



# Fundamentos de Eletrotécnica

## Disciplina: Fundamentos de Eletrotécnica

### ROTEIRO DE AULA PRÁTICA 1

Unidade: 1 Introdução à eletrotécnica.

Aula: 4 Medição de grandezas elétricas utilizando Multímetro, Fontes de Tensão e Osciloscópio.

---

#### **Software**

Software

Livre

#### **Infraestrutura**

##### **Requerimento do Sistema**

Pentium 4M ou equivalente (32 bits)

Pentium 4 G1 ou equivalente (64 bits)

1 GB de RAM 2 GB de espaço em disco

Resolução de tela de 1024 x 768 (Opcional)

##### **Sistema Operacional**

Windows 10

#### **Descrição do software**

LTspice é um software simulador SPICE poderoso, rápido e gratuito, captura esquemática e visualizador de forma de onda com melhorias e modelos para melhorar a simulação de circuitos analógicos. Sua interface de captura esquemática gráfica permite sondar esquemas e produzir resultados de simulação, que podem ser explorados ainda mais através do visualizador de forma de onda integrado.

O download do software pode ser feito no seguinte endereço:

<https://www.analog.com/en/resources/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>

Após o download, a instalação é rápida e intuitiva. A própria desenvolvedora do software fornece um tutorial básico de utilização que pode ser acessados em:

<https://www.analog.com/en/resources/media-center/videos/series/ltspice-getting-started-tutorial.html>.

## **Atividade Prática**

---

#### **Introdução**

A aula prática abordará a medição de grandezas elétricas utilizando ferramentas essenciais, como multímetro, fontes de tensão e osciloscópio. Essas ferramentas são amplamente utilizadas no campo da eletrônica e são fundamentais para a realização de testes e medições precisas em circuitos elétricos. Tais ferramentas serão abordadas por meio de um software de simulação, a

fim de compreender quais medidas elas podem realizar.

O multímetro é um instrumento versátil capaz de medir diversas grandezas elétricas, como tensão, corrente e resistência. Ele é composto por uma tela de exibição, seletores de escala e pontas de prova. Durante a aula prática, serão apresentadas as medidas que podem ser realizadas com tais equipamentos.

As fontes de tensão são dispositivos que fornecem uma tensão elétrica constante ou variável a um circuito. Elas são utilizadas para alimentar componentes e circuitos durante testes e experimentos. Nessa aula prática, serão abordados os conceitos de tensão contínua e alternada, bem como a utilização correta das fontes de tensão para alimentar circuitos e realizar medições. O osciloscópio é um instrumento de medição que permite visualizar formas de onda elétricas, permitindo análises detalhadas de sinais. Ele é particularmente útil na identificação de problemas em circuitos elétricos e no estudo de sinais periódicos. Durante a aula prática, serão apresentados as formas de onda que podem ser aquisitadas pelo osciloscópio.

Os principais conceitos que serão trabalhados nesta aula prática envolvem a compreensão das grandezas elétricas, como tensão, corrente e resistência, assim como como realizar tais medidas. A correta utilização das ferramentas de medição é essencial para a obtenção de medidas precisas e confiáveis, além de contribuir para a compreensão teórica dos conceitos estudados na disciplina de eletricidade.

### **Atividade proposta**

[Realizar medições de grandezas elétricas utilizando um software de simulação, aplicando os conceitos aprendidos para obter resultados precisos e compreender o funcionamento dos circuitos elétricos..]

### **Objetivos**

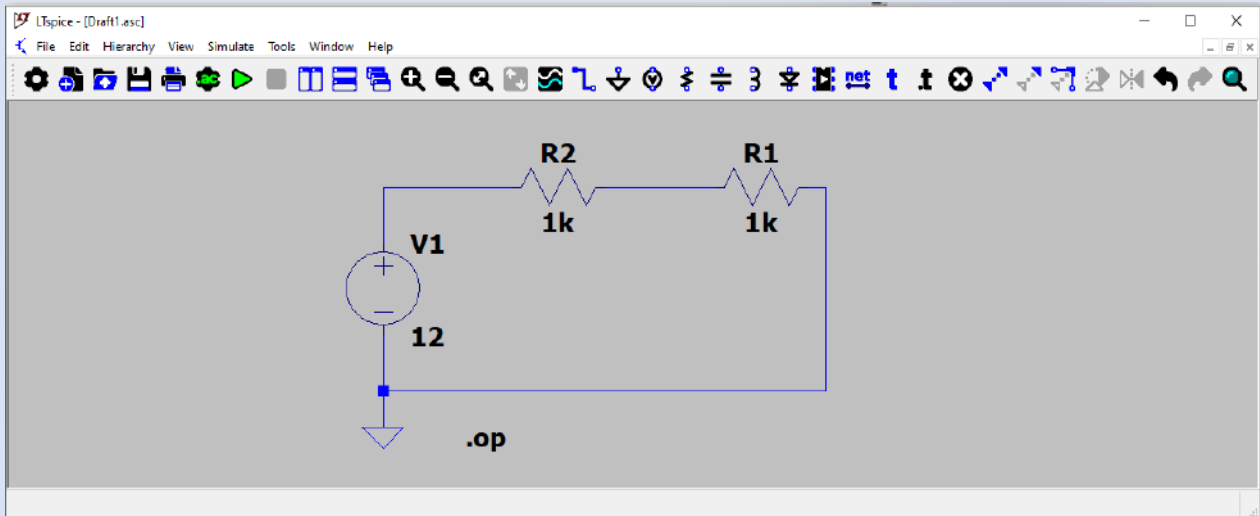
1. Compreender os princípios básicos das medições elétricas, incluindo as grandezas de tensão, corrente e resistência.
2. Conhecer o funcionamento e operação correta do multímetro, fontes de tensão e osciloscópio.
3. Aplicar técnicas apropriadas de medição, como seleção de escalas, conexões adequadas das pontas de prova e configuração correta das ferramentas utilizadas.
4. Realizar medições precisas de grandezas elétricas em diferentes componentes e circuitos.
5. Interpretar e analisar os resultados das medições, identificando possíveis problemas ou características dos circuitos analisados..]

### **Procedimentos para a realização da atividade**

Caro aluno, nesta simulação no LTspice, você terá a oportunidade de aplicar os conceitos e habilidades aprendidos sobre medições elétricas. Siga as etapas abaixo para realizar a simulação com sucesso:

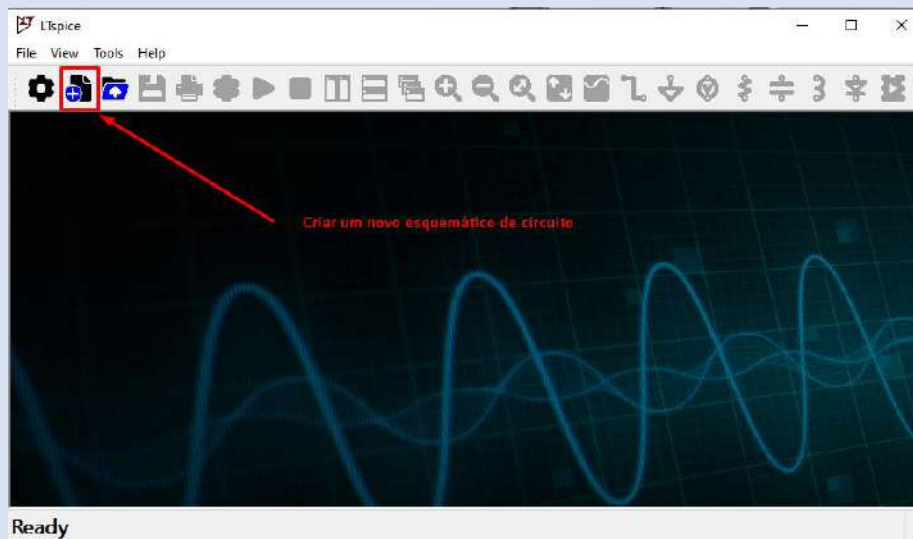
- 1. Caracterização dos componentes e circuitos:** Analise o circuito elétrico fornecido ou projetado e identifique os componentes relevantes, como resistores, capacitores ou indutores.

Compreenda o funcionamento do circuito e os objetivos da medição. No exemplo a seguir são usados dois resistores de 1 kohm em série com uma fonte de tensão contínua de 12 V.

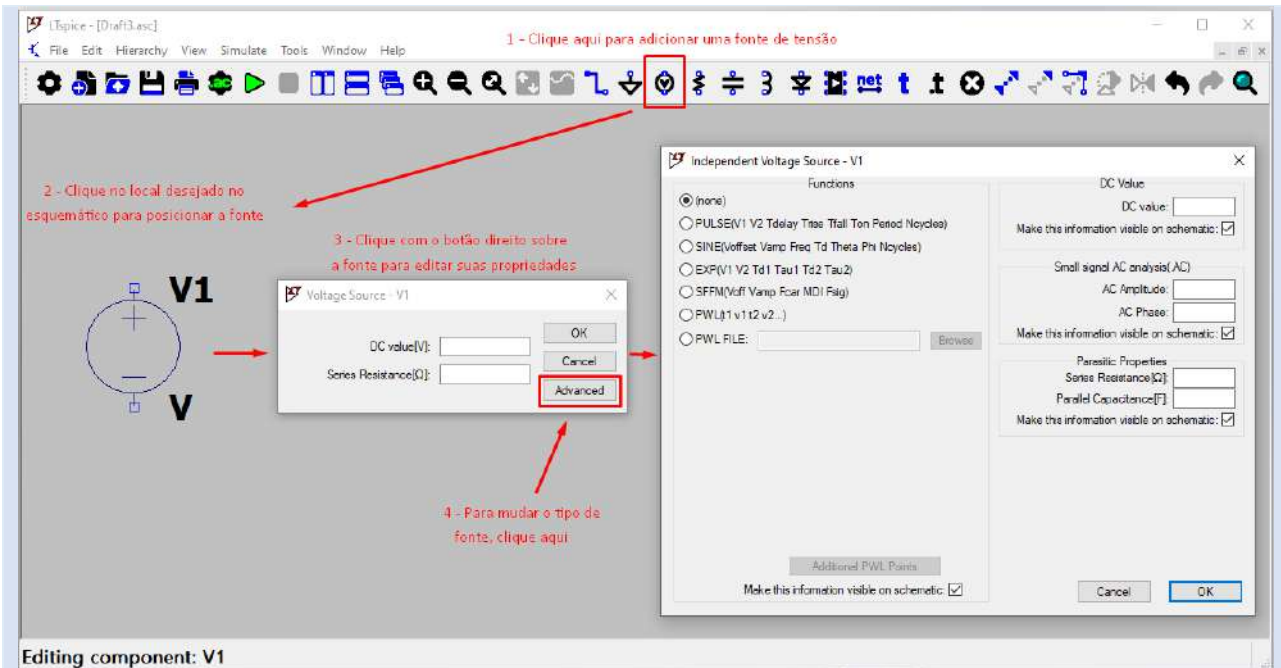


Para montar o circuito no simulador da forma que está apresentado na figura anterior, você deve seguir os passos indicados a seguir.

Após a instalação do LTspice, você irá se deparar com a tela inicial do software, apresentada a seguir. Para criar um novo esquemático de circuito clique no local indicado.

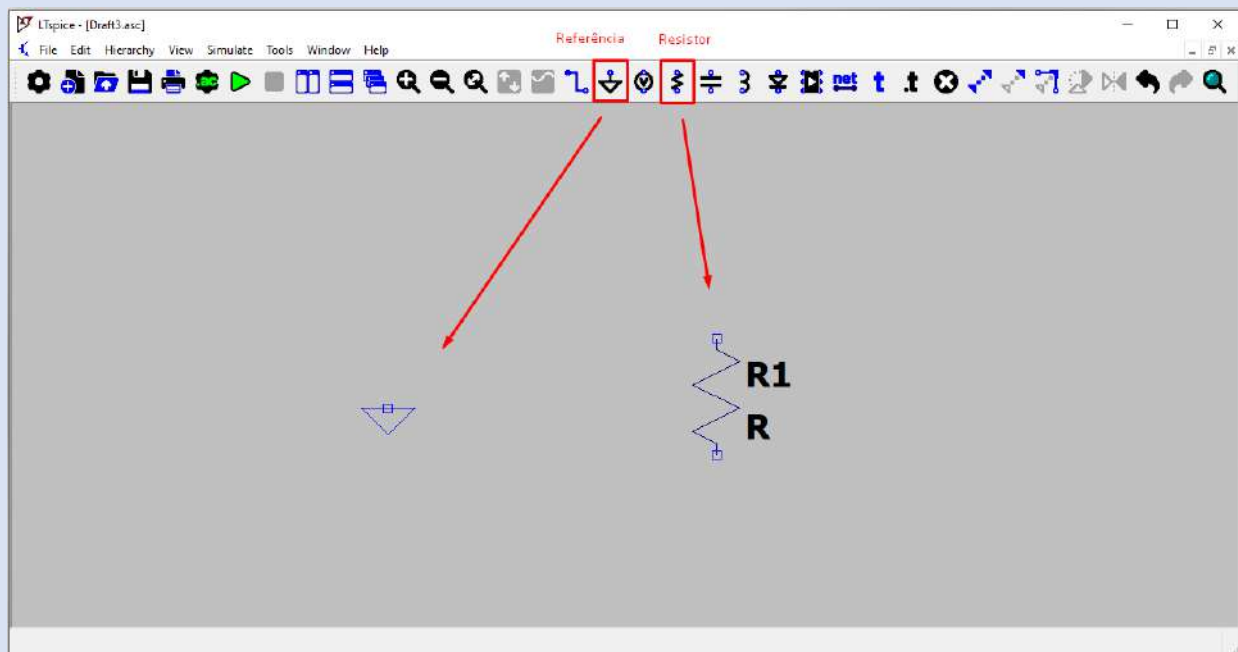


A fonte de tensão está posicionada no local indicado a seguir. Configure o valor "DC value[V]" com o necessário para o experimento.



A fonte de de corrente deve ser adicionada como um componente. Clicando como o botão direito configure o valor “DC value[A]” com o necessário para o experimento.

O resistor e a referência estão nos locais indicados a seguir. Para configurar o valor do resistor, clique sobre ele com o botão direito.

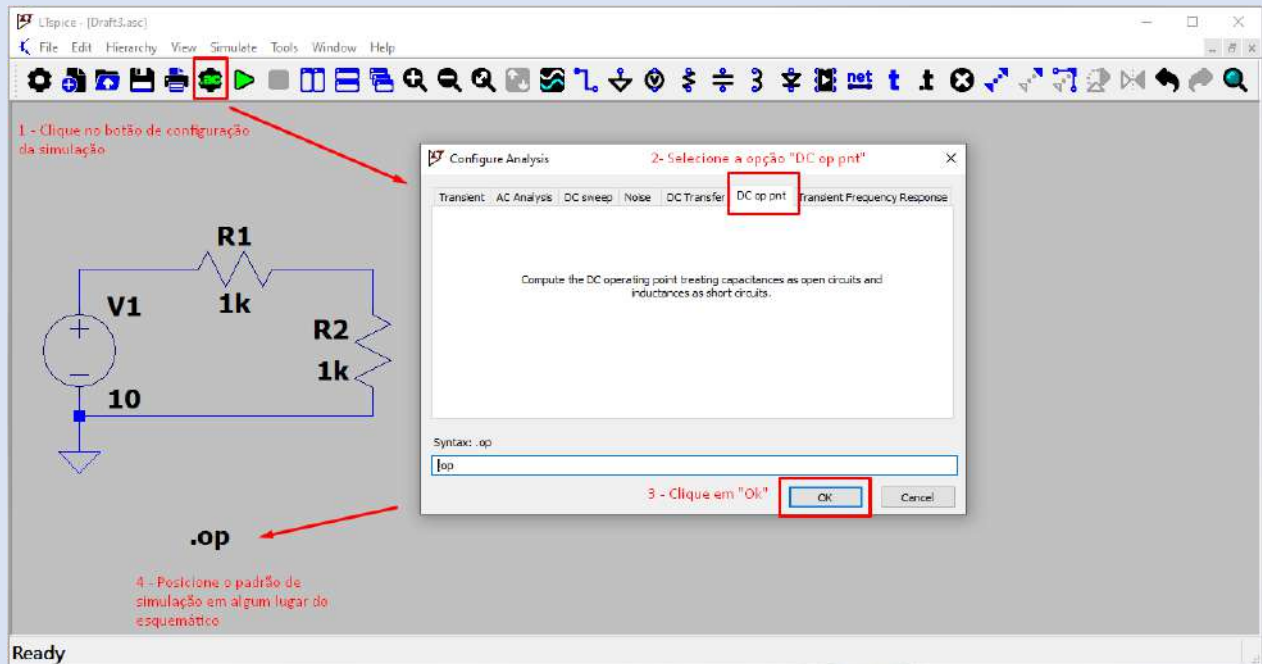


Caso seja necessário remover algum componente, aperte a tecla ‘del’ do teclado e clique sobre o componente que deseja remover. Para mover um componente, utilize a tecla ‘M’ e clique sobre o componente desejado. Para cancelar uma seleção ou a adição de algum compente, aperte a tecla ‘esc’. Para rotacionar um componente quando ele é adicionado, aperte ‘Ctrl+R’.

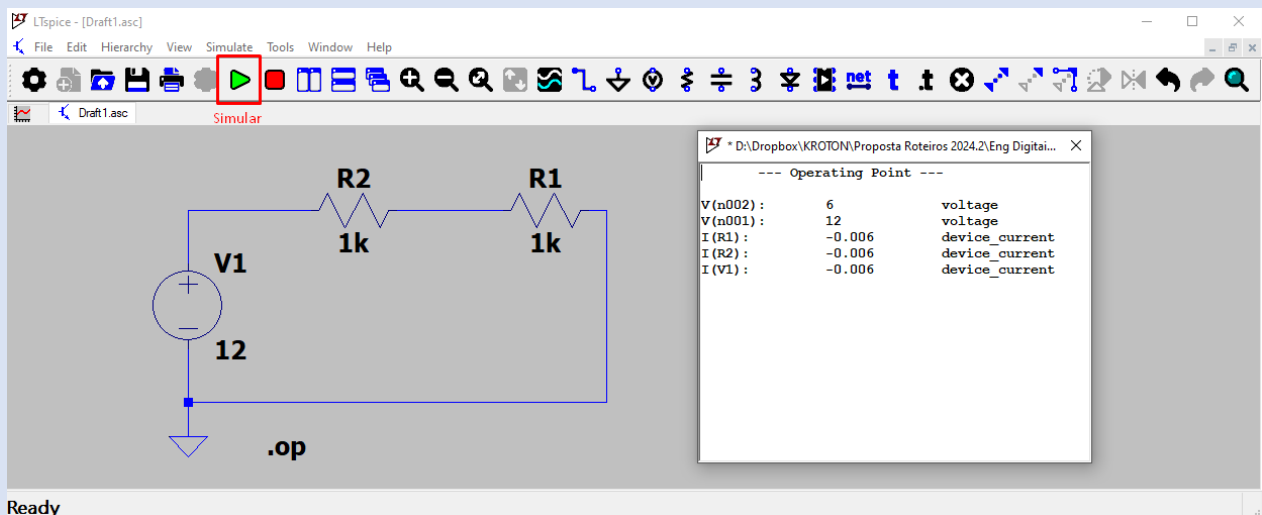
**2. Conexões elétricas:** A ligação dos componetes é feita com o fio (wire), selecionado ao se clicar ‘w’ ou pelo atalho na barra de ferramentas. Realize as conexões no circuito simulado e verifique se elas estão corretas. As medições são feitas diretamente pelo simulador, considerando o ponto adicionado como referência no circuito. Assim, os valores de tensão e corrente de todos

os componentes serão apresentadas com a simulação.

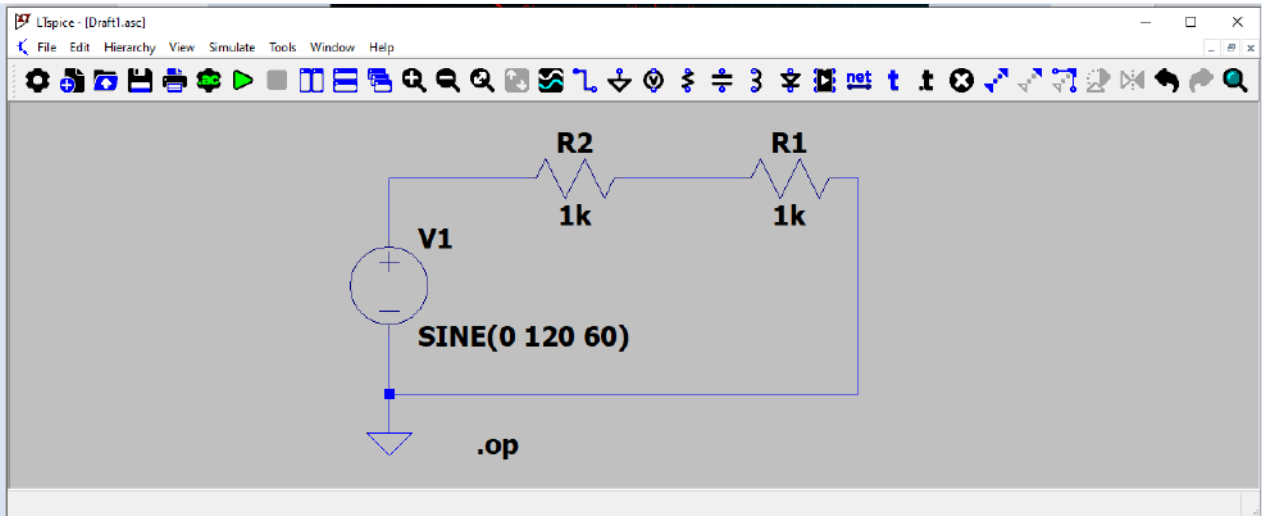
**3. Configuração da simulação:** Para configurar corretamente a simulação, realize os passos indicados a seguir:



**4. Medição das grandezas elétricas:** Realize as medições necessárias executando a simulação no local indicado a seguir. O resultado irá aparecer em um log com todos os valores de tensão e corrente dos circuitos ou você pode acessá-los posicionando o mouse sobre os componentes após fechar a janela de log. Registre os valores de tensão e corrente para cada um dos componentes, o que poderia ser feito com um multímetro em uma situação real.



**5. Utilização das fontes de tensão alternada:** Agora, altere o circuito ou crie um novo esquemático com a configuração apresentada a seguir, utilizando uma fonte de tensão alternada para alimentar o circuito. A fonte deve possuir valor de pico de 120 V e frequência de 120 Hz e os resistores 1 Mohm, equivalente a 1000 kohm.



Para ajustar a fonte de tensão, nas configurações avançadas, selecione a opção “SINE” e coloque os valores de amplitude e frequência conforme o indicado no experimento. Para configurar o valor do resistor, clique sobre ele com o botão direito.

1 - Clique aqui para adicionar uma fonte de tensão

2 - Clique no local desejado no esquemático para posicionar a fonte

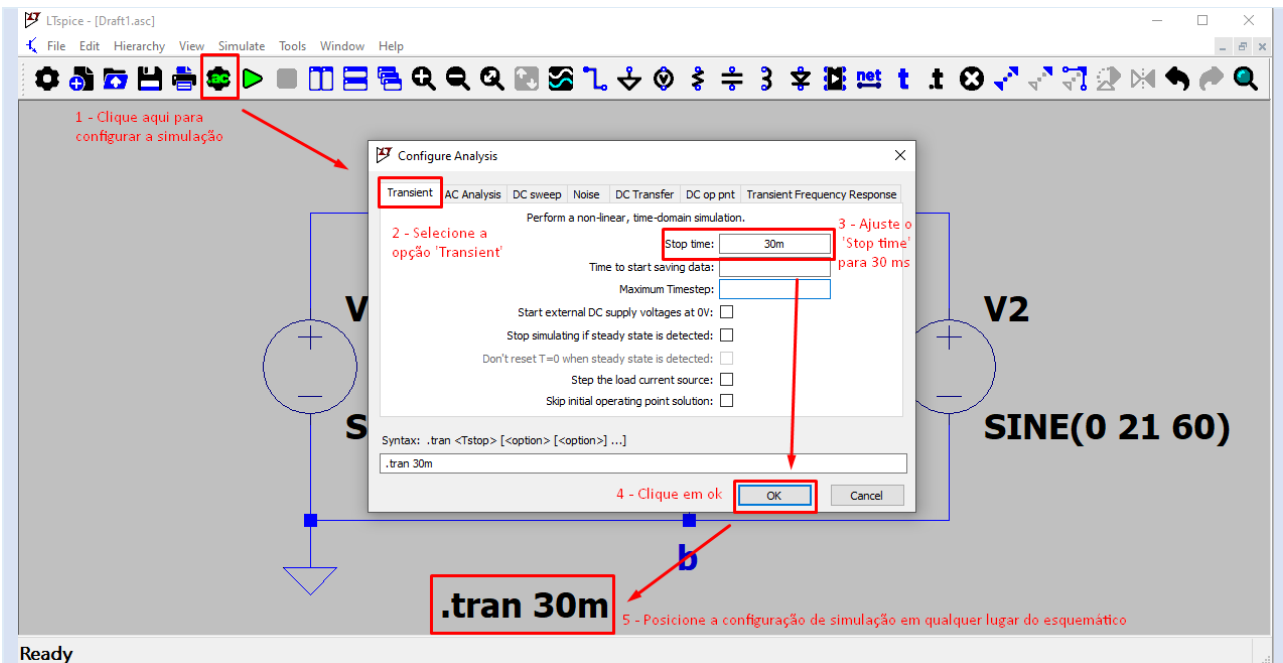
3 - Clique com o botão direito sobre a fonte para editar suas propriedades

4 - Para mudar o tipo de fonte, clique aqui

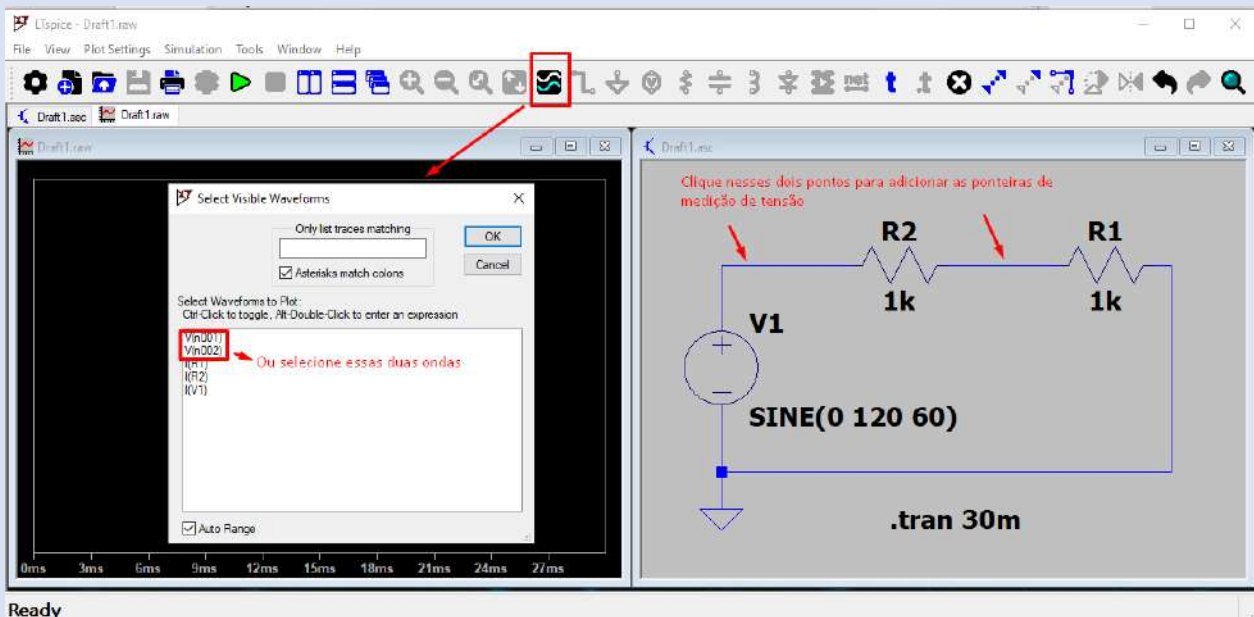
Editing component: V1

Verifique se os parâmetros elétricos estão de acordo com o esperado para o circuito em análise.

**6. Configuração da simulação:** Configure a simulação no modo 'Transient', com os seguintes parâmetros:

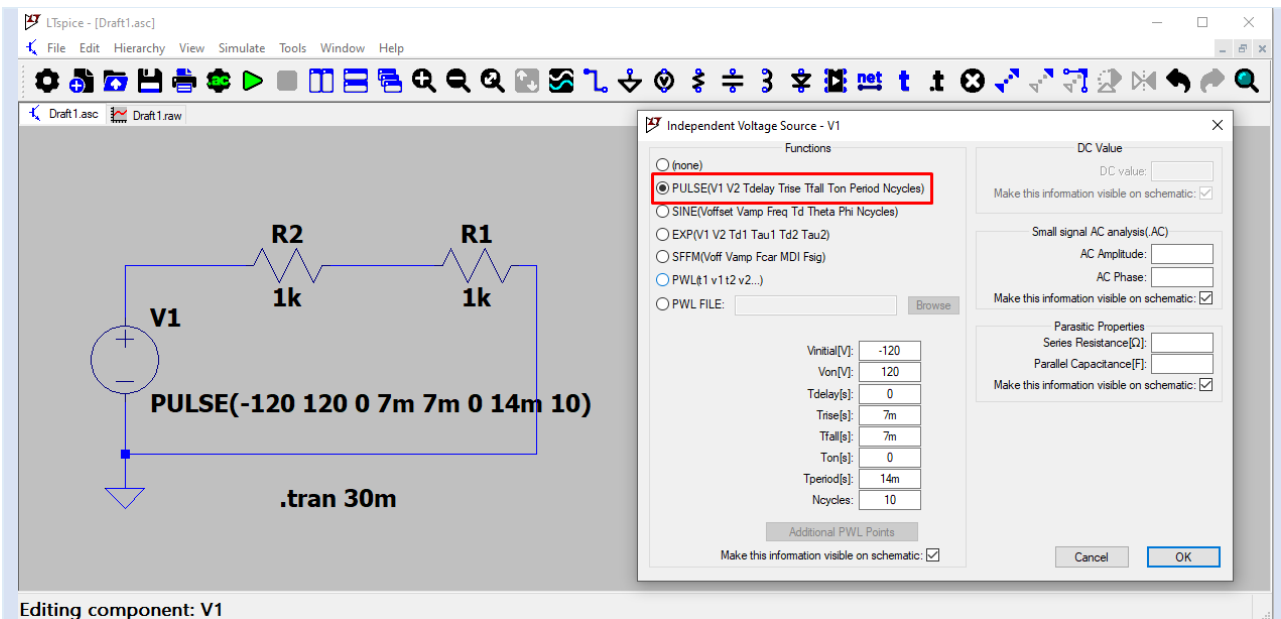


**7. Captura e análise da forma de onda:** Aperte o botão com o ícone de play para que a simulação seja feita. Para que seja traçada a curva da tensão sobre os resistores, você deve clicar nos entre o resistor R2 e a fonte V1 e entre os resistores R2 e R1 para que as pontas de prova sejam adicionadas ou então selecione as na opção 'Select visible traces':



Capture a forma de onda e analise-a com cuidado, observando os parâmetros importantes, como amplitude, frequência e fase. Identifique qualquer anomalia ou comportamento inesperado.

**8. Onda triangular:** Configure novamente a fonte de tensão alternada para que agora seja gerada uma onda triangular. Para isso, faça os ajustes conforme mostrado na figura a seguir. Esse é um passo que pode ser executado fisicamente utilizando um gerador de funções.



**9. Configuração e simulação:** Mantenha as configurações de simulação em “transient” com “stop time” de 30 ms. Realize a simulação e avalie as formas de onda obtidas, verificando se elas são coerentes com o esperado.

**10. Interpretação dos resultados:** Com base nas medições e análises realizadas, interprete os resultados obtidos. Identifique possíveis problemas, como falhas de conexão, componentes defeituosos ou desvios em relação ao esperado. Faça anotações sobre suas observações e conclusões.

**11. Registros e relatórios:** Registre todos os valores medidos, observações relevantes e conclusões importantes. Organize suas anotações e resultados para facilitar a compreensão posterior e a elaboração de relatórios, se necessário.

**12. Revisão final:** Revise todas as etapas realizadas e verifique se todas as medições foram feitas corretamente e se as conexões foram desfeitas adequadamente. Certifique-se de deixar a simulação em ordem.

**13. Reflexão e aplicação:** Reflita sobre a importância das medições elétricas na prática profissional e na solução de problemas em circuitos elétricos. Pense em como você poderia aplicar essas habilidades em sua futura carreira.

Lembre-se de que esta simulação no LTSpice é uma oportunidade valiosa para consolidar seus conhecimentos sobre medições elétricas e desenvolver habilidades práticas essenciais para sua futura profissão.

## Checklist

### 1. Caracterização dos componentes e circuitos:

- Analisar o circuito elétrico fornecido ou projetado.
- Identificar os componentes relevantes, como resistores, capacitores ou indutores.
- Compreender o funcionamento do circuito e os objetivos da medição.

### 2. Conexões elétricas:

- Realizar as conexões corretas entre os componentes.
- Verificar se todas as conexões estão corretas.

### 3. Configuração da simulação

- Configurar a simulação corretamente para os resultados esperados sejam obtidos.

### 4. Medição das grandezas elétricas:

- Realizar as medições necessárias utilizando a simulação.
- Registrar os valores medidos com precisão.

### 5. Utilização das fontes de tensão alternada:

- Utilizar as fontes de tensão alternada para alimentar o circuito simulado.
- Ajustar a tensão da fonte conforme necessário.

### 6. Configuração da simulação:

- Configurar a simulação corretamente para os resultados esperados sejam obtidos.

### 7. Captura e análise da forma de onda:

- Conectar as pontas de prova da simulação aos pontos relevantes do circuito simulado.
- Capturar a forma de onda e analisá-la com cuidado.
- Identificar parâmetros importantes, como amplitude, frequência e fase.
- Identificar possíveis anomalias ou comportamentos inesperados.

### 8. Onda triangular:

- Ajustar a fonte de tensão para gerar uma onda triangular.

### 9. Configuração e simulação:

- Configurar a simulação corretamente para os resultados esperados sejam obtidos.
- Simular a tensão fornecida e a tensão em um dos resistores.

### 10. Interpretação dos resultados:

- Com base nas medições e análises realizadas, interpretar os resultados obtidos.

- Identificar possíveis problemas, como falhas de conexão ou componentes defeituosos.
- Fazer anotações sobre observações e conclusões.

#### 11. Registros e relatórios:

- Registrar todos os valores medidos, observações relevantes e conclusões importantes.
- Organizar as anotações e resultados para facilitar a compreensão.

#### **Estudante, você deverá entregar:**

O aluno deverá entregar um relatório da prática realizada como resultado da atividade. O relatório deve conter as seguintes informações:

1. Introdução: Uma breve introdução sobre o objetivo da prática e os conceitos envolvidos.
2. Procedimento Experimental: Descrição detalhada de todas as etapas realizadas durante a prática, incluindo a caracterização dos componentes e circuitos, preparação dos instrumentos, conexões elétricas, configurações dos instrumentos, medições realizadas, análise da forma de onda, interpretação dos resultados, entre outros.
3. Resultados: Apresentação dos valores medidos, observações relevantes e conclusões obtidas durante a prática. Pode incluir tabelas, gráficos, imagens ou qualquer outra forma de representação dos dados coletados.
4. Discussão: Análise dos resultados obtidos, comparando-os com os valores esperados e identificando possíveis erros ou anomalias. Exploração de eventuais discrepâncias e suas possíveis causas.
5. Conclusão: Uma conclusão geral sobre a prática, destacando os principais aprendizados e a importância das medições elétricas na solução de problemas em circuitos elétricos.
6. Referências: Inclusão de referências bibliográficas ou fontes consultadas para embasar o trabalho.

O modelo de arquivo a ser entregue pode ser um documento em formato PDF ou Word, seguindo a estrutura mencionada acima. É importante que o relatório seja claro, organizado e contenha todas as informações relevantes da prática realizada.

## Disciplina: Fundamentos de Eletrotécnica.

### ROTEIRO DE AULA PRÁTICA 2

**Unidade:** 2 – Transformadores e Máquinas Elétricas.

**Aula:** Aula 5 - Transformadores.

---

#### **Software**

Software

Livre

#### **Infraestrutura**

##### **Requerimento do Sistema**

Pentium 4M ou equivalente (32 bits)

Pentium 4 G1 ou equivalente (64 bits)

1 GB de RAM 2 GB de espaço em disco

Resolução de tela de 1024 x 768 (Opcional)

##### **Sistema Operacional**

Windows 10

#### **Descrição do software**

LTspice é um software simulador SPICE poderoso, rápido e gratuito, captura esquemática e visualizador de forma de onda com melhorias e modelos para melhorar a simulação de circuitos analógicos. Sua interface de captura esquemática gráfica permite sondar esquemas e produzir resultados de simulação, que podem ser explorados ainda mais através do visualizador de forma de onda integrado.

O download do software pode ser feito no seguinte endereço:

<https://www.analog.com/en/resources/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>

Após o download, a instalação é rápida e intuitiva. A própria desenvolvedora do software fornece um tutorial básico de utilização que pode ser acessados em:

<https://www.analog.com/en/resources/media-center/videos/series/ltspice-getting-started-tutorial.html>

### **Atividade Prática**

---

#### **Introdução**

Nesta aula prática, vamos abordar os conceitos básicos dos circuitos  $RL$  (indutor e resistor),  $RC$  (capacitor e resistor) e  $RLC$  (resistor, indutor e capacitor). Esses circuitos são compostos por

elementos passivos, como resistores, indutores e capacitores, colocados em série, que interagem com uma fonte de alimentação para produzir comportamentos específicos.

O indutor é um componente que armazena energia em um campo magnético quando uma corrente elétrica flui através dele. Ele se opõe a mudanças bruscas na corrente elétrica, o que significa que a corrente leva um tempo para atingir seu valor máximo quando o circuito é ligado ou desligado. Já o resistor é um componente que limita o fluxo de corrente elétrica em um circuito, dissipando energia na forma de calor.

O capacitor, por sua vez, é um dispositivo que armazena energia em um campo elétrico quando uma tensão é aplicada. Ele age como um "reservatório" de carga elétrica, permitindo que ela seja liberada posteriormente. O capacitor também se opõe a mudanças bruscas na tensão, permitindo que a tensão atinja seu valor máximo gradualmente.

Ao combinarmos esses elementos em circuitos  $RL$ ,  $RC$  ou  $RLC$ , podemos observar diferentes comportamentos. Um circuito  $RL$ , por exemplo, é capaz de produzir atrasos na resposta da corrente em relação à tensão aplicada, enquanto um circuito  $RC$  pode criar atrasos na resposta da tensão em relação à corrente. Já um circuito  $RLC$  pode combinar esses efeitos para criar comportamentos complexos, como ressonância ou amortecimento.

Nesta aula prática, você terá a oportunidade de explorar as características desses circuitos por meio de experimentos práticos. Vamos estudar como os valores dos componentes afetam o comportamento do circuito, observando as relações entre corrente, tensão, frequência e tempo de resposta. Além disso, faremos análises teóricas para embasar nossas observações experimentais.

Aqui estão as fórmulas para calcular a impedância nos circuitos  $RL$ ,  $RC$  e  $RLC$ .

### **Circuito $RL$**

O módulo da impedância total ( $|Z|$ ) de um circuito  $RL$  em série pode ser calculada pela fórmula:

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} \quad (1)$$

Onde:

- $R$  é a resistência em ohms ( $\Omega$ )
- $\omega$  é a frequência angular em radianos por segundo ( $\text{rad/s}$ )
- $L$  é a indutância em henries (H)

### **Circuito $RC$**

O módulo da impedância ( $|Z|$ ) de um circuito  $RC$  em série pode ser calculada pela fórmula:

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (1 / (\omega C))^2} \quad (2)$$

Onde:

- $R$  é a resistência em ohms ( $\Omega$ )
- $\omega$  é a frequência angular em radianos por segundo (rad/s)
- $C$  é a capacitância em farads (F)

### **Circuito RLC**

O módulo da impedância total ( $|Z|$ ) de um circuito RLC em série pode ser calculada pela fórmula:

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L - (1 / (\omega C)))^2} \quad (3)$$

Onde:

- $R$  é a resistência em ohms ( $\Omega$ )
- $\omega$  é a frequência angular em radianos por segundo (rad/s)
- $L$  é a indutância em henries (H)
- $C$  é a capacitância em farads (F)

Essas fórmulas nos permitem determinar a impedância total de um circuito em função dos valores dos componentes e da frequência angular. A impedância é uma medida da oposição total ao fluxo de corrente em um circuito e é composta por uma componente resistiva ( $R$ ) e uma componente reativa (indutiva ou capacitiva), dependendo do circuito em questão.

### **Atividade proposta**

Análise e Simulação de Circuitos  $RC$ ,  $RL$  e  $RLC$ : Medição, Cálculo do módulo da Impedância e Comparação Experimental.

### **Objetivos**

Aqui estão quatro objetivos que podem ser definidos para esse roteiro:

1. Verificar experimentalmente a relação entre a resistência, a capacitância e a frequência angular em um circuito  $RC$  em série.

- Este objetivo envolve a medição dos componentes, a realização de cálculos do módulo da impedância e a comparação dos resultados obtidos nas simulações com as expectativas teóricas.

2. Analisar o comportamento de um circuito  $RL$  em série e verificar a influência da resistência e da indutância na impedância.

- Nesse objetivo, você medirá os componentes, calculará a impedância do circuito  $RL$  e

comparará os resultados com as simulações realizadas no LTspice.

3. Estudar o efeito combinado de resistência, indutância e capacitância em um circuito *RLC* em série.

- Aqui, você medirá e calculará os componentes do circuito *RLC*, calculará o módulo da impedância e observará a resposta do circuito em relação às simulações no LTspice.

4. Comparar os resultados experimentais e simulados para validar a aplicação dos conceitos teóricos de circuitos *RC*, *RL* e *RLC*.

- O objetivo final é comparar os resultados experimentais com as simulações no LTspice para verificar se os modelos teóricos são aplicáveis na prática. Isso permitirá uma análise crítica dos resultados e uma maior compreensão dos circuitos estudados.

Esses objetivos fornecem uma base sólida para a realização da atividade prática e garantem que você esteja explorando os conceitos essenciais dos circuitos *RC*, *RL* e *RLC*.

## Procedimentos para a realização da atividade

Olá estudante, siga as etapas do roteiro.

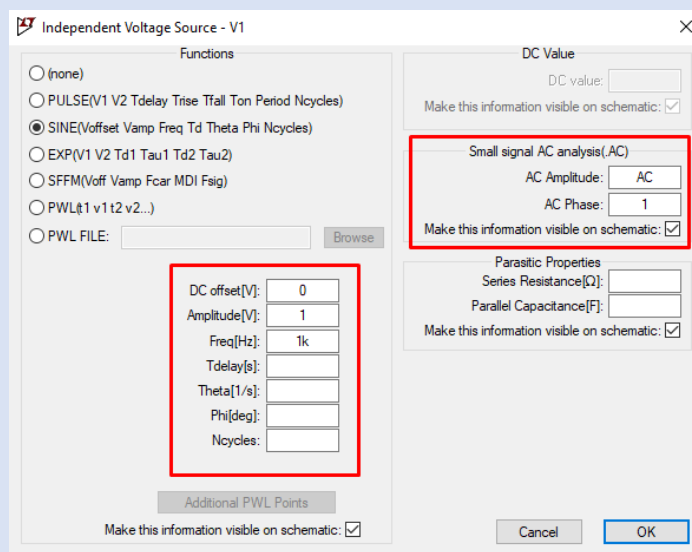
1. Abra o LTspice e crie um novo arquivo de projeto.

2. Selecione os componentes necessários para montar o circuito *RC*:

- Insira um resistor de 1 k $\Omega$  (1000  $\Omega$ ) no circuito (aperte a tecla 'R' do teclado para adicioná-lo).

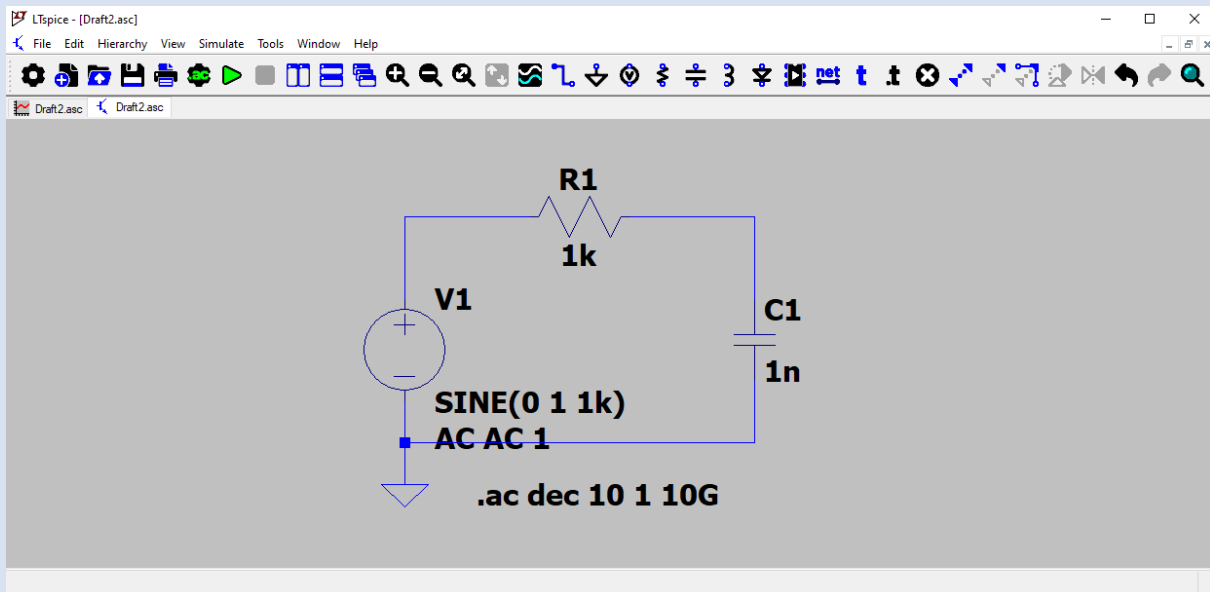
- Insira um capacitor de 1 nF (0,000001 F) no circuito (aperte a tecla 'R' do teclado para adicioná-lo).

- Insira uma fonte de tensão e a configure para um sinal alternado senoidal ('SINE') com os seguintes valores:



- Coloque o terminal de terra (referência), que é utilizado pelo simulador no cálculo das tensões.

- Conecte o resistor e o capacitor em série, conforme ilustrado na figura seguir.

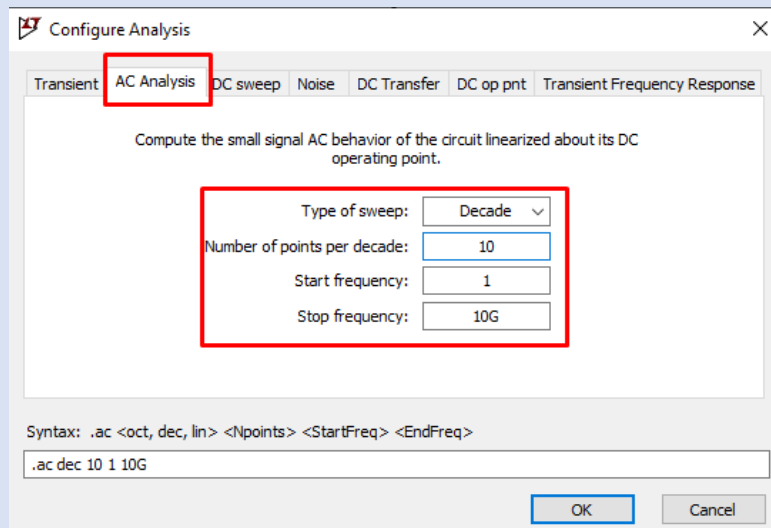


5. Calcule a impedância do circuito RC:

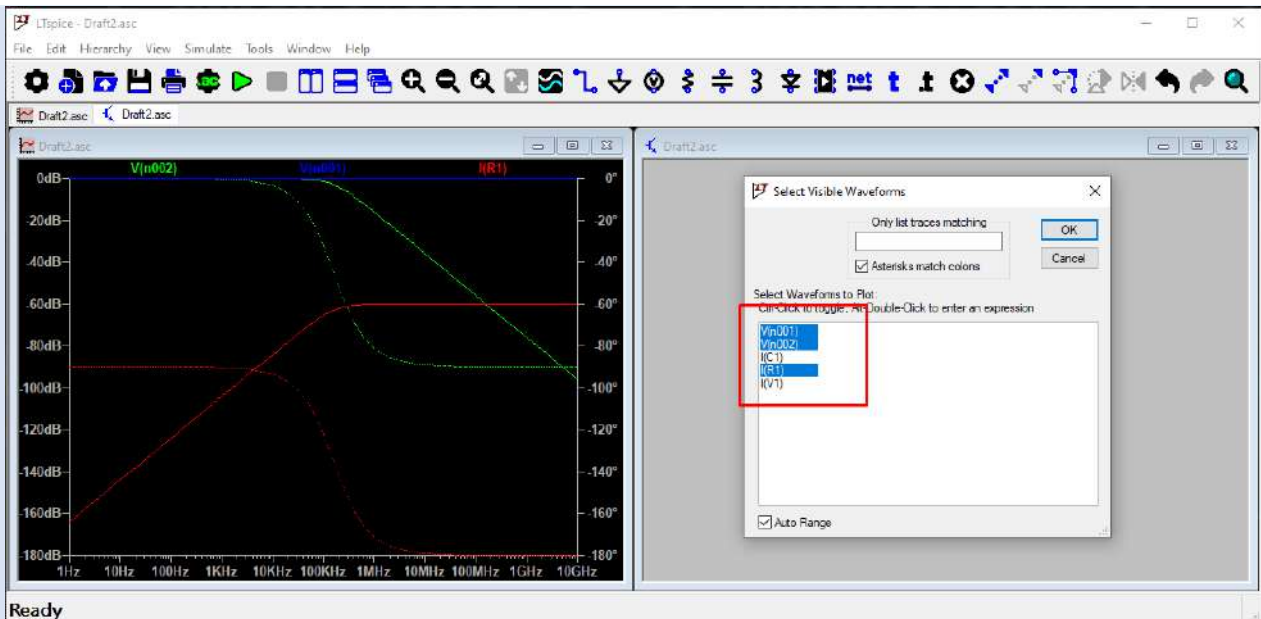
- Utilize a fórmula  $|Z| = \sqrt{(R^2 + (1 / (\omega C))^2)}$ , onde  $R$  é a resistência medida no passo 3,  $C$  é a capacitância medida no passo 4 e  $\omega$  é a frequência angular desejada (por exemplo, 1 rad/s).
- Substitua os valores e calcule a impedância total do circuito RC.

6. Realize a simulação do circuito RC no LTSpice:

- Nas configurações de simulação, selecione a opção 'AC Analysis' e ajuste os parâmetros conforme indicado na figura a seguir.



- Execute a simulação (*Run*) e adicione as curvas com os valores de tensão e corrente no seu circuito. A variação da tensão e corrente é em função da frequência da fonte de tensão de entrada.



- Caso deseje mudar a escala de amplitude de decibel para linear, clique sobre o eixo com o botão direito do mouse.

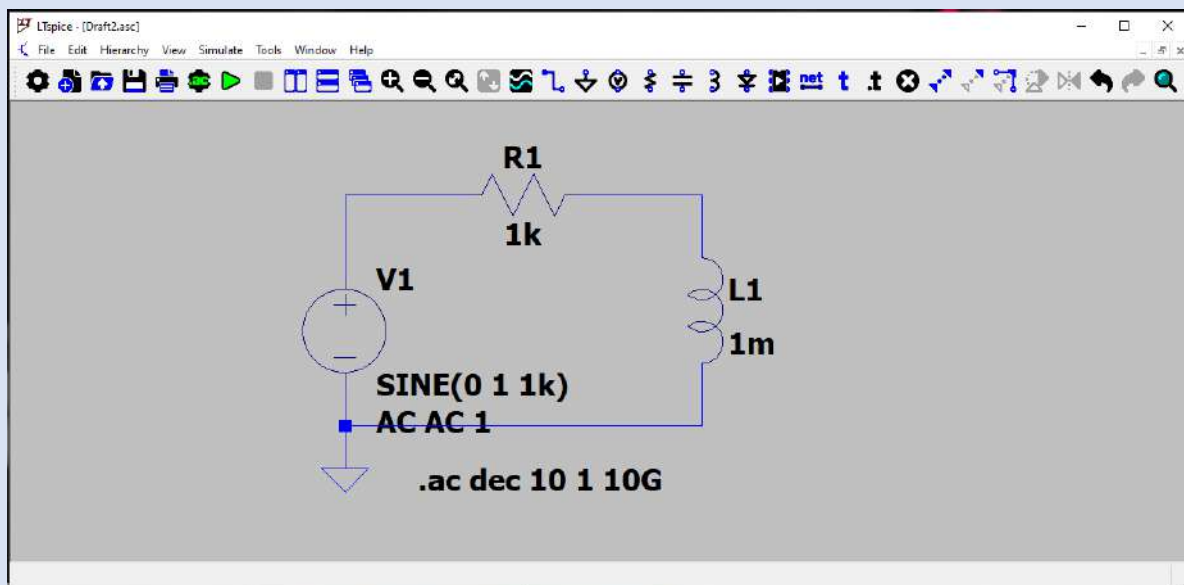
- Anote os valores de tensão e corrente para análise posterior.

7. Repita os passos 2 a 6 para montar e simular o circuito *RL* em série:

- Insira um indutor de 1 mH (0,001 H) no circuito (aperte a tecla 'L' do teclado para adicioná-lo).

- Calcule a impedância do circuito *RL* utilizando a fórmula  $|Z| = \sqrt{(R^2 + (\omega L)^2)}$ .

- Realize a simulação do circuito *RL* e anote os valores relevantes. As configurações de simulação, tensão e corrente que devem ser analisadas são as mesmas que no circuito RC.



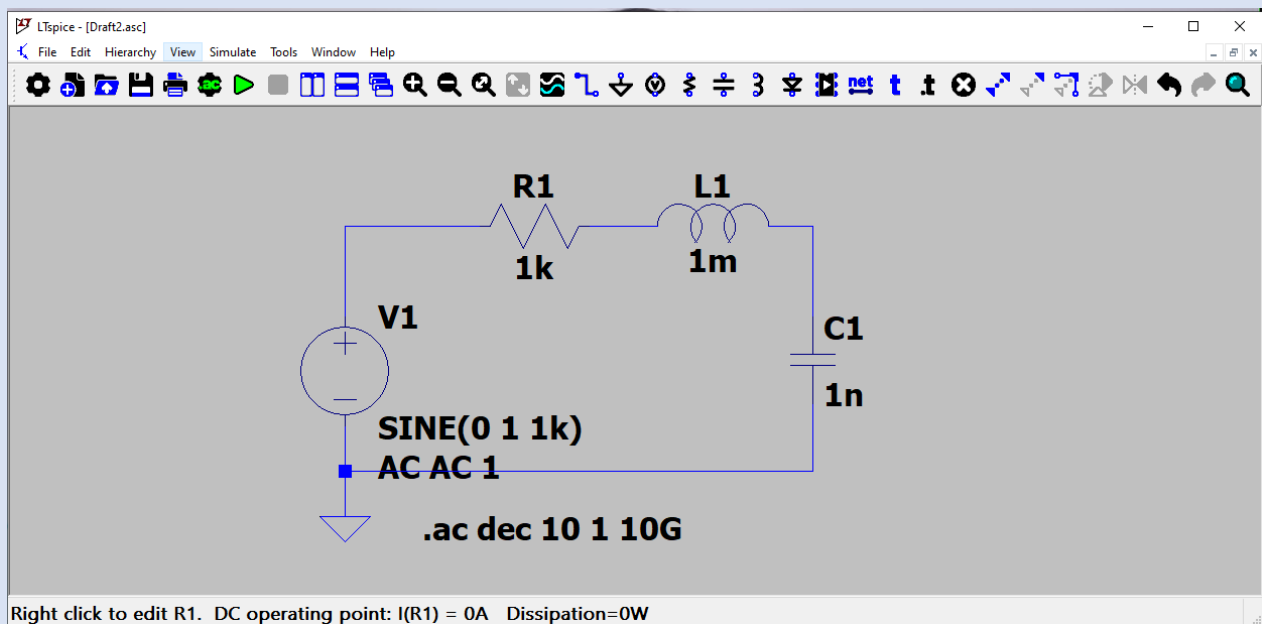
8. Repita os passos 2 a 6 para montar e simular o circuito *RLC* em série:

- Insira o resistor, o indutor e o capacitor em série.

- Calcule a impedância do circuito *RLC* utilizando a fórmula  $|Z| = \sqrt{(R^2 + (\omega L - (1 / (\omega C)))^2)}$ .

- Realize a simulação do circuito *RLC* e anote os valores relevantes. As configurações de

simulação, tensão e corrente que devem ser analisadas são as mesmas que RL.



9. Analise os resultados obtidos nas simulações:

- Compare os valores de tensão e corrente nos circuitos *RC*, *RL* e *RLC* em série.
- Observe as diferenças nos comportamentos dos circuitos de acordo com a presença de resistores, indutores e capacitores.
- Verifique se os resultados das simulações estão de acordo com as expectativas teóricas.

Certifique-se de utilizar as ferramentas corretas do LTspice para medir os componentes, configurar as fontes de sinal e executar as simulações. Isso permitirá uma análise mais precisa e uma comparação adequada entre os circuitos *RC*, *RL* e *RLC*.

### Checklist

Aqui está o *checklist* em forma de tópicos das principais etapas a serem desenvolvidas na aula prática, na sequência em que devem ser realizadas:

#### - Montagem e medição dos componentes do circuito *RC*:

- Insira um resistor de 1 k $\Omega$  no circuito.
- Insira um capacitor de 1 nF no circuito.

#### - Cálculo do módulo da impedância do circuito *RC*:

- Utilize a fórmula  $|Z| = \sqrt{R^2 + (1 / (\omega C))^2}$ .
- Substitua os valores medidos e calcule a impedância total do circuito RC.

**- Simulação do circuito RC no LTspice:**

- Adicione uma fonte de sinal adequada ao circuito.
- Configure a frequência angular da fonte de sinal.
- Execute a simulação e observe a resposta do circuito.
- Anote os valores de tensão e corrente para análise posterior.

**- Repetir as etapas anteriores para o circuito RL:**

- Insira um indutor de 1 mH no circuito.
- Calcule o módulo da impedância do circuito RL utilizando a fórmula  $|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ .
- Realize a simulação do circuito RL e anote os valores relevantes.

**- Repetir as etapas anteriores para o circuito RLC em série:**

- Insira o resistor, o indutor e o capacitor em série.
- Calcule o módulo da impedância do circuito RLC utilizando a fórmula  $|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L - (1 / (\omega C)))^2}$ .
- Realize a simulação do circuito RLC e anote os valores relevantes.

**- Análise dos resultados obtidos:**

- Compare os valores de tensão e corrente nos circuitos RC, RL e RLC.
- Observe as diferenças nos comportamentos dos circuitos em relação à presença de resistores, indutores e capacitores.
- Verifique se os resultados das simulações estão de acordo com as expectativas teóricas.

Esse checklist servirá como um guia para garantir que você tenha realizado todas as etapas necessárias durante a aula prática. Verifique cada item conforme você progride na atividade, garantindo assim uma execução completa e organizada.

**Estudante, você deverá entregar:**

Na conclusão da prática, o aluno deverá entregar um relatório que descreva e analise os resultados obtidos durante a atividade. O relatório deve incluir as seguintes seções:

1. Introdução:

- Breve contextualização sobre circuitos RC, RL e RLC.
- Objetivos da prática.

2. Metodologia:

- Descrição dos materiais e componentes utilizados.
- Explicação dos passos seguidos na montagem dos circuitos.

- Detalhes sobre as configurações de simulação no LTspice.

### 3. Resultados:

- Apresentação dos valores medidos para resistência, capacitância e indutância.
- Cálculo das impedâncias para os circuitos *RC*, *RL* e *RLC*.
- Comparação entre os resultados obtidos experimentalmente e os valores simulados no LTspice.
- Inclusão de tabelas, gráficos ou outros recursos visuais relevantes para a análise dos resultados.

### 4. Discussão:

- Análise dos resultados e comparação com os conceitos teóricos.
- Explicação sobre as diferenças observadas nos comportamentos dos circuitos *RC*, *RL* e *RLC*.
- Discussão sobre a precisão das medições e das simulações realizadas.

### 5. Conclusão:

- Recapitulação dos principais pontos abordados no relatório.
- Considerações finais sobre os resultados obtidos e a validade dos modelos teóricos.
- Sugestões de melhorias ou experimentos adicionais relacionados aos circuitos estudados.

O modelo de arquivo a ser entregue pode ser um documento em formato PDF contendo o relatório elaborado pelo aluno. O aluno pode incluir imagens, gráficos ou outros recursos visuais relevantes para ilustrar os resultados e as análises realizadas. Caso seja necessário, o aluno também pode fornecer os arquivos de simulação do LTspice como anexos ao relatório.

## Referências

1. DORF, R. C.; SVOBODA, J. A. **Introduction to Electric Circuits**. 9. ed. John Wiley & Sons, 2010.
2. NILSSON, J. W.; RIEDEL, S. A. **Electric Circuits**. 10. ed. Pearson, 2014.
3. HAYT, W. H.; KEMMERLY, J. E.; DURBIN, S. M. **Engineering Circuit Analysis**. 9. ed. McGraw-Hill Education, 2017.
4. SADIKU, M. N. O. **Elements of Electromagnetics**. 5. ed. Oxford University Press, 2013.
5. SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. **Microelectronic Circuits**. 7. ed. Oxford University Press, 2014.

## Disciplina: Fundamentos de Eletrotécnica.

### ROTEIRO DE AULA PRÁTICA 3

Unidade: 3: Princípios de acionamentos de motores elétricos.

**Aula: 12: Aplicação das partidas indiretas**

---

#### **Software Algetec**

Acesso on-line

Pago

#### **Infraestrutura**

Computador com acesso à internet. Requisito mínimo de memória RAM de 4 GB.

1. Caso utilize o Windows 10, dê preferência ao navegador Google Chrome;
2. Caso utilize o Windows 7, dê preferência ao navegador Mozilla Firefox;
3. Feche outros programas que podem sobrecarregar o seu computador.

#### **Descrição do software**

Os Laboratórios Virtuais Algetec possuem práticas roteirizadas associadas ao plano pedagógico da instituição de ensino, que passam por todos os laboratórios das engenharias e saúde e seguem com alto grau de fidelização os experimentos realizados nos equipamentos físicos da ALGETEC. Nesta plataforma, o aluno poderá aprender, através de uma linguagem moderna, todos os conceitos das aulas práticas de uma determinada disciplina

Na página web a seguir apresenta-se as principais dúvidas na utilização dos Laboratórios Virtuais na seção de “Perguntas Frequentes”, disponível em: <https://algetec.movidesk.com/kb/pt-br/>

## **Atividade Prática**

---

#### **Introdução**

As partidas diretas e indiretas estrela-triângulo são dois métodos comuns utilizados para a partida de motores elétricos trifásicos.

A partida direta é o método mais simples e direto para iniciar um motor trifásico. Nesse método, os terminais do motor são conectados diretamente à rede elétrica. Isso significa que o motor é conectado aos três cabos de alimentação e inicia sua operação com tensão nominal e frequência da rede. Embora seja uma partida simples, a partida direta é adequada para motores de menor potência, pois a corrente de partida pode ser muito alta, causando picos de corrente e estresse no sistema elétrico. Portanto, a partida direta geralmente é aplicada a motores de pequeno e médio porte.

A partida indireta estrela-triângulo é um método utilizado para reduzir a corrente de partida e

minimizar o impacto no sistema elétrico. Nesse método, a conexão inicial do motor é feita em uma configuração estrela, também conhecida como conexão em Y. Durante a partida, o motor é alimentado com uma tensão reduzida e frequência da rede. Após um período de tempo pré-determinado, geralmente alguns segundos, a conexão é alterada para a configuração triângulo, fornecendo a tensão nominal e frequência completa ao motor. Essa mudança permite uma redução significativa da corrente de partida, evitando picos excessivos e minimizando o estresse no sistema elétrico.

A partida indireta estrela-triângulo é frequentemente aplicada a motores de médio e grande porte, pois ajuda a reduzir a corrente de partida e a proteger o sistema elétrico contra sobrecargas. Neste experimento você vai fazer a montagem e análise de circuitos utilizados no ambiente industrial, verificando o funcionamento dos principais componentes envolvidos no acionamento de um motor de indução.

### **Atividade proposta**

Analisar esquemas elétricos para executar o acionamento de uma partida direta e de uma partida estrela-triângulo.

### **Objetivos**

Conhecer sobre os acionamentos de motores de indução;

Analisar diagramas elétricos de acionamentos;

Aplicar os conhecimentos sobre acionamentos na implementação de partidas de motores de indução.

### **Procedimentos para a realização da atividade**

#### **Etapa 1: compreendendo o experimento:**

No Algetec, acessar o Laboratório de Instalações Elétricas □ Bancada de Instalações Elétricas Industriais:



## Laboratório de Instalações Elétricas



Instalações Elétricas Residenciais - Circuitos Básicos



Bancada de Medidas Elétricas



Bancada de Instalações Elétricas Industriais

Faça um tour pelos menus das barras laterais, para conhecer toda a interface da bancada e do laboratório:



### Acesse o laboratório:



Dos passos 1 ao 5, você vai aprender as principais interações que podem ser feitas durante a realização dos experimentos. Estes passos vão te fornecer as informações necessárias para que você utilize este laboratório virtual com facilidade, criando familiaridade com diversos instrumentos de medidas elétricas.

A tela inicial do experimento pode ser observada na imagem abaixo. Você pode selecionar no canto superior esquerdo as opções de câmera, definindo o ponto de vista que você terá do experimento.



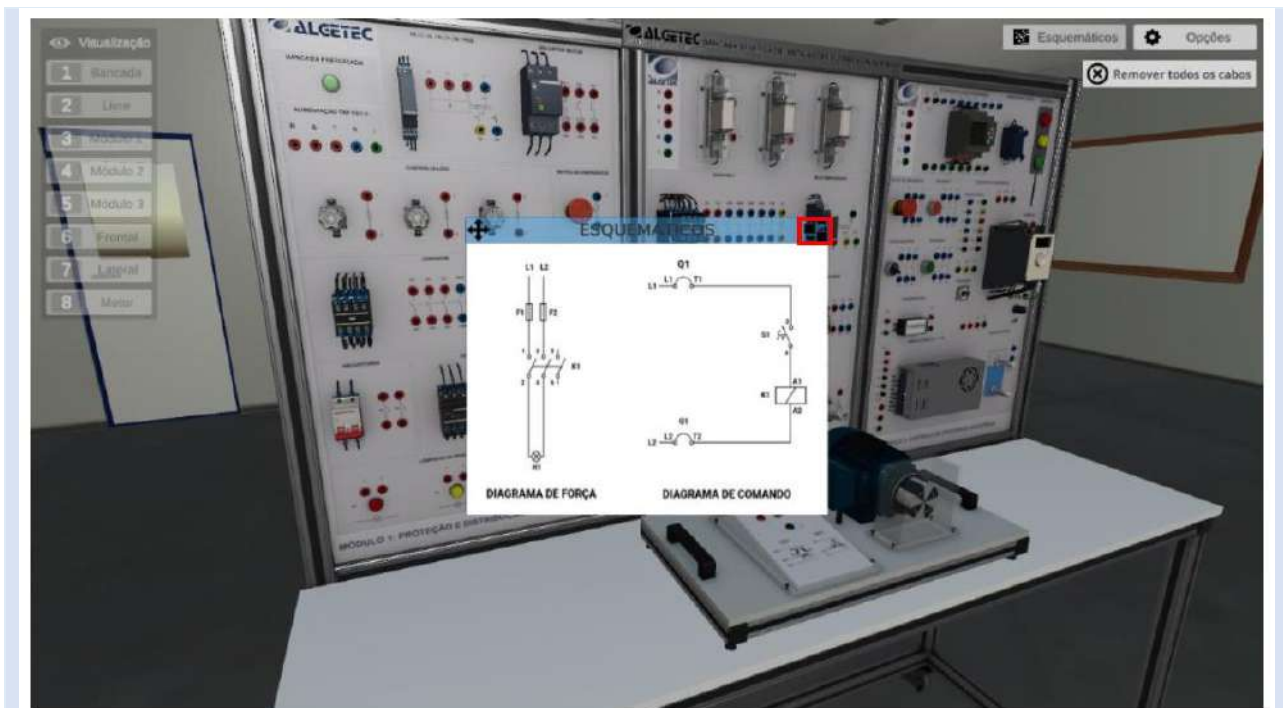
Dica: Durante a realização do experimento, você pode alterar entre as câmeras disponíveis para observar melhor o circuito que você está montando.

Na parte superior direita da tela inicial do experimento é possível visualizar os esquemáticos dos circuitos a serem montados, a caixa de anotações e as configurações do experimento.

Acesse a opção "Esquemáticos".



Observe o esquemático na janela abaixo, ele mostra um dos circuitos que serão montados durante o experimento.



Dica: Existem diversos esquemáticos que serão utilizados durante a realização do experimento! Para visualizar os outros esquemáticos disponíveis, clique com o botão esquerdo no botão destacado em vermelho na imagem acima.

## Etapa 2: Montando um acionamento de uma partida direta:

Vamos utilizar o esquemático 6 como exemplo. As conexões realizadas devem seguir o circuito proposto. Vamos utilizar a câmera livre para montar o circuito. Neste esquemático você pode observar a presença do circuito de comando e do circuito de força. Você vai montar primeiro o circuito de força. As ligações neste passo serão apresentadas em partes, ao final deste passo será exibido o circuito completo.

Dica: Sempre verifique se as conexões que você está realizando estão de acordo com o esquemático! Clique no botão conector da fase R da alimentação trifásica.



Importante: Note que cada conector possui uma letra ou número de identificação (na imagem acima as setas indicam as entradas dos fusíveis diazed), eles são usados para que você possa identificar mais facilmente o conector. Nas instruções do experimento essas identificações serão apresentadas entre parênteses.

Observe que os conectores que podem ser conectados com a fase R da alimentação mudaram de coloração. Essa indicação vai te ajudar na montagem do circuito.

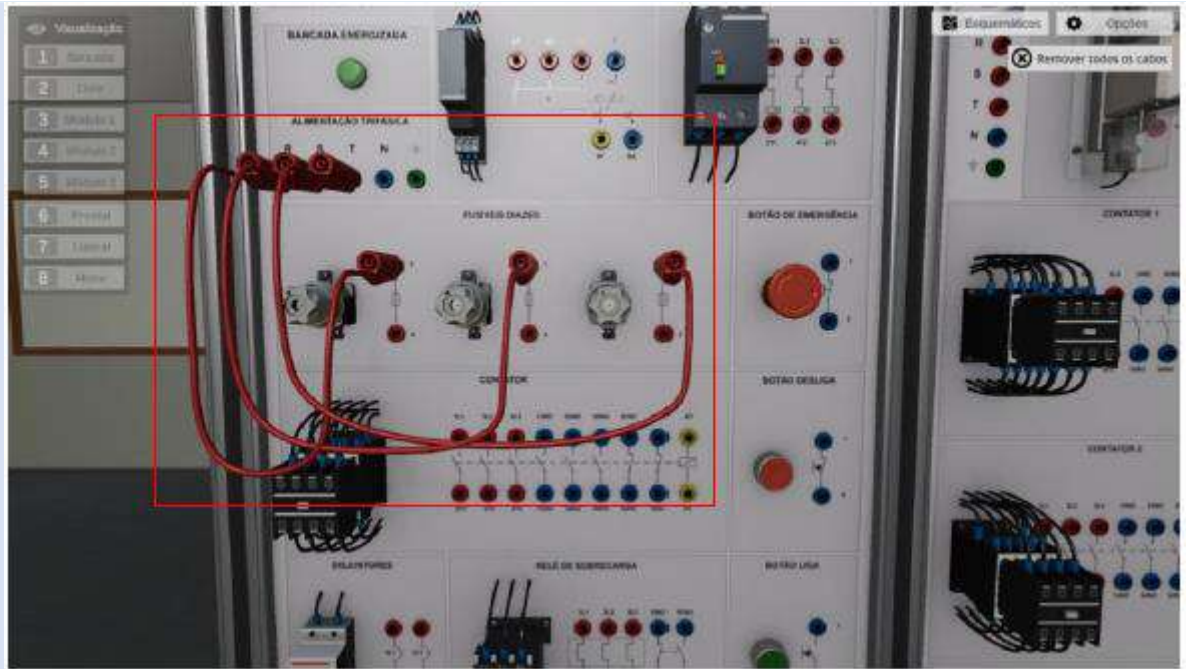
Após clicar na fase R da alimentação, clique na entrada (1) do fusível diazed localizado mais à esquerda.



Observe que um cabo de conexão está realizando a ligação entre os pontos definidos anteriormente.

Conecte a fase S da alimentação trifásica com a entrada (1) do fusível diazed do meio.

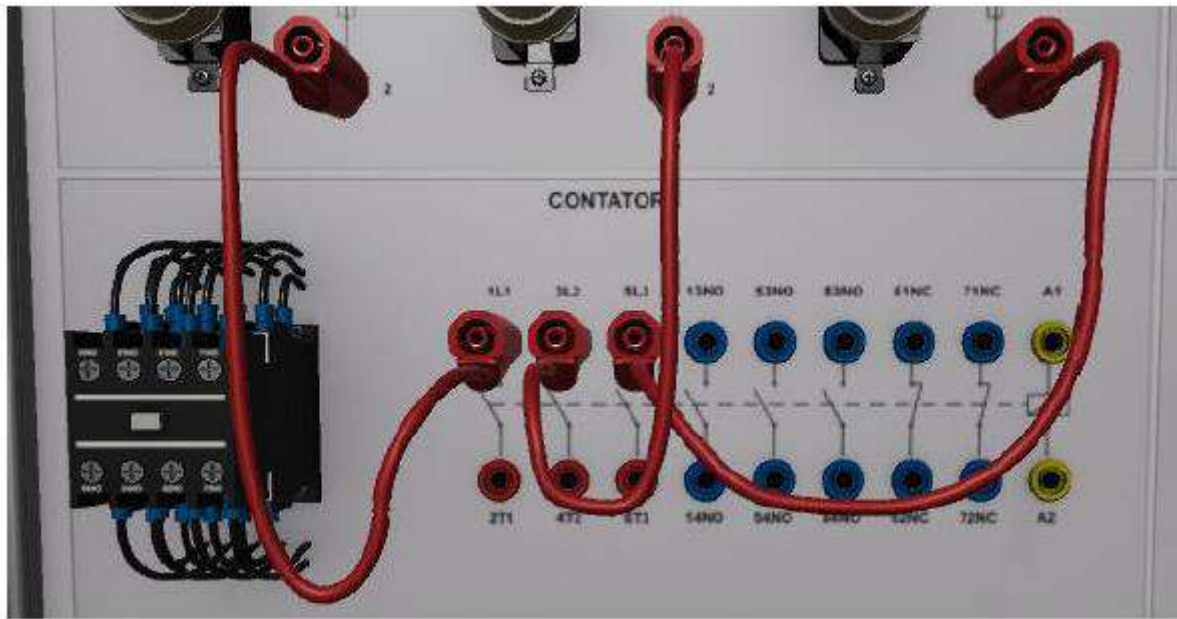
Conecte a fase T da alimentação trifásica com a entrada (1) do fusível diazed localizado mais à direita.



Observe que as conexões foram realizadas da forma esperada.

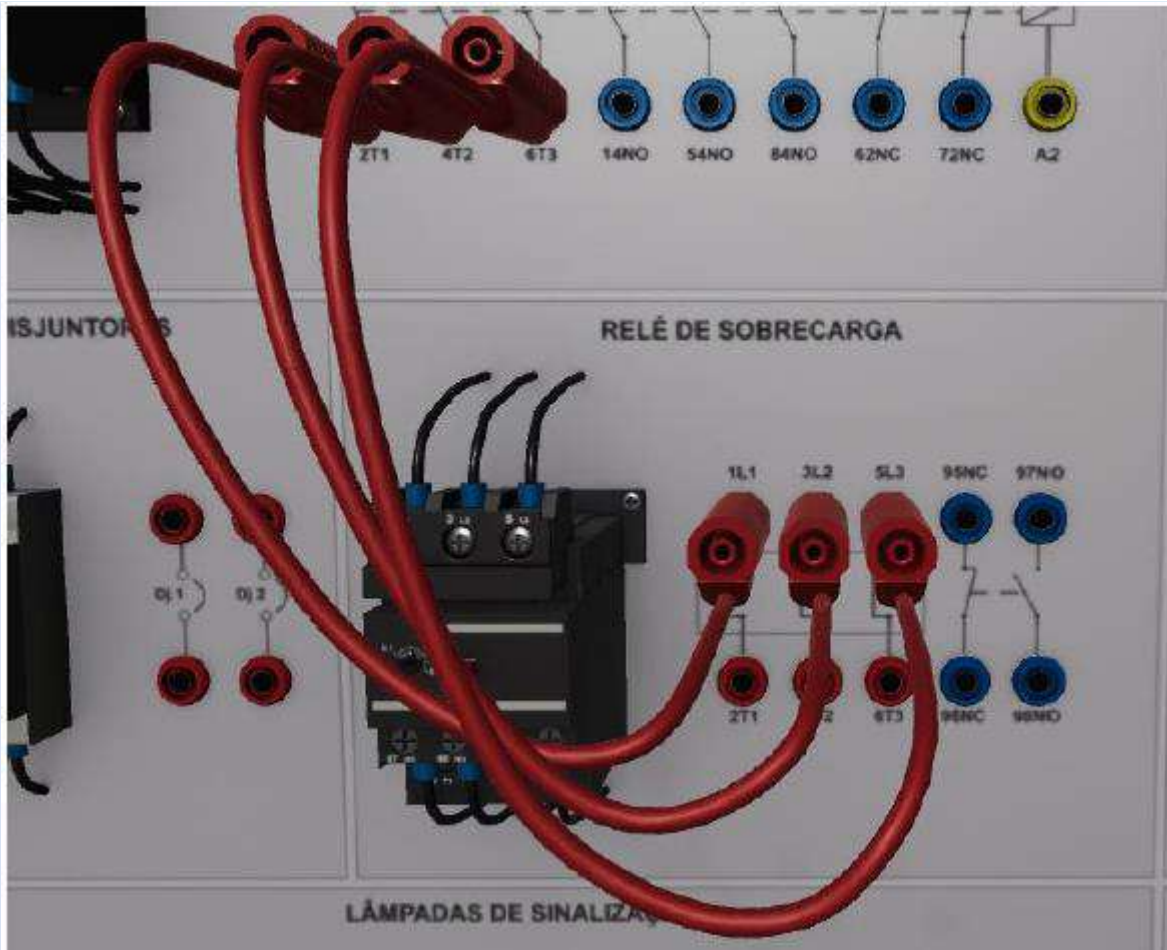
Seguindo a montagem do esquemático 6, o contator vai ser conectado ao circuito de força.

Conecte as saídas (2) dos fusíveis diazed com as entradas (1L1), (3L2) e (5L3) do contator.



Observe a imagem acima e verifique se você realizou as conexões da forma adequada.

Conecte as saídas (2T1), (4T2) e (6T3) do contator com as entradas (1L1), (3L2) e (5L3) do relé de sobrecarga, respectivamente.



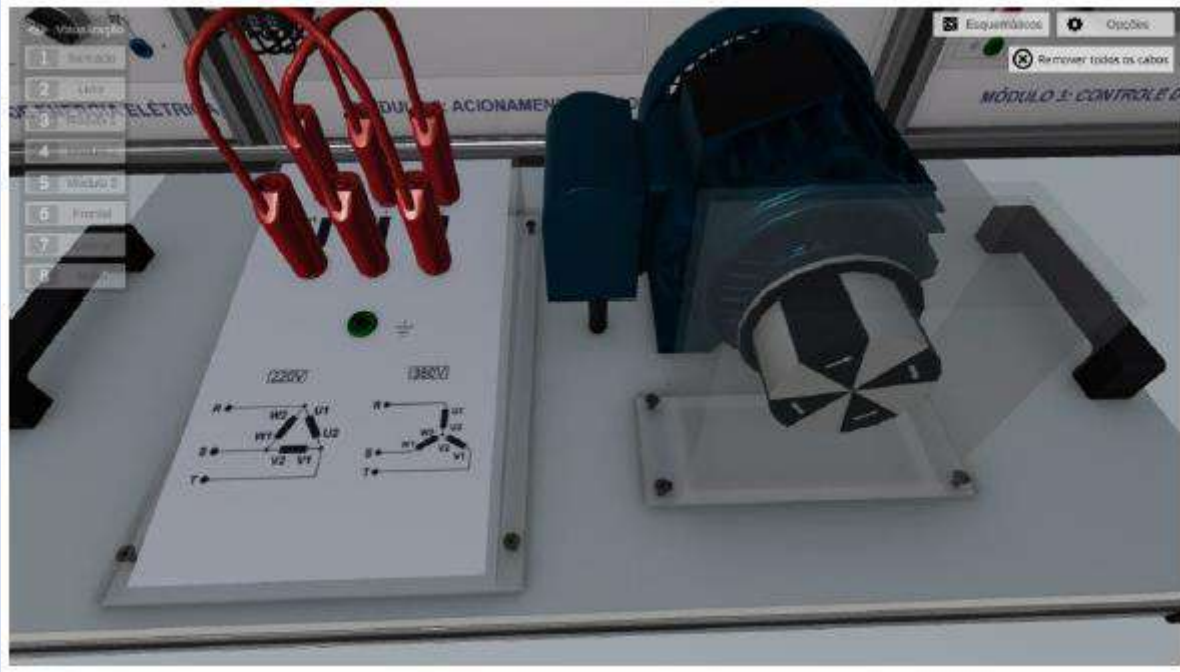
Observe a imagem acima e verifique se você realizou as conexões da forma adequada.

Antes de conectar o relé de sobrecarga ao motor, você deve realizar o fechamento do motor de indução trifásico. Os fechamentos podem ser em estrela ou em delta, você pode lembrar das diferenças entre estrela e delta lendo o sumário teórico deste laboratório virtual.

O fechamento neste caso será em delta. Você pode seguir as instruções de ligações no módulo do motor.

Dica: Utilize a câmera do motor para realizar estas conexões.

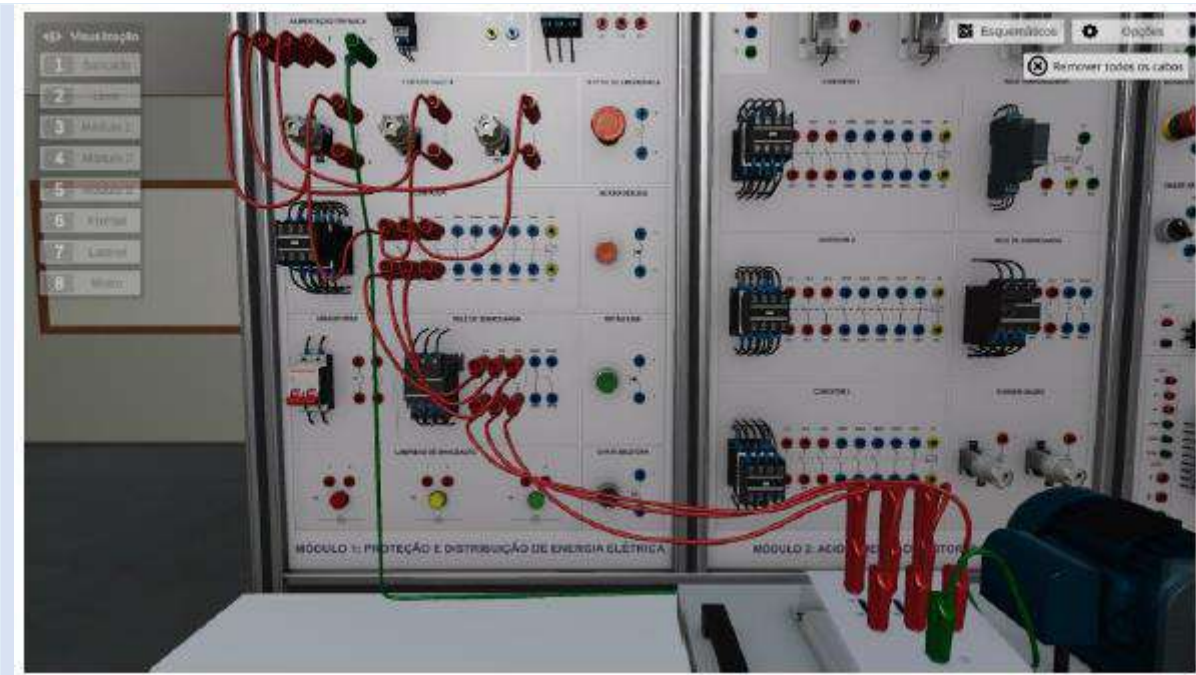
Conecte (V1) com (U2), (W1) com (V2) e (U1) com (W2).



Observe a imagem acima e verifique se você realizou as conexões da forma adequada. Agora você pode conectar a saída do relé de sobrecarga com o motor com fechamento em delta. Conecte as saídas (2T1), (4T2) e (6T3) do relé de sobrecarga com (U1), (V1) e (W1) do motor.



Observe a imagem acima e verifique se você realizou as conexões da forma adequada. A última ligação deste circuito de força é o aterramento do motor. Conecte o terra (também conhecido como ground) da alimentação trifásica com o terra presente no módulo do motor. Perceba que o cabo de ligação do terra é verde. A ligação completa do circuito de força presente no esquemático 6 pode ser visto na imagem abaixo.



Realizando a montagem do diagrama de comando, o circuito do esquemático 6 está pronto e o motor de indução trifásico poderá ser operado utilizando os botões do laboratório virtual. As ligações neste passo serão apresentadas em partes, ao final deste passo será exibido o circuito completo. Conecte as fases R e S da alimentação trifásica com as entradas do disjuntor bipolar.



Observe a imagem acima e verifique se você realizou as conexões da forma adequada. No esquemático 6 você pode observar 3 ramos entre as saídas do disjuntor. Você vai realizar a montagem desses ramos da esquerda para a direita. O primeiro ramo é onde estão localizados os botões de acionamento e a bobina do contator, enquanto nos outros dois ramos você pode encontrar as lâmpadas de sinalização que são acionadas quando certas condições ocorrem no circuito de acionamento do motor.

Conecte a saída da esquerda (fase R protegida) do disjuntor com a entrada (1) do botão de emergência.

Conecte a saída (2) do botão de emergência com a entrada (1) do botão desliga.

Conecte a saída (2) de botão desliga com a entrada (1) do botão liga.

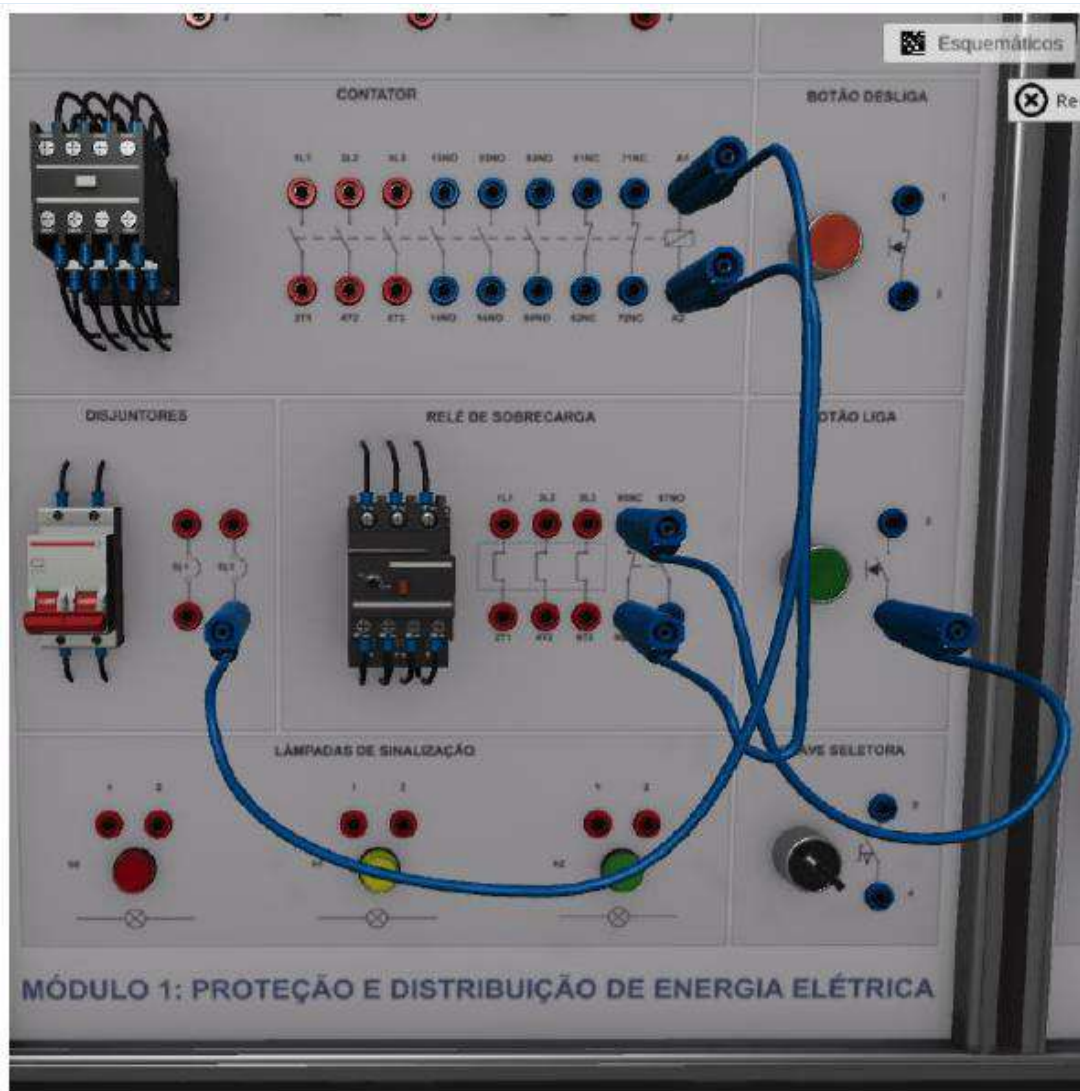


Observe a imagem acima e verifique se você realizou as conexões da forma adequada.

Conecte a saída (2) do botão liga com a entrada (95NC) do relé de sobrecarga.

Conecte a saída (96NC) do relé de sobrecarga com a entrada (A1) do contator.

Conecte a saída (A2) do contator com a saída da direita (fase S protegida) do disjuntor.



Para concluir as ligações do primeiro ramo é necessário realizar a conexão do contato selo.

Faça a ligação entre o contato (13NO) do contator com a entrada (1) do botão liga.

Faça a ligação entre o contato (14NO) do contator com a saída (2) do botão liga.

Desta forma o primeiro ramo foi conectado, a ligação do primeiro ramo do diagrama de comando pode ser observada na imagem abaixo.

Agora você vai realizar a montagem do segundo e terceiro ramos. No segundo ramo é utilizada a lâmpada de sinalização h0, esta lâmpada permanecerá acionada enquanto o motor estiver em funcionamento. Já no terceiro ramo é utilizada a lâmpada de sinalização h1, esta lâmpada permanecerá acionada enquanto o relé de sobrecarga estiver atuando.

Faça a ligação da saída da esquerda (fase R protegida) do disjuntor com o contato (53NO) do contator.

Faça a ligação do contato (54NO) do contator com a entrada (1) da lâmpada de sinalização (h0).

Faça a ligação da saída (2) da lâmpada de sinalização (h0) com a saída da direita (fase S protegida) do disjuntor.

Faça a ligação da saída da esquerda (fase R protegida) do disjuntor com o contato (97NO) do relé de sobrecarga.

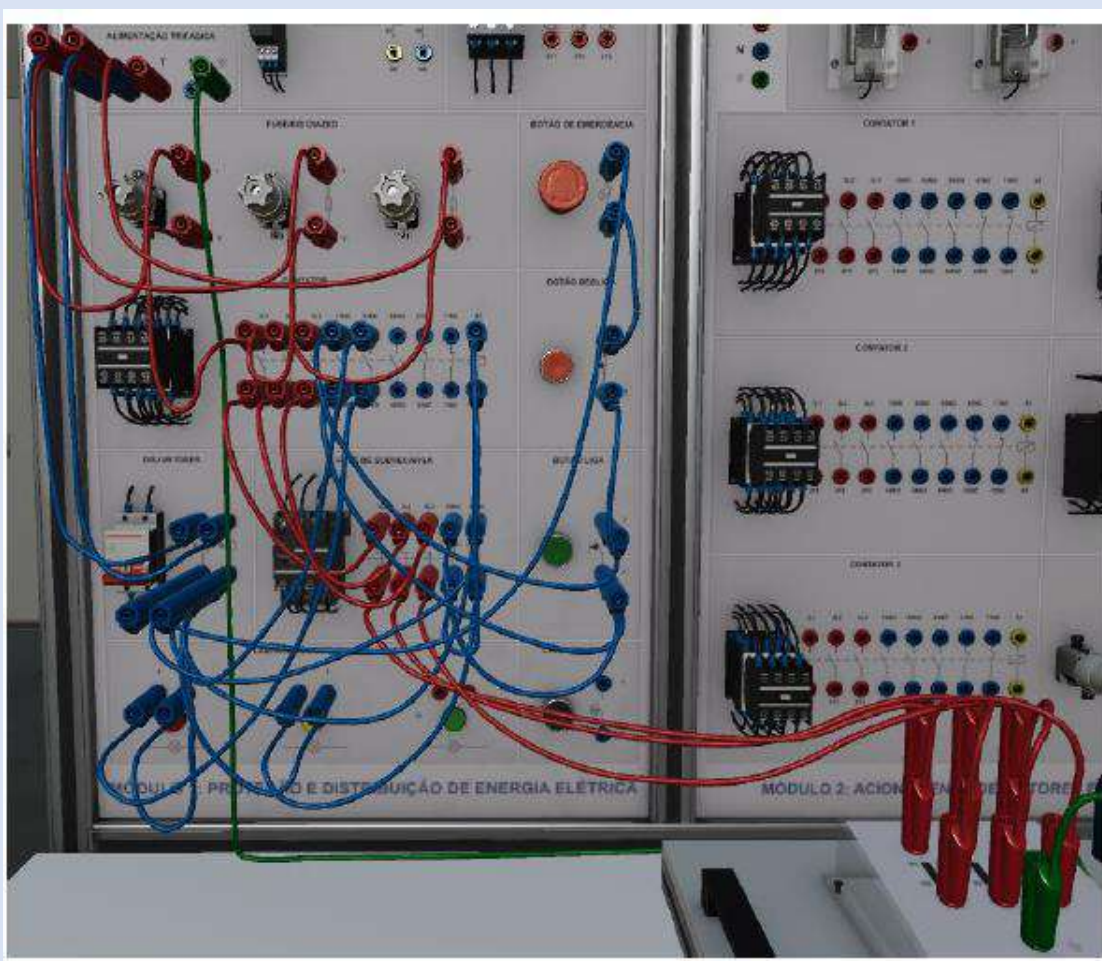
Faça a ligação do contato (98NO) do relé de sobrecarga com a entrada (1) da lâmpada de

sinalização (h1).

Faça a ligação saída (2) da lâmpada de sinalização (h1) com a saída da direita (fase S protegida) do disjuntor.

Agora que você conseguiu realizar a montagem tanto do diagrama de força quanto do diagrama de comando, você pode concluir a montagem do circuito de acionamento do motor.

A montagem completa seguindo o esquemático 6 pode ser visto na imagem abaixo. Este circuito é amplamente utilizado para realizar o acionamento de motores de indução trifásicos na indústria. Com ele você poderá dar a partida do motor por um botão liga e desativar o motor por um botão desliga. Além disso, é utilizado o botão de emergência que interrompe o circuito caso o operador detecte alguma anomalia durante a operação do motor. Tanto no circuito de comando quanto no circuito de força estão presentes dispositivos de proteção que são utilizados no ambiente industrial.



## **Etapa 2: Montando um acionamento de uma partida direta:**

Nessa etapa será utilizado o esquemático 8.

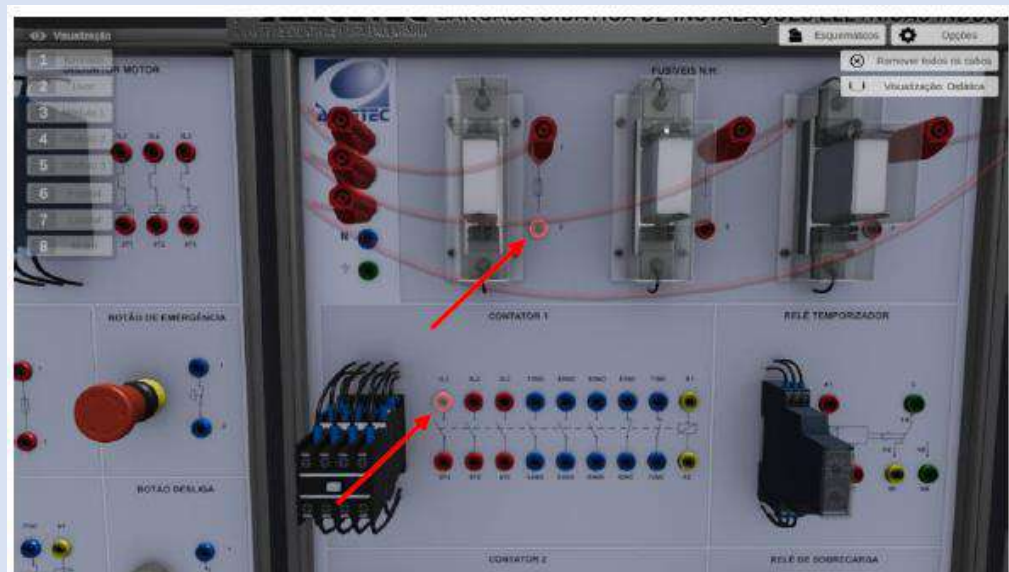
Conecte o terminal R do módulo 2 ao terminal 1 do fusível NH 1 clicando com o botão esquerdo do mouse sobre os terminais.



Conecte o terminal S e T aos terminais 1 dos fusíveis NH 2 e 3, respectivamente.



Conecte o terminal 2 do fusível NH 1 ao terminal 1L1 do contator 1.



Conecte os terminais 2 dos fusíveis 2 e 3 aos terminais 3L2 e 5L3 do contator 1,

respectivamente.

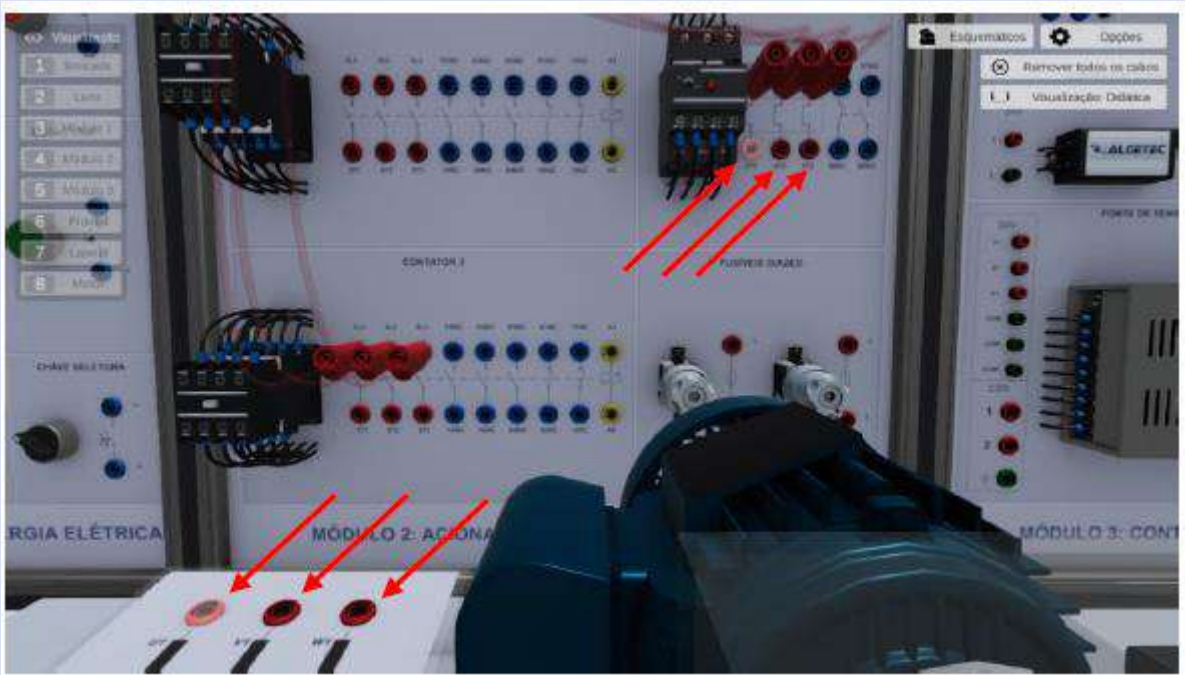
Conecte o terminal 2T1 do contator 1 ao terminal 1L1 do contator 3.

Conecte os terminais 4T2 e 6T3 do contator 1 aos terminais 3L2 e 5L3 do contator 3, respectivamente.

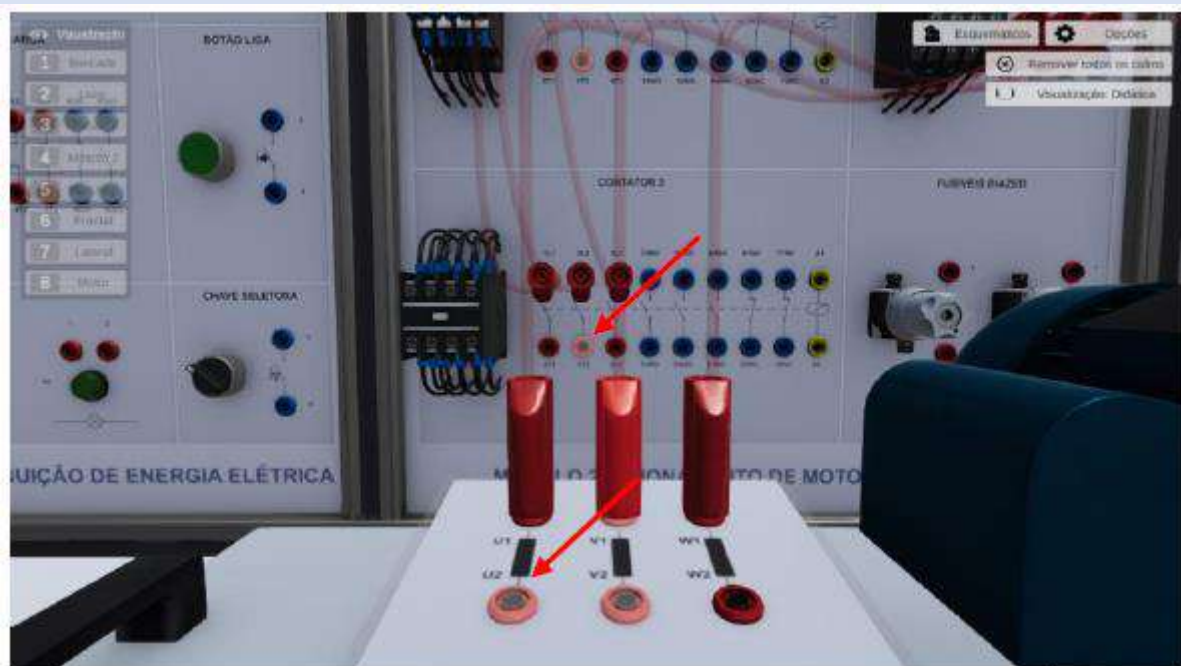
Conecte o terminal 2T1 do contator 1 ao terminal 1L1 do relé de sobrecarga.

Conecte os terminais 4T2 e 6T3 do contator 1 aos terminais 3L2 e 5L3 do relé de sobrecarga, respectivamente.

Conecte os terminais 2T1, 4T2 e 6T3 do relé de sobrecarga aos terminais U1, V1 e W1 do motor, respectivamente.



Conecte o terminal U2 do motor no terminal 4T2 do contator 3.



Conecte os terminais V2 e W2 do motor nos terminais 6T3 e 2T1 do contator 3,

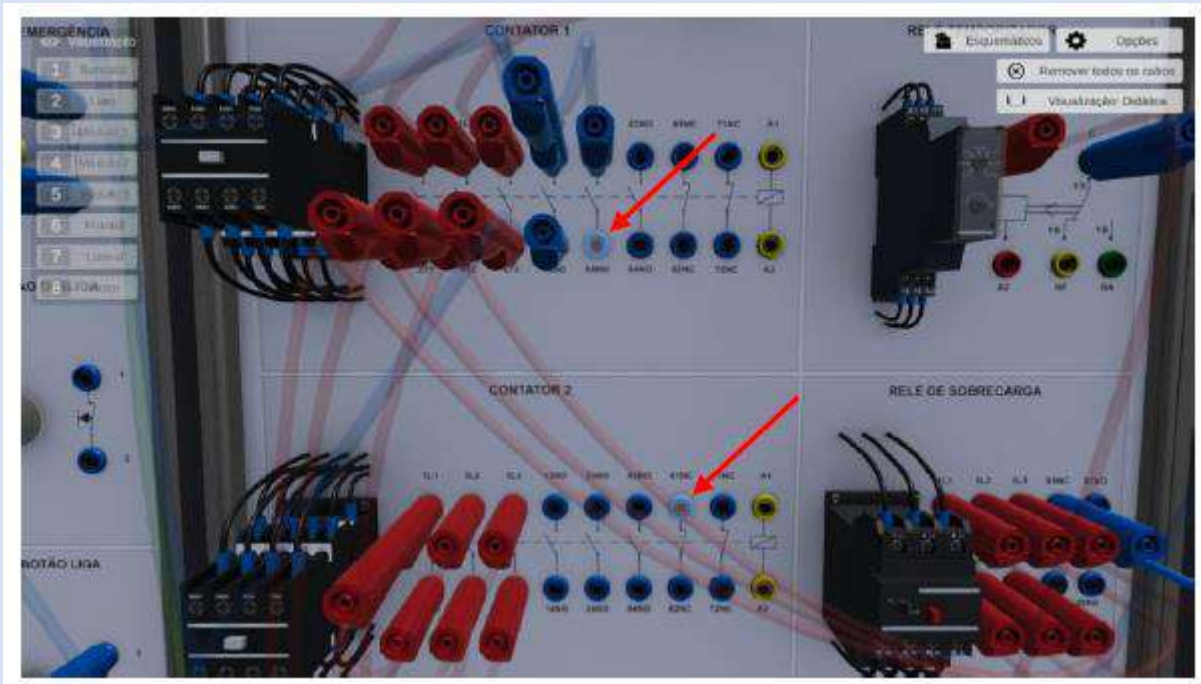
respectivamente.

Realize o aterramento do motor conectando o fio-terra do módulo 2 com o fio-terra do motor.

Conecte os terminais 2T1, 4T2 e 6T3 do contator 3 nos mesmos terminais do contator 2.

Conecte o terminal 1L1 do contator 2 nos terminais 3L2 e 5L3 do mesmo contator.

Monte o circuito de comando



Realize ensaios e verifique o funcionamento .

### Checklist

Realizar a montagem do circuito de força (potência) da partida direta;

Realizar a montagem do circuito de comando da partida direta;

Analisar o funcionamento do sistema de acionamento;

Realizar a montagem do circuito de força (potência) da partida estrela-triângulo;

Realizar a montagem do circuito de comando da partida estrela-triângulo;

Analisar o funcionamento do sistema de acionamento.

### Estudante, você deverá entregar:

Você deve entregar um relatório contendo os prints dos resultados dos acionamentos: partida direta e partida estrela-triângulo, relatando detalhadamente o funcionamento de cada dispositivo utilizado

Sobre a partida estrela-triângulo, responda:

1. Este circuito foi amplamente utilizado no setor industrial no acionamento de motores elétricos. Qual a principal vantagem da utilização desse circuito?
2. Qual a função do relé temporizador neste circuito?
3. Quais contatores estão acionados antes e depois do relé temporizador comutar seus contatos?

## Referências

Algetec: <https://www.algetec.com.br/br/laboratoriosvirtuais>.

## Disciplina: Fundamentos de Eletrotécnica.

### ROTEIRO DE AULA PRÁTICA 4

**Unidade: 4: Instalação e dimensionamento de sistemas elétricos industriais.**

**Aula: 15: Aplicação dos conversores de frequência**

---

## Software Algetec

Acesso on-line

Pago

## Infraestrutura

Computador com acesso à internet. Requisito mínimo de memória RAM de 4 GB.

1. Caso utilize o Windows 10, dê preferência ao navegador Google Chrome;
2. Caso utilize o Windows 7, dê preferência ao navegador Mozilla Firefox;
3. Feche outros programas que podem sobrecarregar o seu computador.

## Descrição do software

Os Laboratórios Virtuais Algetec possuem práticas roteirizadas associadas ao plano pedagógico da instituição de ensino, que passam por todos os laboratórios das engenharias e saúde e seguem com alto grau de fidelização os experimentos realizados nos equipamentos físicos da ALGETEC. Nesta plataforma, o aluno poderá aprender, através de uma linguagem moderna, todos os conceitos das aulas práticas de uma determinada disciplina

Na página web a seguir apresenta-se as principais dúvidas na utilização dos Laboratórios Virtuais na seção de “Perguntas Frequentes”, disponível em: <https://algetec.movidesk.com/kb/pt-br/>

## Atividade Prática

---

### Introdução

Os conversores de frequência, também conhecidos como inversores de frequência, são dispositivos eletrônicos que permitem controlar a velocidade de motores elétricos ao variar a frequência da corrente elétrica fornecida a eles. Esses conversores desempenham um papel fundamental em diversas aplicações industriais, desde máquinas-ferramenta até sistemas de climatização e transporte.

A importância de uma aula prática sobre conversores de frequência reside no fato de que esses dispositivos são altamente complexos e requerem um conhecimento sólido para sua correta

operação e manutenção. Uma aula prática proporciona aos alunos a oportunidade de interagir diretamente com os conversores, entender seus princípios de funcionamento e aprender a configurá-los adequadamente para atender às necessidades específicas de uma aplicação. Neste experimento você vai fazer a montagem e análise de circuitos utilizados no ambiente industrial, verificando o funcionamento dos conversores de frequência.

### Atividade proposta

Analisar esquemas elétricos para executar o acionamento de uma partida indireta com conversor de frequência.


### Objetivos

Saber modificar e monitorar os parâmetros do conversor de frequência;  
Conhecer e utilizar a operação em modo local do conversor de frequência;  
Aplicar a operação em modo remoto do conversor de frequência.

### Procedimentos para a realização da atividade

#### Etapa 1: compreendendo o experimento:

No Algetec, acessar o Laboratório Específicos de Elétrica ▢ Conversor de frequência

 Laboratórios Específicos de Elétrica

 [Conversor de Frequência](#)



Faça um tour pelos menus das barras laterais, para conhecer toda a interface da bancada e do laboratório:



### Acesse o laboratório:



Dos passos 1 ao 5, você vai aprender as principais interações que podem ser feitas durante a realização dos experimentos. Estes passos vão te fornecer as informações necessárias para que você utilize este laboratório virtual com facilidade, criando familiaridade com diversos instrumentos de medidas elétricas.

A tela inicial do experimento pode ser observada na imagem abaixo. Você pode selecionar no canto superior esquerdo as opções de câmera, definindo o ponto de vista que você terá do experimento.



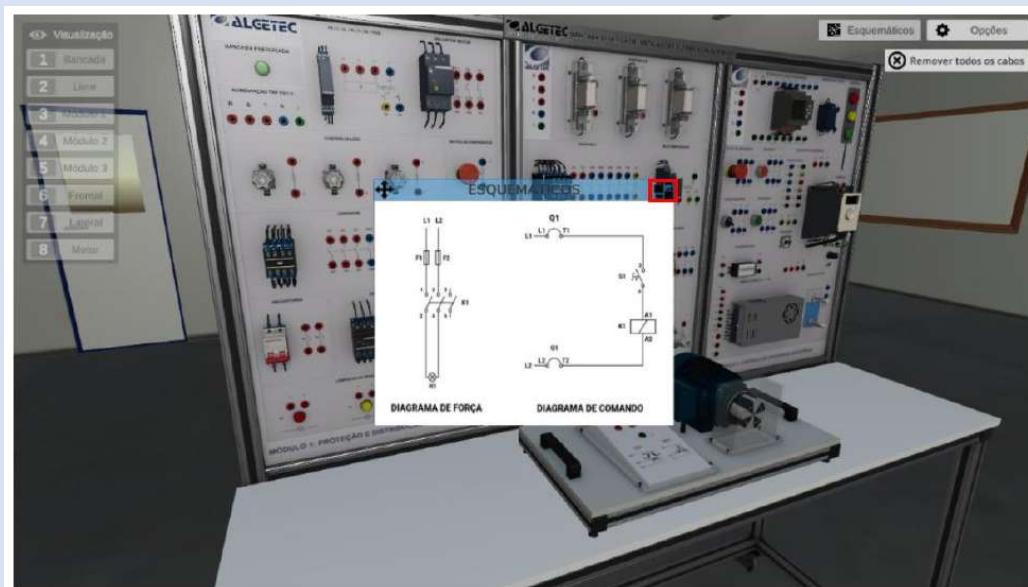
Dica: Durante a realização do experimento, você pode alterar entre as câmeras disponíveis para observar melhor o circuito que você está montando.

Na parte superior direita da tela inicial do experimento é possível visualizar os esquemáticos dos circuitos a serem montados, a caixa de anotações e as configurações do experimento.

Acesse a opção “Esquemáticos”.



Observe o esquemático na janela abaixo, ele mostra um dos circuitos que serão montados durante o experimento.



Dica: Existem diversos esquemáticos que serão utilizados durante a realização do experimento! Para visualizar os outros esquemáticos disponíveis, clique com o botão esquerdo no botão destacado em vermelho na imagem acima.

### **Etapa 2: Operando um conversor de frequência:**

O conversor de frequência é um equipamento que pode ser configurado de diversas maneiras. Após realizar a configuração e energização da bancada, explore os comandos disponíveis.

CONVERSOR MODO LOCAL: Utilize o esquemático 9.

Conecte o terminal R do módulo 2 ao terminal R/L1 do conversor de frequência. Em seguida,

conecte o terminal de S do módulo 2 ao terminal S/L2/N do terminal de frequência. Por fim, conecte o terminal Terra do módulo 2 ao terminal PE do conversor de frequência.

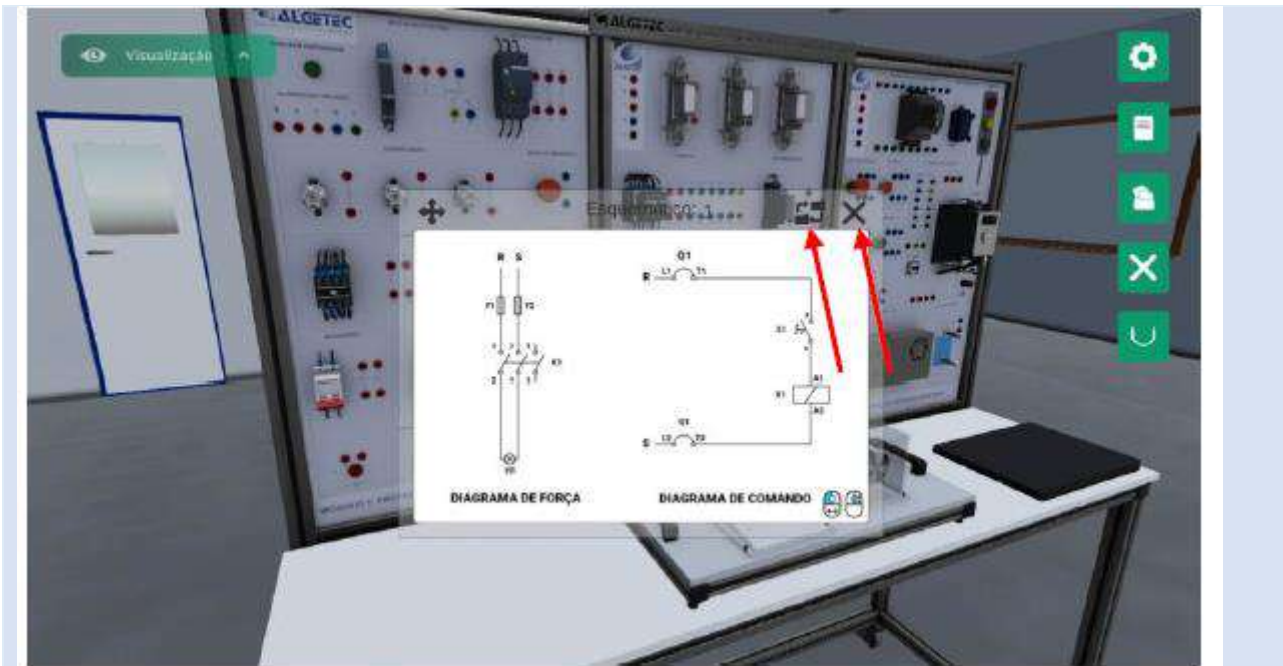
Na tela inicial, é possível ver a Bancada de Instalações Elétricas Industriais. No canto superior esquerdo, é possível acessar as opções de câmera. Nelas, você pode visualizar os componentes da bancada de forma mais detalhada.



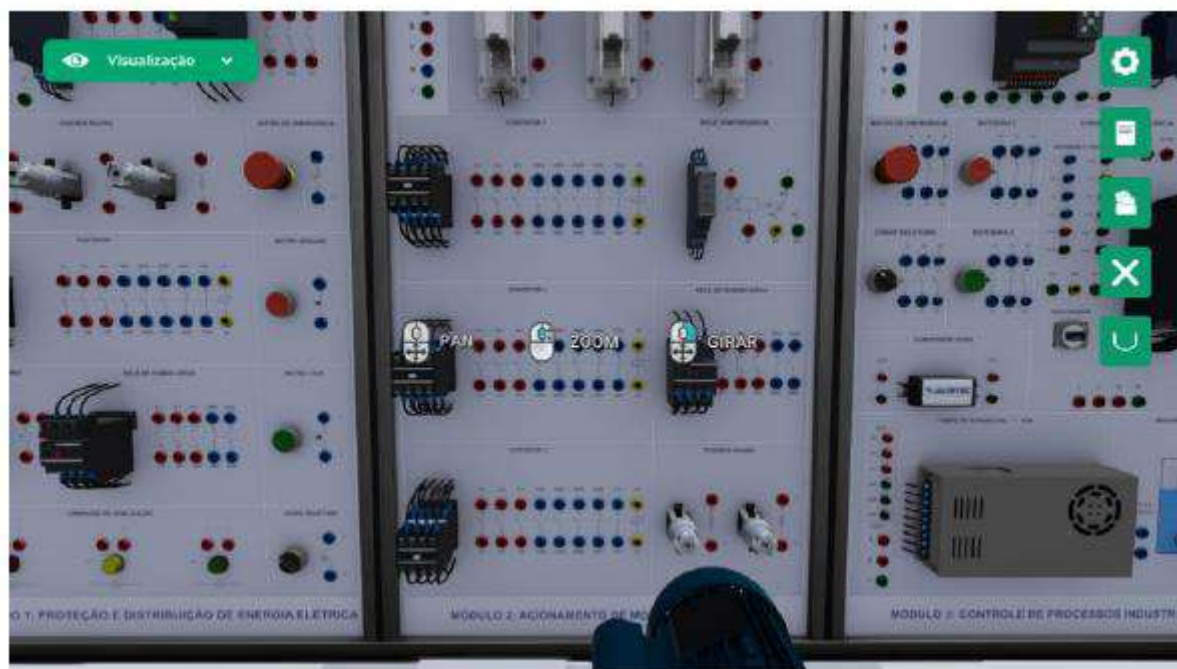
Importante: No modo de visualização “Livre”, o mouse pode ser utilizado para deslocar o ponto de observação e o botão de rolagem do mouse pode ser utilizado para aproximar ou distanciar o modo de visualização. Utilize esta ferramenta para facilitar a montagem dos esquemáticos e para identificar a simbologia e nomenclatura dos terminais de conexão.

Na parte superior direita, é possível selecionar o painel de esquemáticos e o menu de opções, além das funções “Visualização clássica/didática” e “Remover todos os cabos”.

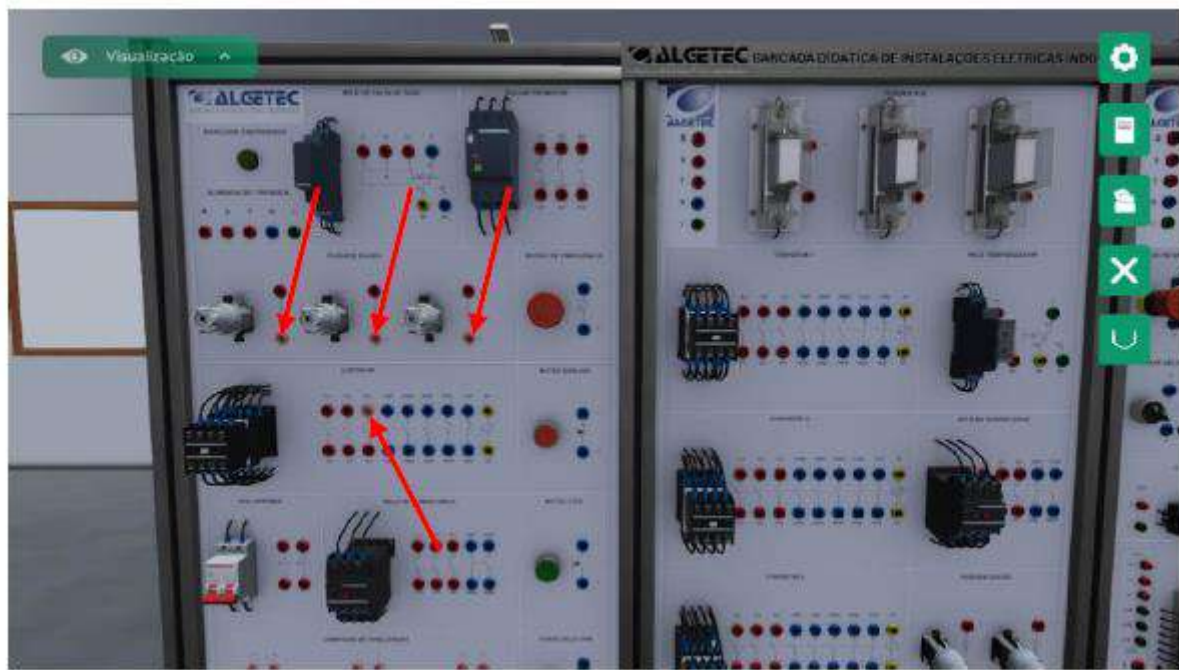
Ao acessar os esquemáticos, é possível visualizar todos os diagramas que serão utilizados no experimento. Para trocar de circuito, clique com o botão esquerdo no botão destacado em vermelho na imagem abaixo. Para sair, clique no “X”. Utilize o mouse e o botão de rolagem para alterar o ponto de visualização dentro da janela do esquemático.



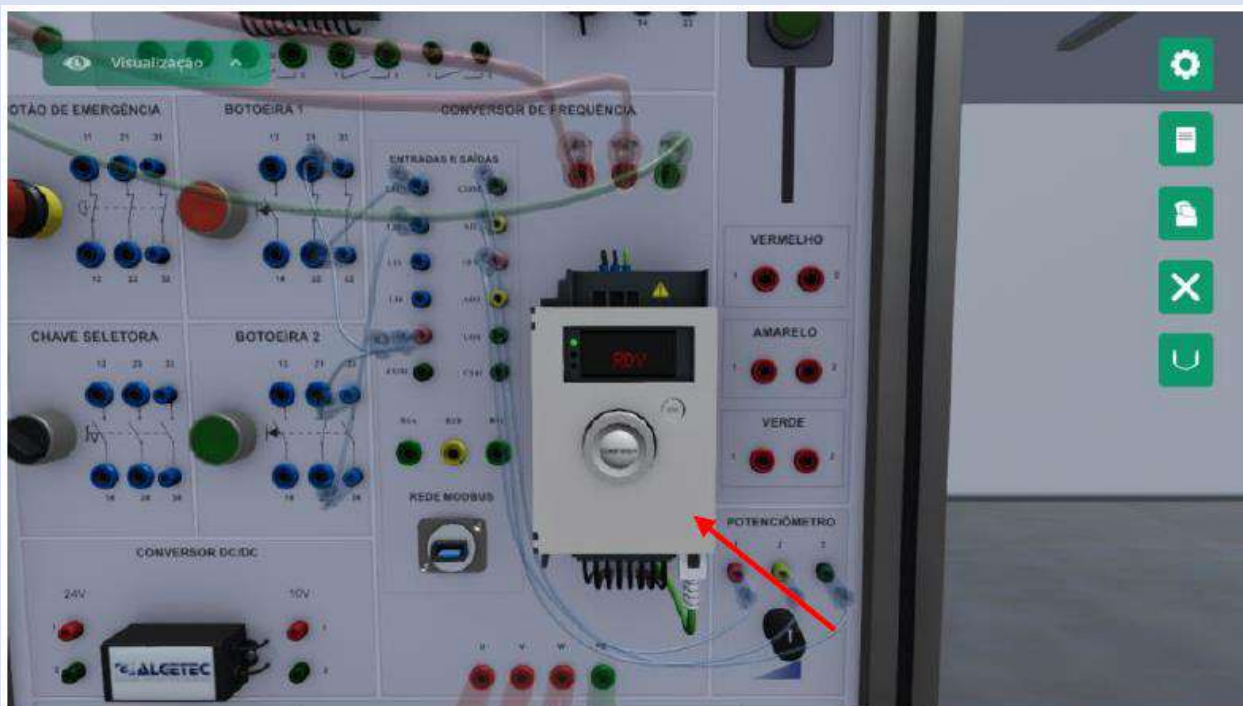
Para melhor visualização dos terminais, você pode acessar a câmera “Livre” e seguir as orientações para obter uma visualização aproximada dos componentes.



Para realizar uma conexão, clique com o botão esquerdo do mouse sobre o terminal de saída. Os terminais de entrada disponíveis para conexão serão destacados. Para conectar os terminais, basta clicar com o botão esquerdo do mouse sobre o terminal desejado.



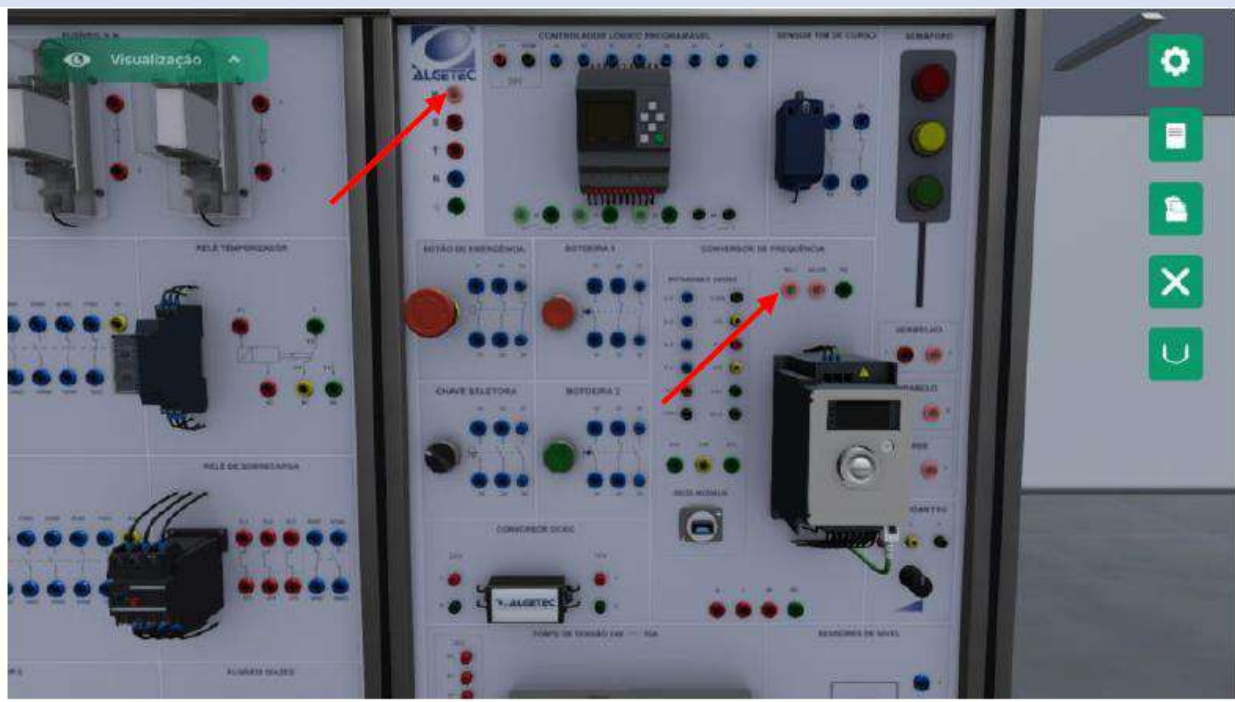
Visualize os botões do conversor de frequência clicando com o botão esquerdo do mouse sobre a tampa cinza.



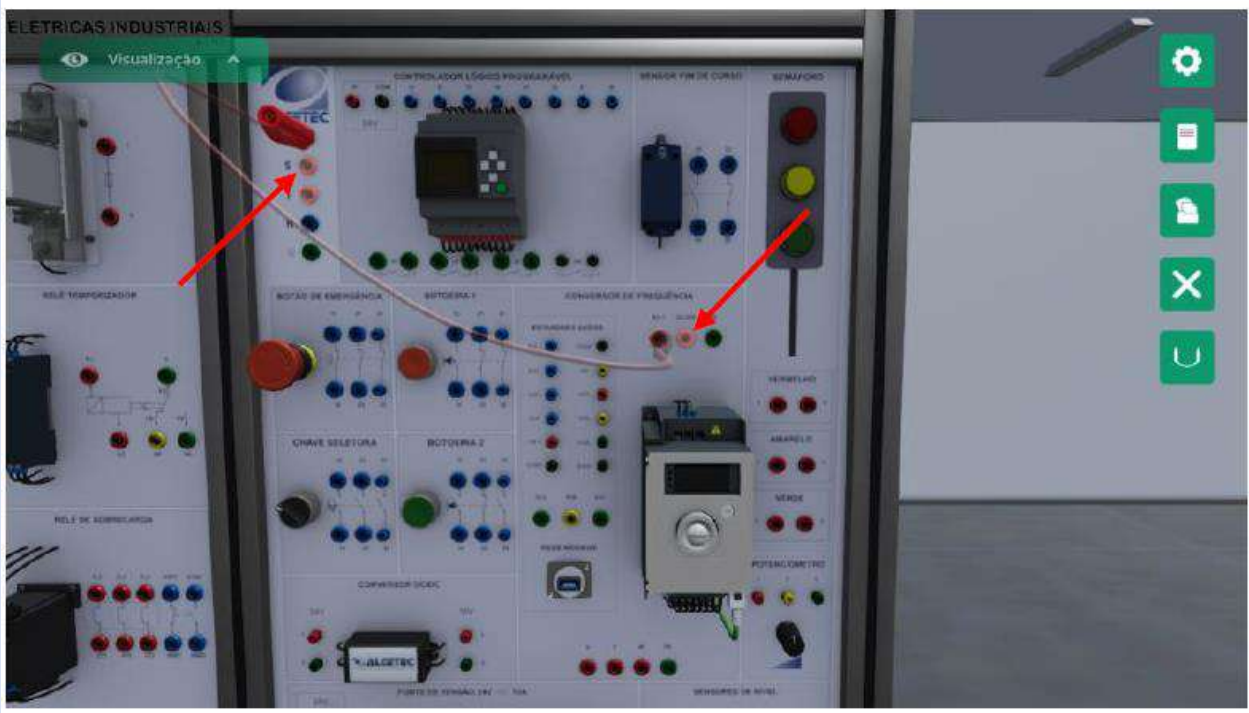
Acesso o menu clicando com o botão esquerdo do mouse sobre o botão "Menu".



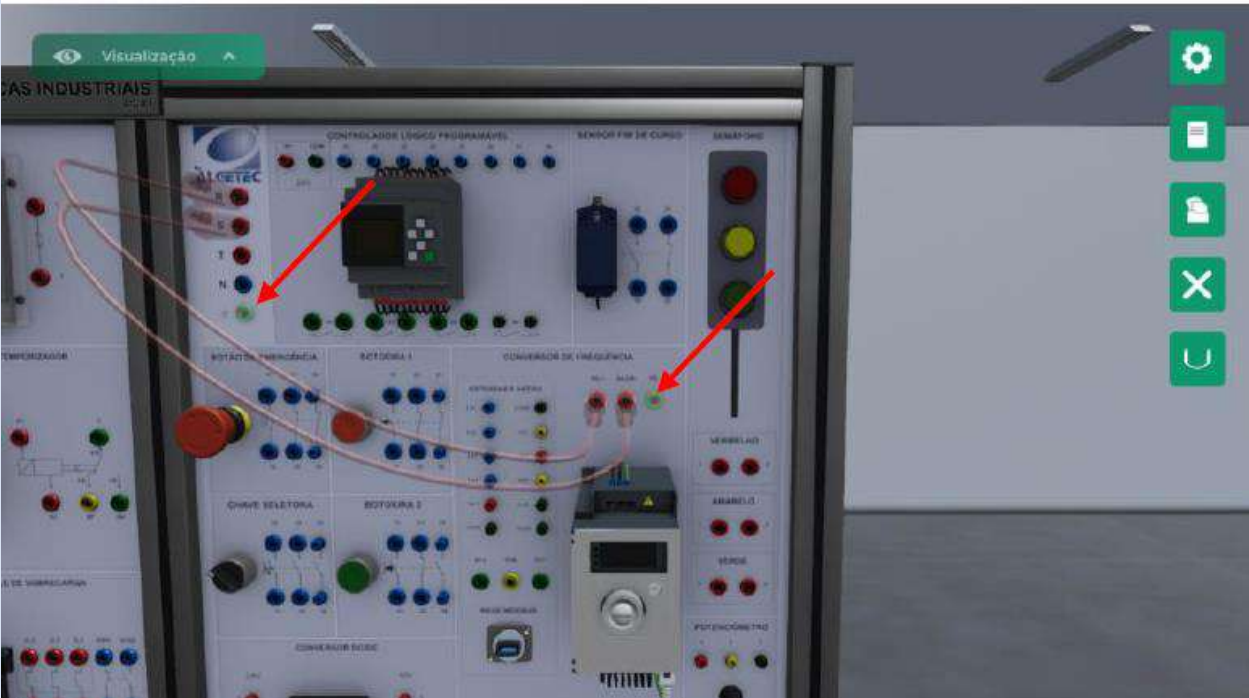
Configurar o conversor para operação em modo local (Utilize o esquemático 9). Conecte o terminal R do módulo 3 ao terminal R/L1 do conversor de frequência clicando em cada um dos terminais com o botão esquerdo do mouse.



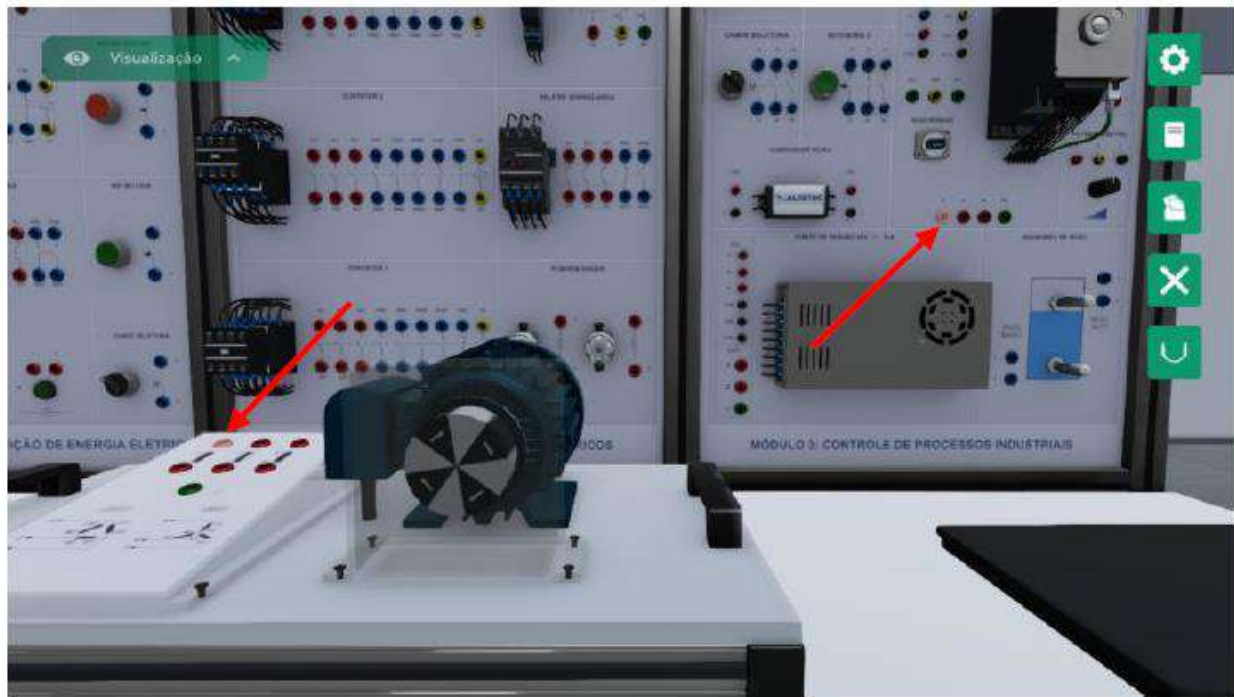
Conecte o terminal S do módulo 3 ao terminal S/L2/N do conversor de frequência clicando em cada um dos terminais com o botão esquerdo do mouse.



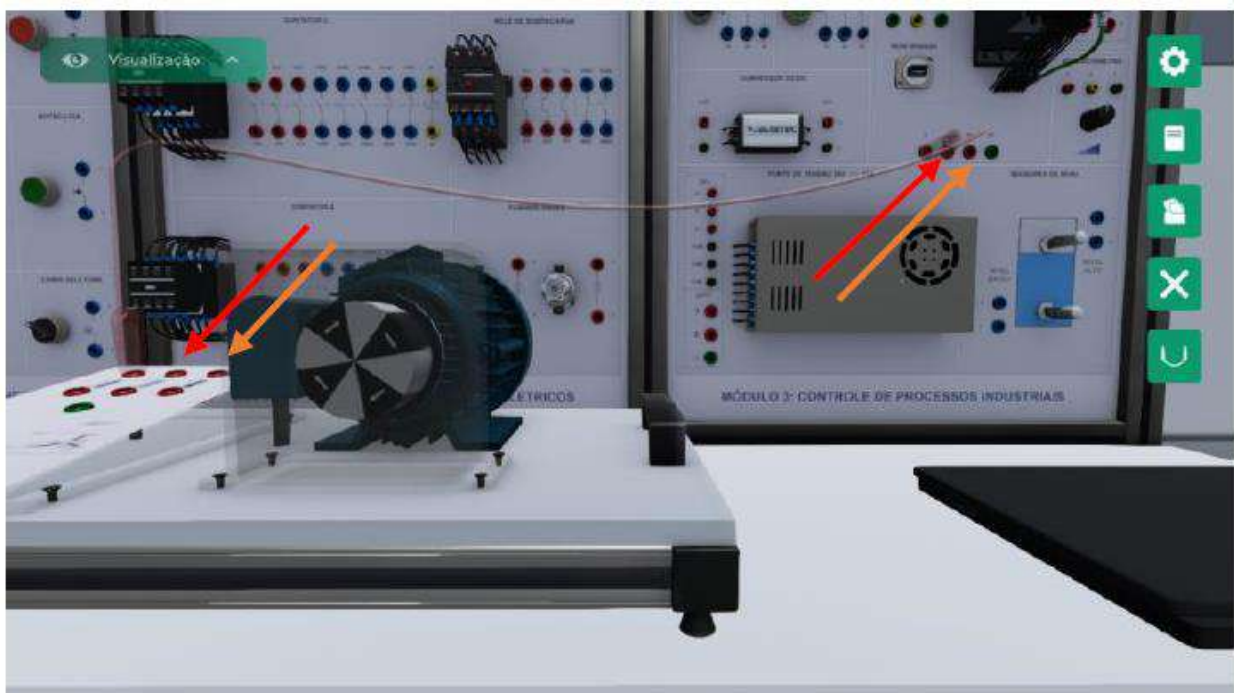
Conecte o terminal Terra do módulo 2 ao terminal PE do conversor de frequência clicando em cada um dos terminais com o botão esquerdo do mouse.



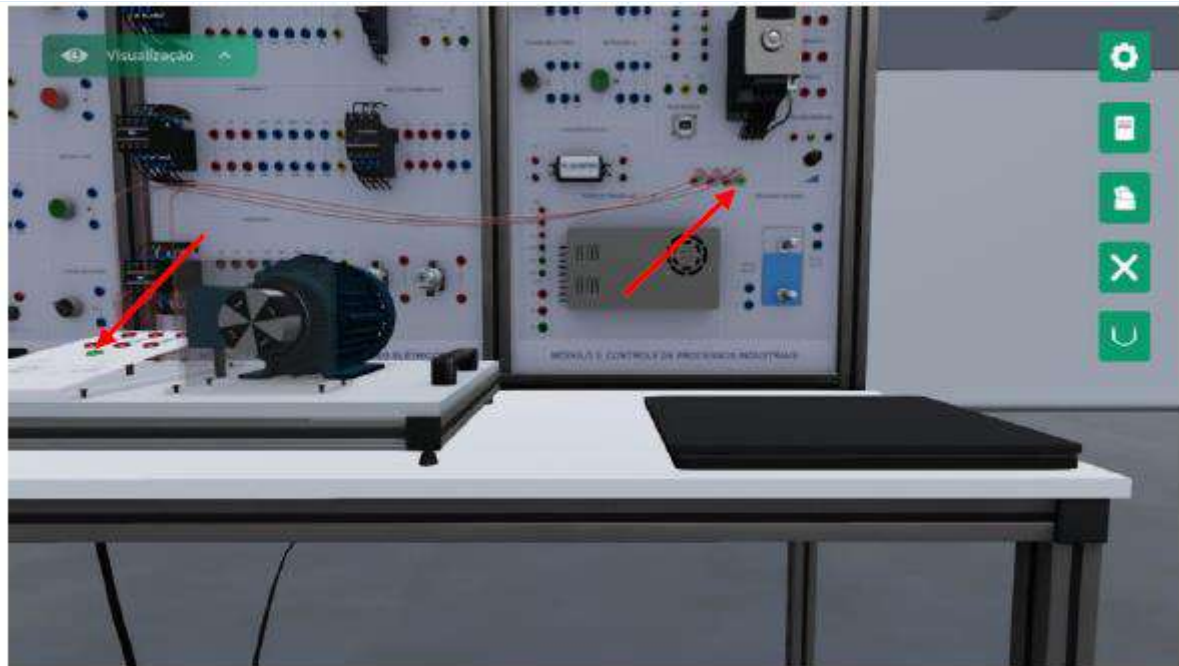
Conecte o terminal U do terminal de frequência ao terminal U1 do motor clicando sobre os terminais com o botão esquerdo do mouse.



Conecte os terminais V e W do conversor de frequência aos terminais V1 e W1, respectivamente.



Agora, conecte o terminal Terra do conversor ao terminal Terra do motor clicando em cada um dos terminais com o botão esquerdo do mouse.



O fechamento do motor pode acontecer de duas maneiras. Em Delta e em Estrela. Escolha um dos modos. Para fechar o motor em Delta, ligue os terminais U1, V1 e W1 aos terminais W2, U2 e V2, respectivamente. Já para realizar o fechamento em estrela, realize duas conexões entre os terminais U2, V2 e W2.

No conversor de frequência é possível configurar o tempo de aceleração e desaceleração, a frequência mínima e máxima, o modo de operação e o sentido do giro. Utilize as funcionalidades do conversor de frequência para realizar o controle da velocidade do motor elétrico.

**CONVERSOR MODO REMOTO** Utilize o esquemático 10.

#### 1. REALIZANDO A ALIMENTAÇÃO DO CONVERSOR

Conecte o terminal R do módulo 2 ao terminal R/L1 do conversor de frequência. Em seguida, conecte o terminal de S do módulo 2 ao terminal S/L2/N do terminal de frequência. Por fim, conecte o terminal Terra do módulo 2 ao terminal PE do conversor de frequência.

#### 2. CONECTANDO O CONVERSOR AO MOTOR

Conecte o terminal U do conversor de frequência ao terminal U1 do motor. Conecte também o terminal V do conversor de frequência ao terminal V1 do motor. Em seguida, ligue o terminal W do conversor de frequência ao terminal W1 do motor. Agora, conecte o terminal Terra do conversor ao terminal Terra do motor.

#### 3. REALIZANDO O FECHAMENTO DO MOTOR

O fechamento do motor pode acontecer de duas maneiras. Em Delta ou em Estrela. Escolha um dos modos. Para fechar o motor em Delta, ligue os terminais U1, V1 e W1 aos terminais W2, U2 e V2, respectivamente. Já para realizar o fechamento em estrela, realize duas conexões entre os terminais U2, V2 e W2.

#### 4. CONECTANDO O CONVERSOR AS BOTOEIRAS

Conecte o terminal 24 do conversor aos terminais 31 e 33 da botoeira. Em seguida, ligue os

terminais 32 e 34 da botoeira aos terminais LI1 e LI2 do conversor, respectivamente

#### 5. CONECTANDO O CONVERSOR AO POTENCIÔMETRO

Conecte os terminais +5V, AI1 e COM do conversor aos terminais 1, 2 e 3 do potenciômetro, respectivamente.

#### 6. EXECUTANDO A PRÁTICA

Energize a bancada. Em seguida, configure o conversor de frequência para operar em modo remoto. Utilize as botoeiras e o potenciômetro para realizar o controle da velocidade do motor elétrico.

#### 7. FINALIZANDO A PRÁTICA

Desenergize a bancada. Em seguida, remova as ligações entre os terminais.

#### 8. AVALIANDO OS RESULTADOS

Siga para a seção “Avaliação dos Resultados”, neste roteiro, e responda de acordo com o que foi observado no experimento.

Realize ensaios e verifique o funcionamento.

### Checklist

Realizar a montagem do acionamento em modo local do conversor de frequência;

Analisar o funcionamento do sistema de acionamento;

Realizar a montagem do acionamento em modo remoto do conversor de frequência;

Analisar o funcionamento do sistema de acionamento.

### Estudante, você deverá entregar:

Você deve entregar um relatório contendo os prints dos resultados dos acionamentos em modo local e remoto do conversor de frequência, relatando detalhadamente o funcionamento de cada dispositivo utilizado.

Sobre os conversores de frequência, responda:

1. O conversor de frequência é um equipamento amplamente utilizado no meio industrial. Cite alguns ganhos da utilização deste equipamento.
2. Qual o parâmetro utilizado pelo inversor para variar a velocidade do motor elétrico?
3. Quais as vantagens de utilizar um conversor de frequência no modo remoto em aplicações industriais?

### Referências

Algetec: <https://www.algetec.com.br/br/laboratoriosvirtuais>.