



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ
UNIDADE DE PATO BRANCO

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

COMO SIMULAR CIRCUITOS ELETRÔNICOS UTILIZANDO PSIM 6

PROF. CARLOS MARCELO DE OLIVEIRA STEIN

ABRIL, 2003

1. INTRODUÇÃO

A simulação de circuitos está ficando cada vez mais aceita como uma ferramenta normal no projeto de equipamentos de eletrônica. Este material tem o objetivo de fazer uma breve introdução à utilização do simulador de circuitos elétricos PSIM. O uso da simulação é reconhecido como uma necessidade prática, tornando-se uma ferramenta indispensável na formação de técnicos e engenheiros, principalmente na parte referente a projetos e interpretação de equipamentos eletroeletrônicos.

O método prático para verificar o projeto de um circuito elétrico é construí-lo e testa-lo. No entanto, isso pode se tornar caro e consumir muito tempo. Como alternativa, o circuito pode ser cuidadosamente simulado usando um programa de computador antes da implementação do circuito real.

PSIM é um programa de simulação especialmente projetado para eletrônica de potência. Com interface amigável, simulação rápida, e apresentação de formas de onda semelhante à tela de um osciloscópio, PSIM mostra ser um ambiente de simulação poderoso para a análise de conversores de potência, malhas de controle e estudo de acionamento de motores. Além disso, o simulador pode perfeitamente ser utilizado em praticamente todos os tipos de circuitos, sejam eles digitais ou analógicos.

PSIM é muito útil para simular todos os tipos de circuitos, em uma enorme faixa de aplicações. Um circuito é descrito por comandos armazenados em arquivo chamado de *“arquivo de circuito”*, que é lido pelo simulador PSIM. Os comandos são fáceis de aprender e usar.

Os conceitos elétricos são gerais e úteis para todos os tamanhos de circuitos. O simulador não tem conceito de circuito grande ou pequeno, microvolts e megavolts são apenas números para o PSIM. O simulador não faz considerações sobre como o circuito deveria se comportar. Você deve olhar os resultados para ver se eles fazem sentido na sua aplicação.

Para circuitos discretos (circuitos feitos de partes individuais montadas sobre um circuito), PSIM tem uma variedade de usos, como:

- ✓ Verificar uma idéia de circuito antes de montá-la em laboratório. Resultados de simulação são livres de instabilidade de tensão e corrente, restrições de aterramento, e outras dores de cabeça de laboratório.
- ✓ Teste ideal, operação empregando componentes ideais para isolar efeitos limitantes no seu projeto.
- ✓ Fazer medidas dos testes simulados que são:
 - Difíceis (devido a ruídos elétricos ou carga do circuito);
 - Inconvenientes (equipamento especial de teste não é disponível);
 - Imprudentes (o circuito de teste pode se destruir).
- ✓ Simular um circuito várias vezes com variações de componentes para verificar que percentual passaria no teste final, e determinar quais as combinações dão os resultados para o pior caso.

O que o PSIM pode fazer por você?

- ✓ Simular seus circuitos projetados antes de construí-los;
- ✓ Verificar seu projeto depois que ele estiver pronto;

- ✓ PSIM é uma bancada simulada na qual criam-se circuitos de teste e realizam-se medidas;
- ✓ PSIM **não** projetará o circuito para você.

Uma vez familiarizado com o PSIM, você achará que ele pode substituir a maioria de seus trabalhos (mas não todos) de laboratório. Como qualquer nova ferramenta, experiência é requerida para tirar o maior proveito.

2. ESTRUTURA DO SIMULADOR

O simulador, uma vez instalado, apresenta dois programas executáveis: PSIM, que é o editor de esquemas elétricos, e SIMVIEW, que demonstra graficamente as formas de onda obtidos na simulação. Os ícones dos programas estão representados na figura abaixo:



Figura 1 - Ícones dos programas.

3. CARACTERÍSTICAS DO PROGRAMA

O simulador utiliza algumas extensões características para os arquivos gerados por ele, que são:

Extensão	Descrição	Tipo de arquivo
sch	Esquemas do PSIM	binário
cct	Lista de nós do esquema	texto
txt	Saída da simulação	texto
fra	Saída de uma análise AC	texto
smv	Lista de forma de ondas	binário

O programa é em inglês. Desta forma, todos os números devem ser digitados utilizando-se um ponto como separador decimal, ao invés da vírgula utilizada em português, ou seja, deve-se digitar 34.56 e não 34,56.

Para facilitar a digitação de números muito grande ou muito pequenos, o PSIM aceita algumas letras indicando múltiplos e submúltiplos. Na tabela a seguir estão relacionados os sufixos aceitos.

Sufixo	Nome	Valor
p	pico	10^{-12}
n	nano	10^{-9}
u	micro	10^{-6}
m	mili	10^{-3}
K ou k	kilo	10^{+3}
M	mega	10^{+6}
G	giga	10^{+9}

4. PROGRAMA PSIM

Executando-se o programa PSIM, tem-se a tela do editor de esquemas. Na figura a seguir está um exemplo da tela principal do programa, com um circuito já desenhado.

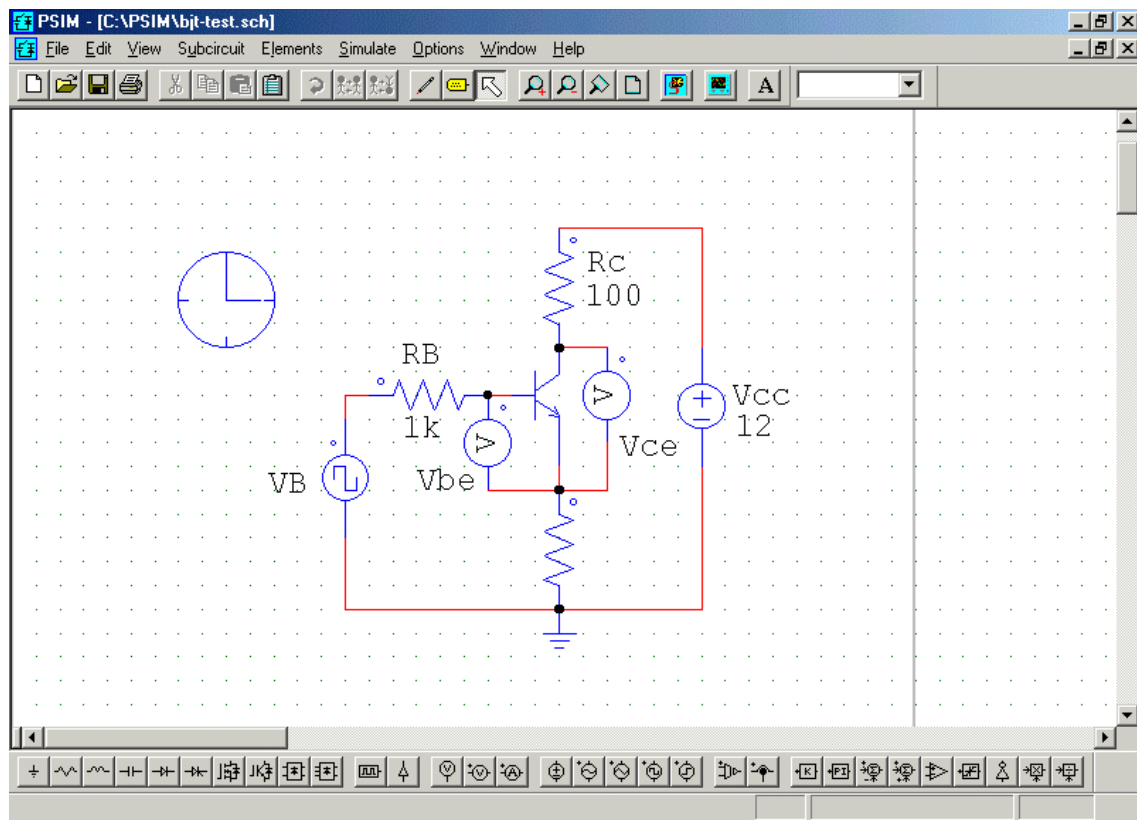













Figura 2 – Tela principal do PSIM.

Na parte superior o programa apresenta um menu de opções, e uma barra de ferramentas com alguns botões de atalho. Na tabela abaixo estão descritas as funções destes botões:

























	Criar arquivo.
	Abrir arquivo.
	Salvar arquivo.
	Imprimir arquivo.
	Recortar seleção.
	Copiar seleção.
	Colar.
	Copiar seleção para a área de transferência (usado para passar desenhos para outros programas, como um editor de texto).
	Gira a seleção.
	Inverter horizontalmente a seleção.
	Inverter verticalmente a seleção.
	Inserir ligações.








	Inserir marcadores (para conectar dois ou mais pontos do circuito sem utilizar ligações).
	Ferramenta de seleção.
	Zoom. Aumentar.
	Zoom. Diminuir.
	Zoom. Seleção.
	Zoom. Ajusta à página.
	Iniciar a simulação.
	Cancelar a simulação. Somente disponível durante simulações.
	Abrir o programa de visualização das formas de onda.
	Adicionar um texto no esquema eletrônico.
	Para adicionar rapidamente um componente do mesmo tipo de algum dos últimos já adicionados.

No PSIM, todos os componentes estão dispostos no menu **Elements**. Os elementos estão divididos em quatro grupos:

- ✓ **Power** – onde estão os componentes de potência, como chaves semicondutoras, resistores, indutores e capacitores;
- ✓ **Control** - elementos de controle, como filtros e componentes de eletrônica digital;
- ✓ **Other** (para controladores de chaves semicondutoras, sensores, instrumentos de medição, elementos de interface entre potência e controle, e elementos comuns aos circuitos de potência e controle);
- ✓ **Sources** (para fontes de tensão e corrente).

Na parte inferior do programa está uma barra de ferramentas, com botões de atalho para alguns dos componentes disponíveis.

	terra		fonte de tensão CC
	resistor		fonte de tensão senoidal
	indutor		fonte de tensão triangular
	capacitor		fonte de tensão quadrada
	diodo		degrau de tensão
	tiristor		sensor de tensão
	MOSFET		sensor de corrente
	IGBT		ganho proporcional
	ponte de diodos monofásica		ganho proporcional-integral
	ponte de diodos trifásica		subtrator
	comando de chaves		somador
	interface controle/comando de chaves		multiplicador

	voltímetro		divisor
	voltímetro diferencial		comparador
	amperímetro		limitador
	porta inversora		

1.1 Simulando um Pequeno Circuito




Inicialmente será utilizado um circuito rápido para introduzir o PSIM. Isto mostrará os fundamentos de uma simulação de circuito sem tornar-se complicado por regras, detalhes, exceções, e então rapidamente atingir um resultado bem sucedido.

A melhor maneira de aprender a trabalhar em um simulador de circuito é *fazendo* simulações. Fazer algumas simulações requer vários fundamentos, ou seja, é necessário:

- ✓ Criar o arquivo de entrada, ou arquivo do circuito;
- ✓ Rodar o simulador;
- ✓ Inspeccionar os resultados obtidos;

Naturalmente, quanto mais simples for este circuito, de forma a se conhecer previamente o funcionamento, melhor. Desta forma, o circuito escolhido foi um divisor resistivo de tensão.

Para desenhar o circuito no PSIM, utiliza-se o seguinte procedimento:

1. Criar um novo arquivo. Isto é feito indo-se no menu **File**, e selecionando-se **New**, ou simplesmente clicando-se no botão .
2. Iniciar a inserir os componentes. Para inserir a fonte de tensão contínua, seleciona-se no menu **Elements** a opção **Sources, Voltage**, e então **DC**. Outra opção é utilizar o botão , presente na barra de ferramentas inferior do programa. Com isso, o cursor do mouse fica com a forma do componente. Para rotacionar o componente em 90°, basta clicar com o botão direito do mouse. Para colocar o componente em um determinado lugar da área de edição, basta clicar com o botão esquerdo do mouse. Mesmo após a colocação do componente, o cursor do mouse permanece com a forma do componente, permitindo que seja inserido outro componente igual. Para retornar ao cursor normal, deve-se pressionar a tecla **ESC**, ou utilizar o botão , na barra de ferramentas superior. Outra opção, é selecionar outro componente, ou outra ferramenta de edição.
3. Editar os parâmetros dos componentes. Uma vez que o cursor do mouse esteja com sua forma normal, pode-se selecionar as propriedades de um componente dando-se dois cliques sobre o mesmo. Com isso, uma janela com as propriedades aparecerá na tela. As propriedades variam, de acordo com o componente selecionado. Na figura a seguir estão representados os parâmetros da fonte de tensão contínua. No caso, pode-se alterar o nome e o valor do componente, e definir se estas propriedades devem ou não aparecer no esquema. Além disso, pode-se alterar outras informações sobre o componente (**other info**), e a cor (**color**) do mesmo. Entretanto, as informações adicionais (**other info**) e a cor do componente (**color**) não afetam os resultados da simulação.

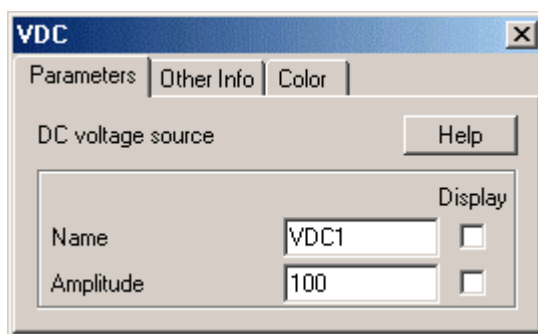






Figura 3 – Parâmetros da fonte de tensão contínua.

4. Para os demais componentes, repetem-se os passos 2 e 3.
5. Inserir o componente que indica o ponto de terra do circuito. Este componente é importante pois serve de referência para a maioria das medições realizadas. Este componente está no menu **Elements** na opção **Other, Ground**. Outra opção é utilizar o botão \perp , presente na barra de ferramentas inferior do programa.
6. Conectar os componentes. Para realizar as conexões, primeiramente seleciona-se a ferramenta apropriada, clicando-se no botão , na barra de ferramentas superior. Com isso, o cursor do mouse fica com o formato de um lápis. Para conectar dois pontos, clica-se com o botão esquerdo do mouse no primeiro ponto, e mantendo-se pressionado o botão do mouse, leva-se o cursor até o segundo ponto, e solta-se o botão. Pode-se notar que o programa realiza até uma curva de 90°.
7. Selecionar as variáveis de saída. A seleção dos pontos do circuito que o programa irá adicionar ao arquivo de saída é feita através da adição de instrumentos de medida. Para observar-se tensão, deve-se utilizar um dos dois tipos de voltímetro disponíveis: um que mede a tensão de um determinado nó em relação ao componente terra, e o diferencial, que mede a tensão entre seus dois terminais. Esses componentes estão no menu **Elements** na opção **Other, Probes**, como **Voltage Probe** e **Voltage Probe (node-to-node)**, respectivamente. Outra opção é utilizar os botões  e , presentes na barra de ferramentas inferior do programa. Para a medição de corrente, existem duas opções: a utilização de amperímetro ou selecionando nos parâmetros do componente. O componente amperímetro está no menu **Elements** na opção **Other, Probes**, como **Current Probe** e na barra de ferramentas inferior do programa, no botão . A maioria dos componentes apresenta em seus parâmetros o item **Current Flag**, onde é possível selecionar 0 (sem medição de corrente) ou 1 (com medição de corrente). Na figura abaixo estão representados os parâmetros de um resistor, que apresenta o item **Current Flag**.

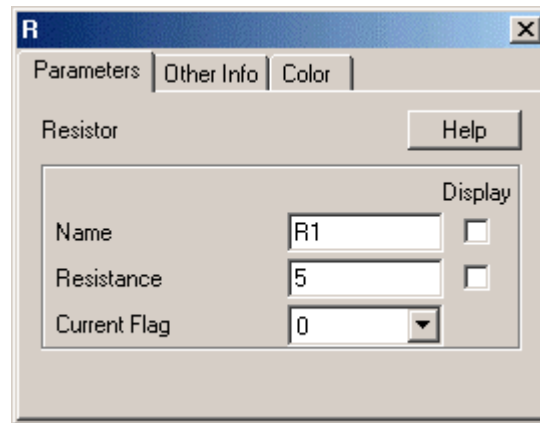



Figura 4 – Parâmetros de um resistor.

8. Salvar o arquivo. Para salvar o arquivo com o circuito desenhado, pode-se utilizar os comandos **Save** ou **Save As** no menu **File**, ou o botão , na barra de ferramentas superior. Desta forma irá aparecer a janela padrão do windows para salvar arquivos, onde pode ser alterado o caminho e o nome do arquivo. O arquivo deve ser salvo com a extensão **sch**.

Na figura abaixo está representado o divisor resistivo de tensão desenhado no PSIM. Pode-se notar nesta figura o nome e o valor dos componentes, bem como a posição dos voltmímetros.

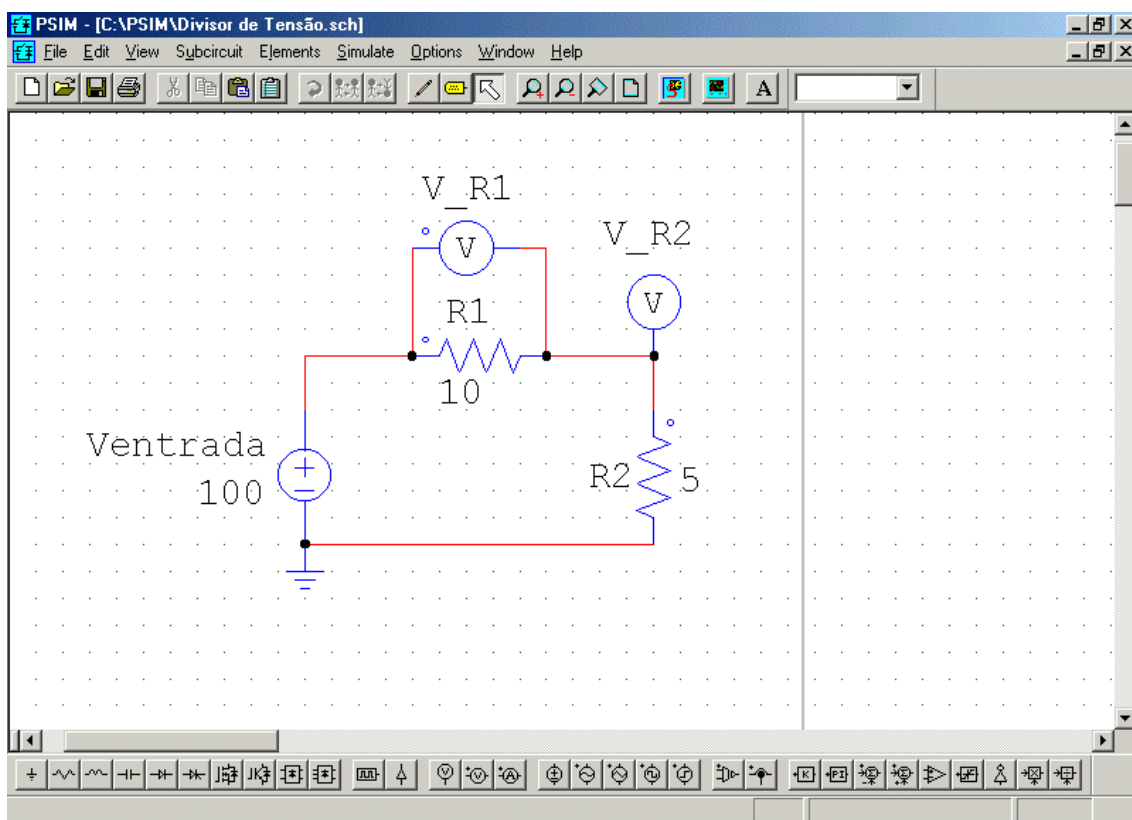


Figura 5 – Circuito representado no PSIM.

Para que o circuito possa ser simulado é necessário definir os parâmetros de simulação do mesmo. Para isso, é necessário incluir o controle de simulação, localizado no menu **Simulate**, como **Simulation Control**. Depois de ser adicionado ao esquema,

uma tela com os seus parâmetros é mostrada. Na figura abaixo está representada esta tela, cujos parâmetros são explicados na tabela a seguir.

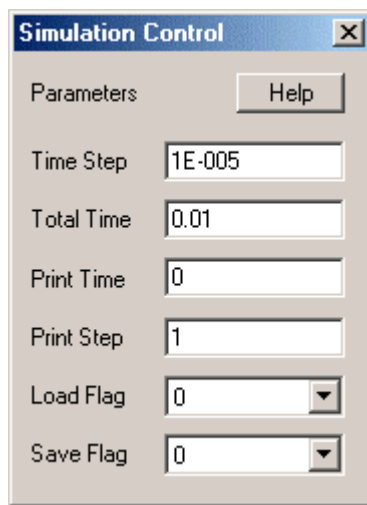





Figura 6 – Parâmetros do controle de simulação.

PARÂMETRO	DESCRIÇÃO
<i>Time Step</i>	Passo utilizado na simulação, em segundos
<i>Total Time</i>	Tempo total da simulação, em segundos
<i>Print Time</i>	Tempo inicial para salvar os dados. Antes de a simulação atingir este tempo, nenhum dado é salvo.
<i>Print Step</i>	Passo para salvar os pontos. Se 1, todos os pontos são salvos. Se 10, apenas 1 em cada 10 pontos é salvo. Isso ajuda a reduzir o tamanho do arquivo de saída.
<i>Load Flag</i>	Para ler valores iniciais. Se 1, o simulador irá ler os valores iniciais de um arquivo com a extensão ssf.
<i>Save Flag</i>	Para salvar os valores finais. Se 1, o simulador irá salvar os valores finais da simulação em um arquivo com a extensão ssf.

Com os parâmetros da simulação definidos, pode-se simular o circuito. Isso é realizado através do botão , na barra de ferramentas superior. Na barra inferior do programa irá surgir um indicativo do percentual da simulação já atingido. Além disso, o botão apertado irá mudar seu desenho para . Este botão poderá ser utilizado agora para parar a simulação. Uma vez terminada a simulação, pode-se executar o programa Simview. Para isso, existe na barra de ferramentas superior o botão . Pode-se configurar o programa PSIM para que ele automaticamente execute o Simview quando as simulações terminarem. Para isso, deve-se selecionar o item **Auto-run SIMVIEW**, no menu **Options**.

5. PROGRAMA SIMVIEW

Executando-se o programa **SIMVIEW**, tem-se a tela do mostrador de formas de onda. Na figura a seguir está um exemplo da tela principal deste programa, obtida após a simulação de um circuito.

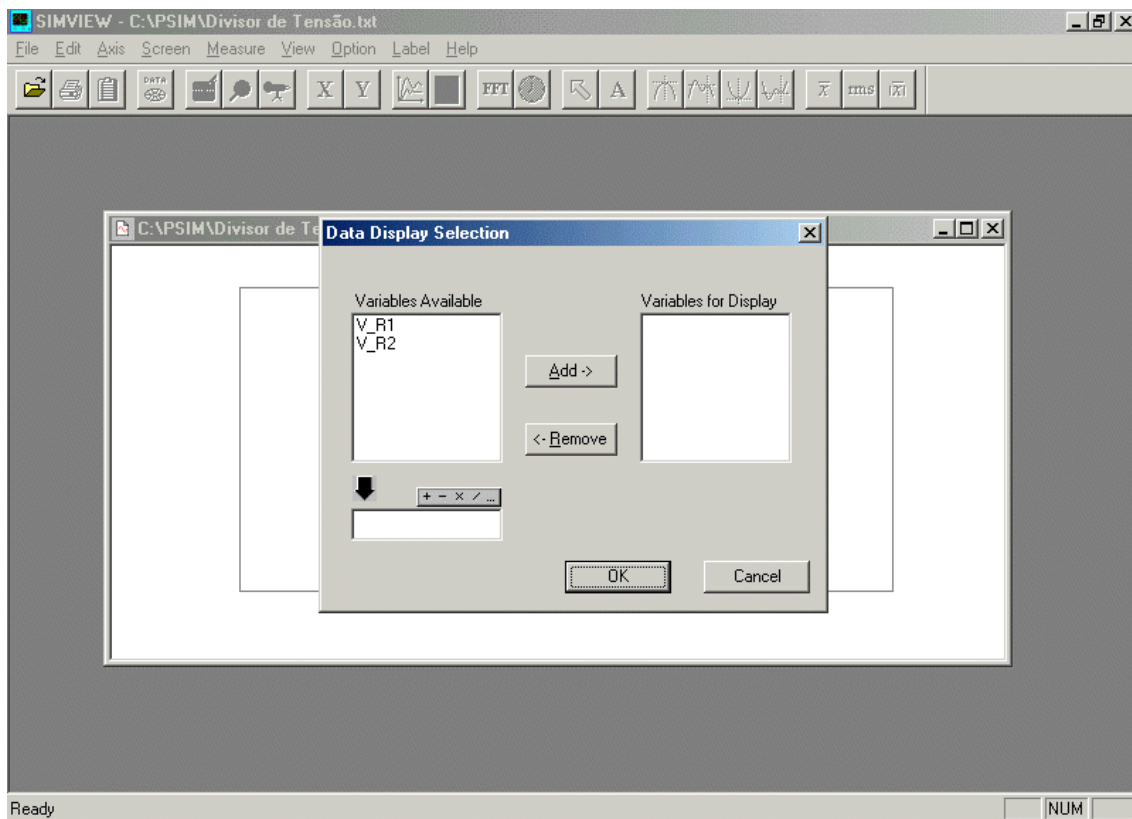


Figura 7 – Tela de abertura do SIMVIEW.

Na tela inicial há uma janela, onde estão relacionadas todas as grandezas disponíveis para serem mostradas. Estas grandezas são aquelas definidas no circuito desenhado no PSIM. Abaixo está a janela obtida para o circuito desenhado na seção anterior.

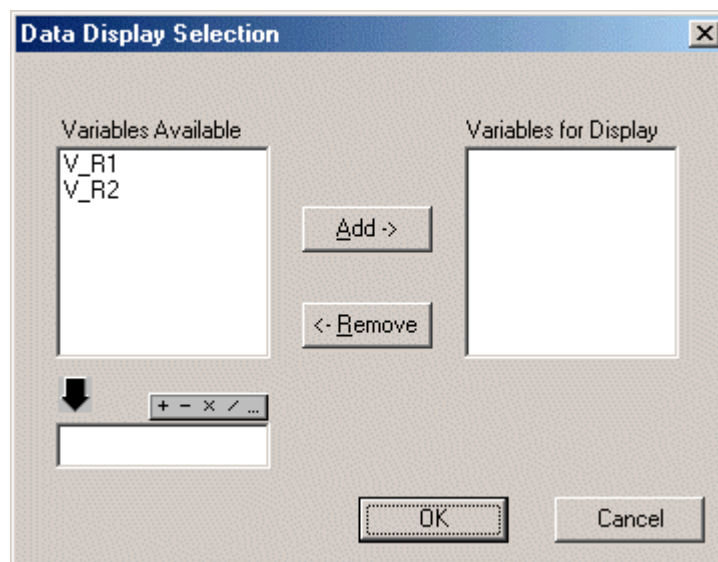


Figura 8 – Janela para seleção das formas de onda.

Para adicionar uma forma de onda deve-se selecioná-la e clicar no botão **Add**. Para retirar uma forma de onda já selecionada, basta selecioná-la e clicar no botão **Remove**. É possível realizar funções matemáticas simples entre as variáveis disponíveis. Para isso deve-se utilizar o campo de edição presente na parte inferior da janela. Da mesma forma que uma variável, para adicionar a expressão matemática,

deve-se clicar no botão **Add**. Uma vez selecionadas as formas de onda, deve-se clicar no botão **OK**. No caso do exemplo apresentado aqui, adicionando-se as duas variáveis, obtém-se a tela a seguir, onde então representadas as tensões sobre os dois resistores.

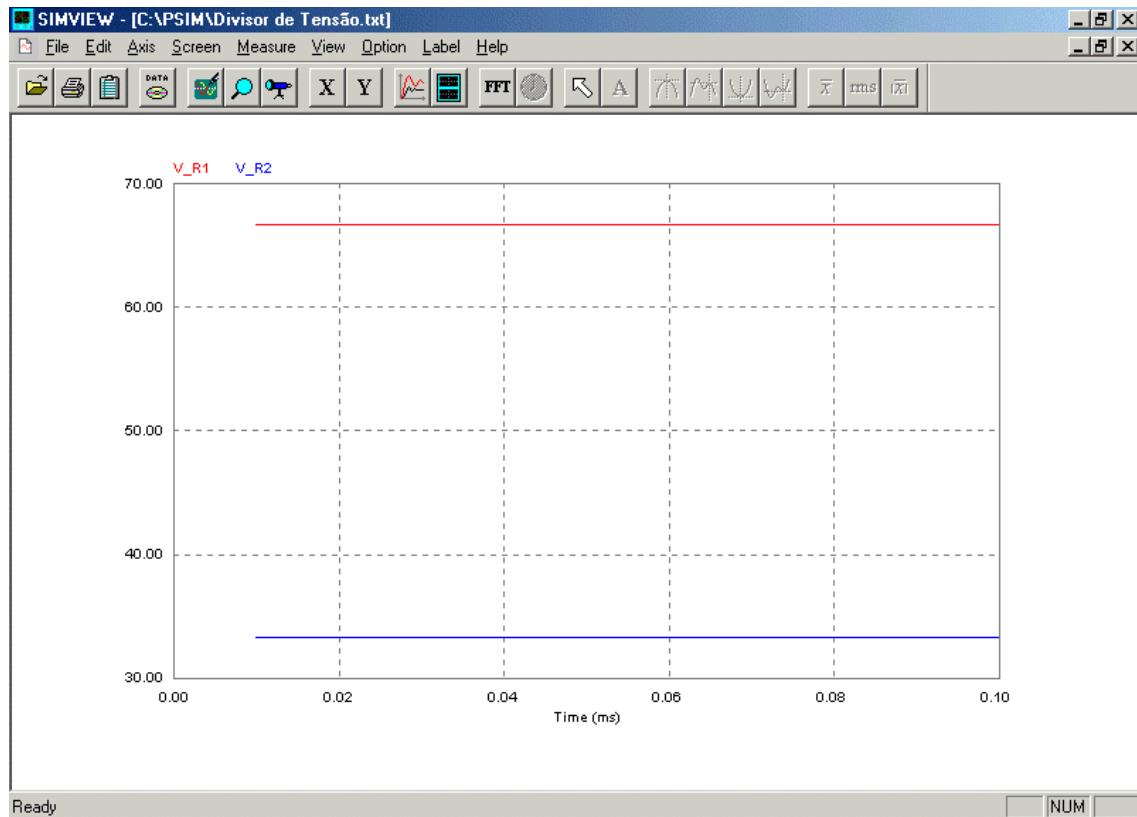













Figura 9 – Resultado obtido na simulação.

Na parte superior o programa apresenta um menu de opções, e alguns botões de atalho. Na tabela abaixo estão descritos os comandos dos botões da barra de tarefas superior:

	Abrir arquivo.
	Imprimir.
	Copiar para a área de transferência (usado para passar as formas de onda para outros programas, como um editor de texto).
	Reabrir o arquivo atual.
	Redesenhar os dados.
	Ferramenta de zoom.
	Para abrir a caixa de medições, e habilitar os botões de medição.
X	Para configurar as escalas do eixo horizontal.
Y	Para configurar as escalas do eixo vertical.
	Para adicionar formas de onda ao gráfico atual.
	Para adicionar formas de onda, criando um novo gráfico.
FFT	Para passar para o domínio da frequência.

	Para passar para o domínio do tempo.
	Ferramenta de seleção.
	Adicionar texto.
	Mostra o valor máximo da variável selecionada.*
	Mostra o próximo valor máximo da variável selecionada.*
	Mostra o valor mínimo da variável selecionada.*
	Mostra o próximo valor mínimo da variável selecionada.*
	Mostra o valor médio da variável selecionada.*
	Mostra o valor eficaz da variável selecionada.*
	Mostra o valor médio do módulo da variável selecionada.*

* disponível apenas quando a caixa de medições está na tela, e uma variável está selecionada

Para saber o valor da tensão sobre os resistores, pressiona-se o botão . Desta forma aparece uma janela com o nome **Measure**. Para que os valores apareçam nesta janela basta clicar no gráfico. Na figura a seguir está representado o resultado obtido no exemplo.

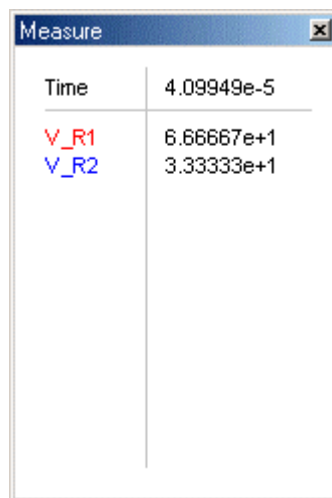


Figura 10 – Valores das tensões sobre os resistores.

6. CONCLUSÃO

Neste material é apresentada uma breve introdução ao uso do simulador de circuitos PSIM. São apresentadas algumas características do programa, bem como algumas razões para que simulações sejam realizadas.

De uma maneira simplificada são apresentadas as principais ferramentas do programa, e demonstrado como realizar uma simulação. O circuito simulado é bem simples, mas o procedimento utilizado pode ser aplicado a circuitos mais complexos.