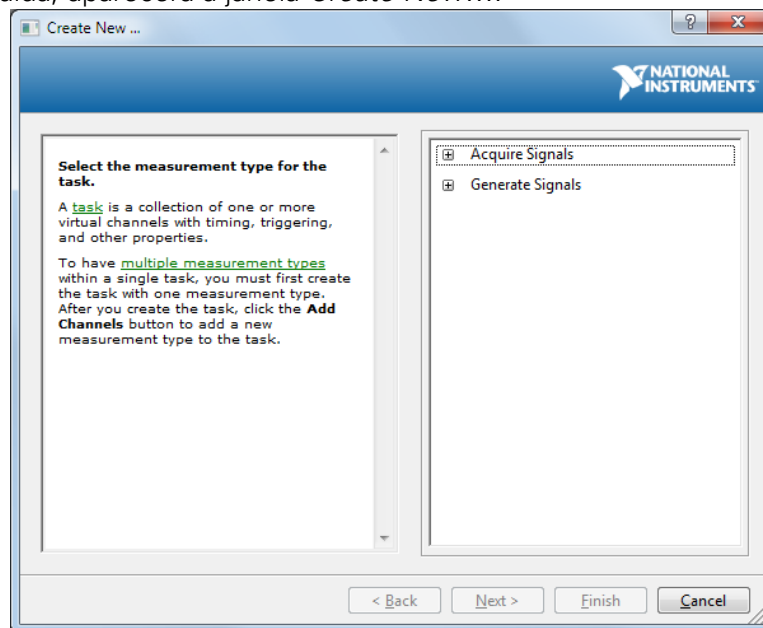


Figura 2. As tarefas do NI-DAQmx são uma coleção de canais com propriedades de triggering e temporização homogêneas.

6. Para configurar a aplicação de medição de temperatura com um termopar, clique em **Acquire Signals » Analog Input » Temperature » Thermocouple**.
7. Clique no sinal + ao lado do módulo **Temperature (NI 9213)**, destaque o canal **ai0** e clique em **Finish**. Isso adiciona um canal físico a sua tarefa de medição.
8. Dentro da caixa de diálogo de configuração DAQ Assistant, modifique o CJC Source para **Built In** e o Acquisition Mode para **Continuous Samples**.
9. Modifique a configuração do *Samples to Read* para **100**.
10. Modifique a configuração do *Rate (Hz)* para **1k**.

11. Clique no botão de **execução**. Você verá as leituras da temperatura do termopar na janela do painel de teste.

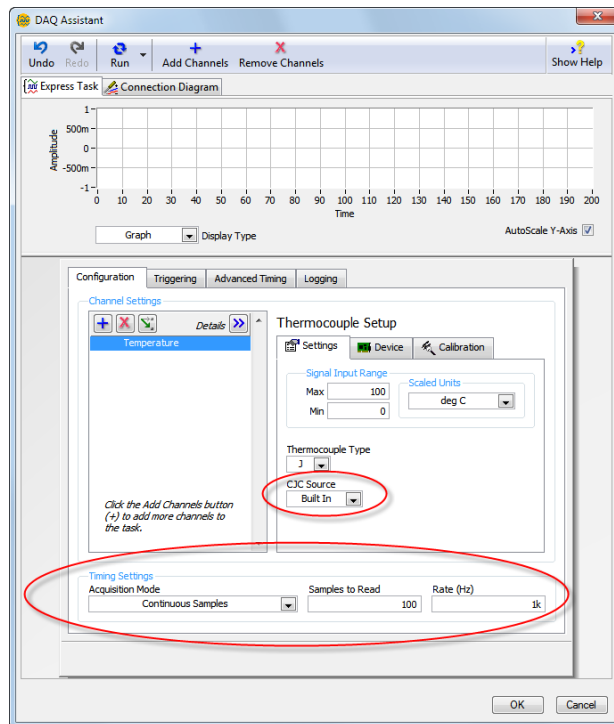


Figura 3. Você pode configurar e testar sua medição de dentro da janela DAQ Assistant.

12. Clique em **Stop** e **OK** para fechar a janela de configuração do bloco Expresso para retornar ao diagrama de blocos do LabVIEW.
13. O LabVIEW cria automaticamente o código para essa tarefa de medição. Como selecionamos uma medição de amostragem contínua, faz sentido que o código seja colocado dentro de um loop While informado pelo LabVIEW. Clique em **Yes** para criar automaticamente um loop While.

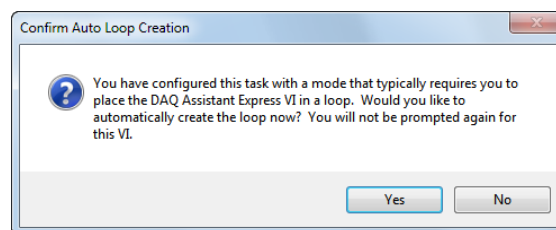


Figura 4. O LabVIEW nos informa que o código deve ser colocado dentro de um loop.

14. Clique com o botão direito na saída do terminal de dados ao lado direito do VI Expresso DAQ Assistant e selecione **Create » Graph Indicator**.

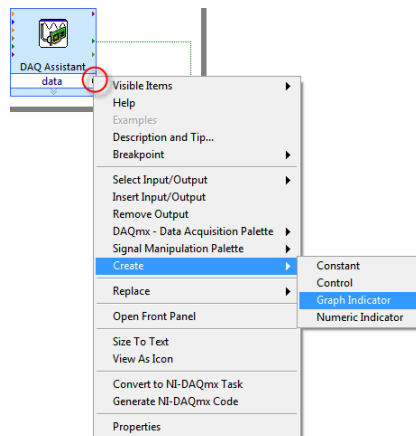


Figura 5. Você pode criar automaticamente um objeto do painel frontal no diagrama de blocos.

15. Renomeie o indicador do Waveform Graph de *Data* para *Temperature*.
16. Observe que um indicador gráfico correspondente é colocado no painel frontal.
17. Agora seu diagrama de blocos deve se assemelhar a figura abaixo: O loop While adiciona automaticamente o botão Stop ao seu painel frontal para permitir que você pare a execução do loop.

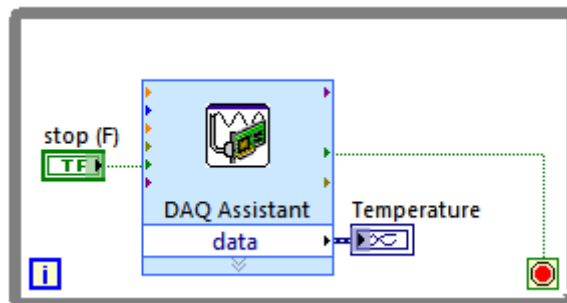


Figura 6. Aplicação totalmente funcional que adquire dados de temperatura.

18. Sinta-se à vontade para **executar** o VI para testar suas funções. Clique em **Stop** quando você concluir.
19. **Salve** o VI.

### Passos Adicionais

Os VIs Expressos facilitam a criação de aplicações básicas. Suas caixas de diálogo de configuração permitem que você configure os parâmetros e customize as entradas com base nos requisitos da sua aplicação. No entanto, para otimizar o desempenho de aquisição de dados da sua aplicação e permitir um melhor controle, você deve usar os VIs do driver DAQmx. O DAQ Assistant pode gerar automaticamente um código DAQmx padrão; nem todos os VIs expressos tem essa função.

Antes de gerar o código padrão DAQmx do DAQ Assistant, você precisa remover qualquer código desnecessário que foi criado automaticamente pelo VI expresso.

20. Clique com o botão direito no loop While e selecione **Remove While Loop**. Em seguida, clique no botão **Stop** e pressione o botão **<Delete>** para remover o botão Stop. Repita essas ações no Temperature Graph bem como nos fios adicionais que podem permanecer. Você pode pressionar **<Ctrl+B>** para remover todos os fios desconectados de um diagrama de blocos.
21. Quando você ficar apenas com o DAQ Assistant, clique com o botão direito no VI Expresso DAQ Assistant que você criou neste exercício e selecione **Generate NI-DAQmx Code**.

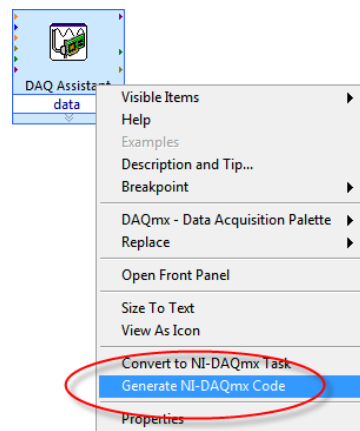


Figura 7. Gere o código NI-DAQmx a partir da configuração do DAQ Assistant.

Agora, seu diagrama de blocos deve se assemelhar a esse:

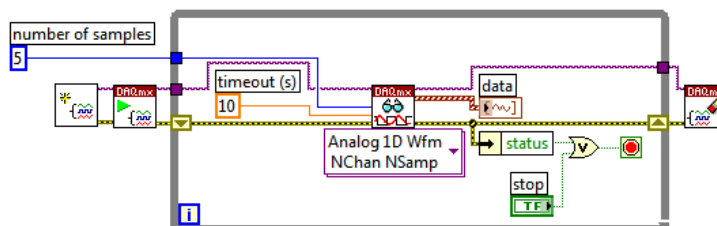



Figura 8. DAQmx de baixo nível equivalente à configuração do DAQ Assistant.

O VI Expresso foi substituído por quatro VIs. Analisaremos suas funções nos passos a seguir:

22. Abra a janela Context Help clicando no ícone do **Context Help** () no canto superior direito do diagrama de blocos.
23. Passe seu cursor sobre cada VI e analise seus diagramas de conexão e descrições.
24. O *VI DAQmx Read* lê os dados com base nos parâmetros que ele recebe do *VI Untitled* à esquerda.
25. Clique duas vezes no *VI Untitled* e abra o diagrama de blocos do VI (código ilustrado abaixo).

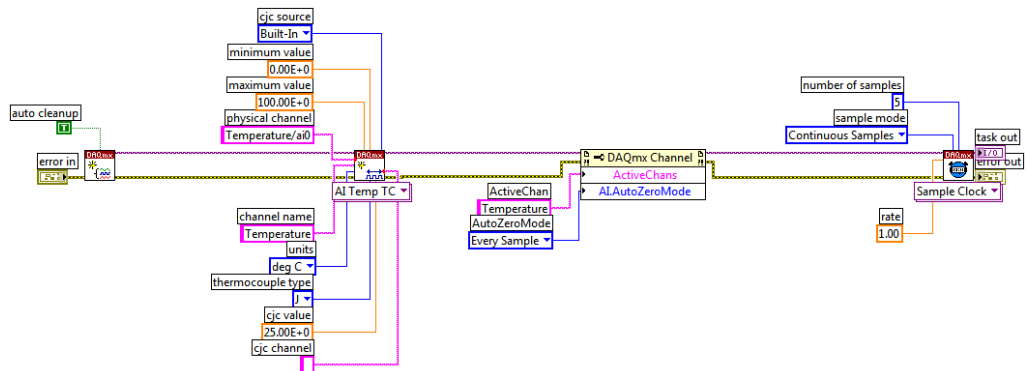


Figura 9. O VI Untitled contém todas as informações de configuração do canal incluindo o tipo medição, escala e temporização.

Todos os parâmetros que são conectados como entradas aos VIs de configuração do DAQmx refletem as configurações que você configurou originalmente no VI Expresso DAQ Assistant.

**Observação:** Ao mover esses parâmetros e VIs de configuração para o diagrama de blocos, você pode programaticamente modificar seus valores sem ter que parar sua aplicação e abrir a caixa de diálogo de configuração do VI Expresso. Isso pode economizar tempo de desenvolvimento e possivelmente otimizar o desempenho eliminando configurações desnecessárias dependendo da sua aplicação.

26. Feche o *VI Untitled*. Quando for solicitado **não salve**.

27. Feche o *VI 3 – Basic Measurement*. Quando for solicitado, **não salve**.

## Parte D

A finalidade deste exercício é ampliar nossa aplicação para incluir valores limites que irão acionar um alarme definido pelo usuário.

1. Dentro da pasta *Exercises* do projeto aberto *Temperature*, abra o **VI 4 – Analysis and Output**. Esse VI é funcionalmente equivalente ao VI que criamos no exercício anterior, mas ele já oferece espaço adicional no diagrama de blocos para inclusão de um código adicional.
2. Clique com o botão direito no painel frontal para abrir a paleta Controls e navegar para **Controls » Silver » Numeric**. Selecione e coloque um **Numeric Control** no painel frontal.





Após colocado no diagrama de blocos, aparecerá a caixa de diálogo de configuração do VI Expresso Comparison.

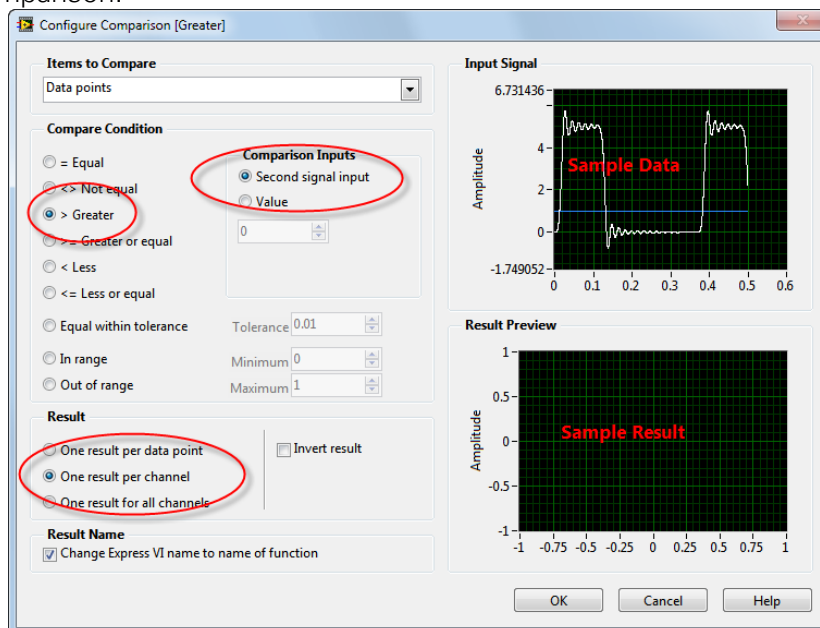


Figura 3. Caixa de diálogo de configuração do VI Expresso Comparison.

7. Selecione **> Greater** na seção Compare Condition, **Second signal input** na seção Comparison Inputs e **One result per channel** na seção Result. Clique em **OK**.
8. Coloque o cursor do mouse sobre a saída *data* do DAQ Assistant até que o ícone em forma de bobina apareça no seu cursor, em seguida, clique com o botão esquerdo e arraste o mouse para a entrada **Operand 1** do VI Expresso Comparison. Da mesma forma, coloque o cursor, arraste e conecte o controle Alarm Level ao fio e a entrada **Operand 2** no VI Expresso Comparison.
9. Agora seu diagrama de blocos deve se assemelhar a esse:

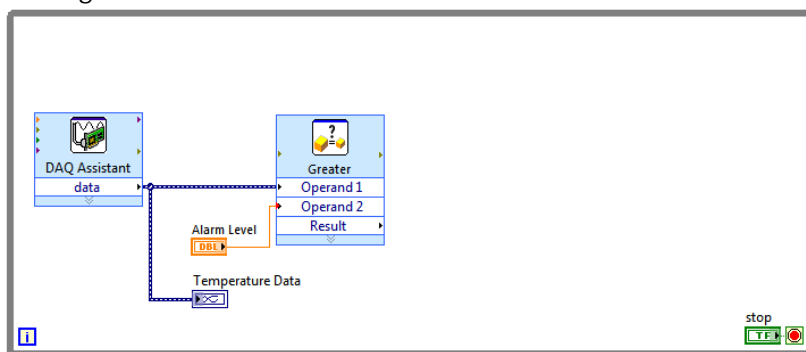


Figura 4. Comparação dos dados adquiridos a um nível de alarme especificado pelo usuário.

10. No painel frontal, clique com o botão direito e navegue para **Controls » Silver » Boolean » LED (Silver)**. Coloque o LED no painel frontal e redimensione o LED para que seja mais fácil vê-lo.

11. Renomeie o LED *Alarm*. Seu painel frontal deve se assemelhar a esse:

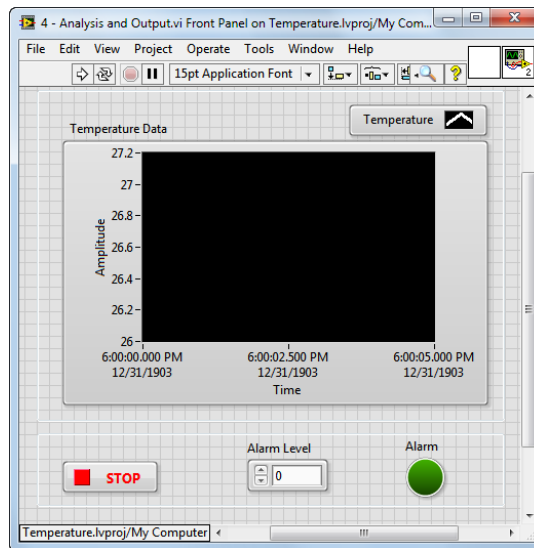


Figura 5. Agora a IU contém mecanismos para a exibição de dados e entrada do usuário.

12. Se não tiver sido feito ainda, arraste e solte o indicador *Alarm* no loop *While*.

13. No diagrama de blocos, conecte a saída do *VI Expresso Comparison* à entrada do terminal do indicador *Alarm*.

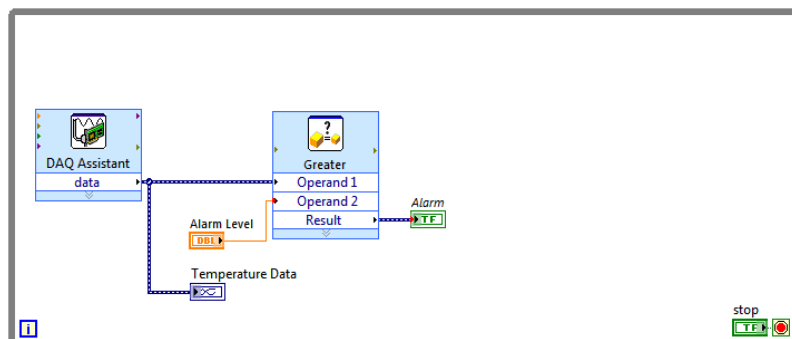


Figura 6. Nesse estágio, a aplicação notificará o usuário se a medição está excedendo um valor limite especificado.

14. Clique no botão de **execução** e altere o controle *Alarm Level* para algum nível acima do atual sinal de temperatura adquirido. Segure o termopar até que a temperatura exceda o valor do *Alarm Level*. O LED do alarme liga quando o sinal de temperatura adquirido ultrapassa o nível definido no painel frontal. Em seguida, atualizaremos uma linha digital dependendo do status do LED.

15. Pare o VI usando o botão **Stop** no painel frontal.

16. Alterne para o diagrama de blocos. Clique com o botão direito para acessar a paleta *Functions* e selecione o *VI Expresso DAQ Assistant* em **Functions » Express » Output**. Coloque o *DAQ Assistant* no diagrama de blocos dentro do loop *While*.

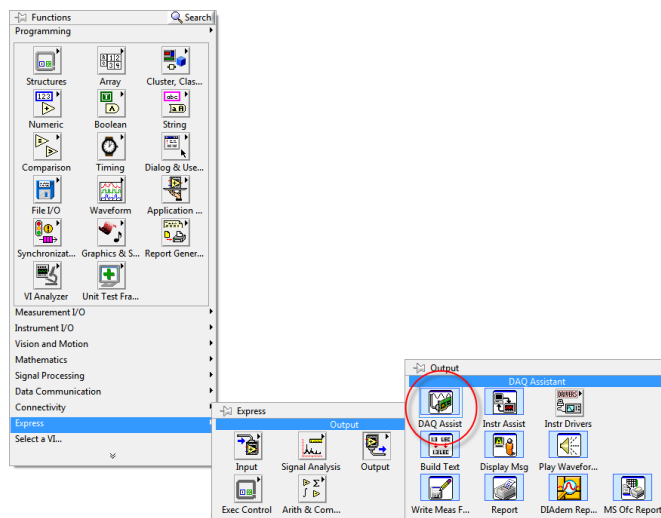


Figura 7. Adicionar outro DAQ Assistant permitirá que controlemos o módulo digital.

17. Dentro da caixa de diálogo 'Create New...', selecione **Generate Signals » Digital Output » Line Output**

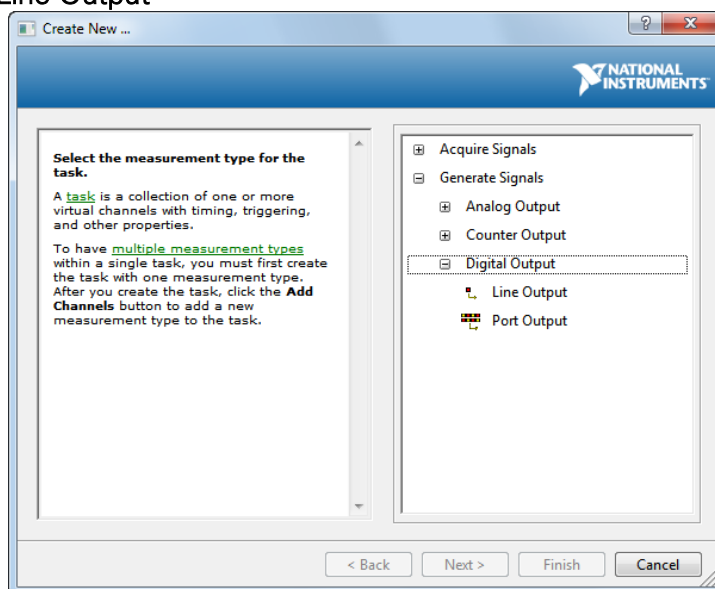


Figura 8. Uma linha digital nos permite gerar dados para uma única linha digital.

18. Expanda o sinal + próximo ao módulo *Digital\_out* na janela seguinte, selecione **port0/line0** e clique em **Finish**.
19. Clique em **OK** na janela DAQ Assistant que aparecerá, se todas as configurações padrão estiverem corretas para a aplicação.
20. Crie um fio adicional que conecte a saída **Result** do VI Expresso Comparision à saída **data** do novo *VI Expresso DAQ Assistant2*.

Aparecerá automaticamente a função *Convert from Dynamic Data*. O LabVIEW sempre

tentará coagir tipos de dados diferentes quando dois nós estiverem conectados juntos. Neste caso, a saída do VI Expresso Comparison é um tipo de dados dinâmico e a entrada do DAQ Assistant é um booleano. O LabVIEW colocou o nó *Convert from Dynamic Data* entre os dois nós para que eles possam ser conectados sem um erro de sintaxe. Agora seu diagrama de blocos deve se assemelhar a esse:

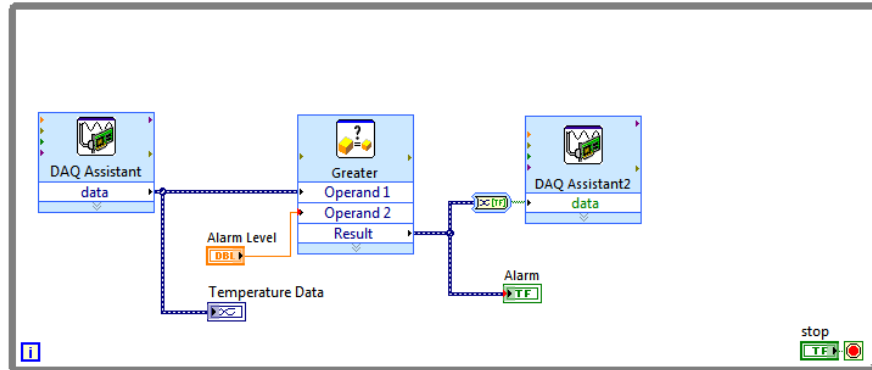


Figura 9. O resultado de comparação do valor limite será apresentado no módulo digital.

21. Clique no botão de **execução**. Observe que o banco de LED no módulo NI 9472 do CompactDAQ liga e desliga para corresponder ao valor do *Alarm* no painel frontal.
22. Salve o VI.

## Parte E

A finalidade desse exercício é salvar nossos dados adquiridos em um arquivo para processamento futuro, o que poderia incluir compartilhar com colegas, transformar em um relatório, executar análise adicional ou todos os citados.

1. O *VI 4 – Analysis and Output* do exercício anterior deve estar aberto ainda. Se não estiver, abra-o na pasta *Exercises* no projeto *Temperature*.
2. Clique com o botão direito no diagrama de blocos e selecione **Functions » File I/O » Write to Measurement File**. Coloque o VI Expresso dentro do loop While no diagrama de blocos.

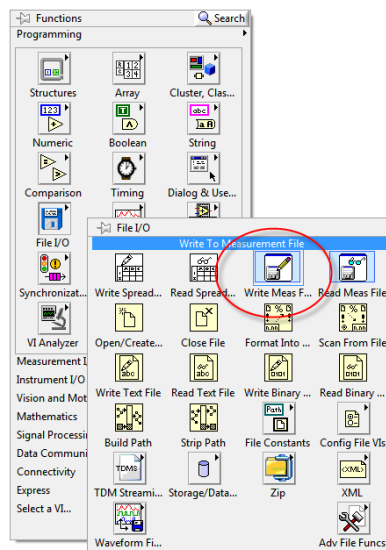


Figura 1. O LabVIEW inclui dezenas de opções para ler e escrever arquivos.

- Como se trata de um VI Expresso, aparecerá a janela de configuração. Configure a janela conforme ilustrado abaixo, mas não se esqueça de anotar o local no campo Filename. Quando tiver terminado, clique em **OK**.

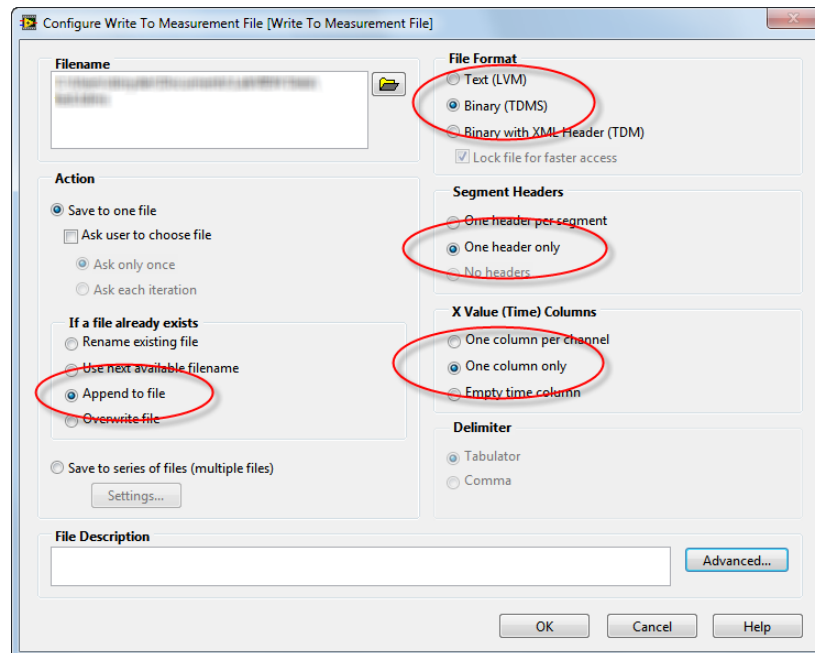


Figura 2. Essa configuração irá salvar um arquivo binário que pode ser processado posteriormente em um software comum, tal como o NI DIAdem ou Microsoft Excel.

- Conecte a saída do *VI Expresso DAQ Assistant* à entrada do *VI Expresso Write to Measurement File*.
- Seu diagrama de blocos deve se assemelhar agora a figura abaixo:

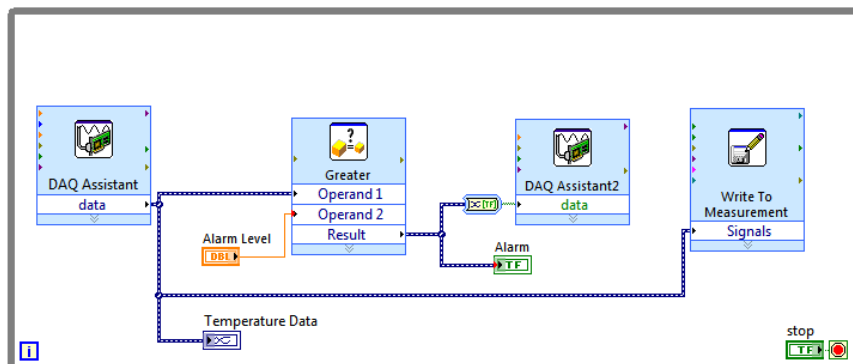
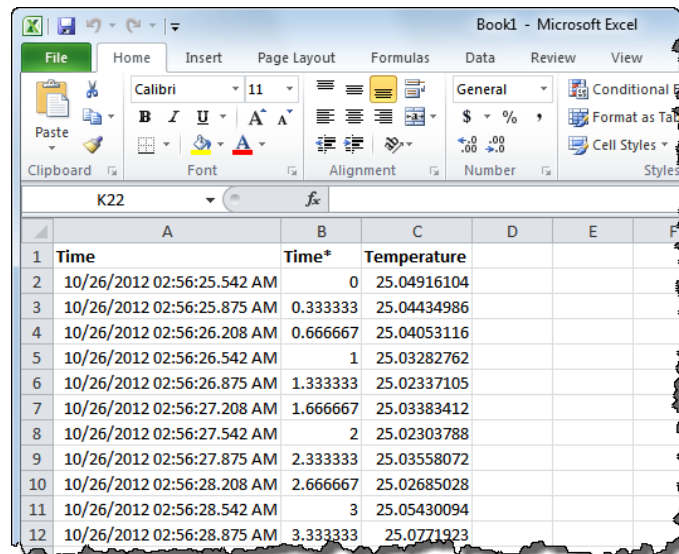


Figura 3. Essa aplicação concluída adquire dados de temperatura, apresenta um sinal digital se a temperatura exceder um valor limite e salva todos os dados em um arquivo.

- Execute o VI momentaneamente e clique em **Stop** para parar o VI.
- Seu arquivo será criado na pasta especificada. Se você não conseguir lembrar o

- local do arquivo, clique duas vezes no VI Expresso Write to Measurement File.
8. Usando o Windows Explorer, navegue para o local dos dados no disco.
  9. Clique com o botão direito no Windows Explorer e selecione **Open With » Excel Importer** para abri-lo no Microsoft Excel. Faça revisão dos dados de temperatura e do cabeçalho salvos no arquivo. Observe que eles podem estar contidos dentro de diferentes planilhas do Excel (guias).



	A	B	C	D	E	F
1	<b>Time</b>	<b>Time*</b>	<b>Temperature</b>			
2	10/26/2012 02:56:25.542 AM	0	25.04916104			
3	10/26/2012 02:56:25.875 AM	0.333333	25.04434986			
4	10/26/2012 02:56:26.208 AM	0.666667	25.04053116			
5	10/26/2012 02:56:26.542 AM	1	25.03282762			
6	10/26/2012 02:56:26.875 AM	1.333333	25.02337105			
7	10/26/2012 02:56:27.208 AM	1.666667	25.03383412			
8	10/26/2012 02:56:27.542 AM	2	25.02303788			
9	10/26/2012 02:56:27.875 AM	2.333333	25.03558072			
10	10/26/2012 02:56:28.208 AM	2.666667	25.02685028			
11	10/26/2012 02:56:28.542 AM	3	25.05430094			
12	10/26/2012 02:56:28.875 AM	3.333333	25.0771923			

Figura 4. Arquivo dos dados de temperatura resultante que foi salvo na aplicação concluída do LabVIEW.

10. Feche o arquivo de dados se ele ainda estiver aberto.
11. Feche o VI do LabVIEW se ele ainda estiver aberto.
12. Feche o projeto de temperatura se ele ainda estiver aberto.

<Fim do exercício>


Como combinar medições de temperatura e iluminação

- Objetivo:**
- Neste exercício, você irá adquirir um sinal de luminosidade usando o NI-DAQmx.
  - Na segunda parte deste exercício, você modificará o exemplo para medir a luz ambiente na demo box de medição.

## Parte A Abra e execute nossa aplicação inicial

*Tempo estimado: 20 minutos*

O exercício de hoje começa com um sistema de medição pré-criado com um único canal que mede os dados de temperatura de um termopar. Ampliaremos esse sistema para adquirir dados de medição mistos de dois sensores (um termopar e uma célula solar) usando dois módulos diferentes e escrever dados em um formato de arquivo escalável.

1. Inicialize o LabVIEW selecionando **Start » All Programs » National Instruments » LabVIEW 2014 » LabVIEW** se ele não estiver inicializado ainda.
2. Abra o projeto Light Sensor.
  - a. Na Janela Getting Started do LabVIEW, selecione **Open Existing**.
  - b. Navegue até **C:\Seminars\LV HO\Exercises\4 – Light**.
  - c. Selecione e abra o **Light Sensor Project.lvproj**.
3. Abra e execute a aplicação inicial.
  - a. No projeto do LabVIEW, clique duas vezes e selecione **Exercises » 1 – Write Temperature to ASCII File (Original).vi**.
  - b. Execute a aplicação clicando na seta de **execução** () no painel frontal conforme ilustrado na figura 1.
  - c. Enquanto a aplicação estiver sendo executada, use seus dedos para aquecer o termopar anexado ao canal da entrada analógica (**ai0**) do módulo NI 9213.
  - d. Verifique se o sinal de temperatura no gráfico do painel frontal do LabVIEW sobe e desce adequadamente, e que o indicador LED liga quando a temperatura excede a 26 °C. Quando o indicador LED ligar, o LED físico no módulo de saída digital NI 9472 também deve acender.
  - e. Pare o VI selecionando o botão **Stop** no painel frontal do LabVIEW conforme ilustrado na figura 1.



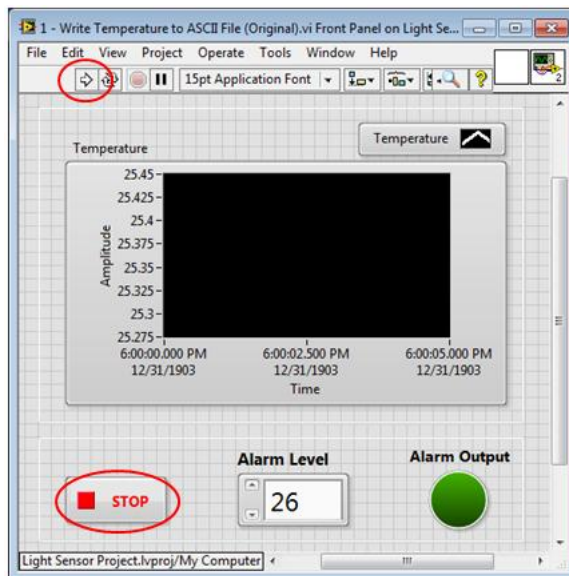


Figura 1. Use a seta de execução para executar a aplicação do LabVIEW.

4. Pressione <Ctrl+E> para visualizar o diagrama de blocos.

Esse código do LabVIEW usa o DAQ Assistant para adquirir dados - um VI Expresso com etapas de configuração incorporadas que eliminam a necessidade de muitas das configurações mais comuns de dispositivos. Por outro lado, o DAQ Assistant tem algumas limitações quando você precisa mais controle de seu dispositivo DAQmx, como sincronização ou parâmetros de dispositivos específicos que estão fora do escopo desse seminário. Nos próximos exercícios, você aprenderá os conceitos básicos para usar o API NI-DAQmx padrão (não expresso). Esse método de programação de baixo nível abre os recursos do dispositivo e a longo prazo o transformará em um usuário melhor.

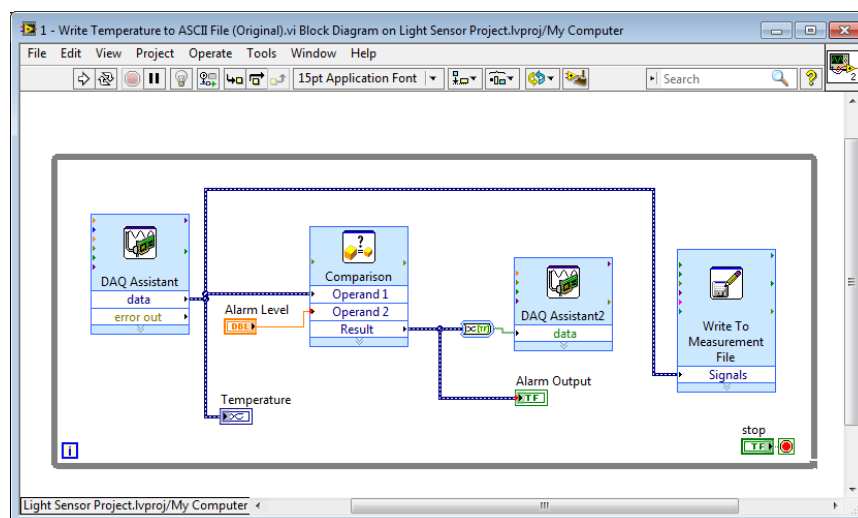


Figura 2. Usar um DAQ Assistant é uma maneira fácil de obter e executar a aquisição de dados.

5. Feche o VI.

## Parte B

### Use o API NI-DAQmx de baixo nível

Tempo estimado: 20 minutos

Embora o DAQ Assistant usado no último exercício tenha concluído a tarefa, ele não é tão flexível ou escalável para aplicações de medições mistas. Neste exercício, substituiremos o DAQ Assistant e faremos medições equivalentes usando VIs NI-DAQmx de baixo nível mais flexíveis.

1. Abra a aplicação do exercício.
  - a. No projeto do LabVIEW, clique duas vezes e selecione **Exercises » 2 – Use the NI-DAQmx VIs (Original).vi**.
2. Analise o código do NI-DAQmx de baixo nível.
  - a. Selecione **Window » Show Block Diagram** ou pressione **<Ctrl+E>** para analisar o código do LabVIEW.
  - b. Se ainda não estiver aberta, selecione **Help » Show Context Help** ou pressione **<Ctrl+H>** para abrir a janela Context Help do LabVIEW.
  - c. Navegue até a seção mais à esquerda do código do diagrama de blocos, conforme ilustrado na figura 3.

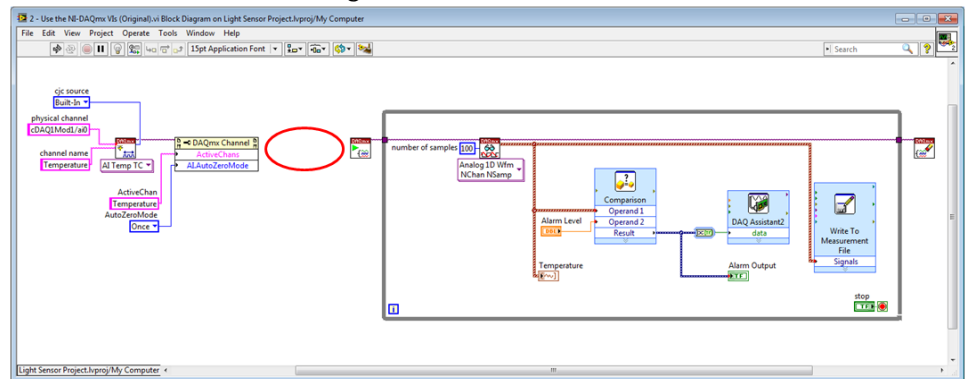


Figura 3. O API de baixo nível NI-DAQmx segue um padrão lógico.

- d. Um por vez, passe o cursor do mouse sobre os VIs no diagrama de blocos e analise suas funções conforme descritas na janela Context Help, figura 4.

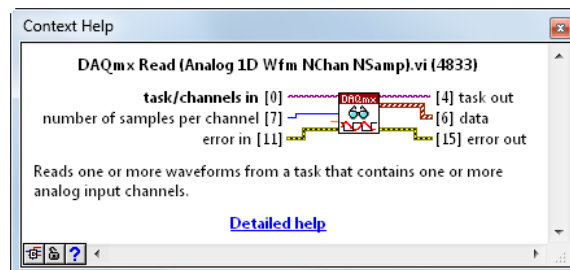


Figura 4. A caixa de diálogo do Context Help lhe oferece informações detalhadas sobre cada VI, bem como seus valores de saída e entrada esperados.

Observe que o fluxo lógico do API NI-DAQmx começa configurando um canal de entrada analógica que corresponde a um canal físico de medição.

A aquisição é inicializada antes do loop While. Dentro do loop, as amostras são lidas pelo buffer do NI-DAQmx repetidamente até que o usuário pare o loop, no momento em que a configuração da aquisição é excluída da memória.

3. Adicione configuração de temporização ao código do NI-DAQmx de baixo nível.
  - a. Clique com o botão direito no espaço em branco no diagrama de blocos para acessar a paleta Functions.
  - b. Navegue até **Measurement I/O » NI-DAQmx** e selecione o **DAQmx Timing.vi**.

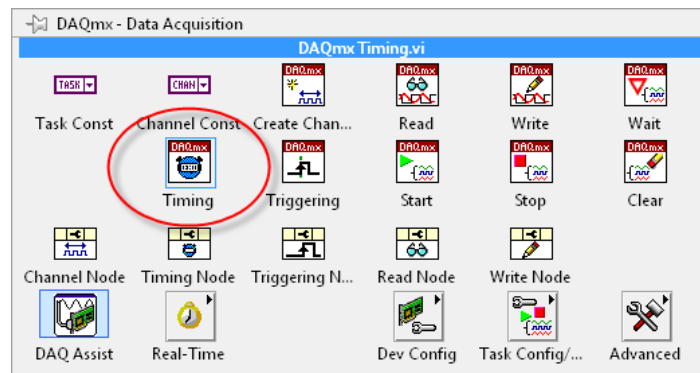


Figura 5. A paleta NI-DAQmx abriga todas as funções de aquisição de dados criadas no ambiente LabVIEW pelo driver NI-DAQmx.

- c. Clique com o botão esquerdo no VI DAQmx Timing entre o *VI DAQmx Create Channel* e o *VI Start Task*, conforme ilustrado na figura 6.
- d. Clique com o botão direito no terminal de entrada *Sample Mode* do DAQmx Timing.vi e selecione **Create » Constant** clicando com o botão direito no menu de contexto.
- e. Em vez de Finite Samples, altere a entrada do Sample Mode para **Continuous Samples**.
- f. Clique com o botão direito na entrada *Rate* e selecione **Create » Constant** clicando com o botão direito no menu de contexto. Deixe o valor da faixa padrão em 1000 Hz.
- g. Clique com o botão direito na entrada *Samples per Channel* e selecione **Create » Constant**.
- h. Clique duas vezes na constante Samples per Channel e altere o valor para **100**.

- i. Clique na entrada da saída **Task Out** do *DAQmx Create Channel.vi* e depois clique novamente na entrada **Task/Channels In** do *DAQmx Timing.vi*. Isso conectará um fio entre os dois nós.
- j. De forma similar, conecte a saída **Task Out** do *DAQmx Timing.vi* à entrada **Task/Channels In** do *DAQmx Start Task.vi*.

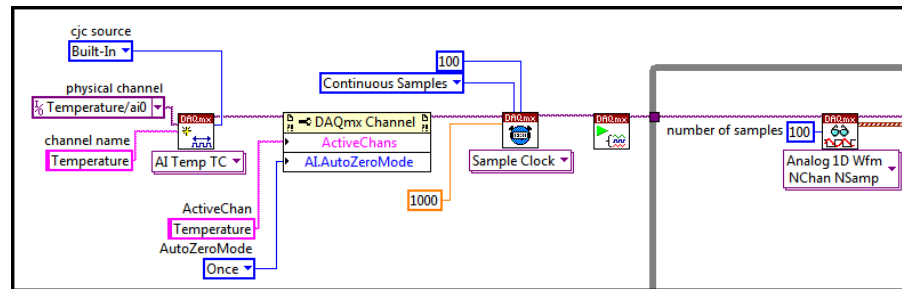



Figura 6. Configure o DAQmx Timing.vi conforme ilustrado.

4. Execute o VI.
  - a. Usando a seta de **execução** () , execute o VI e certifique-se de ele que esteja se comportando com os VIs NI-DAQmx de baixo nível exatamente como ele fez usando o DAQ Assistant.
  - b. Pare o VI selecionando o botão **Stop** no painel frontal do LabVIEW.
5. Selecione **File » Save** para salvar suas alterações.
6. Deixe o VI aberto para o próximo exercício.

## Parte C Use o NI-DAQmx Task

*Tempo estimado: 20 minutos*

Os VIs NI-DAQmx de baixo nível oferecem maior flexibilidade na programação das aplicações de aquisição de dados do LabVIEW. Com os VIs de baixo nível, você pode controlar programaticamente o nível mais baixo dos detalhes para criar qualquer coisa desde uma simples aquisição ou geração de aplicações à aquelas com diversos canais simultâneos usando triggering e temporização complexa.

Como um denominador comum entre o DAQ Assistant (que oferece máxima facilidade de uso enquanto sacrifica um pouco de flexibilidade relativa) e os VIs NI-DAQmx de baixo nível (que o oferecem máxima flexibilidade enquanto sacrificam um pouco da facilidade de uso), o NI-DAQmx Task combina a definição com base na configuração com o controle de baixo nível - uma abordagem "melhor dos dois mundos" que funciona bem para as aplicações escaláveis.

1. Salve novamente o VI para usá-lo no exercício 3.
  - a. Se não estiver aberto ainda, dentro do projeto Sensor Project, clique duas vezes e selecione o **Exercises » 2 – Use the NI-DAQmx VIs (Original).vi**.

- b. Selecione **File » Save As...**
  - c. Escolha **Substitute copy for original** e selecione **Continue...**
  - d. Salve o VI no diretório <Exercises> como **3 – Use a NI-DAQmx Task.vi**.
2. Se não estiver aberto ainda, selecione **Start » All Programs » National Instruments » Measurement & Automation Explorer** para abrir o Measurement & Automation Explorer.
3. Adicione um NI-DAQmx Task ao seu Data Neighborhood.
- a. Sob a árvore My System, clique com o botão direito no Data Neighborhood e selecione **Create New....**
  - b. Escolha **NI-DAQmx Task** e selecione **Next**.

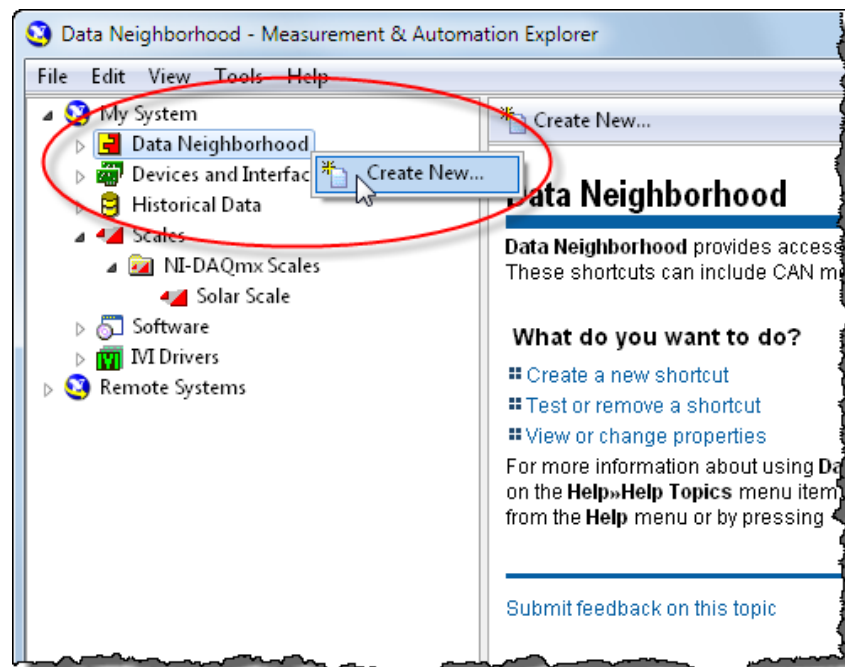


Figura 7. Use a seção Data Neighborhood da árvore My System para criar atalhos nomeados de forma descritiva para configurações de canais físicos.

4. Adicione e configure um canal de entrada analógica.
- a. Selecione **Acquire Signals » Analog Input » Temperature » Thermocouple** conforme ilustrado na figura 8.

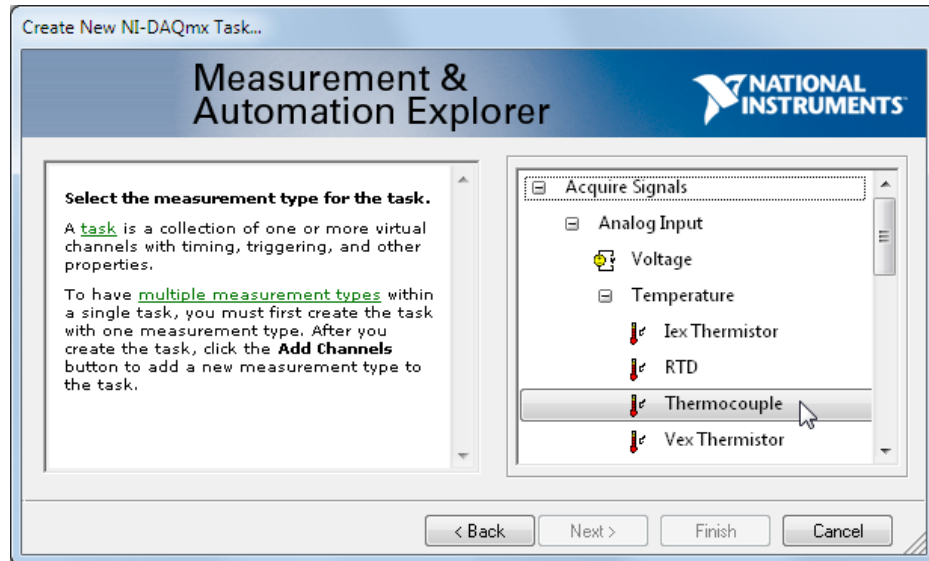


Figura 8. O NI-DAQmx facilita configurar as aplicações de aquisição de dados corretamente uma vez que todos os parâmetros de configuração estão agrupados por tipo de aquisição.

- b. Escolha **Temperature (NI 9213)** » **ai0** e selecione **Next** para configurar a entrada do termopar no canal de entrada analógica 0 do módulo termopar NI 9213 da série C.
- c. Renomeie o NI-DAQmx Task para *Measure Temperature and Light* e selecione **Finish**.

Observe que a caixa de diálogo da entrada de configuração que aparece é idêntica em todos os caminhos para o DAQ Assistant no LabVIEW. Como um driver totalmente integrado, a experiência do usuário será contínua esteja ele configurando o NI-DAQmx do LabVIEW, Measurement & Automation Explorer ou qualquer outro software da NI. Isso contribui para facilitar a flexibilidade e escalabilidade da aplicação.

- d. Em vez de **1 Sample (On Demand)**, altere a configuração do Acquisition Mode para **Continuous Samples**.
  - e. Modifique a configuração do **Samples to Read** para **100**.
  - f. Modifique a configuração do **Rate (Hz)** para **1000**.
5. Adicione um segundo canal à tarefa para medir a luminosidade.
- a. Dentro da seção Channel Settings, use o botão **Add Channel** (+) para selecionar **Voltage**, conforme ilustrado na figura 9.

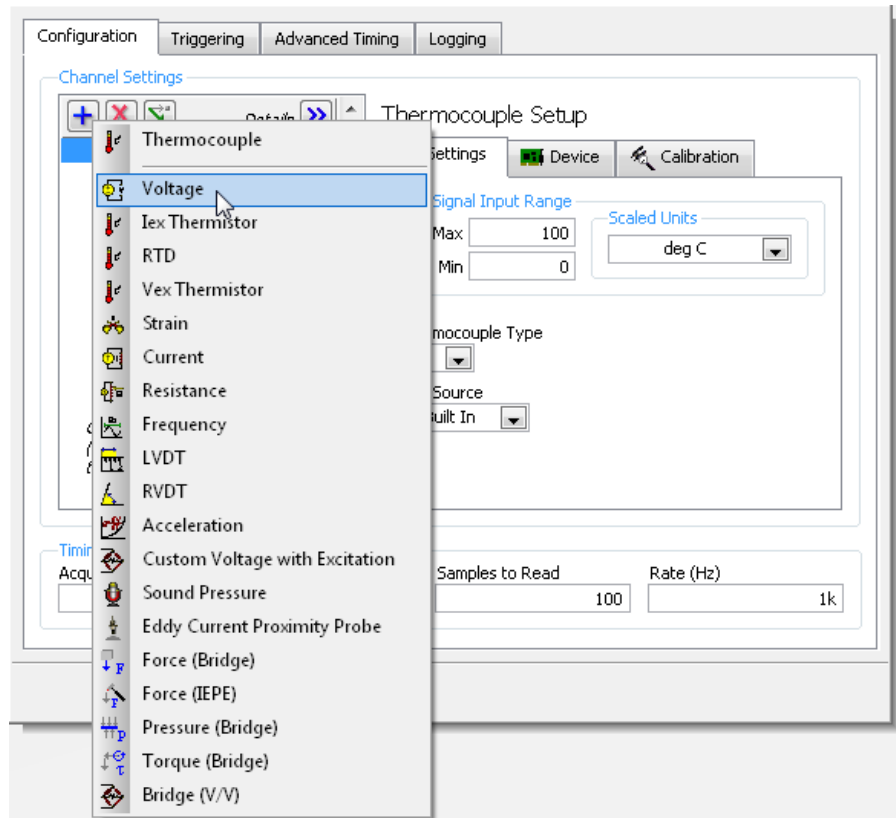


Figura 9. Ambos os canais de aquisição podem ser parte do mesmo NI-DAQmx Task desde que ambos compartilhem as mesmas configurações de triggering e temporização.

- a. Dentro da caixa de diálogo *Add Channels to Task*, escolha **Voltage\_in** (NI 9215) » ai0 e selecione **OK** para configurar a entrada de tensão no canal de entrada analógica 0 do módulo de entrada analógica NI 9215 da série C.
  - b. Clique com o botão direito no canal Voltage e selecione **Rename...**
  - c. Renomeie o canal Voltage para *Solar Energy* e selecione **OK**.
6. Configure um NI-DAQmx Custom Scale.
- a. Sob a árvore My System, clique com o botão direito em **Scales** e selecione **Create New...**
  - b. Escolha **NI-DAQmx Scale** e selecione **Next**.
  - c. Selecione **Map Ranges** conforme ilustrado na figura 10.

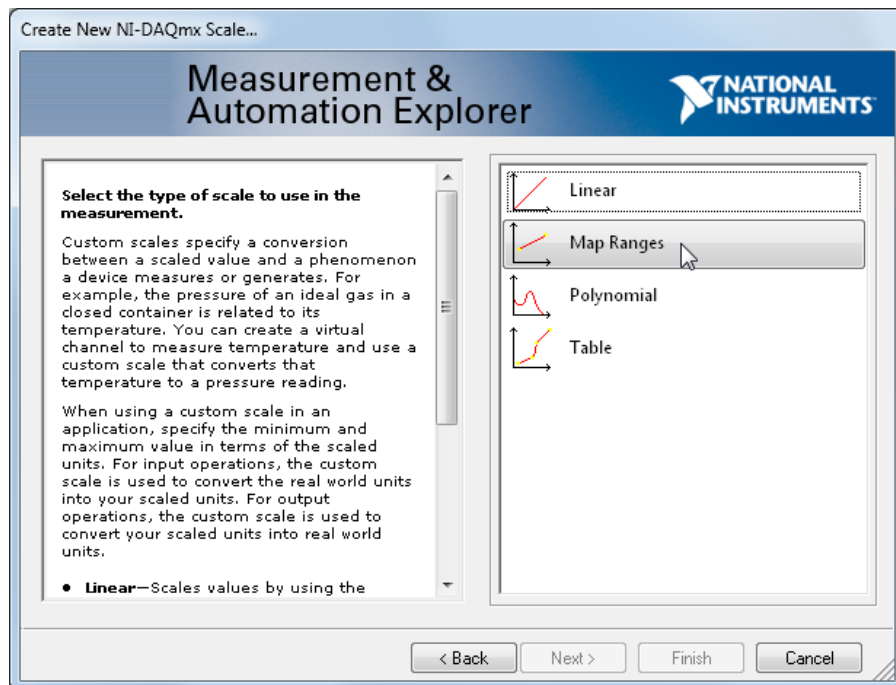


Figura 10. Existem diversas opções de escalas diferentes para o NI-DAQmx Scales.

- d. Nomeie a escala *Solar Scale* e selecione **Finish**.
- e. Configure a caixa de diálogo Map Ranges Scale conforme ilustrado na figura 11.

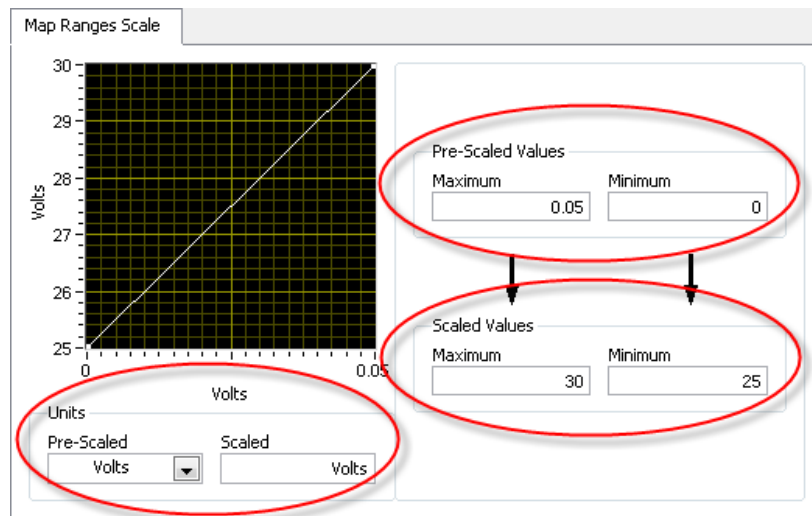


Figura 11. Guia de mapeamento NI-DAQmx Map Ranges entre duas faixas de valores.

- f. Salve as alterações no NI-DAQmx Scale selecionando **Save**.
7. Aplique o NI-DAQmx Scale na tarefa.



- a. Sob a árvore My System, selecione **NI-DAQmx Tasks » Measure Temperature and Light**.
- b. Selecione o canal **Solar Energy** na tarefa.
- c. Altere a configuração Custom Scaling para **Solar Scale**. Se ela não aparecer na lista, significa que você não salvou sua escala neste exercício na parte C, passo 6F.
- d. Altere a configuração do **Signal Input Range Min** para **25**.
- e. Altere a configuração do **Signal Input Range Max** para **30**.
- f. Salve a tarefa Measure Temperature and Light selecionando **Save**. O canal Solar Energy deve estar configurado conforme ilustrado na figura 12.

As especificações para o sensor de célula solar determinam que ele apresente um valor de tensão entre 0 volts (sem iluminação) e 5 volts (plena luz solar). A iluminação na sala de seminário apresentará um valor de tensão pequeno, então nossa escala irá mapear valores de tensão mais altos. Embora o termopar também apresente valores nessa faixa de tensão (pequena), o tipo do canal do termopar na tarefa mapeia automaticamente os valores da saída do termopar em uma escala de graus Celsius (°C) entre 0 e 1000.

Aplicar nossa escala customizada à medição solar irá mapear os valores da luz solar na mesma faixa de valores que está sendo representada pelo canal do termopar na temperatura ambiente aproximada.

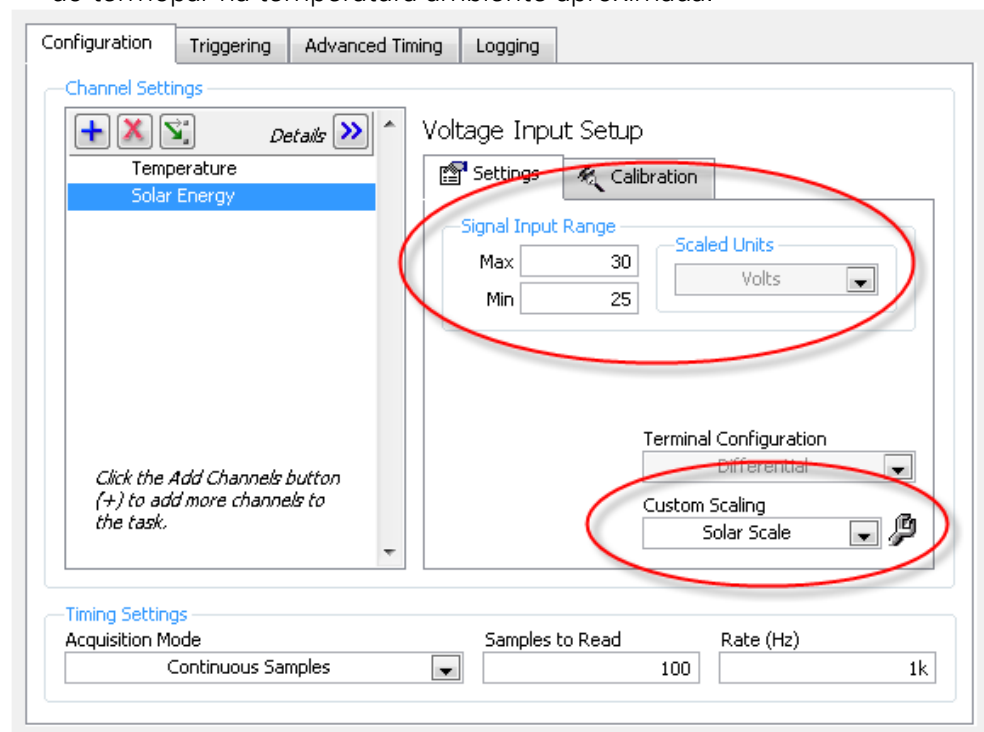


Figura 12. O canal de energia solar usa sua própria configuração de escala, mas compartilha parâmetros de temporização e triggering com todos os outros canais na mesma tarefa.

8. Use o NI-DAQmx Task no LabVIEW.

- a. No VI 3 – Use a NI-DAQmx Task dentro do LabVIEW, clique e arraste para destacar todos os parâmetros da entrada e dos VIs para a esquerda do *DAQmx Start Task.vi*, conforme ilustrado na figura 13.

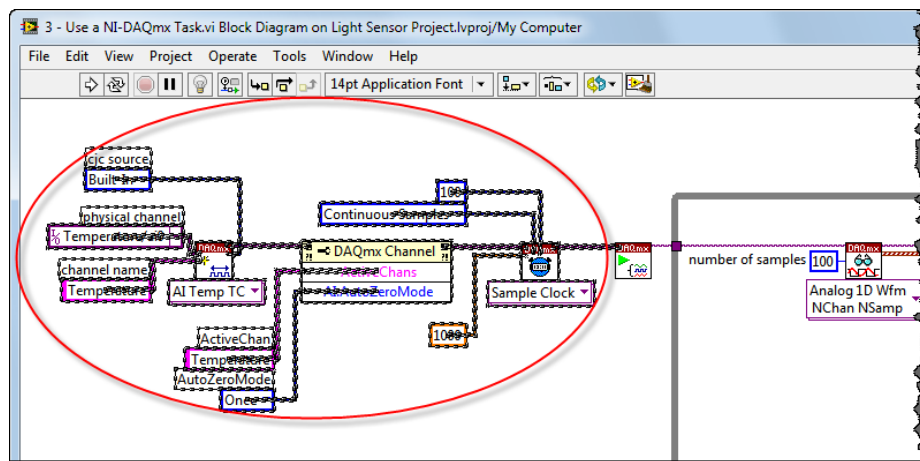


Figura 13. Exclua todos os VIs de configuração e parâmetros da entrada à esquerda do DAQmx Start Task.vi.

- b. Usando seu teclado, pressione **Delete** para excluir o código à esquerda do DAQmx Start Task.vi.
- c. Pressione **<Ctrl+B>** para limpar quaisquer fios quebrados resultantes da remoção do código de configuração.
- d. Clique com o botão direito no espaço em branco no diagrama de blocos para acessar a paleta Functions.
- e. Navegue até **Measurement I/O » NI-DAQmx** e selecione a constante **Task Name** do DAQmx.

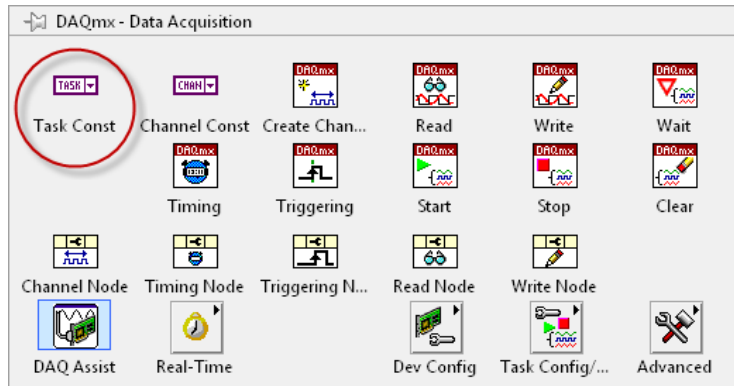


Figura 14. Selecione DAQmx Task Name Constant na paleta functions do DAQmx.

- f. Clique com o botão esquerdo para inserir a constante Task Name do DAQmx à esquerda do VI DAQmx Start Task.
- g. Usando o menu drop down, selecione a tarefa **Measure Temperature and Light** que você configurou no Measurement & Automation Explorer.
- h. Conecte a tarefa da saída do **DAQmx Task Name Constant** à entrada do **Task / Channels In** do VI DAQmx Start Task conforme ilustrado na figura 15.

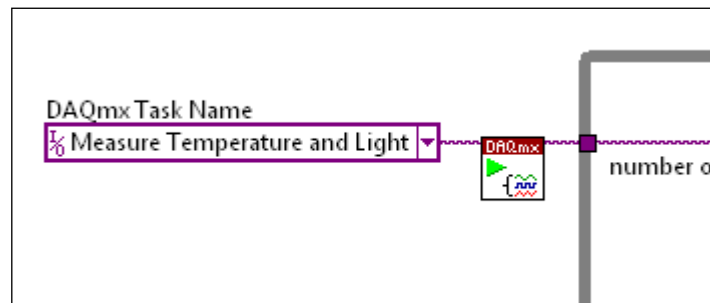


Figura 15. Substitua os VIs de configuração e os parâmetros da entrada pela constante Task Name do DAQmx.

- i. Clique com o botão direito no fio existente da saída **Result** do VI Expresso Comparison.
- j. Ao clicar com o botão direito no menu de contexto, selecione **Insert » Signal Manipulation Palette » Split Signals**, conforme ilustrado na figura 16.

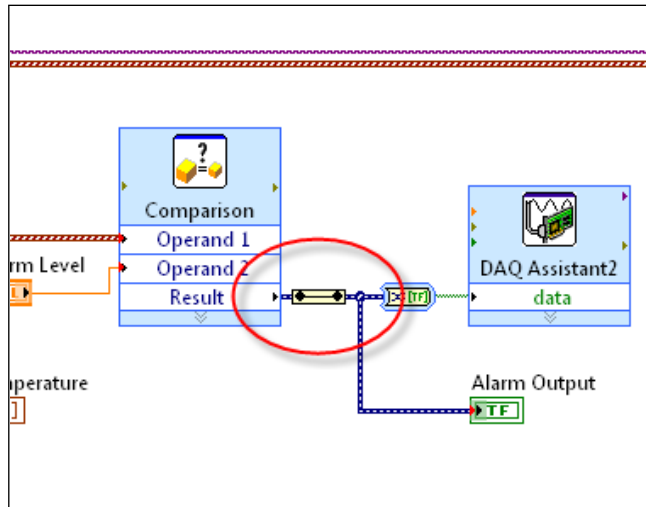



Figura 16. Insira o nó Split Signals logo depois do VI Expresso Comparison.

Devido à estreita integração entre o LabVIEW, hardware e driver NI-DAQmx, o LabVIEW reconhece a criação ou configuração das tarefas ou parâmetros no Measurement & Automation Explorer. Quaisquer tarefas criadas no Measurement & Automation Explorer são automaticamente preenchidas dentro do LabVIEW.

Como a tarefa Measure Temperature and Light inclui dois canais, devemos dividir o sinal vindo do VI Comparison para que apenas os resultados do canal Temperature sejam apresentados ao DAQ Assistant da saída digital.

9. Execute o VI.

- Usando a seta de **execução** () , execute o VI.
- Enquanto a aplicação está sendo executada, use seu dedo para aquecer o termopar e verificar se a temperatura sobe apropriadamente.
- Enquanto a aplicação está sendo executada, use suas mãos para proteger o sensor de célula solar da luminosidade e verificar se a tensão cai apropriadamente. Alternativamente, você pode oferecer luminosidade adicional usando um celular disponível e verificando se a tensão sobe apropriadamente. A célula solar não deve reagir tão drasticamente quanto o termopar.
- Pare o VI selecionando o botão **Stop** no painel frontal do LabVIEW.

10. Salve o VI.

11. Deixe o VI aberto para o próximo exercício.

## Parte D Salve um arquivo bem documentado

*Tempo estimado: 20 minutos*

O projeto já escreve em um arquivo ASCII no formato de um arquivo do LabVIEW Measurement (\*.LVM). Os arquivos ASCII são escolhas adequadas para aplicações únicas e pequenas, mas esse formato de arquivo não é uma escolha de armazenamento viável para aplicações que exigem escalabilidade devido a grande quantidade de processamento requerido para usar o formato ASCII.

Este exercício substituirá o formato ASCII por um formato de arquivo mais escalável e flexível - o Technical Data Management Streaming (TDMS) - que também proporcionará benefícios futuros para extração e gerenciamento de dados.

1. Salve novamente o VI para usá-lo no exercício 4.
  - e. Se não estiver aberto ainda, dentro do projeto Sensor Project, clique duas vezes e selecione **Exercises » 3 – Use a NI-DAQmx Task.vi**.
  - f. Selecione **File » Save As...**
  - g. Escolha **Substitute copy for original** e selecione **Continue...**
  - h. Salve o VI no diretório <Exercises> como **4 – Save a Well Documented File**.
2. Configure as opções de formato do VI Write to Measurement File.
  - a. No diagrama de blocos, clique duas vezes no *VI Expresso Write to Measurement File* para abrir sua caixa de diálogo de configuração.
  - b. Na seção File Format, selecione **Binary (TDMS)**.
  - c. Anote o local do diretório no Filename.

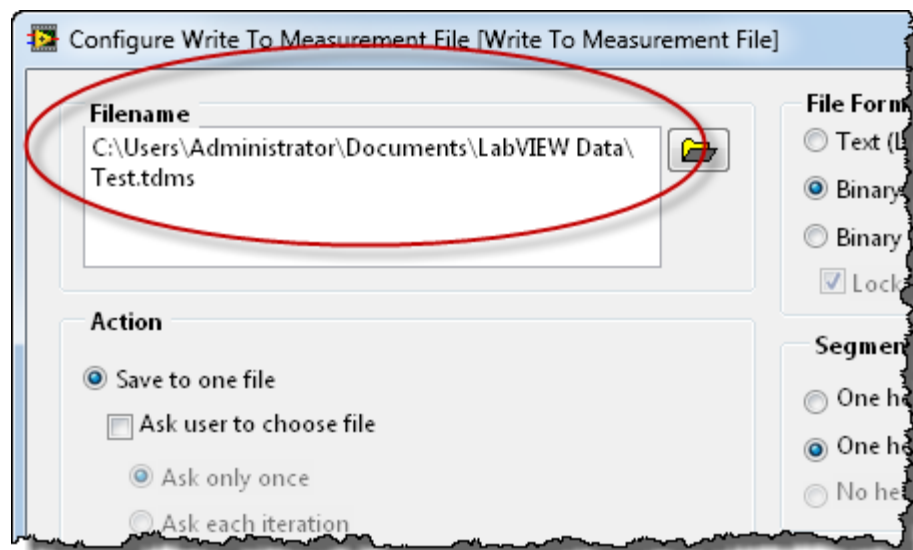


Figura 17. Os novos arquivos de dados TDMS devem ser salvos no diretório do LabVIEW Data.

- d. Na seção *If a File Already Exists*, selecione **Use Next Available Filename**.
- e. Faça uma descrição explicativa da finalidade do arquivo no campo *File Description*.
- f. Confira se a caixa de diálogo está configurada de forma semelhante às configurações na figura 18.

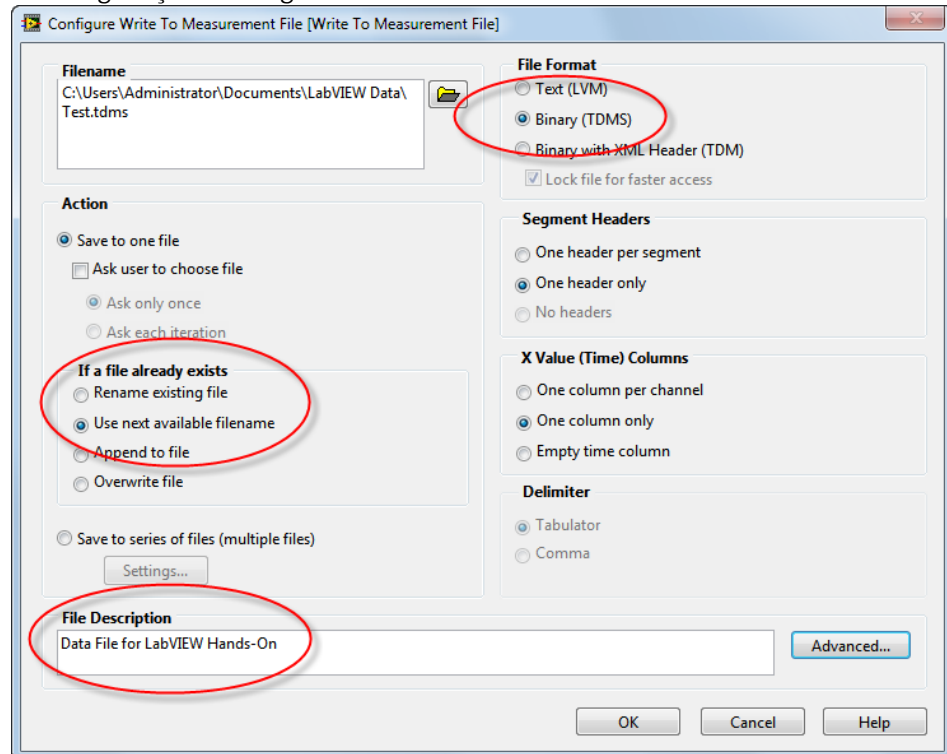


Figura 18. O VI Expresso Write to Measurement File oferece máxima facilidade de uso, no entanto, como todos os VIs Expressos, sacrifica um pouco de flexibilidade.

3. Escreva propriedades descritivas e customizadas na estrutura do arquivo TDMS.
  - a. Na caixa de diálogo de configuração Configure Write to Measurement File, selecione **Advanced**....
  - b. Na guia TDM Properties, selecione **Insert**.
  - c. Na coluna Hierarchy Level, selecione **Channel Group**.
  - d. Na coluna Data Type, selecione **STR** (string).
  - e. Na coluna Name, substitua o texto Untitled\_0 pelo texto **Author**.
  - f. Na coluna Value da propriedade Author, digite **seu nome** (ex: Jane Smith).
  - g. Repita os passos 3B – 3F conforme desejado para documentar mais

propriedades customizadas. Fique à vontade para experimentar! Com o formato de arquivo TDMS, você pode documentar um número ilimitado de propriedades e quanto mais você adicionar, mais flexibilidade você terá ao tentar localizar ou gerenciar seus dados.

Algumas propriedades opcionais que podem ser incluídas são local, tipo de teste e número de série. Você pode preencher essas propriedades com valores prontos.

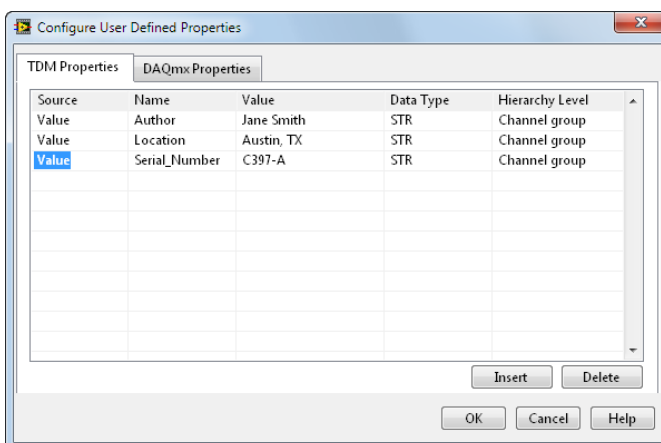


Figura 19. Com o formato de arquivo TDMS, você pode facilmente adicionar um número ilimitado de informações descritivas no arquivo. Fique à vontade para experimentar!

4. Adicione o NI-DAQmx Properties ao arquivo TDMS.
  - a. Na caixa de diálogo Configure User Defined Properties, selecione a guia **DAQmx Properties**.
  - b. Marque o quadro da **entrada analógica**.

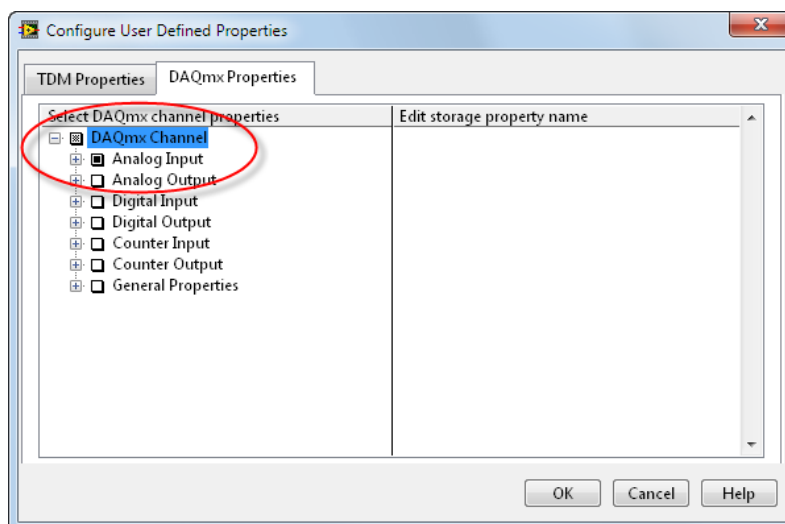


Figura 20. Com o driver NI-DAQmx, você pode registrar automaticamente todas as configurações de aquisição de dados no TDMS properties para referência futura.

- c. Selecione **OK** para fechar a caixa de diálogo Configure User Defined Properties.
  - d. Selecione **OK** para fechar a caixa de diálogo Configure Write to Measurement File.
5. Conecte o NI-DAQmx Task ao VI Expresso Write to Measurement File.
- a. Conecte a saída lilás **Task Out** do VI DAQmx Read à entrada **DAQmx Task** do VI Expresso Write to Measurement File conforme ilustrado na figura 20.

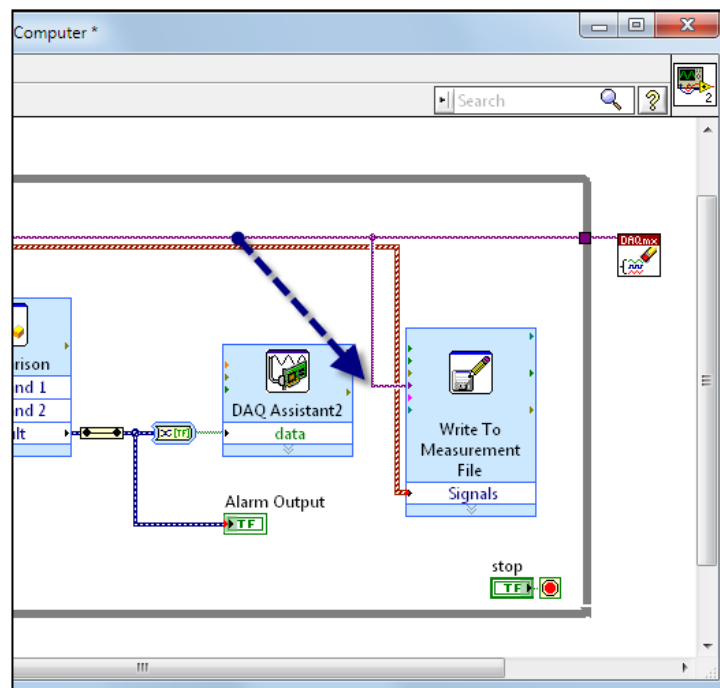


Figura 21. O fio lilás do DAQmx Task contém todas as configurações de aquisição de dados da tarefa Measure Temperature and Light.

Ao configurar o VI Expresso Write to Measurement File para escrever todas as propriedades da entrada analógica da tarefa, o driver NI-DAQmx salva automaticamente quaisquer propriedades da entrada analógica utilizadas na medição com o arquivo de dados. Essas propriedades incluem configurações descritivas, tais como informações customizadas de escala, unidades de medição ou tipo de termopar - todas são informações muito úteis para tê-las documentadas automaticamente!

6. Notifique o usuário sobre a descrição do teste.
- a. Clique com o botão direito no espaço em branco no diagrama de blocos para acessar a paleta Functions.
  - b. Navegue até **Programming » Dialog & User Interface** e selecione o VI Expresso **Prompt User for Input**.



- c. Clique com o botão esquerdo para colocar o VI Expresso Prompt User for Input fora do loop While em algum local à esquerda do loop While conforme ilustrado na figura 21.

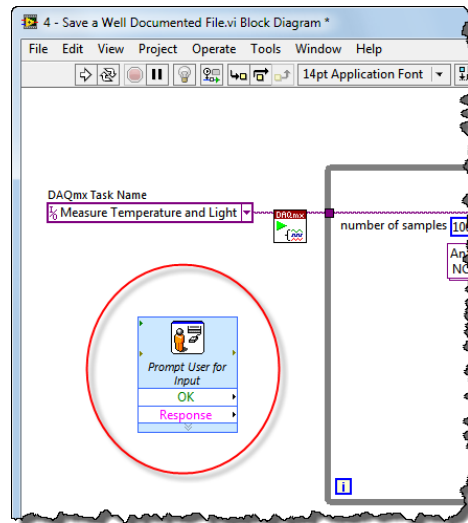


Figura 22. O VI Expresso Prompt User for Input é colocado antes do loop While uma vez que a primeira coisa que queremos que aconteça quando a aplicação for executada.

- d. Na caixa de diálogo Configure Prompt User for Input que aparecer, digite *Please Provide a Test Name:* no campo **Message to Display**.
- e. Na seção de entrada Inputs, digite **Response** na coluna Input Name.
- f. Na seção de entrada Inputs, selecione **Text Entry Box** para a entrada Input Data Type of the Response.
- g. Confirme se a caixa de diálogo está configurada de forma correspondente à figura 22 e selecione **OK** para fechá-la.

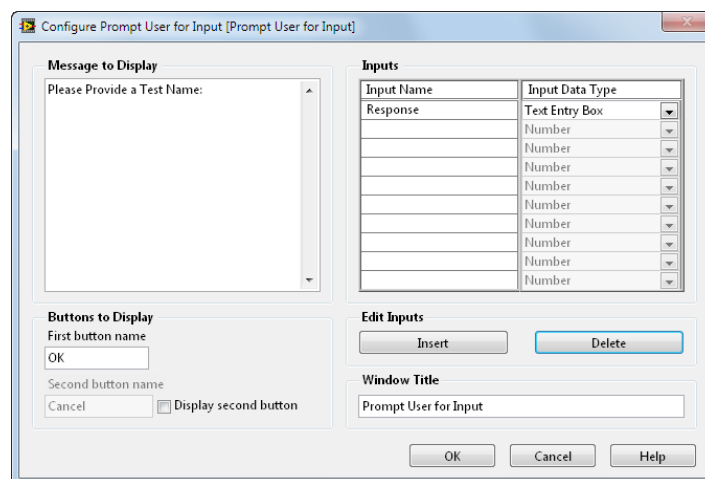


Figura 23. O VI Expresso Prompt User for Input é um modo fácil e rápido de obter

feedback do usuário.

- h. Conecte a saída lilás **Response** do VI Expresso Prompt User for Input no loop While à entrada lilás **Comment** do VI Expresso Write to Measurement File conforme ilustrado na figura 23.
- i. Conecte a saída amarela **Error Out** do VI Expresso Prompt User for Input ao terminal de entrada **Error In** do VI DAQmx Start Task, conforme ilustrado na figura 23.

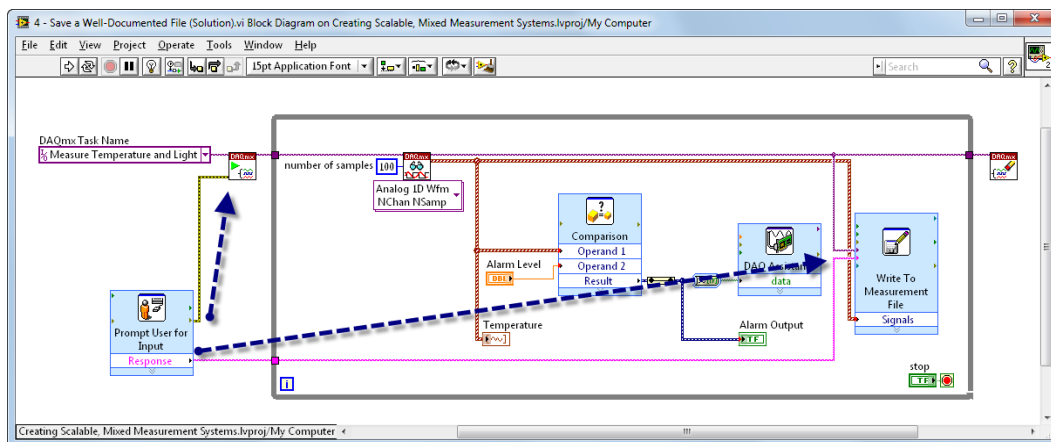


Figura 24. O VI Write to Measurement File tem entrada para diversas fontes.

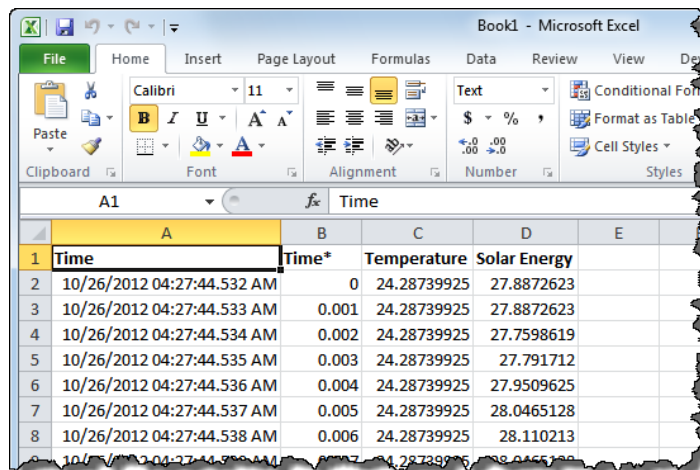
Ao conectar a saída Error Out do VI Expresso Prompt User for Input ao terminal de entrada Error In do VI DAQmx Start Task, garantimos que a aquisição de dados não seja iniciada até que o usuário termine de responder nossa solicitação. Impondo uma ordem de execução dessa forma, usamos um recurso diferenciado do LabVIEW chamado fluxo de dados - literalmente controlamos o fluxo de temporização dos dados.

## 7. Execute o VI.

- a. Usando a seta de **execução** (↗), execute o VI.
- b. Na caixa de diálogo Prompt User for Input, digite um nome de teste, tal como **"Test 001-A."**
- c. Enquanto a aplicação está sendo executada, use seu dedo para aquecer o termopar; use suas mãos ou celular para alterar a quantidade de luz que chega à célula solar.
- d. Pare o VI selecionando o botão **Stop** no painel frontal do LabVIEW.
- e. **Repita dos passos 7A – 7D conforme desejado** para criar alguns conjuntos de dados diversificados. Algumas opções incluem:
  - i. Durante um teste, interaja apenas com o termopar.
  - ii. Em um segundo teste, interaja apenas com o a célula de teste.
  - iii. Em um terceiro teste, interaja com os dois sensores começando ao

mesmo tempo.

- iv. Em um quarto teste, interaja com os dois sensores começando em tempos diferentes.
8. Salve o VI.
  9. Usando o Windows Explorer, navegue no disco para o local onde os dados foram salvos. Se você esqueceu onde os dados foram salvos, você pode clicar duas vezes no VI Expresso Write to Measurement File no diagrama de blocos e analisar o controle 'Filename'.
  13. Clique com o botão direito em um dos seus arquivos de dados no Windows Explorer e selecione **Open With » Excel Importer** para abrir o Microsoft Excel. Revise as informações do cabeçalho da planilha do Excel (guia) e observe todas as suas propriedades descritivas customizadas.
  14. Revise as propriedades que foram adicionadas ao arquivo pelo driver DAQmx, tais como o nome do tipo de medição e escala customizada.
  15. Alterne para a segunda planilha do Excel (guia) no arquivo e observe os dados de energia solar, tempo e temperatura salvos no arquivo.



	A	B	C	D	E
1	Time	Time*	Temperature	Solar Energy	
2	10/26/2012 04:27:44.532 AM	0	24.28739925	27.8872623	
3	10/26/2012 04:27:44.533 AM	0.001	24.28739925	27.8872623	
4	10/26/2012 04:27:44.534 AM	0.002	24.28739925	27.7598619	
5	10/26/2012 04:27:44.535 AM	0.003	24.28739925	27.791712	
6	10/26/2012 04:27:44.536 AM	0.004	24.28739925	27.9509625	
7	10/26/2012 04:27:44.537 AM	0.005	24.28739925	28.0465128	
8	10/26/2012 04:27:44.538 AM	0.006	24.28739925	28.110213	

Figura 25. O arquivo completamente documentado contém dados de medição e metadados.

16. Feche o arquivo de dados se ele ainda estiver aberto.
17. Feche o VI do LabVIEW se ele ainda estiver aberto.
18. Feche o projeto Light Sensor, se ele ainda estiver aberto.

*<Fim do exercício>*

Medições de strain gage com indicação de LED para o usuário

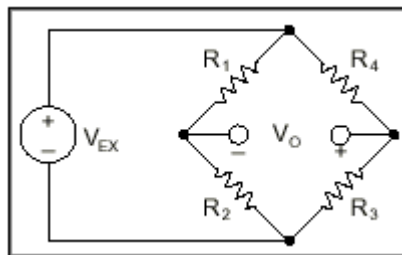
## Objetivo:

- Na primeira parte deste exercício, você escreverá um programa para adquirir dados de um strain gage em uma configuração de um quarto de ponte.
- Na segunda parte, você adicionará um código para indicar a deformação aproximada para um usuário com indicadores LED.
- Os principais conceitos incluem:
  - Medições de deformação
  - Como usar o API NI-DAQmx
  - Como usar os subVIs
  - Como combinar tarefas de controle e medições
  - Como escrever em um arquivo quando ocorre um evento

## Parte A Dados de Medição de um Strain Gage

*Tempo estimado: 40 minutos*

Adquirir dados de deformação é uma das tarefas mais comuns em qualquer sistema de medição estrutural. A deformação é medida usando um strain gage, que é um pequeno elemento resistivo que altera a resistência quando é alongado. Como a resistência é modificada proporcionalmente com a alteração do comprimento do gage, você poderia excitar o strain gage com uma corrente e medir a alteração de tensão para calcular as variações na resistência. No entanto, como a variação na resistência é muito pequena, uma melhor solução é usar a configuração de ponte de Wheatstone para medir as pequenas variações nela.



**Figura 1. Uma ponte de Wheatstone permite uma medição precisa de pequenas variações na resistência.**

Na figura 1, são usados quatro resistores na configuração da ponte de Wheatstone e uma fonte de excitação de tensão  $V_{ex}$ . Se os quatro resistores forem iguais, a ponte deve ser equilibrada e a tensão medida no  $V_o$  será igual a zero. Ao usar uma ponte de Wheatstone para medir a deformação, o strain gage terá uma resistência nominal igual aos outros elementos da ponte, no caso deste exercício, 350 Ohms. Conforme o strain gage é flexionado, a resistência é alterada e, conseqüentemente, o  $V_o$ . Tendo isso em mente, podemos derivar a alteração proporcional (sem se ater a quaisquer detalhes), chegando a seguinte equação:

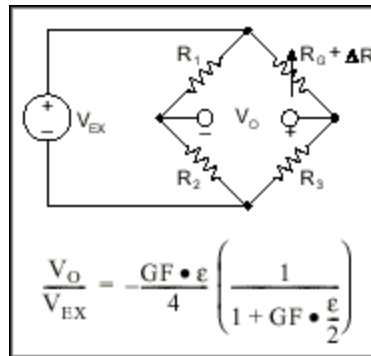


Figura 2. Em uma configuração de um quarto de ponte, podemos calcular a deformação com base na variação da tensão.

Neste exercício, você usará um strain gage na configuração de um quarto de ponte, o que significa que apenas um dos gages está ativo.

Os strain gages são particularmente delicados. Antes de iniciar esse exercício, confirme se o strain gage está conectado adequadamente e se você consegue fazer a aquisição de dados básicos a partir do canal conectado ao strain gage.

1. No chassi CompactDAQ, verifique se os LEDs **Power** e **Ready**, verde e amarelo respectivamente, estão acesos para confirmar se o chassi está conectado via USB e ligado.
2. Analise a conexão no módulo NI 9236 para confirmar se o strain gage está conectado adequadamente.
3. Se não estiver aberto ainda, inicialize o Measurement & Automation Explorer selecionando **Start » All Programs » National Instruments » Measurement & Automation Explorer**.
4. Clique com o botão direito no módulo NI 9236 e selecione **Test Panels....**

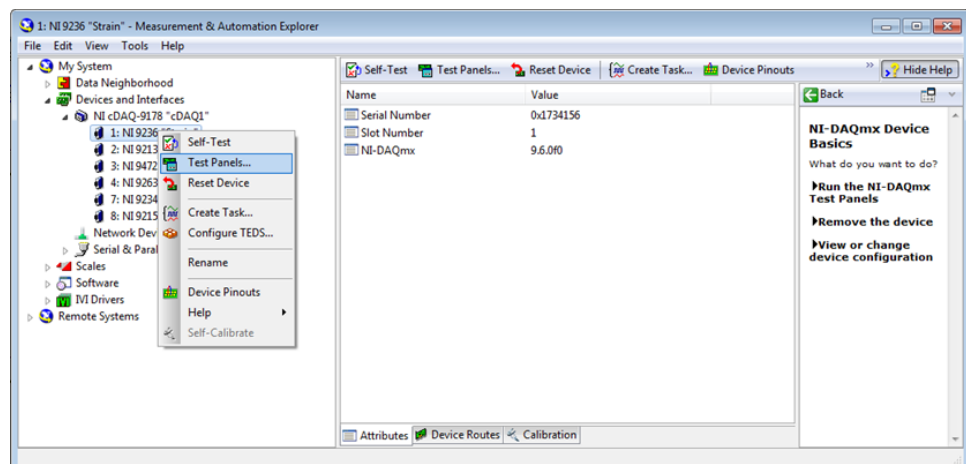


Figura 3. Selecione Test Panels para abrir um utilitário simples para verificar a conectividade do sinal.

5. Quando o painel de teste abrir, modifique a entrada **Samples to Read** para 500 e a entrada **Mode** para Continuous.
6. Clique em **Start**. O painel de teste deve se assemelhar à figura 3.

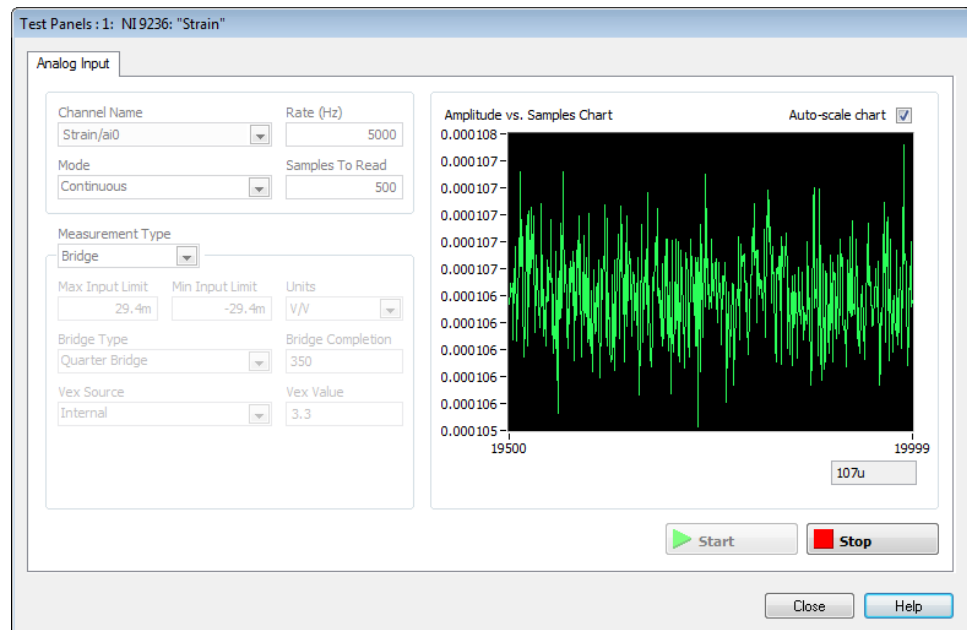


Figura 4. O painel de teste é usado para confirmar as conexões elétricas.

7. Pressione a barra de deformação para baixo para confirmar se o gráfico reage a sua entrada. Se você detectar que não há nenhuma alteração notável, informe seu instrutor.
8. Clique no botão **Stop** e feche o painel de teste.

Toda vez que você configurar uma nova medição ou sistema de medição, é uma boa prática confirmar se a conexão está correta e se todos os programas de software estão instalados e funcionando corretamente. O MAX proporciona percepção para seu sistema e configuração para ajudá-lo a eliminar os erros no início do seu processo de desenvolvimento.

9. Após confirmar que o strain gage está funcionando adequadamente, minimize o MAX e selecione **Start » All Programs » National Instruments » LabVIEW <Year> » LabVIEW** para abrir o LabVIEW.
10. Na janela Getting Started do LabVIEW, selecione **Open Existing**.
11. Navegue até **C:\Seminars\LV HO\Exercises\5 – Strain**.
12. Clique duas vezes no **Strain Gage Exploration.lvproj** para abrir o projeto strain gage. Você deve ver a seguinte tela:

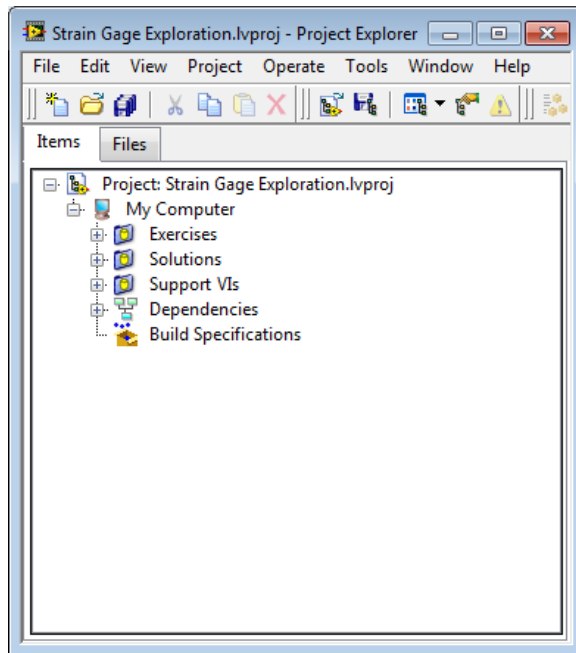


Figura 5. Use o LabVIEW Projects para organizar todos os seus VIs.

Com o LabVIEW Project você pode organizar e visualizar facilmente todos os arquivos que são importantes para sua aplicação. Neste projeto em particular, as pastas como Exercises, Solutions e Support VIs foram configuradas para serem preenchidas automaticamente com os arquivos dentro delas.

13. Expanda as pastas para visualizar os arquivos dentro delas. Você deve ver os seguintes VIs:

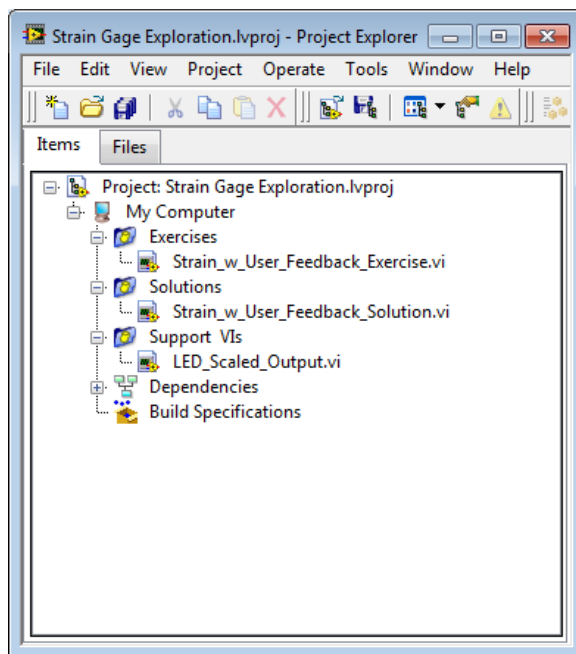


Figura 6. Os VIs usados no seu projeto podem ser localizados nas pastas preenchidas automaticamente.



14. Comece abrindo o VI Solution. No Project Explorer, expanda **My Computer » Solutions** e clique duas vezes no **Strain\_w\_User\_Feedback\_Solution.vi**.
15. Clique na seta de **execução** (▶) e depois pressione **delicadamente** a barra de deformação. Observe que os LEDs sinalizam a quantidade de deformação apresentada na barra de deformação.
16. Feche o VI. Se for solicitado, não salve as alterações.
17. Para iniciar este exercício, use o Project Explorer para navegar para **My Computer » Exercises** e clique duas vezes no **Strain\_w\_User\_Feedback\_Exercise.vi**. Você já criou o painel frontal anteriormente.

Ao começar um novo programa, iniciar com um projeto do painel frontal é uma boa forma de organizar quais serão as entradas e saídas do seu programa. Quando você define como você quer que um usuário interaja com o código, você pode começar a escrever o VI para suportar essa função.

Ao longo deste exercício, você projetará esse VI para adquirir dados de um strain gage e ascender uma série de LEDs para comunicar o nível de deformação ao usuário.

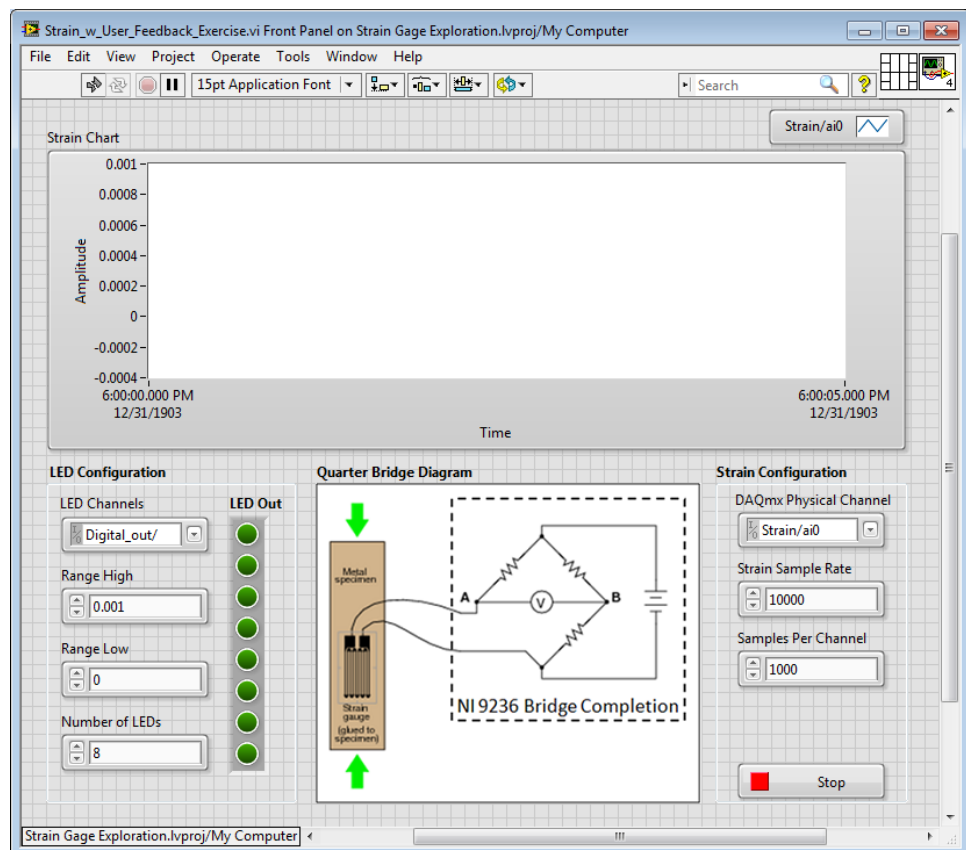


Figura 7. O painel frontal é a interface de usuário do seu programa e contém todos os controles e indicadores para interagir com seu código.



diagrama de blocos clicando duas vezes em um espaço em branco. É sempre uma boa prática documentar adequadamente seu código para que você (se voltar uma semana mais tarde) ou outra pessoa possa entender o que está acontecendo.

19. Agora que você está familiarizado com os elementos do programa, você pode começar a criar o código para adquirir dados de deformação. Para começar, verifique se seu diagrama de blocos está visível.
20. Neste exercício, uma grande parte do código virá da paleta DAQmx. Para acessar essa paleta, clique com o botão direito em qualquer espaço em branco no diagrama de blocos e navegue até **Measurement I/O » NI-DAQmx**, conforme demonstrado na figura 9.
21. Clique na **tachinha** para deixar essa paleta visível (seta vermelha na figura 9).

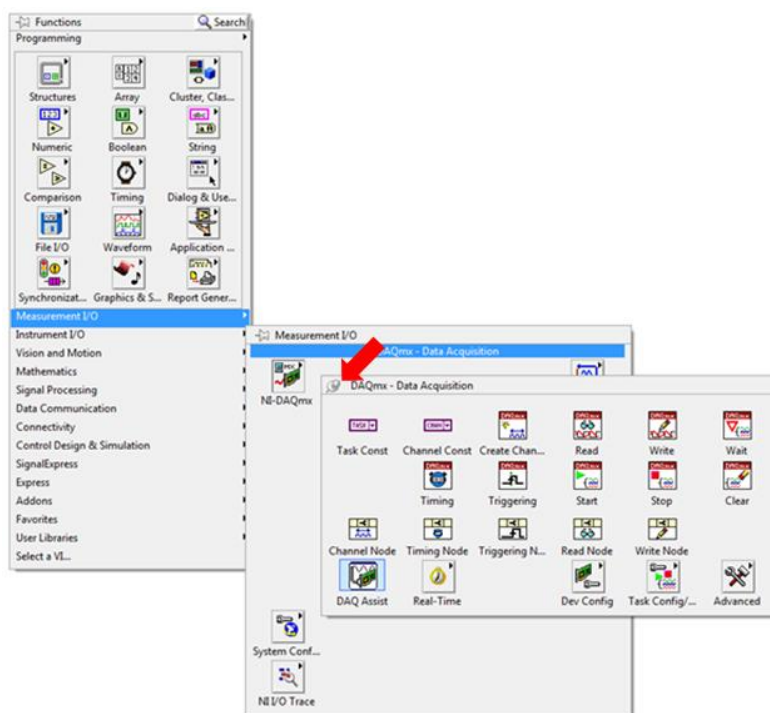


Figura 9. A paleta DAQmx inclui todos os VIs necessários para comunicação com seu chassi CompactDAQ.

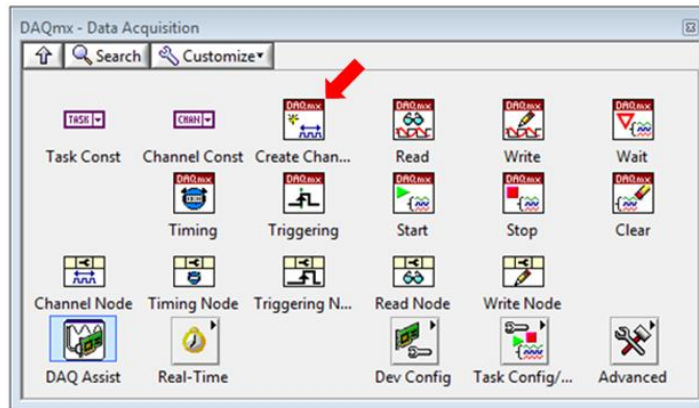


Figura 10. Fixar a paleta permite que você clique em qualquer lugar no seu código com a paleta ainda visível.

22. Para iniciar, arraste o **NI-DAQmx Create Channel** (seta vermelha na figura 10) e coloque-o na posição ilustrada na figura 11.

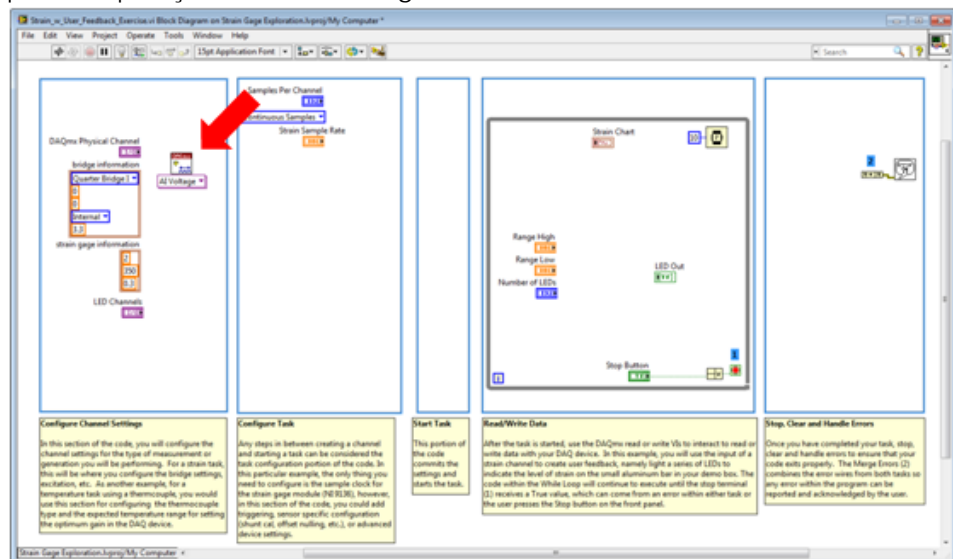


Figura 11. O VI DAQmx Create Channel determina a comunicação com seu dispositivo de aquisição de dados.

23. Por padrão, o VI está configurado para criar uma tensão de entrada analógica simples. Para configurá-lo para deformação, clique na seta do menu drop down e selecione **Analog Input » Strain » Strain Gage**.

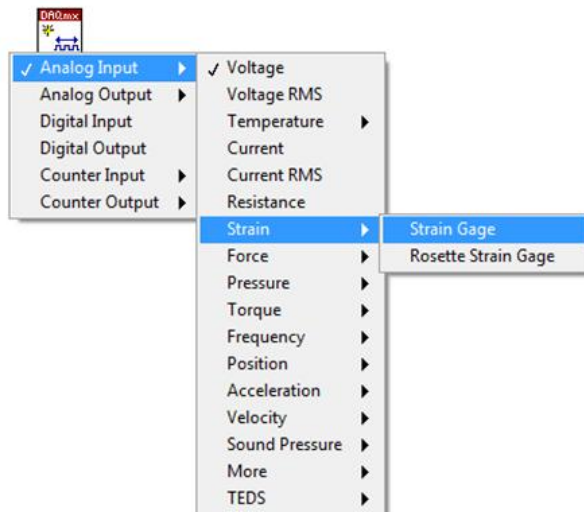


Figura 12. O VI DAQmx Create Channel é chamado polimórfico porque ele se modifica para se adaptar ao tipo de medição selecionado.

24. Para obter mais informações sobre esse VI, exiba a janela Context Help pressionando <Ctrl+H>.

O Context Help fornece uma breve descrição de todas as coisas nas quais você coloca o cursor do mouse. Coloque o cursor sobre o *VI DAQmx Create Channel* para ver as entradas e saídas do VI.

Para um canal de deformação, precisamos oferecer os canais que você está medindo e as informações do strain gage. Para disponibilizar essas entradas, conecte o VI conforme ilustrado na figura 13 clicando na *entrada* de cada nó do diagrama de blocos e, em seguida, clique novamente no terminal de entrada do target do VI DAQmx Create Channel.

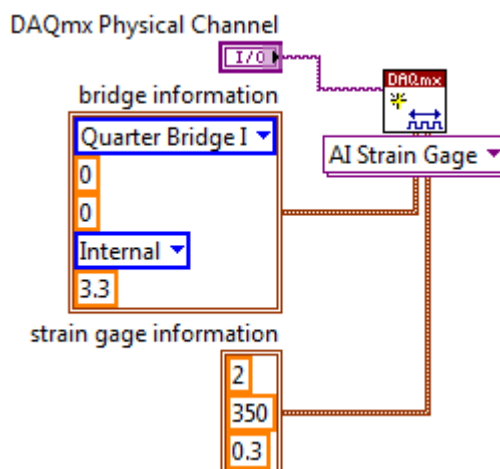


Figura 13. Conecte as entradas ao VI DAQmx Create Channel.

25. Arraste os seguintes VIs da paleta DAQmx e posicione-os conforme ilustrado na figura 14.

- a) DAQmx Timing
- b) DAQmx Start Task
- c) DAQmx Read
- d) DAQmx Stop Task
- e) DAQmx Clear Task

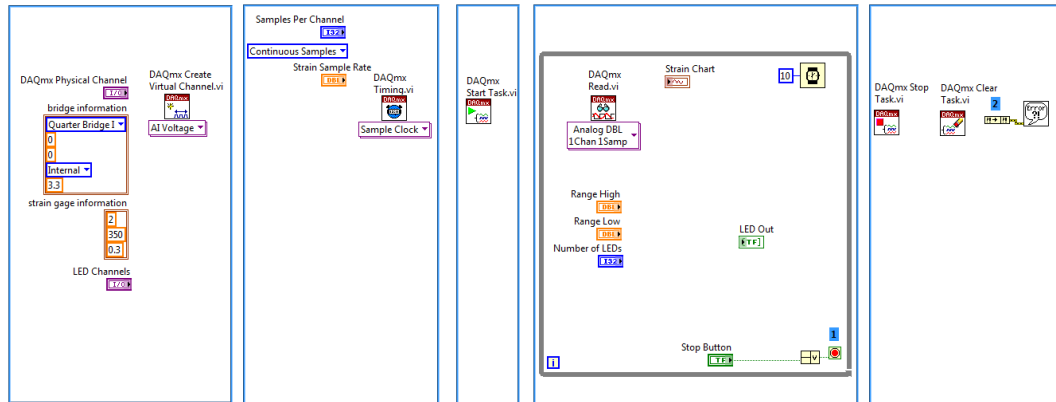


Figura 14. O fluxo do código DAQmx quase sempre segue o mesmo padrão.

Se você se lembra dos programas de exemplo que você analisou nos primeiros exercícios, o padrão do DAQmx quase sempre segue o mesmo fluxo. Um canal é criado, parâmetros como triggering e temporização são configurados, a tarefa é iniciada, o canal é lido e depois a tarefa para e o canal é apagado.

26. O *VI DAQmx Timing* configura a taxa de amostragem, o modo de amostragem e a fonte de clock para sua tarefa. Você fará amostragens contínuas usando a fonte de clock on-board. Conecte o VI DAQmx Timing da seguinte forma:

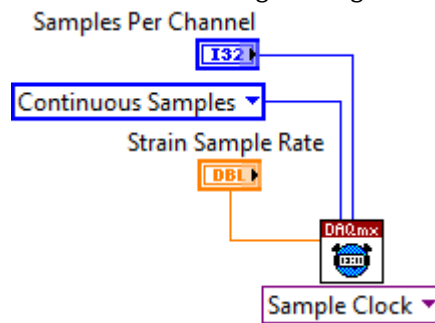


Figura 15. O VI DAQmx Timing configura seus parâmetros do clock.

27. O *VI DAQmx Start Task* transita o código para o estado de execução. Quando seu código tiver passado por esse VI, você estará pronto para ler ou escrever dados. Para saber mais sobre esse VI, confira se a janela do Context Help ainda está visível, <Ctrl+H>, e passe o cursor sobre o VI DAQmx Start.

28. Após a tarefa ser iniciada, o *VI DAQmx Read* extrai dados do buffer do dispositivo DAQ. Da mesma forma que o VI DAQmx Create Channel, o VI DAQmx Read é polimórfico. Para configurar esse VI para ler dados do strain gage, clique na seta do menu drop down e selecione **Analog » Single Channel » Multiple Samples » Waveform**.

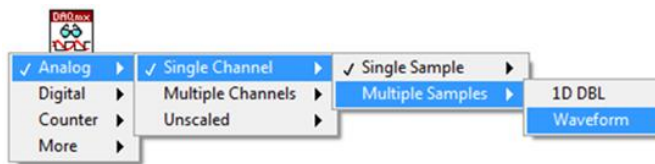


Figura 16. Selecione um canal de medição de forma de onda para ler a partir do strain gage fornecido.

29. Conecte a saída do *VI DAQmx Read* ao Strain Chart. Isso permitirá que o usuário visualize os dados no painel frontal.
30. Os *VisDAQmx Stop* e *DAQmx Clear* garantem que seu programa encerre adequadamente a comunicação e libera o hardware antes de parar o código. Para saber mais sobre esses VIs, passe seu cursor sobre eles com a janela do Context Help visível.
31. Conecte os fios de erro e tarefa nos fios conforme ilustrado na figura 17. Isso passará os valores da tarefa e quaisquer erros que possam surgir no código.

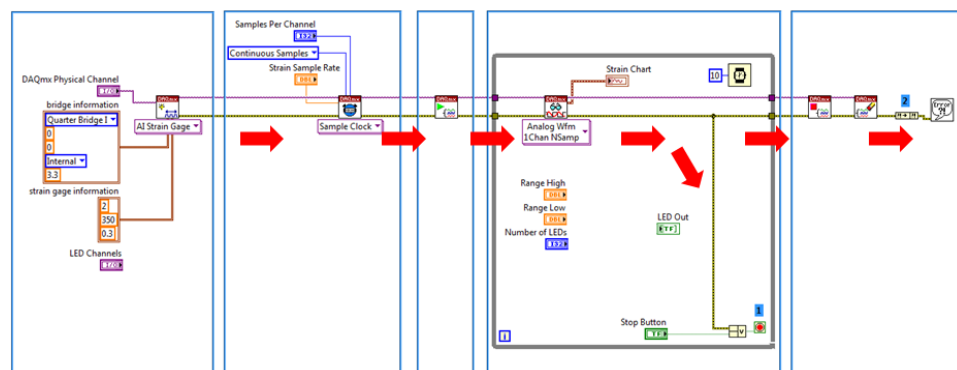


Figura 17. Para concluir o código de aquisição de deformação, conecte os fios de erro e tarefa no código.

Como o LabVIEW usa um fluxo de dados para forçar a ordem de execução, você pode visualizar os dados passando por cada fio, de um VI para o outro. Cada VI só será executado quando todas as entradas conectadas tiverem sido atribuídas.

Conectar o fio de erro ao código garante que quaisquer erros que passarem pelo código sejam informados ao usuário.

32. Conecte o fio de erro do VI *DAQmx Read* à entrada do VI *Compound Arithmetic*. Esse VI colocará uma porta OR nas entradas para interromper a execução do loop *While*. O código que você acabou de escrever irá parar se ocorrer um erro ou se o usuário clicar no botão *Stop*.

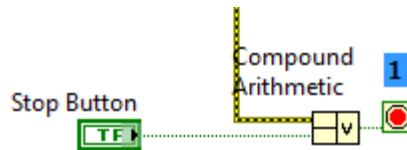



Figura 18. O Compound Arithmetic faz uma ligação OR das entradas, interrompendo o loop While se houver algum erro no código ou se o usuário clicar em Stop.

33. Quando você conectar o fio de erro ao Compound Arithmetic, seu código deve estar pronto para ser executado. Verifique se a seta de execução está intacta (  ).
34. Pressione <Ctrl+E> para alternar para o painel frontal.
35. Pressione a seta do menu drop down no *DAQmx Physical Channel* para selecionar o canal correto. Neste exercício, o strain gage deve ser anexado ao canal 0 do módulo NI 9236. Se você renomeou seus módulos corretamente em um exercício anterior, selecione **Strain/ai0**.

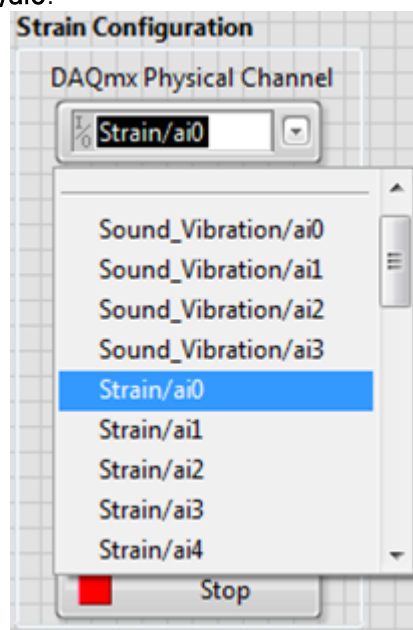


Figura 19. Selecione o canal ao qual seu strain gage está conectado.

36. Configure *Strain Sample Rate* para 10000 Hz e *Samples Per Channel* para 1000, como na figura 20.



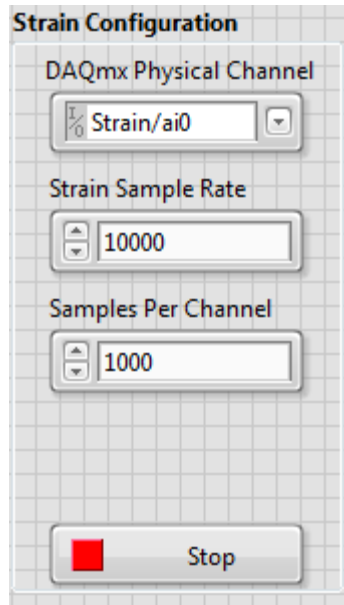


Figura 20. Um bom princípio básico é configurar o número de amostragens em 1/10 da taxa de amostragem.

A taxa de amostragem determina o quão rápido seu dispositivo de aquisição de dados faz amostragem do canal selecionado. As amostragens por canal determinam quantos dados são extraídos do buffer de aquisição de dados cada vez que o loop é executado. No exemplo acima, o VI DAQmx Read irá esperar até que haja 1000 amostras no buffer antes de extraí-las do dispositivo de aquisição de dados. Isso se traduz em uma atualização a cada 1/10 de um segundo. Se você alterar o Samples Per Channel para 10000, seu código será atualizado uma vez a cada segundo. Se você tiver erros no transbordo de buffer, geralmente significa que seu loop não está sendo executado de forma rápida o suficiente para extrair dados do dispositivo de aquisição de dados antes que o buffer esteja cheio. Tente aumentar o número do Samples Per Channel se for esse o caso. Em alguns casos, você pode precisar dividir seu código em dois loops paralelos. Para obter mais informações sobre esse tipo de arquitetura, pesquise *Producer Consumer* no ni.com.

37. Clique na seta de execução. Observe que ao pressionar **delicadamente** o strain gage, você pode ver as inflexões no gráfico em forma de onda.

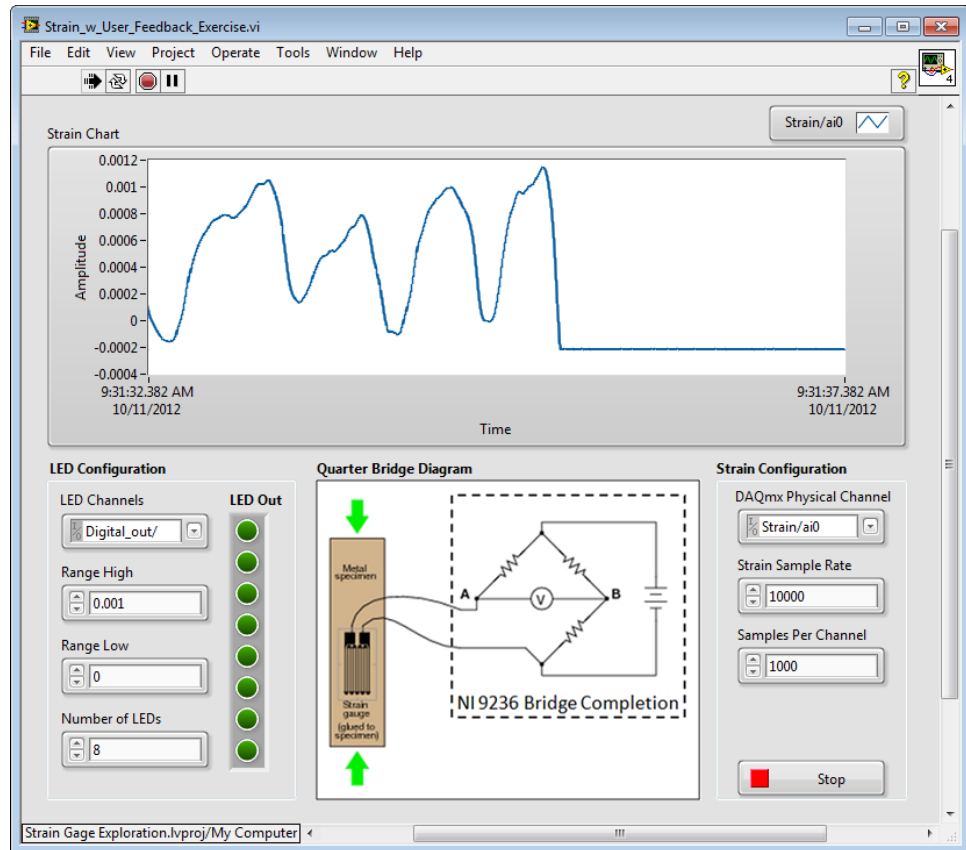


Figura 21. Você criou um programa para visualizar os dados do strain gage. Esses dados podem ser analisados, salvos em um arquivo ou usados para controlar uma entrada.

38. Clique em **Stop**. Salve esse VI, pois você irá utilizá-lo na próxima parte do exercício.
39. Para concluir essa parte do exercício, abra o LabVIEW Example Finder selecionando **Help » Find Examples**.
40. Navegue até **Hardware Input and Output » DAQmx » Analog Input » Strain – Continuous Input.vi**.
41. Modifique o *Physical Channel* para **Strain/ai0** (ou o canal ao qual seu strain gage está conectado), o *Strain Configuration* para **Quarter Bridge I** e o *Voltage Excitation Value* para **3.3**. Veja a figura 22 como referência.

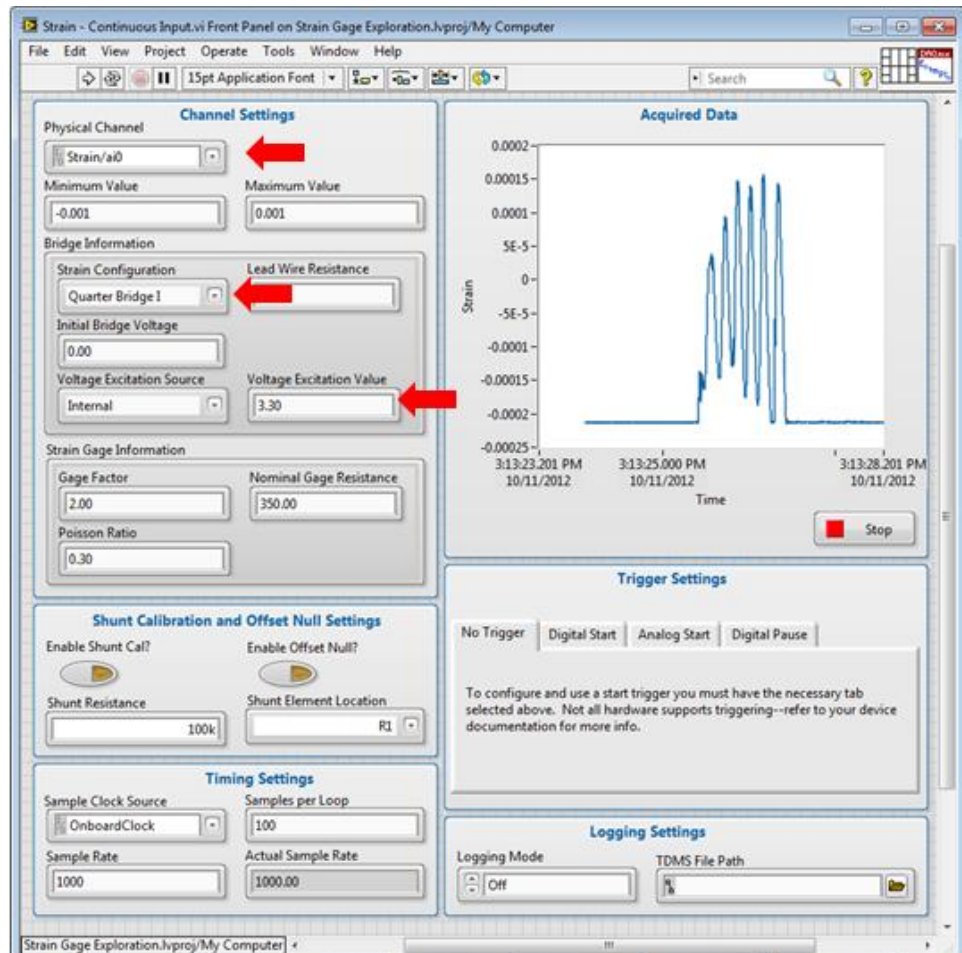


Figura 22. As amostragens do DAQmx são criadas para proporcionar um sólido ponto de partida para seus programas. Use-as como um ponto de partida.

42. Clique no botão de execução. O gráfico deve reagir quando você pressiona **delicadamente** a barra de deformação, da mesma forma que no seu código. Clique em **Stop**.
43. Pressione **<Ctrl+E>** para abrir o diagrama de blocos. Esse código inclui muito mais configurações específicas para as medições do strain gage do que o código que você acabou de criar, mas permite seguir exatamente o mesmo fluxo do DAQmx. Além disso, esse código inclui funções data logging e triggering. Elas poderiam ser facilmente adicionadas ao seu código por meio da inclusão dos VIs apropriados.
44. Feche esse VI de exemplo. Quando for solicitado, não salve as alterações.

## Parte B Como controlar os LEDs coloridos para feedback do usuário

*Tempo estimado: 30 minutos*

Para essa parte do exercício, você adicionará o código criado na parte A.

Muitas vezes, os usuários precisam de feedback imediato de um sistema de medição e um monitor de computador pode não ser prático para aplicações como os sistemas de medição embarcados, monitoramento industrial ou controle de processo. Uma forma comum de alertar um operador sobre a condição do teste é usar a sinalização dos LEDs. Para essa parte do exercício, você usará seu código para alertar um usuário sobre o nível de deformação na barra de alumínio.

Antes de iniciar esse exercício, verifique se os LEDs estão conectados adequadamente e se você pode controlá-los no Measurement & Automation Explorer.

1. Comece abrindo o MAX (Start » All Programs » National Instruments » Measurement & Automation Explorer).

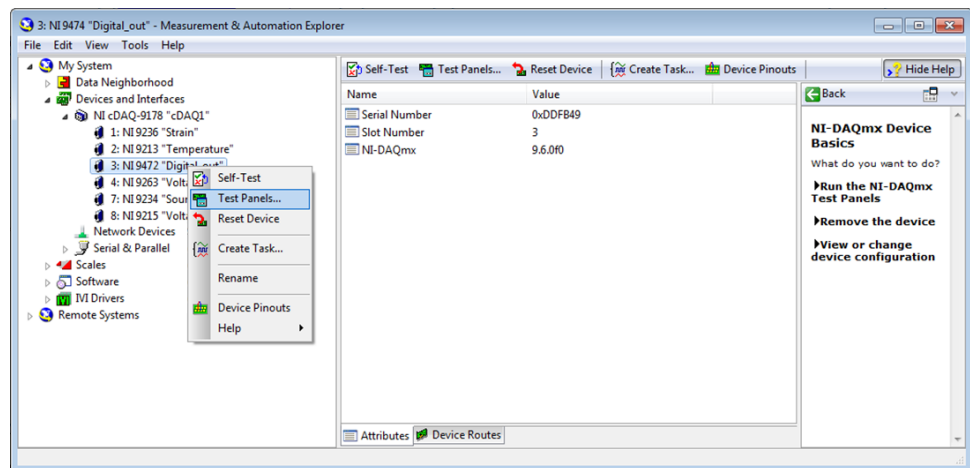


Figura 22. Começar com os painéis de teste garante que seus sensores estejam funcionando e que você não terá problemas com o hardware.

2. Clique com o botão direito no módulo NI 9472 e selecione **Test Panels**. Será aberto o seguinte painel:

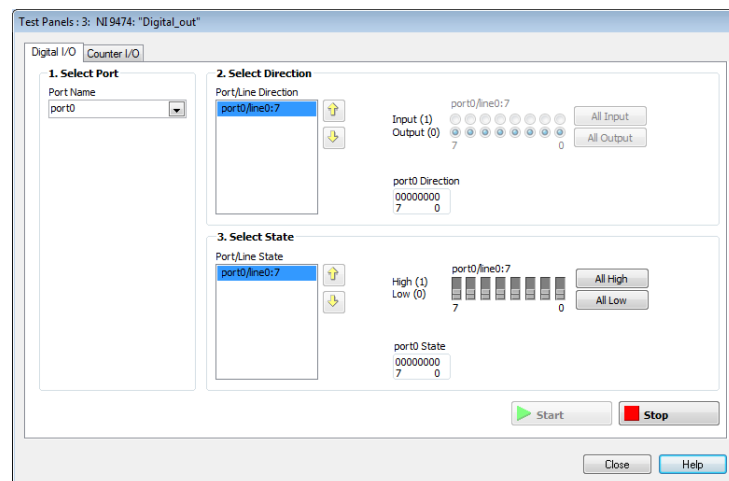


Figura 23. Com o teste de painel do módulo NI 9472, você pode controlar os canais de entrada digital para garantir que eles estejam sendo operados adequadamente.

3. Clique em **Start**.
4. Selecione o botão **All High** como um teste rápido de todas as entradas digitais. Você deve ver todos os LEDs em sua demo box acenderem. Observe que os LEDs no módulo NI 9472 também acendem. Você pode controlar cada LED individualmente, mas para testar a operacionalidade isso não é necessário.
5. Clique no botão **Stop** e feche o painel de teste.
6. Abra uma cópia do **Strain\_w\_User\_Feedback\_Exercise.vi**.
7. Pressione **<Ctrl+E>** para abrir o diagrama de blocos.

Nessa parte do exercício, você adicionará o código para controlar os LEDs proporcionalmente à deformação sofrida pela barra de alumínio. Para adicionar esse código, você seguirá muitos dos mesmos passos utilizados na aquisição de deformação, mas dessa vez você escreverá dados, em vez de lê-los. Você deve ver algumas sobreposições nos passos realizados.

8. Da mesma forma que na parte A, grande parte do código virá da paleta DAQmx. Para acessar essa paleta, clique com o botão direito em qualquer espaço em branco no diagrama de blocos e navegue para **Measurement I/O » NI-DAQmx**.

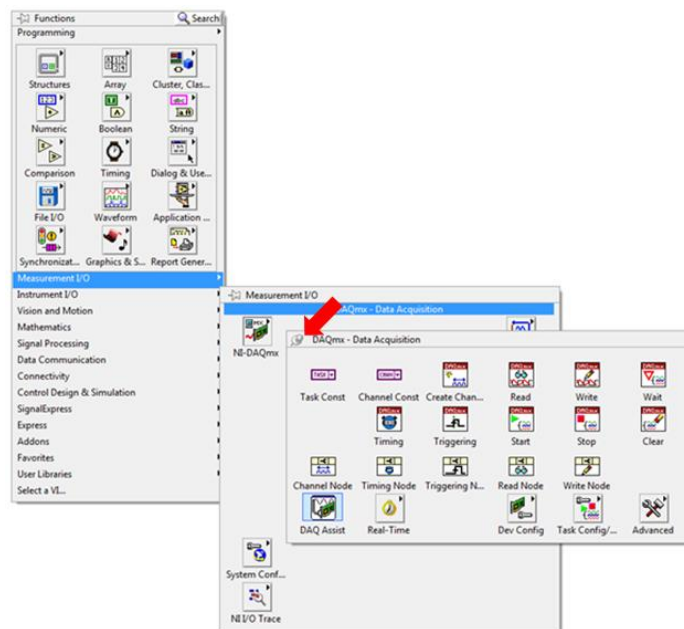


Figura 24. A paleta DAQmx inclui todos os VIs necessários para comunicação com seu chassi CompactDAQ.

9. Clique na tachinha para deixar essa paleta visível (seta vermelha na figura 24).



- c) DAQmx Stop Task
- d) DAQmx Clear Task

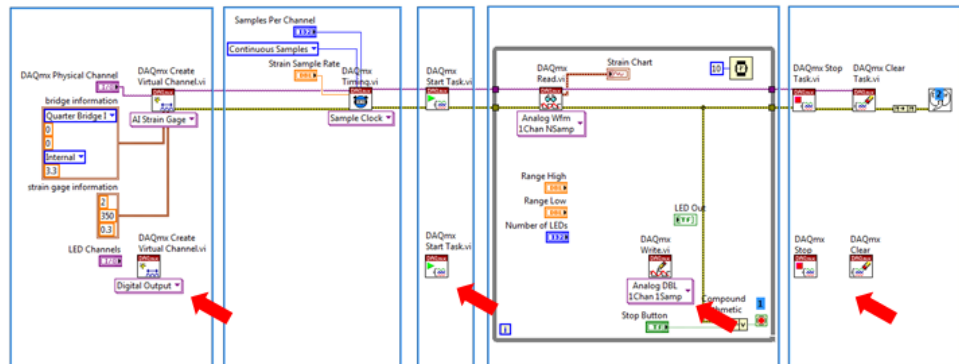


Figura 28. Esses VIs devem parecer familiar - quase todos os programas de aquisição de dados seguirão esse padrão.

14. Altere o novo VI DAQmx Write para Digital » Single Channel » Single Sample » 1D Boolean (N lines).

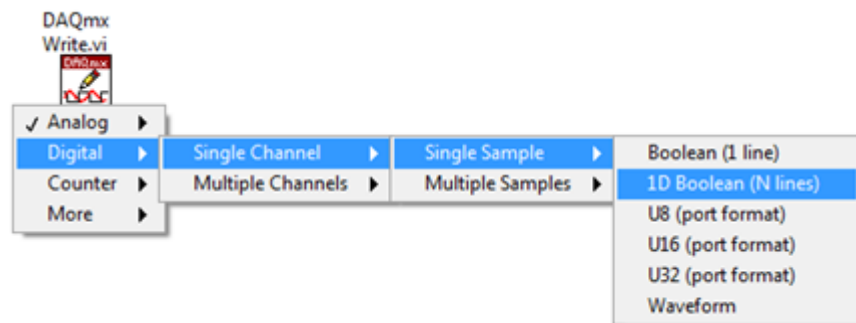


Figura 29. Você pode escrever um array nas linhas digitais no módulo NI 9472 usando o VI DAQmx Write.

15. Conecte os fios de erro e tarefa em cada um dos VIs DAQmx, como na figura 30.

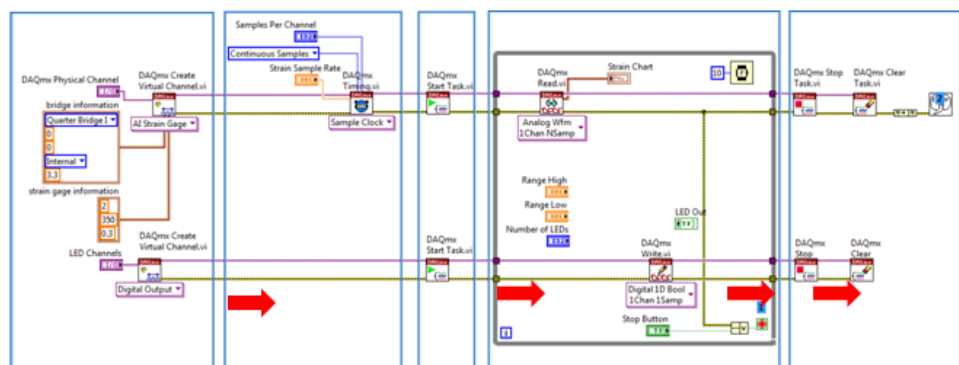


Figura 30. Conectar os fios de erro e tarefa determina o fluxo do código.

16. Para tratar os erros adequadamente, você precisa garantir que seu loop While pare se seu código digital tiver um erro. Para fazer isso, inicie expandindo o Compound

Arithmetic. Passe o cursor do mouse sobre o VI e arraste a alça para expor outra entrada.



Figura 31. Expandir o Compound Arithmetic faz uma ligação OR de todas as entradas.

17. Conecte o fio de erro da saída do VI DAQmx Write à nova entrada do Compound Arithmetic.

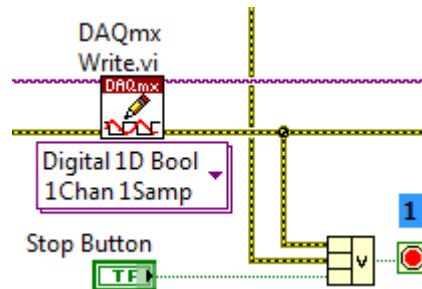


Figura 32. Agora o Compound OR considera todos os erros dentro do loop While.

18. No final do seu código, você precisará combinar todos os fios de erro, alertando ao usuário sobre quaisquer erros no código. Para fazer isso, expanda a função Merge Errors para expor a nova entrada.



Figura 33. Combine todos os fios de erro em seu código com o VI Combine Errors.

19. Conecte o fio de erro da saída do VI DAQmx Clear Task inferior à nova entrada da função Merge Errors. Seu código deve se assemelhar ao da figura 34.



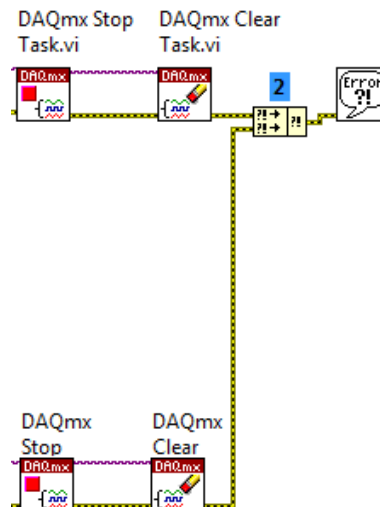


Figura 34. Todos os seus fios de erro são compatíveis então o VI Simple Error Handler pode exibir os erros ao usuário.

20. Agora que você tem o código para escrever dados nas saídas digitais, você precisará criar um código para traduzir os dados analógicos do strain gage para um nível digital. Felizmente, esse código já foi criado para você como um subVI. Para adicionar o subVI, clique com o botão direito em algum espaço em branco no diagrama de blocos e clique em **Select a VI...**

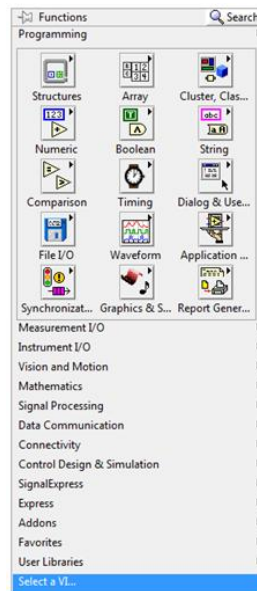


Figura 35. Clique em 'Select a VI...' para localizar um subVI que não esteja visível em suas paletas.

21. Navegue para **5 – Strain\Support VIs** e selecione **LED\_Scaled\_Output.vi**.
22. Posicione o VI conforme ilustrado na figura 36.

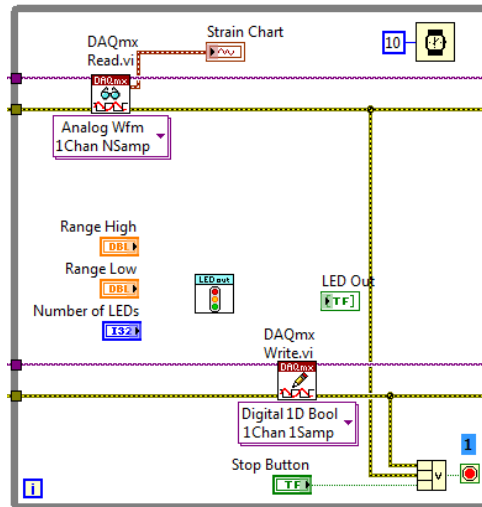


Figura 36. O VI LED\_Scaled\_Output é um subVI para escalar a entrada de deformação para uma entrada de LED.

Uma forma alternativa de colocar o subVI em seu diagrama de blocos é navegar nele no Project Explorer e arrastá-lo para o diagrama de blocos, como na figura 37.

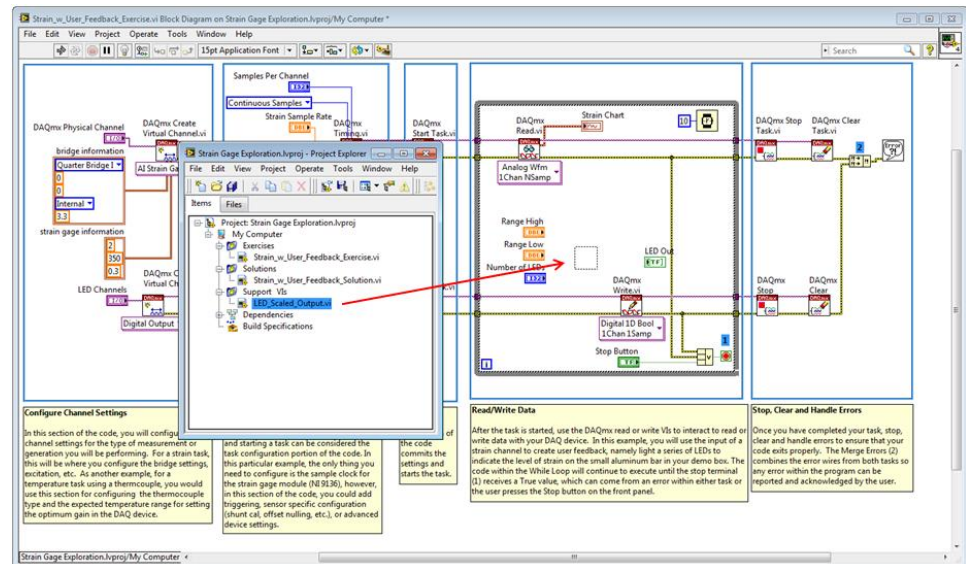


Figura 37. Você pode arrastar quaisquer VIs do seu projeto para o diagrama de blocos.

23. Organizar seu código nos subVIs é uma forma de tornar seu código mais gerenciável e escalável. Para analisar esses conteúdos do subVI, apenas clique no ícone para abrir o painel frontal do subVI. Reserve alguns minutos para examinar os conteúdos do subVI.
24. Feche o subVI.
25. Conecte a chamada ao subVI como na figura 38.

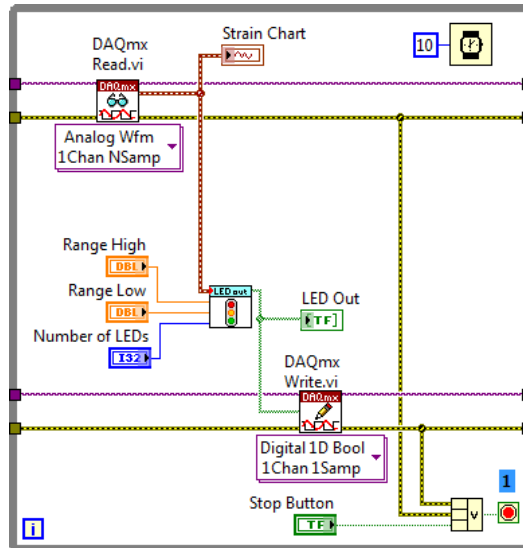


Figura 38. Esse subVI apresenta um array booleano que pode ser produzido pelo VI DAQmx Write.

26. Seu código está pronto para ser executado. Alterne para o painel frontal e clique no botão de execução. Você deve notar que os LEDs acendem proporcionalmente a quantidade de força aplicada no strain gage.

Se a escala parecer desligada, pressione a barra e anote os valores mais altos e mais baixos do gráfico. Pare o VI, ajuste os valores Range High e Range Low de forma que correspondam à faixa de deformação. Reinicie o VI e você deve ver os LEDs reagindo à pressão na barra de deformação.

27. Se você observar o painel frontal e os LEDs, eles devem ser revertidos na forma que são exibidos. O indicador do painel frontal e os LEDs físicos podem facilmente ter um código correspondente. Para trocar a ordem do indicador do painel frontal, comece excluindo o fio entre o subVI LED e o indicador LED no diagrama de blocos. Clique uma vez no fio, conforme mostrado na figura 39, e pressione Delete.

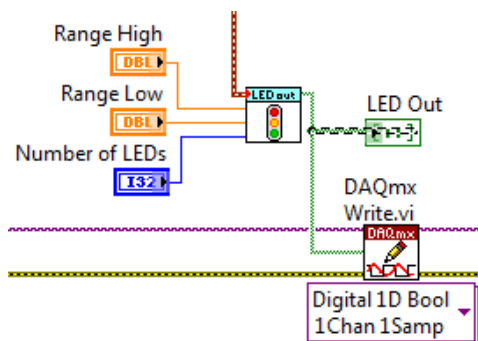


Figura 39. Exclua o fio entre o subVI LED e o indicador LED.

28. Para alternar a ordem de um array 1D, use a função Reverse 1D Array. Clique com o botão direito em um espaço em branco no diagrama de blocos. Selecione

## Programming » Array » Reverse 1D Array.

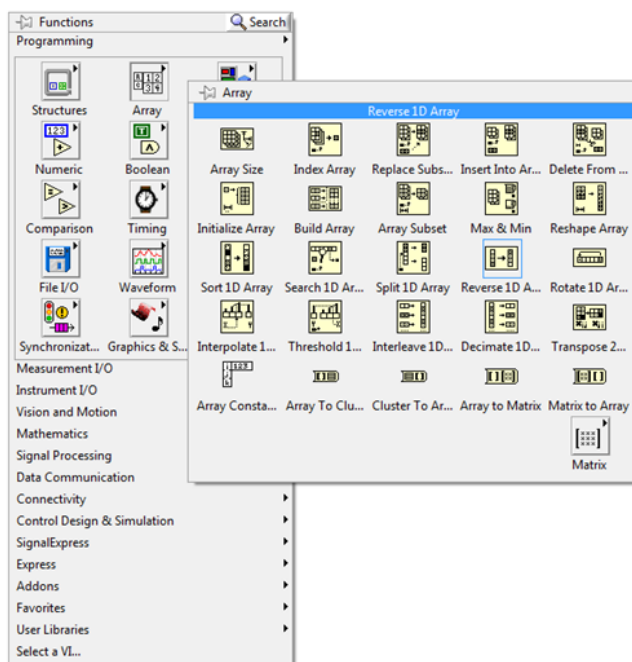


Figura 40. A paleta Array inclui muitos VIs proveitosos para a manipulação de array.

29. Coloque o VI entre o subVI LED Out e o indicador LED Out e conecte-o como na figura 41.

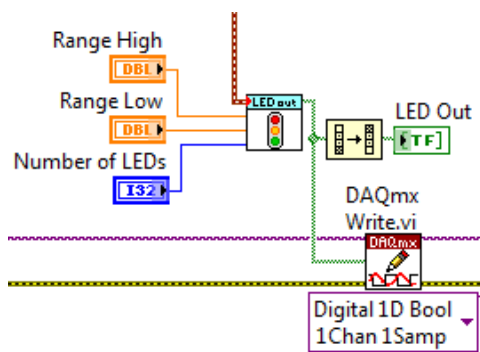


Figura 41. Use o array 1D reverso para trocar a ordem na qual o array booleano é exibido.

<Fim do exercício>

Equalizador de áudio

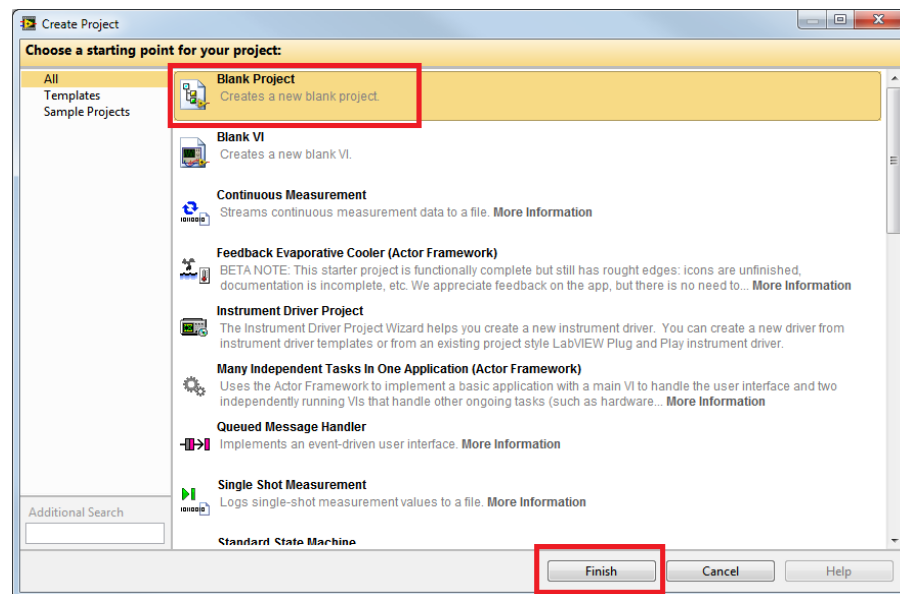
## Exercício 1: Aquisição de sinal de áudio

**Observação:** Esse exercício presume que você já tenha instalado o software requerido e configurado o hardware conforme descrito nas seções anteriores. Se você ainda não o fez, consulte a seção apropriada que trata esse assunto.

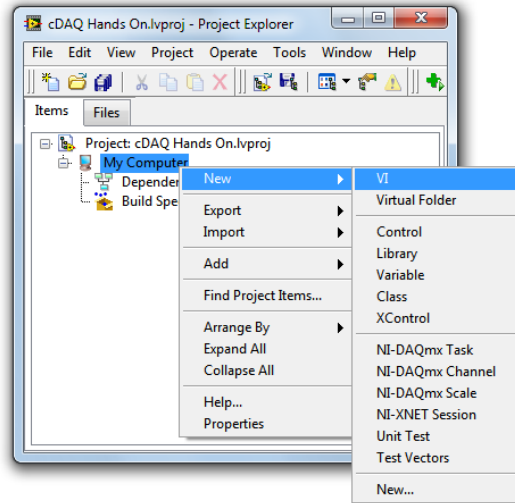
- Objetivo:**
- O primeiro objetivo é adquirir continuamente 40000 arrays de ponto de dados da fonte de áudio conectada ao módulo NI 9215 (ou entrada analógica similar).
  - O segundo objetivo é adicionar o data logging ao VI DAQmx Task.

### Parte A

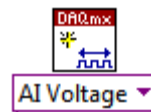
1. Inicialize o LabVIEW navegando no diretório **Start » All Programs » National Instruments » LabVIEW 2014 » LabVIEW**.
2. Crie um novo projeto do LabVIEW selecionando o botão **Create Project** na janela Getting Started.
3. Selecione **Blank Project** e, em seguida, **Finish** para criar um arquivo de projeto para armazenar todos os arquivos e referências para a aplicação.



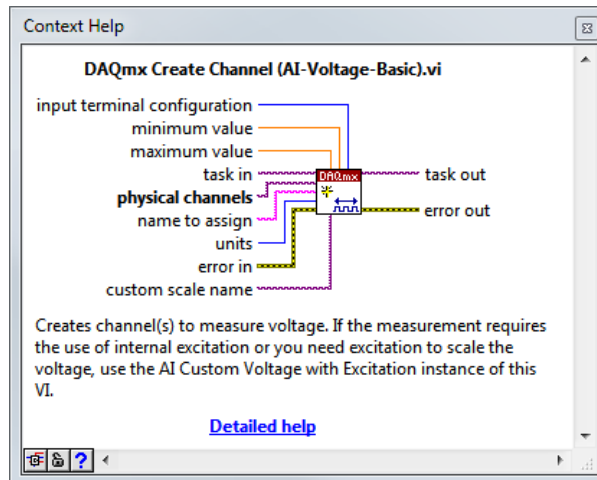
4. No Project Explorer recém-aberto do LabVIEW, navegue até **File » Save As...** e salve o projeto como **cDAQ Hands On.lvproj** dentro da pasta **C:\Seminars\LV HO\Exercises\6 – Audio Equalizer**.
5. Dentro da janela do projeto do LabVIEW, clique com o botão direito em *My Computer* e selecione **New » VI** para criar um LabVIEW Virtual Instrument (VI) para adquirir dados.



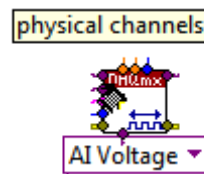
6. Selecione **File » Save** para salvar o VI recém-criado. Nomeie o VI “Exercise 1a” e salve o VI dentro da mesma pasta do projeto do LabVIEW.
7. Navegue para a janela do diagrama de blocos do *Exercise 1a.vi*. Se você estiver na janela do painel frontal, pressione **<Ctrl+E>** para alternar entre o diagrama de blocos e o painel frontal.
8. Clique com o botão direito em um espaço vazio na janela para exibir a pateta Functions e navegar para **Functions » Measurement I/O » NI-DAQmx**. Essa é a paleta DAQmx Functions.
  - a. Selecione agora a primeira função, **DAQmx Create Virtual Channel**. Clique com o botão esquerdo na função e, em seguida, clique com o botão esquerdo para colocá-la no diagrama de blocos. Essa função abre uma referência e reserva um dispositivo de hardware de aquisição de dados.
  - b. Quando a função estiver no diagrama de blocos, clique com o botão esquerdo na caixa de seleção polimórfica branca e navegue para **Analog Input » Voltage**. Embora estejamos adquirindo um sinal sonoro, ainda vamos usar uma tensão porque é isso que um MP3 player apresenta.



- c. Para ver a janela Context Help, pressione **<Ctrl+H>** e passe com o cursor do mouse sobre o *VI Create Channel* para ver todas as entradas e saídas.

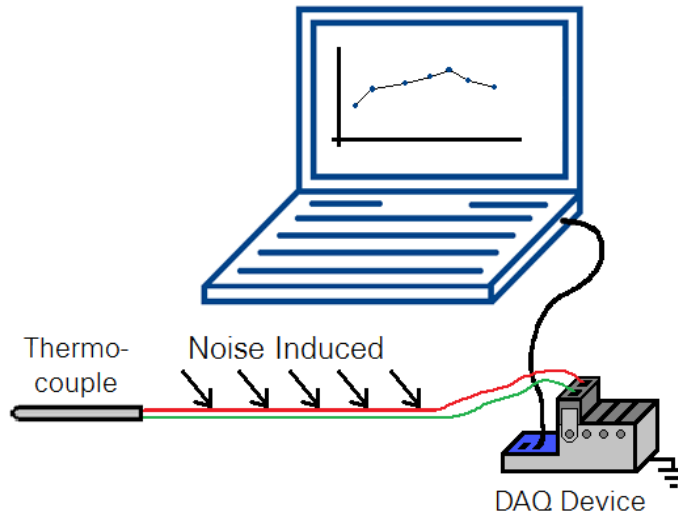


- d. Passe o cursor do mouse no canto superior esquerdo do VI Create Channel e observe que o cursor muda automaticamente para a ferramenta de conexão e a tip-strip é exibida indicando o terminal no qual seu mouse está.



- e. Clique com o botão direito no terminal **Physical Channels** – o *segundo* terminal da parte superior – e selecione **Create » Constant**. Essa constante só estará visível no diagrama de blocos, e não há controle ou indicador correspondente no painel frontal.
- f. Clique com o botão esquerdo na seta na constante Physical Channels e navegue até o canal de interesse, **Voltage\_in/ai1**.
- g. Clique com o botão direito no terminal **Input terminal configuration** e selecione **Create » Constant**. Defina o valor dessa constante como *Differential*.
- h. A próxima imagem exibe um diagrama comum de configuração de sensor. Neste exemplo, um termopar está conectado a um dispositivo CompactDAQ.

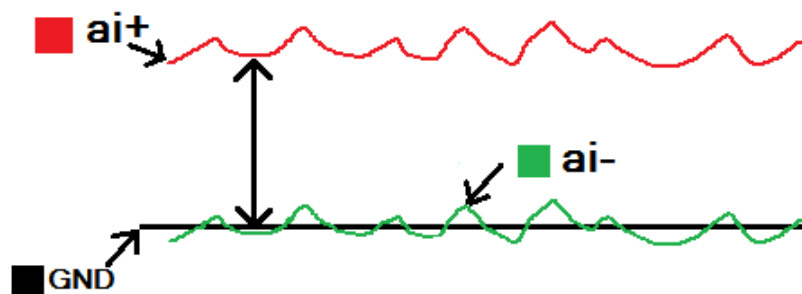




Ruído e outros sinais podem entrar no sinal através dos fios entre o sensor e o dispositivo de aquisição de dados, uma vez que os fios agem como antenas. Blindagem e outras técnicas podem ajudar a reduzir essa ação.

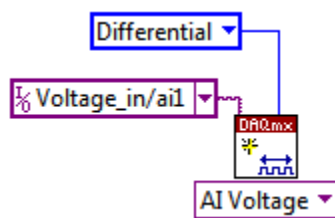
A configuração da entrada do terminal é a forma mais fácil de eliminar uma grande parte do efeito do ruído. As medições single-ended (RSE e NRSE) registram apenas o sinal positivo do sensor ( $ai+$ ) e depois elas fazem referência a ele para o sistema ou terra do chassi (GND). O terra do chassi geralmente não tem nenhum ruído nele e é representado pela linha preta indicada abaixo. Geralmente a linha do sinal tem ruído nela.

Com as medições single-ended, o ruído continuará a ser visto porque os dados adquiridos serão a diferença entre o sinal com ruído e a linha GND sem ruído.

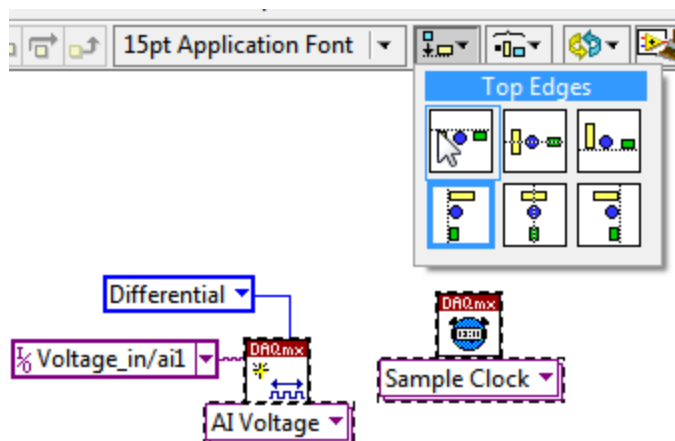



Configuração diferencial significa que o ADC irá calcular a diferença entre os pinos  $ai1+$  e  $ai1-$  no dispositivo de aquisição de dados, que é a forma mais precisa de fazer medição a partir de um sensor, uma vez que ele elimina o ruído que é comum em ambos os fios positivo e negativo.

Sempre use essa configuração se ela estiver disponível para a aquisição do sensor. O diagrama de blocos resultante deve se assemelhar a esse:



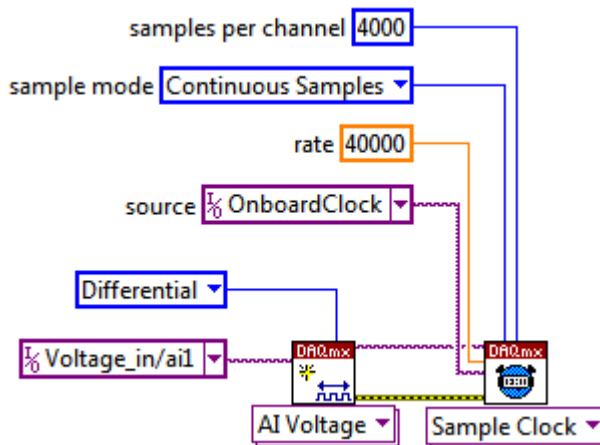
9. Clique com o botão direito no *VI Create Channel* e navegue para **DAQmx – Data Acquisition Palette » DAQmx Timing**. Esse é um atalho para colocar rapidamente outra função da mesma paleta, NI-DAQmx.
  - a. Clique para colocar o *VI DAQmx Timing* à direita do *VI Create Channel*.
  - b. Para alinhar as funções no diagrama de blocos, selecione segurando o <Shift> e clicando com o botão esquerdo nas funções. Em seguida, selecione o botão **Align Objects** na barra de ferramentas e escolha **Align Top Edges**.



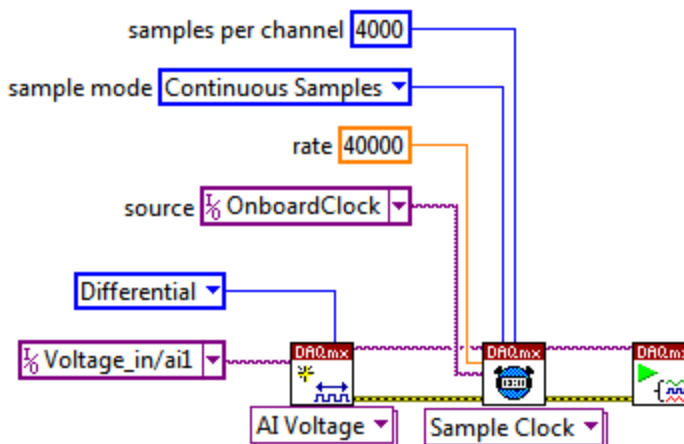
- c. Agora conecte as saídas **Task Out** e **Error Out** do *VI Create Channel* às entradas **Task In** e **Error In** do *VI Timing*, respectivamente.
- d. Se seu diagrama de blocos estiver bagunçado ou confuso, clique no botão **Clean Up Diagram** (  ) na barra de ferramentas ou simplesmente pressione <Ctrl+U> para que o LabVIEW organize o diagrama automaticamente.
- e. Crie uma constante para o terminal de entrada **Sample Mode** e selecione **Continuous Samples**, o que significa que você irá adquirir dados continuamente até que a tarefa seja apagada.
- f. Crie uma constante para o terminal de entrada **Rate** e insira **40k** para o valor. O LabVIEW pode interpretar abreviações métricas para unidades como 'k'

para milhares ' e 'm' para milhões.

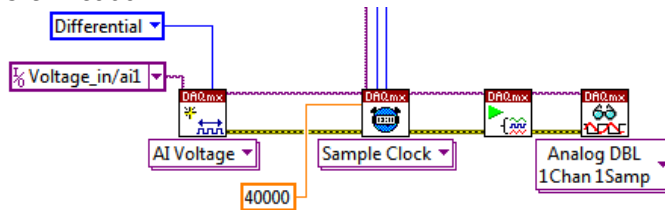
- g. Crie uma constante para a entrada **Source** e selecione **OnboardClock**. Isso significa que a tarefa irá usar os mecanismos de temporização para entradas analógicas no módulo NI 9215 para adquirir dados a uma taxa de 40k de amostragens por segundo.
- h. Crie uma constante para o terminal de entrada **Samples per channel** e defina o valor para **4k**. Isso significa que você irá adquirir 4k de amostragens toda vez que o *VI DAQmx Read* for chamado correspondendo a um segundo dos dados. Isso irá configurar o buffer para a transferência de dados do dispositivo DAQ para a memória do sistema.
- i. Um bom índice de referência é adquirir 1/10 da quantidade de amostragens como taxa de amostragem. Não é necessário, mas você pode fazer isso programaticamente usando uma função Divide no LabVIEW. Essa função está localizada na paleta **Programming » Numeric**.



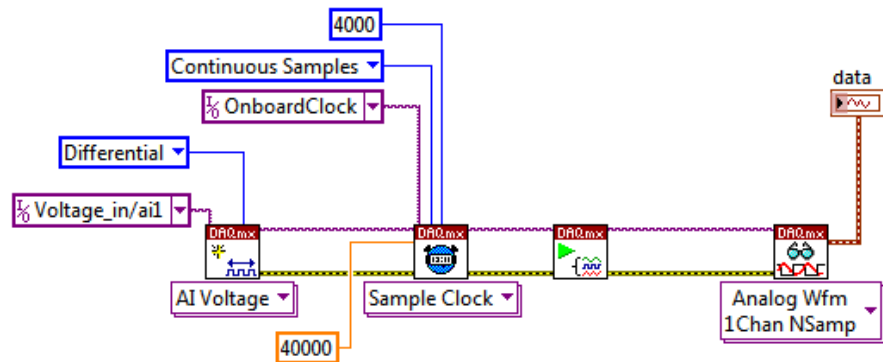
10. Coloque um VI NI-DAQmx Start Task à direita do VI NI-DAQmx Timing e conecte os fios de erro e tarefa juntos em cada VI. Essa função começará a aquisição de dados a partir do dispositivo e começará a armazenar dados na memória on-board FIFO do dispositivo.



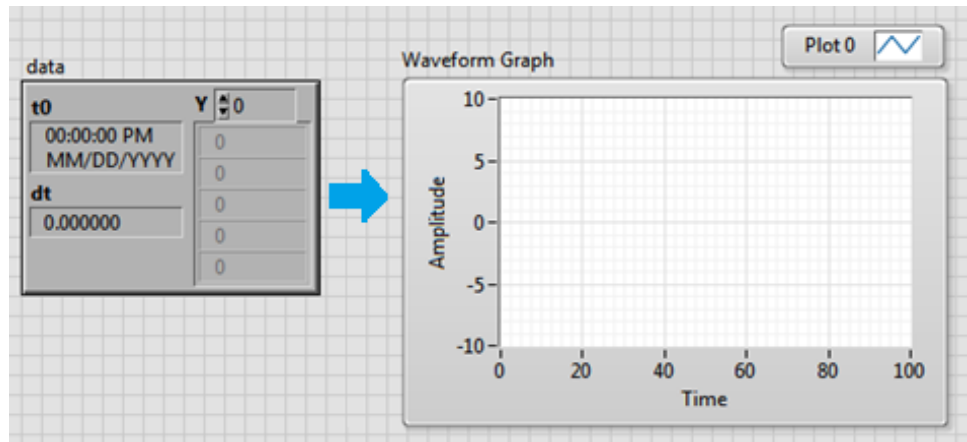
11. Coloque um VI NI-DAQmx Read à direita do VI Start Task e conecte os terminais de erro e tarefa juntos em cada VI.



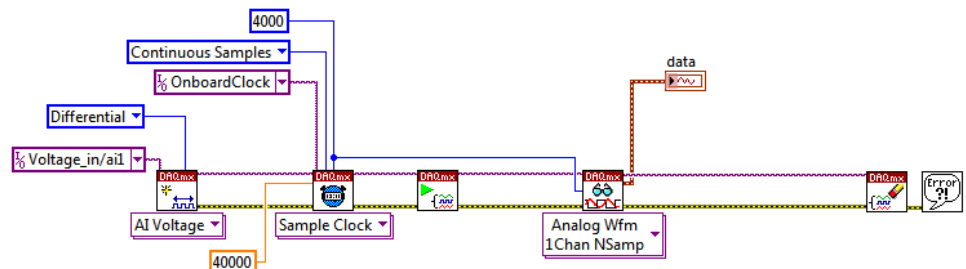
- Por padrão, a instância do VI polimórfico é configurada para **Analog » Single Channel » Single Sample » DBL**. Como iremos ler 4k de amostragens por vez, precisaremos alterar isso para **Analog » Single Channel » Multiple Samples » Waveform**.
- Clique com o botão direito no terminal de saída Data do VI DAQmx Read e crie um indicador.



- Localize o indicador no painel frontal. Esse é um indicador Waveform, um indicador adequado para o tipo de dados, mas seria melhor visualizar os resultados em um gráfico.
- Clique com o botão direito no indicador Waveform no painel frontal e escolha **Replace » Silver » Graph » Waveform Graph**. Um Waveform Graph irá exibir uma forma de onda completa dos dados e redesenhar o gráfico cada vez que ele receber novos dados em forma de onda.

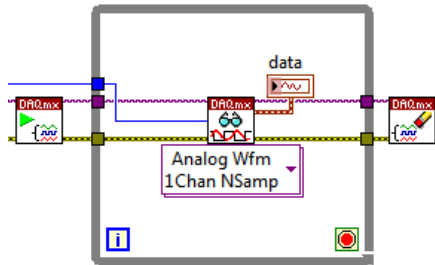



- e. No diagrama de blocos, conecte a constante **Samples per Channel** do VI DAQmx Timing à entrada **Number of Samples per Channel** do VI DAQmx Read.
12. Retorne ao diagrama de blocos e coloque um VI NI-DAQmx Clear Task à direita do VI Read e conecte os fios Error e Task. Isso irá limpar e eliminar todas as referências para o hardware.
  13. Coloque um VI Simple Error Handler à direita do VI Clear Task. Ele está localizado na paleta **Programming » Dialog and User Interface**, mas você também pode usar o botão de pesquisa da paleta Functions.
    - a. Conecte o terminal **Error Out** ao terminal **Error In** do VI Simple Error Handler.
    - b. Como você conectou todos os terminais de erro juntos, os erros passarão de um VI para outro e depois serão tratados no final. Depois de tratados, será apresentada uma mensagem de erro se houver erros detectados.

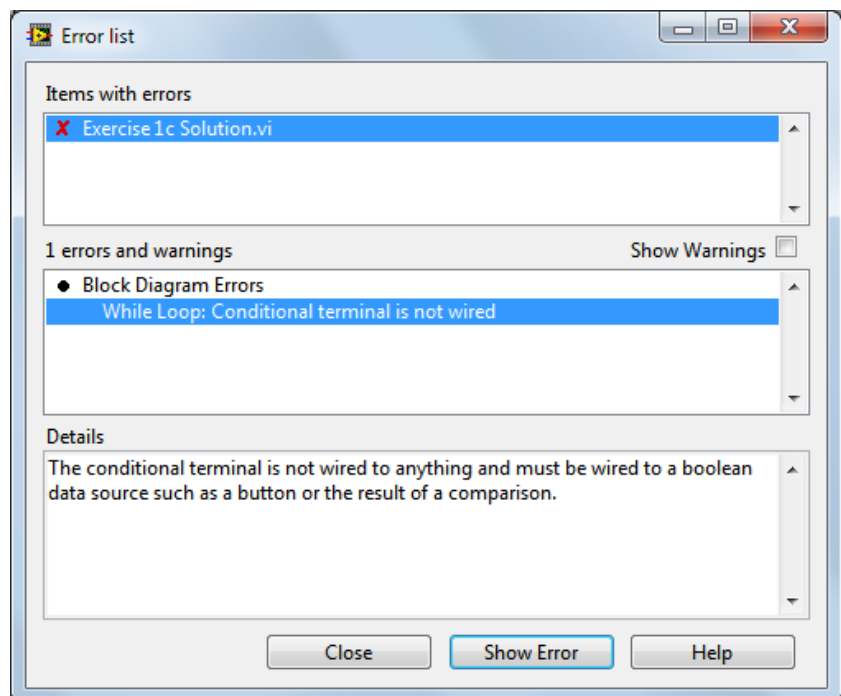



14. Para adquirir continuamente, você precisará usar uma estrutura de execução para repetir o código continuamente até que seja encontrada uma condição; isso é chamado loop While.
  - a. No diagrama de blocos, abra a paleta Functions e navegue até **Programming » Structures » While Loop**. Isso transformará seu cursor do mouse em um cursor com loop While.
  - b. Clique com o botão esquerdo e arraste tudo que precisar ser executado

continuamente neste VI, que é a função DAQmx Read. Solte o botão do mouse para concluir o desenho do loop.

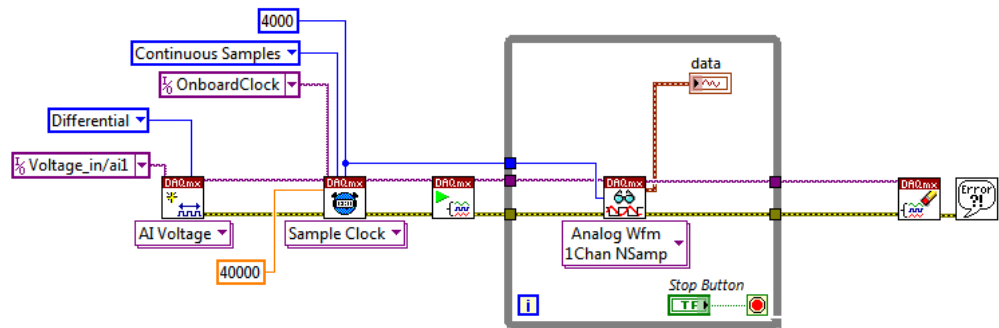


- c. Observe os quadros que são criados nas bordas do loop While; esses são os túneis e são usados para passar dados de fora do loop para dentro do loop antes dele iniciar e, depois, de dentro para fora do loop após uma condição ser encontrada e o loop ser fechado.
- d. Tente executar o VI clicando na seta de execução - observe que a seta de execução está quebrada (  ), mas continue o processo e clique nela. O VI não será executado, mas **apresentará os erros** que precisam ser solucionados antes que você possa executá-lo. Aparecerá a janela **Error list**, e você poderá clicar em **Show Error** para o LabVIEW te levar para a fonte do erro.



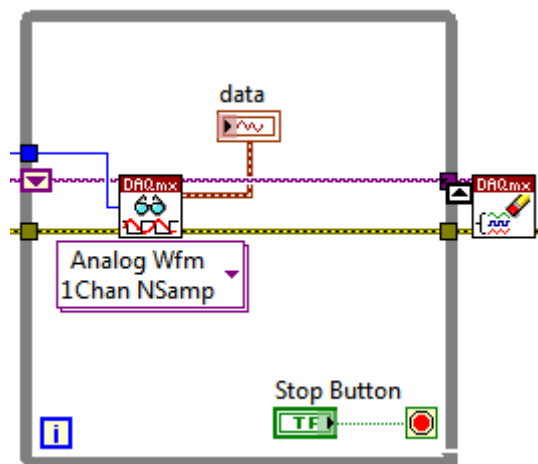
15. Agora você precisa conectar o controle booleano (verdadeiro/falso) ao terminal **Conditional** (  ) do loop (que se assemelha a um sinal de interrupção). Clique com o botão direito

e selecione **Create » Control** para criar um controle interativo - um botão Stop no painel frontal.



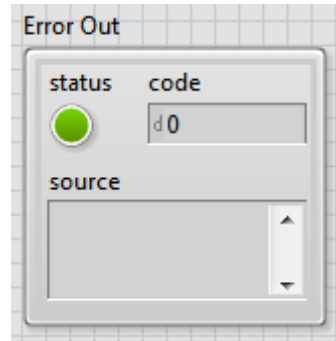
16. Para garantir que o VI DAQmx Read receba os valores dos fios Task and Error que são passados de uma iteração para outra, você precisará usar os shift registers para passar dados.

- a. Clique com o botão direito no túnel do fio DAQmx Task lilás e selecione **Replace with Shift Register**. Isso modificará o túnel de entrada para um shift register e depois permitirá que você selecione o terminal de entrada adequado. Clique com o botão esquerdo no túnel de entrada para o fio DAQmx Task.

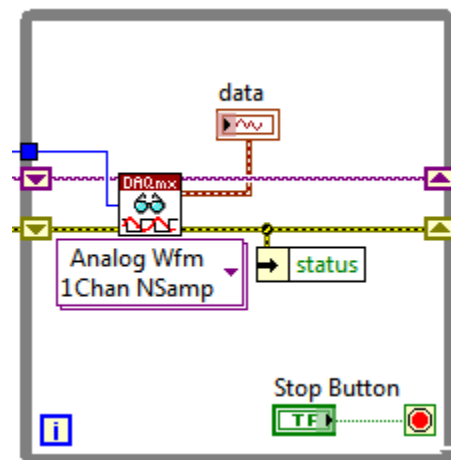


- b. Repita os túneis para o fio de erro.

17. Para garantir que o VI feche o loop caso ocorra um erro dentro do loop, é preciso desagrupar o cluster de erro que contém um booleano com status de erro, um numérico com código de erro e uma string com fonte de erro.

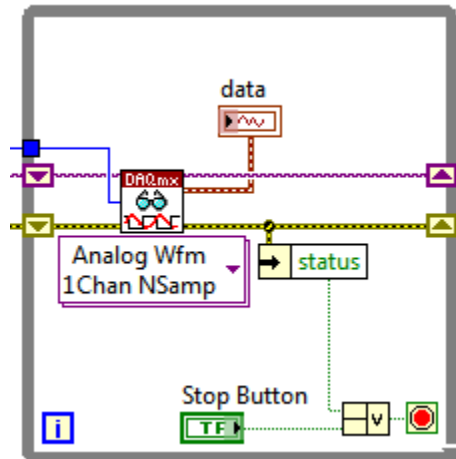


- a. Selecione o loop While no diagrama de blocos e expanda-o verticalmente para baixo e depois mova o terminal condicional e botão Stop para a parte inferior novamente para deixar espaço para mais funções dentro do loop.
- b. Na paleta Functions, navegue até **Programming » Cluster, Class, & Variant » Unbundle by Name** e coloque essa função no espaço vazio que você acabou de criar.
- c. Conecte o fio de erro da saída do VI DAQmx Read à entrada da função Unbundle by Name. Isso irá preencher automaticamente todos os elementos do cluster de erro, e você pode clicar com o botão esquerdo para selecionar o elemento que você quer desagrupar. Selecione **Status**.

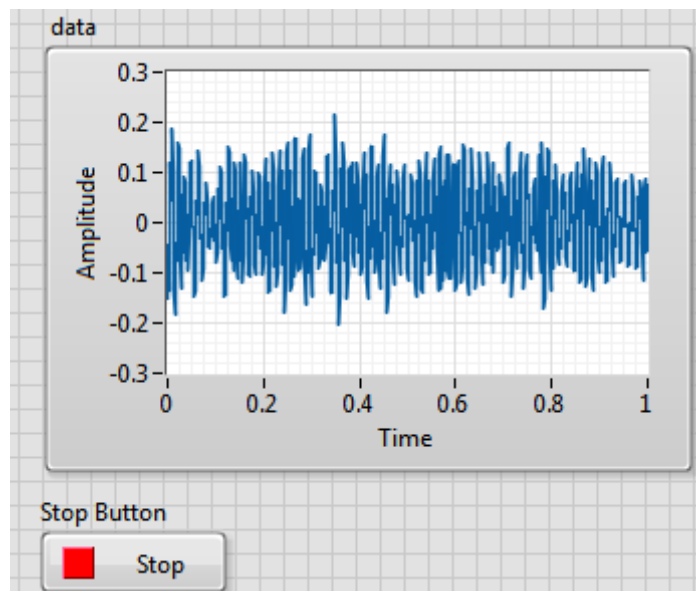


- d. Agora, coloque a função Compound Arithmetic com a função booleana da porta OR com várias entradas. Ela está localizada na paleta Functions sob **Programming » Boolean**. Esse procedimento irá criar uma função OR com múltiplas entradas que apresentarão um booleano Verdadeiro se uma das entradas for Verdadeiro, o que irá parar a execução do loop While.  
**Observação:** você pode usar uma função básica de um operador booleano OR para esse exemplo, mas a função Compound Arithmetic é usada para garantir que você desenvolverá a aplicação em exercícios posteriores.
- e. Conecte a saída da função Compound OR ao terminal condicional do loop While.





18. Salve seu VI pressionando <Ctrl+S>.
19. Navegue até o painel frontal e pressione o botão de execução ou simplesmente pressione <Ctrl+R> para executar o VI. Verifique se a fonte de áudio está tocando uma música - por exemplo, no seu celular ou da tomada de saída de áudio do laptop que você está trabalhando.
  - a. Você deve ver um sinal sonoro no indicador Waveform Graph semelhante ao da imagem abaixo.

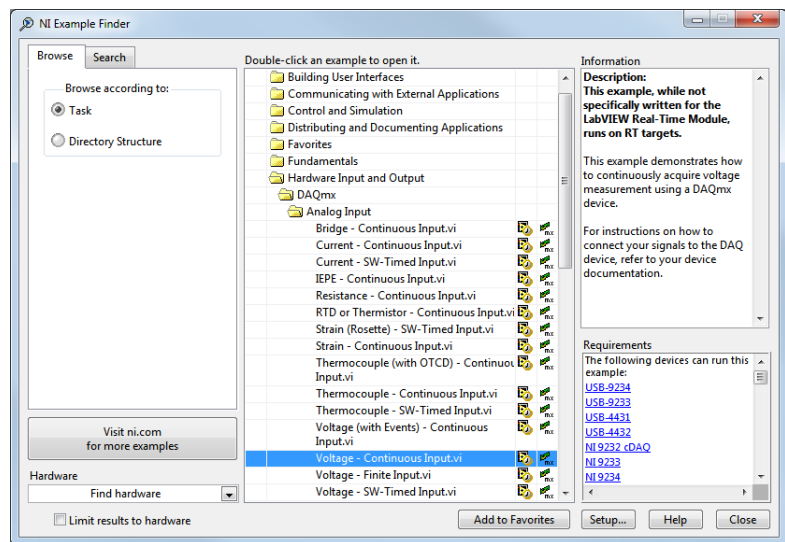


## Parte B

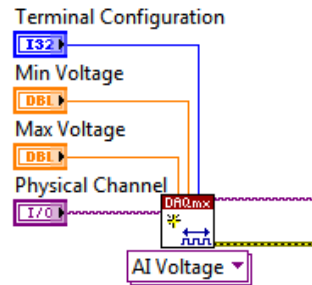
Essa seção explicará como registrar dados usando o formato TDMS. Esse formato permite fácil organização de dados, alta taxa de transmissão para o disco e outras ótimas qualidades para o armazenamento de dados de engenharia. A NI oferece um programa dedicado a operar e manipular dados no formato TDMS, o DIAdem. Se você tem mais de 30k de amostragens no seu registro, você está se aproximando das limitações do Microsoft Excel

e o DIAdem é a ferramenta certa para você.

1. Para registrar os dados adquiridos no exemplo anterior, somente uma (1) função precisa ser adicionada à cadeia do código NI DAQmx. A equipe de pesquisa e desenvolvimento do DAQmx da National Instrumenta já criou um exemplo que tem essa função adicionada.
  - a. Dentro do ambiente do LabVIEW, navegue até **Help » Find Examples....** Quando o Example Finder estiver carregado, navegue até **Hardware Input and Output » DAQmx » Analog Input » Voltage – Continuous Input.vi**. Clique duas vezes para abrir esse exemplo.

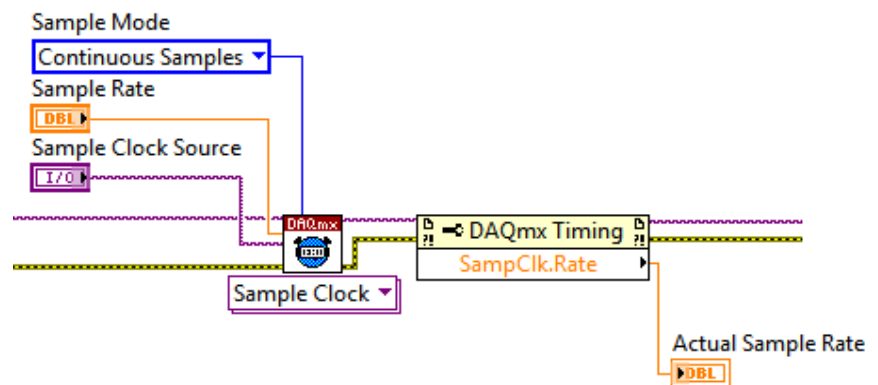


- b. Explore o painel frontal. Isso foi feito usando os indicadores e controles e estilos do painel frontal do LabVIEW.
2. Pressione **<Ctrl+E>** para abrir o diagrama de blocos. Observe o código. Se a solução do exercício 1a ainda estiver aberta, compare seu código do diagrama de blocos com esse código. Existem algumas diferenças neste diagrama de blocos em comparação com seu diagrama de blocos.
  - a. No VI Create Channel, todas as entradas estão configuradas para serem controles em vez de indicadores. Isso permite que o operador modifique facilmente as coisas diretamente do painel frontal, em vez de ter que ir para o diagrama de blocos. Além disso, os terminais de entrada Max e Min Voltage têm controles. Isso permite que você especifique a faixa do sinal de entrada. Existem limites para essa faixa, e você pode consultar o documento de especificações para verificar esses limites.



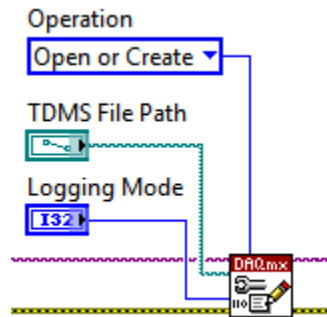
Channel Settings

- b. No VI Timing, são usados controles em vez de constantes. Há também uma função avançada chamada *Property Node*. Abra a janela do Context Help, <Ctrl+H>, e passe o cursor do mouse sobre o Property Node para obter mais informações. Esse Property Node é usado para ler a 'faixa 'real' do clock de amostragem. Alguns temporizadores só podem fazer amostragem em determinadas faixas; se você não especificar uma dessas faixas, serão consideradas essas faixas.

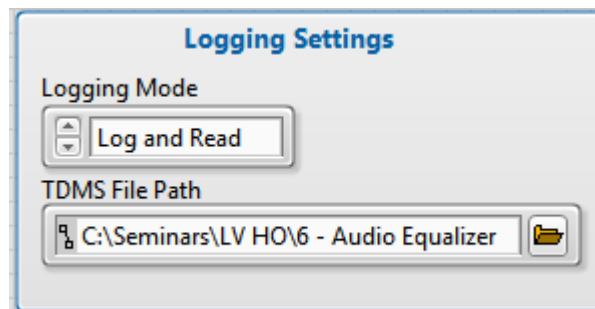


Timing Settings

- c. Veja abaixo um VI totalmente novo, o DAQmx Configure Logging (TDMS).vi. Ele permite que você transmita (registre) automaticamente os dados adquiridos em seu dispositivo de aquisição de dados diretamente em um disco usando o formato de arquivo Technical Data Management (TDM). Se você estiver usando um sensor como um acelerômetro ou termopar que tem uma escala customizada, ele irá registrar nas unidades de engenharia escaladas.



- d. Explore as demais funções do VI, tais como funções Read and Boolean OR, para observar um pouco mais de alterações.
3. Para explorar as funções do data logging, volte ao painel frontal. Localize a seção Logging Settings no painel frontal.
    - a. Passe com o mouse na seção da pasta à direita do TDMS File Path e clique com o botão esquerdo para navegar para a localização adequada do arquivo. Isso permite que você navegue para o local do arquivo, mas você também deve inserir o nome do arquivo a ser criado antes de selecionar **OK** na janela Open Dialog. Insira 'Exercise 1b Data' como o nome do arquivo, coloque o arquivo dentro da pasta do projeto e depois continue.



- b. Altere os controles no painel frontal para que eles fiquem iguais ao da imagem abaixo.

**Channel Settings**

Physical Channel

Max Voltage  Min Voltage

Terminal Configuration

**Timing Settings**

Sample Clock Source

Sample Rate  Actual Sample Rate

Samples per Loop

**Logging Settings**

Logging Mode

TDMS File Path

- c. Execute o VI por alguns segundos e depois clique no botão **Stop** no painel frontal para concluir a aquisição. Como não foram localizados erros, agora os dados devem ser registrados no arquivo.
4. Se você tem o Excel instalado, você deve poder localizar e clicar duas vezes no arquivo para abri-lo diretamente no Excel. Se não conseguir, você pode tentar primeiro abrir o Excel e depois abrir o arquivo do ambiente do Excel.
  - a. Após abrir o arquivo no Excel, a guia raiz será a guia padrão de abertura. Essa guia contém altos níveis de informações sobre o arquivo, mas na verdade não tem os pontos de dados.
  - b. Para ver os dados, navegue até 'the \_unnamedTask<1> tab'. Essa guia tem todos os pontos de dados que foram adquiridos, e a linha da parte superior tem o nome do canal físico.

	A	B	C
1	<b>Voltage_in/ai1</b>		
2	0.030820487		
3	0.030820487		
4	0.030820487		
5	0.031136481		
6	0.031452475		
7	0.030820487		
8	0.030820487		
9	0.030820487		
10	0.030820487		
11	0.030820487		
12	0.031136481		

- c. Você pode escolher representar graficamente e manipular os dados da maneira que você quiser.
5. Feche o VI DAQmx Example, mas deixe seu VI do exercício aberto para o próximo passo.

*<O exercício continua na próxima página>*

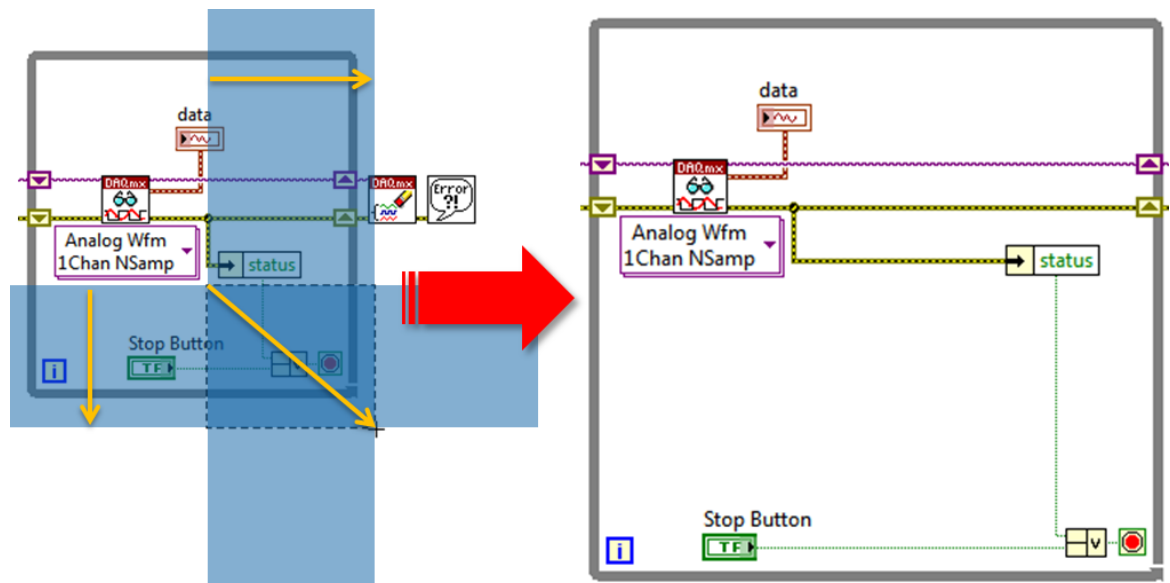
## Exercício 2: Filtragem e FFT

### Objetivo:

- Adicionar uma transformada rápida de Fourier (FFT) ao sinal de áudio para visualizar o sinal no espectro de frequência.
- Adicionar um filtro passa baixa para remover as altas frequências do sinal de áudio.
- Adicionar um filtro passa alta e passa banda para dividir o sinal em baixo, médio e agudo, atenuar os sinais e misturá-los novamente.
- Criar um subVI de forma que ele contenha todas as funções de processamento de sinais.

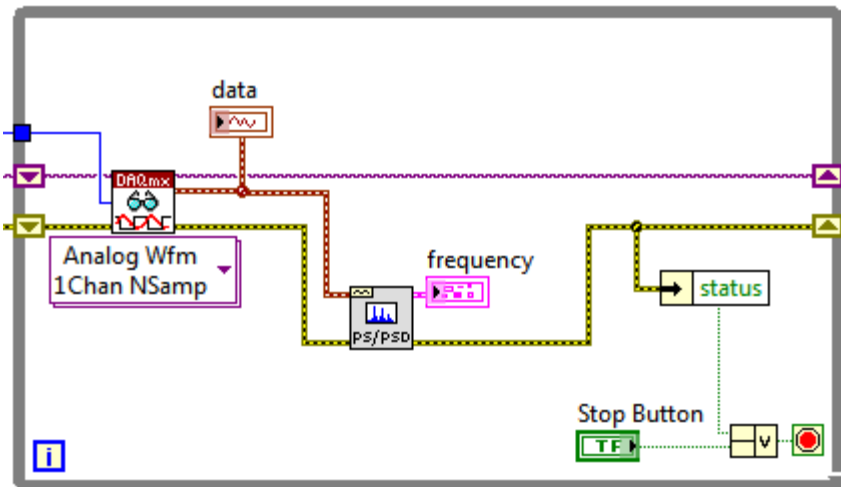
### Parte A

1. Antes de colocar as funções de processamento de sinais, crie um espaço vazio dentro do loop While para essas funções.
  - a. Enquanto segura o <Ctrl>, **clique com o botão esquerdo e arraste** para colocar um espaço em branco no diagrama de blocos dentro loop While.
  - b. Faça o mesmo processo algumas vezes para se acostumar a como ele funciona. Se você não gostar do resultado, pressione <Ctrl+Z> para desfazer a última ação.
  - c. Veja um exemplo de como essa função funciona.

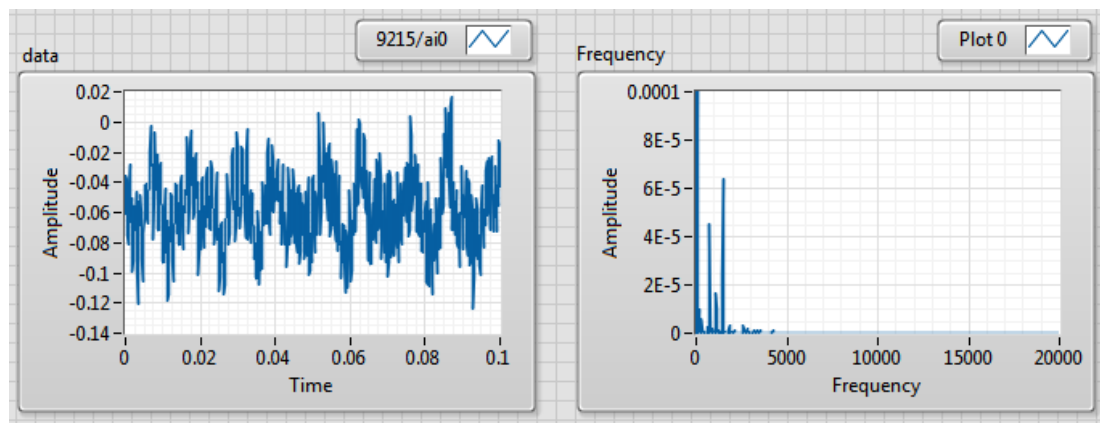


2. Abra a paleta Functions, navegue para **Signal Processing » Waveform Measurements » Power Spectrum and PSD** e coloque esse VI à direita e embaixo do VI DAQmx Read.
  - a. Conecte a saída **data** do VI DAQmx Read à entrada **Time signal** do VI Power Spectrum.
  - b. Essa função irá calcular uma transformada rápida de Fourier (FFT), e apresentar um Power Spectrum, que exibe a potência de cada sinal para cada banda de frequência.

- c. Crie um Waveform Graph no painel frontal e conecte a saída **Power Spectrum / PSD** à entrada desse gráfico.
- d. Conecte o Error Out do VI DAQmx Read ao Error In do 'IIR Filter' e depois conecte o Error Output ao shift register e à função Unbundle by Name



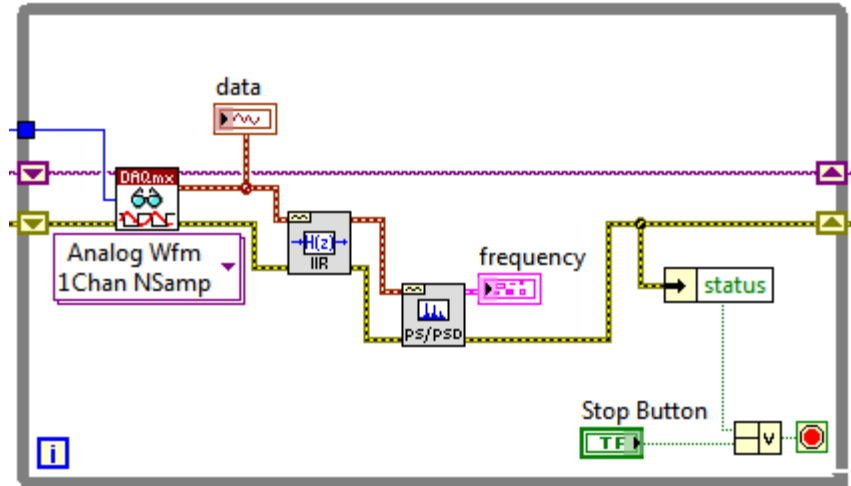
3. Salve o VI.
4. Execute o VI para observar o espectro de frequência do sinal de áudio.



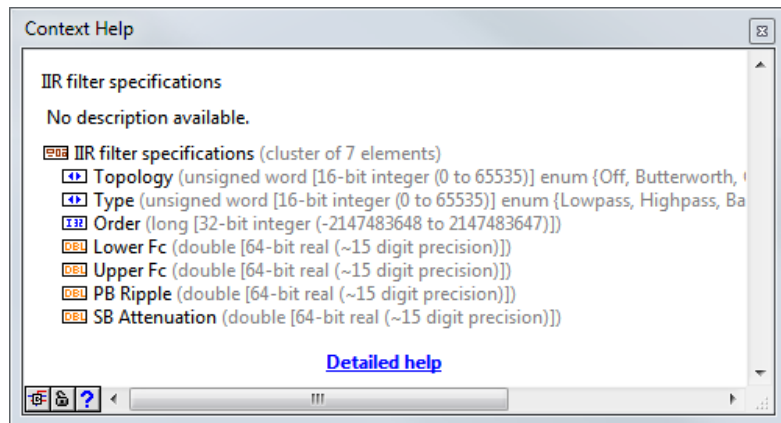
## Parte B

1. Abra a paleta Functions, navegue para **Signal Processing » Waveform Conditioning » Digital IIR Filter** e coloque o VI entre o VI DAQmx Read e VI Power Spectrum para que o sinal seja filtrado antes de ser transformado no espectro de frequência. Faça a conexão de acordo com os fios de sinal e erro. Expanda o loop While se você precisar de mais espaço.

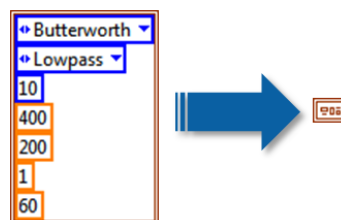




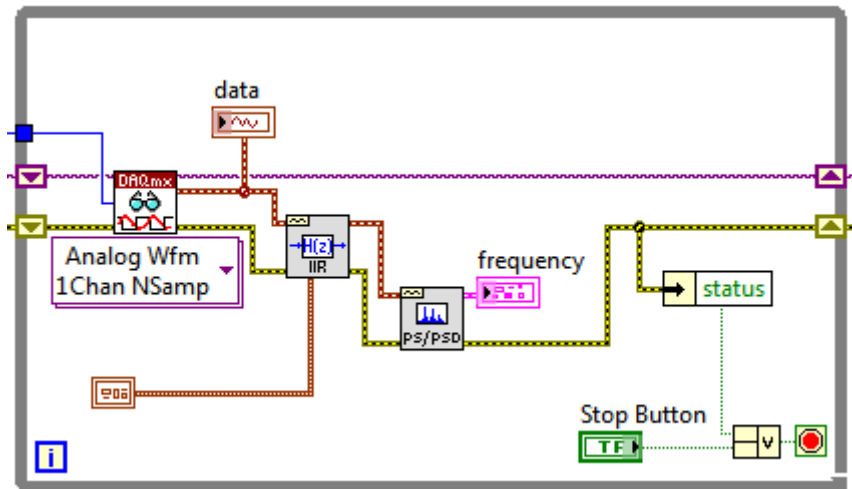
- a. Crie uma constante para a entrada **IIR Filter Specifications** para o filtro. Esse é um cluster de dados que contém muitos itens. Passe o mouse sobre cada um deles com a janela Context Help aberta para saber o que cada um deles representa.



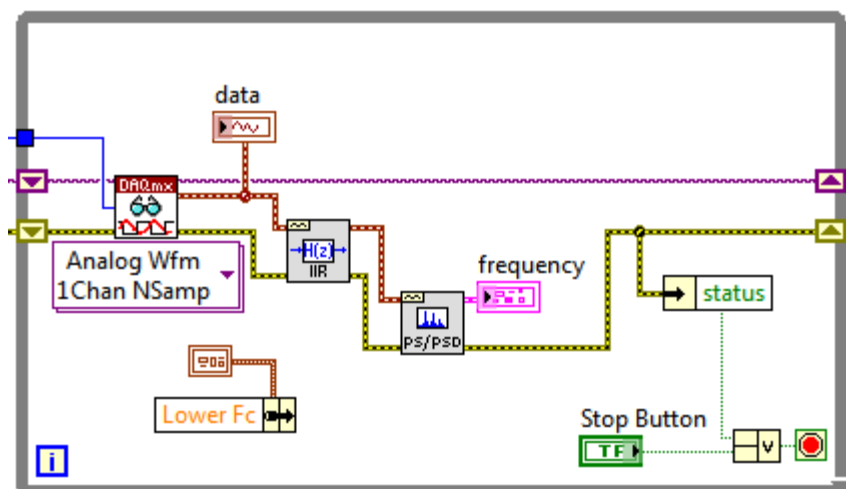
- b. Crie as seguintes entradas para as constantes:
  - i. Topology = Butterworth
  - ii. Type = Lowpass
  - iii. Order = 10
  - iv. Lower Fc = 600
- c. Clique com o botão direito na borda do cluster e selecione **View Cluster as Icon** para minimizar seu espaço no diagrama de blocos.



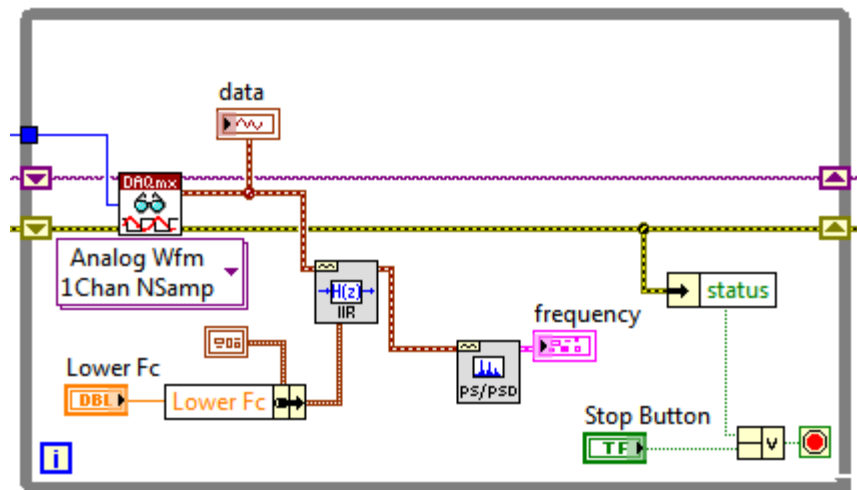
- d. Mova a constante do cluster para a esquerda e embaixo do filtro. Seu diagrama de blocos deve se assemelhar a esse:



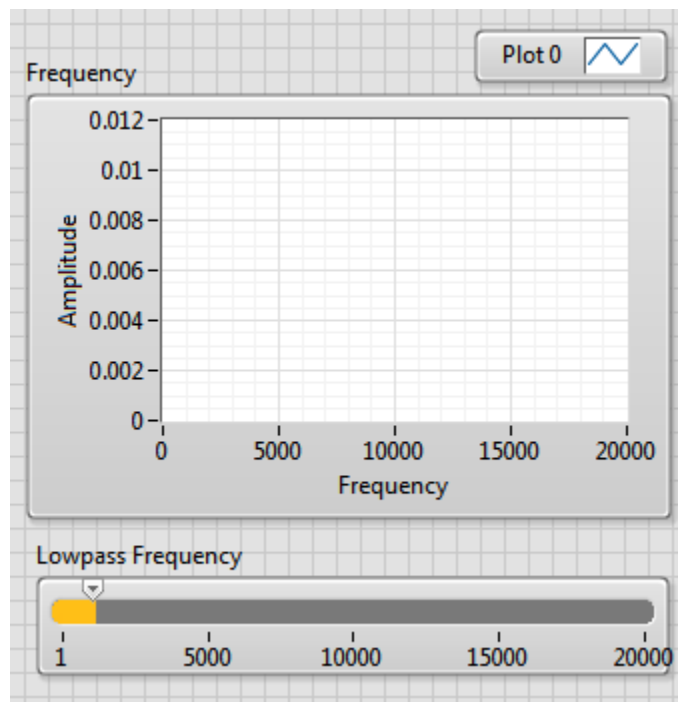
2. Para visualizar o efeito do filtro e para descobrir a frequência de corte ideal para o filtro, seria melhor poder controlar a frequência de corte enquanto o programa está em execução. Isso é possível com o LabVIEW!
  - a. Você precisará modificar o componente **Lower Fc** da **IIR Filter Specifications**. Coloque uma função *Bundle by Name* embaixo e à esquerda da função IIR filter.
  - b. Conecte a saída do cluster à entrada **input cluster** na parte superior da função *Bundle by Name*.



- c. Conecte a saída da função *Bundle by Name* à entrada **IIR Filter Specifications** da função **IIR Filter**.
- d. Crie um controle para a entrada **Lower Fc** da função *Bundle by Name*.

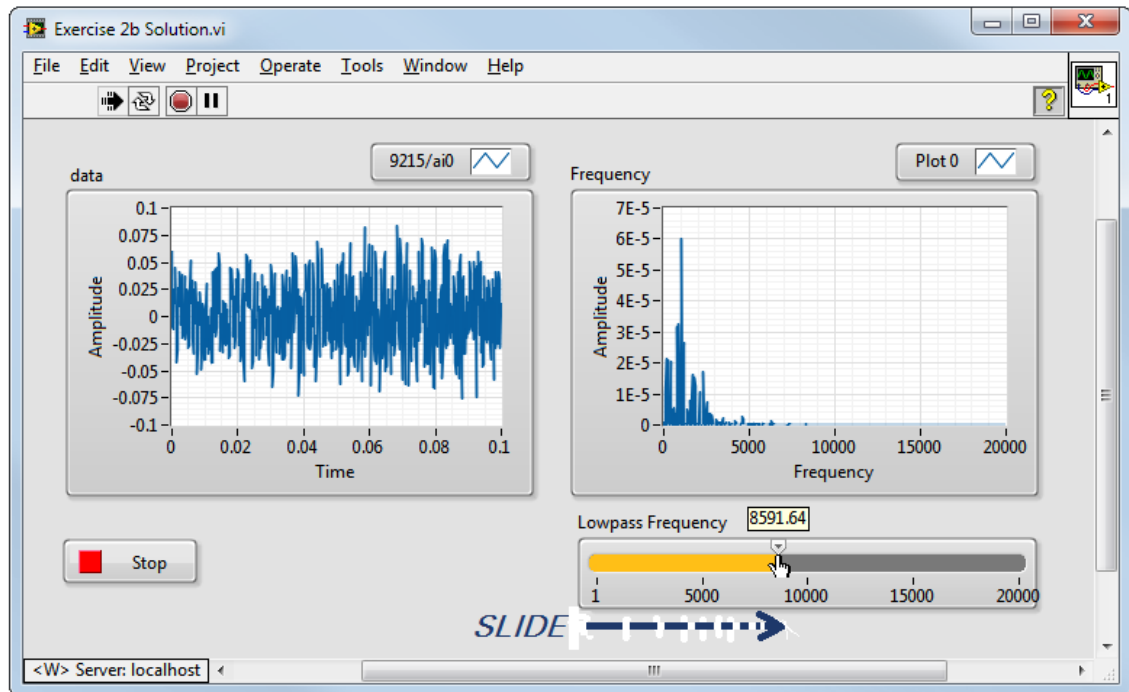


- e. Navegue até o painel frontal para localizar o controle numérico e substituí-lo por um **Silver » Horizontal Numeric Pointer Slide**. Clique duas vezes no valor mínimo e altere-o para **1** e depois clique duas vezes no valor máximo e altere-o para **20k**.
- f. A frequência mínima sempre deve ser maior do que zero, e a frequência máxima sempre deve ser menor ou igual ao Nyquist Frequency, que corresponde a  $\frac{1}{2}$  da frequência de amostragem, 40kHz neste exemplo.



3. Salve o VI.

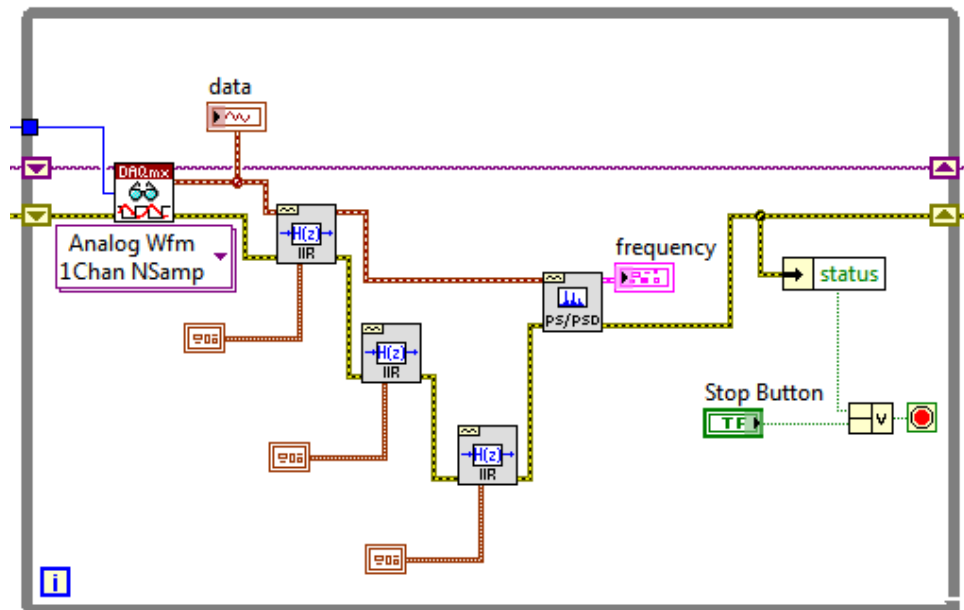
4. Execute o VI e modifique a frequência de corte enquanto o VI estiver em execução. Você consegue ver o efeito na frequência?



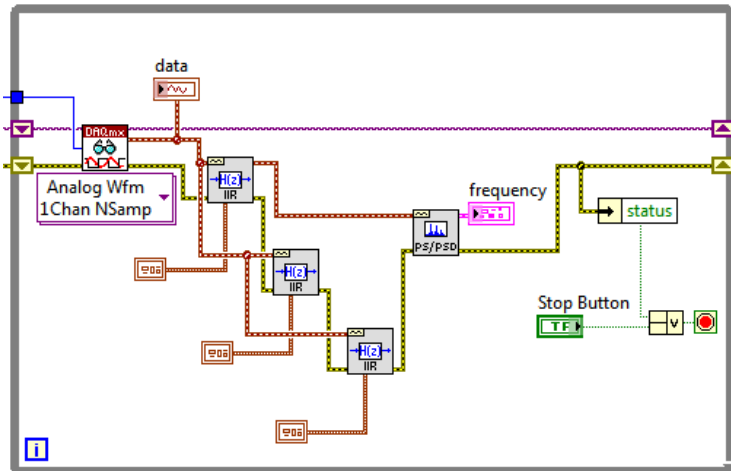
## Parte C

1. Agora que você conhece o efeito do filtro, você não precisa mais ter o controle no painel frontal.
  - a. Exclua o controle *Lowpass Frequency* e remova a função *Bundle by Name* do diagrama de blocos.
  - b. Altere o valor do Lower Fc para **600** dentro do cluster.
  - c. Conecte a saída do cluster novamente à entrada **IIR Filter Specifications** da função IIR filter.
2. Adicione mais dois filtros 'Digital IIR', um filtro passa banda para as frequências médias e um filtro passa alta para as frequências agudas. Você precisará adicionar mais espaço no loop While para colocar mais dois filtros.
  - a. Selecione toda a configuração do filtro clicando e arrastando para selecionar e, em seguida, segure <Ctrl>**clique-arraste-e-solte** para copiar as funções para os filtros adicionais para economizar tempo. Você também pode selecionar vários itens de uma vez segurando <Shift> enquanto os seleciona.
  - b. Conecte o terminal Error Out do filtro passa baixa ao terminal Error In do filtro passa banda. Conecte o terminal Error Out do filtro passa banda ao

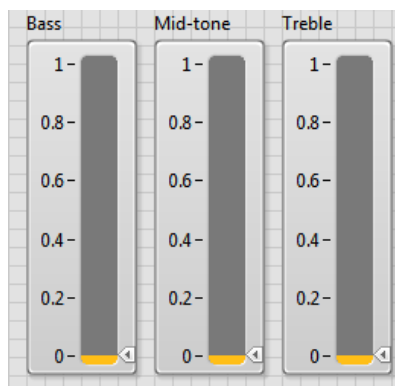
terminal Error In do filtro passa alta. Conecte o terminal Error Out do filtro passa alta ao terminal Error In da função Power Spectrum. Você precisará ajustar o espaço do diagrama de blocos novamente.



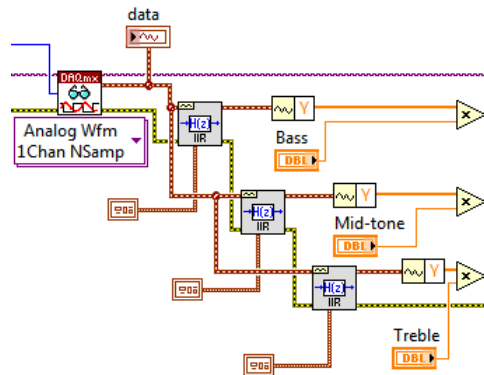
- c. O valor do Lower Fc do filtro passa banda deve sempre ser maior do que zero e menor do que o valor do Upper Fc do filtro passa banda. Abra o cluster clicando duas vezes nele e configure o Lower Fc para **800** e o Upper Fc para **3000**. Altere o tipo para **Bandpass**.
- d. Ao contrário do que seria intuitivo, o filtro passa alta usa o Lower Fc para a frequência limite, e não o terminal Upper Fc. Configure-o para **5000**. Altere o tipo para **Highpass**.
- e. Agora os filtros são apresentados em série de cascata para os fios de erro, o que é aceitável. No entanto, não queremos executar o filtro em série; o filtro deve ser executado em paralelo para permitir que cada filtro exiba o sinal de som original. Faça uma derivação da saída Data do VI DAQmx Read e conecte-a ao sinal no terminal de cada filtro.



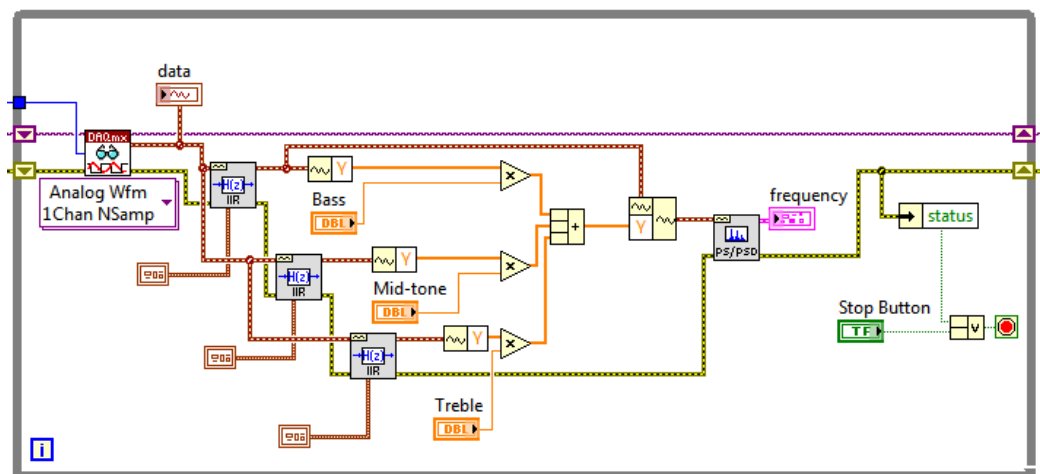
3. Com a configuração acima, apenas o sinal filtrado do passa baixa será exibido. No entanto, o objetivo do equalizador de áudio é misturar os sinais novamente após filtrar e atenuá-los.
  - a. Para atenuar os sinais, a operação precisa acontecer no array de dados numéricos dentro da forma de onda em vez de em toda forma de onda. Use a função **Get Waveform Components** para cada um dos três clusters em forma de onda para desagrupar o array de dados Y.
  - b. Essa função está localizada em **Programming » Waveform** da paleta Functions. Coloque três dessas funções e conecte a saída do Waveform de cada filtro à função.
  - c. Coloque a função Multiply em cada array da paleta Functions em **Programming » Numeric** e conecte cada um dos três arrays à entrada superior da função.
  - d. No painel frontal, crie três controles Silver Numeric Vertical Pointer, para sinais baixo, médio e agudo, respectivamente.
  - e. Configure a faixa de entrada de **0** a **1.0** para cada um deles.



- f. Coloque cada controle dentro do loop While e conecte-os às respectivas funções Multiply.



4. Para colocar os arrays juntos novamente, use a função Compound Arithmetic da mesma forma que você fez colocando as funções booleanas juntas no terminal condicional.
  - a. Você pode copiar e colar a função Compound OR e alterar o modo ou colocá-la a partir da paleta Functions **Programming » Numeric**.
  - b. Expanda as três entradas e conecte os arrays nelas apropriadamente.
  - c. Para criar novamente os arrays em uma forma de onda use a função *Build Waveform* e faça uma derivação da forma de onda anterior para usá-la como referência para a entrada **input cluster** na parte superior da função.
  - d. Conecte a saída do Compound Arithmetic ao terminal **Y** da função Build Waveform.
  - e. Conecte a forma de onda resultante ao **VI Power Spectrum**. O código do diagrama de blocos dentro do loop While deve se assemelhar a esse:

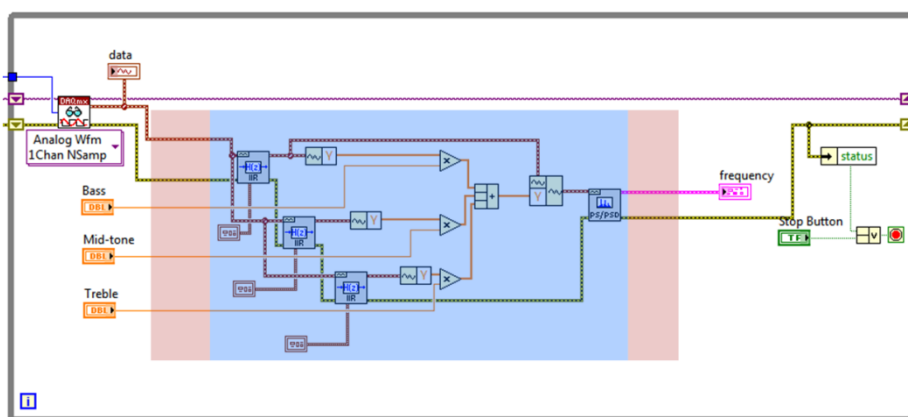


5. Salve o VI.

6. Execute o VI e configure o nível de atenuação dos sinais no painel frontal para visualizar o efeito dos filtros.

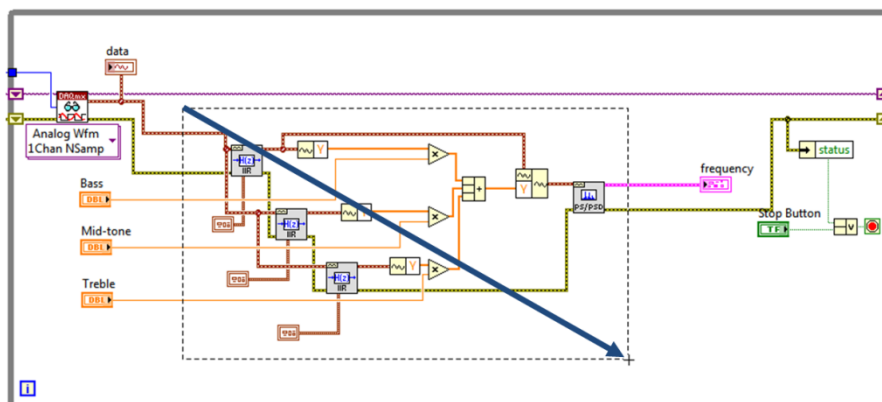
## Parte D

1. Agora o diagrama de blocos está ficando um pouco desorganizado e seria uma boa prática se você tentasse limpá-lo. No LabVIEW, é possível fazer um subVI que é uma função que você cria e usa dentro de um VI maior. Neste exemplo, faremos um subVI para todo o processamento de sinais.
2. Para preparar o diagrama de blocos para criar um subVI, você precisa alinhar os controles (entradas) à esquerda e os indicadores (saídas) à direita. Tudo que você quiser ocultar dentro do subVI deve estar alocado no centro. Veja um exemplo:



A seção azul ficará dentro do subVI e os fios que estão envoltos na seção vermelha serão as entradas e saídas da função do subVI.

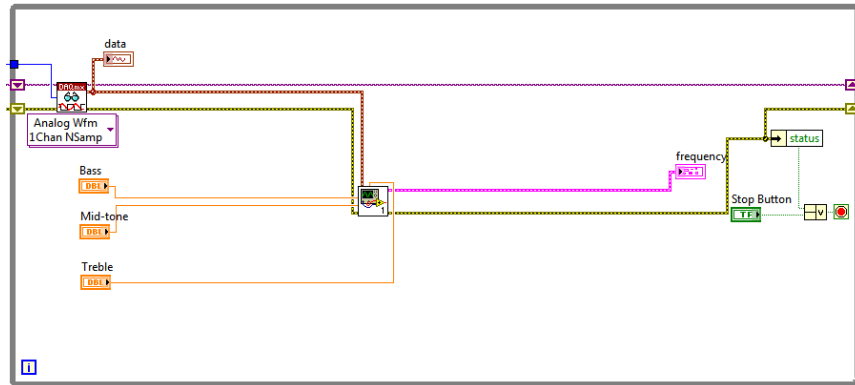
3. Para criar o subVI, clique com o botão esquerdo e arraste uma seleção sobre toda a seção azul.



- a. Após ter selecionado os itens, navegue até **Edit » Create subVI**.
- b. Isso colocará todos os itens dessa seção dentro de um novo subVI e



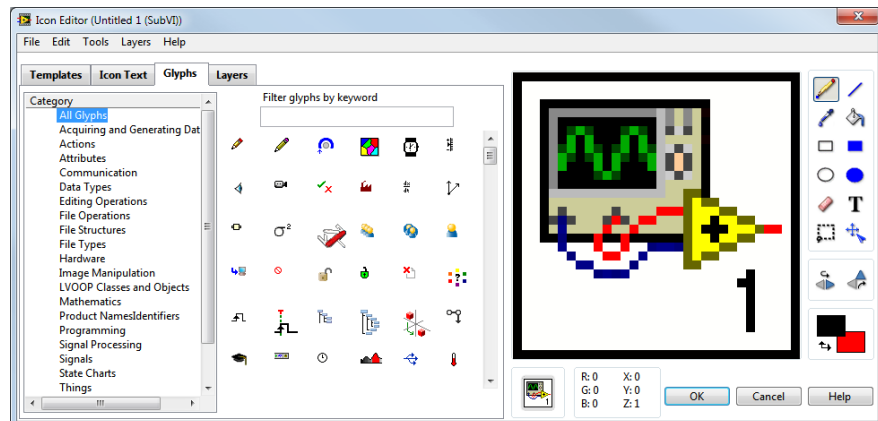
automaticamente criará controles e indicadores.



4. Você pode prosseguir editando o ícone para o subVI e alterando a conexão se for necessário. Clique duas vezes no subVI para começar esse processo. Isso irá exibir o painel frontal do subVI.
  - a. No canto superior direito do painel frontal do subVI, você encontrará o editor de terminais e o ícone do subVI.



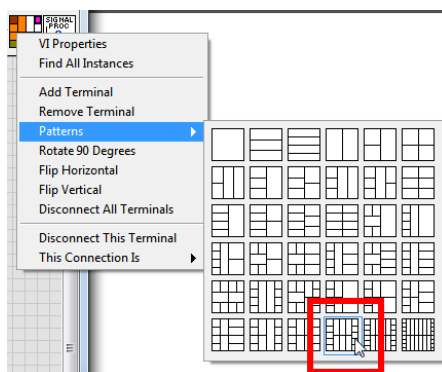
- b. Clique duas vezes no ícone padrão para abrir o editor de ícones.
  - c. Navegue no ambiente e edite os ícones conforme desejar. É melhor adicionar um texto e escolher o ícone para indicar a funcionalidade desse subVI. Você pode arrastar e soltar glifos da biblioteca e também pode copiar e colar imagens da internet.



- d. Veja um exemplo de um ícone que você poderia usar, mas fique à vontade para criar seu próprio ícone. Selecione **OK** quando você terminar.



- e. Agora vamos alterar a conexão e o terminal padrão. É melhor manter as entradas à esquerda e as saídas à direita. As partes inferior e superior geralmente são usadas para entradas opcionais e especificações. Isso significa que precisamos ter cinco entradas à esquerda e mover o terminal de controle Treble para o lado esquerdo.
- f. Clique com o botão direito no editor de terminais, selecione **Patterns »** e, em seguida, selecione o padrão com 3 terminais inferiores, 3 superiores, 5 saídas e 5 entradas.

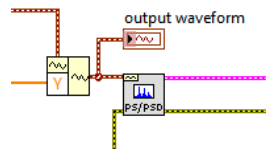


- g. Agora você precisa alterar os terminais que estão mapeados para os controles. Clique com o botão direito na entrada inferior na cor laranja que corresponde ao controle Mid-tone e selecione **Disconnect This Terminal**.
- h. Agora você precisará conectar novamente o controle Mid-tone ao terminal de entrada central. Clique com o botão esquerdo no terminal de entrada do meio. Observe que ele altera o ponteiro do mouse para a ferramenta de conexão.

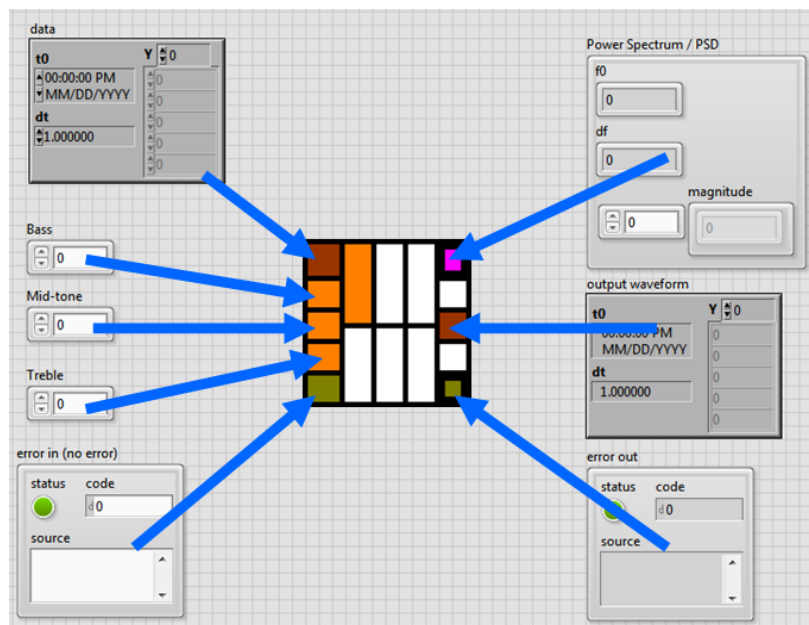


- i. Agora você precisa clicar com o botão esquerdo no controle que você quer que seja mapeado para esse terminal, Mid-tone.

- j. Você pode clicar com o botão esquerdo em qualquer terminal que já esteja atribuído a um controle e que irá destacar o controle associado.
- k. Repita esse processo para mapear o controle Treble para o terminal de entrada logo acima da entrada Error in e embaixo da entrada Midle-tone.
- l. Retorne para o diagrama de blocos e clique com o botão direito no fio da forma de onda que é a entrada da função Power Spectrum e cria um indicador. Mapeie esse indicador para o terminal de saída central.



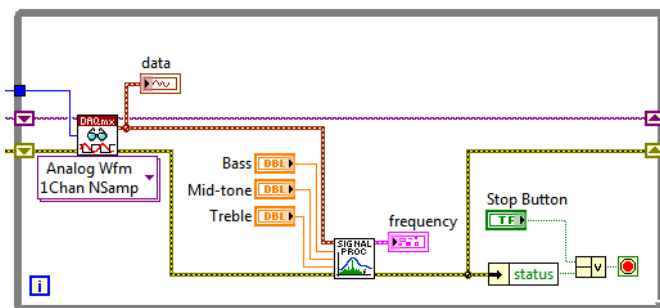
- m. Veja como todos os controles e indicadores devem estar mapeados.



- n. Salve o VI como **SubVI Signal Processing** dentro da pasta no seu desktop.
  - o. Feche o subVI.
5. Abra o diagrama de blocos do seu código principal e observe que o subVI está desativado. Isso ocorre porque você precisa conectar o subVI novamente após alterar os terminais de entrada.



- a. Clique com o botão direito no subVI e selecione **Relink to subVI**.
- b. Verifique se todas as conexões estão corretas agora. Limpe o diagrama de blocos e condense o tamanho do loop While. Veja como ficou o diagrama de blocos após ser limpo.



6. Salve o VI. Execute o VI para verificar se as funções ainda estão corretas.

*<O exercício continua na próxima página>*

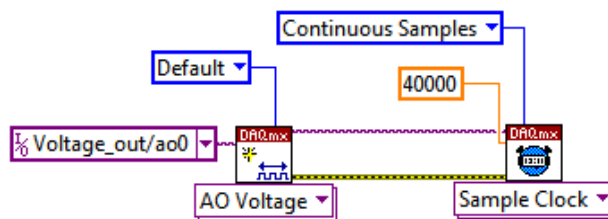
## Exercício 3: Sinal processado na saída

### Objetivo:

- Criar uma tarefa de entrada analógica para emitir um tom simples.
- Modificar o código para gerar e apresentar uma forma de onda continuamente.
- Adicionar esse código ao código da entrada analógica e apresentar o sinal de áudio filtrado.
- Modificar o código para permitir duas entradas analógicas e duas saídas analógicas, uma vez que se trata de um sinal stereo com sinais de áudio à esquerda e à direita.

### Parte A

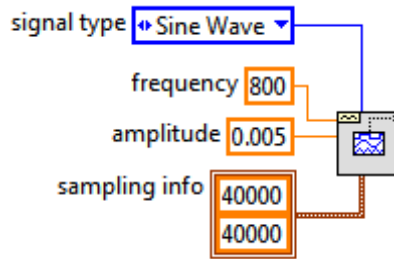
1. Crie um novo VI.
2. No diagrama de blocos do seu VI, crie uma saída de tensão analógica para o Global Virtual Channel do NI-DAQmx colocando um VI DAQmx Create Virtual Channel e depois selecionando o tipo para **Analog Output » Voltage**.
  - a. Configure a entrada para **Voltage\_out/ao0**
  - b. Defina a configuração do terminal de entrada como **default**.
3. Crie um VI DAQmx Timing.
  - a. Defina a faixa para **40k**.
  - b. Configure o modo de amostragem para **Continuous**.



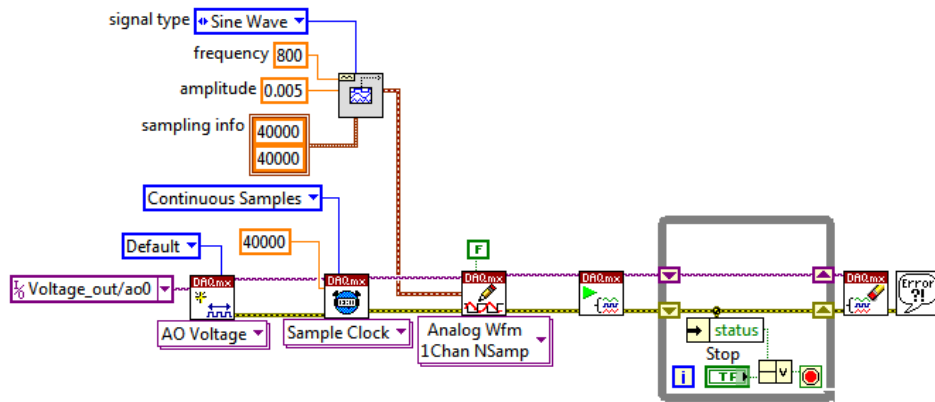
4. Por padrão, as tarefas da entrada de tensão analógica são configuradas para terem uma forma de onda pré-carregada no buffer de saída antes de iniciarem e, depois, regenerarem a forma de onda continuamente até que o VI DAQmx Task esteja limpo. Então, você precisa criar uma forma de onda.
  - a. Navegue até a paleta Functions e depois até **Programming » Waveform » Analog Waveform » Waveform Generation » Basic Function Generator** e coloque a função acima do VI Sample Clock Timing.
  - b. Navegue pelas entradas usando a janela Context Help, <Ctrl+H>.
  - c. Coloque uma constante para **frequência, amplitude, tipo de sinal** e **informações de amostragem**.
  - d. Insira **800** para frequência, **0.005** para amplitude e **Sine Wave** para o tipo de sinal. Nas informações de amostragem, insira **40k** para taxa de amostragem (Fs) e **40k** para quantidade de amostras (#s). Você pode passar o cursor do mouse sobre os itens em um cluster para visualizar seu rótulo na janela

Context Help, mas, neste caso, isso não é importante, uma vez que eles têm o mesmo valor.

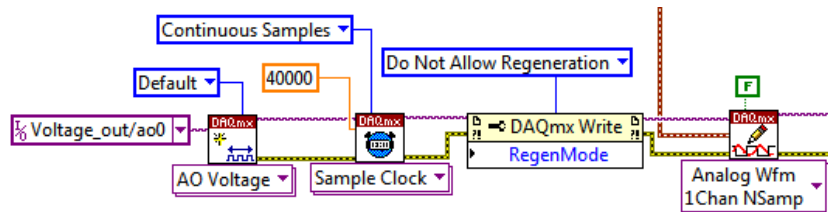
- e. Agora essa função irá gerar um tom de 800 Hz por segundo que é amostrado a 40kHz.



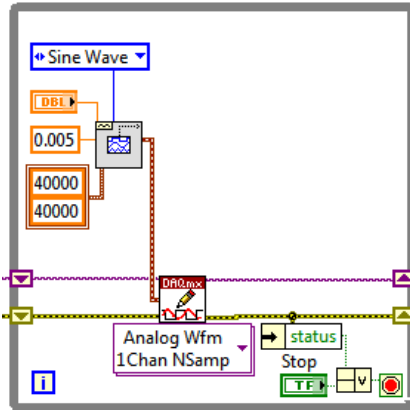
5. Crie um VI DAQmx Write e coloque-o à direita do VI Sample Clock.
  - a. Conecte adequadamente os fios de erro e tarefa do VI Sample Clock.
  - b. Na parte superior do VI há um terminal, **Auto-start**, que iniciará a tarefa automaticamente após o buffer ser carregado. Crie uma constante para essa entrada e selecione **F** para impedir que ela seja iniciada automaticamente.
  - c. Conecte o **signal out** do VI Basic Function Generator à entrada **data** do VI DAQmx Write.
6. Coloque um VI DAQmx Start Task depois do VI DAQmx Write.
7. Crie um loop While pequeno à direita do VI Start Task e passe os fios de erro e tarefa através dele para fazer túneis.
  - a. Crie um controle Stop Button e desagrupe o fio de erro para parar o loop se algum erro for detectado.
  - b. Substitua os túneis por shift registers.
8. Limpe a tarefa e coloque um tratador de erro simples que está localizado sob **Programming » Dialog & User Interface**.
9. Esse VI irá apresentar um tom de 800Hz continuamente até que o botão Stop seja pressionado. Execute o VI para testá-lo.



- Parte B**
1. Para atualizar o Output Waveform enquanto estiver em execução, você precisará alterar o comportamento padrão de permissão de regeneração.
    - a. Clique com o botão direito no VI DAQmx Write, navegue para o diretório **DAQmx – Data Acquisition Palette » DAQmx Write Property Node** e coloque esse Property Node entre os VIs Sample Clock e DAQmx Write.
    - b. Conecte os fios de erro e tarefa apropriadamente.
    - c. Para o Property Node, selecione **Regeneration Mode** para a propriedade de interesse e crie uma constante. Selecione **Do Not Allow Regeneration**.



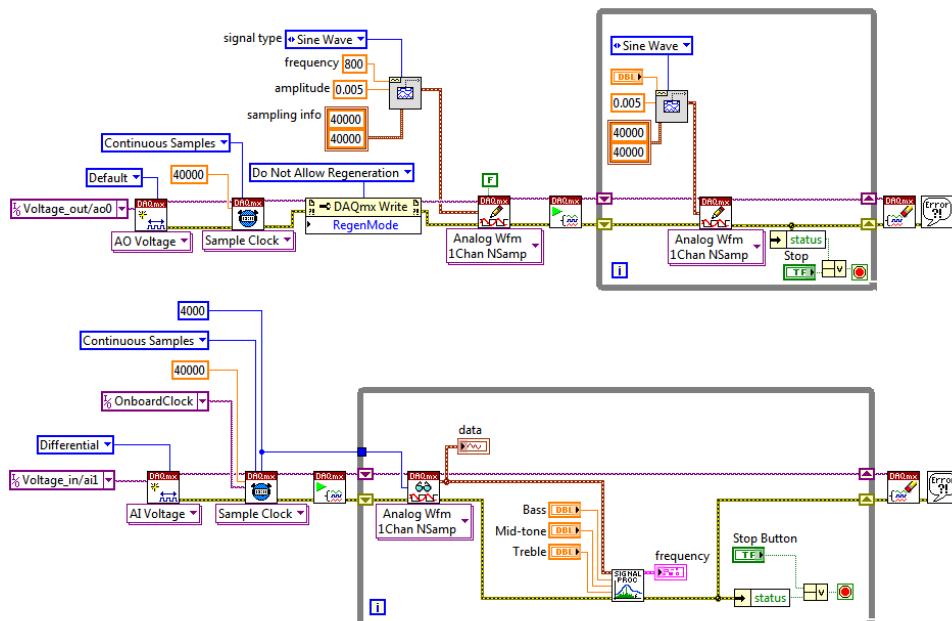
2. Aumente o tamanho do loop While para permitir uma cópia do VI Basic Function Generator e de todas as constantes.
  - a. Copie e cole o VI Basic Function Generator dentro do loop While.
  - b. Altere a constante Frequency para um controle.
  - c. Navegue até o painel frontal e altere o controle numérico por um controle Silver Numeric Horizontal Pointer Slide.
  - d. Configure os limites para o controle em **1 a 20k**.
3. Copie e cole o VI DAQmx Write dentro do loop While e conecte os fios de erro e tarefa apropriadamente.
  - a. Configure o terminal Auto-Start para **F** se não estiver configurado ainda.
  - b. Conecte o **signal out** do VI Basic Function Generator dentro do loop à entrada **data** do VI DAQmx Read.



4. Execute o VI e modifique a frequência durante o tempo de execução enquanto observa o Output Waveform.

## Parte C

1. Para usar o código da entrada analógica para reproduzir a entrada de áudio processada, você precisará adicionar seus novos códigos da entrada analógica ao VI que você criou para ler o som.
  - a. Copie todo o código do diagrama de blocos do seu VI de entrada analógica e cole-o no diagrama de blocos da entrada analógica, conforme ilustrado na figura abaixo. Você também pode selecionar o código de um diagrama de blocos e arrastar e soltá-lo em outro.



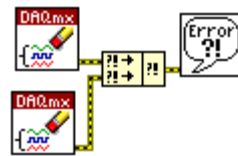
2. O objetivo agora é integrar os dois loops While. Como a geração e aquisição são interligadas e os dados precisam ser compartilhados entre si, eles precisam estar no mesmo loop While.



- 

- [illegible]

5. Altere a amplitude do VI Function Generator antes do loop While para **zero (0)** para que haja atraso de um segundo sem som em vez de um tom de um segundo no início da saída inicial.
6. Exclua um dos VIs Simple Error Handler, uma vez que é melhor ter apenas um tratador de erro por VI.
  - a. Coloque a função Merge Errors para interligar os dois fios de erro navegando no diretório **Programming » Dialog & User Interface**.
  - b. Conecte a saída Error de cada VI DAQmx Clear Task nas entradas da função Merge Error e conecte a saída dessa função à entrada do VI Simple Error Handler.



7. Salve o VI.
8. Execute o VI com sua fonte de reprodução MP3. Alterne a atenuação e filtre as frequências. Você consegue ouvir o efeito?

*<Fim do exercício>*

## Como medir a vibração de um acelerômetro

**Objetivo:**

- Na primeira parte deste exercício, você escreverá um programa para controlar a velocidade de uma ventoinha e adquirir dados de acelerômetros acoplados à ventoinha.
- Na segunda parte, você irá adicionar um código para analisar o sinal de vibração no LabVIEW e no MathScript.
- Os principais conceitos incluem:
  - Medições de acelerômetro
  - Como usar o API NI-DAQmx
  - Como usar os subVIs
  - Como combinar tarefas de controle e medições
  - Processamento de dados com o LabVIEW e MathScript

**Parte A Como medir a vibração de um acelerômetro**

*Tempo estimado: 60 minutos*

*Muitos sensores usados para medir aceleração e pressão são baseados no princípio da geração piezoelétrica. O efeito piezoelétrico indica a capacidade de materiais cerâmicos ou cristais de quartzo gerarem potencial elétrico ao sofrerem esforços de compressão. Esses esforços mecânicos são disparados por forças tais como aceleração, deformação ou pressão.*

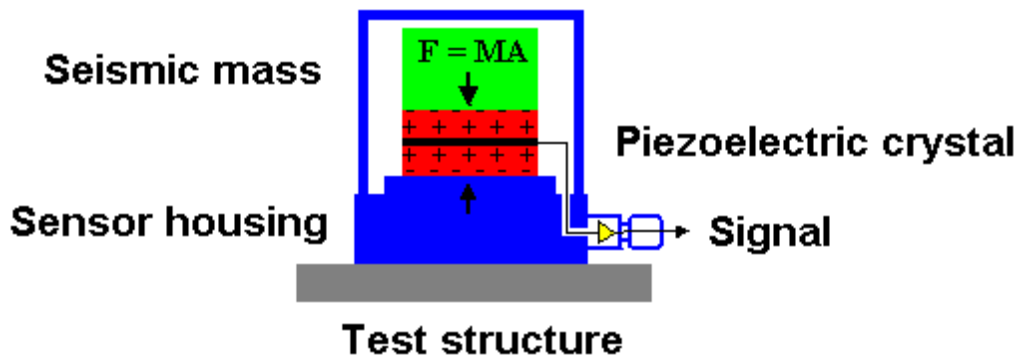


Figura 1. Um acelerômetro usa uma massa sísmica para criar um sinal elétrico pequeno com base na geração piezoelétrica.

*No caso dos microfones, ondas de pressão acústica provocam vibrações em um diafragma ou em uma membrana fina, que transfere esses esforços aos cristais piezoelétricos colocados ao seu redor. Os acelerômetros, por outro lado, contém uma massa sísmica que aplica forças diretamente nos cristais colocados ao seu redor em resposta aos choques e vibrações. A tensão gerada é proporcional aos estresses internos nos cristais.*

*Uma classe particular de sensores piezoelétricos, conhecida como sensores piezoelétricos eletrônicos integrados (IEPE), incorpora em seu projeto um amplificador nas proximidades dos cristais piezoelétricos. Como a carga produzida por um transdutor piezoelétrico é muito pequena, o sinal elétrico produzido pelo sensor é susceptível ao ruído; dessa forma, precisamos*

usar circuitos eletrônicos sensíveis para amplificar e condicionar o sinal e reduzir a impedância de saída do sensor. Dessa forma, o IEPE faz o lógico em integrar seus circuitos eletrônicos sensíveis o mais próximo possível do transdutor, para garantir uma melhor imunidade ao ruído e tamanho conveniente. Um sensor IEPE típico é alimentado por uma fonte de corrente constante externa e modula a sua tensão de saída conforme a variação de carga no cristal piezoelétrico. O sensor IEPE usa apenas um ou dois fios, tanto para a excitação do sensor (corrente) quanto para a saída do sinal (tensão). O módulo NI 9234 da série C em seu chassi CompactDAQ oferece essa fonte de corrente constante aos acelerômetros e microfones IEPE.

Neste exercício, você irá medir a vibração de uma ventoinha usando o acelerômetro no *Sound and Vibration Signal Simulator*. O módulo NI 9234 apresenta quatro canais de amostragem simultâneos e pode medir sinais de acelerômetros e microfones IEPE ou de outros tipos.

Antes de iniciar esse exercício, confirme se o acelerômetro está conectado adequadamente e se você consegue fazer a aquisição de dados básicos a partir do canal conectado ao acelerômetro.

1. Verifique se os LEDs **Power** e **Ready**, verde e amarelo respectivamente, estão acesos para confirmar que o chassi está conectado via USB e ligado.
2. Analise a conexão no módulo NI 9234 para confirmar se os cabos BNC estão conectados à 'Aceleração em X', 'Aceleração em Y' e 'Tach Out' no *Sound and Vibration Signal Simulator*.
3. Abra o Measurement and Automation Explorer selecionando **Start » All Programs» National Instruments » Measurement and Automation Explorer** ou clicando duas vezes no ícone no seu desktop.
4. Clique com o botão direito no módulo NI 9234 e selecione **Test Panels**.

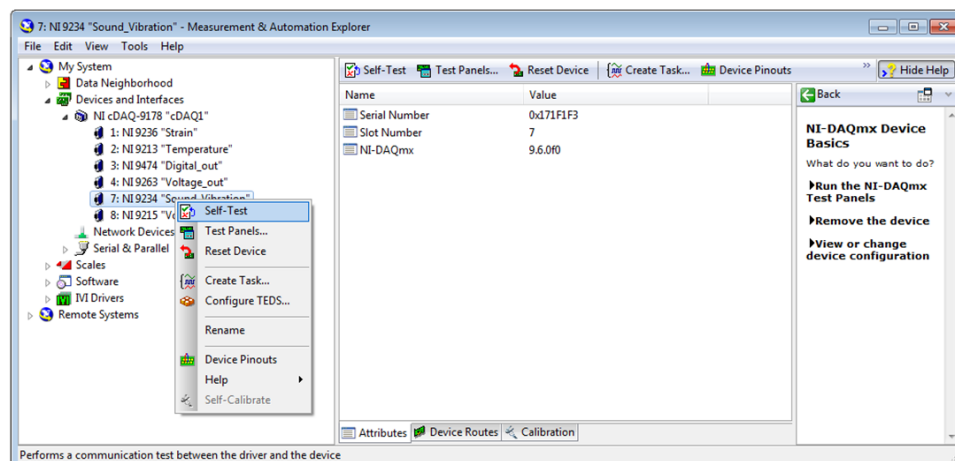


Figura 2. Selecione 'Test Panels' para abrir um utilitário simples para verificar a conectividade do sinal.

5. Quando o painel de teste abrir, altere o **Samples to Read** para 2560 e o **Mode** para Continuous, selecione o botão ao lado do **IEPE Enable** e altere o tipo **Coupling** para AC,

conforme ilustrado na figura 3.

6. Clique no botão Start.

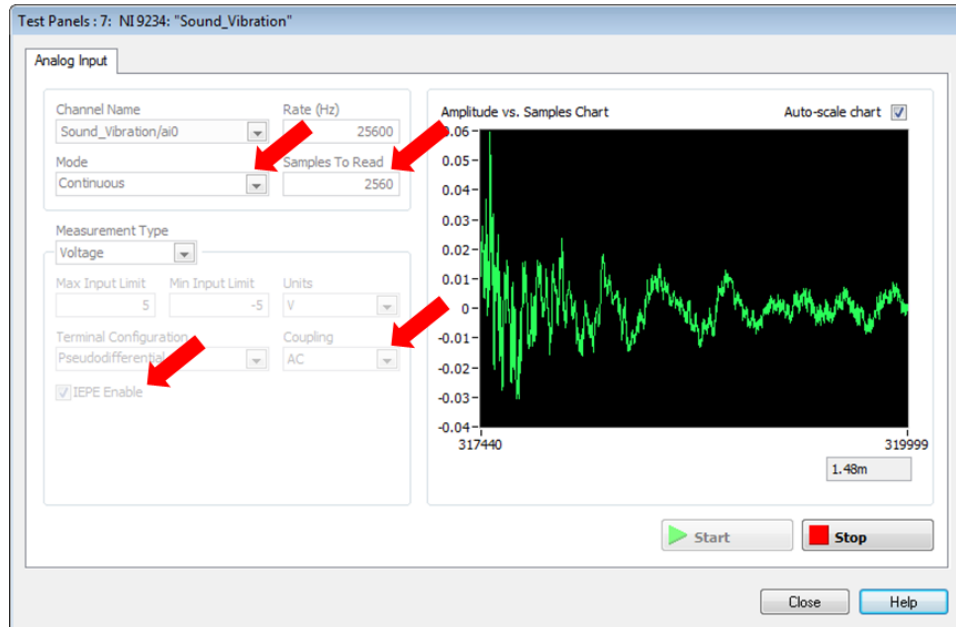


Figura 3. O painel de teste é usado para confirmar as conexões elétricas.

7. Bata de leve ao lado da caixa para confirmar se o sensor reage à sua entrada.
8. Clique no botão **Stop** e feche o painel de teste.

Toda vez que você configurar uma nova medição ou sistema de medição, é uma boa prática confirmar se a conexão está correta e se todos os programas de software estão instalados e funcionando corretamente. O MAX proporciona percepção para seu sistema e configuração para ajudá-lo a eliminar os erros no início do seu processo de desenvolvimento.

9. Após confirmar que seus sensores estão funcionando, minimize o MAX e selecione **Start » All Programs » National Instruments » LabVIEW <Year>** para abrir o LabVIEW.
10. Selecione **File » Open** e navegue para o diretório prático. O ponto de partida para esse exercício está localizado no diretório Hands-On Exercises\Vibration\Vibration Project.
11. Clique duas vezes no **Vibration Exploration.lvproj** para abrir o projeto de medição com acelerômetro. Você deve ver a seguinte tela:

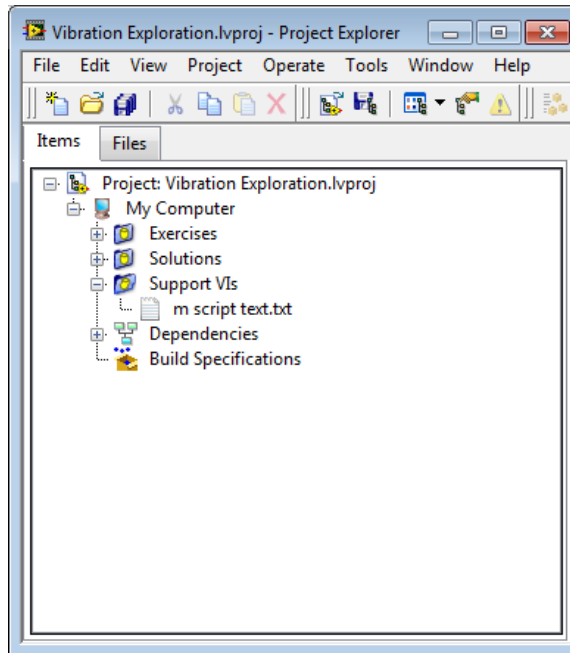


Figura 4. Use o LabVIEW Project para organizar todos os seus VIs.

Com o LabVIEW Project você pode organizar e visualizar facilmente todos os arquivos que são importantes para sua aplicação. Neste projeto em particular, as pastas como Exercises, Solutions e Support VIs foram configuradas para serem preenchidas automaticamente com os arquivos dentro delas.

12. Expanda as pastas para visualizar os arquivos dentro delas. Você deve ver os seguintes VIs:

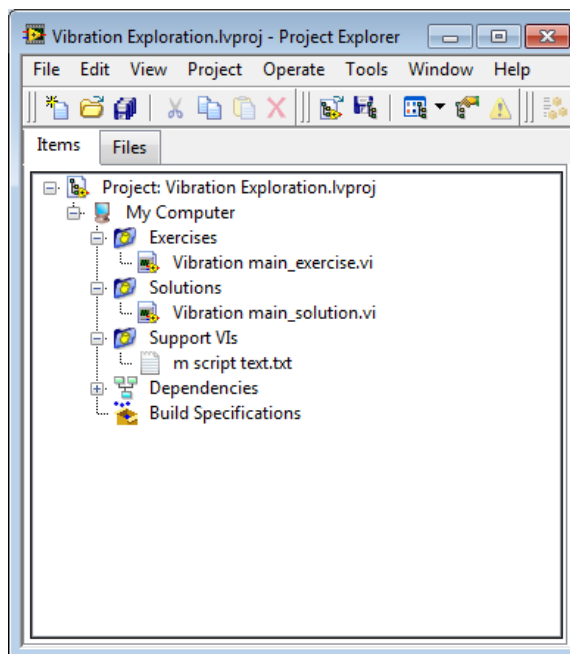


Figura 5. Os VIs usados no seu projeto podem ser localizados nas pastas preenchidas automaticamente.

13. Comece abrindo o VI Solution – expanda o diretório **My Computer » Solutions** e clique duas vezes no **Vibration main\_solution.vi**.
14. Durante o restante desse exercício, você irá criar o VI exibido na figura 6. Verifique se a chave no Sound and Vibration Signal Simulator está acionada manualmente para BNC. Clique no botão de execução.

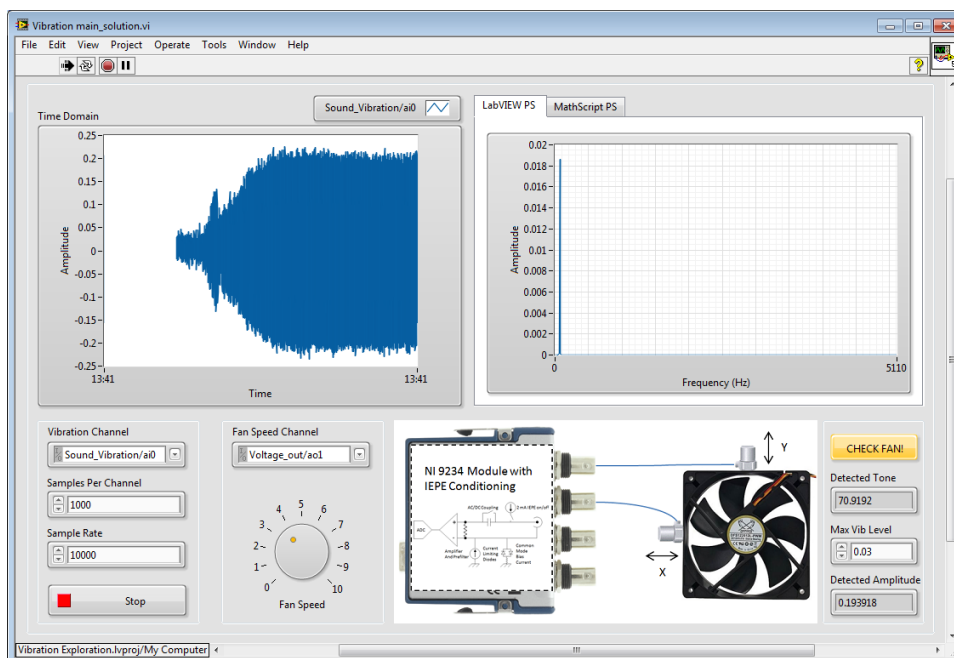


Figura 6. Esse VI irá adquirir sinais de vibração no domínio do tempo e calcular o conteúdo da frequência usando os VIs do LabVIEW e MathScript.

15. Usando o botão no centro da tela, ajuste a velocidade da ventoinha e observe a reação no domínio do tempo e domínio da frequência. A análise do domínio da frequência é crucial para muitos tipos aplicações de monitoramento.
16. Clique na guia do MathScript PS e veja que as informações do domínio da frequência são exatamente as mesmas.
17. Pressione o botão **Stop** e feche 'Solution' sem salvá-la.
18. Para iniciar o exercício, clique duas vezes no **Vibration main\_exercise.vi**. O painel frontal já foi criado para você.

Ao começar um novo programa, iniciar com um projeto do painel frontal é uma boa forma de organizar quais serão as entradas e saídas dele. Quando você define como você quer que um usuário interaja com o código, você pode começar a escrever o VI para suportar essa função.

Durante esse exercício, você irá arquitetar esse VI para controlar a velocidade de uma ventoinha e adquirir dados de um acelerômetro no Sound and Vibration Signal Simulator. Além disso, você irá usar o LabVIEW e MathScript para calcular os componentes de frequência do sinal



adquirido.

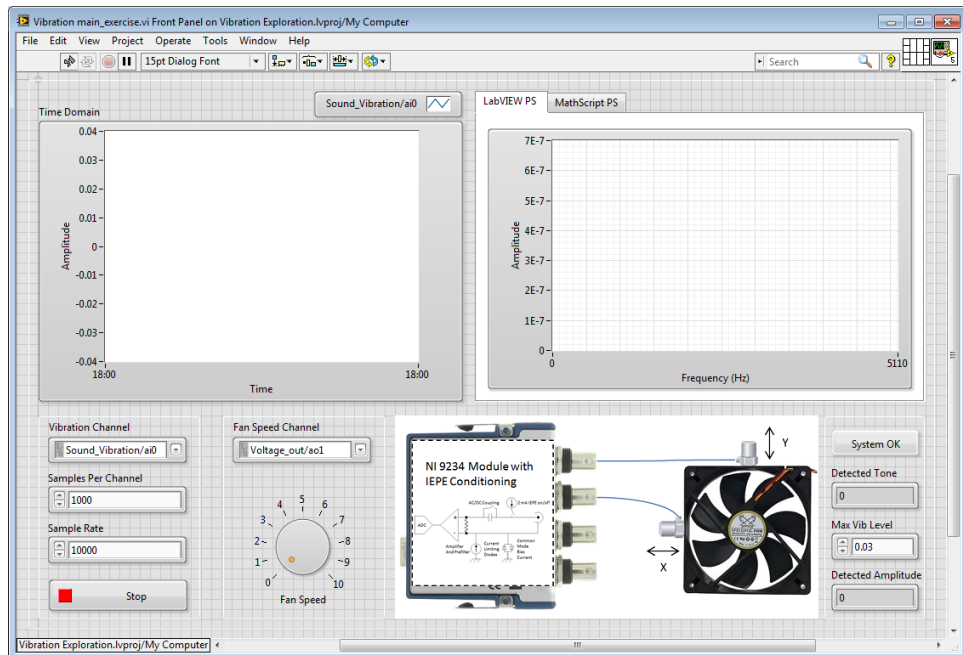




Figura 7. Começar com um projeto do painel frontal é uma boa forma de organizar quais serão as entradas e saídas do seu programa.

19. Observe que a seta de execução no canto direito superior está quebrada (  ). Isso ocorre porque o código contém erros ou, neste caso, não está em um estado de execução. O LabVIEW compila continuamente no ambiente de edição, então você sempre saberá se seu código pode ser executado. Clicar na seta de execução quando ela está quebrada apresentará uma lista de erros. Tente clicar na seta de execução. Se seu código for compilado sem erros, a seta de execução não será quebrada novamente (  ).
20. Feche a caixa de diálogo de erro e selecione **Window » Show Block Diagram**. O atalho do teclado para esse comando é Ctrl + E. Use o atalho para alternar entre o painel frontal e o diagrama de blocos. Quando o diagrama de blocos abrir, você verá o seguinte código:

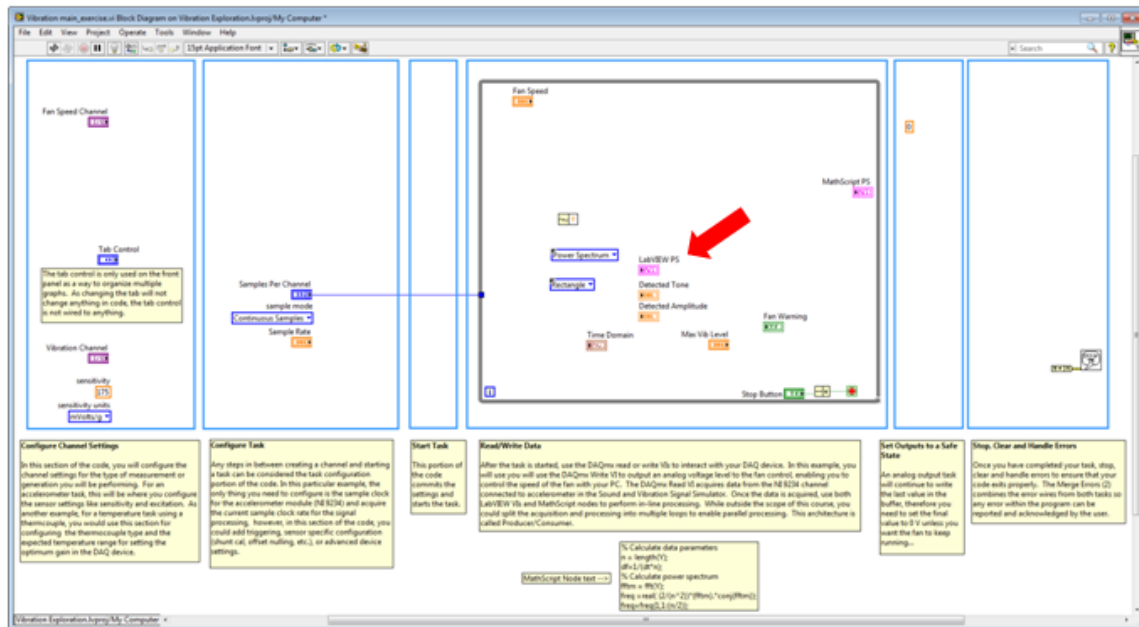


Figura 8. O diagrama de blocos faz o trabalho do seu programa. É aqui que você escreverá o código para controlar o painel frontal.

Como o código foi inicializado, o diagrama de blocos já inclui alguns elementos básicos. Cada elemento no painel frontal tem um elemento correspondente no diagrama de blocos. Para localizar o elemento correspondente do painel frontal, você pode clicar duas vezes no elemento no diagrama de blocos para destacá-lo. Tente clicar duas vezes no ícone do **LabVIEW PS**. Em seguida, clique duas vezes no mesmo item no painel frontal. Essa é uma forma prática de localizar os itens no painel frontal e no diagrama de blocos.

Os quadros em amarelo claro são anotações. Você pode criar anotações no diagrama de blocos apenas clicando duas vezes sobre ele. É sempre uma boa prática documentar adequadamente seu código para que você (se voltar uma semana mais tarde) ou outra pessoa possa entender o que está acontecendo.

21. Agora que você está familiarizado com os elementos do programa, você pode começar a criar o código para adquirir dados de deformação. Para começar, verifique se seu diagrama de blocos está visível.
22. Neste exercício, uma grande parte do código virá da paleta DAQmx. Para acessar essa paleta, clique com o botão direito em qualquer espaço em branco no diagrama de blocos e navegue até **Measurement I/O » NI-DAQmx**, conforme demonstrado na figura 9.

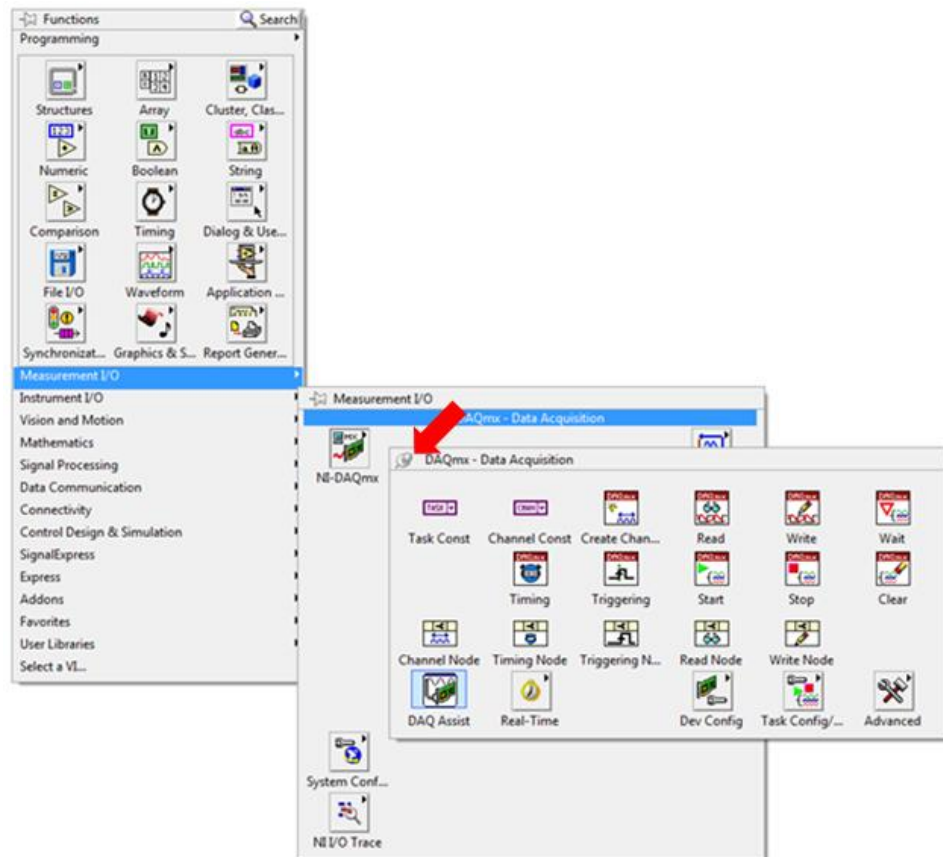


Figura 9. A paleta DAQmx inclui todos os VIs necessários para comunicação com seu chassi CompactDAQ.

23. Clique na tachinha para deixar essa paleta visível (seta vermelha na figura 9).

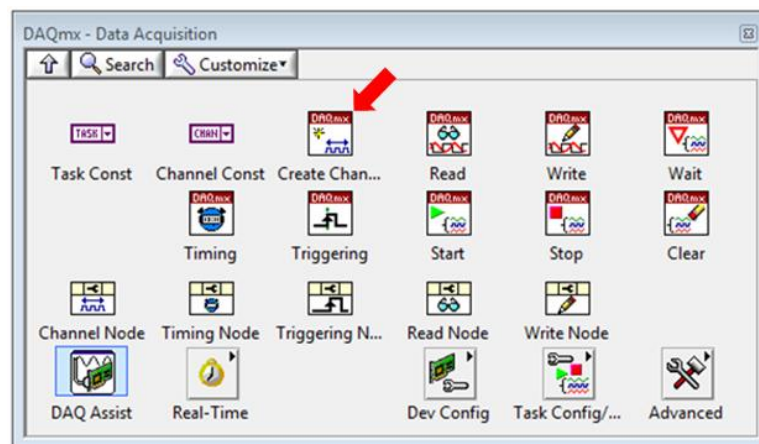


Figura 10. Fixar a paleta permite que você clique em qualquer lugar no seu código com a paleta ainda visível.

24. Para iniciar, arraste o **NI-DAQmx Create Channel** (seta vermelha na figura 10) e coloque-o na posição ilustrada na figura 11.

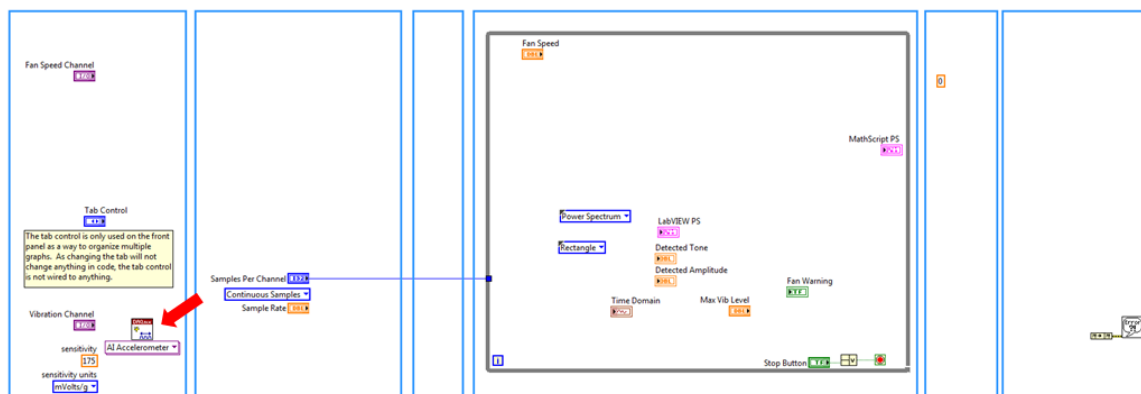


Figura 11. O VI DAQmx Create Channel determina a comunicação com seu dispositivo de aquisição de dados.

25. Por padrão, esse VI está configurado para criar uma tensão de entrada analógica simples. Para configurá-lo para medições com acelerômetro, clique na lista do menu drop down sob o VI e selecione **Analog Input » Acceleration » Accelerometer**.

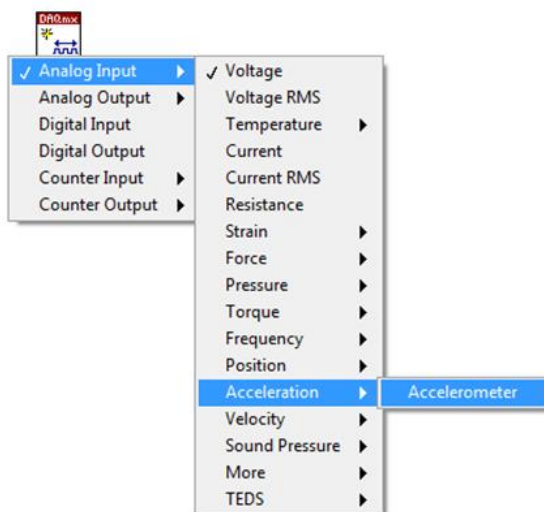


Figura 12. O VI DAQmx Create Channel é chamado polimórfico porque ele se modifica para se adaptar ao tipo de medição selecionado.

26. Para obter mais informações sobre esse VI, exiba a janela Context Help pressionando <Ctrl+H>.

O Context Help fornece uma breve descrição de todas as coisas nas quais você coloca o cursor do mouse. Coloque o cursor sobre o VI DAQmx Create Channel para ver as entradas e saídas do VI.

Para um canal do acelerômetro, precisamos apresentar a lista do canal que você está medido e as informações específicas do sensor. Para exibir essas entradas, conecte o VI conforme ilustrado na figura 13.

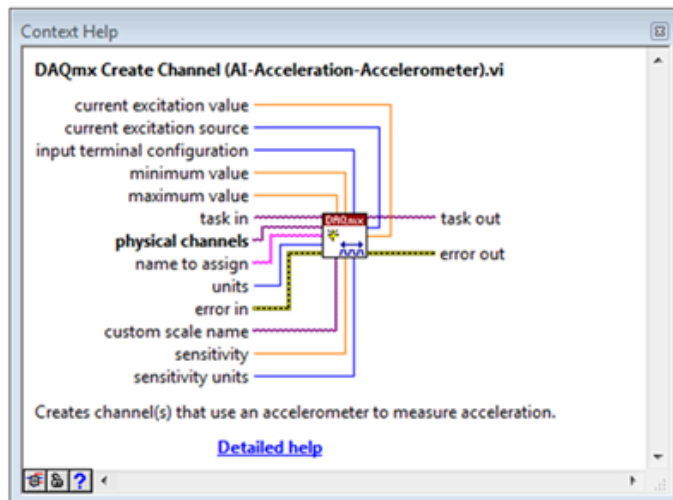
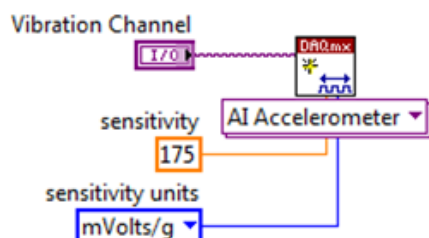


Figura 13. Conecte as entradas ao VI DAQmx Create Channel.

27. Arraste os seguintes VIs da paleta DAQmx e posicione-os conforme ilustrado na figura 14.

- DAQmx Timing
- DAQmx Start Task
- DAQmx Read
- DAQmx Stop Task
- DAQmx Clear Task

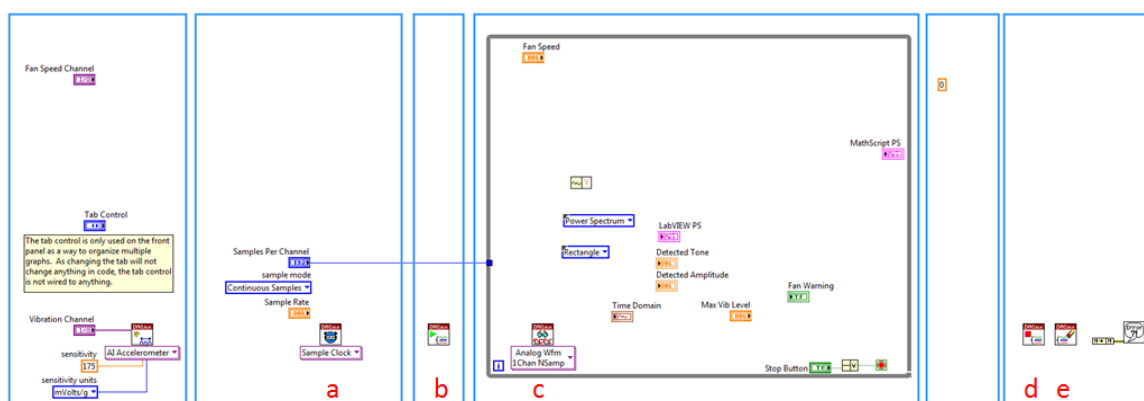


Figura 14. O fluxo do código DAQmx quase sempre segue o mesmo padrão.

Se você se lembra dos programas de exemplo que você analisou nos primeiros exercícios, o padrão do DAQmx quase sempre segue o mesmo fluxo. Um canal é criado, parâmetros como triggering e temporização são configurados, a tarefa é iniciada, o canal é lido e depois a tarefa para e o canal é apagado.

28. O VI DAQmx Timing configura a taxa de amostragem, o modo de amostragem e a fonte

de clock para sua tarefa. Você fará amostragens contínuas usando a fonte de clock on-board. Conecte o VI DAQmx Timing da seguinte forma:

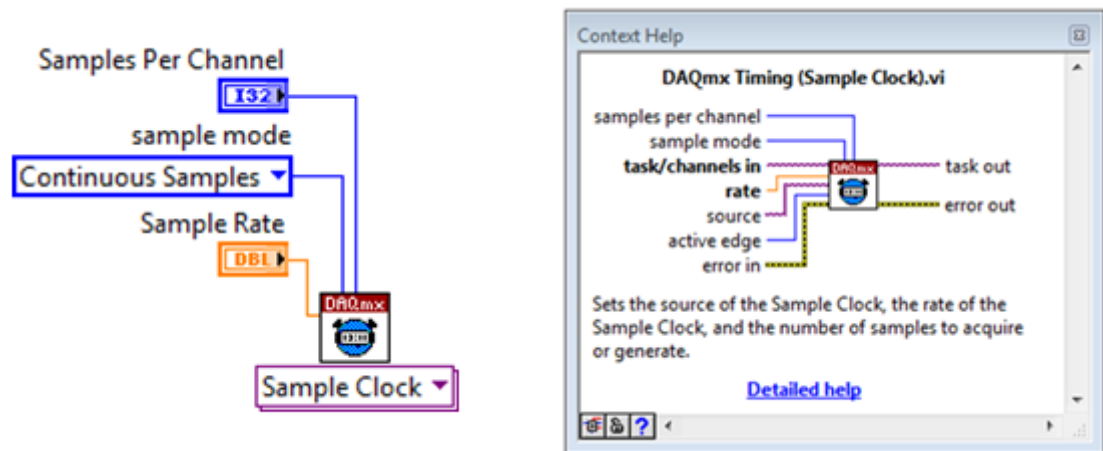


Figura 15. O VI DAQmx Timing configura seus parâmetros do clock.

29. O VI DAQmx Start Task transita o código para o estado de execução. Quando seu código tiver passado por esse VI, você estará pronto para ler ou escrever dados. Para saber mais sobre esse VI, confira se a janela do Context Help ainda está visível, <Ctrl+H>, e coloque o cursor sobre o VI DAQmx Start.
30. Após a tarefa ser iniciada, o VI DAQmx Read retira dos dados do buffer do dispositivo DAQ. Da mesma forma que o VI DAQmx Create Channel, o VI DAQmx Read é polimórfico. Para configurar esse VI para ler dados do strain gage, clique na seta do menu drop down e selecione **Analog » Single Channel » Multiple Samples » Waveform**.



Figura 16. Selecione um canal de medição de forma de onda para ler a partir do acelerômetro fornecido.

31. Conecte a saída Data do VI DAQmx Read ao gráfico Time Domain. Isso permitirá que o usuário visualize os dados no painel frontal. Além disso, conecte o fio do Waveform à função Get Waveform Components - você verá essa função mais adiante durante esse exercício.

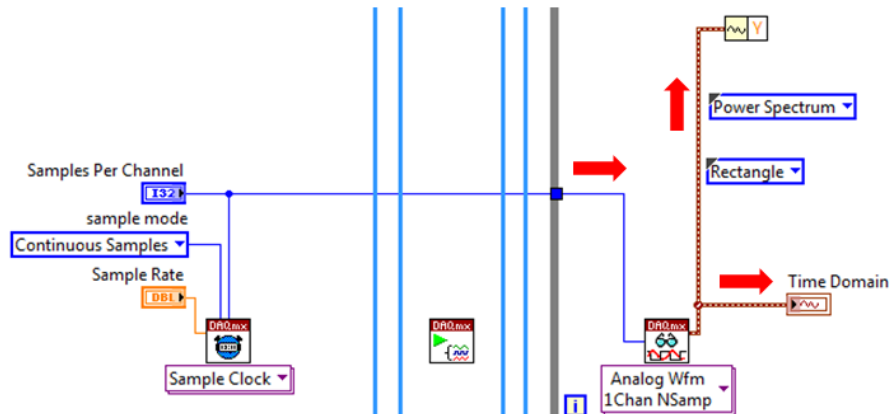


Figura 17. A função Get Waveform Components divide os dados de forma de onda no array de pontos (Y), no delta entre os pontos (dt) e no tempo de início (t0).

32. Os VIs DAQmx Stop e DAQmx Clear garantem que seu programa encerre a comunicação adequadamente e libera o hardware antes de parar o código. Para saber mais sobre esses VIs, passe seu cursor sobre eles com a janela do Context Help visível.
33. Conecte os fios de erro e tarefa no código. Isso passará os valores da tarefa e quaisquer erros que possam surgir do código.

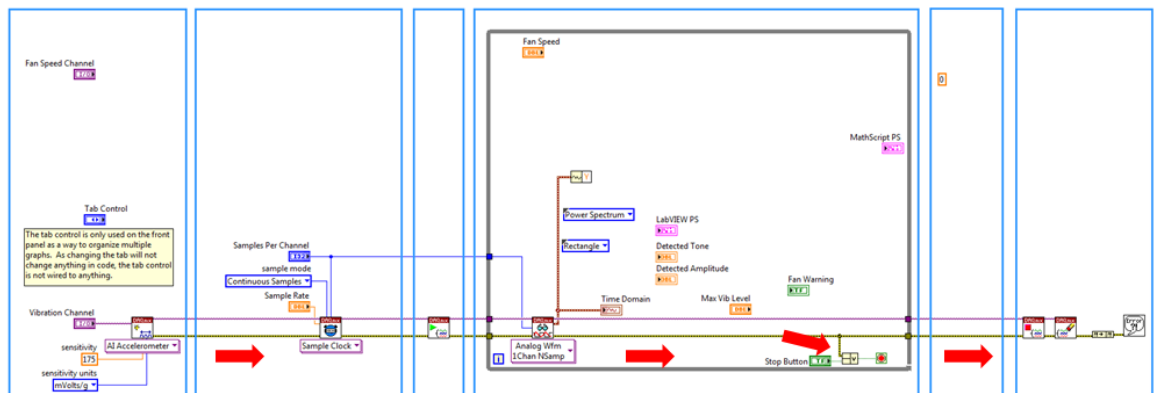


Figura 18. A tarefa e os erros dentro do seu código passarão pelos fios para caixa de diálogo de usuário no final do seu código.

Como o LabVIEW usa um fluxo de dados para forçar a ordem de execução, você pode visualizar os dados passando por cada fio, de um VI para o outro. Cada VI só será executado quando todas as entradas conectadas tiverem sido atribuídas.

Conectar o fio de erro ao código garante que quaisquer erros que passarem pelo código sejam informados ao usuário.

34. Conecte o fio de erro do VI DAQmx Read à entrada do VI Compound Arithmetic. Esse VI colocará uma porta OR nas entradas para interromper a execução do loop While. O código que você acabou de escrever irá parar se ocorrer um erro ou se o usuário clicar no botão Stop.

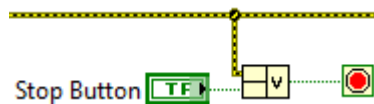



Figura 19. O Compound Arithmetic faz uma ligação OR das entradas, interrompendo o loop While se houver algum erro no código ou se o usuário clicar em Stop.

35. Quando você conectar o fio de erro ao Compound Arithmetic, seu código deve estar pronto para ser executado. Verifique se a seta de execução está intacta (  ).
36. Pressione <Ctrl+E> para alternar para o painel frontal.
37. Pressione a seta do menu drop down no Vibration Channel para selecionar o canal correto. Neste exercício, o acelerômetro está conectado ao canal 0 ou canal 1 do módulo NI 9234. Se você renomeou seus módulos, selecione **Sound\_Vibration/ai1**.

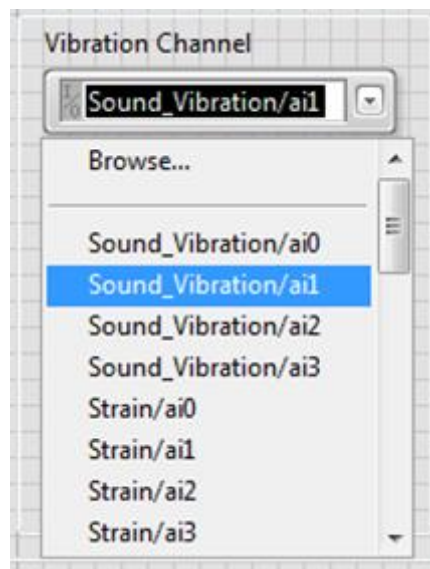


Figura 20. Selecione o canal ao qual seu acelerômetro está conectado.

38. Configure o Sample Rate para 10000 Hz e Samples Per Channel para 1000, como ilustrado na figura 21.



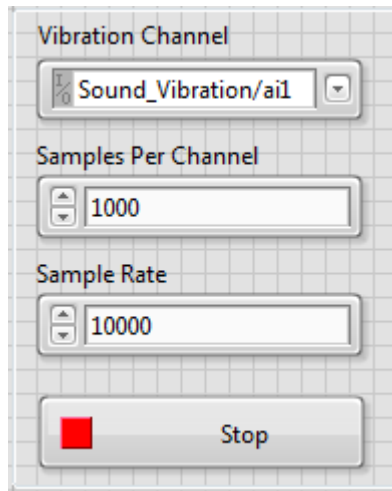


Figura 21. Um bom princípio básico é configurar o número de amostragens para 1/10 da taxa de amostragem.

A taxa de amostragem determina o quão rápido seu dispositivo de aquisição de dados faz amostragem do canal selecionado. As amostragens por canal determinam quantos dados são extraídos do buffer de aquisição de dados cada vez que o loop é executado. No exemplo acima, o VI DAQmx Read irá esperar até que haja 1000 amostras no buffer antes de extraí-las do dispositivo de aquisição de dados. Isso se traduz em uma atualização a cada 1/10 de um segundo. Se você alterar o Samples Per Channel para 10000, seu código será atualizado uma vez a cada segundo. Se você tiver erros no transbordo de buffer, geralmente significa que seu loop não está sendo executado de forma rápida o suficiente para extrair dados do dispositivo de aquisição de dados antes que o buffer esteja cheio. Tente aumentar o número do Samples Per Channel se for esse o caso. Em alguns casos, você pode precisar dividir seu código em dois loops paralelos. Para obter mais informações sobre esse tipo de arquitetura, pesquise *Producer Consumer* no ni.com.

39. Clique no botão de execução. Agora você está adquirindo dados de vibração do acelerômetro no Sound and Vibration Signal Simulator. Confira se a chave no Sound and Vibration Signal Simulator está configurada para DIAL e tente aumentar e diminuir a velocidade da ventoinha. Observe a modificação do sinal na tela.

Muitas vezes, os sinais do domínio do tempo de som ou sinais de vibração não podem lhe informar o que está acontecendo com o dispositivo que está sendo monitorado. O FFT é talvez o processamento mais comum no domínio do tempo de som ou de sinais de vibração. O próxima parte do exercício lhe mostrará como adicionar processamento de sinais usando o LabVIEW e o MathScript Node.

40. Clique em **Stop**. Salve esse VI, pois você irá utilizá-lo na próxima parte do exercício.

## Parte B Como controlar a velocidade da ventoinha com a saída analógica

*Tempo estimado: 25 minutos*

*Muitas vezes, o código de aquisição de dados precisa fazer mais do que simplesmente medir um sinal. Adicionar um controle ao código permite que o operador use o software para*

controlar algo. Isso poderia ser uma entrada digital, como um alarme ou sinal de velocidade WM, ou uma entrada analógica, como uma forma de onda de estímulo. Neste exemplo, você usará um sinal de tensão DC para controlar a velocidade da ventoinha que foi controlada com um botão externo na primeira parte deste exercício.

**Antes de iniciar este exercício, altere a chave do controle físico Fan Speed para BNC.**

1. Para iniciar este exercício, abra o diagrama de blocos do VI Vibration Main\_Exercise.
2. Nesse exercício, uma grande parte do código virá da paleta DAQmx. Para acessar essa paleta, clique com o botão direito em qualquer espaço em branco no diagrama de blocos e navegue até **Measurement I/O » NI-DAQmx**, conforme demonstrado na figura 22.

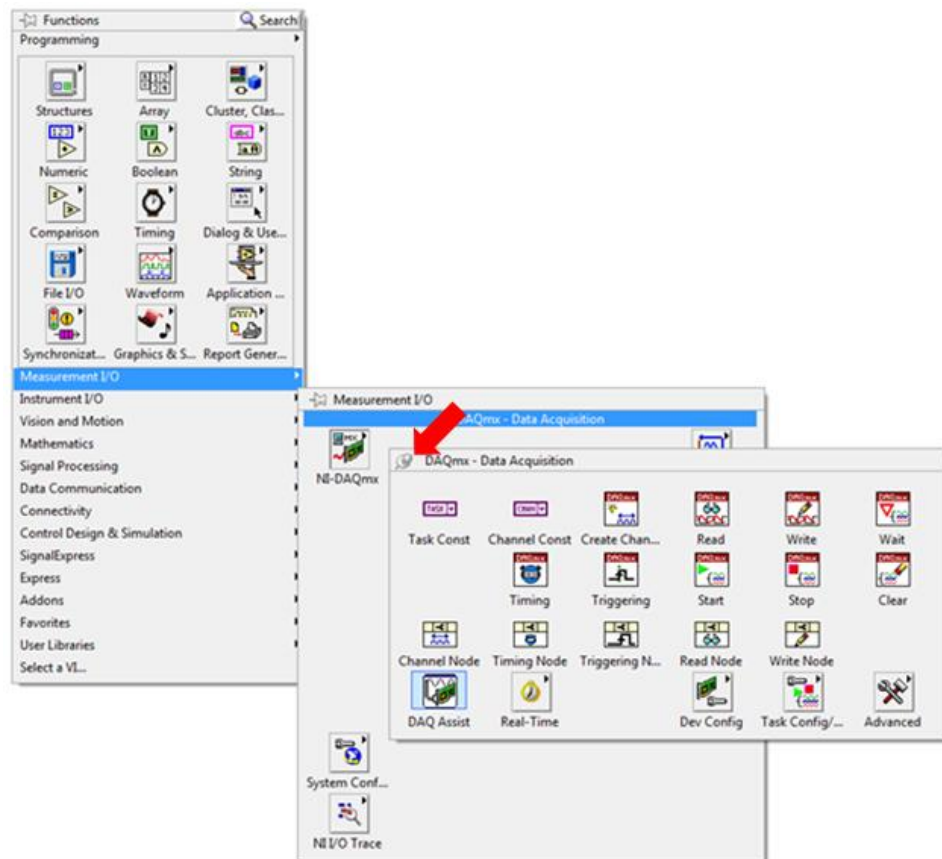


Figura 22. A paleta DAQmx inclui todos os VIs necessários para comunicação com seu chassi CompactDAQ.

3. Clique na tachinha para deixar essa paleta visível (seta vermelha na figura 22).

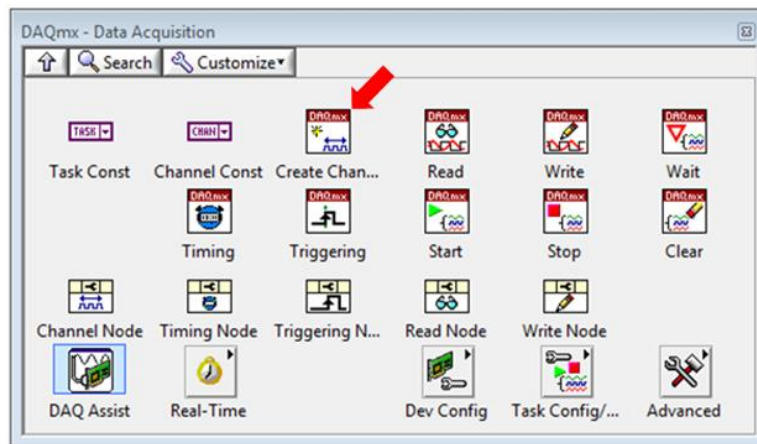


Figura 23. Fixar a paleta permite que você clique em qualquer lugar no seu código com a paleta ainda visível.

4. Para iniciar, arraste o **NI-DAQmx Create Channel** (seta vermelha na figura 23) e coloque-o na posição ilustrada na figura 24.

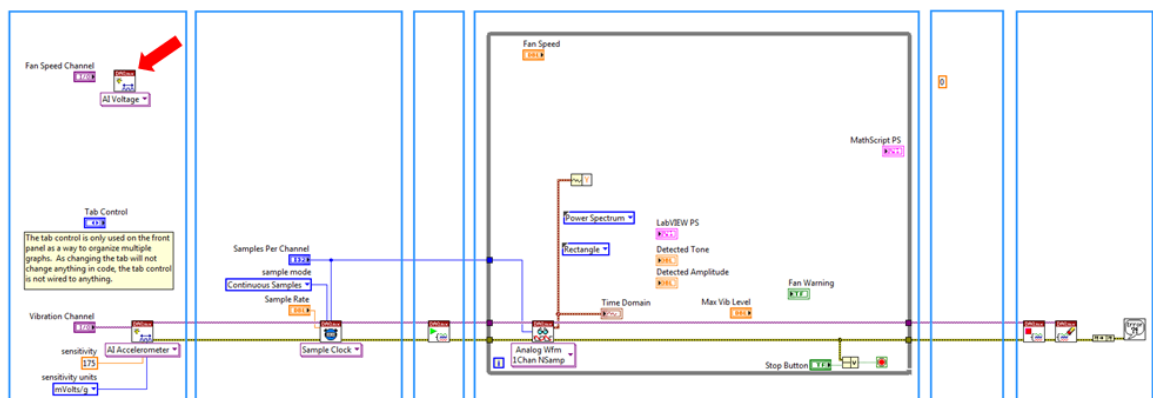


Figura 24. O mesmo VI para criação e aquisição de canal é usado para criar uma geração de canal, mas você pode alterar a instância polimórfica usando o menu drop down.

5. Para configurar esse VI para geração, clique no menu abaixo do VI e selecione **Analog Output » Voltage**.

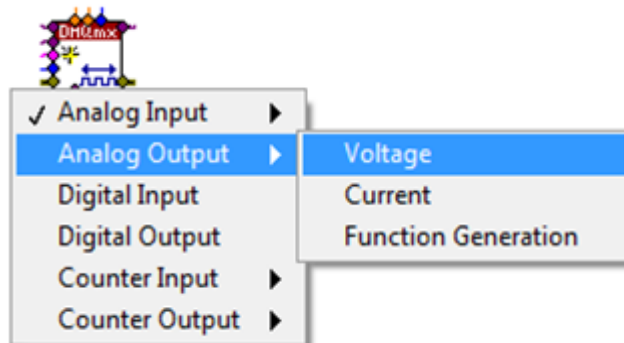


Figura 25. O VI polimórfico DAQmx Create Channel pode ser configurado para criar um valor da entrada analógica.

6. Conecte o VI conforme ilustrado na figura 26.

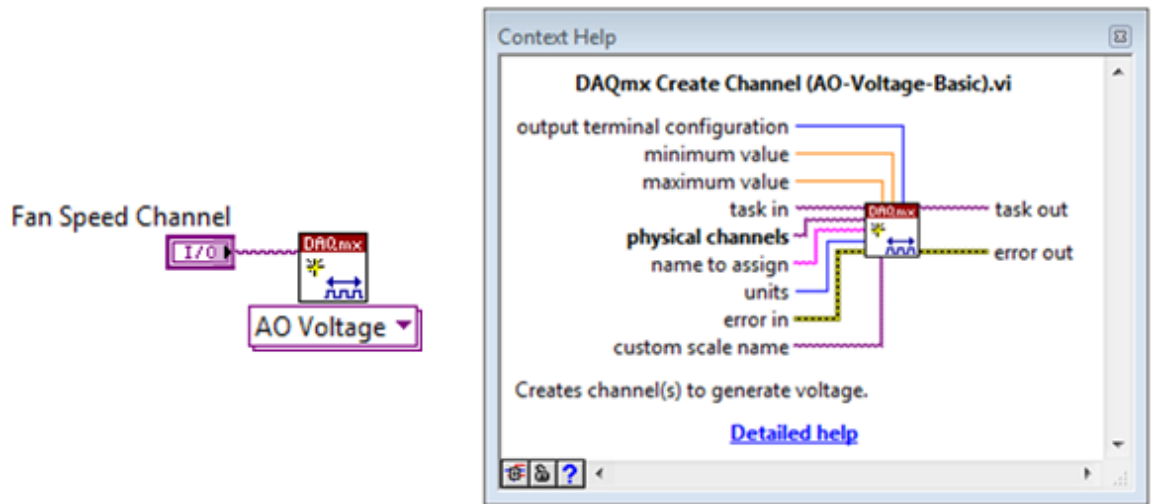


Figura 26. Neste caso, a única coisa que você precisa conectar é a entrada do canal à entrada dos canais físicos.

7. Como no exercício anterior, arraste os VIs a seguir para o diagrama de blocos e posicione-os conforme ilustrado na figura 25.

- a) DAQmx Create Channel
- b) DAQmx Start Task
- c) DAQmx Write
- d) DAQmx Write
- e) DAQmx Stop
- f) DAQmx Clear

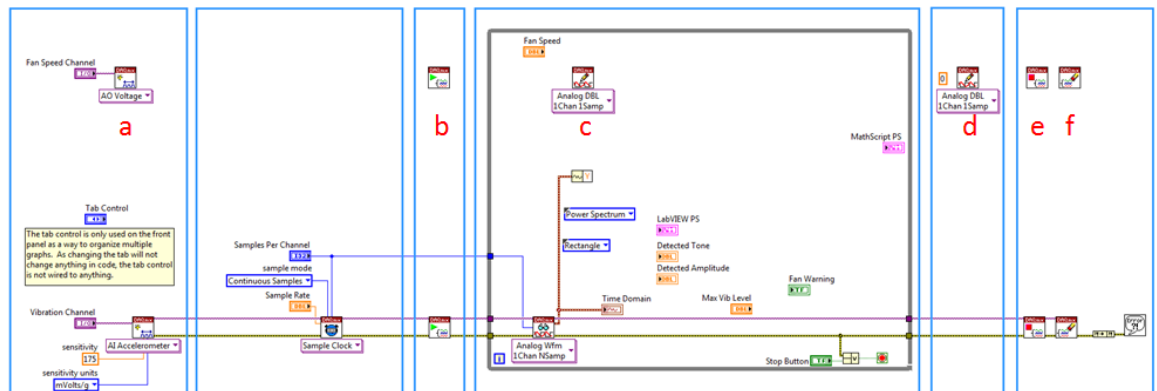


Figura 27. Mais uma vez, o fluxo do DAQmx, até mesmo para a saída, segue aproximadamente o mesmo padrão.

Você deve ter notado que você colocou dois VIs DAQmx Write. Isso ocorre porque o último valor no buffer de saída persistirá mesmo após a tarefa ter sido interrompida ou limpa. Neste exemplo, pode ser que você tenha uma ventoinha sendo executada após interromper o código, dependendo do último valor. Para garantir que a execução da ventoinha seja sempre interrompida quando o código for parado, escreva o valor zero no buffer antes de parar e limpar a tarefa.

Neste exercício, escreveremos uma amostragem simples no canal de entrada analógica do módulo NI 9263 cada vez que o loop for executado, então a instância padrão do VI DAQmx Write funcionará em seu programa.

8. Conecte o controle Fan Speed à entrada Data do primeiro VI DAQmx Write.
9. Conecte a constante 0 ao lado do segundo VI DAQmx Write conforme ilustrado na figura 28.

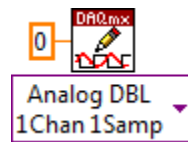


Figura 28. O segundo VI DAQmx Write escreve zero no buffer para garantir que a ventoinha seja desligada quando o VI é interrompido.

10. Abra o VI Merge Errors para mostrar outra entrada. O VI Merge Errors é o segundo VI da parte final, entre o Clear Task e Error Handler.
11. Conecte os fios de erro e tarefa ao código, conforme visto na figura 29.

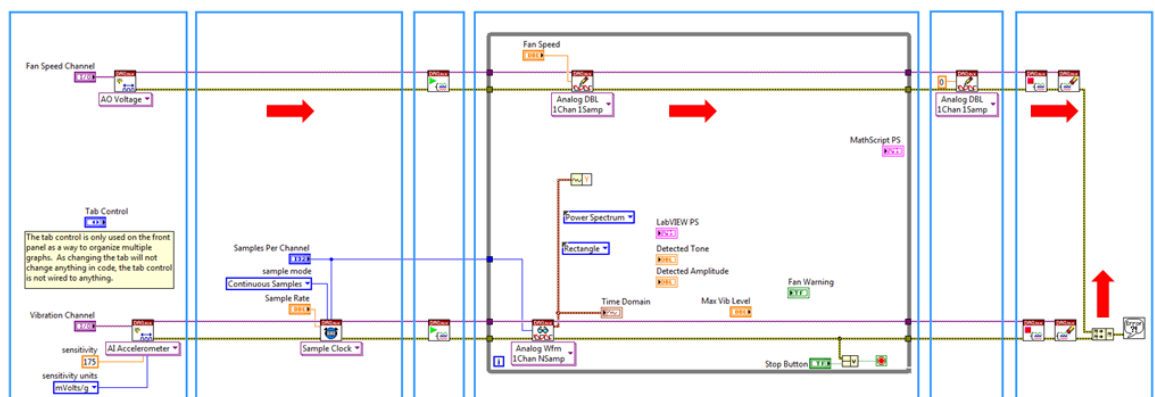


Figura 29. Os fios de erro e tarefa comunicam as informações entre cada um dos VIs no código.

12. Alterne para o painel frontal.
13. Configure o *Fan Speed Channel* para **Voltage\_out/ao1**. Esse é o canal para o módulo de saída de tensão conectado ao controle da ventoinha no Sound and Vibration Signal Simulator.

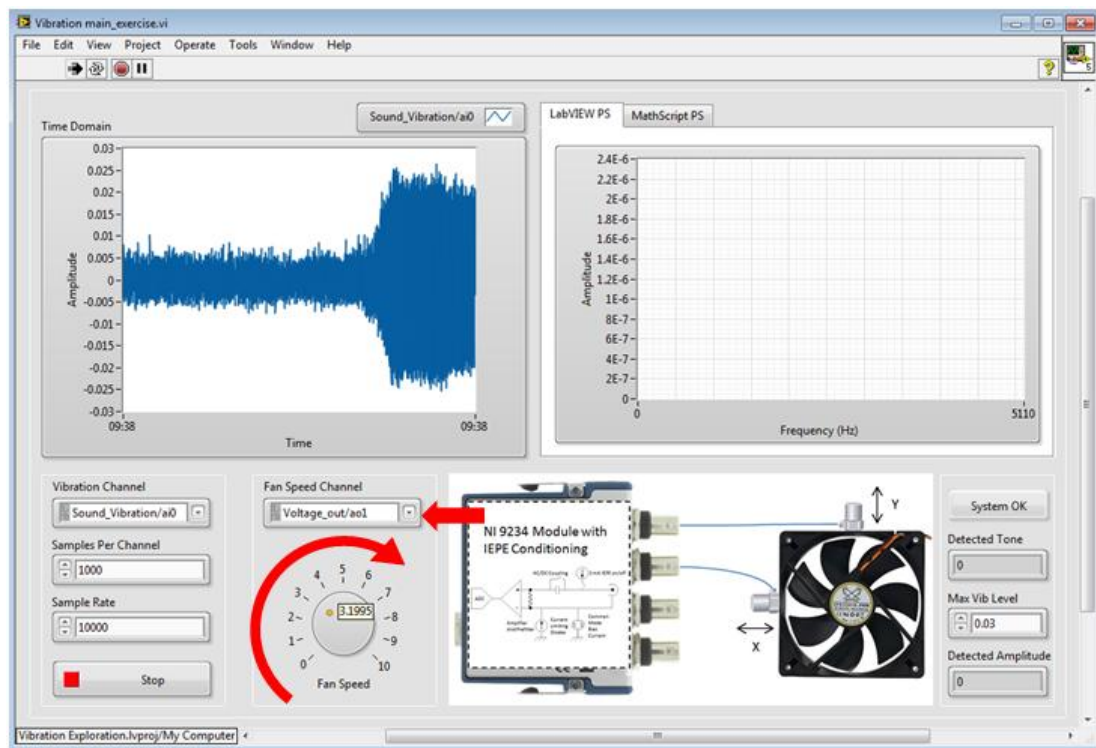


Figura 30. Usando uma saída analógica, você pode controlar a velocidade da ventoinha no Sounds and Vibration Signal Simulator.

14. Clique no botão de execução.
15. Ajuste a velocidade da ventoinha usando o botão do controle Fan Speed. Você deve observar que o sinal de vibração no domínio do tempo aumenta e diminui com a velocidade da ventoinha.
16. Pare o VI e salve seu trabalho. Você irá configurar a próxima parte deste exercício.

## Parte C Como adicionar análise ao seu código de aquisição de dados

*Tempo estimado: 25 minutos*

*Em aplicações reais, os sinais de tensão medidos são formas de onda complexas, que contêm diversos componentes de frequência. A análise do som e da vibração normalmente envolve identificação e análise desses componentes de frequência. Para fazer isso, precisamos converter matematicamente os sinais do domínio do tempo ao domínio da frequência, usando transformadas de Laplace, Z- ou Fourier. A análise de Fourier é a mais comumente usada para essa aplicação, porque obtém a magnitude e a fase associada para cada componente de frequência presente em um sinal.*

*Na próxima parte do exercício, você irá calcular o espectro de potência usando dois métodos. O primeiro método usará os VIs do LabVIEW e o segundo irá integrar o.m script para calcular o*

mesmo espectro de potência. Usando esse espectro, você pode calcular a frequência e amplitude da vibração para determinar o equilíbrio de uma ventoinha.

1. Para iniciar esse exercício, abra o diagrama de blocos do VI Vibration Main\_Exercise.
2. Clique com o botão direito no diagrama de blocos e selecione **Signal Processing » Waveform Measurements » FFT Power Spectrum and PSD**, conforme ilustrado na figura 31.

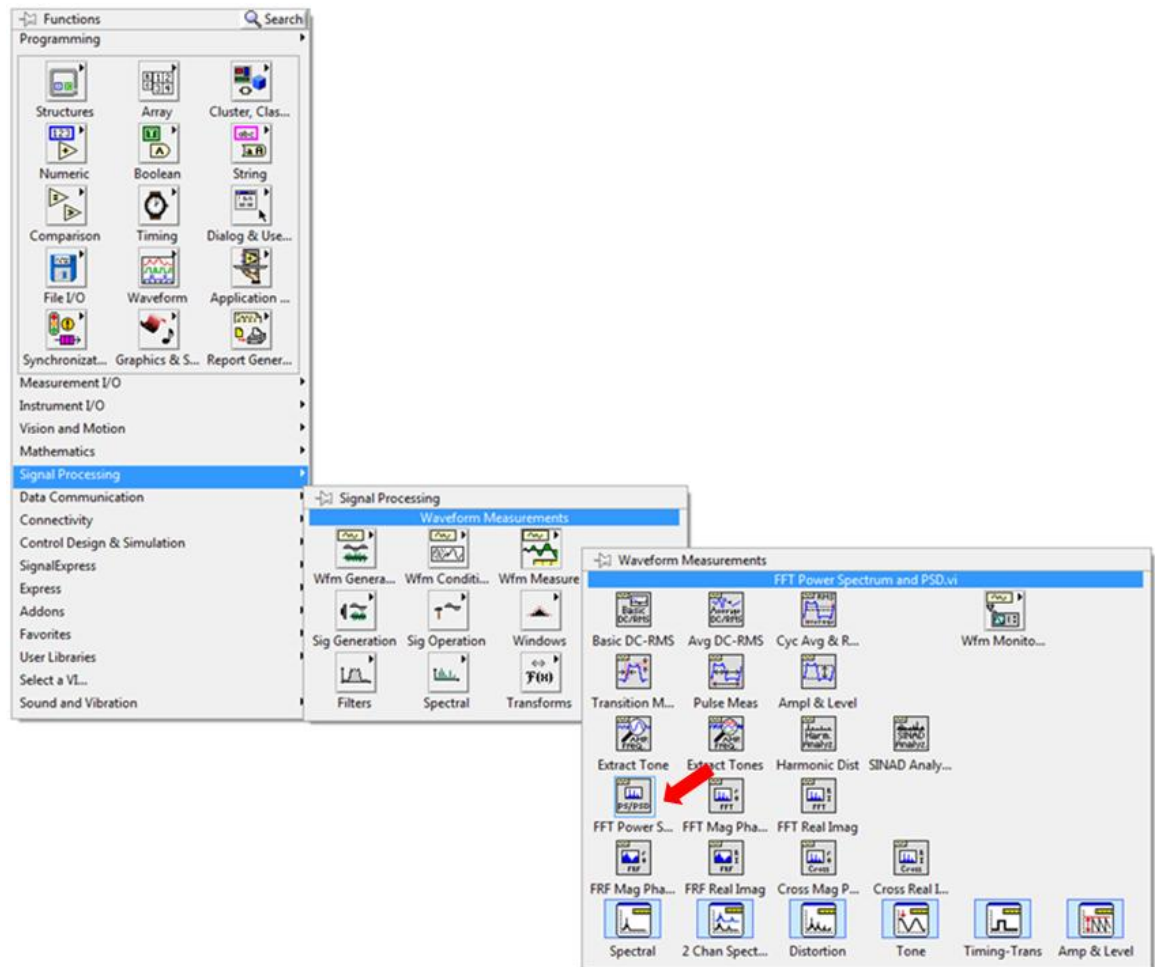


Figura 31. O LabVIEW contém muitas funções de análise integradas e muitas outras são suportadas através de kits de ferramentas e add-ons.

3. Coloque o VI FFT Power Spectrum na posição mostrada na figura 22.







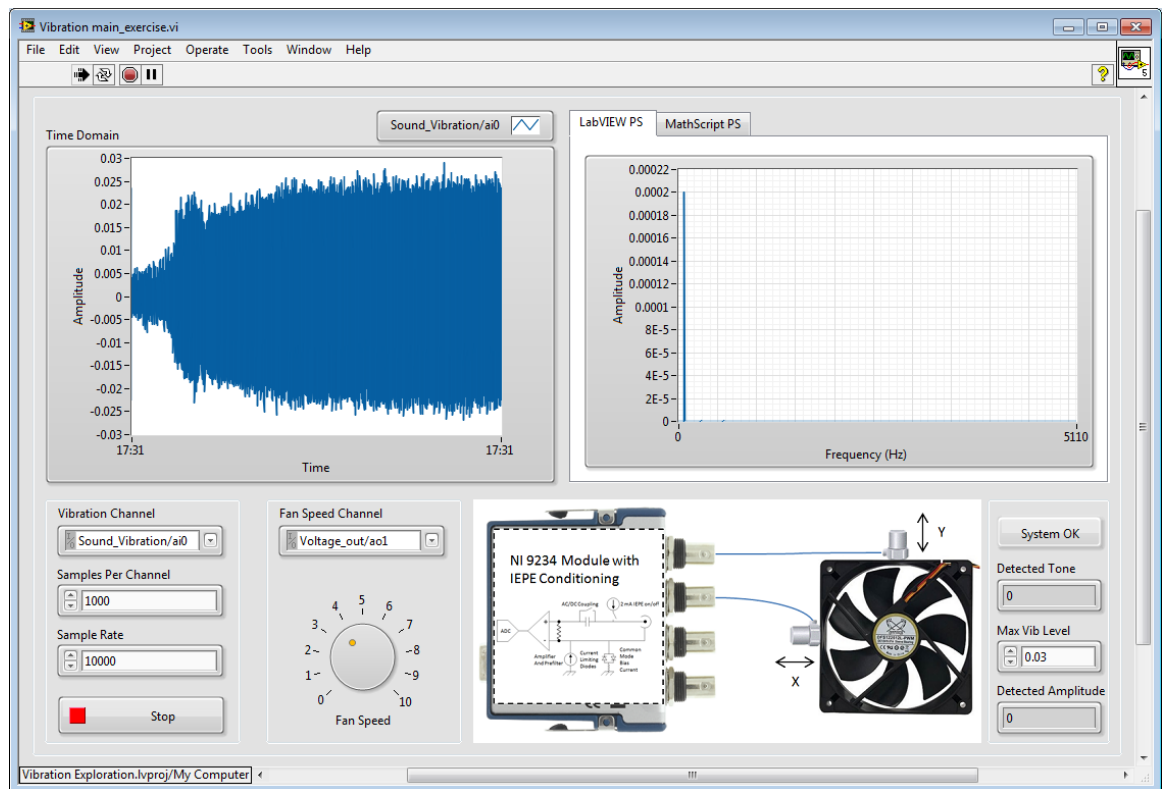


Figura 34. A partir do sinal do domínio da frequência, você pode entender mais sobre o que está acontecendo em seu sistema.

Enquanto o LabVIEW inclui funções de análise abrangentes, algumas vezes a situação pode exigir integração com outras linguagens, como .m script. Na próxima parte do exercício, você fará a mesma análise usando o MathScript Node, que permite que você integre seus arquivos .m script no seu programa do LabVIEW.

8. Pare o VI e abra o diagrama de blocos.
9. Clique com o botão direito no diagrama de blocos e selecione **Mathmatics » Scripts and Formulas » MathScript Node**.

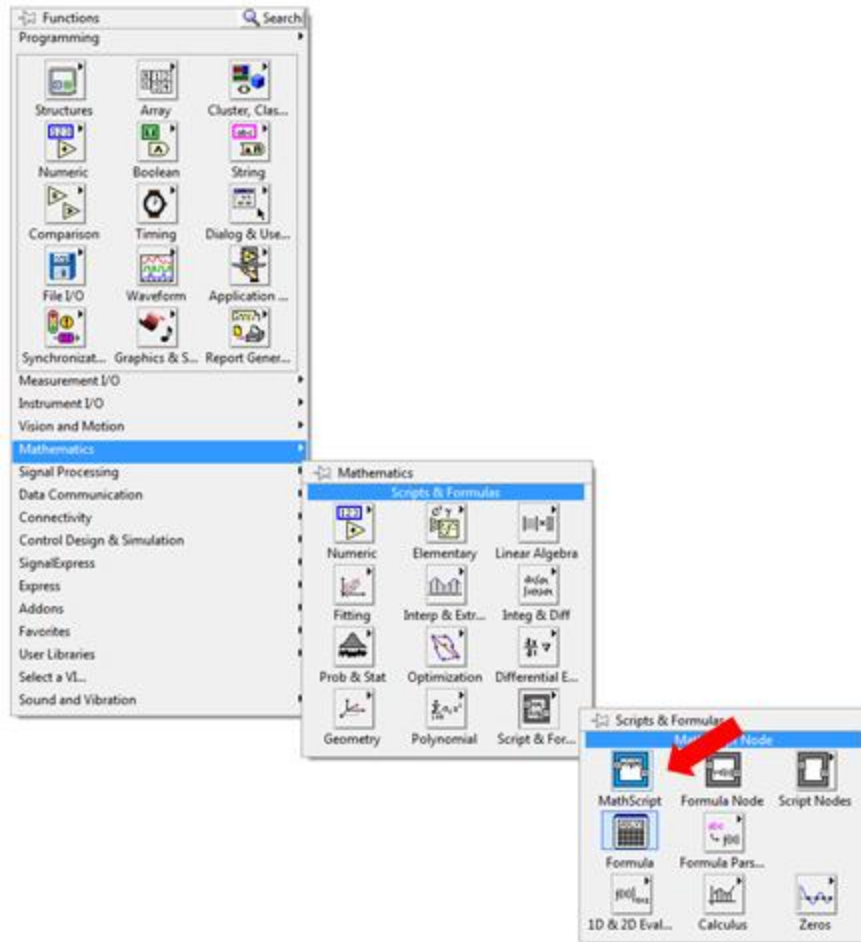


Figura 35. O MathScript Node integra o código gráfico do LabVIEW com o texto baseado no .m script.

10. Arraste um pequeno quadro na posição mostrada na figura 36.

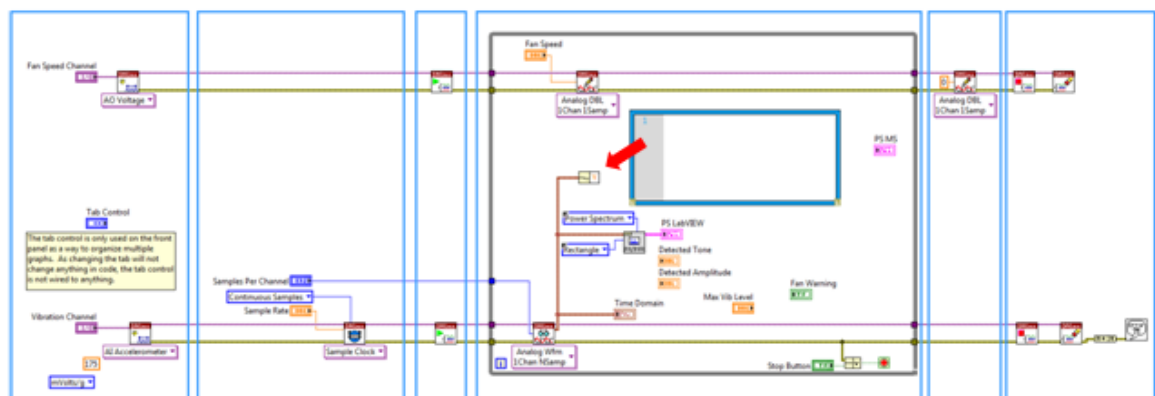
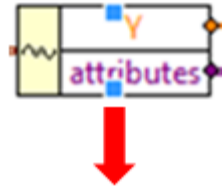


Figura 36. Quando você colocar o MathScript Node, deixe um pouco de espaço para você digitar um texto pequeno.

11. Neste exercício, você precisará usar os componentes da forma de onda do domínio do tempo. Para fazer isso, você usará o Get Waveform Attributes, que já foi colocado no

seu diagrama de blocos (seta vermelha na figura 36). Quando você passar o cursor do mouse sobre essa função, devem aparecer alças de redimensionamento. Arraste as alças para baixo.



**Figura 37. Arraste o Get Waveform Attributes para baixo para adicionar o atributo dt.**

12. Clique na parte dos atributos e selecione 'dt'. Agora você está separando os valores Y da forma de onda do domínio do tempo e a alteração do tempo entre cada um dos pontos de amostragem.
13. Antes de você fazer referência aos dados do código do LabVIEW dentro do MathScript Node, você precisa definir os valores que serão entrada e saída do nó. Para fazer isso, clique com o botão esquerdo na borda do MathScript Node e selecione Add Input. Nomeie essa entrada como 'dt'.
14. Clique com o botão direito no lado esquerdo novamente, selecione Add Input e nomeie essa entrada como 'Y'.
15. Clique com o botão direito novamente na borda e selecione Add Input. Nomeie essa outra entrada como 'dt'.

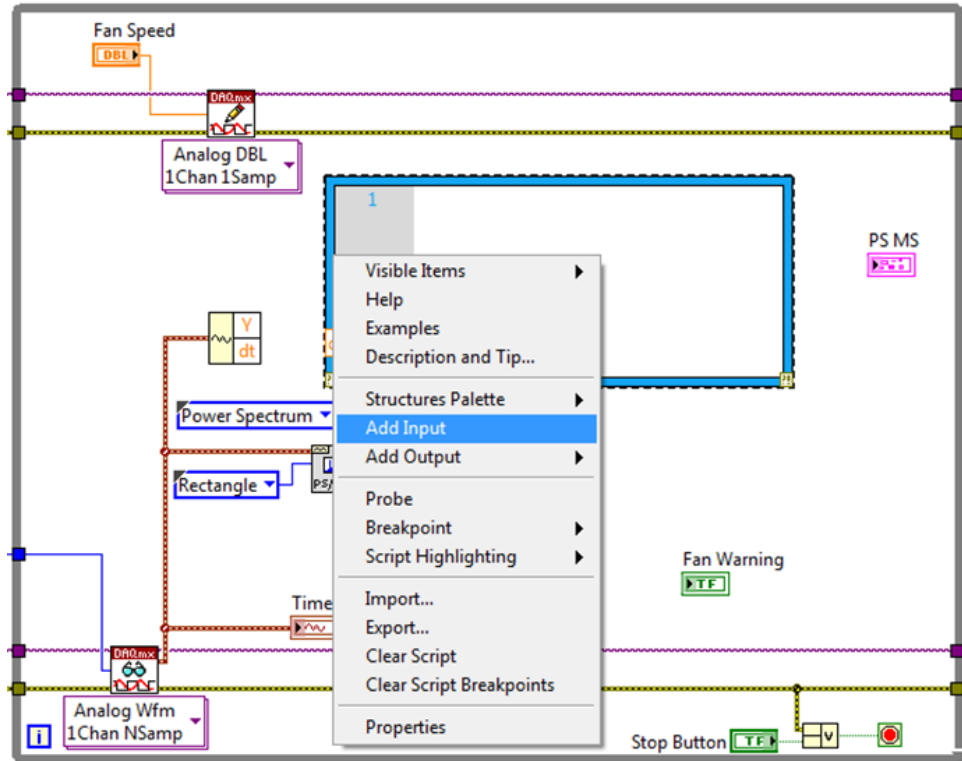


Figura 38. Adicione as entradas do MathScript Node clicando com o botão direito na borda dele.

16. Abra o `m script text.txt` no diretório dos VIs de suporte no Project Explorer do LabVIEW.
17. Quando o arquivo abrir, pressione **Ctrl+A** para selecionar todo o texto e, em seguida, pressione **Ctrl+C** para copiar.

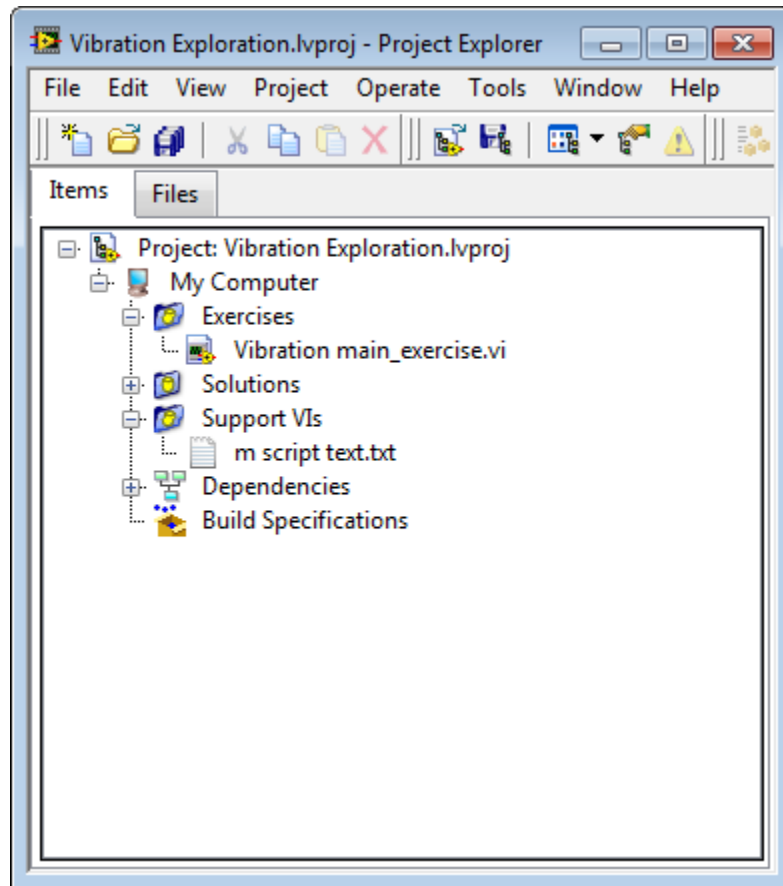


Figura 39. O m script text.txt inclui todos os passos necessários para fazer a análise de frequência usando o MathScript.

18. Navegue para o diagrama de blocos.
19. Clique com o botão esquerdo no MathScript Node e depois pressione Ctrl+v para colar o texto. Seu MathScript Node deve se assemelhar ao da figura 40.

```

1 % Calculate data parameters
2 n = length(Y);
3 df=1/(dt*n);
4 % Calculate power spectrum
5 fftm = fft(Y);
6 freq = real( (2/(n^2))*(fftm).*conj(fftm));
7 freq=freq(1,1:(n/2));

```

Figura 40. Você pode colar quaisquer funções .m script no MathScript Node para fazer matemática textual in-line com seu código gráfico.

20. Quando seu texto estiver inserido, você pode adicionar as saídas ao MathScript Node. para fazer isso, clique com o botão direito na borda do MathScript Node e selecione **Add Output»df**.

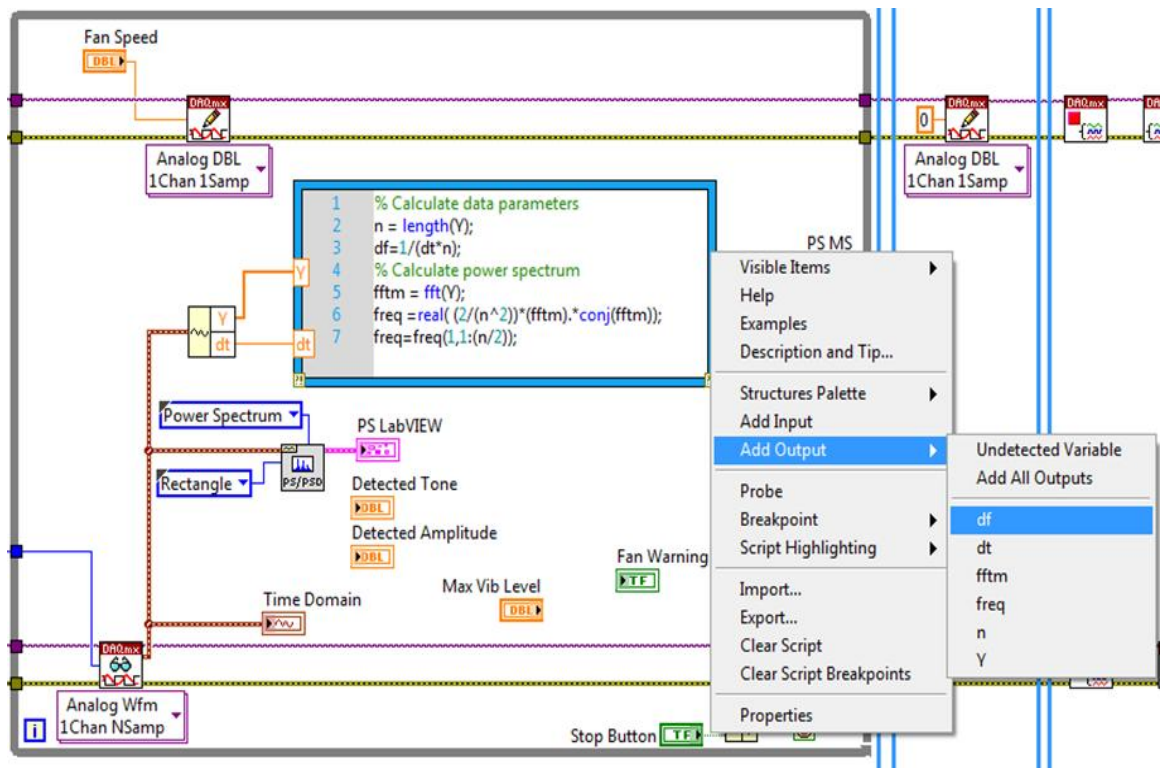


Figura 41. Clique com o botão direito na borda do MathScript Node para adicionar as entradas.

21. Clique com o botão direito na borda novamente e selecione **Add Output»freq**.

*Ao introduzir a alteração na frequência (df) e a potência dessa frequência (freq), você pode criar um gráfico para representar visualmente o espectro de potência enquanto os dados estão sendo adquiridos.*

22. Conecte as saídas do VI Get Waveform Components nas entradas respectivas do MathScript Node (à esquerda do MathScript Node), conforme ilustrado na figura 41.
23. Para criar o gráfico, você precisará agrupar os valores em um cluster (um cluster é uma forma de agrupar elementos de diferentes tipos de dados, que estão fora do escopo dessa aula, mas são integralmente abordados no treinando sob demanda). Clique com o botão direito no diagrama de blocos e selecione **Programming»Cluster, Class & Variant»Bundle**, como na figura 42.

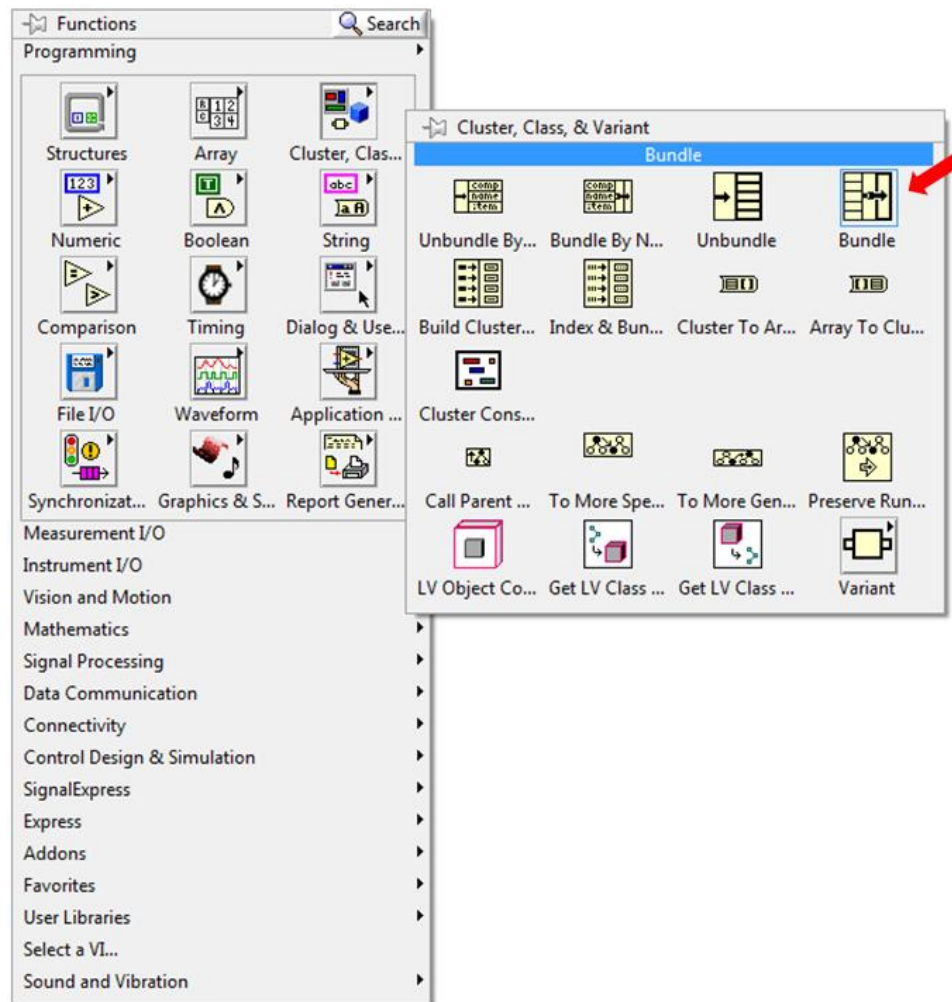


Figura 42. Use a função Bundle para combinar os elementos que você precisa para criar o gráfico.

24. Coloque essa função no local mostrado na figura 43.

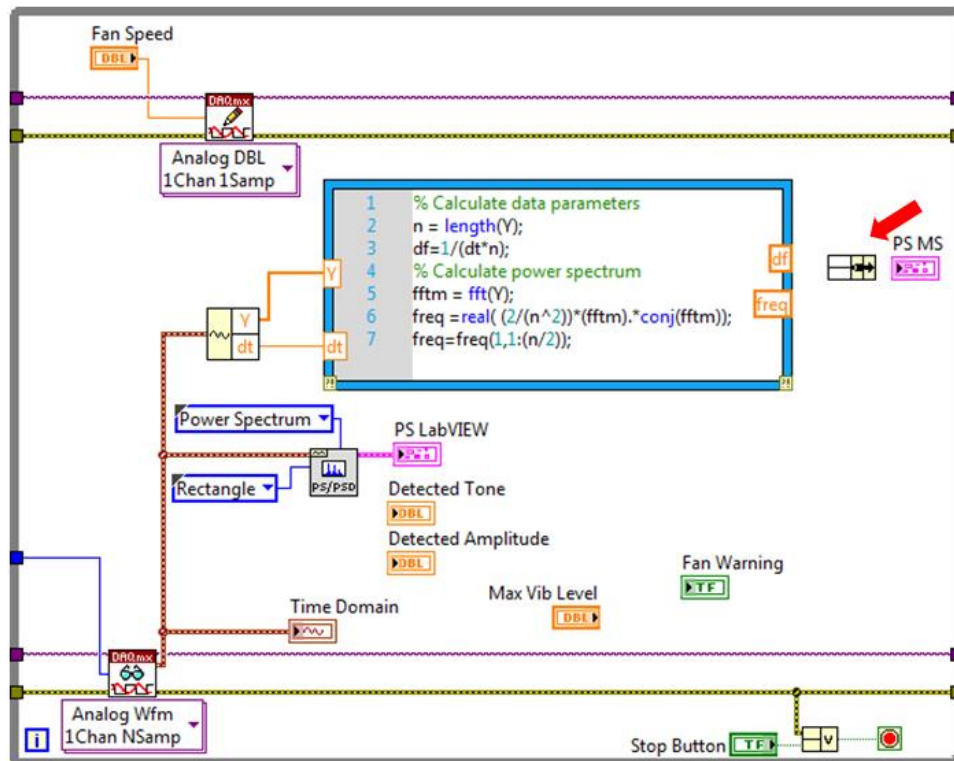


Figura 43. Coloque a função Bundle entre a entrada do gráfico PS MS e o MathScript Node.

25. Para adicionar outra entrada, passe o cursor do mouse sobre a função Bundle e depois clique e arraste o puxador que aparecer.

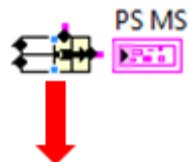


Figura 44. Arraste a entrada para baixo para adicionar outra entrada.

26. Adicione a constante zero no diagrama de blocos clicando com o botão direito no diagrama de blocos e selecionando **Programming»Numeric»DBL Numeric Constant** e coloque-a na mesma posição indicada na figura 46.



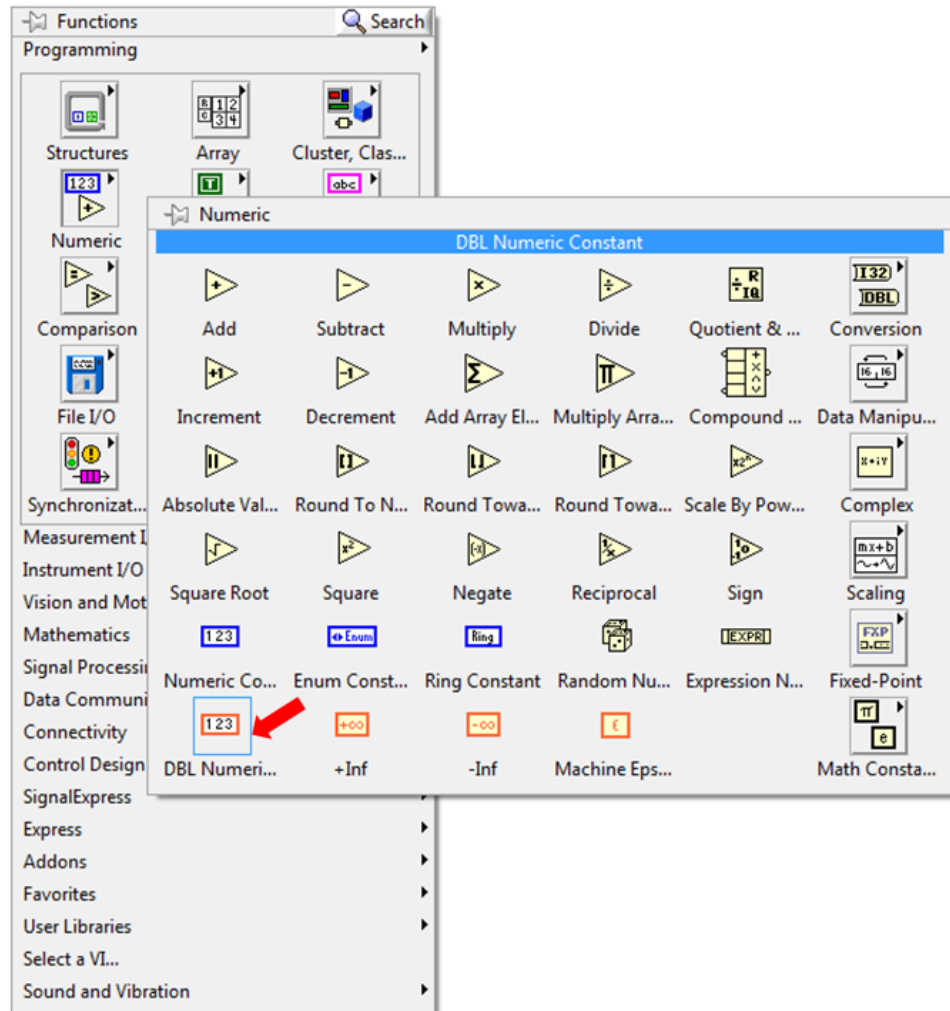


Figura 45. A constante DBL Numeric é simplesmente uma constante numérica que você pode usar no diagrama de blocos sem precisar de nenhuma entrada do painel frontal.

27. Conecte a função Bundle conforme ilustrado na figura 46.

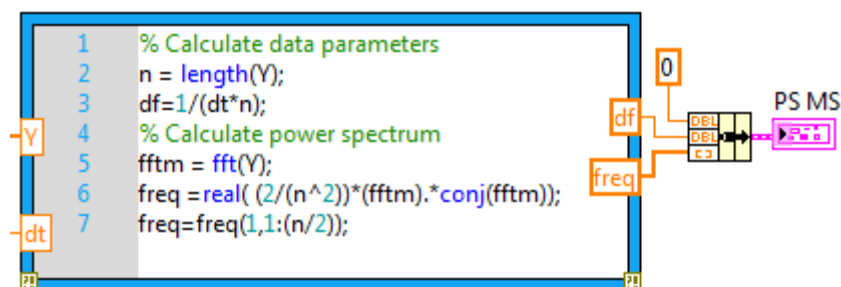


Figura 46. A função Bundle combina as funções que são tipos de dados diferentes.

28. Alterne para o painel frontal e execute o VI.

29. Tente alternar entre o domínio da frequência calculado do LabVIEW e o domínio da

frequência calculado do MathScript clicando entre as guias.

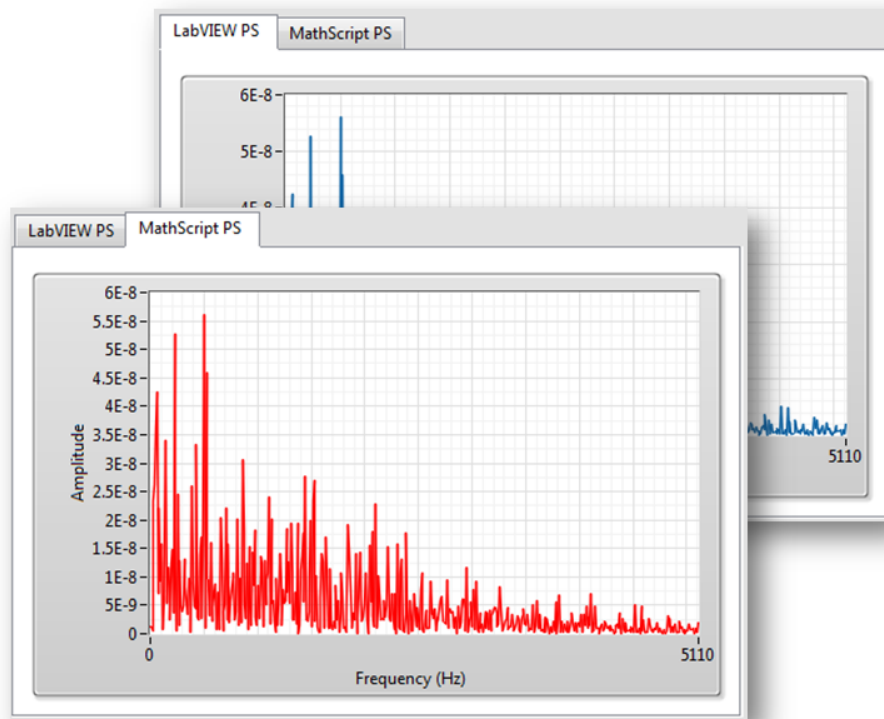


Figura 47. Os códigos do MathScript e do LabVIEW calculam e exibem exatamente o mesmo domínio da frequência.

O que você acabou de ver é a integração do código externo, baseado em texto ao ambiente gráfico do LabVIEW. Com essas ferramentas, você pode escolher a abordagem mais eficaz para lidar com um problema, seja ela baseada em texto ou gráfica, todas no mesmo ambiente LabVIEW.

30. Pare e salve o VI. Deixe esse VI aberto para o próximo exercício.

#### Parte D Alarme baseado em vibração

*Tempo estimado: 20 minutos*

*As medições com acelerômetros podem ser usadas para aplicações como teste estrutural, teste de ruído-vibração-desconforto ou diagnóstico da integridade da máquina. Para última parte desse exercício, você precisará medir a magnitude da vibração e alertar o usuário/operador quando o valor limite for excedido. Para obter informações mais detalhadas sobre a integridade da máquina e monitoramento de ativos, acesse [ni.com/mcm](http://ni.com/mcm).*

1. Para começar essa parte do exercício, navegue até o diagrama de blocos do VI Vibration Main Exercise.
2. Neste exercício, você extrairá a frequência básica e fará um teste de um limite determinado pelo usuário. Para extrair esse tom, clique com o botão direito no diagrama

de blocos e navegue até **Signal Processing»Waveform Measurements»Extract Tone**, conforme ilustrado na figura 48.

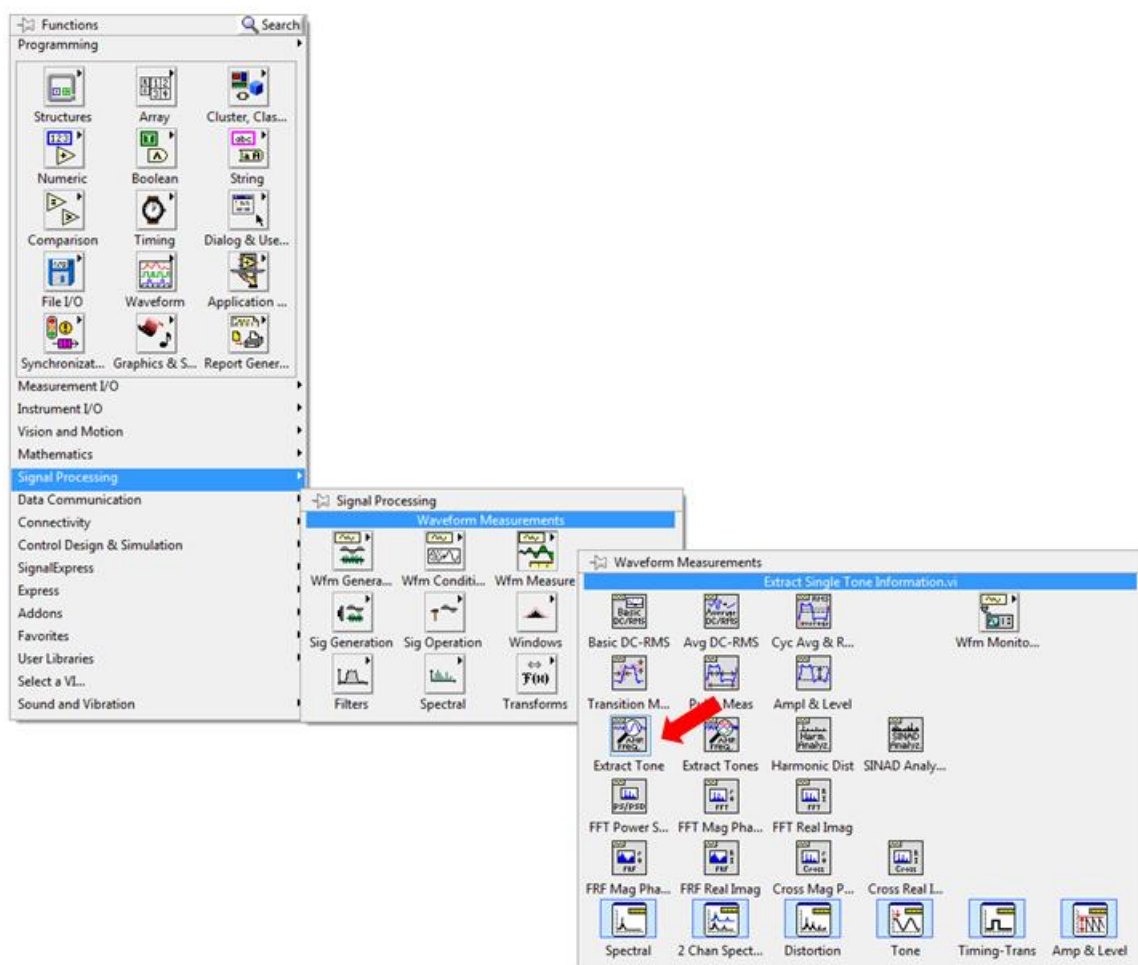


Figura 48. Selecione Extract Tone para medir a amplitude do tom de potência mais alto no domínio da frequência.

3. Coloque o VI no local indicado na figura 49 e conecte as entradas e saída conforme ilustrado. Se você precisar de ajuda para saber sobre essas diferentes entradas, pressione Ctrl+h para abrir a janela Context Help e verifique o lembrete exibido.

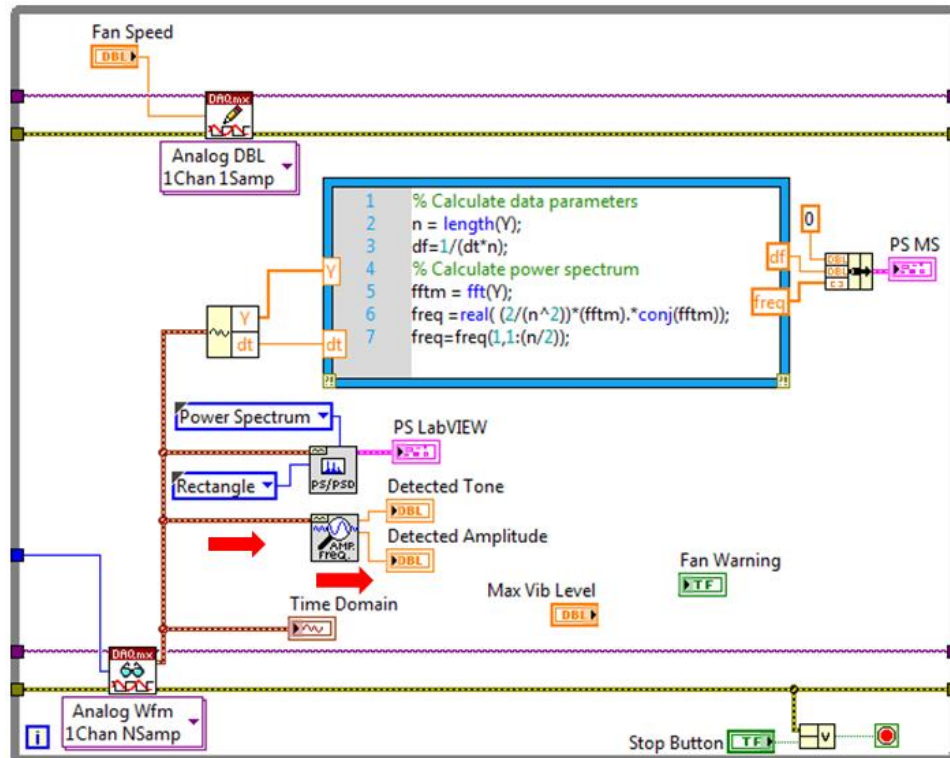


Figura 49. Conecte a forma de onda do domínio do tempo ao VI Extract Tone para obter a frequência e amplitude do tom de potência mais alto.

4. Alterne para o painel frontal.
5. Se você executar o VI, você deve ver a amplitude e tom detectados nos indicadores do painel frontal.
6. Pare a execução do VI.

*Com as informações da frequência e tom calculadas, tudo que está à esquerda é para adicionar uma comparação e alarme.*

7. Coloque a função **Greater?** da paleta Comparison (figura 50) no local indicado na figura 51.

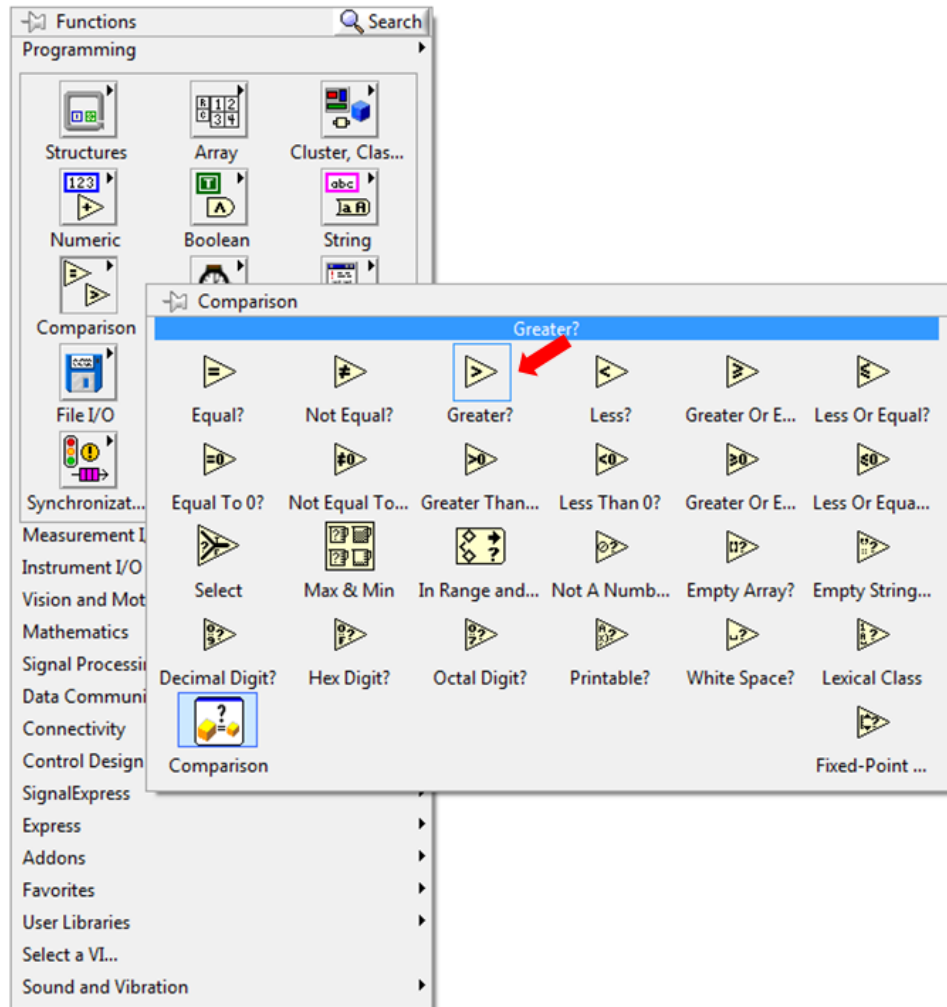


Figura 50. A função Greater? irá comparar dois números e apresentar um booleano Verdadeiro se o número superior for maior do que

8. Conecte a função **Greater?** conforme ilustrado na figura 51.

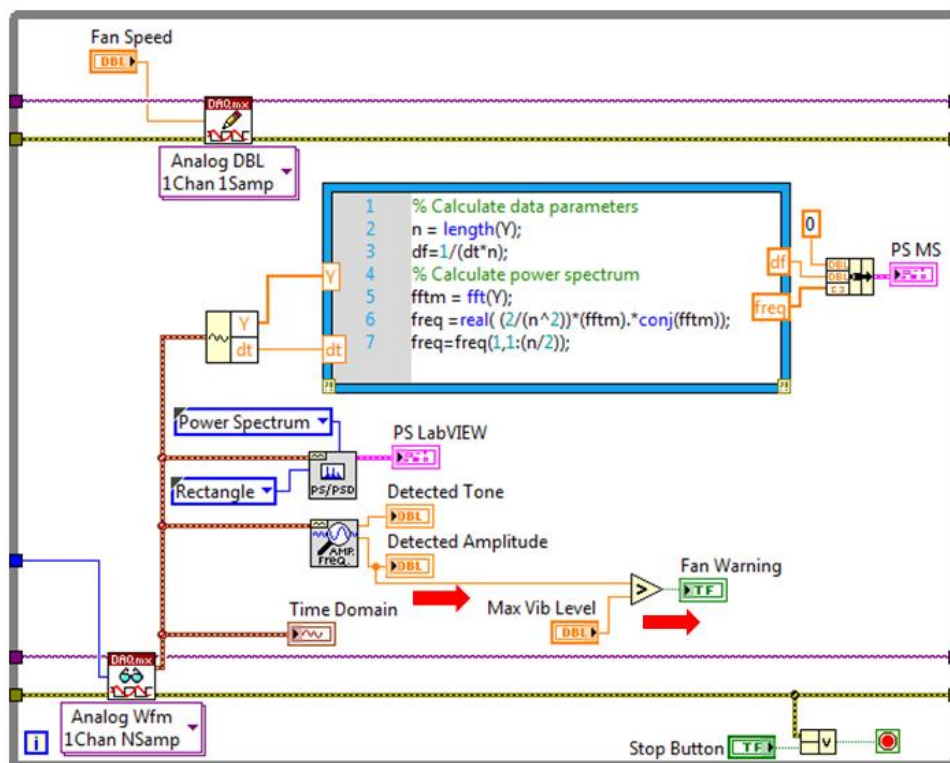


Figura 51. A função de comparação Greater? compara a amplitude do maior tom de potência com um valor especificado pelo usuário.

9. Abra o painel frontal e execute o VI. Verifique se a chave no Sound and Vibration Signal Simulator está configurada para Unbalanced Fan.
10. Modifique a velocidade da ventoinha ajustando o botão no painel frontal. Observe que em velocidades mais altas, o Fan Warning irá mostrar que há um problema na ventoinha.
11. Se você não conseguir acender o alarme da ventoinha, tente reduzir a entrada Max Vib Level (figura 52).

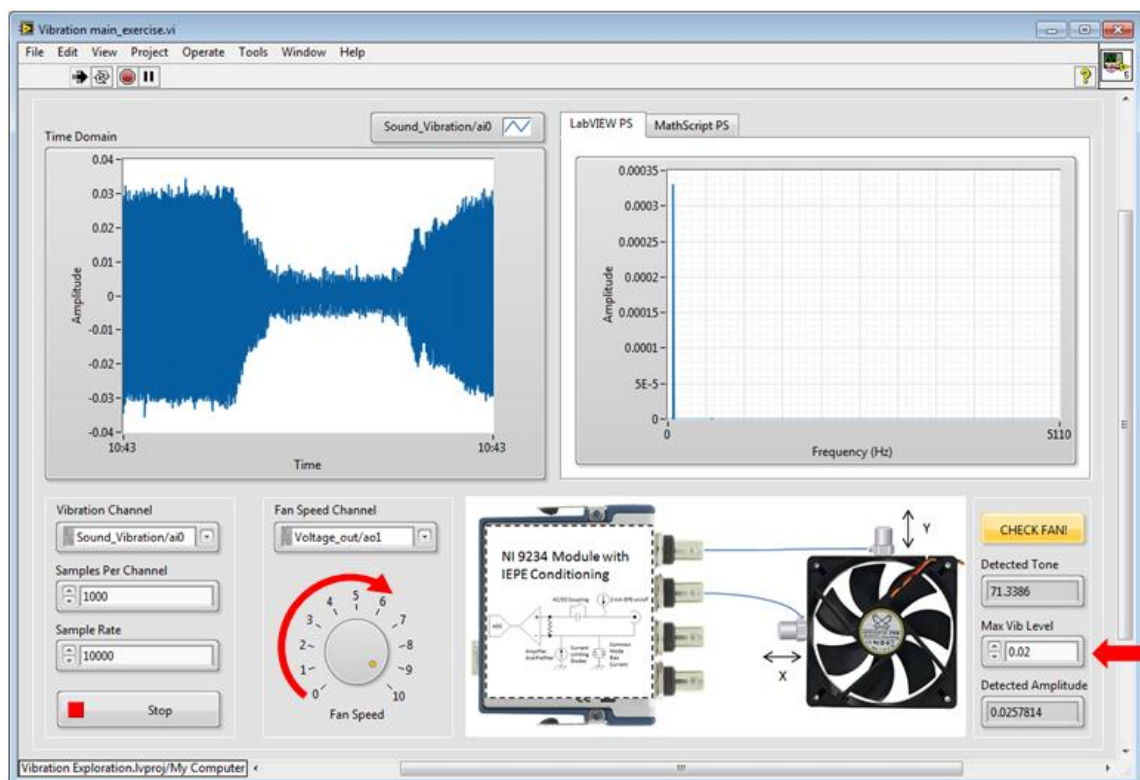


Figura 52. Esse VI deve se comportar como o 'Solution' que você abriu no início deste exercício.

12. Pare e salve o VI.

<Fim do exercício>

## Como usar tablets com os sistemas de medição



**Objetivo:**

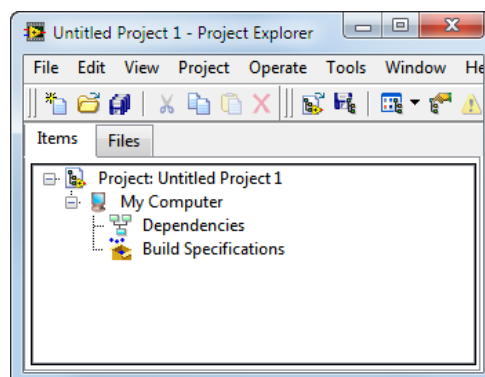
- Na primeira parte deste exercício, você escreverá um programa para controlar a velocidade de uma ventoinha e adquirir dados de acelerômetros acoplados à ventoinha.
- Na segunda parte, você usará um tablet para exibir e controlar remotamente o sistema de medição.
- Os principais conceitos incluem:
  - Medições de acelerômetro
  - Como usar o DAQ Assistant
  - Comunicação de dados
  - Como combinar tarefas de controle e medições
  - Como integrar tablets para visualização e controle

**Parte A Como medir a vibração limite de um acelerômetro e alarme**

*Tempo estimado: 20 minutos*

*Neste exercício, você irá medir a vibração de uma ventoinha usando o acelerômetro no Sound and Vibration Signal Simulator. O módulo NI 9234 apresenta quatro canais de amostragem simultâneos e pode medir sinais de acelerômetros e microfones IEPE ou de outros tipos.*

1. Selecione **Start » All Programs » National Instruments » LabVIEW <Year>** para abrir o LabVIEW, se ele não estiver aberto ainda.
2. Na janela Getting Started, selecione o botão **Create Project** ou use o menu para selecionar **File » Create Project**.
3. Na caixa de diálogo Create Project, selecione **Blank Project** e escolha **Finish** para criar um novo projeto em branco. Você deve ver a seguinte janela:



**Figura 1. Use o LabVIEW Project para organizar todos os seus VIs.**

*Com o LabVIEW Project você pode organizar e visualizar facilmente todos os arquivos que são importantes para sua aplicação incluindo VIs, documentação, arquivos de suporte e targets de desenvolvimento.*

4. Dentro da janela Project Explorer, selecione **File » New VI**.
5. Dentro da janela do painel frontal, clique com o botão direito em qualquer espaço em branco para acessar a paleta Controls.
6. Dentro da paleta Controls, selecione **Silver » Graph » Waveform Graph**.

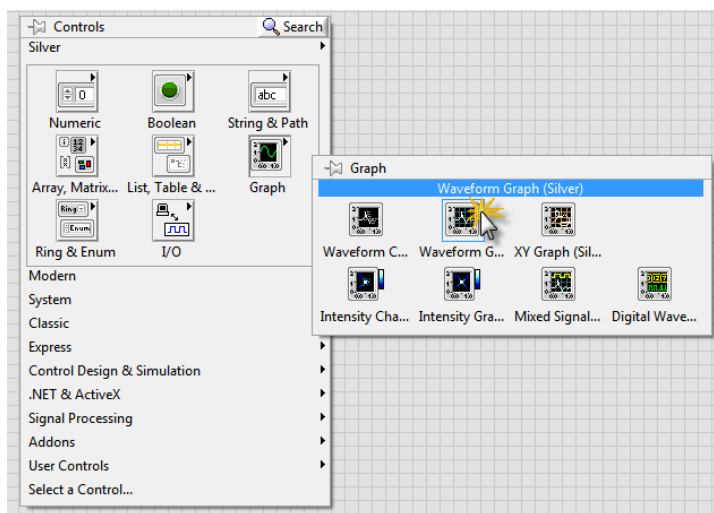


Figura 2. A paleta Controls contém todos os elementos do controle e indicador usados para preencher a interface de usuário do VI.

7. Clique com o botão esquerdo para colocar o Waveform Graph próximo à parte superior do seu painel frontal.
8. Coloque o cursor do mouse sobre o Waveform Graph até a alça de redimensionamento aparecer.
9. Clique e arraste a alça de redimensionamento para expandir o tamanho horizontal do Waveform Graph.

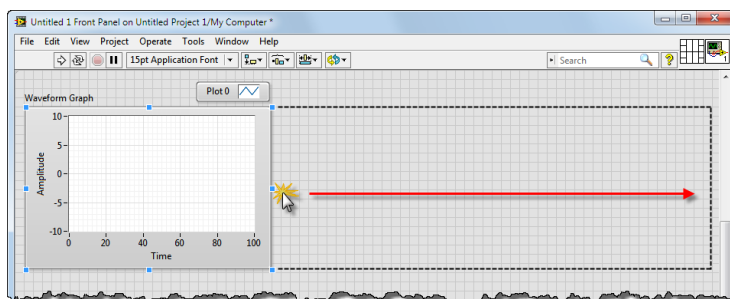


Figura 3. Use as alças de redimensionamento para customizar o tamanho do Waveform Graph.

10. Clique com o botão direito em qualquer local no Waveform Graph e use o menu de contexto para **desfazer a seleção** da opção **Y Scale » AutoScale Y**.

11. Clique duas vezes no valor máximo do eixo Y (por padrão, mais de 10) e use o teclado para alterar o valor para **0.1**.
12. Clique duas vezes no valor mínimo do eixo Y (por padrão, menos de 10) e use o teclado para alterar o valor para **-0.1**.

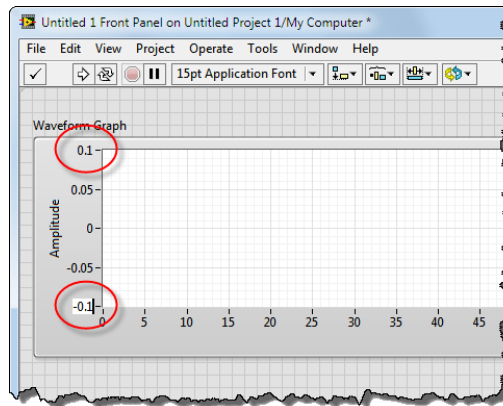


Figura 4. Redimensione o eixo Y para se adequar melhor ao sinal que será adquirido.

13. Dentro da janela do painel frontal, clique com o botão direito no espaço em branco para acessar a paleta Controls e selecione **Silver » Boolean » Stop Button**.
14. Clique com o botão esquerdo no botão Stop abaixo do Waveform Graph.
15. Dentro da janela do painel frontal, clique com o botão direito em qualquer espaço em branco para acessar a paleta Controls e selecione **Silver » Numeric » Numeric Indicator**.
16. Clique com o botão esquerdo no indicador numérico abaixo do Waveform Graph.
17. Clique duas vezes no rótulo do indicador numérico e use o teclado para renomear o indicador **RMS Value**. O painel frontal deve se assemelhar ao da imagem abaixo:

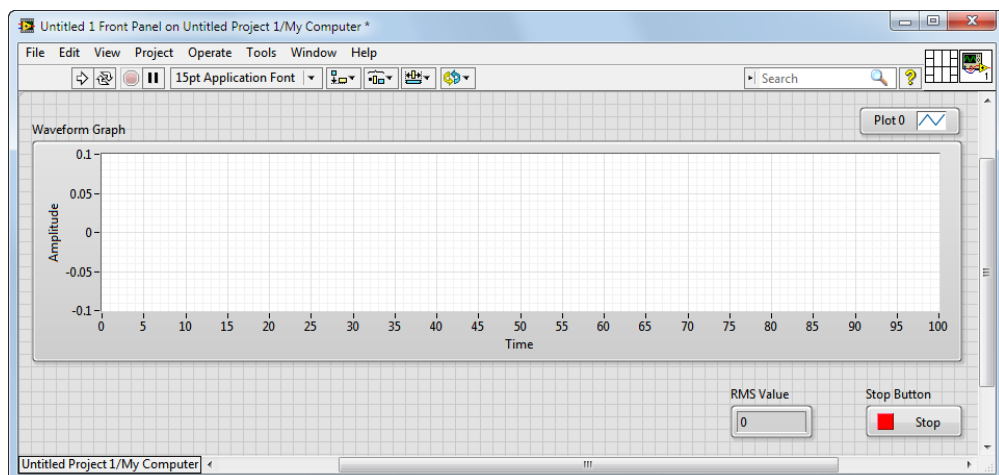


Figura 5. Painel frontal concluído do LabVIEW com todos os elementos da interface de usuário.

18. Alterne da janela do painel frontal para o diagrama de blocos usando o mouse ou

pressione o atalho do teclado <Ctrl + E>.

19. Dentro da janela do diagrama de blocos, clique com o botão direito em qualquer espaço em branco para acessar a paleta Functions e selecione **Programming » Structures » While Loop**.
20. Clique com o botão esquerdo e arraste um retângulo em torno dos três terminais do diagrama de blocos (englobando-os) e solte o botão do mouse para colocar o loop While.

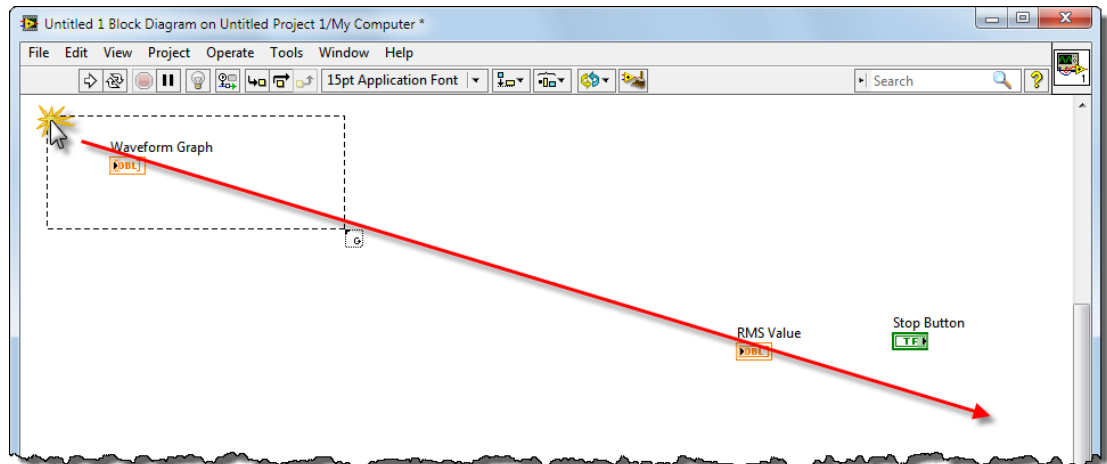


Figura 6. Desenhe um loop While que englobe os terminais do diagrama de blocos.

21. Clique com o botão direito no terminal do botão Stop próximo ao terminal condicional Stop do loop While.
22. Coloque o cursor do mouse sobre a saída do terminal do botão Stop.
23. Clique com o botão esquerdo na saída do terminal do botão Stop. Clique novamente com o botão esquerdo na entrada do terminal condicional Stop do loop While.

*Isso irá conectar os terminais para que o loop While pare de ser executado quando o usuário pressionar o botão Stop no painel frontal.*

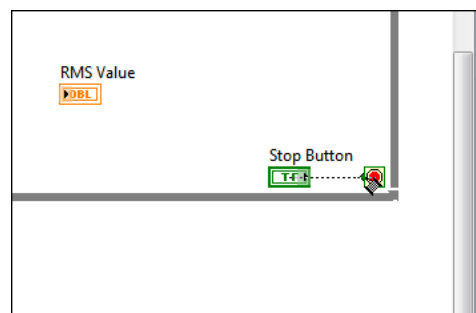


Figura 7. Conecte o botão Stop ao terminal condicional Stop do loop While.

24. Dentro do diagrama de blocos, clique com o botão direito em qualquer espaço em branco para acessar a paleta Functions e selecione **Measurement I/O » NI-DAQmx »**

## DAQ Assistant.

25. Clique com o botão esquerdo no DAQ Assistant dentro e próximo à borda esquerda do loop While.
26. Quando a caixa de diálogo 'Create New...' aparecer, selecione **Acquire Signals » Analog Input » Acceleration**.
27. Selecione o canal físico **ai1** do módulo **Sound\_Vibration (NI 9234)** e selecione **Finish**.

*Esse canal é fisicamente conectado à Aceleração em Y do acelerômetro montado dentro do NI Sound and Vibration Signal Simulator.*

28. Dentro da caixa de diálogo de configuração DAQ Assistant, modifique o **Sensitivity** para **175**.
29. Dentro da caixa de diálogo de configuração DAQ Assistant, modifique o Acquisition Mode para **Continuous Samples**.
30. Dentro da caixa de diálogo de configuração DAQ Assistant, modifique o Samples to Read para **1k**.
31. Dentro da caixa de diálogo de configuração DAQ Assistant, modifique Rate (Hz) para **10k**.

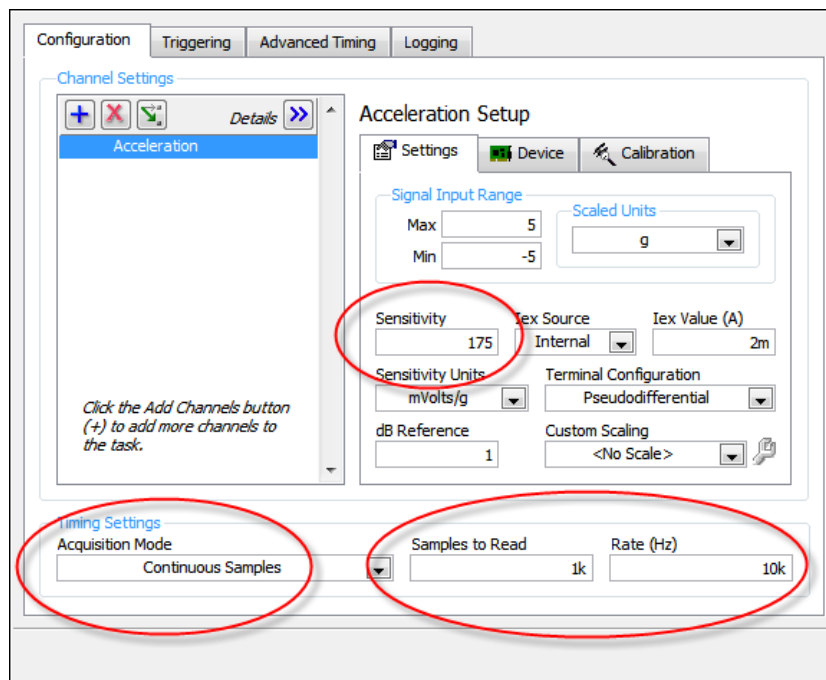


Figura 8. Customize as propriedades de temporização e sensibilidade de aquisição.

32. Selecione o botão **OK** para fechar a caixa de diálogo.

33. Clique com o botão esquerdo do mouse na saída **Data** do DAQ Assistant. Clique novamente com o botão esquerdo na entrada do Waveform Graph para conectar os dados adquiridos ao gráfico.
34. Clique com o botão direito no diagrama de blocos para acessar a paleta Functions e selecione **Express » Signal Analysis » Amplitude & Level Measurements**.
35. Clique com o botão esquerdo para colocar o VI Expresso à direita do DAQ Assistant no loop While.
36. Dentro da caixa de diálogo de configuração Configure Amplitude and Level Measurements, coloque uma marca de seleção no quadro para medição de amplitude RMS.

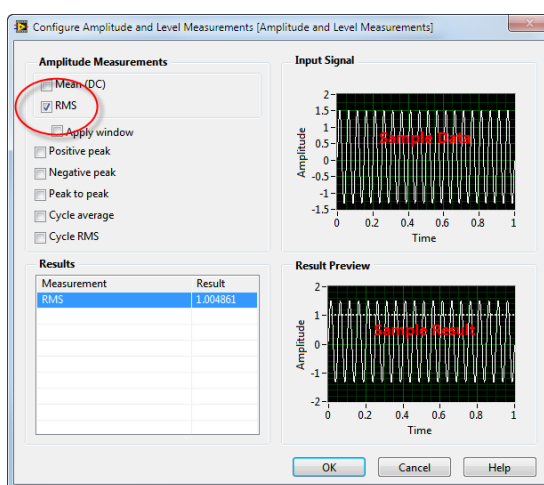


Figura 9. Adicione um cálculo para medição de amplitude RMS.

37. Selecione o botão **OK** para fechar a caixa de diálogo.
38. Clique com o botão esquerdo do mouse na saída **Data** do DAQ Assistant. Clique novamente com o botão esquerdo na saída **Signals** do VI Expresso Amplitude and Level Measurements para conectar os dados adquiridos ao cálculo de análise.
39. Clique com o botão esquerdo do mouse na saída **RMS** do VI Expresso Amplitude and Level Measurements. Clique novamente com o botão esquerdo na entrada do terminal do indicador **RMS Value** para conectar o valor do RMS ao indicador do painel frontal.
40. Agora o diagrama de blocos deve se assemelhar ao da imagem abaixo:

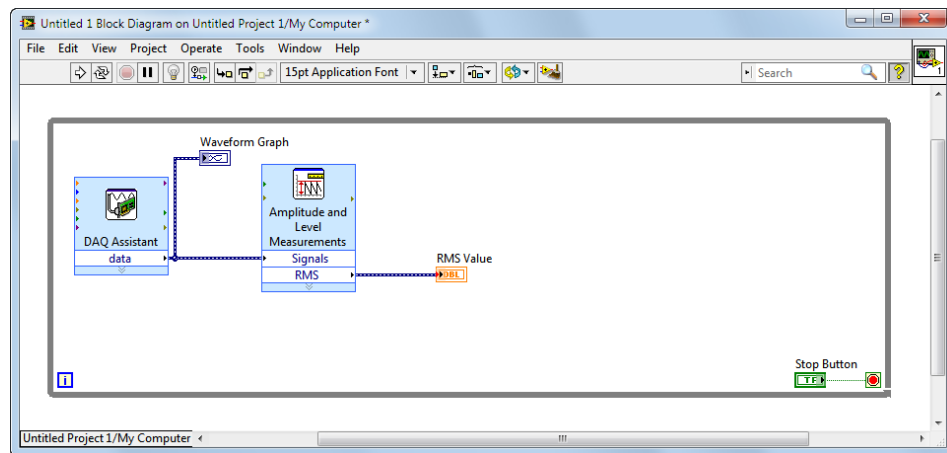


Figura 10. Diagrama de blocos para aquisição básica com acelerômetro e análise do RMS.

41. Clique com o botão direito no diagrama de blocos para acessar a paleta Functions e selecione **Measurement I/O » NI-DAQmx » DAQ Assistant**.
42. Clique com o botão esquerdo para colocar o DAQ Assistant2 à direita do VI Expresso Amplitude and Level Measurements no loop While.
43. Quando aparecer a caixa de diálogo 'Create New...', selecione **Generate Signals » Digital Output » Line Output**.
44. Selecione o canal físico **port0/line7** do módulo **Digital\_out (NI 9472)** e selecione **Finish**.

*Esse canal é fisicamente conectado ao LED vermelho, LED7, na demo box de medição do CompactDAQ.*

45. Dentro da janela de configuração DAQ Assistant, deixe tudo como padrão e selecione **OK**.
46. Clique com o botão direito no diagrama de blocos para acessar a paleta Functions e selecione **Programming » Comparison » Greater?**.
47. Clique com o botão esquerdo para colocar a função 'Greater?' à esquerda do VI Expresso DAQ Assistant2 Express.
48. Clique com o botão esquerdo na saída **RMS** do VI Expresso Amplitude and Level Measurements. Clique novamente com o botão esquerdo na entrada **X** da função 'Greater?' para conectar o valor calculado do RMS ao cálculo de comparação.
49. Clique com o botão direito na entrada **Y** da função 'Greater?' e selecione **Create » Constant** no menu de contexto.
50. Usando o teclado, altere o valor da constante numérica para **0.015**.
51. Clique com o botão esquerdo na saída **X > Y?** da função 'Greater?'. Clique com o botão

esquerdo novamente na entrada **Data** do VI Expresso DAQ Assistant2 para conectar o resultado booleano da operação de comparação à entrada digital.

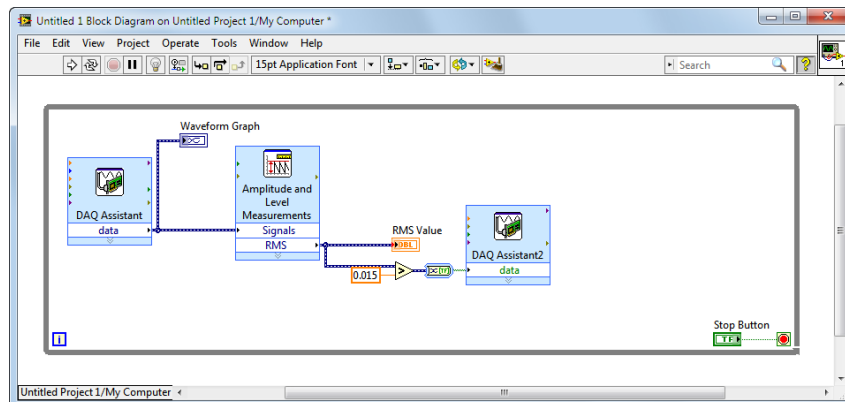


Figura 11. Se o valor do RMS for maior do que 0.015, será apresentado digitalmente um valor Verdadeiro.

52. Mude da janela do diagrama de blocos para a janela do painel frontal usando o mouse ou pressione o atalho do teclado <Ctrl + E>.
53. Na demo box de medição do hardware CompactDAQ, verifique se a chave do controle Fan Speed no Sound and Vibration Signal Simulator está configurada para **Dial**.
54. Na demo box de medição do hardware CompactDAQ, verifique se a chave do Fan Selection está configurada para **Unbalanced Fan**.
55. Selecione a **seta de execução** (→) para testar as funções do VI. Enquanto o VI estiver em execução, ajuste a velocidade da ventoinha usando 'Dial' do controle da velocidade da ventoinha do Sound and Vibration Signal Simulator.

*Quando a ventoinha gira em velocidades baixas, observe como o sinal de Aceleração em Y detectado não exibe um padrão visível e o sinal é praticamente perdido no ruído. Quando a ventoinha gira em altas velocidades, a amplitude da aceleração deve subir juntamente com o valor calculado do RMS e o sinal da Aceleração em Y deve se assemelhar a uma onda sinusoidal com 'ruído'. Além disso, o LED7 do hardware deve indicar um alto nível da vibração medida.*

*Na verdade, o sinal "com ruído" detectado é composto de **duas** ondas sinusoidais – uma representando a transformação da ventoinha e a outra representando as hélices da ventoinha.*



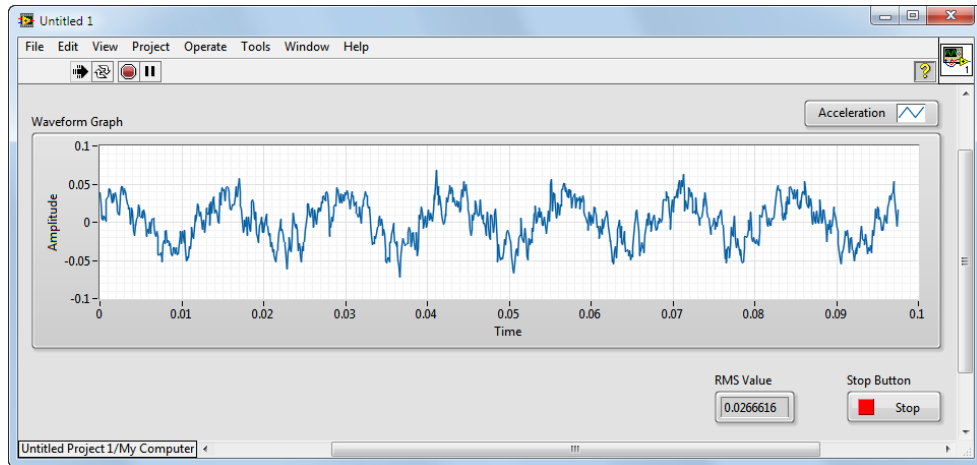


Figura 12. A Aceleração em Y é claramente sinusoidal quando está em rotação do valor máximo do RPM.

56. Selecione o botão **Stop** do painel frontal para parar a execução do VI.
57. Na janela do painel frontal, selecione **File » Save All**.
58. Quando for solicitado para nomear o projeto, use a caixa de diálogo do Windows Explorer para criar um novo subdiretório chamado **8 - Tablets** localizado dentro do diretório **C:\Seminars\LV HO\Exercises**.
59. Salve o projeto como **Tablets.lvproj** dentro do diretório **C:\Seminars\LV HO\Exercises\8 - Tablets**.
60. Quando for solicitado para nomear o VI, salve o VI como **Tablets.vi** dentro do diretório **C:\Seminars\LV HO\Exercises\8 - Tablets**. Deixe o VI aberto - você precisará dele para a próxima parte do exercício.

## Parte B Como integrar visualização móvel com tablets

*Tempo estimado: 20 minutos*

*Neste exercício, você irá integrar um tablet para visualizar os dados da Aceleração em Y e LED Alarm. Embora esse exercício tenha sido escrito usando imagens tiradas de um iPad, a funcionalidade será a mesma com um tablet Android. No entanto, as aplicações parecerão visualmente diferentes devido às diferenças nos temas e controles nativos entre os sistemas operacionais iOS e Android.*

*Esse exercício presume que seu tablet já esteja operando o aplicativo Data Dashboard for LabVIEW, versão 2.2 ou mais recente. Se não estiver instalado ainda, faça o download gratuitamente na App Store do iOS ou no Google Play.*

1. Para começar essa parte do exercício, verifique se o projeto **Tablets.lvproj** ainda está aberto. Se não estiver, localize e abra-o a partir do disco no diretório **C:\Seminars\LV**

## HO\Exercises\8 – Tablets.

2. Alterne para a janela Project Explorer do Tablets.lvproj usando o mouse.
3. Clique com o botão direito na entrada do **My Computer** dentro da estrutura de hierarquia do projeto Tablet e selecione **New » Variable** no menu de contexto.

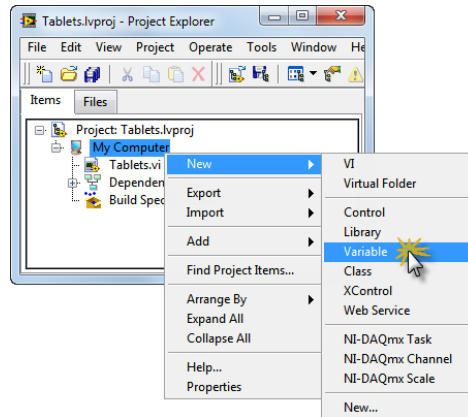


Figura 13. Adicione uma nova variável ao projeto Tablets.

4. Na caixa de diálogo Shared Variable Properties, insira **Fan Vibration** no campo Name.
5. Altere o tipo de dados para **Array of Double**.
6. Selecione o botão **OK** para fechar a caixa de diálogo Shared Variable Properties, que adicionará a shared variable Fan Vibration ao projeto.

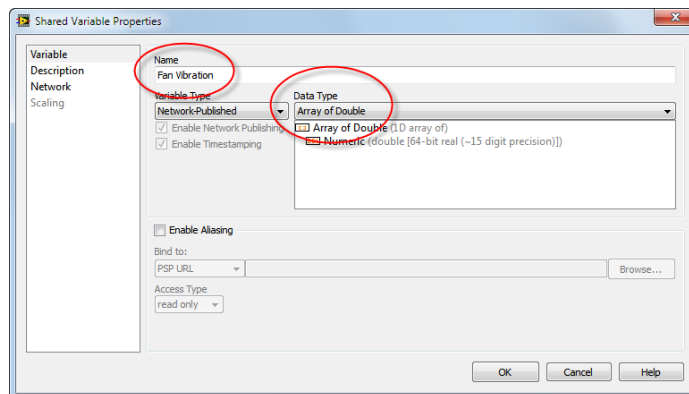


Figura 14. A variável 'Fan Vibration' enviará os dados de vibração através da rede.

7. Clique com o botão direito na entrada **Untitled Library** dentro da estrutura de hierarquia do projeto Tablets e selecione **New » Variable** no menu de contexto.
8. Na caixa de diálogo Shared Variable Properties, insira **Alert** no campo Name.
9. Altere o tipo de dados para **Boolean**.
10. Selecione o botão **OK** para fechar a caixa de diálogo Shared Variable Properties, que

adicionará a shared variable Alert ao projeto.

11. Clique com o botão direito na entrada **Untitled Library** dentro da estrutura de hierarquia do projeto Tablets e selecione **New » Variable** no menu de contexto.
12. Na caixa de diálogo Shared Variable Properties, insira **Fan Speed** no campo Name.
13. Altere o tipo de dados para **Double**.
14. Selecione o botão **OK** para fechar a caixa de diálogo Shared Variable Properties, que adicionará a variável Fan Speed ao projeto. Agora o projeto deve conter o seguinte:

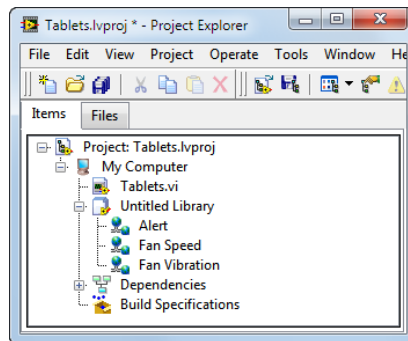


Figure 15. Agora o projeto Tablets contém três shared variables.

15. Usando o mouse, alterne da janela de projeto para o diagrama de blocos do VI Tablets. Se ele não estiver mais aberto, clique duas vezes no VI Tablets na janela do projeto, abra o VI e alterne entre as janelas do painel frontal e do diagrama de blocos pressionando o atalho do teclado **<Ctrl + E>**.
16. Organize as janelas do diagrama de blocos e do Project Explorer do LabVIEW para que você possa ver as duas janelas na tela ao mesmo tempo.
17. Dentro da janela Project Explorer do projeto Tablets, clique com o botão esquerdo e arraste a variável **Alert** e solte-a no diagrama de blocos abaixo do DAQ Assistant2 dentro do loop While.

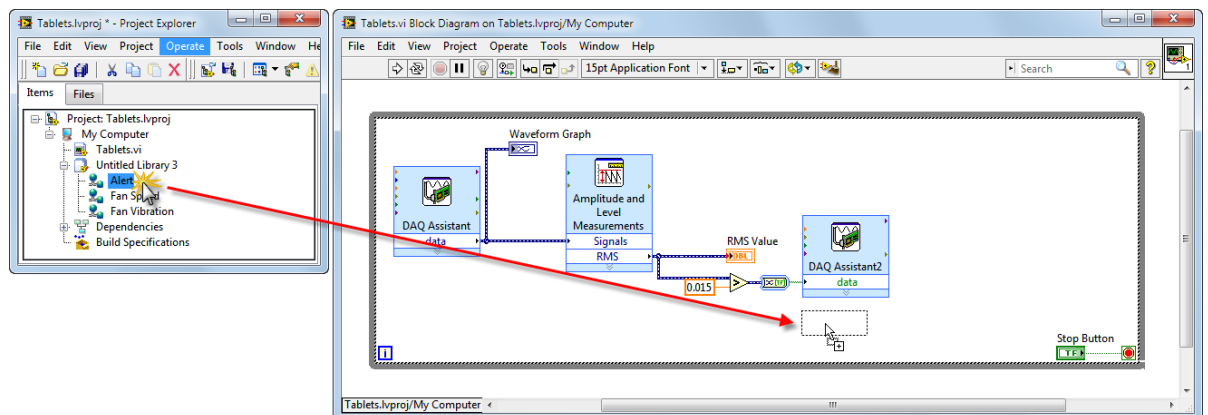


Figura 16. Arraste e solte a variável Alert no diagrama de blocos.

18. Após colocar o terminal, clique com o botão direito no terminal da shared variable **Alert** no diagrama de blocos e selecione **Access Mode » Write** no menu de contexto.

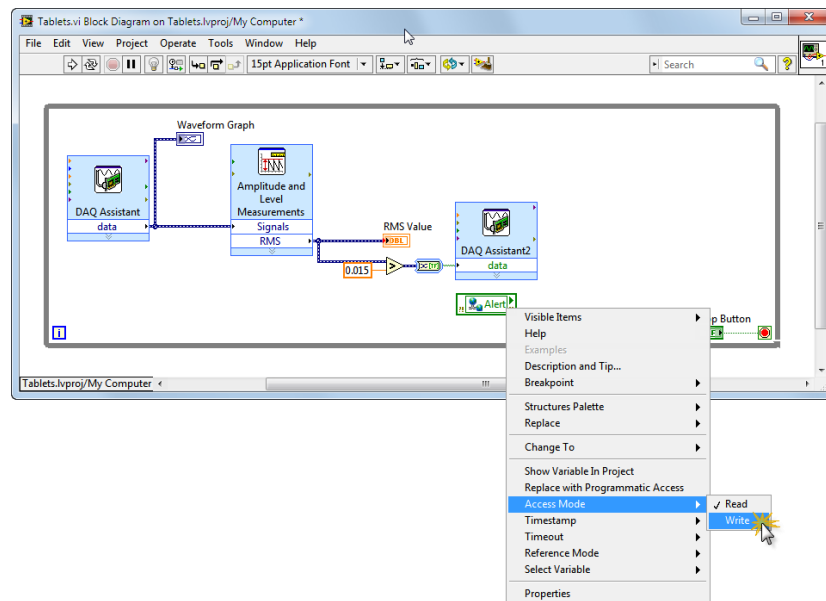


Figura 17. Alterar o Access Mode to Write permite que você envie dados à shared variable através da rede.

19. Clique com o botão esquerdo na saída **X>Y?** da função 'Greater?'. Clique com o botão esquerdo na entrada do terminal da shared variable **Alert** para conectar o resultado booleano da função 'Greater?' à shared variable para comunicar os dados através da rede.
20. Dentro da janela Project Explorer do projeto Tablets, clique com o botão esquerdo e arraste a variável **Fan Vibration** e solte-a no diagrama de blocos abaixo do VI Expresso Amplitude and Level Measurements dentro do loop While.
21. Após colocar o terminal, clique com o botão direito no terminal da shared variable Fan Vibration no diagrama de blocos e selecione **Access Mode » Write** no menu de contexto.
22. Clique com o botão esquerdo na saída **Data** do DAQ Assistant. Clique com o botão esquerdo na entrada do terminal da shared variable **Fan Vibration** para conectar os dados de vibração adquiridos à shared variable para comunicar os dados através da rede.
23. Agora o diagrama de blocos deve se assemelhar ao da imagem abaixo:

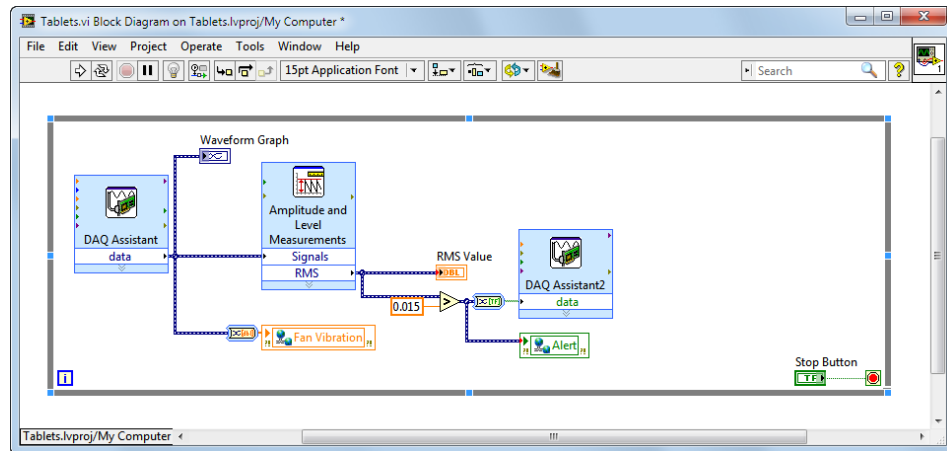



Figura 18. Além de adquirir dados de vibração e alertar após um valor limite ser excedido, dados pertinentes são publicados através da rede.

24. Dentro das janelas do diagrama de blocos e do Project Explorer, selecione **File » Save All**.
25. Quando for solicitado para nomear a Variable Library, salve a biblioteca como **Fan Variables.lvlib** dentro do diretório **C:\Seminars\LV HO\Exercises\8 - Tablets**.
26. Usando as funções de configuração de rede do seu laptop, confirme se você está conectado à rede WiFi ad hoc desse seminário. Se tiver dúvidas em como fazê-lo, fale com seu instrutor.
27. Usando as funções de configuração de dispositivo do tablet iPad ou Android, confirme se você está conectado à rede WiFi ad hoc desse seminário. Se tiver dúvidas em como fazê-lo, fale com seu instrutor.

*Se não houver nenhuma rede ad hoc disponível, verifique se os dispositivos estão conectados à mesma rede WiFi.*

28. No tablet iPad ou Android, abra o aplicativo **Data Dashboard for LabVIEW**.
29. Na janela Dashboards Overview, selecione o botão Add (  ) e escolha **New Dashboard**. Quando for solicitado, selecione o layout **Landscape**.

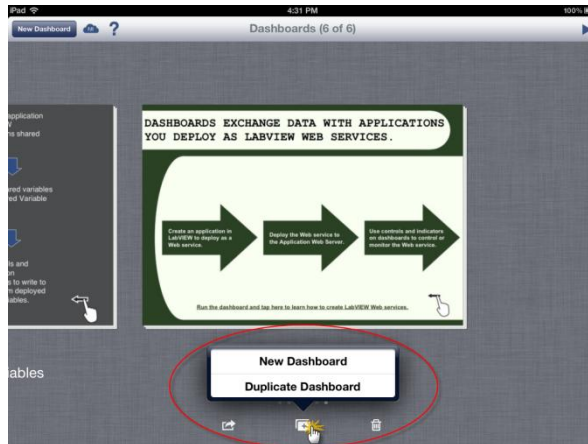



Figura 19. Com o aplicativo Data Dashboard for LabVIEW, você pode criar, gerenciar e compartilhar diversos dashboards ao mesmo tempo.

30. Na barra de menu no canto superior direito do dashboard 'Untitled 1', selecione o botão Controls and Indicators (  ) para adicionar um novo elemento da interface ao dashboard.
31. Na caixa de diálogo Controls and Indicators, selecione **Indicators**.
32. Na caixa de diálogo Indicators arraste e solte um **gráfico** na parte esquerda da tela em branco do dashboard.

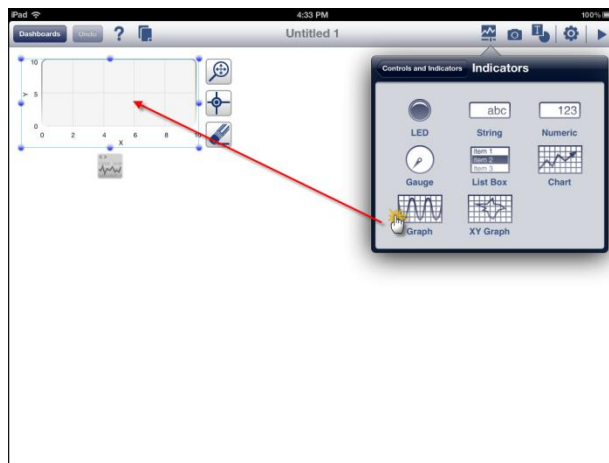


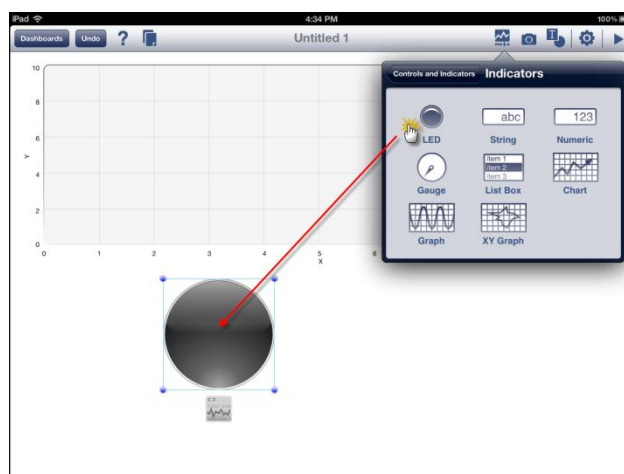



Figura 20. Com o aplicativo Data Dashboard for LabVIEW, você pode criar seus próprios layouts customizados para visualização de dados.

33. Usando as alças de redimensionamento no indicador Graph, **arraste** para expandir o tamanho do Waveform Graph para que ele ocupe aproximadamente a metade superior da parte em branco do dashboard.
34. **Toque uma vez** com seu dedo para selecionar o **Graph Indicator**.
35. Selecione o botão Properties (  ) e feche os **eixos do gráfico**.

36. Altere **Y Scale » Y Minimum** para **-0.1** e **Y Scale » Y Maximum** para **0.1**.
37. Mude a chave de duas posições **Y Scale » Y Autoscale** para a posição **Off**.
38. Na barra de menu no canto superior direito do dashboard 'Untitled 1', selecione o botão Controls and Indicators (  ) para adicionar um novo elemento da interface ao dashboard.
39. Na caixa de diálogo Controls and Indicators, selecione **Indicators**.
40. Na caixa de diálogo Indicators arraste e solte um **LED** na parte inferior esquerda da tela em branco do dashboard.
41. Usando as alças de redimensionamento no indicador LED **arraste** para expandir o tamanho do LED.



**Figura 21. Adicione e redimensione um indicador LED na parte inferior esquerda da tela em branco do dashboard.**

42. Na barra de menu no canto superior direito do dashboard 'Untitled 1', selecione o botão Image (  ) para adicionar um novo elemento de imagem ao Dashboard.
43. Na caixa de diálogo Photo, selecione **Take Photo**.
44. Usando a câmera do tablet, tire uma foto da configuração do hardware físico.
45. Na caixa diálogo Preview, selecione Retake se você quiser substituir a foto. Quando você estiver satisfeito, selecione **Use**.
46. Usando as alças de redimensionamento na nova imagem fotográfica, **arraste** para reduzir o tamanho da foto.
47. Arraste a imagem fotográfica reorganizando-a no o canto direito inferior da tela do dashboard.

48. Agora seu dashboard deve se assemelhar à imagem abaixo:

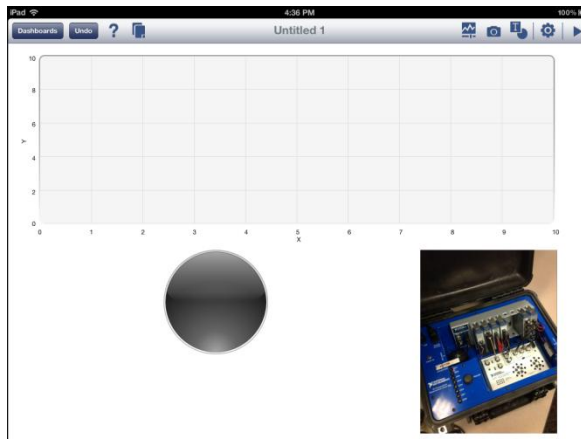


Figura 22. Adicionar uma foto da configuração do hardware físico é uma boa forma de lembrar como as coisas estavam conectadas quando você estiver usando um tablet para monitorar remotamente um sistema.

49. Toque **uma vez** com seu dedo para selecionar o **Graph Indicator**.

50. Selecione o **Data Link Adorner** () que aparece logo abaixo do indicador Graph.

51. Na caixa diálogo Connect, selecione **Shared Variables**.

52. No computador, use o mouse para selecionar a janela Project Explorer do LabVIEW para o projeto Tablets.

53. Clique com o botão direito na biblioteca da shared variable **Fan Variables.lvlib** e selecione **Deploy All** no menu de contexto.

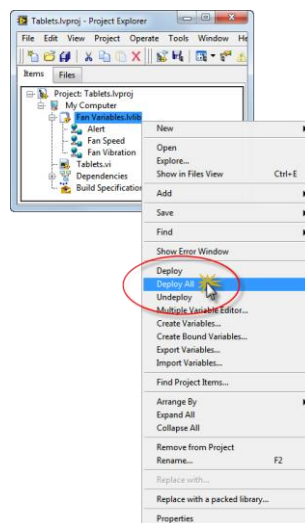


Figura 23. Implantar a biblioteca publica as shared variables para acesso na rede.

54. Quando aparecer a caixa de diálogo Deployment Progress, permita que a shared variable



seja totalmente implantada.

55. Anote o **endereço IP** apresentado dentro da caixa de diálogo Deployment Progress. Esse é o endereço IP do computador que você está trabalhando, que servirá de host para as shared variables. **Observação:** o endereço IP será diferente daquele mostrado na figura 24.

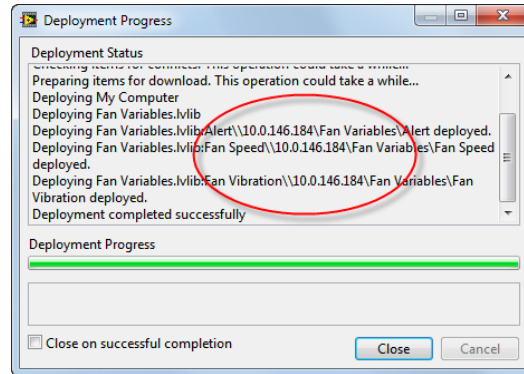


Figura 24. Seu computador é representado pelo endereço IP listado na caixa de diálogo Deployment Progress e servirá de host para as shared variables na rede.

*Se a caixa de diálogo Deployment Progress, for exibida, mas desaparecer rapidamente, pode ser que a caixa de seleção Close on Successful Completion esteja selecionada. Se for esse o caso, determine o endereço IP do seu computador digitando o comando ipconfig dentro do Windows Command Prompt localizado em Start » All Programs » Command Prompt.*

56. No tablet, digite o tipo de endereço IP do seu computador no campo **New Server** dentro da caixa de diálogo Shared Variables.
57. Selecione o botão **Connect** para conectar-se ao host da shared variable no servidor.



Figura 25. Cuide para digitar o endereço IP do seu computador exatamente da mesma forma como ele aparece na caixa de diálogo Deployment Progress do LabVIEW.

58. Quando o aplicativo Data Dashboard for LabVIEW se conectar com sucesso ao host da

shared variable em seu computador, selecione a biblioteca da shared variable **Fan Variables**.

59. Dentro da biblioteca da shared variable Fan Variables, selecione a variável **Fan Vibration**.

*O aplicativo filtrará automaticamente as variáveis disponíveis dentro da biblioteca para exibir apenas as variáveis cujo tipo de dados corresponde ao elemento do controle e indicador que você está tentando conectar com uma fonte de dados. Mesmo que haja três variáveis implantadas em sua biblioteca da shared variable Fan Variables, apenas a variável Fan Vibration – um array de tipo de dados numérico – pode ser exibida no indicador Graph.*

60. A caixa de diálogo Shared Variables irá fechar e o Data Link Adorner do indicador Graph ficará na cor verde indicando uma conexão bem sucedida com uma fonte de dados, conforme ilustrado na figura 26.

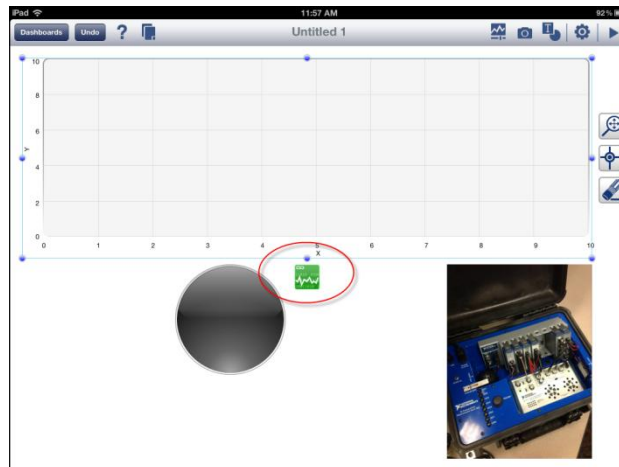


Figura 26. Quando um elemento da interface é conectado com sucesso a uma fonte de dados, o Data Link Adorner fica verde.

61. **Toque** com seu dedo uma vez para selecionar o **LED Indicator**.

62. Selecione o **Data Link Adorner** (  ) que aparece logo abaixo do LED Indicator.

63. Na caixa diálogo Connect, selecione **Shared Variables**.

64. Na caixa de diálogo Shared Variables, selecione o endereço IP do seu computador.

65. Quando o aplicativo Data Dashboard for LabVIEW se conectar com sucesso ao host da shared variable em seu computador, selecione a biblioteca da shared variable **Fan Variables**.

66. Dentro da biblioteca da shared variable Fan Variables', selecione a variável **Alert**.

67. Selecione o botão **Run Dashboard** (  ) para iniciar o dashboard.

68. Observe que não há dados sendo exibidos – a aplicação Tablets não está em execução.

69. No computador, abra a aplicação do VI Tablets e selecione a **seta de execução** (↗) para testar as funções do VI. Quando a caixa de diálogo Deploy Progress aparecer, selecione **Close**.
70. Observe que enquanto a aplicação está sendo executada, os dados aparecem com sucesso no tablet.
71. Enquanto o VI estiver em execução, ajuste a velocidade da ventoinha usando 'Dial' do controle de velocidade da ventoinha do hardware Sound and Vibration Signal Simulator.
72. Observe que enquanto a ventoinha está oscilando em baixa velocidade o LED Alert está desligado. Quando a ventoinha está oscilando em altas velocidades, o valor do RMS calculado excede o valor limite configurado (0.015) e liga o LED Alert, conforme ilustrado na figura 27.

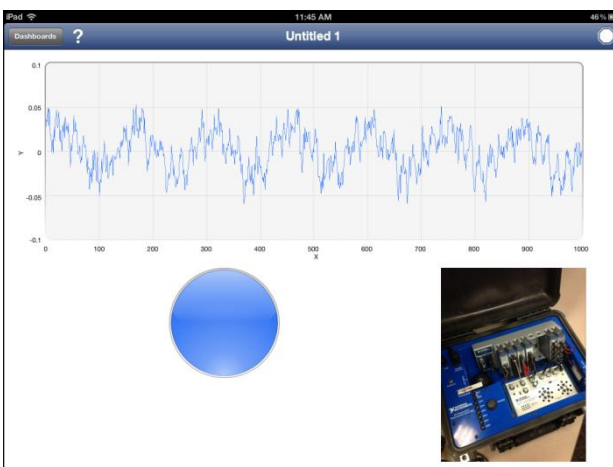


Figura 27. Quando a ventoinha está oscilando a um RPM alto, o sinal exibe um padrão visível e o LED Alert é ligado.

73. Pressione o botão Stop (⏏) para parar a execução do dashboard.

## Parte C

74. No computador, use o mouse para selecionar o botão **Stop** do painel frontal para parar a execução do VI.
75. Na janela do painel frontal, selecione **File » Save All**. Deixe o VI e o aplicativo Data Dashboard for LabVIEW abertos - você precisará dos dois para a próxima parte do exercício.

*O aplicativo Data Dashboard for LabVIEW apresenta muitas oportunidades adicionais para customização. Se você quiser explorar o aplicativo, fique à vontade para tentar customizar coisas como a aparência e layout do dashboard ou temas e propriedades do indicador.*

## Como usar um tablet para controlar remotamente um sistema de medição

Tempo estimado: 10 minutos

Neste exercício, você aumentará sua aplicação para usar o tablet para controle remoto do sistema de aquisição de dados. Embora esse exercício tenha sido escrito usando imagens tiradas de um iPad, a funcionalidade será a mesma com um tablet Android. No entanto, as aplicações parecerão visualmente diferentes devido às diferenças nos temas e controles nativos entre os sistemas operacionais iOS e Android.

Esse exercício presume que seu tablet já esteja operando o aplicativo Data Dashboard for LabVIEW, versão 2.2 ou mais recente. Se não estiver instalado ainda, faça o download gratuitamente na App Store do iOS ou no Google Play.

1. Para começar essa parte do exercício, verifique se o projeto Tablets.lvproj ainda está aberto. Se não estiver, localize e abra-o a partir do disco no diretório **C:\Seminars\LV\HO\Exercises\8 – Tablets**.
2. Alterne para a janela Project Explorer do Tablets.lvproj usando o mouse.
3. Organize as janelas do diagrama de blocos e do Project Explorer do LabVIEW para que você possa ver as duas janelas na tela ao mesmo tempo.
4. Dentro da janela Project Explorer do projeto Tablets, clique com o botão esquerdo e arraste a variável **Fan Speed** e solte-a no diagrama de blocos abaixo do DAQ Assistant2 dentro do loop While.

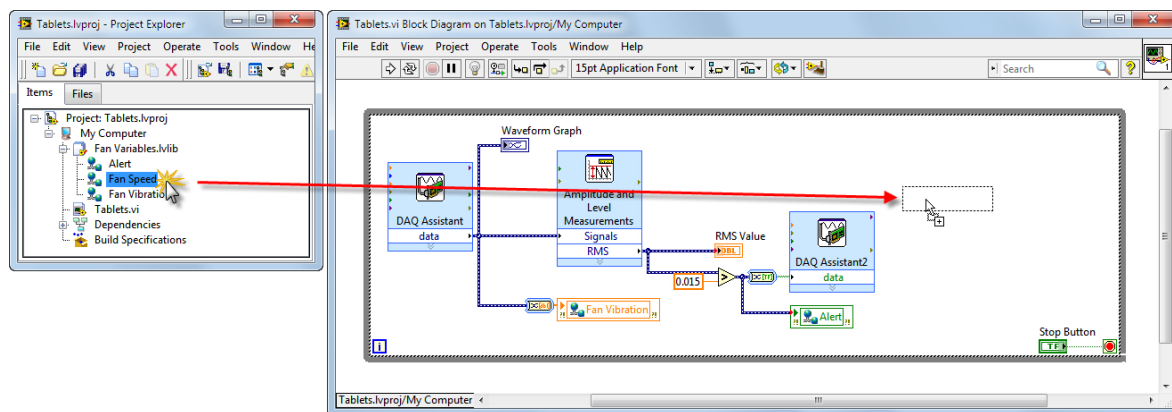


Figura 28. Arraste e solte a variável Alert no diagrama de blocos.

5. Clique com o botão direito no diagrama de blocos para acessar a paleta Functions e selecione **Measurement I/O » NI-DAQmx » DAQ Assistant**.
6. Clique com o botão esquerdo para colocar o DAQ Assistant3 no canto direito superior dentro do loop While, à direita do terminal da shared variable Fan Speed.
7. Quando a caixa de diálogo 'Create New...' aparecer, selecione **Generate Signals » Analog**

## Output » Voltage.

8. Selecione o canal físico **ao1** do módulo **Voltage\_out (NI 9263)** e selecione **Finish**.

*Esse canal é conectado fisicamente ao BNC de controle de velocidade da ventoinha do hardware Sound and Vibration Signal Simulator dentro da demo box de medição do CompactDAQ.*

9. Dentro da janela de configuração DAQ Assistant, altere o Timing Settings **Generation Mode** para **1 Sample (On Demand)** e selecione **OK** para fechar a caixa de diálogo.
10. Clique com o botão esquerdo no terminal da shared variable Fan Speed. Clique com o botão esquerdo novamente na entrada do VI Expresso **DAQ Assistant3** para conectar os dados da shared variable à entrada analógica para controlar a velocidade da ventoinha.
11. Agora o diagrama de blocos deve se assemelhar a imagem abaixo:

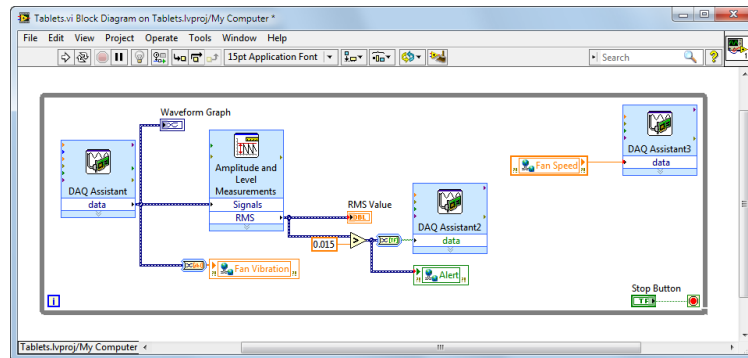


Figura 29. Diagrama de blocos finalizado para o projeto Tablets.

12. Dentro das janelas do diagrama de blocos e do Project Explorer, selecione **File » Save All**.
13. No tablet iPad ou Android, alterne para o aplicativo **Data Dashboard for LabVIEW**.
14. Na barra de menu no canto superior direito do dashboard 'Untitled 1', selecione o botão **Controls and Indicators** para adicionar um novo elemento da interface ao dashboard.
15. Na caixa de diálogo Controls and Indicators, selecione **Controls**.
16. Na caixa de diálogo Controls arraste e solte um **Slider** na parte inferior esquerda da tela em branco do dashboard.
17. Usando as alças de redimensionamento no controle Slider, **arraste** para expandir o tamanho do Slider para que ele ocupe a metade inferior esquerda da parte em branco do dashboard.
18. Agora seu dashboard deve se assemelhar à imagem abaixo:

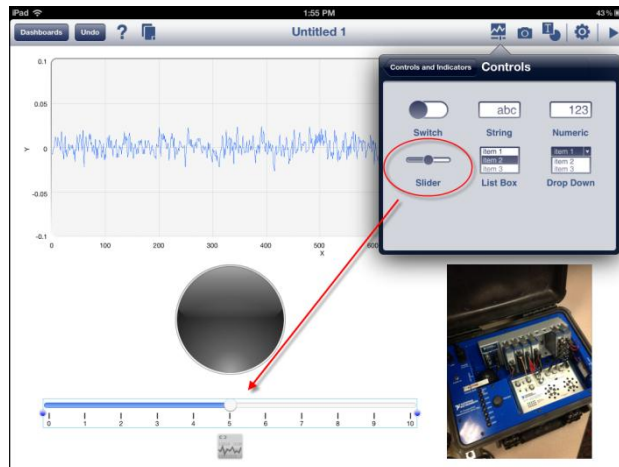



Figura 30. Arraste, solte e redimensione um controle Slider no dashboard.

19. Toque uma vez com seu dedo para selecionar o **Slider Control**.
20. Selecione o botão Properties (⚙️).
21. Altere a chave de duas posições **Update While Dragging** para a posição **On**.
22. Selecione **Data Range**.
23. Altere o valor **Maximum** para 5.
24. Selecione o **Data Link Adorner** (🔗) que aparece logo abaixo do controle Slider.
25. Na caixa diálogo Connect, selecione **Shared Variables**.
26. Na caixa de diálogo Shared Variables, selecione o endereço IP do seu computador.
27. Quando o aplicativo Data Dashboard for LabVIEW se conectar com sucesso ao host da shared variable em seu computador, selecione a biblioteca da shared variable **Fan Variables**.
28. Dentro da biblioteca da shared variable Fan Variables, selecione a variável **Fan Speed**.
29. Selecione o botão **Run Dashboard** (▶️) para iniciar o dashboard.
30. Observe que não há dados sendo exibidos – a aplicação Tablets não está em execução.
31. No computador, abra a aplicação do VI Tablets e selecione a **seta de execução** (➡️) para testar as funções do VI. Quando a caixa de diálogo Deploy Progress aparecer, selecione **Close**.
32. Observe que enquanto a aplicação está sendo executada, os dados aparecem com sucesso no tablet.

33. Enquanto o VI estiver em execução, ajuste a velocidade da ventoinha usando 'Dial' do controle de velocidade da ventoinha do hardware Sound and Vibration Signal Simulator. Observe que o dashboard ainda exibe dados no indicador Graph e no indicador LED.
34. Na demo box de medição do hardware CompactDAQ, verifique se a chave do controle Fan Speed no Sound and Vibration Signal Simulator está configurada para **BNC**.
35. Usando o controle Slider no dashboard de dados, ajuste remotamente a velocidade da ventoinha. Observe que a velocidade da ventoinha reage apropriadamente.
36. Pressione o botão Stop () para parar a execução do dashboard.
37. No computador, use o mouse para selecionar o botão **Stop** do painel frontal para parar a execução do VI.
38. Na janela do painel frontal, selecione **File » Save All**. Feche o VI e o aplicativo Data Dashboard for LabVIEW.

*<Fim do exercício>*