



Circuitos Eléctricos Avançados

Disciplina: Circuitos Elétricos Avançados.

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA 1

Unidade: Unidade 1 – Introdução e análise de circuitos elétricos em corrente alternada.

Aula: Aula 2 - Fasores e Impedância.

Software

Acesso on-line.

Livre.

Infraestrutura

Computador com o software LTspice instalado.

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

Olá, estudante!

Nesta atividade prática, iremos nos aprofundar nos conceitos teóricos aprendidos durante as aulas e aplicar uma simulação de circuitos elétricos utilizando o software LTspice. Vale ressaltar que, o LTspice é um software de simulação de circuitos amplamente utilizado por engenheiros e estudantes para projetar, analisar e testar circuitos elétricos de maneira eficaz e segura.

Nesta prática, aprenderemos a montar um circuito elétrico no LTspice e realizar medições precisas de tensão (nos terminais de carga ab) e corrente (nos terminais de carga ab). Esses conceitos são fundamentais para compreender o comportamento de circuitos elétricos

complexos, sendo aplicáveis em diversas áreas da engenharia.

Esta atividade prática é uma oportunidade para você aperfeiçoar seus estudos sobre circuitos elétricos, relacionando a teoria com o mundo real. Além disso, permitirá que você ganhe habilidades e competências valiosas na análise e na simulação de sistemas elétricos. Portanto, prepare-se para explorar conceitos teóricos e aplicá-los diretamente no LTspice, desenvolvendo uma compreensão sólida dos princípios subjacentes dos sistemas elétricos avançados.

Atividade proposta

Montar um circuito elétrico no LTspice, calcular a resistência e a tensão de Thévenin com base na teoria estudada, medir com o voltímetro e com o amperímetro a tensão e a corrente nos terminais de carga ab, respectivamente, bem como analisar as curvas senoidais apresentadas pelos equipamentos.

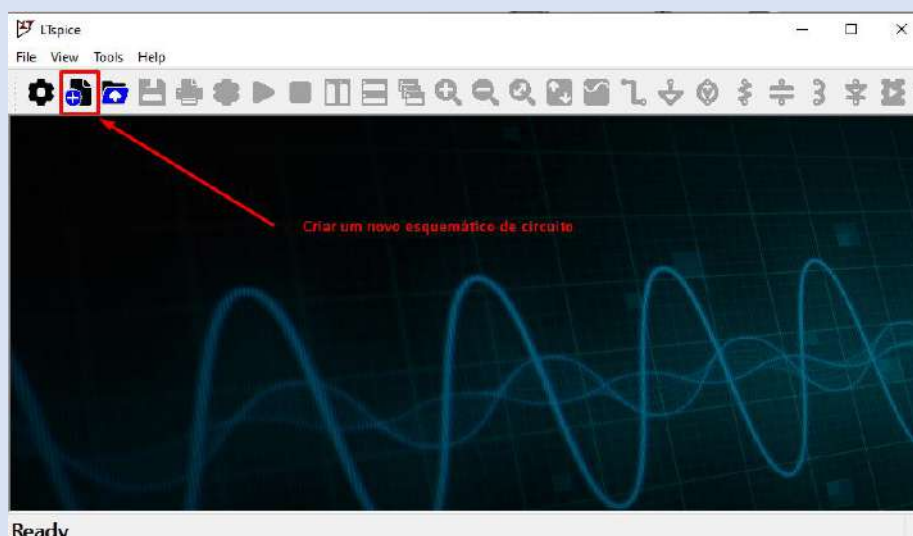
Objetivos

- ✓ Montar o circuito no programa LTspice;
- ✓ Calcular a resistência e a tensão de Thévenin aplicando a teoria estudada;
- ✓ Calcular a tensão e a corrente nos terminais de carga ab manualmente;
- ✓ Medir a tensão nos terminais de carga ab e comparar com o calculado manualmente;
- ✓ Medir a corrente nos terminais de carga ab e comparar com o calculado manualmente; e
- ✓ Plotar e analisar as curvas senoidais de tensão e de corrente nos terminais de carga.

Procedimentos para a realização da atividade

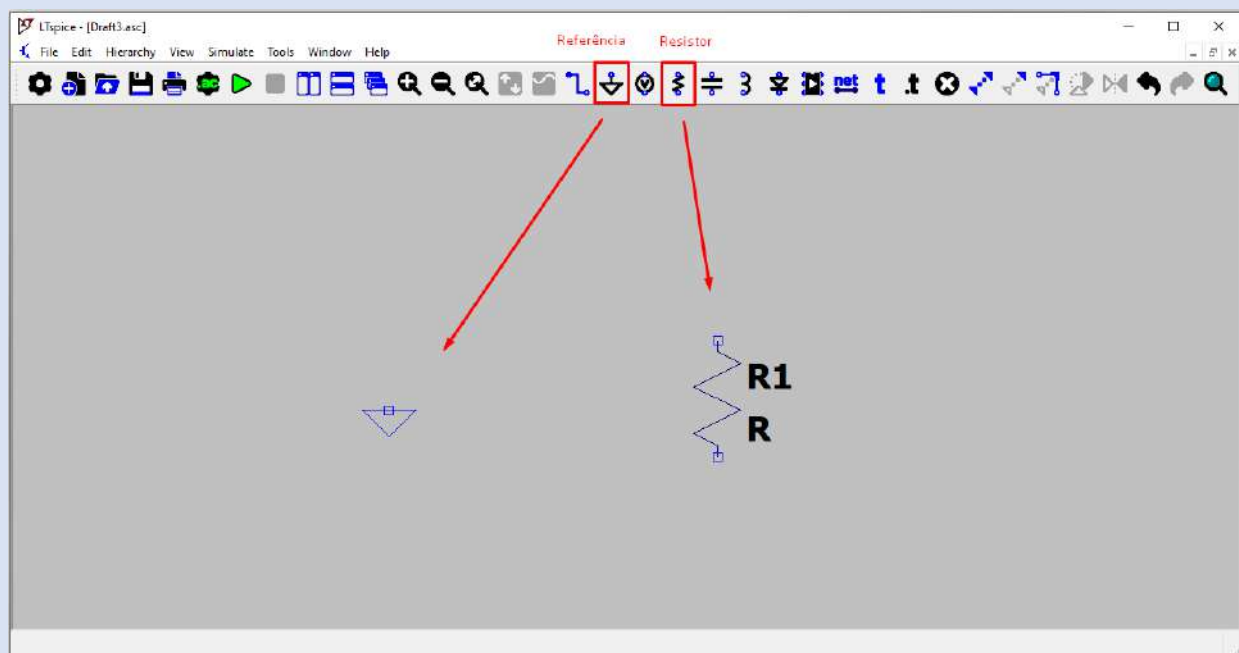
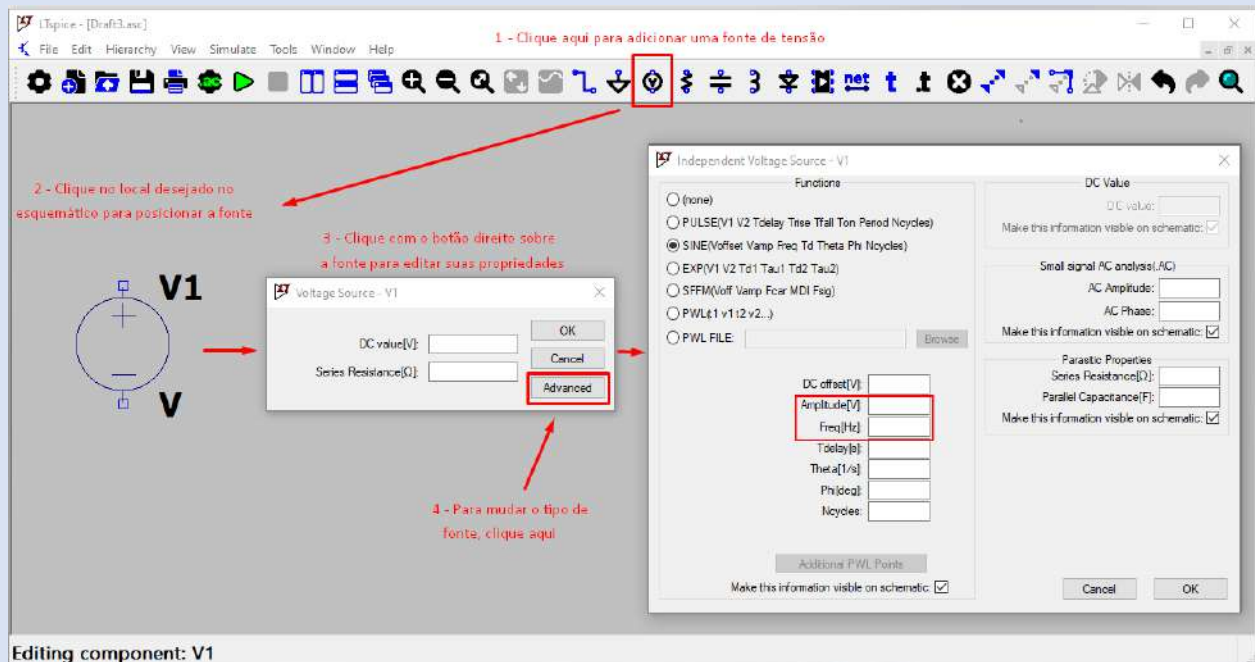
Olá, estudante!

Para a realização dessa aula prática, você precisa abrir o LTspice e criar um novo esquemático, clicando no local indicado. Além disso, siga os passos a seguir.



1 – Identifique a posição da fonte de tensão, resistor e referência, como indicado nas figuras a

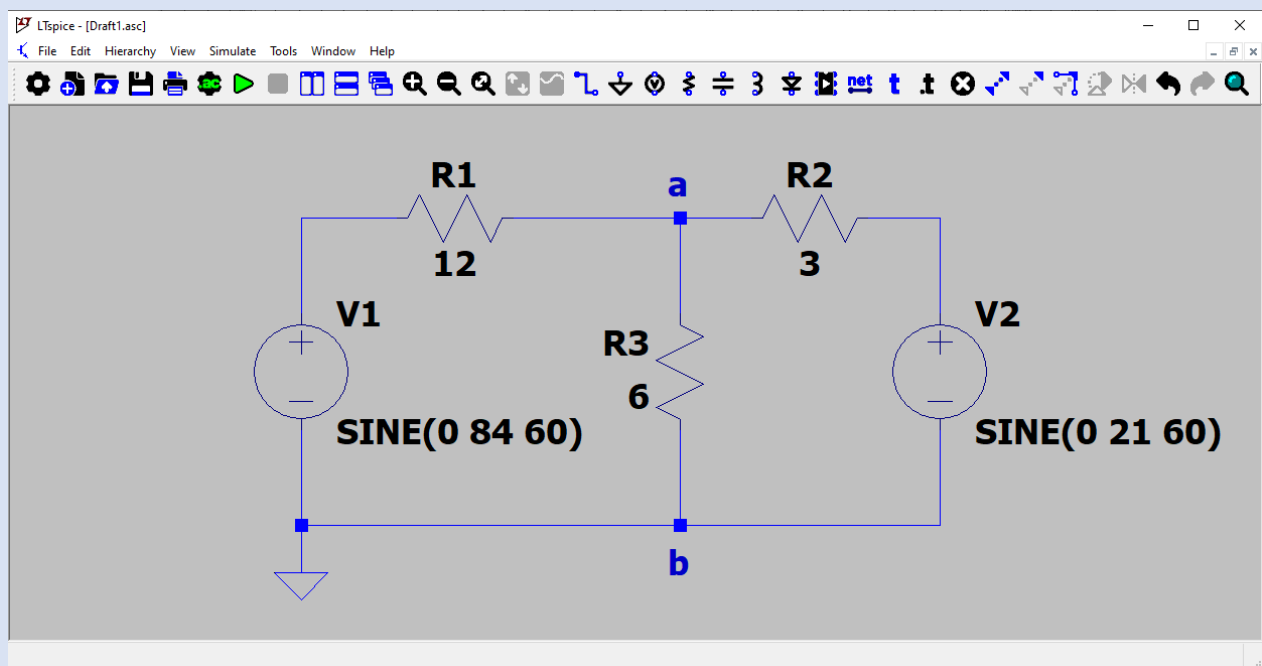
seguir. Para a fonte de tensão, nas configurações avançadas, selecione a opção “SINE” e coloque os valores de amplitude e frequência conforme o indicado no experimento. Para configurar o valor do resistor, clique sobre ele com o botão direito.



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’. A ligação dos componetes é feita com o fio (wire), selecionado ao se clicar ‘w’ ou pelo atalho na barra de ferramentas. Para rotacionar um componente quando ele é adicionado, aperte ‘Ctrl+R’.

2 – O circuito elétrico proposto é mostrado na Figura 2 e possui os seguintes resistores: $R1 = 12 \Omega$, $R2 = 3 \Omega$ e $R3 = 6 \Omega$. Também, possui duas fontes de tensão alternada (CA) operando em 60

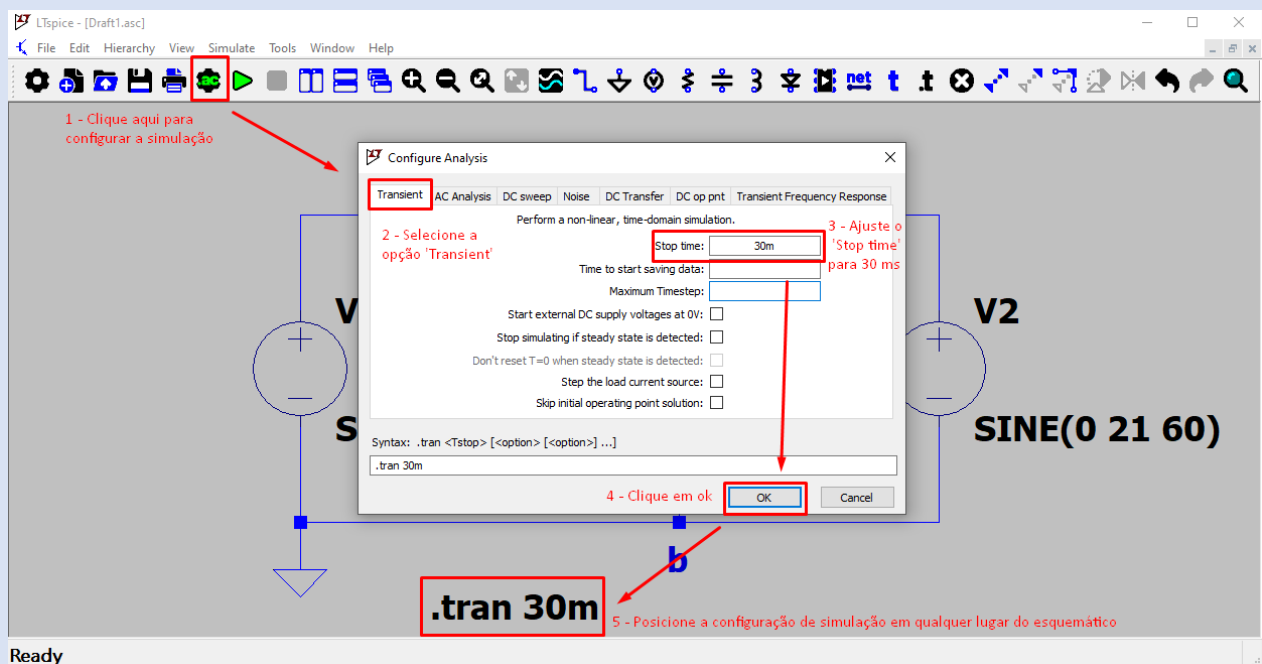
Hz: $V_1 = 84\text{ V}$ e $V_2 = 21\text{ V}$.



3 – Considere os terminais de carga os pontos a e b;

4 – Com base na teoria estuda durante as aulas, calcule a resistência e a tensão de Thévenin;

5 – Agora que você já tem os valores da resistência e da tensão de Thévenin, realize a simulação do circuito a fim de obter os valores de tensão e corrente sobre a carga. Configure a simulação no modo 'Transient', com os seguintes parâmetros:



Aperte o botão com o ícone de play para que a simulação seja feita. Para que seja traçada a curva da tensão e corrente desejadas, você deve clicar no nó e no terminal do resistor para que as pontas de prova sejam adicionadas ou então selecione a tensão e corrente na opção 'Select visible traces':

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA 2

Unidade: Unidade 2 – Circuitos trifásicos e análise de potência em corrente alternada.

Aula: Aula 7 - Análise de circuitos trifásicos equilibrados.

Software

Acesso on-line

Livre

Infraestrutura

Computador com o software LTspice instalado

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 atividade prática, você irá se aprofundar nos conceitos teóricos aprendidos durante as aulas e aplicar uma simulação de circuitos elétricos utilizando a ferramenta LTspice. Vale ressaltar que o LTspice é um software de simulação de circuitos amplamente utilizado por engenheiros e estudantes para projetar, analisar e testar circuitos elétricos de maneira eficaz e segura.

Neste laboratório, você aprende a montar um circuito elétrico com a fonte na configuração em estrela e a carga em triângulo no LTspice e realizar medições precisas com o amperímetro e voltímetro para avaliar os valores de linha, assim como também plotar a curva características.

Esta atividade prática é uma oportunidade para você aperfeiçoar nos temas dos circuitos elétricos trifásicos de forma interativa e relacionar a teoria com o mundo real, permitindo que você ganhe habilidades valiosas na análise e simulação de sistemas elétricos equilibrados. Portanto, prepare-se para estudar conceitos teóricos e aplicá-los diretamente no LTspice, desenvolvendo uma compreensão sólida dos princípios subjacentes a sistemas elétricos avançados.

Atividade proposta

Montar um circuito elétrico no LTspice, trifásico e equilibrado da topologia estrela-triângulo. Devem ser feitas as leituras dos valores de tensão e corrente de linha e de fase, bem como plotar a curva da corrente na resistência R1 da carga na conexão em triângulo.

Objetivos

Montar um circuito na topologia em estrela-triângulo no programa LTspice;
Medir os valores da tensão de cada linha;
Medir os valores da corrente de cada linha;
Verificar o valor da corrente na resistência R1; e
Plotar a curva característica da corrente na resistência R1 da conexão em triângulo.

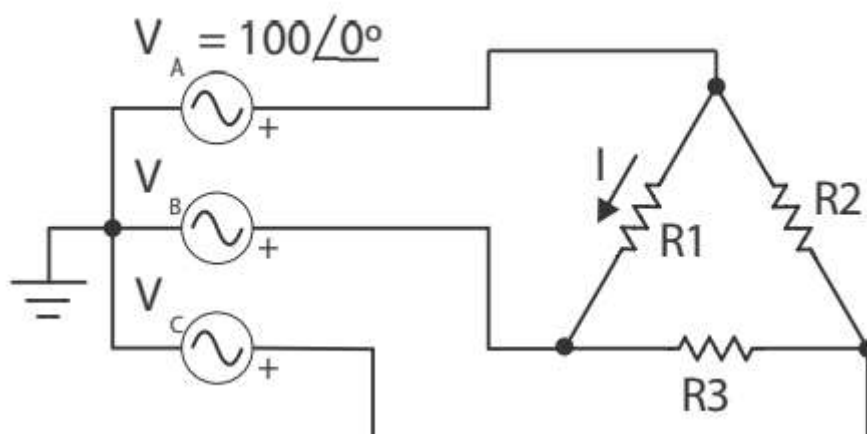
Procedimentos para a realização da atividade

Olá estudante!

Para a realização dessa aula prática, você precisa acessar utilizar o LTspice. Siga os seguintes procedimentos:

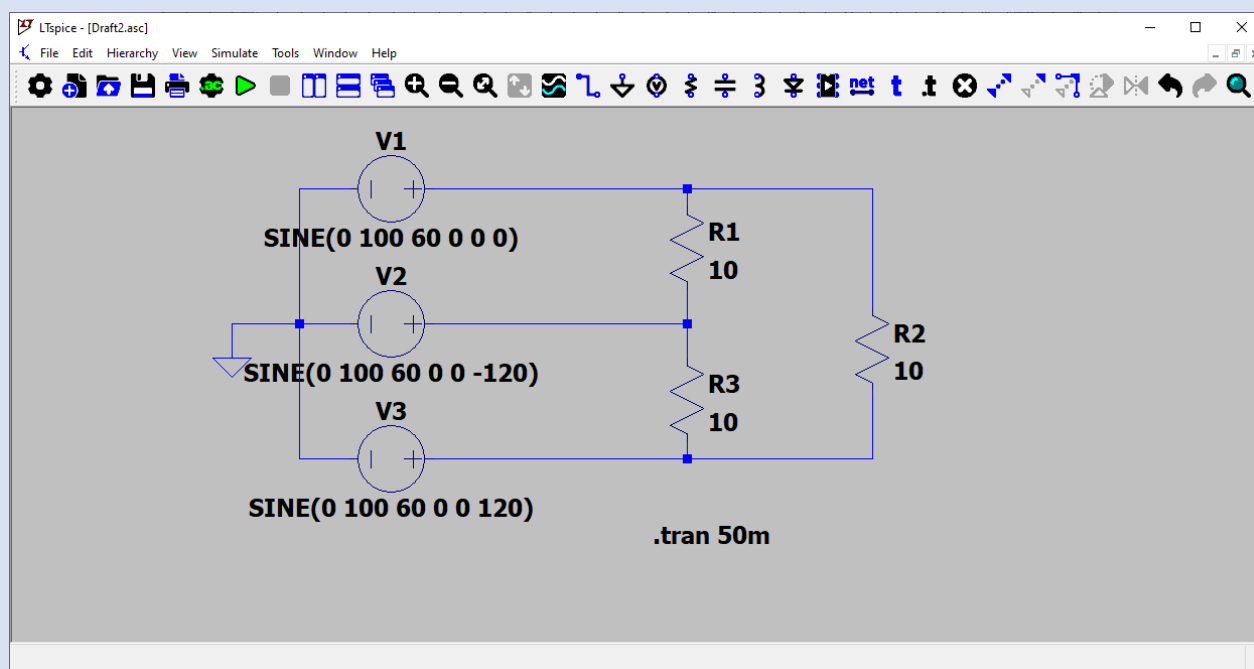
1 – Abra o LTspice e crie um novo esquemático.

2 – O circuito elétrico proposto é mostrado a seguir e possui as seguintes características: $V_A = 100 \angle 0^\circ$ V, $V_B = 100 \angle -120^\circ$ V e $V_C = 100 \angle 120^\circ$ V e resistências $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \Omega$.



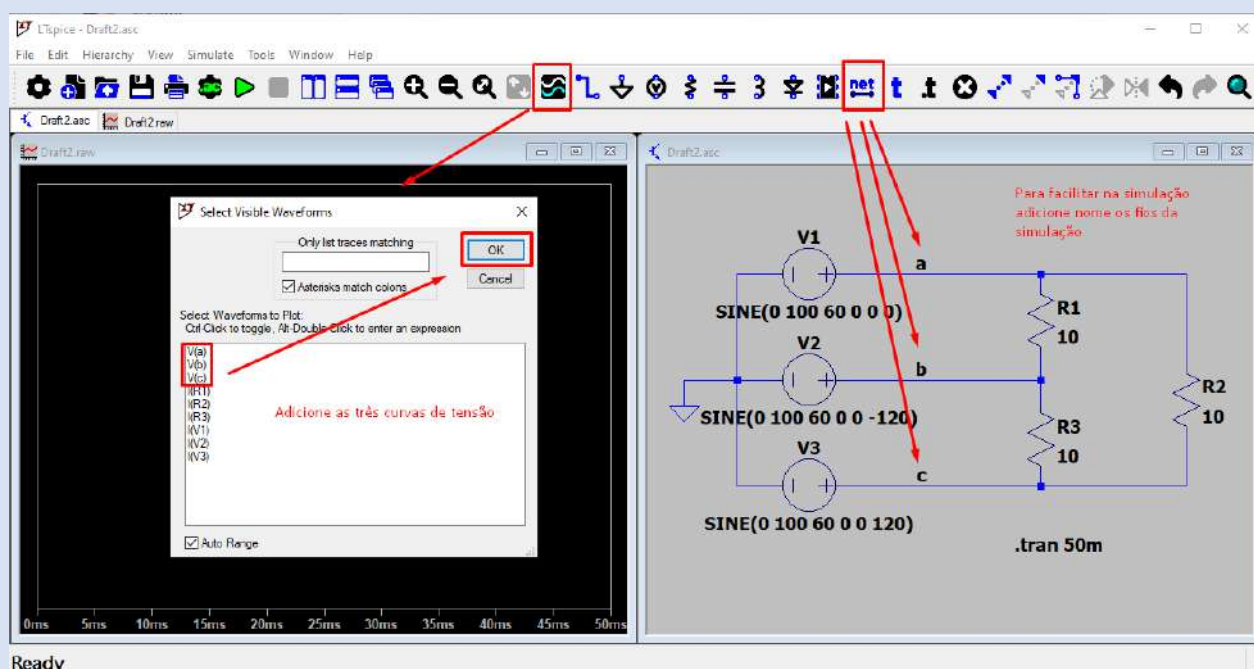
3 – Considere que a fonte é uma conexão em estrela;

- 4 – A carga é uma conexão em triângulo e possuem valores equilibrados;
- 5 – A carga é puramente resistiva;
- 6 – A montagem que deve ser realizada no simulador está apresentada a seguir. Para garantir a defasagem entre as fontes, configure o parâmetro 'Phi[deg]', como 0, -120° e 120, para V1, V2 e V3 respectivamente.



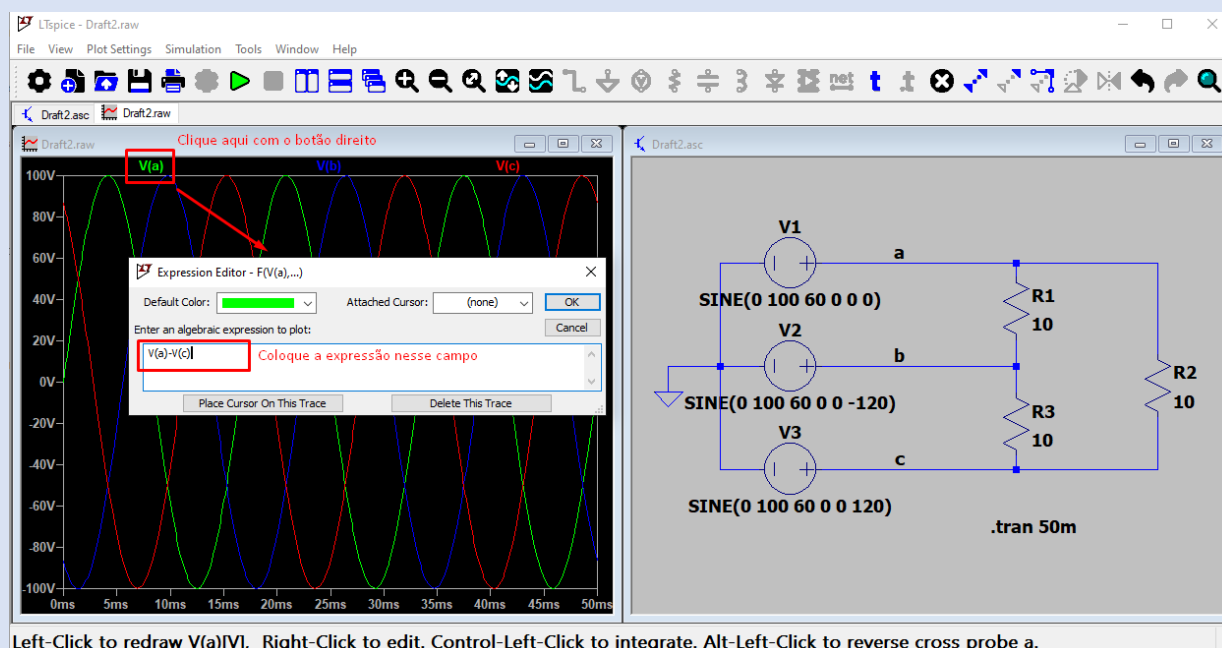
7 – Configure a simulação no modo 'Transient' com o 'Stop time' de 50 ms. Para facilitar na simulação, atribua nome para as linhas, utilizando a ferramenta 'Net' acessível ao se teclar 'N' pelo teclado.

8 – Para se obter os gráficos das tensões de linha é necessário montar uma equação a partir das tensões de fase. Inicialmente adicione as três curvas de tensão:



Após adicionar as curvas, você deve editar as expressões. Para isso, clique com o botão direito do mouse sobre o nome da cada uma das curvas e ajuste as expressões para 'V(a)-V(c)', 'V(b)-

$V(a)$ e $V(c)-V(b)$ no campo 'Enter an algebraic expression to plot'.



8 – Para se obter os gráficos das corrente de linha, adicione no gráfico as curvas das correntes que saem das fontes ($I(V1)$, $I(V2)$ e $I(V3)$). Caso seja necessário ajuste a expressão para corrigir o sentido da referência da corrente.

9 – Agora, para realizar a medição da corrente na resistência $R1$ é necessário inserir uma nova curva no gráfico ($I(R1)$).

8 – Pronto, agora você pode medir as tensões e as correntes de linha e de fase, assim como também plotar a curva de corrente e verificar o seu valor que circula por $R1$.

Checklist

- Abrir o simulador LTSpice;
- Realizar a conexão adequada da configuração em estrela (fonte);
- Realizar a conexão adequada da configuração em triângulo (carga);
- Obter um gráfico com as tensões de linha;
- Obter um gráfico com as correntes de linha;
- Obter um gráfico da corrente sobre o resistor $R1$;
- Executar a simulação para medir as variáveis supracitadas; e
- Analisar as curvas plotadas e escrever os valores de pico e RMS observados.

Estudante, você deverá entregar:

Entregar um relatório técnico da prática em formato PDF com capa, sumário, introdução, desenvolvimento, conclusão e referências bibliográficas utilizadas. Deve possuir a imagem do circuito montado e a descrição do passo a passo das ligações dos elementos do circuito elétrico trifásico equilibrado na topologia estrela-triângulo. Além disso, no relatório, deve constar os valores observados das tensões e das correntes na linha, assim como o valor e o gráfico plotado da corrente elétrica na resistência $R1$.

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA 3

Unidade: 4 – Circuitos Magneticamente Acoplados.

Aula: 16 – Transformadores Reais.

Software

Acesso on-line.

Pago

Infraestrutura

Computador com memória RAM de no mínimo 4 GB e com acesso à internet.

Descrição do software

O laboratório virtual da ALGETEC é um tipo de laboratório online, intuitivo e fácil de usar para práticas roteirizadas que estão associadas as aulas das disciplinas das área de engenharias e saúde. Na área de engenharia, o laboratório virtual possui um alto grau de fidelização, pois os experimentos são todos realizados nos equipamentos físicos da ALGETEC. Na plataforma, o aluno poder aprender, através de uma linguagem simples, porém moderna, os conceitos das aulas práticas das mais diversas disciplinas de engenharia.

Através do laboratório virtual da ALGETEC, não há necessidade de comprar componentes físicos, sensores, placas, além de não existir nenhum tipo de destruição de quaisquer componentes físicos, caso o circuito estiver incorreto ou você tenha ligado um motor ou um transformador de forma equivocada.

Após a finalização das práticas virtualizadas no laboratório da ALGETEC, o estudante fica habilitado para utilizar os equipamentos físicos.

[Clique aqui](#) e assista ao vídeo com o passo a passo de instalação e acesse o manual de instalação.

Atividade Prática

Introdução

Um sistema elétrico de potência tem a função principal de suprir os consumidores, tanto grandes quanto pequenos, fornecendo-lhes, em qualquer instante, a energia elétrica na quantidade demandada com a qualidade adequada.

Os transformadores são equipamentos eletromagnéticos usados para transformar níveis de tensão em um circuito, através do ajuste do número de espiras das bobinas. Os transformadores são utilizados para muitas finalidades, como por exemplo: reduzir a tensão dos circuitos de energia convencionais para operar dispositivos de baixa tensão (como os brinquedos e alguns eletrodomésticos) ou aumentar a tensão dos geradores elétricos para que a energia elétrica consiga ser transmitida através de longas distâncias.

A tensão de saída de um transformador elevador ligado a um gerador pode ser de várias centenas de kV. Caso a tensão seja maior, a mesma potência pode ser transmitida com correntes menores, diminuindo as perdas e as quedas de tensão no decorrer da transmissão de energia. Desta forma, pode-se ter centrais geradoras de maior porte e a transmissão pode ser realizada a distâncias maiores.

Já nos pontos de consumo, como por exemplo em nossas residências, são ligados transformadores abaixadores, que servem para reduzir as tensões para níveis compatíveis com os equipamentos dos consumidores. Através dos transformadores, um aparelho projetado para operar em 127 V em uma cidade cuja tensão seja 220 V, irá funcionar conectando-se um transformador entre a tomada e o próprio aparelho, adequando, com isso, a tensão elétrica desejada.

Atividade proposta

Realizar as ligações no primário de um transformador de dois modos distintos; 127 V e 220 V, e medir, por meio de um multímetro, as tensões elétricas de saída (12 V e 24 V).

Objetivos

- Compreender o uso do laboratório virtual da ALGETEC para simulação da ligação de um transformador;
- Compreender o conteúdo da disciplina Circuitos Elétricos Avançados;
- Aplicar os conhecimentos teóricos sobre a ligação do primário de um transformador de dois modos distintos: 127 V e 220 V; e
- Medir, por meio de um multímetro, as tensões elétricas de saída (12 V e 24 V).

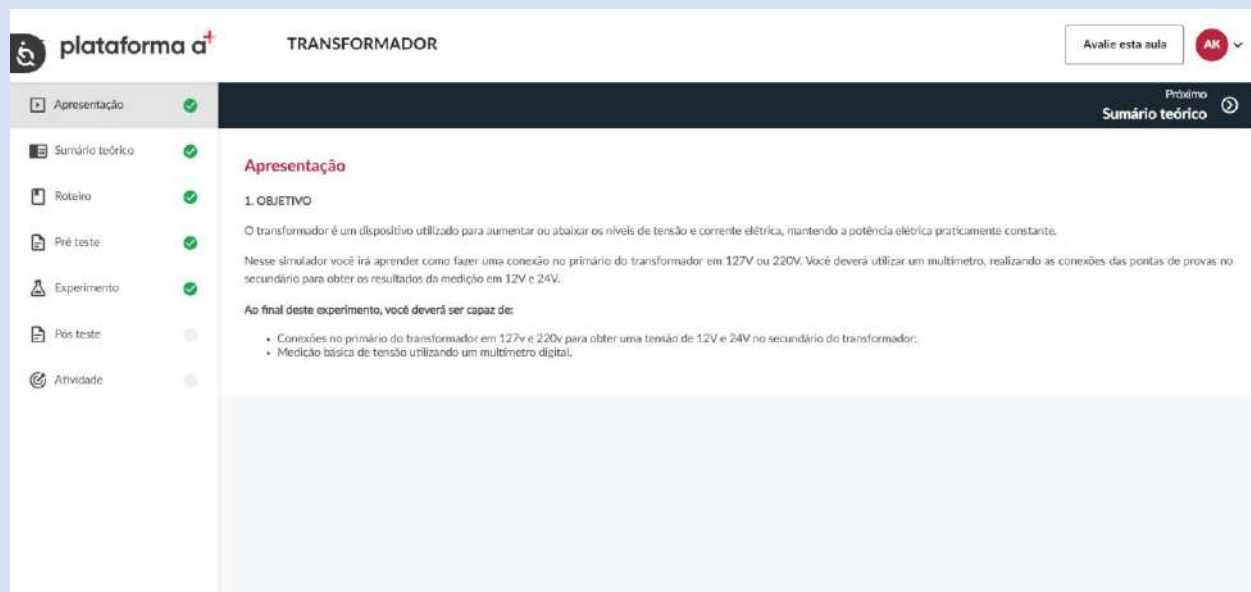
Procedimentos para a realização da atividade

Para a realização dessa atividade prática, você deve acessar o laboratório virtual da ALGETEC através do link: <https://algetec.grupoa.education/plataforma/course/295468> e “clique” na seguinte ordem:

- EXATAS;
- PRÁTICAS ESPECÍFICAS DE ENG. ELÉTRICA; e
- POTÊNCIA: TRANSFORMADOR - ID 976.

A Figura 1 apresenta a tela inicial do experimento e a APRESENTAÇÃO. Observe!

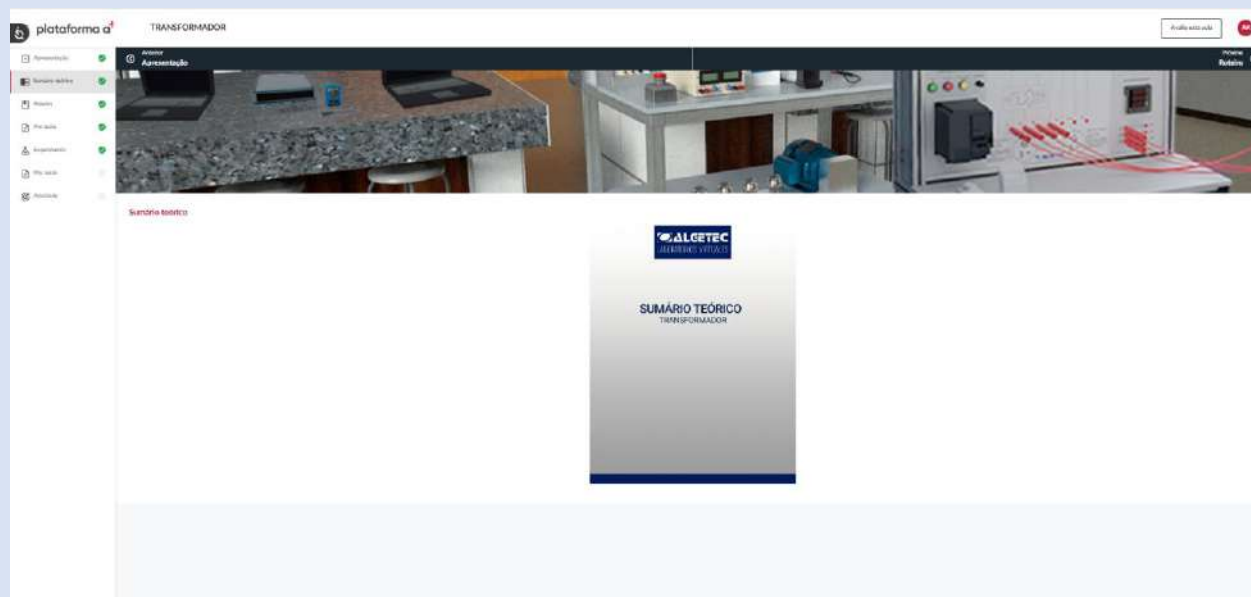
Figura 1 – Tela de APRESENTAÇÃO.



Fonte: Algetec (2023).

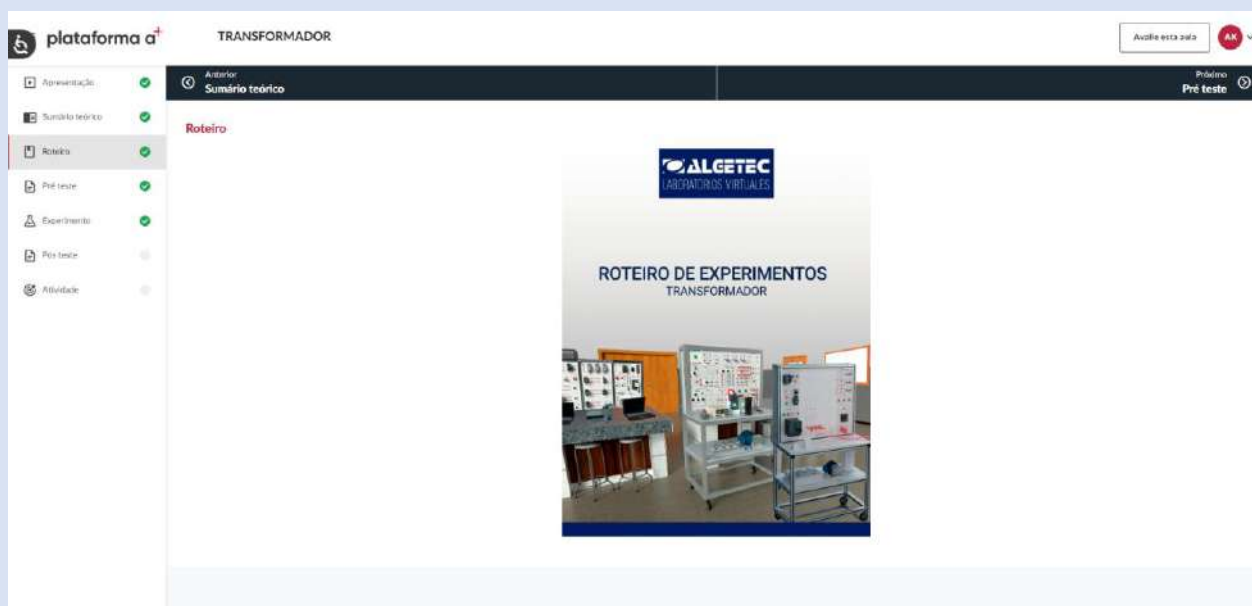
Antes de iniciar o experimento, leia a APRESENTAÇÃO, o SUMÁRIO TEÓRICO e o ROTEIRO, conforme mostram as Figuras 1, 2 e 3; respectivamente.

Figura 2 – Tela do SUMÁRIO TEÓRICO.



Fonte: Algetec (2023).

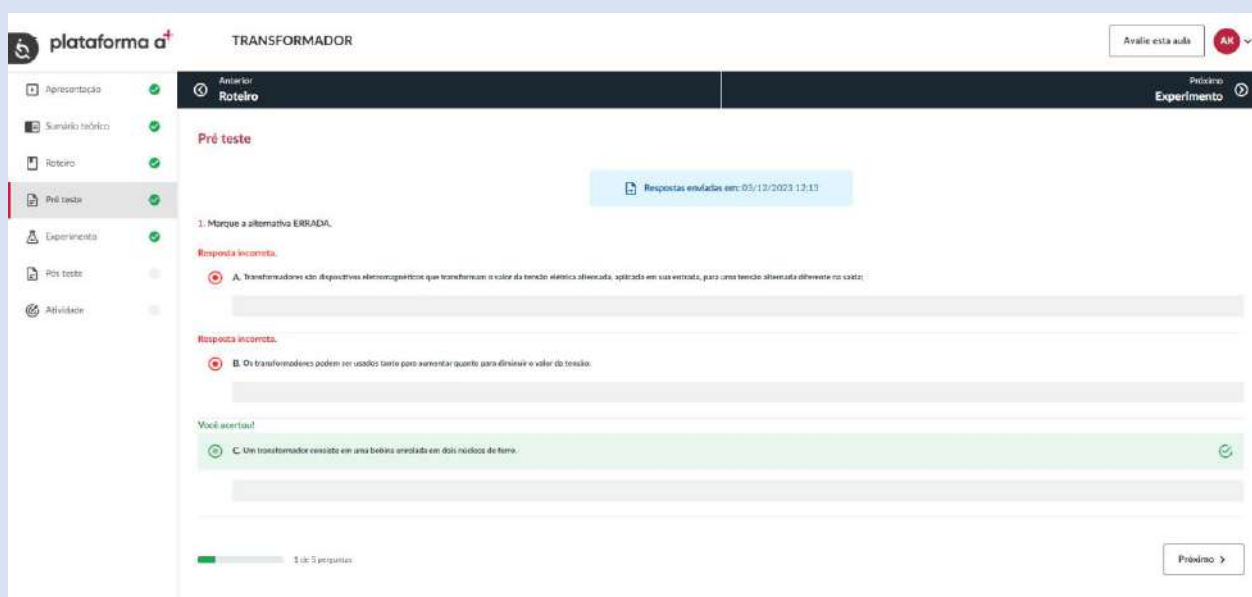
Figura 3 – Tela do ROTEIRO.



Fonte: Algetec (2023).

Antes de iniciar o roteiro, faça as cinco questões de pré-teste (Figura 4) e envie! Vamos lá?

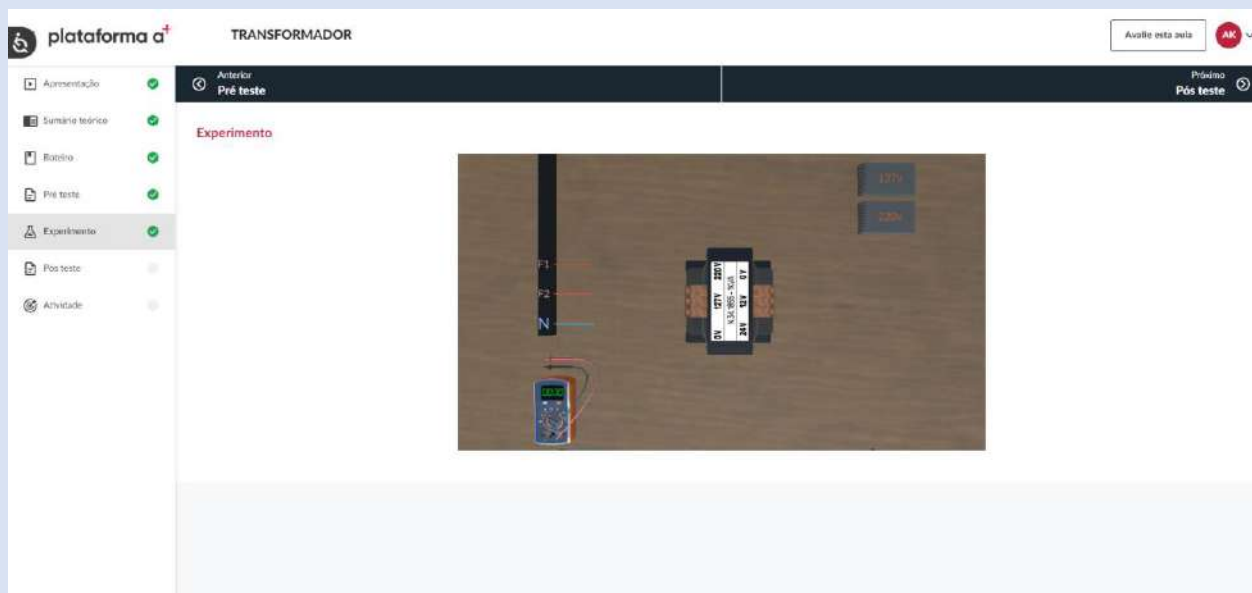
Figura 4 – PRÉ-TESTE.



Fonte: Algetec (2023).

Em seguida, acesse o EXPERIMENTO (Figura 5).

Figura 5 – Tela do EXPERIMENTO.



Fonte: Algetec (2023).

Clicando na tela do experimento, a próxima tela é, de fato, do Simulador de Prática Profissional (Figura 6). Confira!

Figura 6 – Tela do Simulador de Prática Profissional.

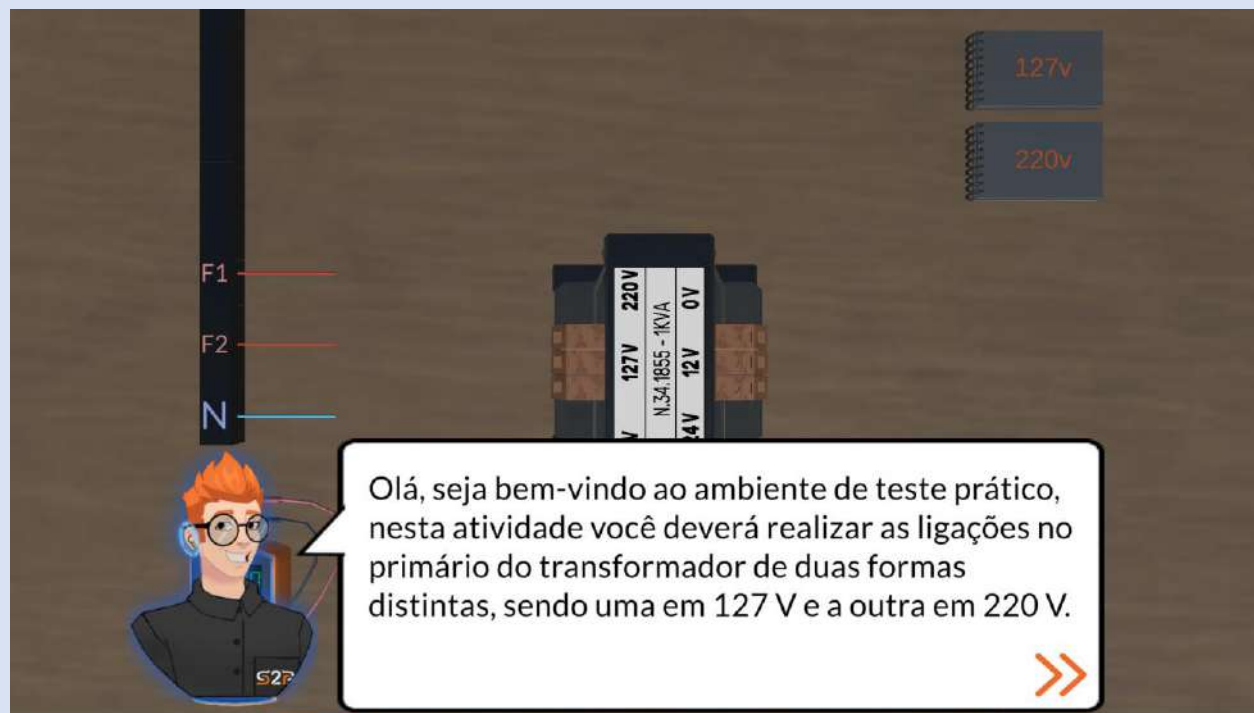


Fonte: Algetec (2023).

Interno Após clicar na seta (play) da Figura 6 (Tela do Simulador da Prática Profissional), o assistente

virtual dará as explicações para dar início ao experimento, conforme mostra a Figura 7. Observe!

Figura 7 – Assistente Virtual.

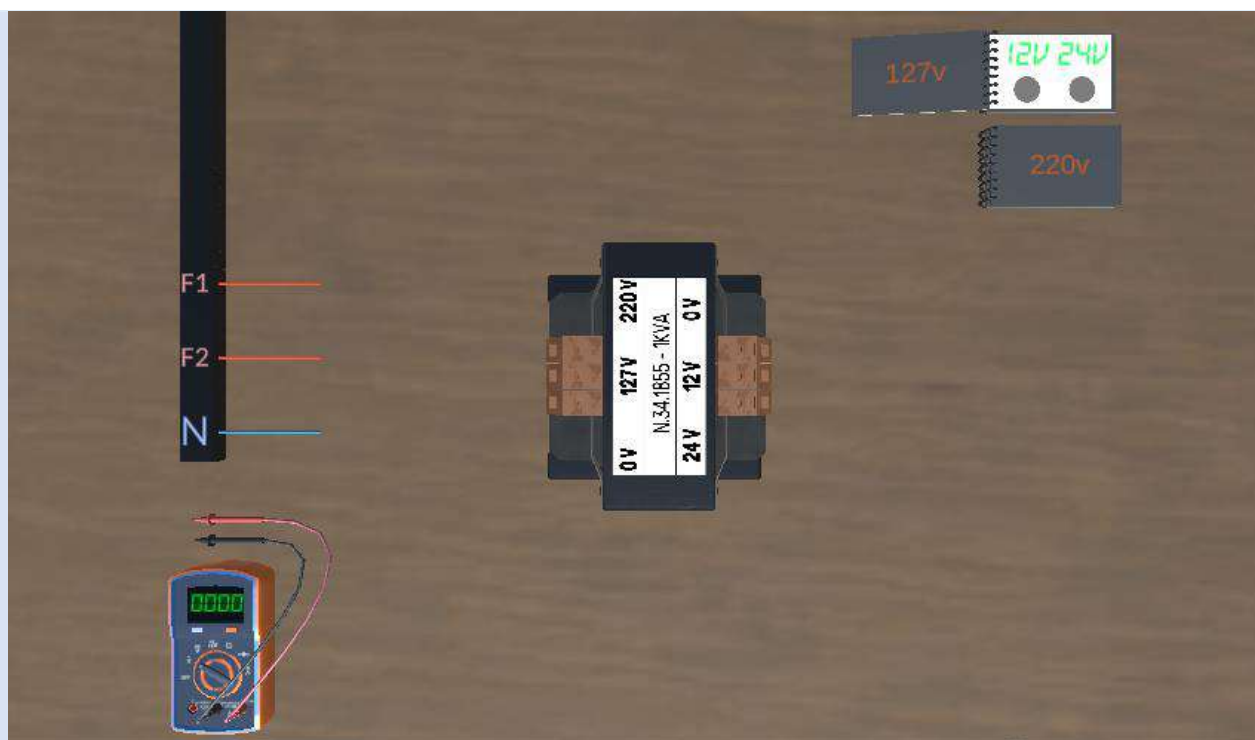


Fonte: Algetec (2023).

Após as explicações do assistente virtual, clique no caderno para escolher as ligações: 127 V ou 220 V.

A Figura 8 apresenta a tela para realizar a ligação do transformador em 127 V. Observe!

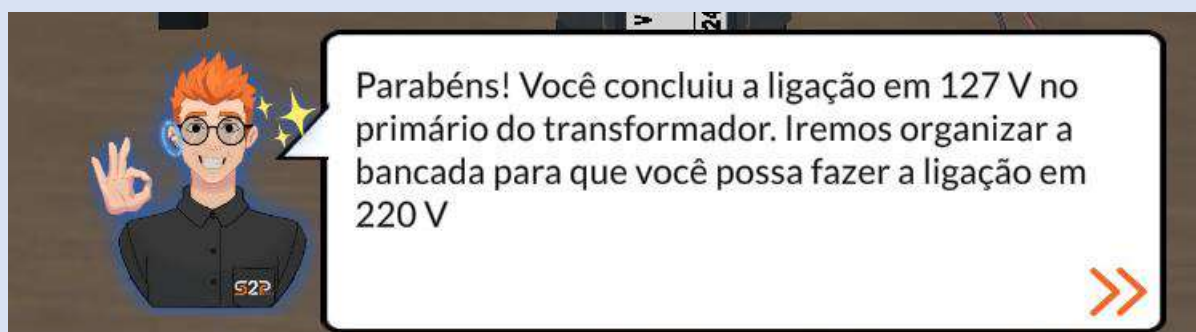
Figura 8 – Tela para realizar a ligação do transformador em 127 V.



Fonte: Algetec (2023).

Realize as ligações “clitando” nos cabos e levando-os de modo correto até o primário do transformador. Depois, realize as medições por meio do multímetro e verifique se está marcando corretamente 12 V e 24 V. Caso a ligação esteja correta, aparecerá a mensagem apresentada na Figura 10.

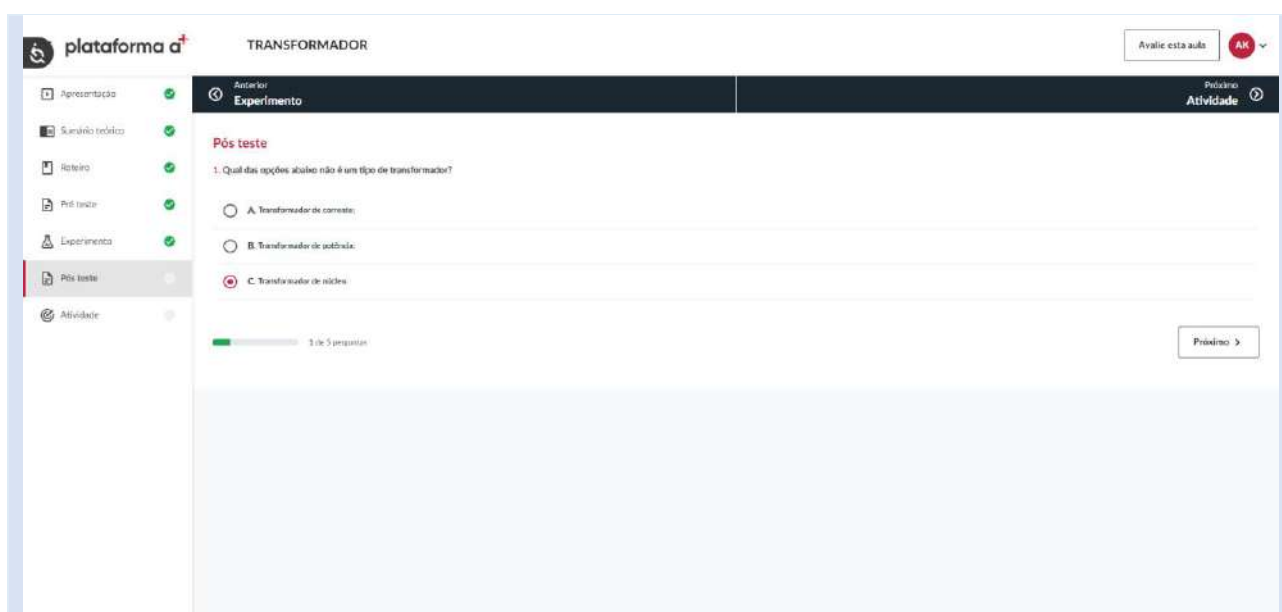
Figura 10 – Mensagem de ligação correta: parabéns.



Fonte: Algetec (2023).

Após realizar as ligações, faça as três questões de PÓS-TESTE (Figura 11). Então, mãos à obra!

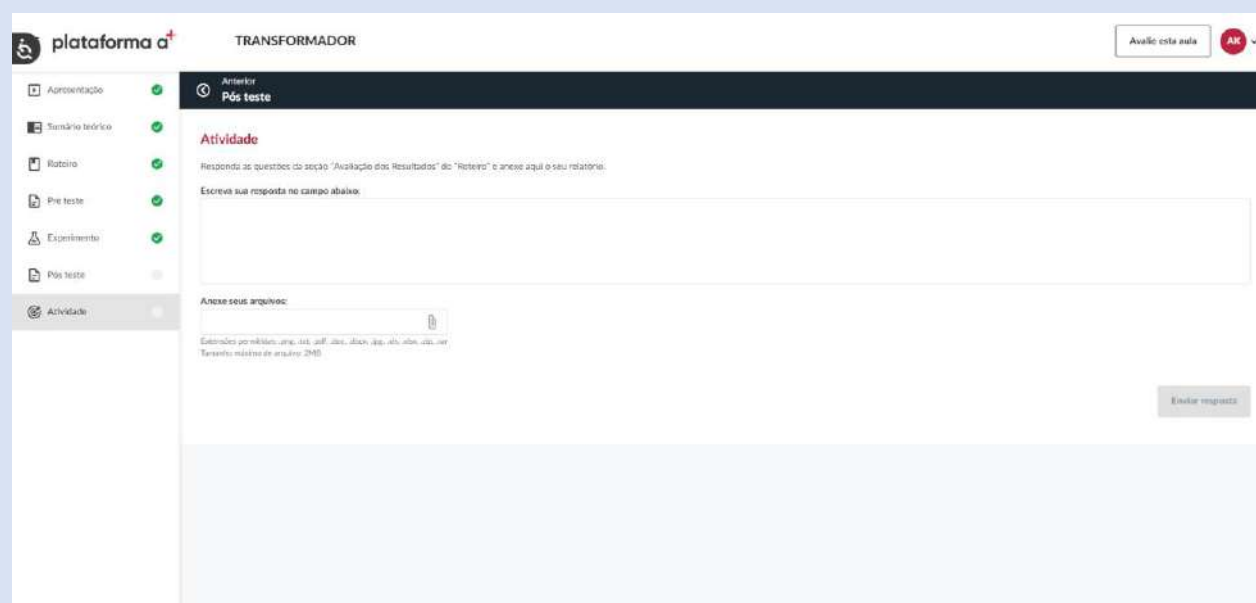
Figura 11 – Tela do PÓS-TESTE.



Fonte: Algetec (2023).

Após finalizar o PÓS-TESTE, responda as questões da seção “Avaliação dos Resultados” do “Roteiro” e anexe o seu relatório (Figura 12).

Figura 12 – Tela para responder a avaliação dos resultados e anexar o relatório.



Fonte: Algetec (2023).

Checklist

- Acessar o ambiente de simulação no laboratório virtual da ALGETEC.
- Ler a APRESENTAÇÃO.

- Ler o SUMÁRIO TEÓRICO.
- Ler o ROTEIRO.
- Fazer as questões PRÉ-TESTE presentes no laboratório virtual da ALGETEC.
- Realizar as ligações do transformador em 127 V e 220 V.
- Realizar as medições.
- Resolver os exercícios propostos no PÓS-TESTE presentes no laboratório virtual da ALGETEC.
- Responder as questões da seção “Avaliação dos Resultados” do “Roteiro” e anexar o seu relatório.]

Estudante, você deverá entregar:

- Um documento com a extensão .doc (ou .docx ou pdf), contendo o print (imagens) das ligações do transformador em 127 V e 220 V no laboratório virtual da ALGETEC com as devidas explicações do seu funcionamento.
- Inserir no documento a resolução dos exercícios contidos no roteiro POTÊNCIA: TRANSFORMADOR no laboratório virtual da ALGETEC.]