

Conceitos de Eletricidade

Aula 07 - Análise Computacional de circuitos elétricos

Apresentação

Olá, bem-vindo à Aula 07 de Conceitos de Eletricidade!

Atualmente, o uso de softwares para modelagem e testes nas mais diversas áreas é algo bem comum. Em circuitos, não poderia ser diferente. Existem diversos softwares que apresentam essa funcionalidade, porém a maioria deles, inclusive os mais famosos, são pagos.

Mas não se preocupe. Apresentamos uma solução gratuita (Spoiler Alert! É o PartSim!) que pode ser utilizada tanto na análise de circuitos elétricos como em diversas outras áreas, por exemplo, em automação, eletrônica, mecânica e etc. Nesta aula, focaremos apenas na análise de corrente contínua de circuitos elétricos.

Antes de irmos para as análises dos circuitos, conheceremos, inicialmente, o programa PartSim. Vamos lá!

Objetivos

- Conhecer o PartSim para análise de circuitos elétricos.
- Definir as principais ferramentas utilizadas na análise de circuitos elétricos.
- Conhecer as vantagens do uso da ferramenta.

PartSim

Programas de simulação com ênfase de circuito integrado (*Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis* - SPICE) existem desde 1973. O motor computacional básico sempre foi de código aberto. Começou como um simulador de circuito analógico simples que tomou um arquivo de texto estruturado como a lista de rede de entrada e forneceu uma saída de arquivo de texto. Nessa saída estavam contidos os valores calculados especificados pelo usuário, como pontos de polarização DC, análise transitória e análise AC. Os modelos de componentes começaram com definições relativamente simples.

Conteúdo interativo, acesse o Material Didático.

Figura 1 - Acessando o PartSim.

Fonte: Autoria própria.

Os simuladores online atualmente crescem cada vez mais devido ao avanço da computação em nuvem. Entretanto, esse processo passa pelos mesmos tipos de problemas existentes para o desenvolvimento dos simuladores SPICE baseados em PC. A maioria dos simuladores online existentes não apresenta tantas funcionalidades e recursos. O Aspen Labs possui um simulador de circuito analógico online gratuito chamado **PartSim** que parece ter conquistado uma grande parcela da população, pelo menos com os conceitos básicos. Esse simulador possui funcionalidades, tais como de ser capaz de salvar e recuperar o seu trabalho, o que é um enorme benefício. No entanto, **o arquivo é salvo no servidor do site e não na sua máquina local**, portanto, problemas de privacidade e segurança podem impedir que alguns usuários usem esse serviço independentemente de quão bom seja.

As ferramentas online para área de educação são altamente recomendadas, tendo em vista a facilidade de acesso e velocidade de implementação, porém existe o problema de informação de propriedade acerca dos circuitos que vocês estão desenvolvendo. Para as aplicações em circuitos elétricos isso não é um problema, pois esses circuitos são simples do ponto de vista de funcionalidade. Por isso, a maioria dos usuários não se importa com esse aspecto do software. **Uma vantagem**

do armazenamento online é ser efetivamente um ambiente de "nuvem" por meio do qual você pode acessar seu arquivo de circuito de qualquer lugar que tenha uma conexão com a Internet (depois de iniciar sessão com o nome do usuário e a senha).

A utilização desse software é realmente muito simples, ainda assim, apresentaremos nesta aula alguns passos importantes para sua perfeita utilização. Como já falamos inicialmente, ele é online, portanto não é necessário baixar e, para acessá-lo, basta clicar no link abaixo ou acessar o site <http://www.partsim.com/>.



Passo 1: Registro

O primeiro passo começa pelo registro. Registrar-se nesse software é grátis e traz como principal funcionalidade o direito de salvar os projetos. Entretanto, o usuário pode utilizar o software sem necessidade de registro, bastando acessar o botão *"Try It now"* mostrado na **Figura 02**.

Figura 02 - Tela inicial do PartSim.

PartSim HOME EXAMPLES BLOG HELP Sign Up Login

Circuit Simulation Made Easy

PartSim is a free and easy to use circuit simulator that runs in your web browser.

[Free Sign-Up](#) [Try It Now](#)

- ✓ SPICE Simulator
- ✓ AC/DC/Transient Sims
- ✓ Waveform Viewer

Simulation Features
PartSim includes a full SPICE simulation engine, web-based schematic capture tool, and a graphical waveform viewer.

Browse Examples
Try out a sample simulation and see PartSim in action. No registration is required. [Browse Examples](#)

Arrow Integration
PartSim includes an integrated Bill-Of-Materials manager that lets you assign Arrow Part Numbers to your models.

Fonte: Disponível em: <<http://www.partsim.com/>>. Acesso em: 18 Ago. de 2017

Para prosseguir com o registro e ter acesso a todas as funcionalidades do software, basta acessar o botão "*Free Sign-up*", que está em azul na **Figura 02**.

Logo após, será aberta uma tela na qual o usuário deve colocar os seus dados, como a mostrada na **Figura 03**.

Figura 03 - Tela de registro no PartSim.

PartSim HOME EXAMPLES BLOG HELP Sign Up Login

Free Sign-Up

Create a New Account

Email Address:

First Name:

Last Name:

Password:

Repeat Password:

Company Name:

Business Phone:

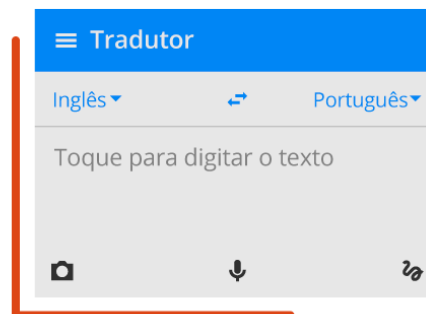
Principle Job Function: -- Select a Role --

Sign up to receive [EEWeb Pulse Magazine](#) for free

I agree to the PartSim [Terms of Use](#)

Register Account

Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago. de 2017



Acho que você já deve ter percebido que o software está em inglês. Agora é uma boa hora para lembrar as aulas de inglês ou utilizar um tradutor online.

Para ajudar, vou dar, na **Figura 04**, um exemplo de preenchimento.

Figura 04 - Tela de registro preenchida.

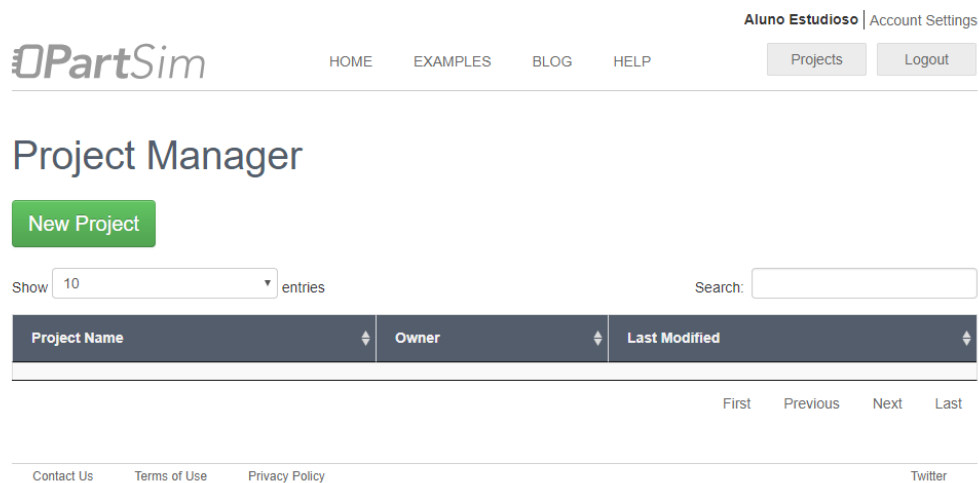
Create a New Account

Email Address:	<input type="text" value="aluno@imd.ufrn.br"/>
First Name:	<input type="text" value="Aluno"/>
Last Name:	<input type="text" value="Estudioso"/>
Password:	<input type="password" value="....."/>
Repeat Password:	<input type="password" value="....."/>
Company Name:	<input type="text" value="UFRN"/>
Business Phone:	<input type="text" value="55 84 3342-2216"/>
Principle Job Function:	<input type="text" value="Design Engineer"/>
<input type="checkbox"/> Sign up to receive EEWeb Pulse Magazine for free	
<input checked="" type="checkbox"/> I agree to the PartSim Terms of Use	
<input type="button" value="Register Account"/>	

Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago. de 2017

Após o login, você poderá ver todos os projetos salvos ou dar início a um novo projeto clicando na tecla verde onde está escrito "New Project", como mostra a **Figura 05**.

Figura 05 - Tela inicial após login.



The screenshot shows the PartSim Project Manager interface. At the top left is the PartSim logo. To its right are navigation links: HOME, EXAMPLES, BLOG, and HELP. Further right, the user is logged in as 'Aluno Estudioso' with an 'Account Settings' link. Below this are 'Projects' and 'Logout' buttons. The main heading is 'Project Manager'. A green 'New Project' button is prominent. Below it, there is a 'Show' dropdown menu set to '10' entries and a 'Search:' input field. A table header is visible with columns for 'Project Name', 'Owner', and 'Last Modified'. At the bottom of the table are navigation links: 'First', 'Previous', 'Next', and 'Last'. The footer contains links for 'Contact Us', 'Terms of Use', 'Privacy Policy', and 'Twitter'.

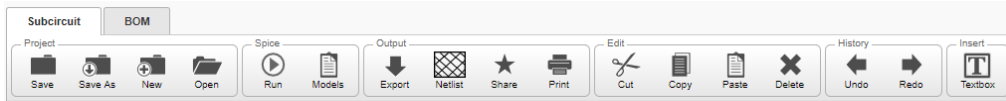
Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago. de 2017

Passo 2: Ferramentas



O segundo passo é você explorar as ferramentas do programa. O PartSim é bem simples de ser utilizado e, como já havia falado, ele pode ser usado em diversas áreas. Aqui focaremos apenas nas ferramentas e componentes para análise de circuitos elétricos.

Figura 06 - Ferramentas do PartSim.

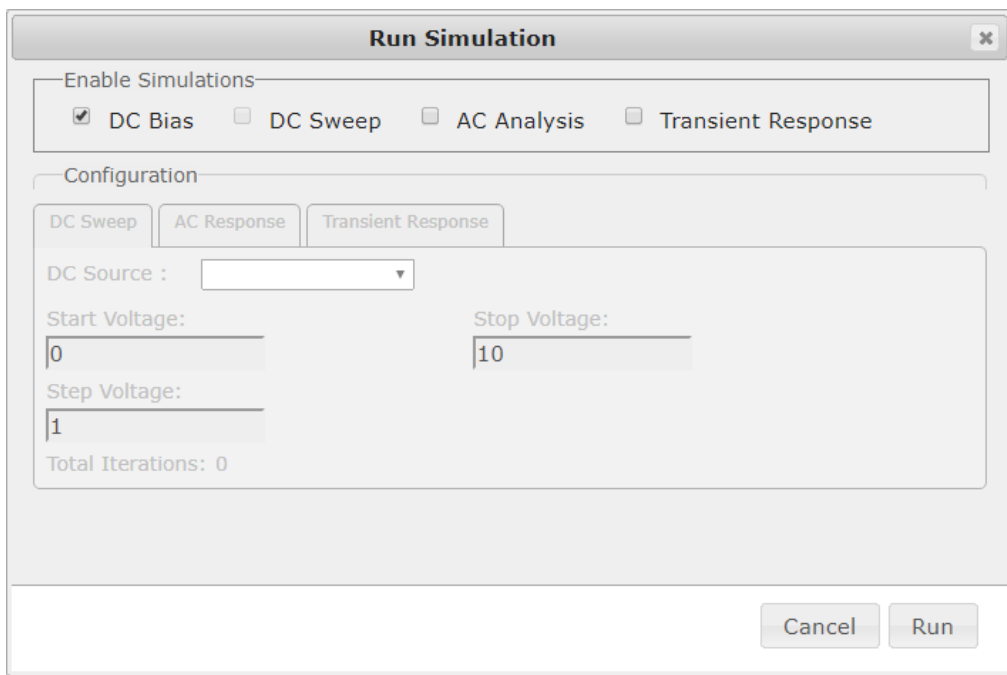


Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago. de 2017

A barra de ferramentas do PartSim é bem simples e possui componentes bem usuais de diversos aplicativos, como *Save* (salvar), *New* (novo), *Open* (abrir), *Copy* (copiar), *Paste* (colar), etc. Vou dar um foco especial nos elementos SPICE e OUTPUT.

Na barra Spice temos dois botões: RUN e MODELS. O botão RUN serve para iniciar a simulação do circuito, bastando apertar nele, após concluir a montagem do circuito, para serem apresentadas as opções de simulação, como podemos ver na **Figura 07**.

Figura 07 - Simulação.



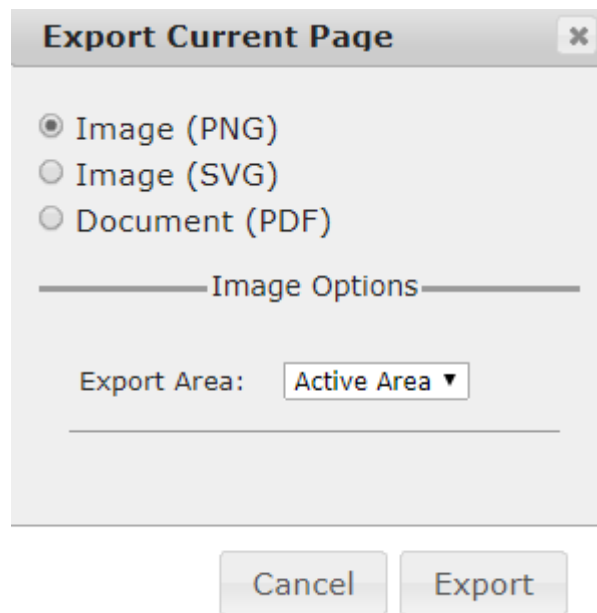
Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago. de 2017

Para esta disciplina, poderemos usar duas opções: "DC BIAS", referente à polarização em corrente contínua, sem a necessidade de nenhuma configuração; ou podemos usar "*Transiente Response*", relativa à resposta transitória, sendo necessário informar quando inicia (*Start Time*) e termina (*Stop Time*) a simulação, a resolução do período selecionado (*Time Step*) e o maior tempo que essa resolução pode ter (*Max Step Size*).

Em geral utilizaremos a “DC Bias”, pois só tratamos nesta disciplina da análise de circuitos em corrente contínua lineares.

Na Barra *Output* temos o primeiro botão, o “Export”. Nele podemos exportar o circuito como uma imagem (PNG ou SVG) ou como um documento (PDF), e ainda há a opção de exportar apenas o circuito ou a página inteira do projeto, como podemos ver na **Figura 08**.

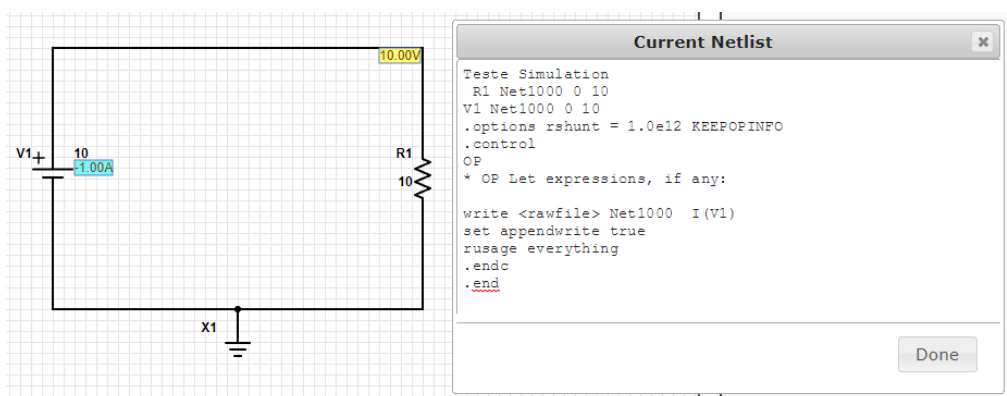
Figura 08 - Export.



Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago. de 2017

Ainda na barra *Output* temos o botão Netlist, por meio do qual podemos obter a programação SPICE do circuito desenhado. Essa funcionalidade é muito importante, pois é bem mais prático reproduzir circuitos usando esse tipo de programação.

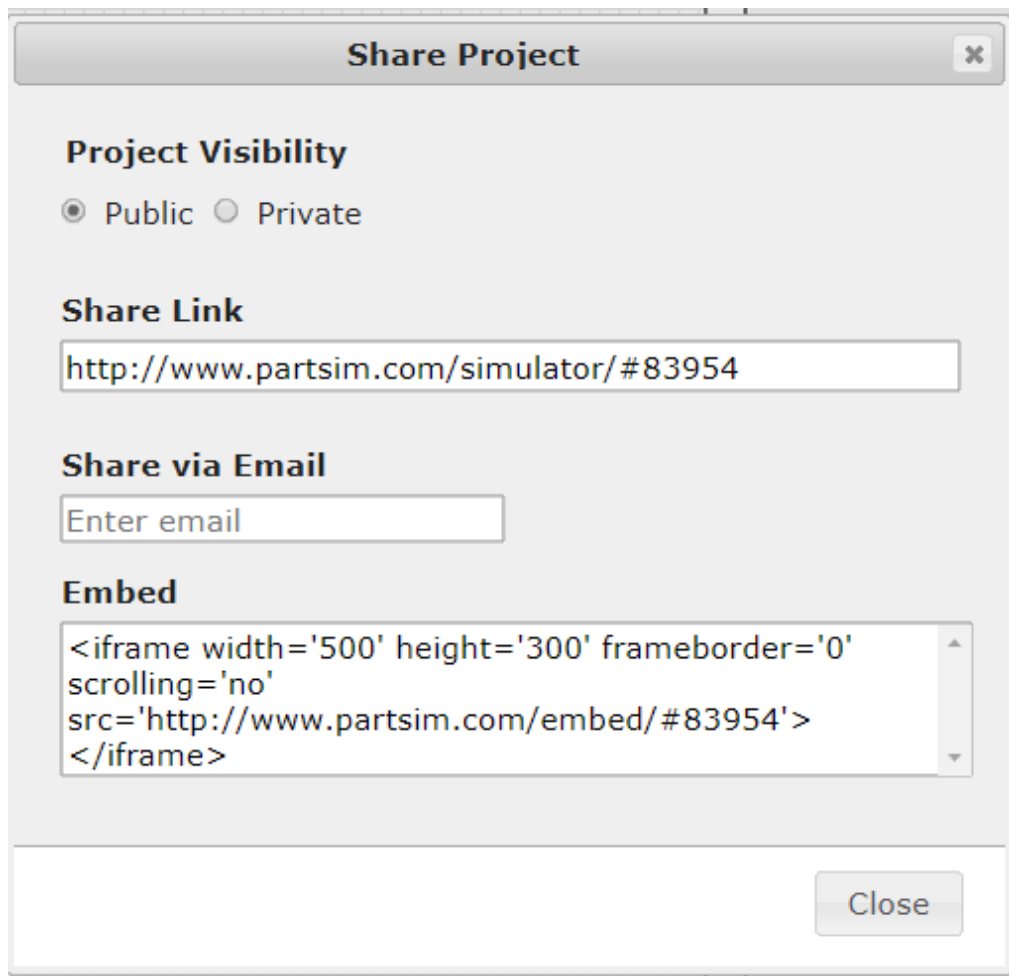
Figura 09 - Netlist.



Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago. de 2017

Na barra *output* temos também o botão "*Share*", que serve para compartilhar o seu projeto por um link (gerado pelo próprio programa) ou por email. Perceba que, como não é possível salvar no seu computador o projeto, essa é uma opção de compartilhamento. Temos ainda o botão "*Print*", usado para imprimir todo o projeto na área de trabalho.

Figura 10 - Share.



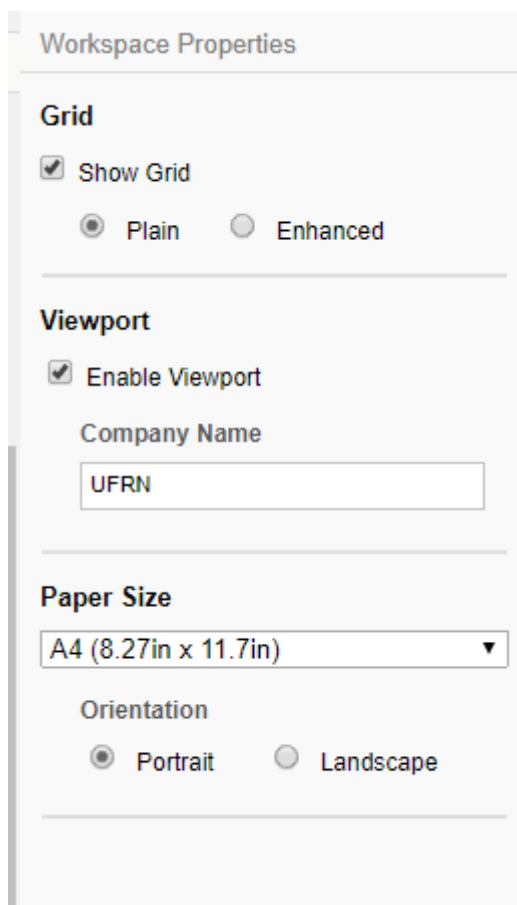
Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago. de 2017

Passo 3: Área de Trabalho

O terceiro passo é você conhecer a área de trabalho do PartSim. Nele a área de trabalho é tratada como ambiente de projeto, como podemos ver pela disposição do grid, pela marcação no papel e pelo carimbo. Para isso ele apresenta algumas

configurações que podemos ver na **Figura 11**.

Figura 11 - Configurações da área de trabalho.



Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago. de 2017

Aqui podemos configurar o tipo de grid, o nome da organização e se queremos mostrar o Viewport (grid, marcação e carimbo), assim como o tamanho do papel e sua disposição (retrato ou paisagem).

Passo 4: Teclas de Atalho

Conteúdo interativo, acesse o Material Didático.

O quarto passo é explorar as teclas de atalho. Se você, assim como eu, gosta de usar o teclado, esse passo é bem importante.

Segue abaixo as teclas de atalho que o programa disponibiliza:

▼ **General Shortcuts** (Atalhos Gerais)

Teclas de Atalho	Descrição
CTRL+X	Cut (Cortar)
CTRL+C	Copy (Copiar)
CTRL+V	Paste (Colar)
CTRL+Z	Undo (Desfazer última ação)
CTRL+Y	Redo (Refazer última ação)
Delete	Delete (Deletar)
+ / I	Zoom In (Mais Zoom)
- / O	Zoom Out (Menos Zoom)

▼ **Component Shortcuts** (Atalhos dos Componentes)

Teclas de Atalho	Descrição
V	Flip Vertically (Giro vertical)
H	Flip Horizontally (Giro Horizontal)
R	Rotate (Rotação)
CTRL+G	Group (Agrupar)
CTRL+U	UnGroup (Desagrupar)
CTRL+A	Select All (Selecionar tudo)

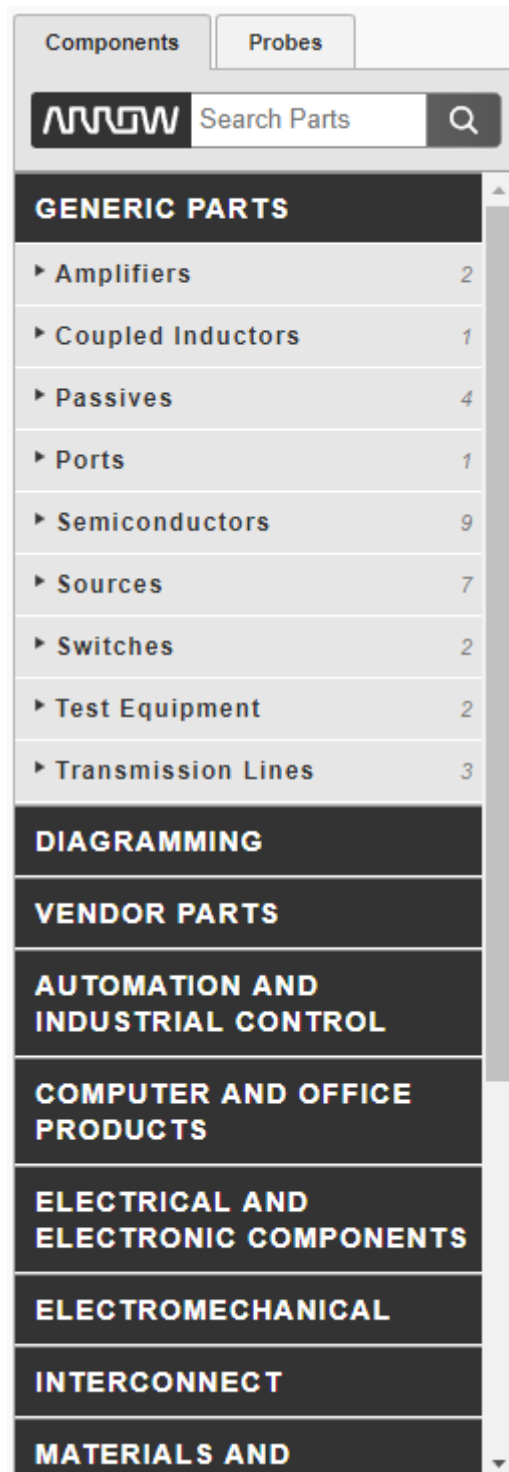
▼ Project Shortcuts (Atalhos do Projeto)	
Teclas de Atalho	Descrição
CTRL+O	Open Project (Abrir Projeto)
F7	Open Previous Project (Abrir Projeto anterior)
F9	Open Next Project (Abrir o próximo Projeto)
CTRL+S	Save Project (Salvar Projeto)

Caso você precise consultar alguma tecla quando estiver utilizando o programa, basta buscar no "Help" as "Keyboard Shortcuts", que será aberta uma lista com todas as teclas de atalho.

Passo 5: Principais Componentes para Projetos de Análise de Circuitos Elétricos em Corrente Contínua

No último passo, vou apresentar onde podemos encontrar os componentes para montar os circuitos elétricos com os quais trabalhamos até agora. Utilizaremos os componentes localizados na aba "Generic Parts", que basicamente são resistores e fontes de tensão e corrente.

Figura 12 - Barra de componentes.



Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago. de 2017

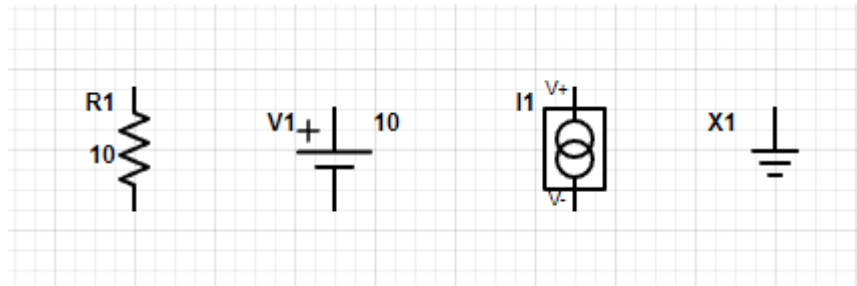
Podemos encontrar os resistores em "*Passives*", o terra do circuito em "*Ports*", e as fontes de tensão e corrente em "*Sources*". Relembrando um pouco das aulas anteriores, nós utilizamos os seguintes componentes:

- *Resistor General* (Resistores)

- *Voltage source* (Fonte de Tensão)
- *Current source* (Fonte de Corrente)

Na **Figura 13** apresentamos os componentes como podem ser vistos no programa. Aqui só acrescentamos o terra (último componente da Figura 13), que é necessário para as simulações.

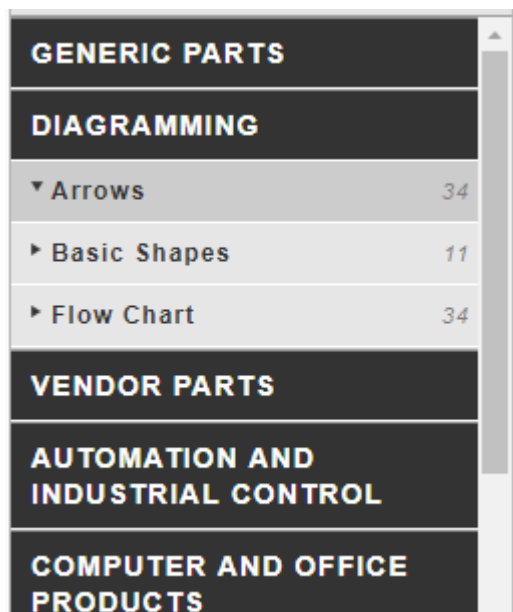
Figura 13 - Componentes para montagem dos circuitos.



Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago. de 2017

Podemos, ainda, inserir um texto e alguma diagramação para melhor identificação no projeto. Para isso, podemos fazer uso da aba “Diagramming”, na qual há vários elementos interessantes para uma melhor apresentação.

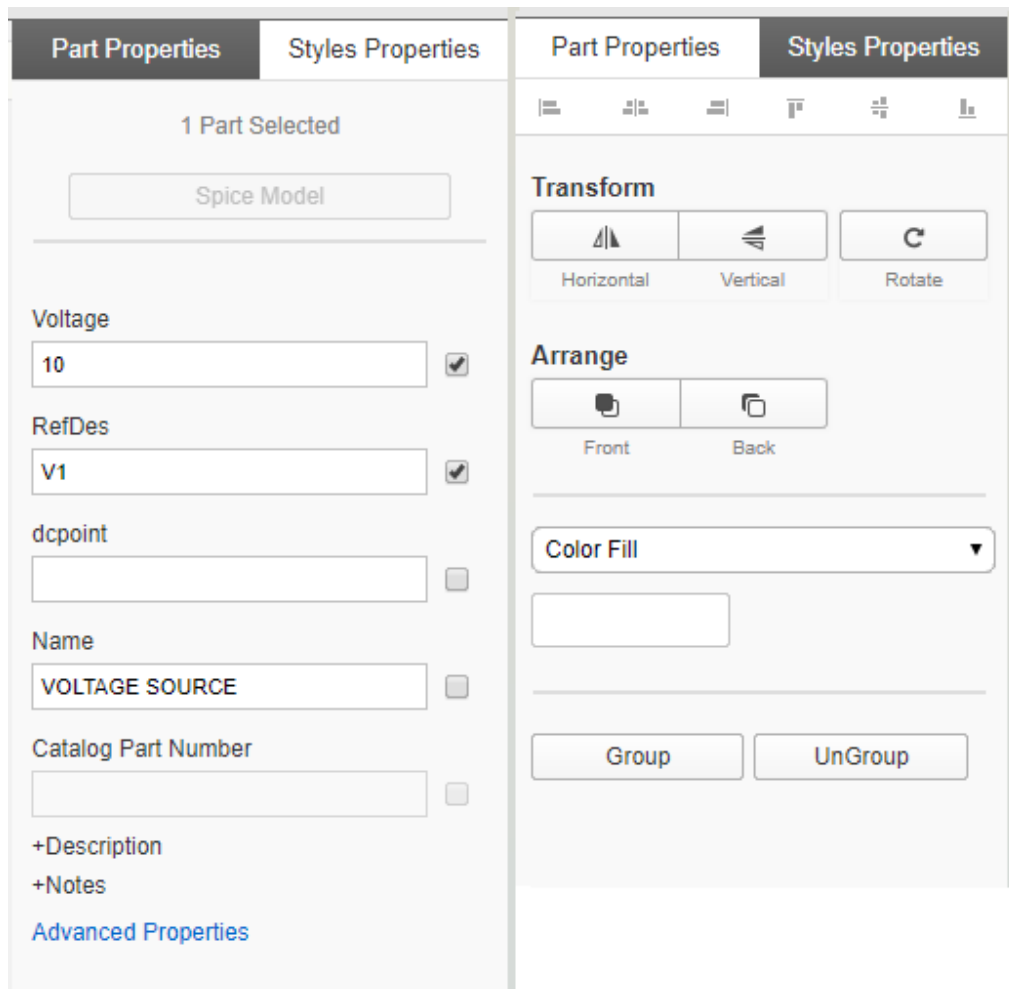
Figura 14 - Diagramação.



Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago. de 2017

Para editar qualquer componente na área de trabalho, é necessário apenas selecioná-lo e ao lado direito abrirá uma janela com as principais configurações do elemento, como mostra a **Figura 15**, em que podemos ver a configuração da fonte de tensão. São apresentadas duas abas, a aba "*Part Properties*" é onde podemos configurar o nome e as características elétricas do circuito, já na aba "*Styles Properties*", muito usada para elementos de diagramação, configuramos a disposição da fonte de tensão na área de trabalho.

Figura 15 - Configurando a fonte de tensão.



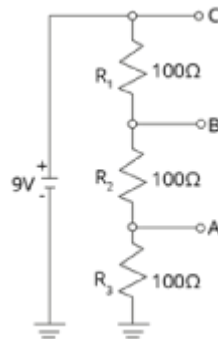
Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago. de 2017

Exemplo 01

Agora que conhecemos as principais partes dos programas, vamos analisar alguns exemplos já vistos anteriormente no material.

Analisar a divisão de tensão no circuito da figura abaixo e calcular V_a , V_b e V_c :

Figura 16 - Circuito elétrico.



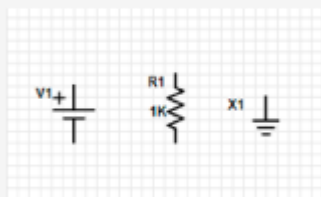
Fonte: Autoria própria.

Você deve estar achando familiar esse circuito... Não é impressão sua! Foi o circuito da Aula 04, na qual fizemos os cálculos das tensões em cada resistor.

Agora vou apresentar por passos como deve ser feita a simulação dele no PartSim:

Inserir os componentes

Figura 17 - Componentes do Circuito – Passo 01



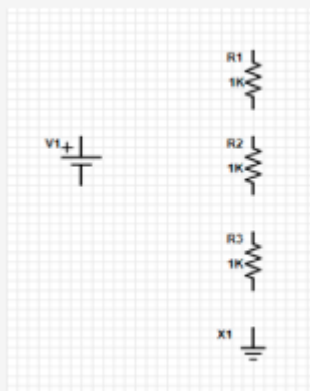
Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago de 2017

Dispor os componentes no circuito da forma correta

Atenção!

Não é necessário inserir três resistores da aba de componentes, podemos apenas clicar no componente segurando a tecla "Ctrl" do teclado e ele é copiado.

Figura 18 - Disposição dos componentes do Circuito – Passo 02

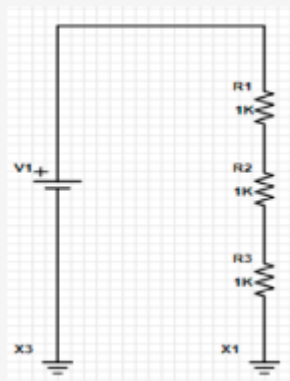


Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago de 2017

Interligando os componentes

Interligar os componentes é muito simples. Basta clicar em uma das extremidades do componente, que uma linha tracejada verde sairá dele até o próximo ponto de interligação.

Figura 19 - Interligando os componentes – Passo 03

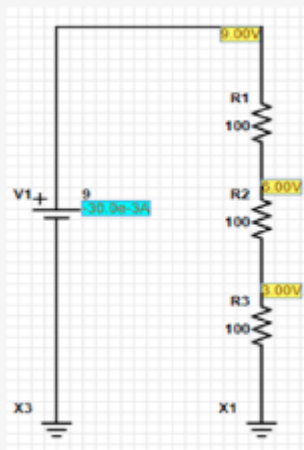


Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago de 2017

Configurando os componentes

Agora é necessário configurar os componentes de acordo com os valores propostos no exemplo. Para isso, basta clicar em cada um deles e modificar os seus valores. Em seguida, clicar “Run” com a opção “DC Bias” e simular o circuito.

Figura 20 - Configurando os componentes e simulando – Passo 04



Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago de 2017

Perceba que o resultado já é apresentado após a simulação. Veja na **Figura 20** as tensões em cada resistor e a corrente na fonte de tensão. Agora, volte lá na Aula 04 e verifique se os valores calculados estão corretos.

Ficou com alguma dúvida sobre como usar o programa? Para ajudá-lo, segue o vídeo abaixo com os passos realizados no exemplo 01.

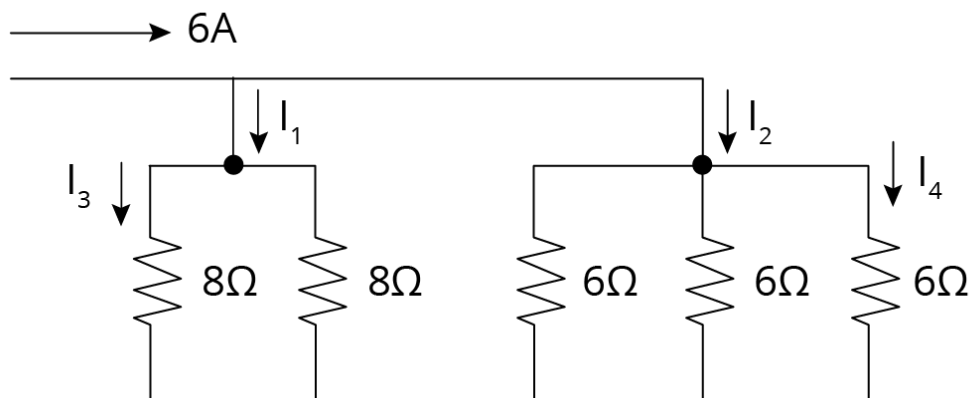


Vídeo 01 - Exemplo 01

Exemplo 02

Vamos analisar a figura abaixo e calcular a corrente em cada resistor.

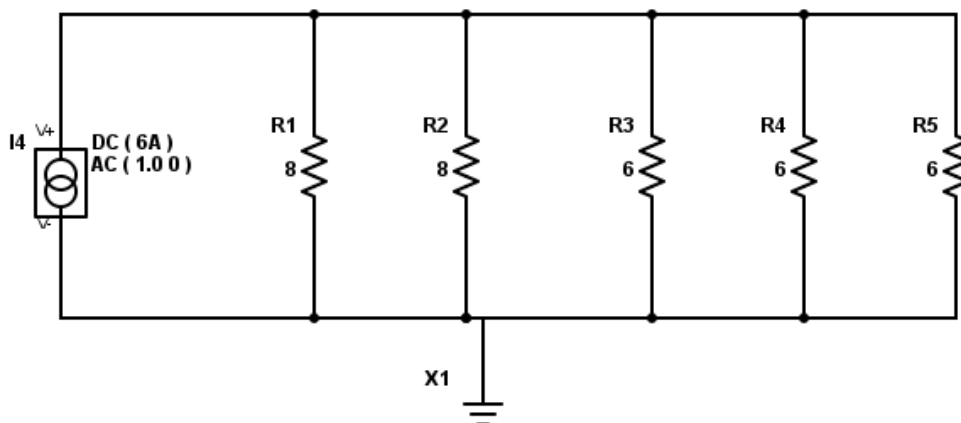
Figura 21 - Circuito Divisor de Corrente.



Fonte: Autoria própria

Esse exemplo foi visto também na Aula 04. Vamos apresentar o circuito, após todos os passos do exemplo anterior, no PartSim.

Figura 22 - Circuito Divisor de Corrente no PartSim.



Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago de 2017

É importante assistir ao vídeo abaixo, pois ele mostrará algumas particularidades da simulação do exemplo 02.

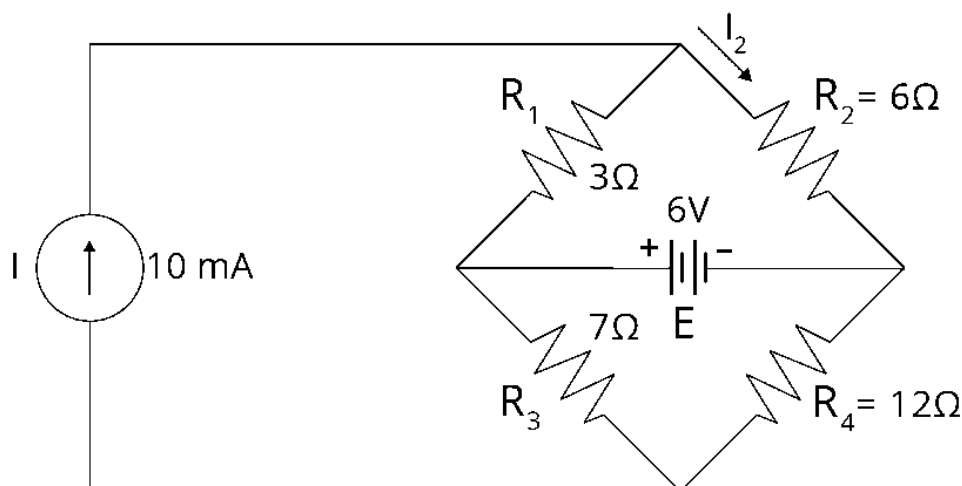


Vídeo 02 - Exemplo 02

Exemplo 03

Calcule a corrente que passa em R2 no circuito da figura abaixo:

Figura 23 - Circuito Elétrico.

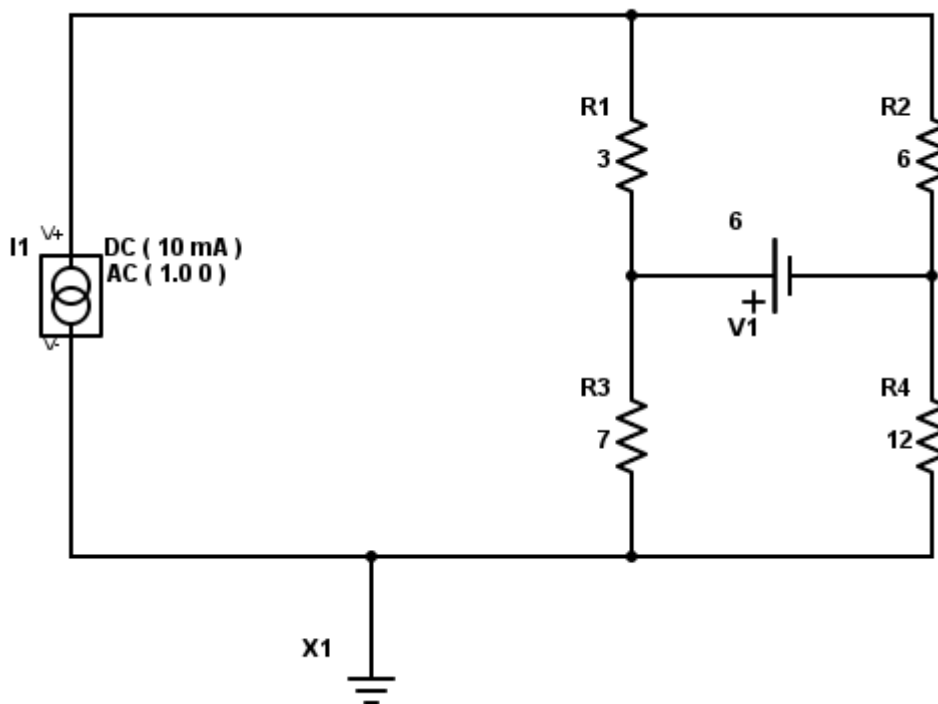


Fonte: Autoria própria

Essa questão foi apresentada na Aula 04, usando o Teorema da Superposição para facilitar a análise de circuitos sob influência de duas fontes. Como você deve ter percebido, esse problema não ocorre na simulação nem na prática, apenas no âmbito de cálculos de projeto. Assim, podemos facilmente resolvê-lo usando o PartSim.

O circuito no PartSim é apresentado na **Figura 24**. Veja que, apesar da disposição dos resistores não ser exatamente como mostrada no exemplo, eles possuem a mesma configuração.

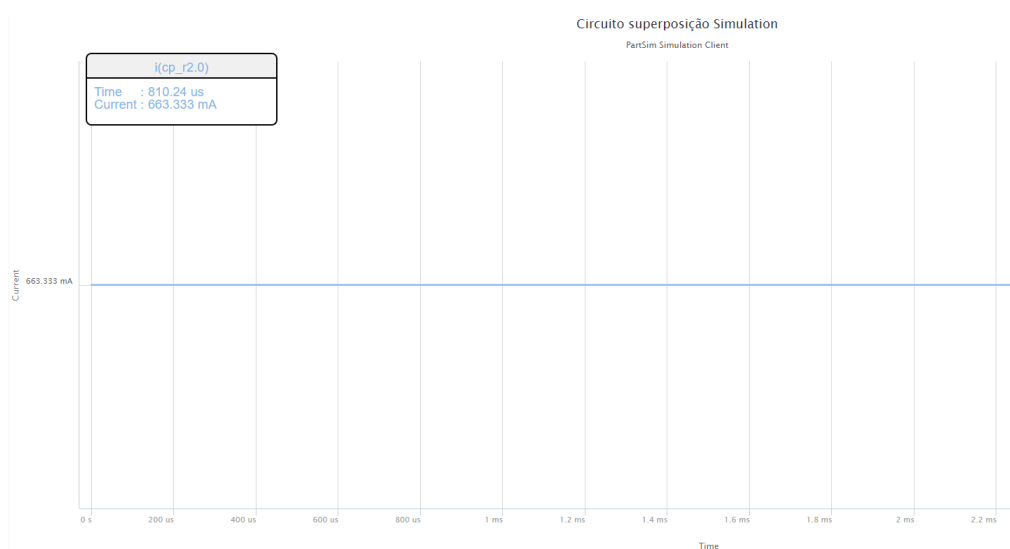
Figura 24 - Circuito Elétrico.



Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago de 2017

Vamos realizar a simulação usando a resposta da análise transitória para verificar a corrente no resistor 02. Na **Figura 25** é apresentado o gráfico da corrente para ele.

Figura 25 - Resposta transitória R_2



Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago de 2017

Como você deve ter observado, a resposta é a mesma para a análise feita na Aula 04. Veja abaixo o vídeo com a simulação realizada no exemplo 03.

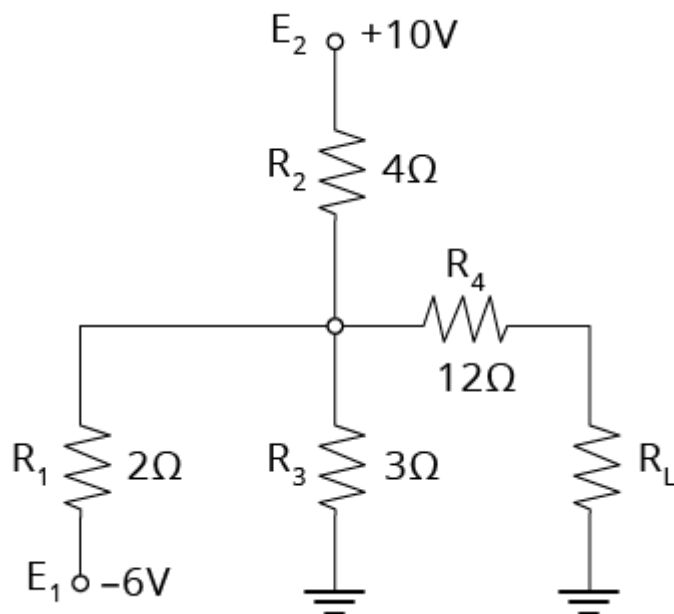


Vídeo 03 - Exemplo 03

Exemplo 04

Determine a corrente do resistor $R_L = 1K\Omega$ no circuito abaixo.

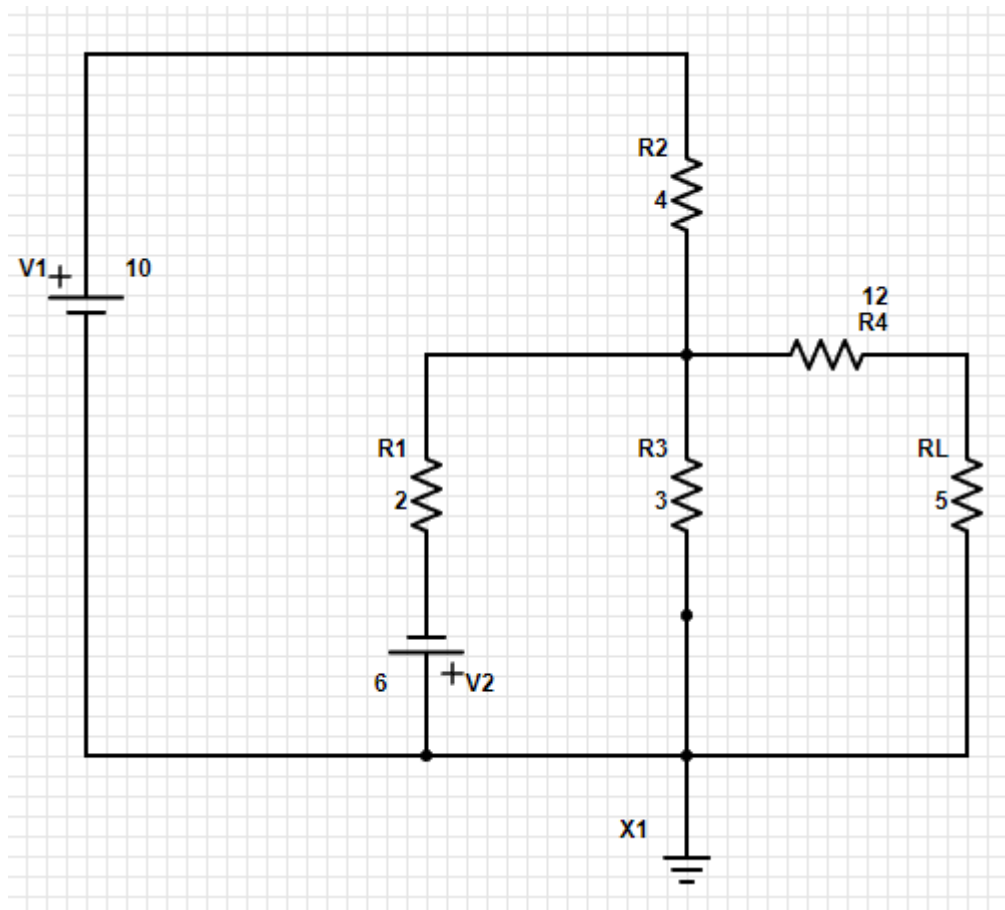
Figura 26 - Circuito Elétrico.



Fonte: Autoria própria

Para resolução, vamos desenhar o circuito no PartSim.

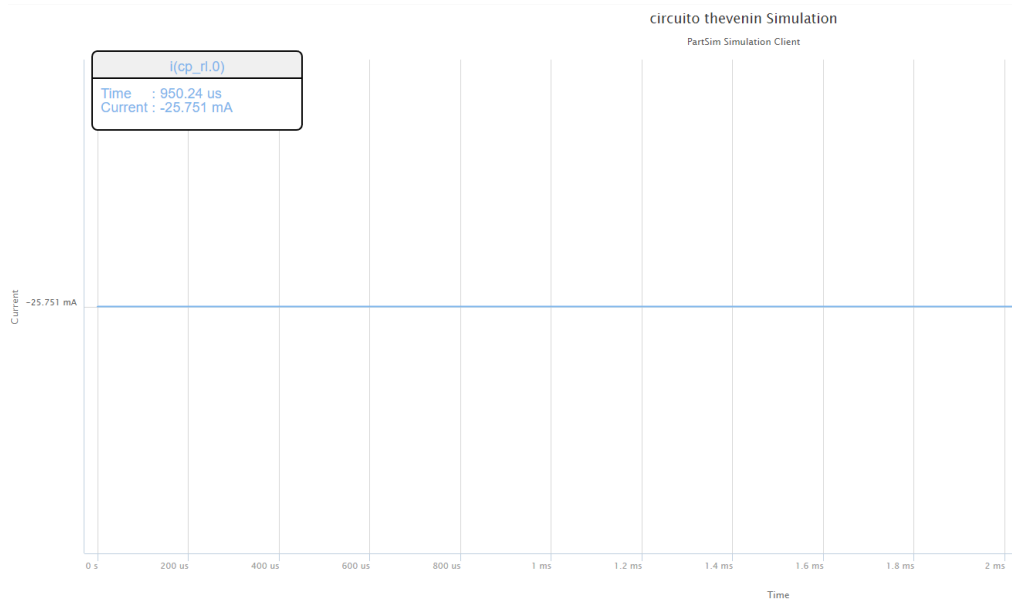
Figura 27 - Circuito Elétrico no PartSim.



Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago de 2017

Esse mesmo circuito foi resolvido na Aula 05, usando o Teorema de Thévenin. Na oportunidade não foi dado o valor ao resistor R_L , apenas foi feito o circuito equivalente. Sugiro que você volte à aula e verifique se os valores estão iguais.

Figura 28 - Corrente em R_L



Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago de 2017

Para ajudar com a compreensão, assista ao vídeo relativo à simulação feita no exemplo 04.

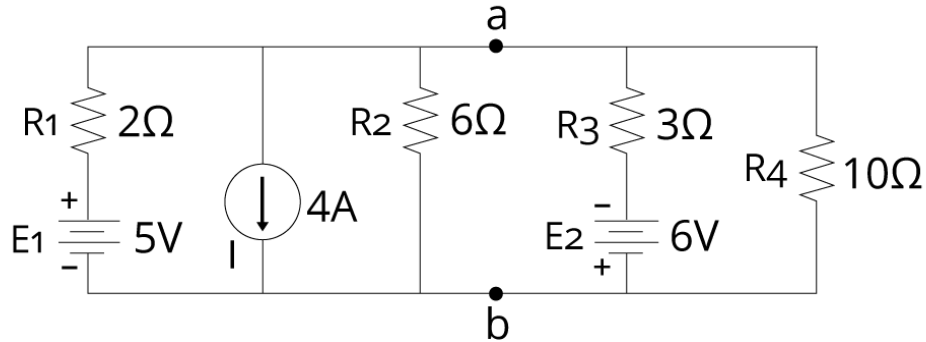


Vídeo 04 - Exemplo 04

Exemplo 05

Determine a corrente em R_4 para o circuito da **Figura 29**.

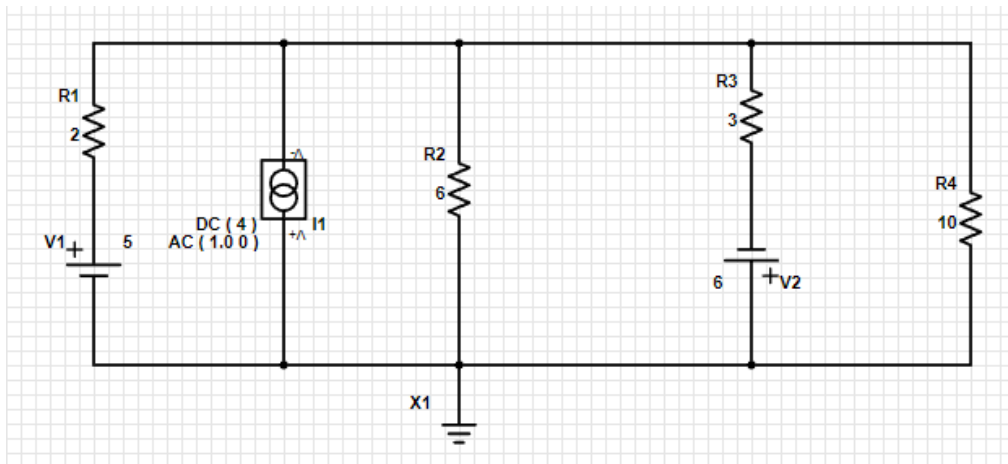
Figura 29 - Circuito Elétrico.



Fonte: Autoria própria

Para resolução, vamos desenhar o circuito no PartSim.

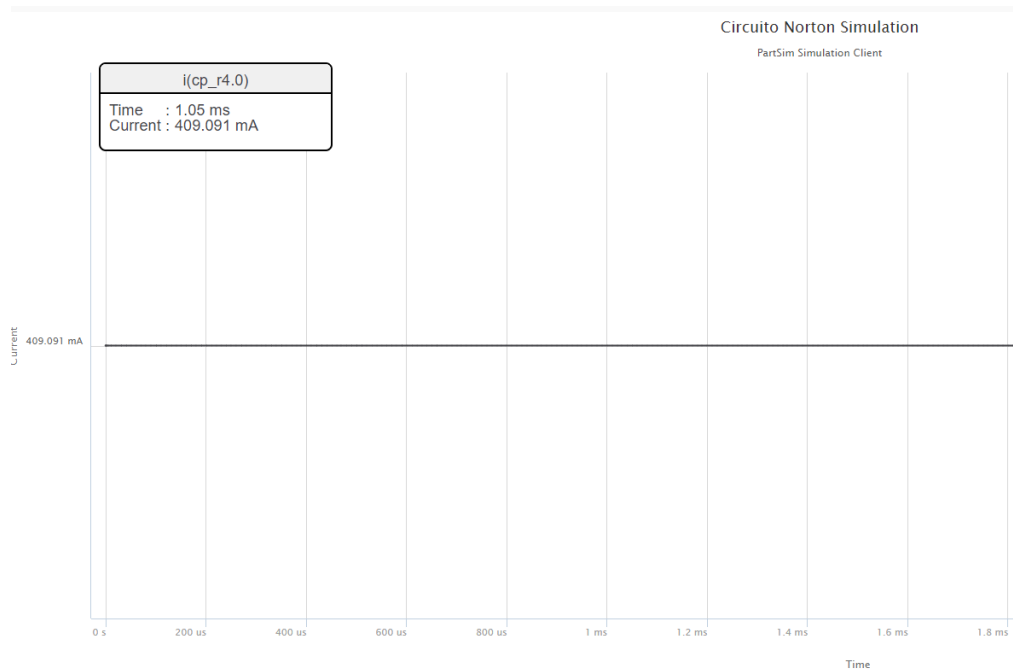
Figura 30 - Circuito Elétrico.



Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago de 2017

Esse mesmo circuito foi resolvido na Aula 06, usando o Teorema de Norton. Na oportunidade não foi calculado o valor da corrente em R_4 , apenas foi feito o circuito equivalente. Retorne à aula e verifique se os valores serão iguais.

Figura 31 - Corrente em R_4 .



Fonte: Disponível em: <http://www.partsim.com/>. Acesso em: 18 Ago de 2017

Veja abaixo o vídeo com a simulação feita no exemplo 05.



Vídeo 05 - Exemplo 05

Chegamos ao fim da Aula 07, na qual conhecemos uma solução gratuita que pode ser utilizada tanto na análise de circuitos elétricos como em diversas outras áreas com automação, eletrônica, mecânica, etc. Nesta aula, focamos na análise em corrente contínua de circuitos elétricos. Concluímos hoje mais um importante passo para o seu aprendizado e para o desenvolvimento do seu curso. Espero que tenha gostado e até a próxima aula!

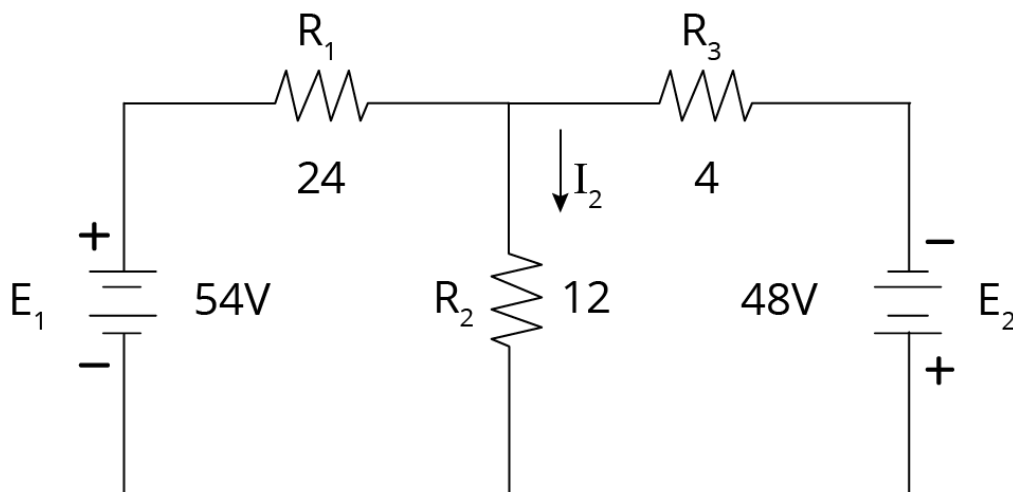
Resumo

Nesta aula, aprendemos a utilizar um software de simulação de circuitos elétricos, o PartSim. Mostramos as facilidades e vantagens do seu uso. Foi mostrado também a validação do uso das técnicas convencionais para análise em comparação com a simulação computacional. Você deve ter percebido o quanto o simulador pode facilitar o trabalho com circuitos, mas apesar da facilidade, não esqueça que as técnicas convencionais de análise de circuito, ou seja, as observações feitas pelo futuro profissional, no caso você, são a base para o bom funcionamento dos softwares.

Autoavaliação

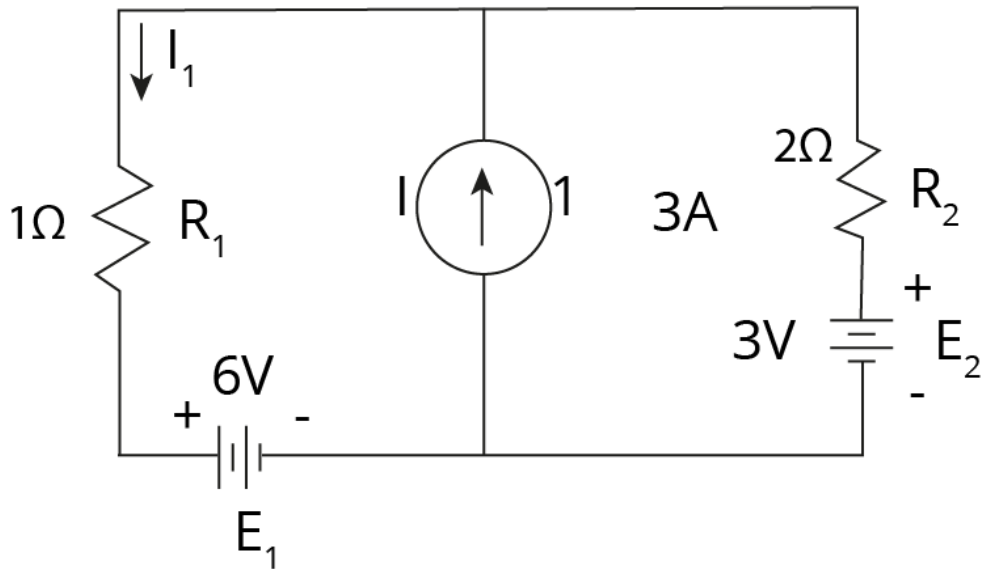
1. Apresente a simulação computacional para os circuitos das figuras abaixo:

Figura 32 - Circuito Elétrico.



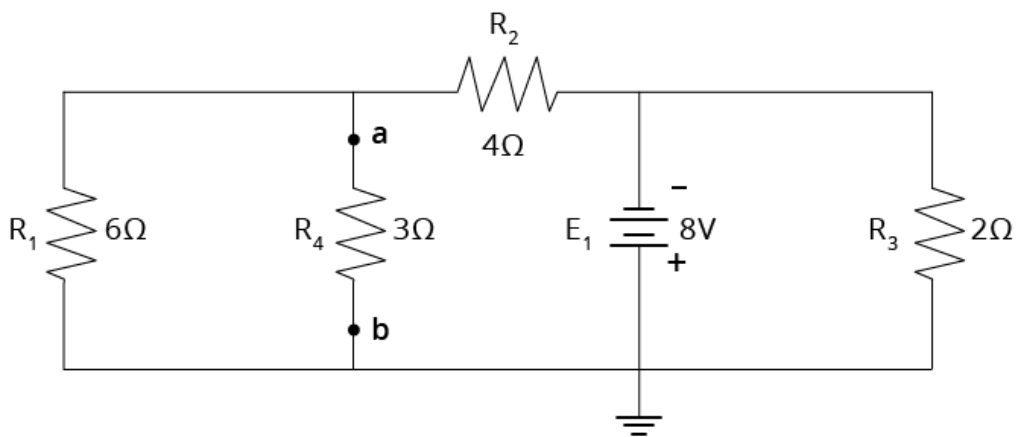
Fonte: Autoria própria

Figura 33 - Circuito Elétrico.



Fonte: Autoria própria

Figura 34 - Circuito Elétrico.



Fonte: Autoria própria

Referências

Software Partsim. Disponível em: <<http://www.partsim.com>>. Acesso em: 23 de outubro de 2017.