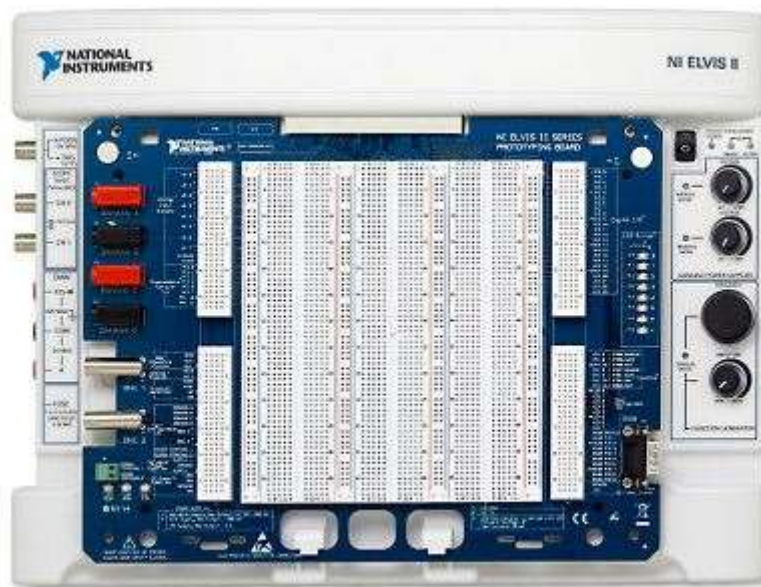


# Tutorial Geral

## Laboratório de Circuitos Elétricos

### 1. Objetivo

Familiarizar o usuário ao ambiente e as ferramentas disponíveis de forma a capacitá-lo a trabalhar com a plataforma em toda a sua potencialidade. Apresentar o NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite (NI ELVIS), demonstrando como poderá ser utilizado para medir propriedades de componentes elétricos. Também tem como objetivo mostrar como você pode usar o Multisim para projetar e simular um circuito antes de construir o circuito na estação de trabalho NI ELVIS II e controlá-lo com o programa LabVIEW.



**Figura 1:** NI Elvis

### 2. Introdução

O NI ELVIS (National Instruments Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite) é uma plataforma de projeto e prototipagem prática que integra os 12 instrumentos utilizados com mais frequência em um formato compacto – incluindo osciloscópio, multímetro digital, gerador de funções, analisador de bode, etc - e ideal para laboratório e salas de aula, pois é um material com formato compacto.

É conectado ao PC através de uma conexão USB, fornecendo uma aquisição e exibição das medições de forma rápida e fácil, baseado no software de projeto gráfico de sistemas. Com os 12 instrumentos utilizados com mais frequência, disponíveis em uma única plataforma, o NI Elvis elimina a necessidade de comprar múltiplos instrumentos para uma aplicação, como no caso do laboratório, um multímetro digital, gerador de funções, osciloscópios e uma fonte de tensão, estão disponíveis na mesma plataforma.

### 3. Os 12 Instrumentos disponíveis:

1. Digital Multimeter (DMM): O Multímetro digital, mais comum e versátil que se pode encontrar em uma bancada de eletrônica. Permite medições de tensões DC e AC, correntes DC e AC, resistência, capacitância, indutância, teste de diodos e continuidade. Pode ser acessado através da matriz de contatos na placa de prototipagem ou pelos conectores tipo banana no painel do módulo.
2. Oscilloscope (Scope): O Osciloscópio apresenta todas as funções básicas de um instrumento convencional de bancada de dois canais. Os sinais do gerador de funções e do multímetro podem ser direcionados internamente para o osciloscópio.
3. Function Generator (FGEN): O gerador de funções permite obter sinais senoidais, quadrados ou triangulares, com amplitude e frequência ajustável via software ou manualmente. Apresenta ainda ajuste de nível DC (offset), capacidade de varredura (sweep) e possibilidade de modulação AM ou Fm.
4. Variable Power Supply (VPS): A fonte de alimentação variável pode ser controlada via software ou através de potenciômetros no painel do módulo.
5. Bode Analyzer (Bode): O Analisador de Diagrama de Bode permite traçar a curva de resposta em frequência de um circuito, além de sua curva de fase. Extremamente útil no projeto de filtros e amplificadores.
6. Dynamic Signal Analyzer (DSA): O Analisador de Sinais Dinâmicos ou Analisador de Espectro permite analisar a composição de níveis dentro de sua distribuição espectral.
7. Arbitrary Waveform Generator (ARB): O Gerador de formas de onda arbitrárias permite compor um sinal complexo através da adição de ondas básicas como senóides, ondas quadradas, triangulares, etc. Controlando a frequência, amplitude e fase das formas ondas, pode-se sintetizar praticamente qualquer sinal complexo.
8. Digital Reader (DigIn): O Leitor Digital faz a leitura dos dados no barramentos de entradas digitais e pode fazer leituras continuamente ou uma única vez.
9. Digital Writer (DigOut): Permite fornecer ao barramento de saída digital um dado padrão digital. Esse padrão pode ser criado ou escolhido entre alguns padrões pré-definidos.
10. Impedance Analyzer (Imped): Mede e exibe a magnitude e a fase de um circuito conectado às linhas de entradas do analisador de impedância. Mostra também a impedância na resistência e na reatância.
11. 2-wire Current-Voltage Analyzer (2-Wire): Gera uma curva de corrente versus tensão de dois fios, capaz de medir sinais de corrente versus tensão dentro de  $\pm 10\text{ V}$  e  $\pm 40\text{ mA}$ .
12. 3-wire Current-Voltage Analyzer (3-Wire): Gera uma curva de corrente versus tensão de três fios para transistores BJT: NPN e PNP.

### 4. Linguagem de programação LabVIEW

É uma linguagem de programação de alto nível gráfica, voltada para a criação de controle de sistemas de instrumentação virtual e automação de processos industriais. Com ela podemos facilmente controlar cada entrada e/ou saída, analógica ou digital, além de permitir a criação de uma interface gráfica para cada aplicação desejada. Desenvolvida pela National

Instruments, apresenta um compilador incorporado e pode gerar arquivos executáveis, indicado para engenheiros e cientistas, pois apresenta ferramentas e funções de alto nível projetadas para medições e tratamento de sinais elétricos.

## 5. Multisim

É um simulador eletrônico que permite construir e simular circuitos elétricos dentro da área analógica e digital. Integra a visualização esquemática com a simulação.

Quando o NI ELVIS é usado em conjunto com o Multisim, o obstáculo entre a teoria e a prototipagem é minimizado. Os alunos poderão projetar circuitos no esquemático do NI ELVIS, o qual modela a protoboard do NI ELVIS, e então, poderão seguir para o próximo passo construindo o circuito na protoboard virtual, que tem o mesmo layout do NI ELVIS, podendo então, visualizar os resultados simulados com as medidas do mundo real na mesma tela.

## 6. Medindo os valores dos componentes

- 6.1 Conectar o NI ELVIS II no computador usando o cabo USB disponível. Ligar o computador e ligar o NI ELVIS (interruptor na parte de trás da estação de trabalho), podendo ser utilizado quando o LED acender;
- 6.2 Na tela do seu computador, irão aparecer os 12 instrumentos disponíveis, detalhados anteriormente, estando pronto então para realizar as medições. Conforme mostrado abaixo;



**Figura 2:** Ícones dos Instrumentos

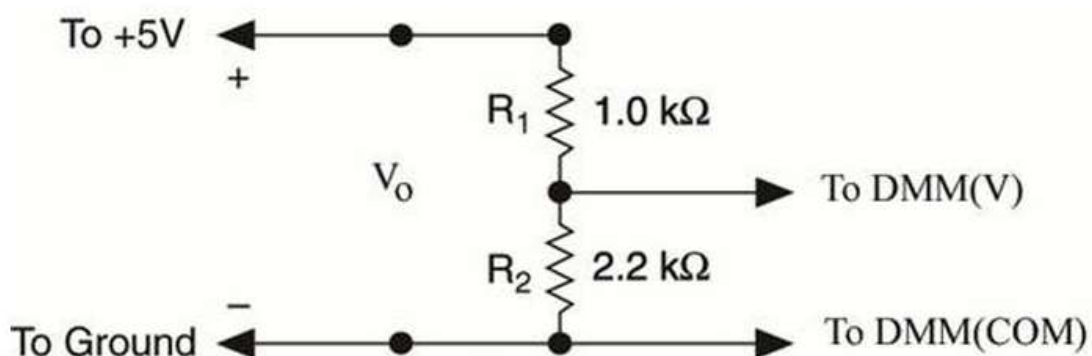
- 6.3 Conectar duas (2) bananas para realização a medição, nas entradas (V) e (COM), encontradas do lado esquerdo do NI Elvis. Uma vez feito, conectar as outras extremidades no resistor;
- 6.4 Clicar no ícone DMM para selecionar o multímetro digital. Pode ser utilizado para operações de tensão, corrente, resistência, capacitância entre outros. Conforme dito, as ligações dos fios corretas são mostradas no painel, conforme figura abaixo;
- 6.5 Clicar no ícone Ohm( $\Omega$ ) para medição de resistência. Clicar na seta verde “Run” para medir a resistência.



**Figura 3:** Configuração de painel para medição de resistência

## 7 Construindo um circuito divisor de tensão no NI ELVIS

7.1 Usando dois resistores,  $R_1$  e  $R_2$ , realizar a montagem do seguinte circuito:



**Figura 4:** Circuito Divisor de Tensão

7.2 Ligar a tensão de entrada,  $V_0$ , à +5V;

7.3 Conectar o comum ao Terra;

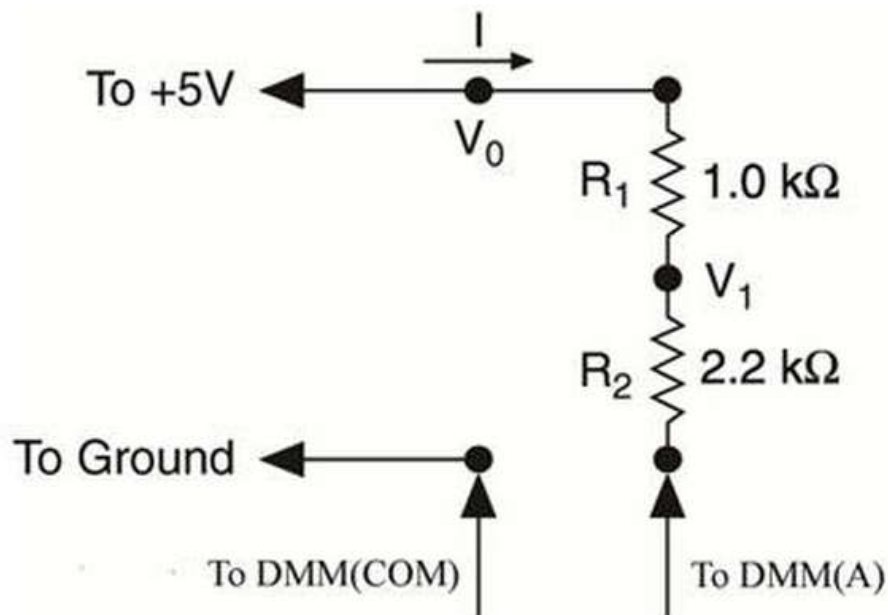
7.4 Conectar as extremidades ao Digital Multímetro nas entradas (V) e (COM);

7.5 Verificar o circuito, e, em seguida, ligar o protoboard pressionando o interruptor de alimentação da placa de prototipagem para a posição superior. Os três LEDs indicadores de energia, +15V, -15V e +5V devem estar ligados e de cor verde;

7.6 Medir a tensão de entrada,  $V_0$ , usando o Multímetro Digital (DMM), na função tensão(V).

## 8 Usando o Multímetro Digital para realizar medição de Corrente

8.1 Realizar uma medição de corrente contínua, movendo uma extremidade, antes no encaixe (V), para o de corrente, (A). Conectando as outras extremidades conforme mostrado no circuito abaixo;

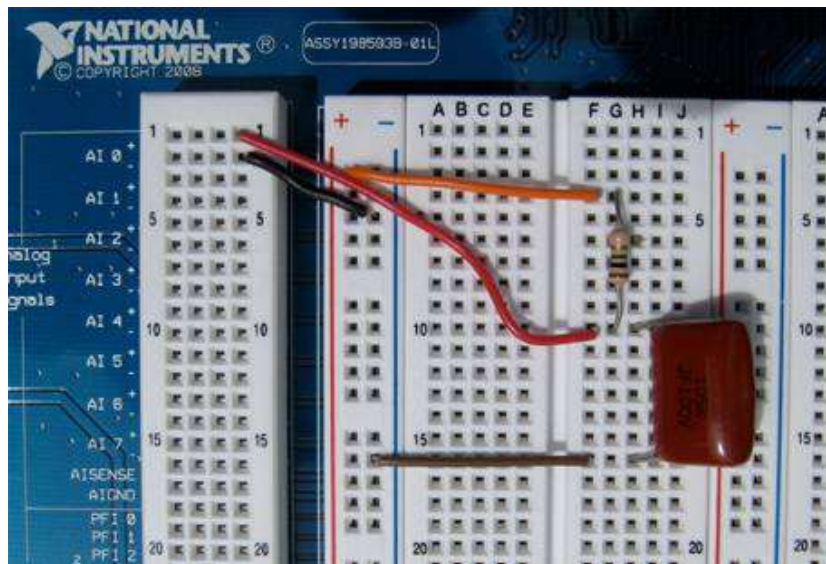


**Figura 5:** Circuito para realizar medição de Corrente

8.2 Selecionar a função no Multímetro Digital [A] e medir a corrente.

## 9 Visualizando a tensão em um circuito RC Transiente

9.1 Alterar a fonte e tensão do circuito de alimentação de +5V para o fornecimento de energia variável [SUPPLY+]. Ligar a tensão de saída VC, para os seguintes encaixes: AI0[+] e o terra para AI0[-], como mostrado na figura abaixo;



**Figura 6:** Circuito RC Transiente

9.2 Fechar o NI ELVIS II e iniciar o software LabVIEW.

9.3 O LabVIEW irá abrir um painel de início

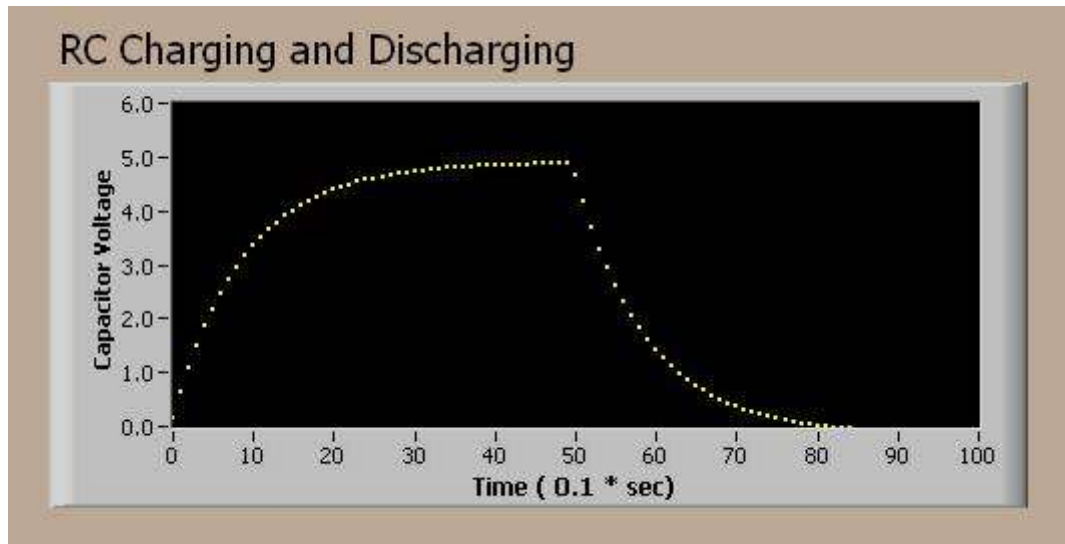
9.4 Em 'Files' contém 3(três) campos diferentes:

9.4.1 New – usado para criação de novos projetos

9.4.2 Open – utilizado para abrir projetos já existentes



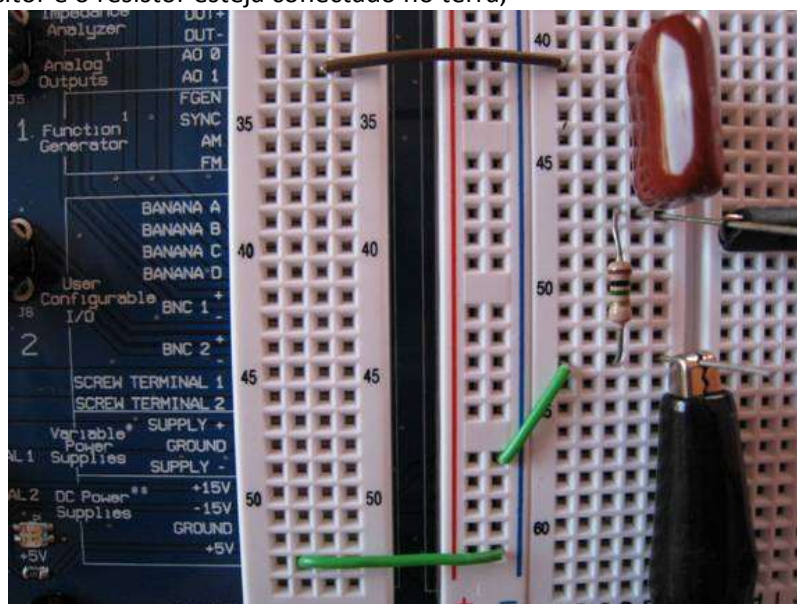
- 9.4.3 Targets – permite a seleção de um dispositivo necessário, tal como um PDA, para o qual um novo projeto é criado
- 9.5 Abra o arquivo RC Transient.vi
- 9.6 Este tipo de excitação de onda quadrada mostra as características de carga e descarga de um circuito RC simples.



**Figura 7:** Forma de onda de um circuito RC Transiente

## 10 Testando um circuito RC com Gerador de Funções e Osciloscópio

- 10.1 No protoboard, montar um circuito divisor de tensão, utilizando um capacitor de 1mF e um resistor de 1k $\Omega$ ;
- 10.2 Conectar o circuito RC no gerador de funções [FGEN] e [GROUND] na protoboard. Isso é importante para que o gerador de função esteja conectado no capacitor e o resistor esteja conectado no terra;



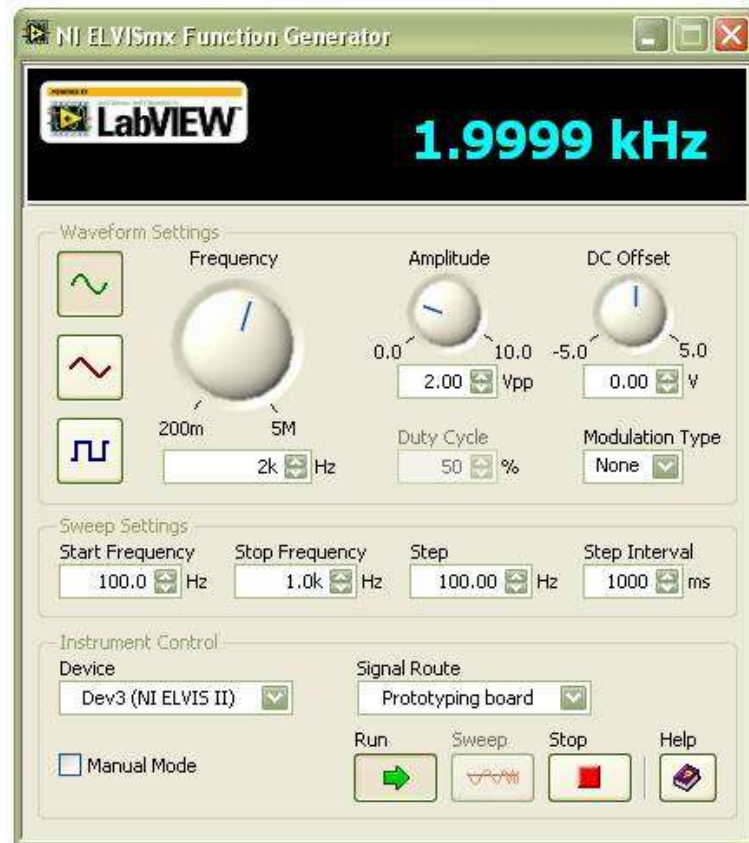
**Figura 8:** Circuito RC

- 10.3 Nos instrumentos do NI Elvis, selecionar o ícone FGEN. O gerador de funções tem alguns controles, por exemplo:
- 10.3.1 Escolher a forma da onda (seno, triangular ou quadrada);

10.3.2 Escolher a frequência;

10.3.3 Escolher a amplitude da forma de onda escolhida e qualquer “offset” usando a amplitude e os controles DC;

Obs.: Esses controles de Gerador de Funções também podem ser utilizados no lado direito do NI ELVIS, podendo variar manualmente a Frequência e Amplitude.



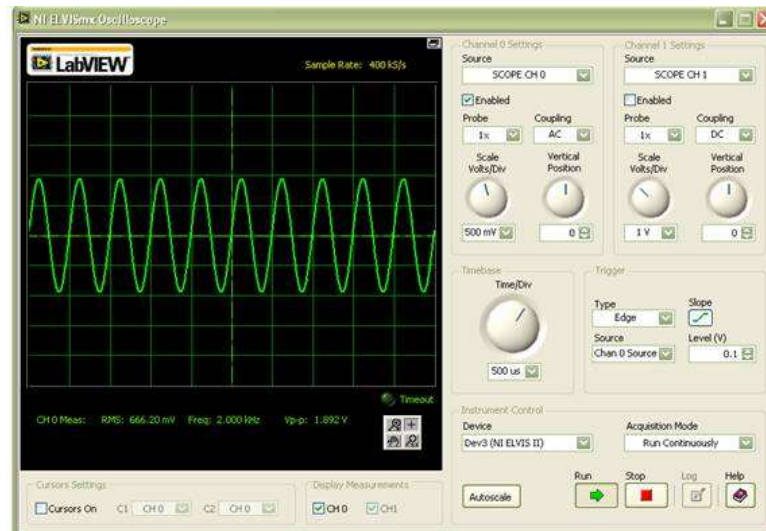
**Figura 9:** Painel do Osciloscópio

10.4 Colocar o gerador de funções para ser uma Onda Senoidal, 2000Hz, 2V<sub>pp</sub>. Clicar em “Run”;

10.5 Selecionar o ícone **Scope**;

10.6 Conectar os fios do pino BNC1, à esquerda do protoboard até o resistor de 1kΩ no circuito RC. Conectar CH0 BNC do lado esquerdo do NI ELVIS até a entrada BNC 1. Aplicar energia ao protoboard e clicar no osciloscópio em [Run];

10.7 Agora, é possível visualizar uma onda senoidal no osciloscópio.

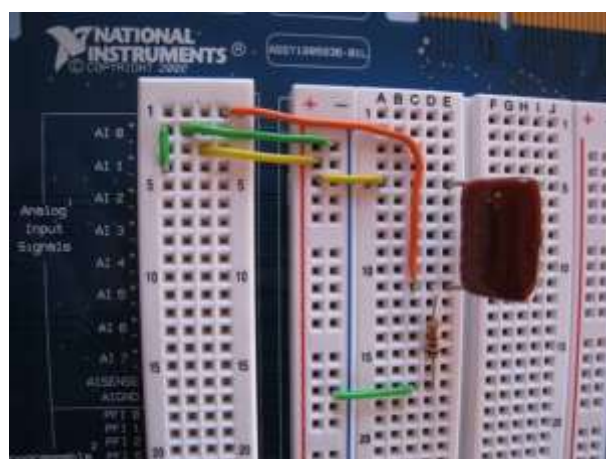


**Figura 10:** Formato de Onda no osciloscópio

## 11. O Diagrama de Bode: Ganho e Fase

Um diagrama de Bode define em um formato gráfico muito real as características de um circuito AC. A amplitude de resposta é traçada como o ganho do circuito medido em decibéis (dB) em função da frequência de log. A fase de resposta é traçada como a diferença de fase entre os sinais de entrada e saída de uma escala linear como uma função da frequência de log.

1. A partir do instrumento NI ELVIS II, selecionar o ícone de Bode.
2. Com o Analisador de Bode, você pode fazer a varredura em uma faixa de frequência, a partir de uma frequência de partida. Também se pode definir a amplitude da onda senoidal de teste. O Analisador de Bode usa a função do gerador de SFP para gerar a forma de onda de teste. Deve ser conectado na saída FGGEN no circuito de teste e AI 1+ e Terra AI 1-. A saída do circuito vai de AI 0+ para o terra.
3. A forma da montagem do circuito deverá ser feita conforme a imagem abaixo:



**Figura 11:** Componentes do Circuito para Análise de Bode

4. Verificar se o circuito está correto. Clicar no botão [Run].





**Figura 12:** Painel para Análise de Bode

5. Clicar no botão [Log] e salvar. Um exemplo após realizar esses passos e salvar é mostrado na imagem abaixo.

```

22-May-08      5:52 PM
Amplitude: 2.00 V
Frequency (Hz), Gain (dB), Phase (deg)
10.058 -24.315 86.527
12.666 -22.323 85.298
15.832 -20.229 84.293
19.930 -18.237 82.718
25.146 -16.339 80.880
31.665 -14.393 78.698
39.861 -12.469 75.898
50.105 -10.583 72.735
63.144 -8.824 68.414
79.349 -7.140 63.427
100.024 -5.617 57.844
125.915 -4.258 51.617
158.511 -3.123 44.917
199.489 -2.215 38.219
251.271 -1.528 31.768
316.277 -1.025 25.809
398.047 -0.677 20.627
501.238 -0.445 15.945
630.878 -0.288 11.967
794.418 -0.186 8.378
1000.054 -0.121 5.628
1258.962 -0.076 3.790
1584.925 -0.052 2.221
1995.265 -0.035 1.125
2511.963 -0.022 0.181
3162.213 -0.013 -0.625
3981.031 -0.011 -1.261
5011.819 -0.009 -1.630
6309.524 -0.004 -2.018
7943.250 -0.005 -2.435
9999.983 -0.004 -2.652

```

## 12. Medições dos valores de impedância dos componentes e do circuito:

Para o caso de um resistor, a impedância é igual ao valor da resistência do componente e ela pode ser representada em um gráfico 2D como uma linha em cima do eixo 'X', o qual é usualmente chamado de componente real. Para os capacitores, a impedância (ou

mais especificamente, a reatância) é puramente imaginária e é representada ao longo do eixo 'Y'.

A reatância é representada matematicamente por:

$$X_c = \frac{1}{j\omega C}$$

Onde  $\omega$  é a frequência angular (rad/s) e  $j$  o número usado para representar um número imaginário. A impedância do circuito RC em série é a soma dos dois componentes e sendo assim tem-se a seguinte expressão:

$$Z = R + X_c = R + \frac{1}{j\omega C} \Omega$$

A impedância ainda pode ser representada com um fasor em coordenadas polares como:

$$Magnitude = (R^2 + X_c^2)$$

e

$$Fase = \tan^{-1}(X_c/R)$$

Complete os seguintes passos para visualizar o fasor em tempo real:

1. Selecione Impedance Analyzer (Imped) na janela NI Elvis Instruments Launcher;
2. Coloque seus componentes na protoboard do NI ELVIS II
3. Conecte as entradas do analisador de impedância DUT+ e DUT- nos terminais do resistor de 1k $\Omega$
4. Ligue a protoboard do ELVIS II e clique em RUN
5. Verifique que o fasor do resistor está ao longo do eixo real e sua fase é igual à zero
6. Agora conecte o capacitor ao analisador de impedância
7. Verifique que o fasor do capacitor está ao longo do eixo imaginário e a fase é 270 ou -90 graus
8. O valor padrão de frequência aplicada é 1000 Hz. Ajuste o valor da frequência aplicada ao circuito e observe que a reatância (módulo) fica menor quando a frequência é aumentada e maior quando a frequência é diminuída
9. Por fim, conecte o analisador de impedância ao capacitor em série com o resistor. Agora o fasor possui tanto um componente real quanto uma imaginária.
10. Mude a frequência aplicada ao circuito para 100, 500, 1000, 1500 Hz e verifique a movimentação do fasor.