



MINICURSO DE ORCAD PSPICE

EPO - II



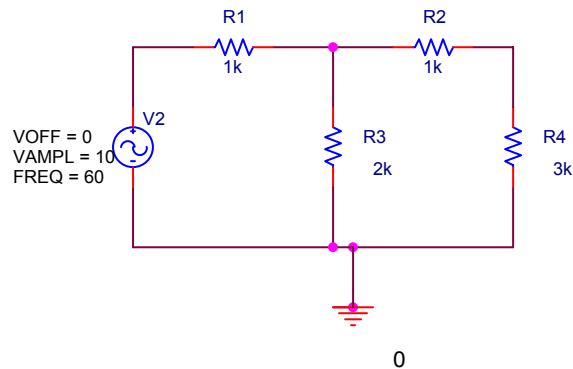
MATERIAL DESENVOLVIDO POR FERNANDO RICARD WESSLER

INDÍCE

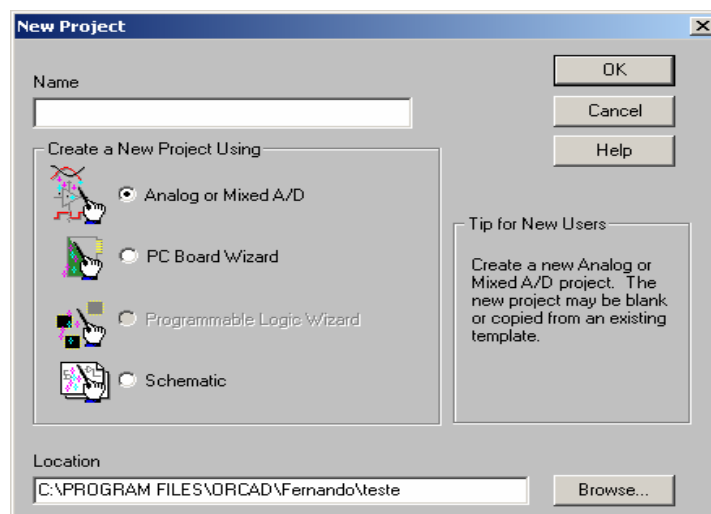
1. CRIAÇÃO DE CIRCUITOS	3
1.1 Inserindo e Conectando os Componentes de uma Biblioteca.....	4
1.2 Editando os Valores dos Componentes	5
1.3 Observações Relevantes	6
2. SIMULANDO UM CIRCUITO	8
2.3 Plotagem de Formas de Ondas em Dois Gráficos Simultaneamente	12
2.4 Obtenção dos Valores Numéricos das Formas de Ondas Geradas.....	13
2.5 Personalizando Eixos e Escalas.....	14
2.6 Visualização Apenas dos Valores das Variáveis.....	14
2.7 Passo de Cálculo.....	15
3. COLETANDO GRÁFICOS E ESQUEMÁTICOS	18
3.1 Coletando Gráficos.....	18
3.2 Coletando Esquemáticos	19
4. PARÂMETROS DE FONTES	20
5. CHAVES “SW_TCLOSE” E “SW_TOPEN” E EXEMPLIFICAÇÃO	22
5.1 Configuração de uma Chave “Sw_tClose”.....	22
5.2 Exemplificação do Uso da Chave – Variação de Carga.....	22
6. COMPONENTES IDEAIS	24
7. NETLIST	25
8. ACOPLAMENTO DE INDUTORES	27
9. GERAÇÃO DE PWM – PULSE WIDTH MODULATION	30
10. EXERCÍCIOS - SIMULAÇÕES	32
10.1 CONVERSOR CC-CC ABAIXADOR DE TENSÃO - BUCK	32
10.2 CONVERSOR CC-CC DO TIPO BUCK-BOOST – FLYBACK ISOLADO .	32
10.3 CONVERSOR CC-CC ELEAVADOR DE TENSÃO – BOOST.....	33

1. CRIAÇÃO DE CIRCUITOS

Este capítulo descreve como criar um simples circuito, mostrado na figura a seguir:

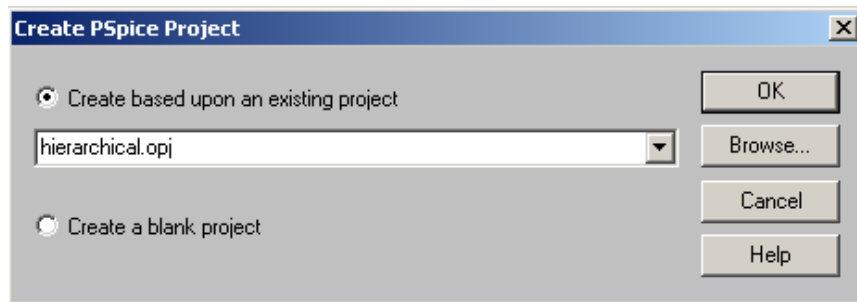


1. Abra o programa conforme mostrado no capítulo 2.
2. No gerenciador de projetos, no menu **FILE**, em **NEW** selecione **PROJECT**.



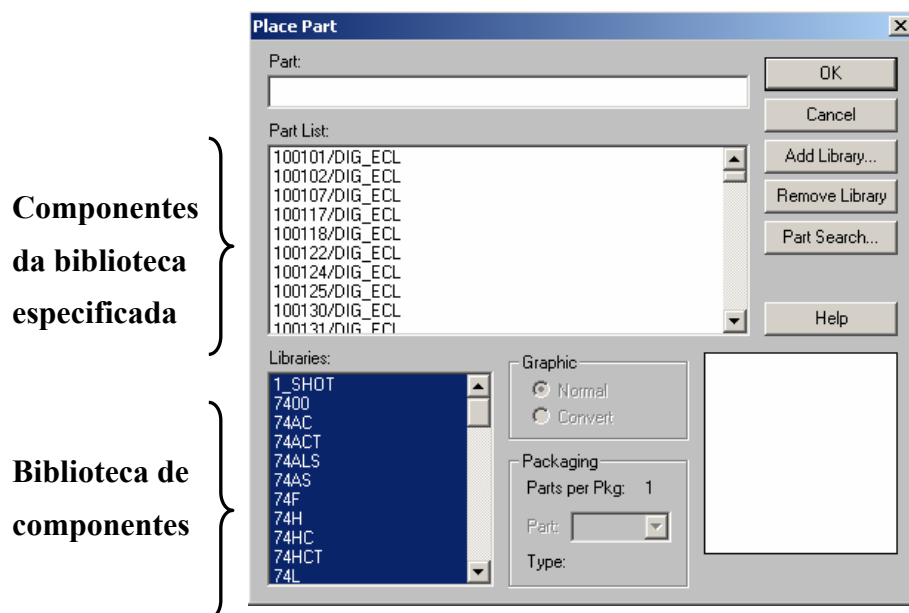
3. Selecione **ANALOG OR MIXED A/D**.
4. Na caixa **NAME**, entre com o nome do projeto.
5. Na caixa **LOCATION**, selecione o local onde o projeto será salvo, então clique em **OK**.

6. Selecione a opção **CREATE A BLANK PROJECT** e depois **OK**.



1.1 Inserindo e Conectando os Componentes de uma Biblioteca

1. No menu **PLACE** e depois **PART**, ou então use como atalho **SHIFT + P**.



Os componentes do **ORCAD PSPICE** encontram-se divididos em bibliotecas, sendo que novas bibliotecas podem ser adquiridas em sites de fabricantes de componentes. Abaixo são mostradas algumas bibliotecas do software em questão que serão utilizadas durante o curso.

BIBLIOTECA ANALOG

Nesta biblioteca encontram-se os componentes básicos (capacitores, indutores, resistores).



BIBLIOTECA PHIL_BJT

Nesta biblioteca encontram-se os principais transistores BJT que iremos utilizar.

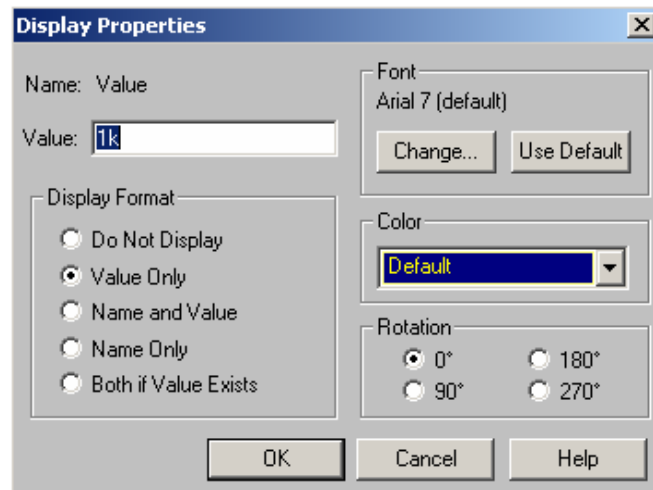


1. Selecione a biblioteca em que se encontra o componente. Após escolhido o mesmo pressione *OK*.
2. Posicione corretamente o componente no local desejado.
3. Após colocado todos os componentes na área de trabalho devemos conectá-los utilizando o comando *WIRE* no menu *PLACE*.

****É obrigatória a presença de um nó zero no circuito.**

1.2 Editando os Valores dos Componentes

1. Clique duas vezes sobre o valor do componente, com isso abre-se uma janela de edição onde os valores default desses componentes podem ser alterados facilmente.



*****Alguns componentes como fontes, necessitam de mais de uma especificação (valor, frequência e outros).**

2. Após completa todas as definições dos parâmetros, o circuito estará pronto para ser simulado.

1.3 Observações Relevantes

- ***TODO CIRCUITO NECESSITA DE UM PONTO DE TERRA***
- O simulador Orcad-Pspice não distingue entre caracteres maiúsculos e minúsculos.
- O número de um campo pode ser inteiro ou real. Sendo que esses podem ser seguidos por um expoente inteiro (80E-5 ou 3.1415e6) ou ainda fatores de escala simbólicos, como mostrado na tabela a seguir:

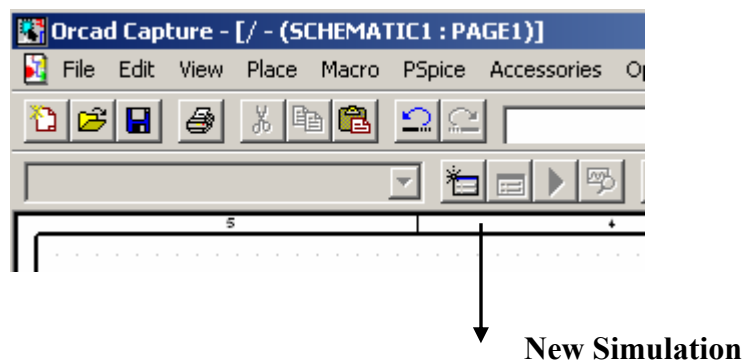
Símbolo	Forma Exponencial
F	1E-15
P	1E-12
N	1E-9
U	1E-6
M	1E-3
K	1E3
MEG	1E6
G	1E9
T	1E12

- Letras após um número que não fatores de escala, são ignoradas, sendo que as letras após as de fatores também são desprezadas. Como exemplo, 5, 5A, 5V representam o mesmo número.

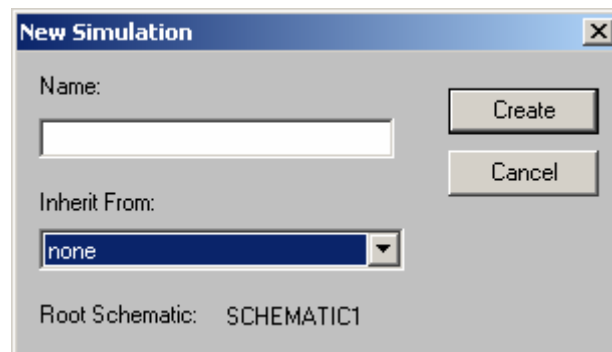
2. SIMULANDO UM CIRCUITO

Após montado o circuito corretamente (não esqueça a presença de um nó zero), podemos simular o mesmo para determinarmos os valores desejados, para isso devemos criar uma nova simulação, seguindo os passos abaixo, para efeitos de demonstração utilizaremos nesta etapa o mesmo circuito criado anteriormente.

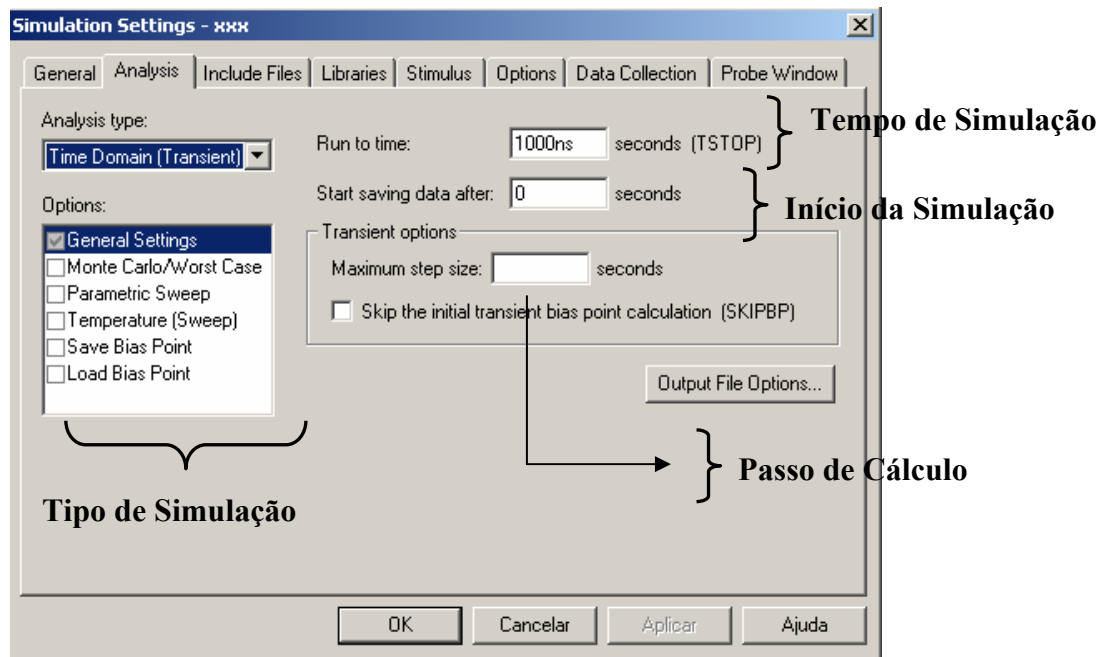
1. No menu **PSPICE**, escolha a primeira opção, **NEW SIMULATION PROFILE**, ou escolha esta opção através do botão mostrado na figura abaixo.



2. Depois de selecionada esta opção, a janela mostrada a seguir será aberta automaticamente.



3. Nomeie a simulação conforme desejado e então clique em **CREATE**.



NOTA: Quando simulamos um circuito e as formas de ondas são apresentadas distorcidas, a solução seria a diminuição do PASSO DE CÁLCULO.

Abaixo estão listados alguns conceitos importantes referentes à criação de perfis de simulação.

Run to time: *É o tempo total da simulação. Este tempo deve ser o necessário para se observar a resposta de um circuito em seu regime permanente;*

Start saving data after: *É o instante de tempo a partir do qual serão mostradas as formas de onda na tela;*

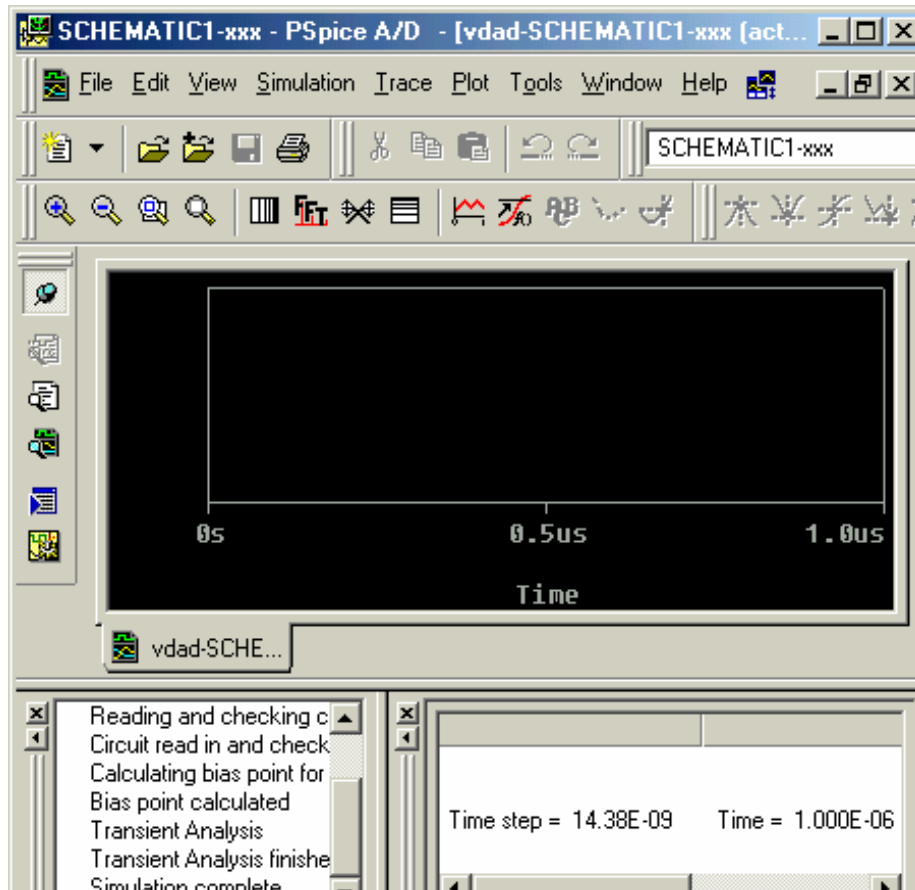
Maximum step size: *É o passo máximo de cálculo. É um dos parâmetros mais importantes a serem escolhidos, pois indica a veracidade das respostas obtidas.*

4. Pressione **OK**.
5. Para rodar a simulação, após definido os parâmetros acima, podemos usar a tecla de atalho **F11**, ou ainda pressionando o botão **PLAY** mostrado na figura a seguir.

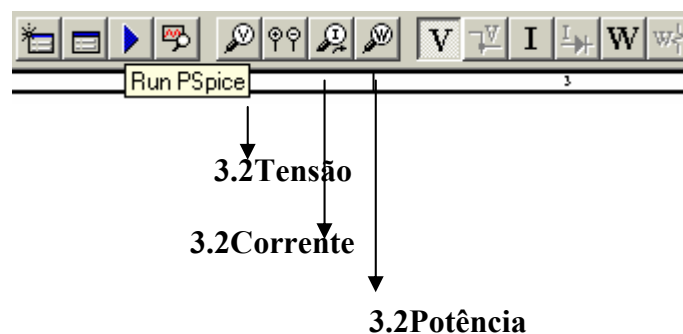


6. Após iniciarmos a simulação, aparece rapidamente na tela a janela **PSPICE NETLIST GENERATION**, esse **NETLIST** identifica possíveis erros na etapa de edição da página esquemática.

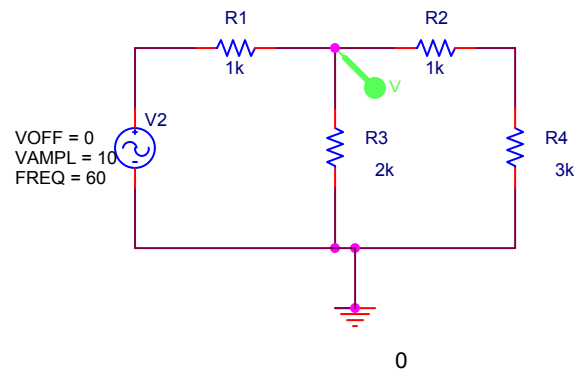
Caso a simulação esteja correta a seguinte janela será aberta.



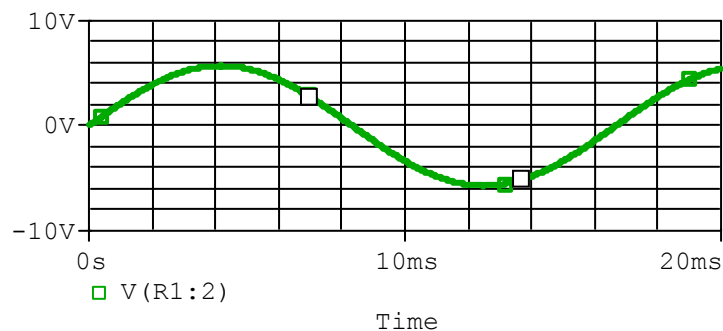
7. A partir de agora poderemos então fazer uma melhor análise das formas de ondas, valores de tensões, correntes, potência e outros. Para isso retorne ao **ORCAD CAPTURE** e com os botões mostrados a seguir escolha a opção desejada.



8. Selecione a ponteira desejada e depois posicione a mesma na parte desejada do circuito. Volte a tela de simulação e verifique que a simulação já está apresentada nesta tela. Para demonstração, conectaremos a ponteira de tensão no resistor R_1 .



Ao retornarmos a janela de simulação poderemos verificar a seguinte forma de onda.



Caso seja necessário, ajuste os tempos de simulação para melhor visualização.

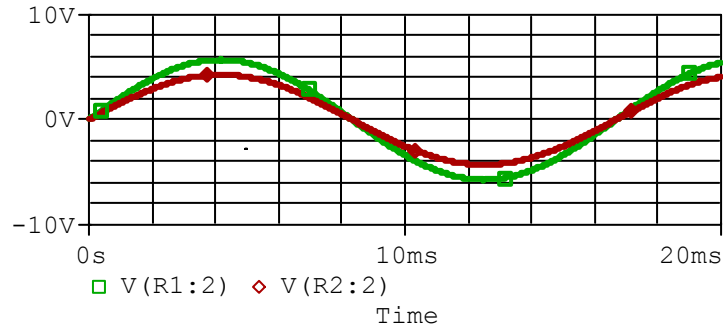
2.2 Plotagem de Duas Formas de Ondas em um mesmo Gráfico

Muitas vezes necessitamos plotar mais de uma forma de onda em um mesmo gráfico afim de compará-las, isso é possível neste software. Para isso proceda seguindo as etapas apresentadas a seguir.

1. Após termos plotado uma forma de onda, apenas retorne ao *Capture* e

posicione a ponteira no local desejado do circuito.

2. Retorne a simulação e verifique que ambas são apresentadas simultaneamente no mesmo gráfico. O resultado desta nova simulação é apresentado na figura a seguir.

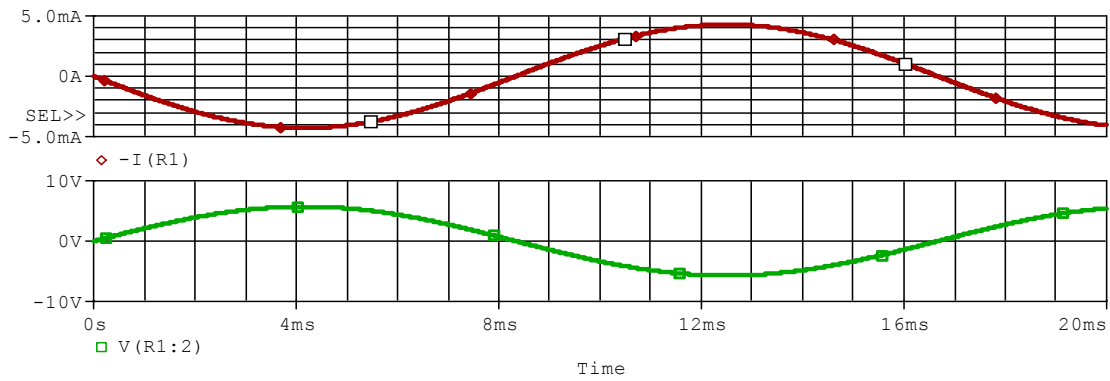


2.3 Plotagem de Formas de Ondas em Dois Gráficos Simultaneamente

Muitas vezes quando estamos analisando um circuito existem variáveis de grandezas bastante diferentes. Com isso podemos plotar essas curvas em dois gráficos simultaneamente.

Para demonstrarmos isso iremos plotar em um gráfico a tensão no resistor R_1 do circuito anterior e no outro gráfico a corrente desse mesmo resistor. Para isso devemos seguir os seguintes passos.

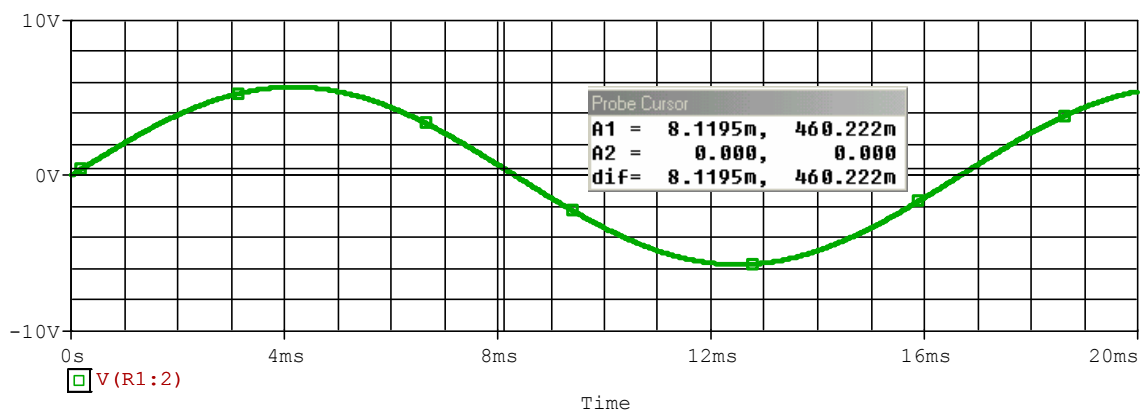
1. Plote novamente a tensão no resistor R_1 , após isso no menu **PLOT** da janela de simulação escolha a opção **ADD PLOT TO WINDOW**, um novo gráfico irá se abrir.
2. Retorne ao **ORCAD CAPTURE** e posicione a ponteira de corrente sobre o resistor R_1 e retorne a tela de simulação. Observe que dois gráficos são apresentados simultaneamente com escalas diferentes.



2.4 Obtenção dos Valores Numéricos das Formas de Ondas Geradas

Às vezes em uma curva de simulação precisamos obter alguns valores sobre a mesma, isso pode ser feito de duas maneiras, a primeira não iremos apresentar neste curso, mas seria através da visualização do arquivo de saída gerado pelo simulador. A segunda que será abordada agora, é feita através do posicionamento do cursor sobre a curva gerada pela simulação.

1. No menu de comandos da janela de simulação em **TRACE** escolha a opção **CURSOR > DISPLAY**. Com isso o valor poderá ser obtido selecionando o local sobre a curva com o auxílio do mouse. A figura a seguir exemplifica isso.



Nesta opção ainda contamos com as opções de máximos, mínimos, intersecção com os eixos e outras funções.

2.5 Personalizando Eixos e Escalas

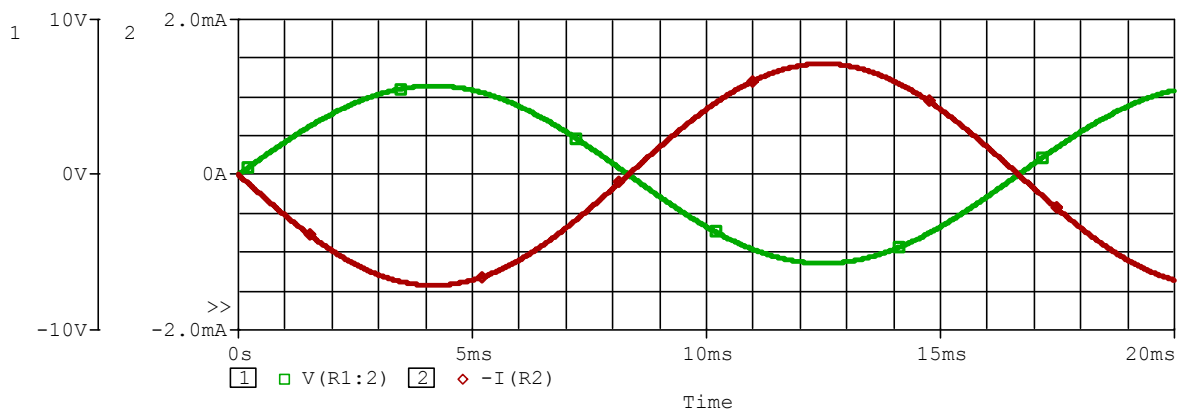
No menu **PLOT – AXIS SETTINGS** podemos definir limites personalizados para valores dos eixos nos Menus **X AXIS** e **Y AXIS**.

Ainda no menu **X AXIS** clicando em **AXIS VARIABLE** é possível definir uma nova variável para o eixo X, o que permite a análise de uma variável em função de outra variável do circuito.

Caso estejamos analisando duas variáveis com escalas de grandezas diferentes podemos definir escalas diferentes para o eixo Y independentes para cada uma delas utilizando no menu **PLOT** o comando **ADD Y AXIS**, para esse comando devemos seguir os passos citados a seguir.

1. Apague todas as curvas, clicando no nome da mesma e Delete.
2. No menu **PLOT** escolha a opção **ADD Y AXIS**.
3. Adicione uma nova curva para o primeiro eixo.
4. Selecione o segundo eixo Y e adicione a segunda curva.

A figura abaixo ilustra um exemplo da aplicação deste procedimento.

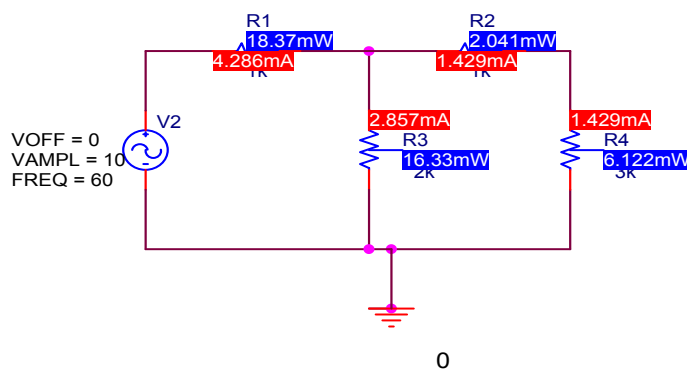


2.6 Visualização Apenas dos Valores das Variáveis

Para visualizar apenas os valores das variáveis desejadas e não suas formas de onda façam o uso das ferramentas do **ORCAD CAPTURE** apresentadas na figura a seguir.



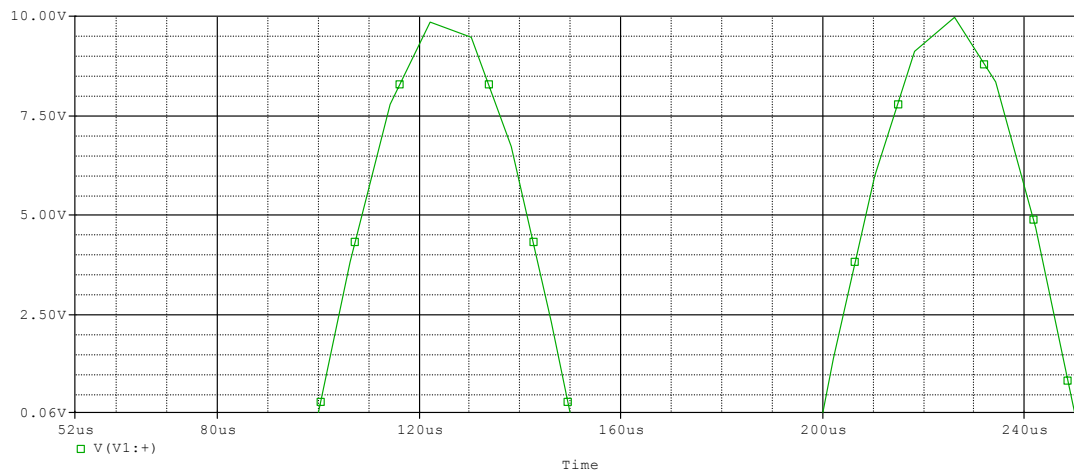
Ao colocarmos essas ponteiros **BIAS POINTS** nos pontos desejados do circuito, podemos verificar que os valores são gerados instantaneamente, conforme mostrado a seguir.



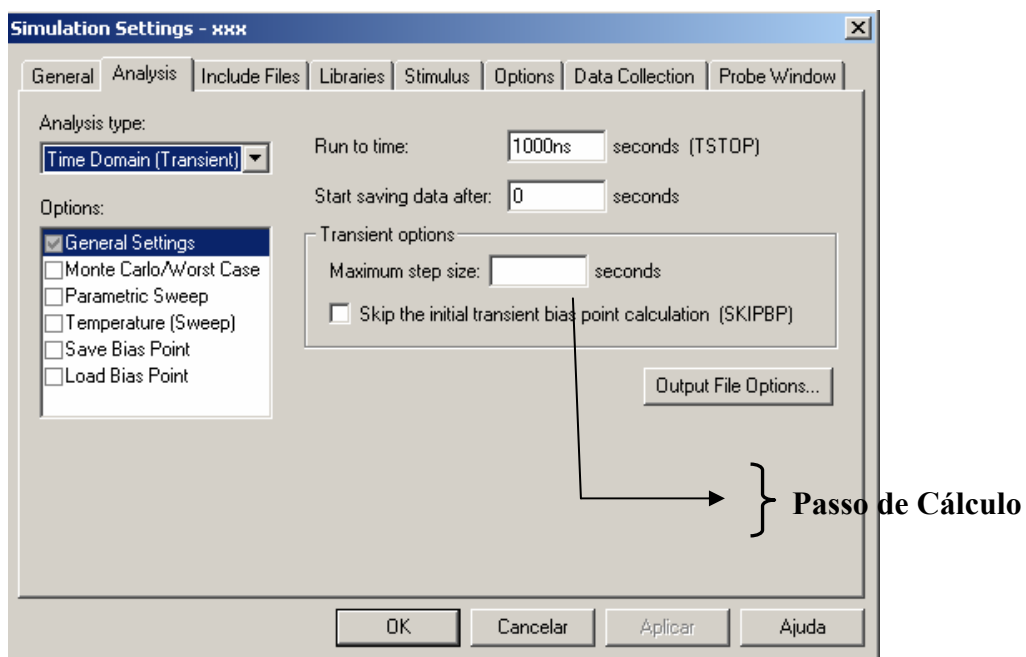
2.7 Passo de Cálculo

Maximum step size: É o passo máximo de cálculo. É um dos parâmetros mais importantes a serem escolhidos, pois indica a veracidade das respostas obtidas.

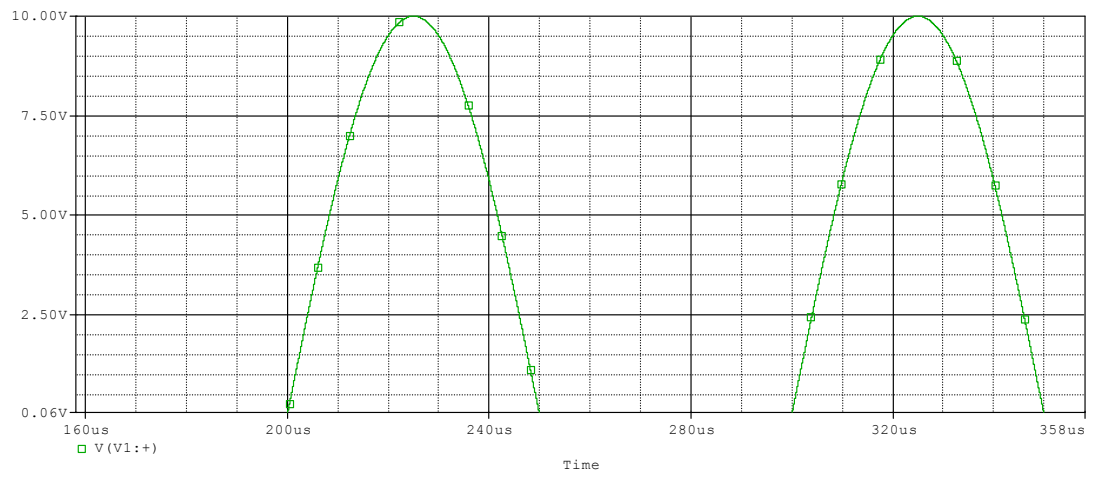
Muitas vezes quando simulamos um circuito, o mesmo apresenta como resultados formas de ondas distorcidas, isso na maioria das vezes é resultado de um alto valor de passo de cálculo, isso é bastante simples de ser solucionado, contudo na maioria das vezes exige um maior esforço computacional. Abaixo é apresentado um resultado de uma simulação na qual o passo está muito alto



Note que a forma de onda apresentada acima está bastante distorcida, para a solução deste problema diminua o passo de cálculo no SETUP DE SIMULAÇÃO.



Com a diminuição do passo de cálculo da simulação anterior podemos verificar que as curvas aparecem com uma melhor definição e sem distorção.

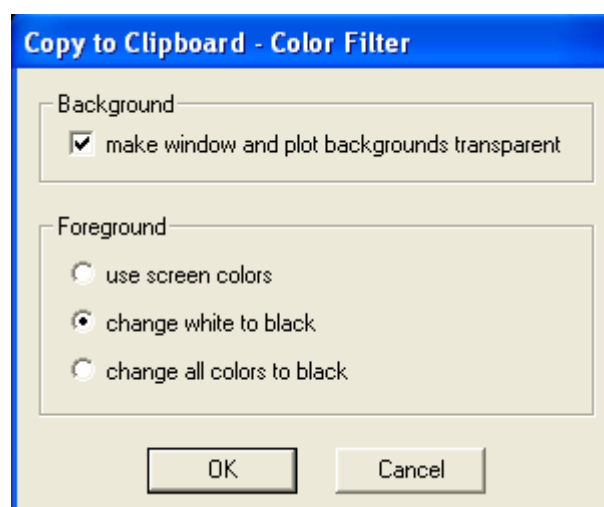
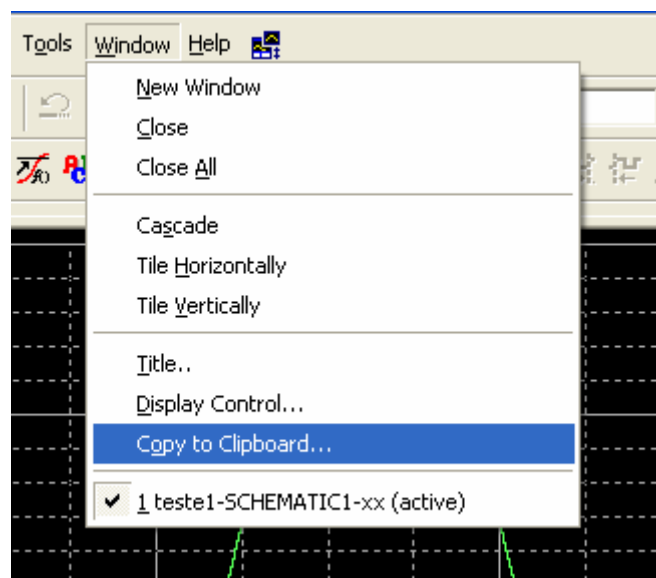


3. COLETANDO GRÁFICOS E ESQUEMÁTICOS

Este capítulo busca mostrar ao usuário quais os passos a serem seguidos nas capturas de gráficos e esquemáticos.

3.1 Coletando Gráficos

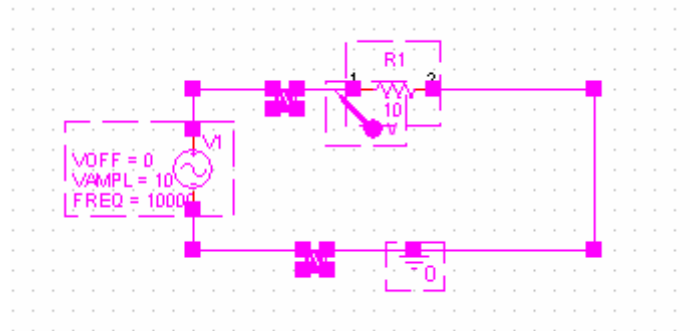
Muitas vezes na elaboração de relatório necessitamos copiar um gráfico gerado por uma simulação para anexarmos a este, este processo é bastante simples, para isso siga os seguintes passos.



Após esses passos apenas execute a opção “COLAR” no seu editor de texto.

3.2 Coletando Esquemáticos

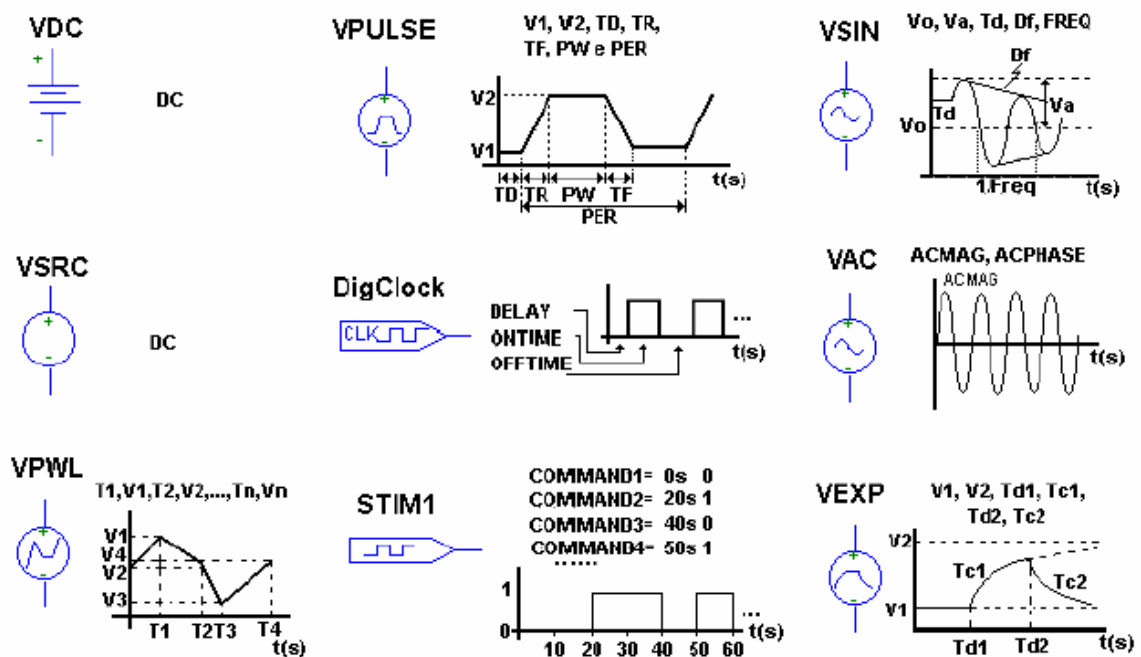
Para captura de esquemáticos apenas selecione o mesmo segurando o botão esquerdo do mouse e o arrastando.



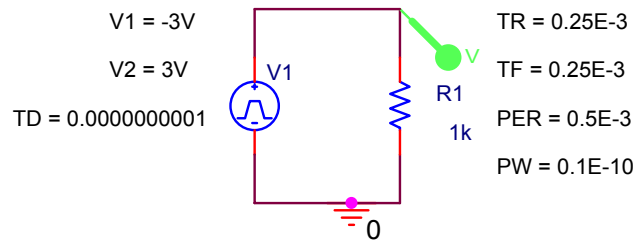
Após esse procedimento com o botão direito do mouse, escolha a opção “COPY” e no seu editor de texto “COLAR”.

4. PARÂMETROS DE FONTES

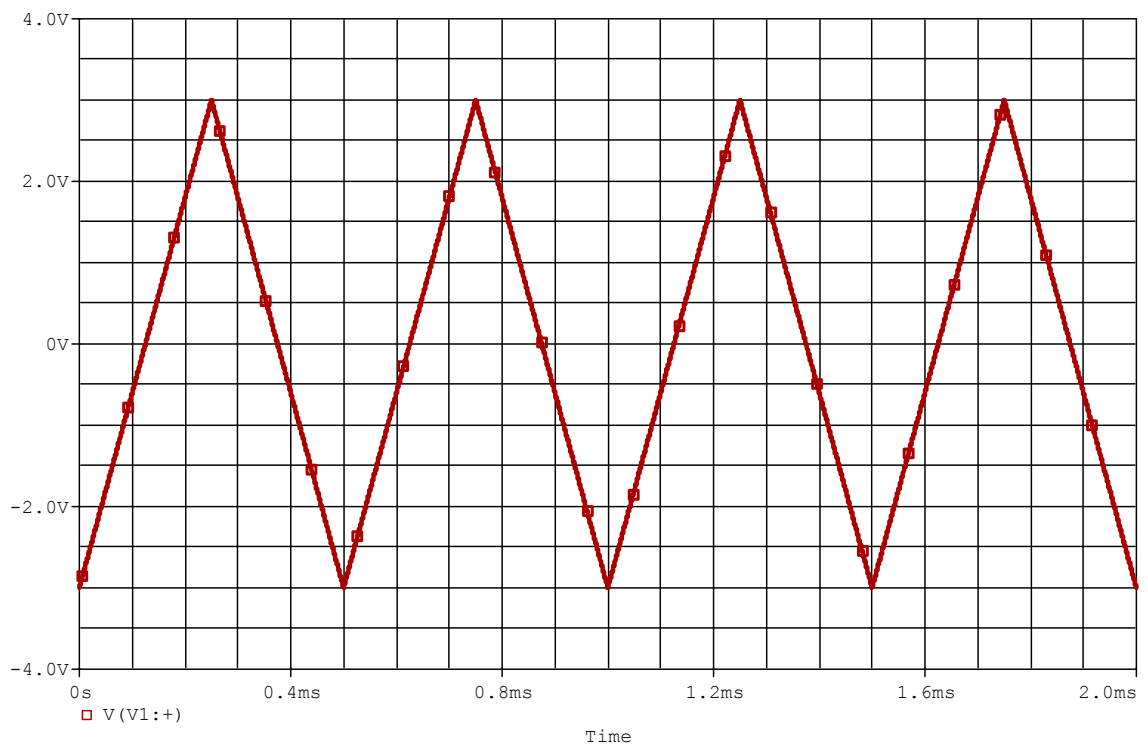
Muitas vezes necessitamos de fontes que apresentam determinadas formas de ondas (quadradas, triangulares, etc), com isso devemos configurá-las de modo a atender nossas necessidades, desta forma este capítulo tem como objetivo principal a demonstração das principais configurações e fontes disponíveis na biblioteca *SOURCE*.



A figura a seguir explica como configurar os parâmetros da fonte *VPULSE* da biblioteca *SOURCE* para gerarmos uma forma de onda triangular de período 0.5ms.



A seguir é apresentada a forma de onda produzida por esta fonte, depois de configurado todos os parâmetros e gerado uma nova simulação, conforme já apresentado anteriormente.



5. CHAVES “SW_TCLOSE” E “SW_TOPEN” E EXEMPLIFICAÇÃO

Duas chaves bastante utilizadas em simulações são as “Sw_tClose” e “Sw_tOpen”, inúmeras são as aplicações, neste capítulo iremos exemplificar apenas uma delas, porém os princípios de configurações são idênticos, a diferença dessas chaves são que enquanto uma abre após um determinado tempo a outra é o oposto, fecha após um determinado tempo.

5.1 Configuração de uma Chave “Sw_tClose”

A chave “Sw_tClose” é uma chave pré-configurada para fechar após decorrido um determinado tempo de simulação, para configurar este tempo, após inserir a mesma em um esquemático clique duas vezes sobre a mesma, após isso uma nova janela se abrirá, idêntica a apresentada a seguir.

	RCLOSED	Reference	ROPEH	Source Library	Source Package	Source Part	TCLOSE
AGE1 : U1	0,01	U1	1Meg	C:\ARQUIVOS DE PROGRAMAS\ORCAD\CAPTURE\LIBRARY\PSPICEANL_MJ...	Sw_tClose	Sw_tClose.Normal	10m
	0,01	U1	1Meg	C:\ARQUIVOS DE PROGRAMAS\ORCAD\CAPTURE\LIBRARY\PSPICEANL_MJ...	Sw_tClose	Sw_tClose.Normal	10m

“Valor da Resistência Chave Fechada”

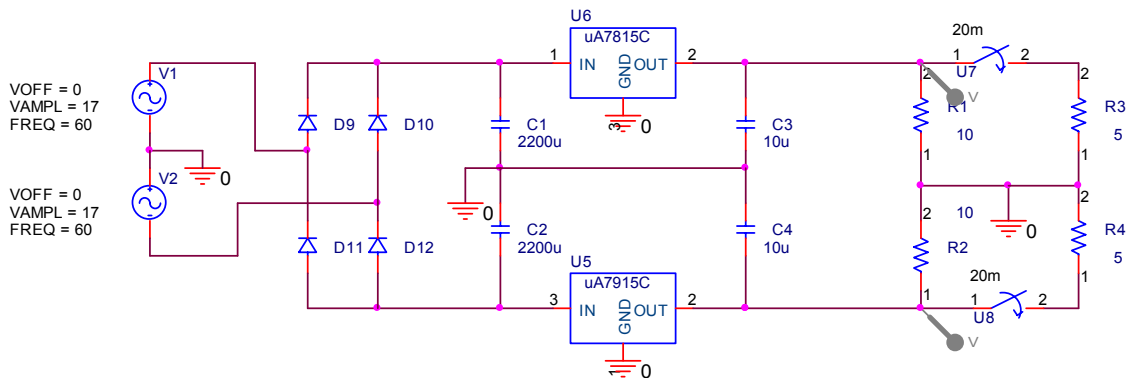
“Valor da Resistência Chave Aberta” “Tempo em que Chave Fecha”

Essas são as configurações básicas para esta chave, para a outra chave o procedimento deverá ser o mesmo apresentado, contudo a diferença está no momento em que a chave se abre.

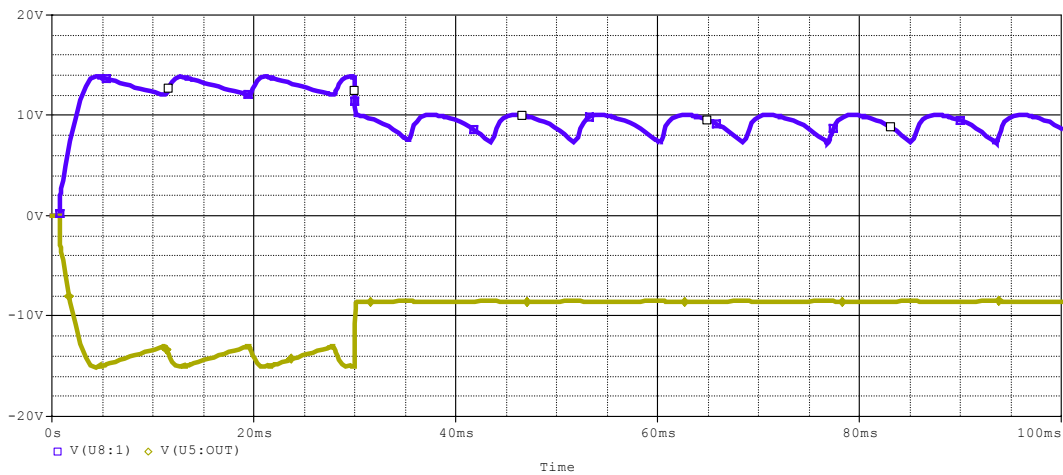
5.2 Exemplificação do Uso da Chave – Variação de Carga

Para contextualização do uso desta chave iremos apresentar um exemplo bastante simples e muito utilizado, a variação de carga, para esta ilustração iremos utilizar a simulação de uma fonte simétrica utilizando dois reguladores de

tensão um 7815 e um 7915. O esquemático que será simulado está apresentado na figura a seguir.



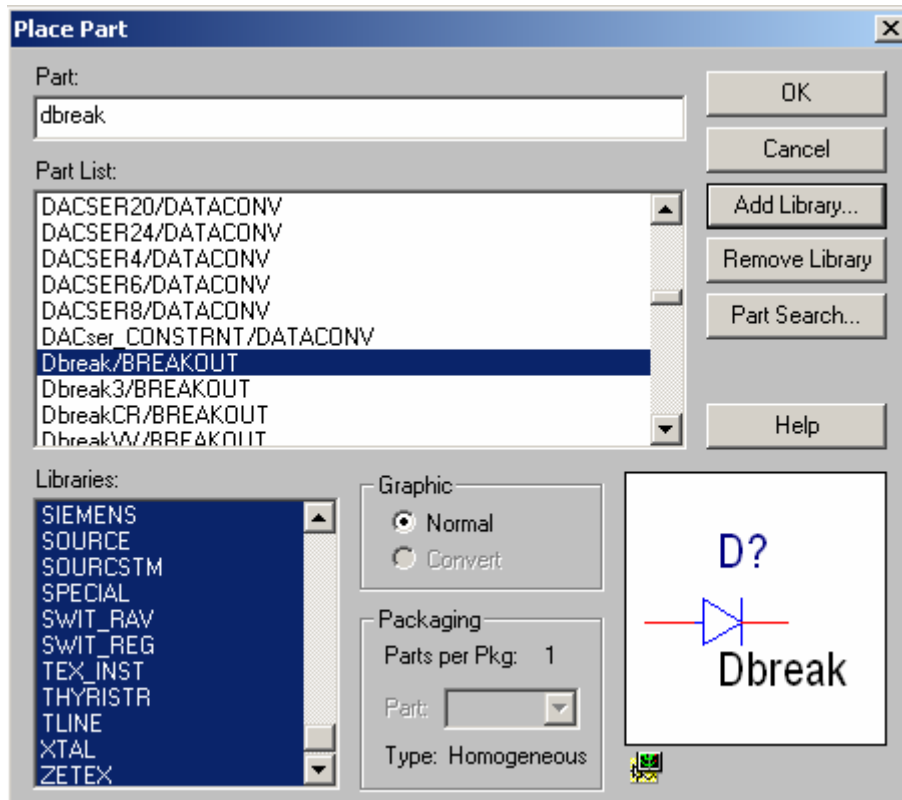
Como podemos perceber no início da simulação teremos uma carga de apenas 40 Ohms e depois de 30ms com a ação da chave “Sw_tClose” teremos uma carga de uma carga muito menor do que esta, visto que a chave se fecha e coloca uma outra carga em paralelo.





Como podemos verificar, realmente ocorreu o fechamento da chave no tempo de 30ms, porém nesta simulação ocorre uma grande queda de tensão devido as limitações de corrente do regulador de tensão.

6. COMPONENTES IDEAIS

Quando precisamos simular um circuito podemos fazer a opção pela escolha de componentes ideais, esses componentes podem ser encontrados na biblioteca “Breakout”, nessa biblioteca pode ser encontrados diversos componentes diodo, chaves, transistor, dentre outros.



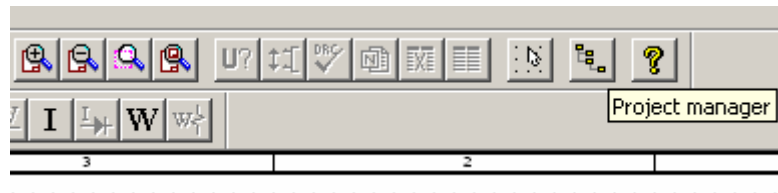
Abaixo é apresentada uma figura com dois desses componentes apenas para ilustração.

Diodo ideal	Dbreak	D1 	
Chave ideal	Sbreak	S1 	Resistência quando bloqueada: Roff=1M Resistência quando conduzindo: Ron=0,1 Tensão que coloca a chave em condução: Von=15V Tensão que bloqueia a chave: Voff=3V

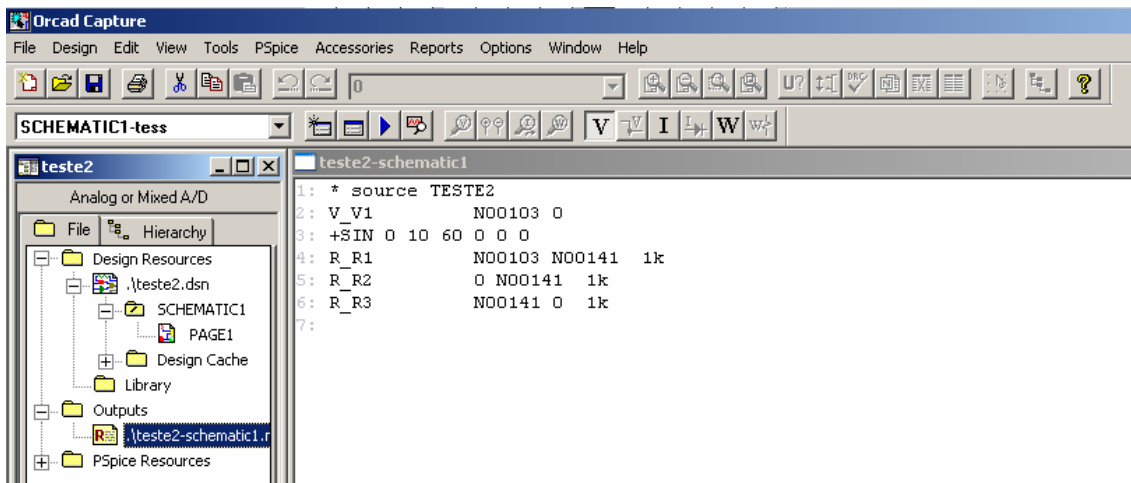
7. NETLIST

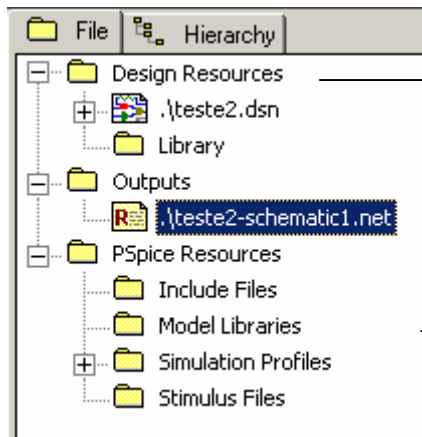
Em alguns casos precisamos coletar os dados de saída de uma simulação, esses dados podem ser coletados através de um arquivo de texto gerado pelo próprio simulador, sendo que este arquivo é salvo no diretório escolhido pelo usuário no início da simulação no formato texto. Uma outra forma de coletarmos tais dados pode ser através do próprio ambiente de trabalho do simulador, para isso proceda da seguinte forma.

1. Abra o Gerenciador de Projetos.



2. Após aberto o gerenciador de Projetos, escolha a opção “Outputs”, conforme mostrado abaixo.





Recursos do Projeto como esquemáticos e Bibliotecas

Arquivos de Saídas e Resultados

Recursos do Pspice como arquivos, modelos e Simulações.

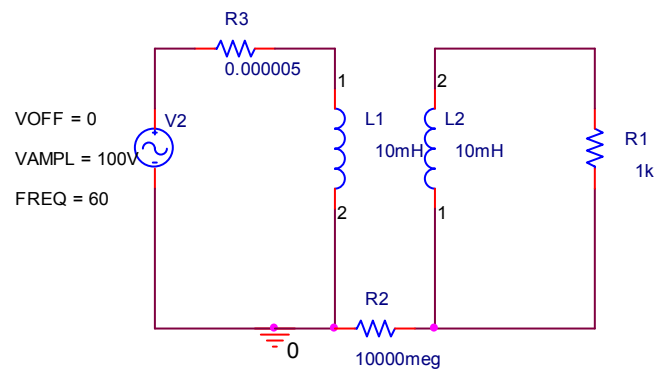
8. ACOPLAMENTO DE INDUTORES

Em algumas situações precisamos de um transformador, sendo que o mesmo nos fornece inúmeras vantagens como exemplo citamos:

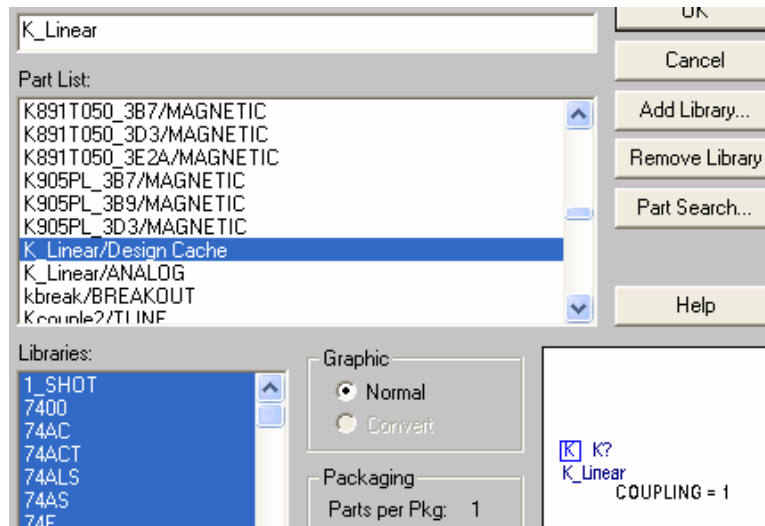
1. Propicia o isolamento entre a fonte e a carga;
2. Adapta a tensão necessária no secundário.

Este capítulo visa demonstrar ao aluno como podemos construir um transformador no Orcad Pspice, fazendo o uso de um recurso disponível no mesmo.

Passo 1: Monte o circuito a seguir.



Passo 2: Insira o componente mostrado a seguir.

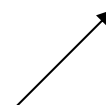


Passo 3: Execute as seguintes configurações após um duplo clique sobre o componente “K_Linear”.

COUPLING	Designator	Graphic	ID	Implementation	Implementation Path	Implementation Type	L1	L2
1		K_Linear.Normal				PSpice Model	L1	L2

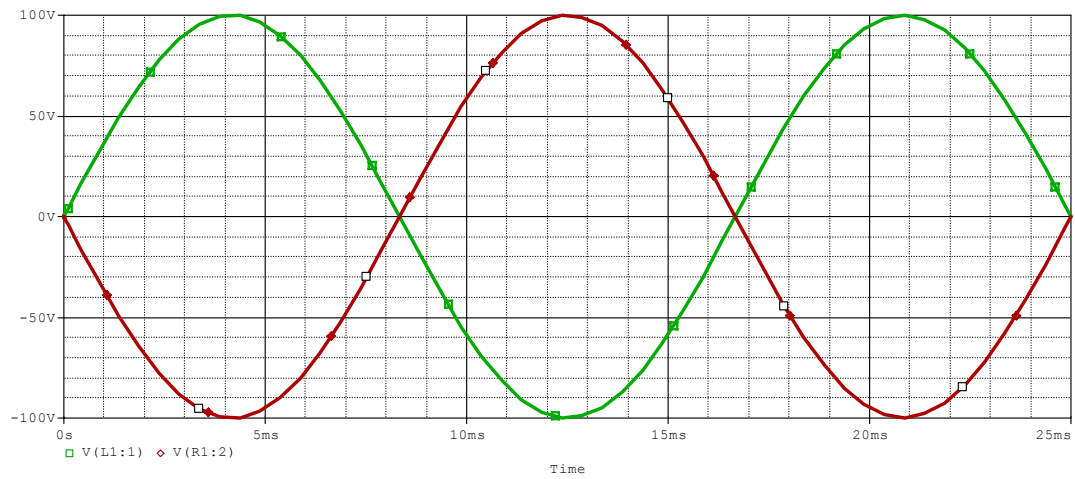


Coeficiente de Acoplamento



Acoplamento dos Indutores

Como neste caso estamos apenas interessados em criarmos um acoplamento de indutores (transformador) que teria como função principal à isolamento entre fonte e carga, escolhemos o coeficiente de Acoplamento igual a 1. Após essas configurações poderemos criar uma nova simulação e verificarmos os resultados obtidos, os mesmos estão apresentados a seguir.

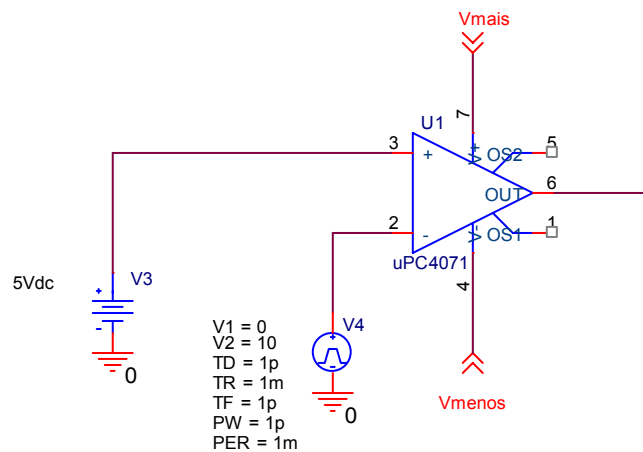


Caso estivéssemos interessados em fazermos uma adaptação de tensão entre o primário e o secundário poderíamos ainda estar fazendo a alteração dos valores das indutâncias.

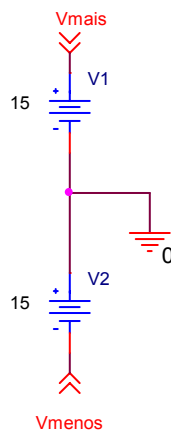
9. GERAÇÃO DE PWM – PULSE WIDTH MODULATION

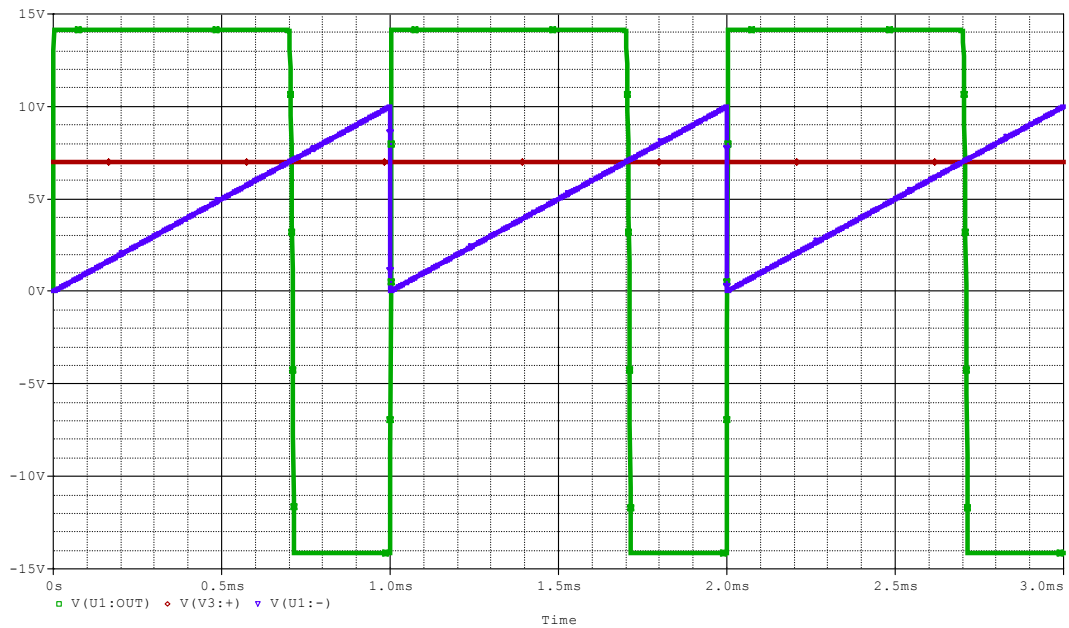
A modulação PWM é a Modulação por Largura de Pulso é uma das mais empregadas. Abaixo é mostrada uma das formas de construção de um PWM. Este PWM será utilizado nos exercícios no final deste curso.

1. Construa o seguinte circuito:



FONTE SIMÉTRICA





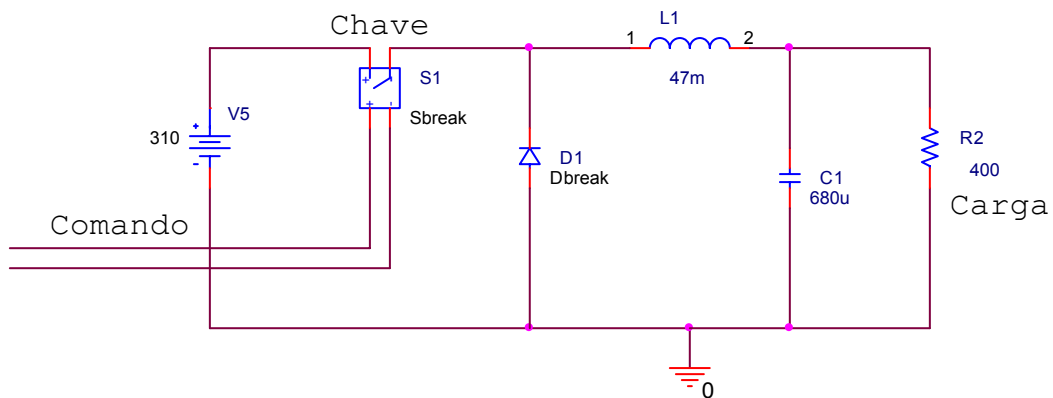
Como podemos perceber quando temos a tensão da fonte V3 (do esquemático apresentado anteriormente) maior que a tensão da fonte V4, teremos a tensão na saída do uPC4071 será alto. Com isso a razão cíclica pode também ser definida da seguinte forma:

$$D = \frac{V4(\text{tensão na fonte V3})}{\text{Tensão de Pico da Fonte V4}}$$

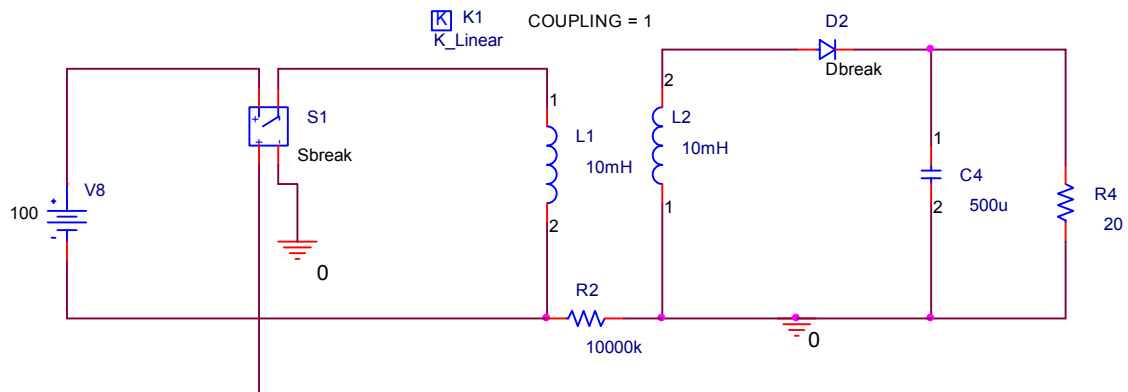
10. EXERCÍCIOS - SIMULAÇÕES

Este capítulo que como objetivo a demonstração das simulações de dois Conversores de Tensão, na seção 10.1 será apresentada a simulação de um Conversor CC-CC Abaixador de Tensão – Buck, na seção 10.2 será apresentada a simulação de um Flyback.

10.1 CONVERSOR CC-CC ABAIXADOR DE TENSÃO - BUCK



10.2 CONVERSOR CC-CC DO TIPO BUCK-BOOST – FLYBACK ISOLADO



10.3 CONVERSOR CC-CC ELEVADOR DE TENSÃO - BOOST

BOOST

