

# COMO UTILIZAR O EWB4

## Comandos básicos Simulações

### O que é o EWB (Electronics Workbench)

O EWB é um simulador eletrônico, que permite construir e simular circuitos eletrônicos dentro da área analógica e digital, sendo de grande utilidade para os estudantes de eletrônica.

Possui uma *interface* de fácil acesso e compreensão, substituindo com muitas vantagens as experiências em laboratórios convencionais, uma vez que, não existe o risco de danificar equipamentos destinados aos ensaios e medidas de circuitos ou componentes.

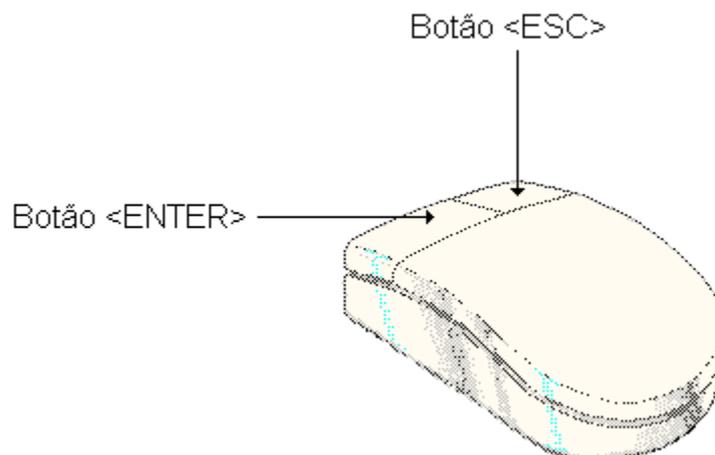
Sua vasta biblioteca permite simular experiências em condições ideais e reais, pois os valores e parâmetros podem ser modificados de acordo com as necessidades do projeto.

Existem versões deste programa para operar em ambiente DOS e WINDOWS, sendo que neste curso abordaremos a versão para WINDOWS, o *EWB4*.

Para acessá-lo basta clicar no ícone correspondente.

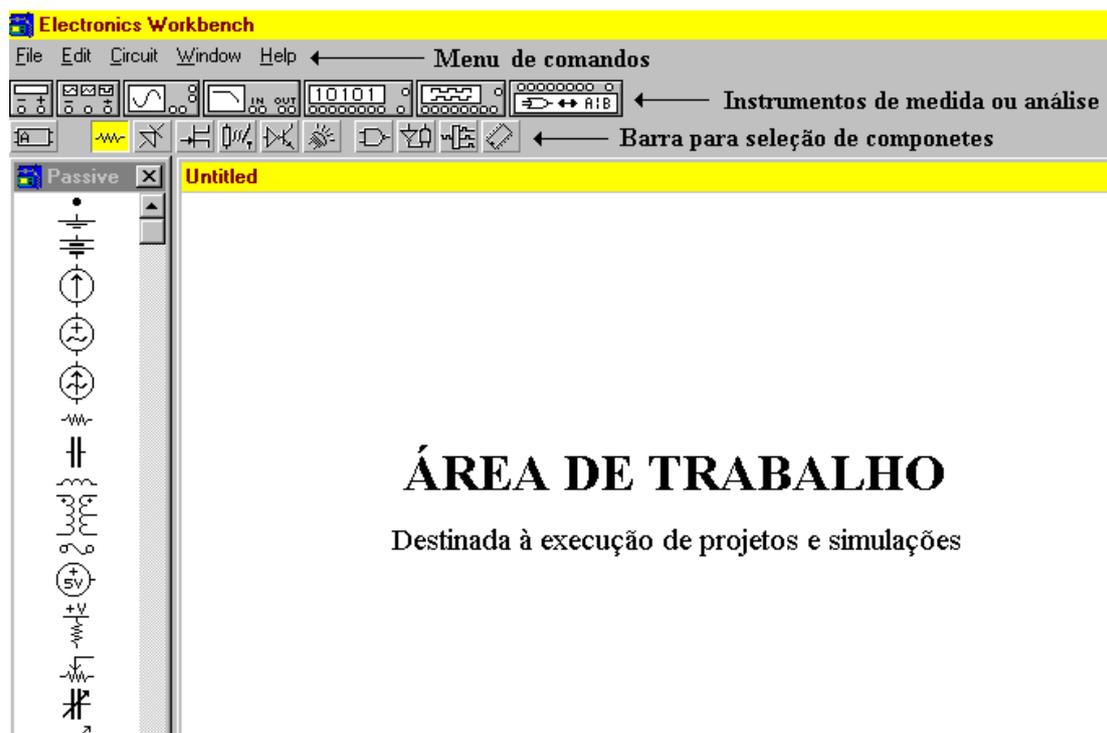
### A UTILIZAÇÃO DO MOUSE

A figura abaixo mostra um mouse de dois botões e respectivas funções. Os botões <ENTER> e <ESC> possuem a mesma função das teclas <ENTER> e <ESC> do teclado do computador.



No EWB o cursor do mouse (também denominado *pointer*) apresenta-se como uma seta inclinada à esquerda, no entanto, quando se transforma em uma mão fechada com o dedo indicador apontando para cima, indica que algum componente, instrumento de medida, etc. pode ser arrastado (drag) para dentro da área de trabalho ou ainda, indica que componentes ou instrumentos de medida podem ser arrastados ou movimentados dentro da própria área de trabalho.

A figura a seguir apresenta o aspecto da interface para a execução de qualquer tipo de projeto e respectiva simulação.



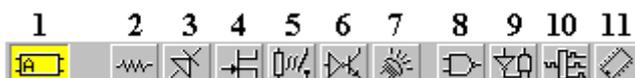
Quando um dos ícones da barra de seleção de componentes é ativada, através do mouse, na janela ao lado da área de trabalho aparecerão os componentes referentes a esse ícone.

### BARRA PARA SELEÇÃO DE COMPONENTES

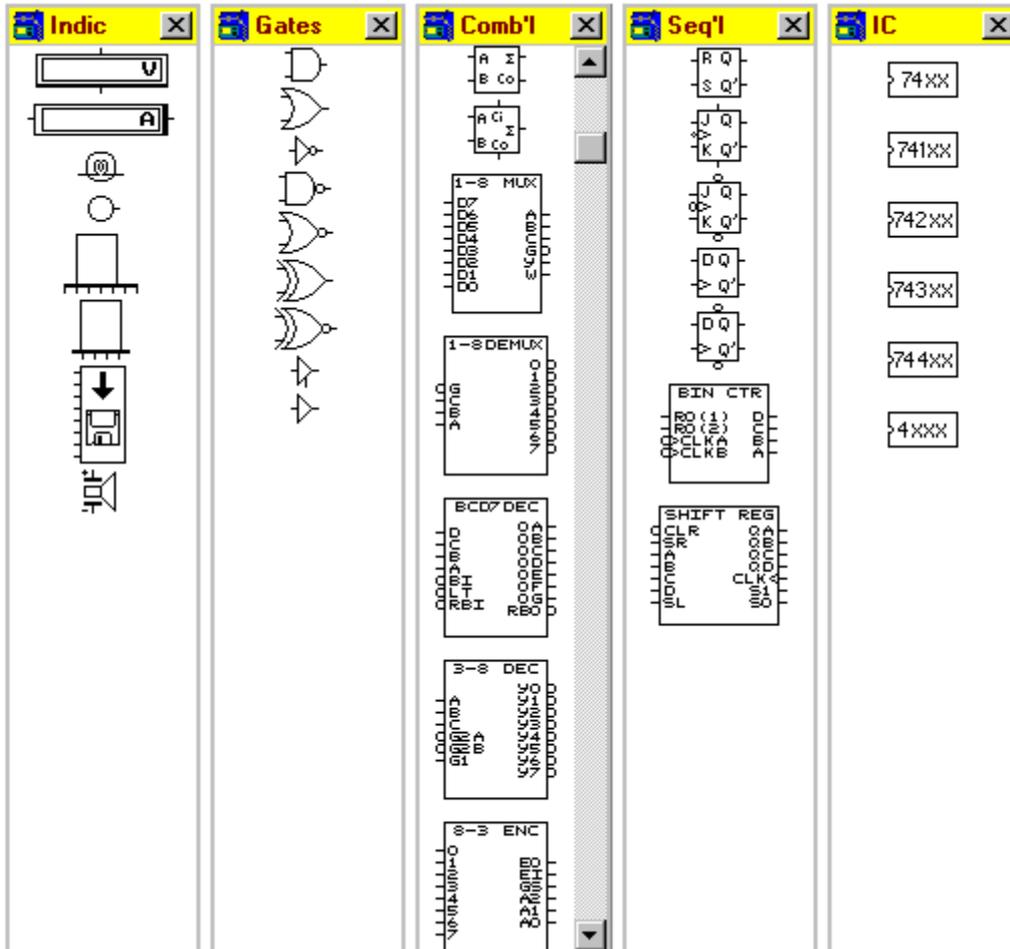
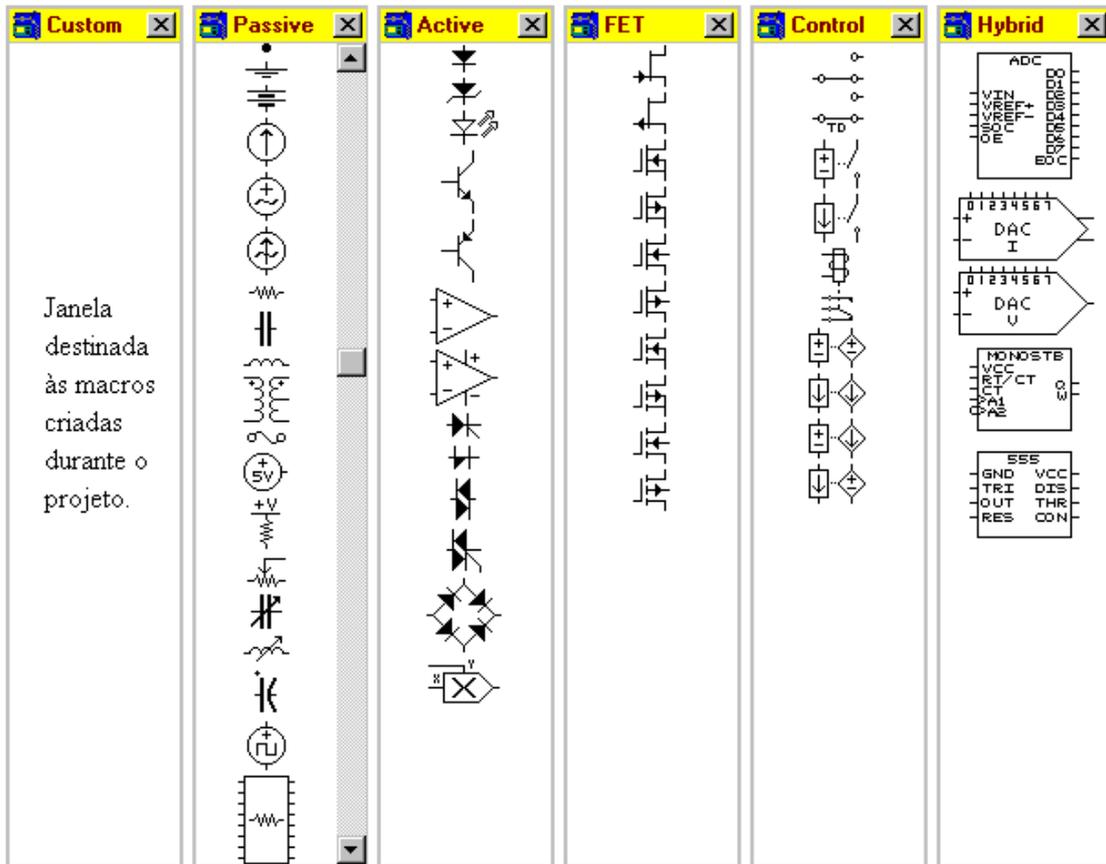
Na figura mostrada anteriormente, está ativo o ícone que mostra a figura de um resistor (em cor diferente), cujos componentes pertencentes a este grupo aparecem na janela ao lado da área de trabalho.

Quando não for possível visualizar simultaneamente todos os componentes pertencentes a um determinado grupo, isto será possível com o auxílio da barra de rolagento (scroll up-down).

Vejamos a seguir o grupo de componentes relacionados com cada ícone da barra de seleção de componentes.



1 - Custom (macros)	7 - Indic (indicadores)
2 - Passive (componentes passivos)	8 - Gates (portas digitais)
3 - Active (componentes ativos)	9 - Comb'l (lógica combinacional)
4 - FET (transistor de efeito de campo)	10 - Seq'l (lógica sequencial)
5 - Control (controles)	11 - IC (circuitos integrados)
6 - Hybrid (dispositivos híbridos)	



Desta forma, à medida que forem ativados os ícones existentes na barra de seleção de componentes, os componentes a este grupo aparecerão na janela ao lado da área de trabalho, estando portanto, disponíveis para utilização imediata.

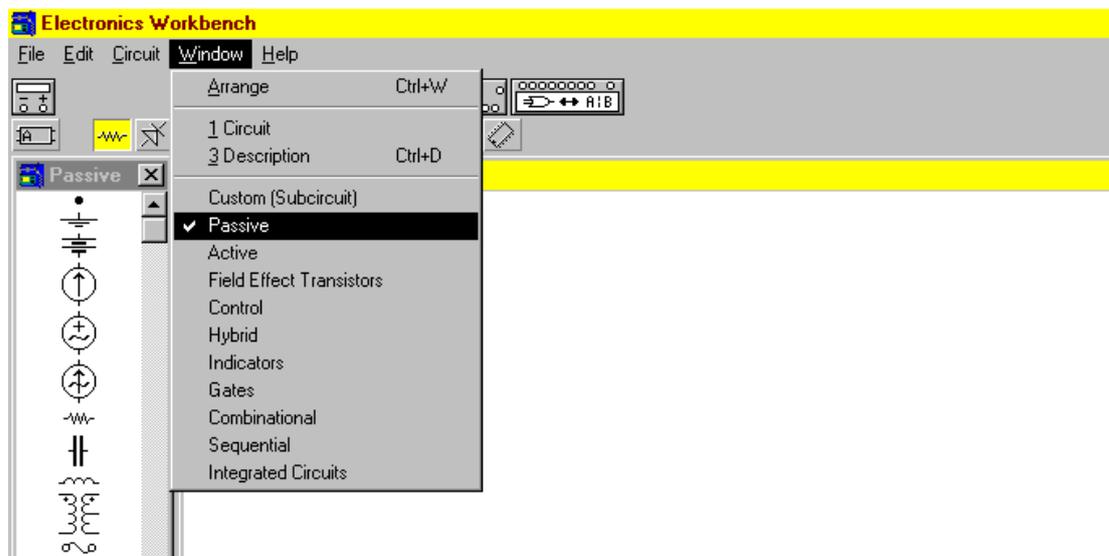
## MENU DE COMANDOS

A figura abaixo mostra o menu de comandos, que pode ser acionado além do mouse, com o teclado do computador.



Para acionar um menu qualquer através do teclado do computador, basta teclar ALT mais a primeira letra grifada.

Na figura abaixo é mostrado um exemplo onde foi teclado ALT+W, abrindo então um menu com vários comandos.



Com as teclas que representam as setas para cima e para baixo do teclado do computador, é possível selecionar qualquer comando dentro de um menu (neste caso uma faixa se deslocará para cima ou para baixo passando pelos comandos). Quando for selecionado o comando desejado, basta teclar *enter*.

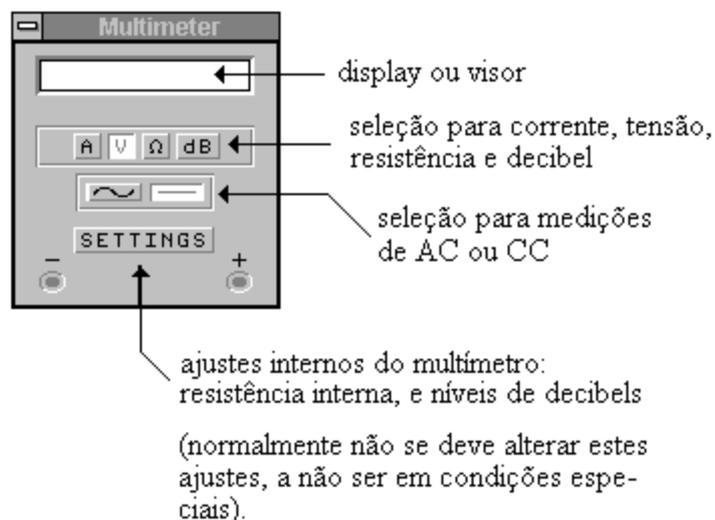
No exemplo mostrado na figura acima, foi selecionado o comando *Passive* (ícone representado pela figura de um resistor), na barra de seleção de componentes, dentro do menu Window.

## INSTRUMENTOS PARA MEDIÇÕES OU ANÁLISE

A figura abaixo mostra os instrumentos para medições e análise disponíveis:

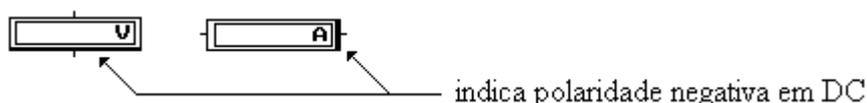


**1 - Multímetro digital:** permite medidas de corrente e tensão AC e DC, resistência ôhmica e decibels.

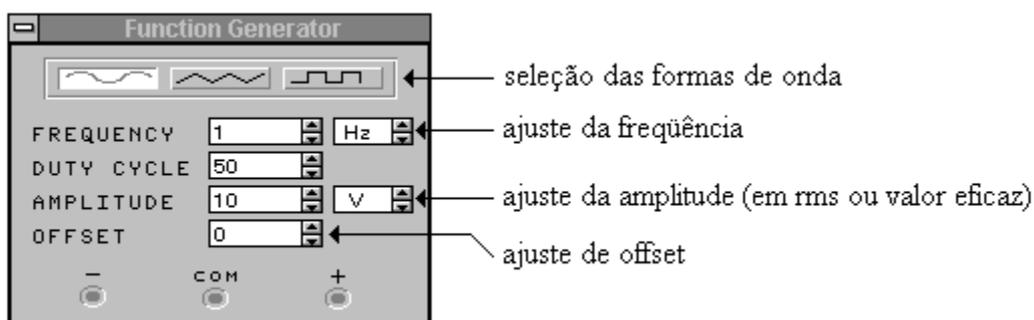


Amperímetros e voltímetros também estão disponíveis na barra de seleção de componentes no ícone *indicadores*. Isto é muito útil quando se deseja inserir em um determinado circuito vários voltímetros ou amperímetros.

Estes indicadores podem medir tensões ou correntes AC/DC, permitindo também o ajuste da sensibilidade dos mesmos.

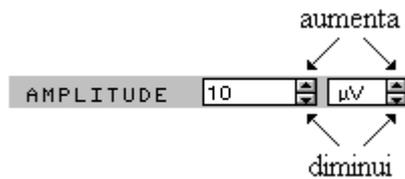


**2 - Gerador de funções:** fornece formas de onda senoidal, triangular e quadrada, possibilitando o ajuste da frequência e amplitude.

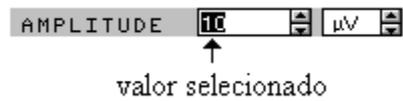


Para ajustar a amplitude da tensão, por exemplo, pode-se utilizar dos seguintes meios:

a) leve o cursor (pointer) do mouse até a uma das setas ao lado do quadradinho no qual que está o valor da tensão, e clique *enter* (seta apontando para cima o valor aumenta e seta apontando para baixo o valor diminui); se você proceder de forma idêntica para a unidade de medida, na seta apontando para cima obtém-se o múltiplo da tensão e na seta apontando para baixo o submúltiplo da tensão.

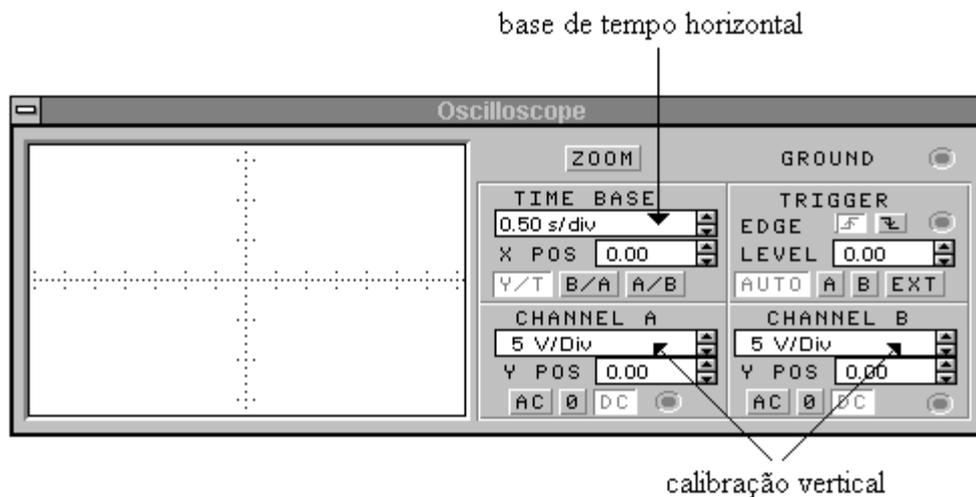


b) a outra opção é selecionar o valor dentro do quadradinho com o auxílio do mouse e digitar o novo valor desejado, porém, não é possível utilizar esta opção para modificar as unidades de medida, senão a anteriormente descrita.

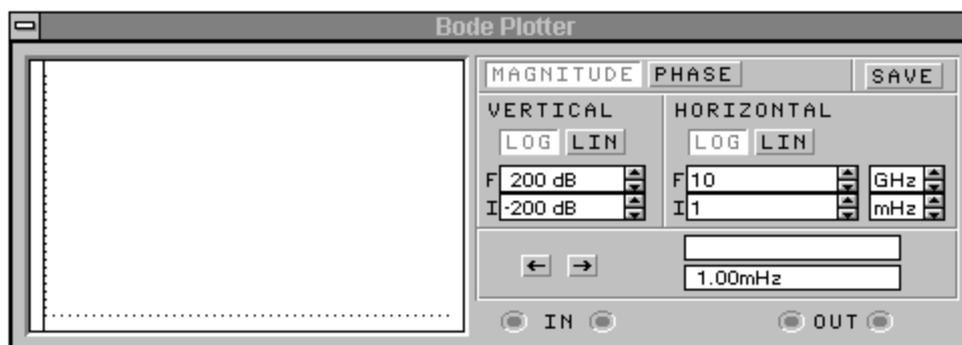


Para selecionar o novo valor, mantenha o botão *enter* do mouse pressionado e arraste o cursor sobre o valor já existente até que este seja coberto por uma faixa e digite o novo valor ou então, enquanto o cursor estiver piscando utilize a tecla *back space* para eliminar o valor inscrito dentro do quadradinho e digite o novo valor.

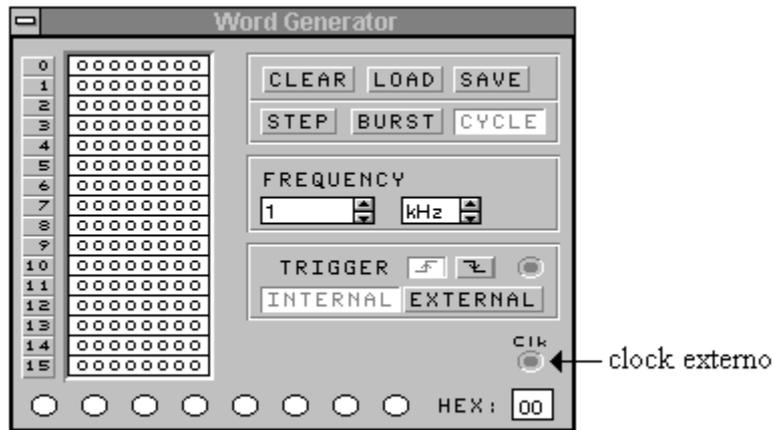
**3 - Osciloscópio de 2 canais:** permite medir simultaneamente dois pontos distintos de um circuito qualquer e comparar as diferenças de fase e amplitude entre os mesmos. Possui ainda ajustes da base de tempo horizontal e calibração vertical, permitindo também o ajuste de deslocamento dos eixos X e Y (X POS e Y POS).



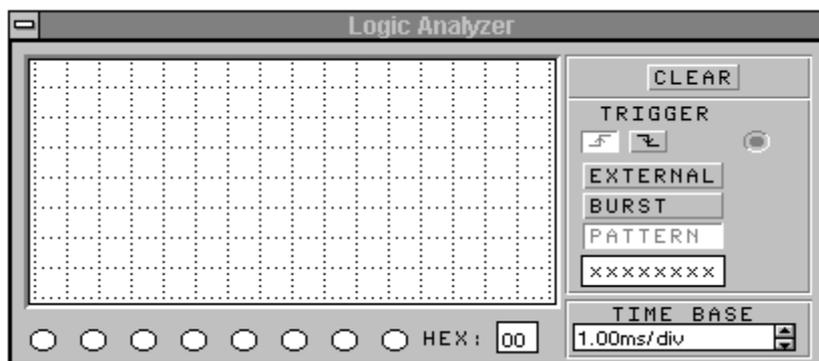
**4 - Bode Plotter:** permite analisar a resposta de frequência de um circuito e, medir a relação entre amplitudes e variações de fase.



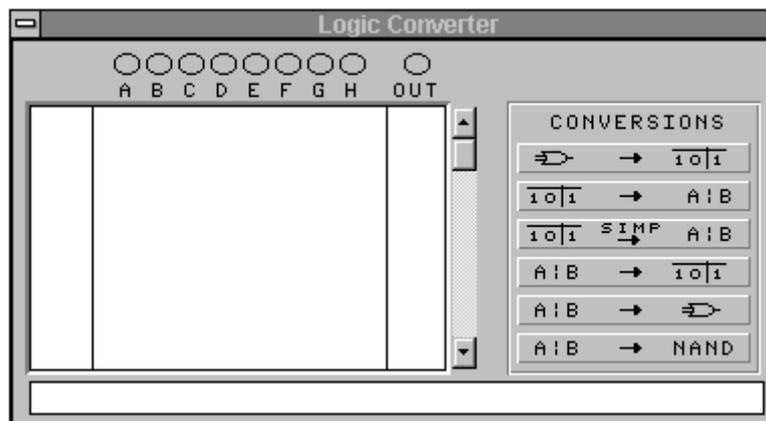
**5 - Gerador de palavras digital:** gerador digital de 8 bits com clock interno e 16 colunas.



**6 - Analisador lógico:** permite a análise de sinais lógicos, possuindo 8 canais com ajuste da base de tempo.



**7 - Conversor lógico:** permite a conversão de um circuito lógico para uma tabela da verdade ou diagrama; uma tabela da verdade para uma expressão Booleana e vice-versa.

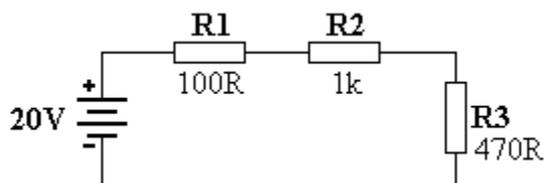


### Construindo um circuito...

Comecemos com um circuito simples, com o intuito de aprender os comandos básicos.

Circuitos mais complexos obedecerão aos mesmos princípios.

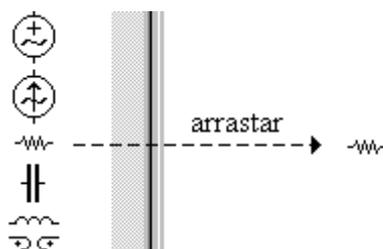
Simular o circuito a seguir, mostrando a corrente total e a tensão em cada um dos resistores:



### **1º passo: colocar os componentes na área de trabalho (workspace)**

Para colocar os componentes na área de trabalho, movimente o cursor do mouse até ao componente desejado (na janela ao lado da área de trabalho).

Quando o pointer do mouse transformar-se em uma mão fechada com o dedo indicador apontando para cima, pressione o botão *enter*, mantenha-o pressionado, e arraste o componente até à área de trabalho, conforme indica a figura a seguir:



Libere o botão *enter* do mouse. Este procedimento fixará o componente na área de trabalho.

Proceda de forma idêntica para fixar os demais componentes na área de trabalho. Um componente pode ser arrastado para a área de trabalho tantas vezes quanto necessário.

*DICA: os componentes poderão ser copiados na área de trabalho com a utilização dos comandos CTRL+C e CTRL+V, cujo procedimento é bastante simples:*

- a) Dentro da área de trabalho, leve o cursor do mouse até ao componente; quando o cursor transformar-se em uma mão fechada com o dedo indicador apontando para cima, clique enter;*
- b) Quando o mesmo mudar de cor acione CTRL+C;*
- c) Acione em seguida CTRL+V, tantas vezes quanto for o número de componentes que desejar copiar;*
- d) Arraste em seguida os componentes para o local desejado.*

Os componentes podem ser movimentados dentro da área de trabalho, de forma a permitir uma montagem apresentável.

Para movimentar um componente dentro da área de trabalho:

- leve o cursor ou pointer do mouse até ao componente;
- quando o cursor transformar-se em uma mão fechada com o dedo indicador apontando para cima, pressione o botão *enter* do mouse e mantenha-o pressionado;
- arraste então o componente para o local desejado e libere o botão *enter*.

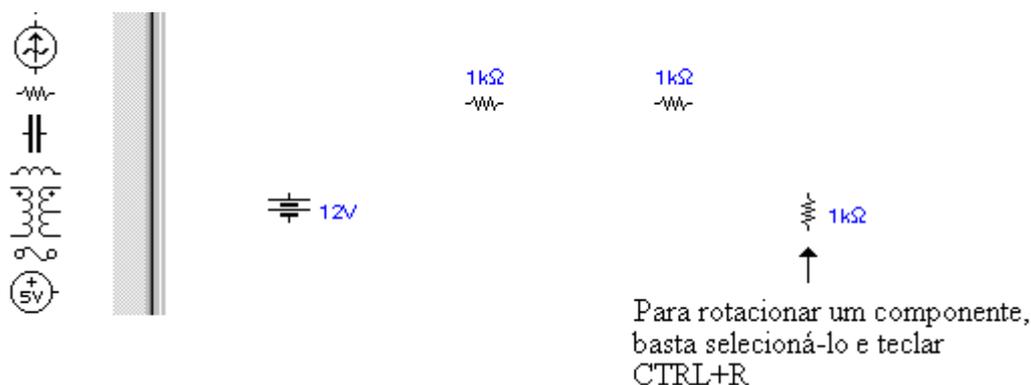
Um componente também pode ser movimentado dentro da área de trabalho através das setas para cima e para baixo, para a esquerda e para a direita, do teclado do computador:

- leve o cursor ou pointer do mouse até ao componente;
- quando o cursor transformar-se em uma mão fechada com o dedo indicador apontando para cima, clique *enter*;
- nestas condições o componente mudará de cor, indicando que foi selecionado;
- com as teclas do teclado do computador que representam as setas, movimente o componente para cima, para baixo, para a esquerda ou para a direita.

Este procedimento é muito útil quando se deseja ajustes finos no posicionamento dos componentes.

*LEMBRETE: não esquecer que um componente, instrumento para medição ou mesmo um circuito inteiro, somente poderá ser considerado selecionado dentro da área de trabalho, quando mudar de cor, adotando-se os processos descritos acima.*

A figura abaixo mostra os componentes fixados na área de trabalho.



Quando um componente é fixado na área de trabalho aparecem valores previamente definidos como padrão, que poderão ser alterados de acordo com as necessidades do projeto.

O processo para alterar esses valores será visto no próximo passo.

Qualquer componente pode ser rotacionado, de forma a permitir seu posicionamento e fixação tanto na horizontal como na vertical.

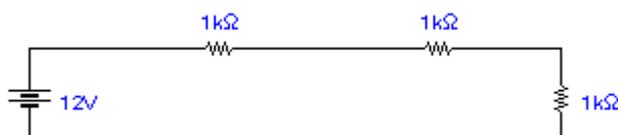
Basta para isto selecioná-lo e teclar CTRL+R.

## 2º passo: ligação dos componentes

Movimente o cursor do mouse até ao terminal que desejar conectar; quando surgir um ponto cheio no terminal, pressione o botão *enter*, mantenha-o pressionado, leve o cursor até o próximo ponto que desejar conectar e libere o botão *enter* tão logo surja outro ponto cheio, completando assim a ligação ou conexão.

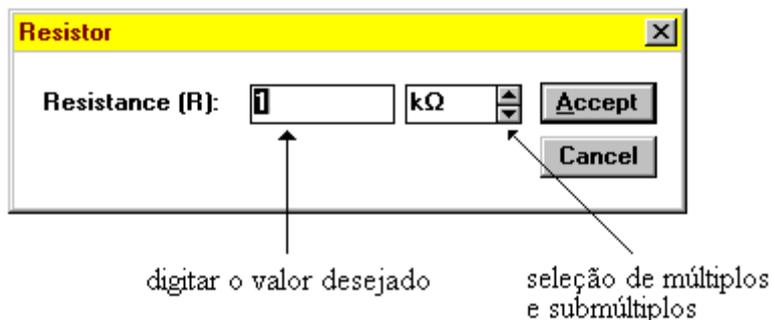


A figura abaixo mostra os componentes interligados.



## 3º passo: colocação de valores nos componentes

Dê um duplo clique sobre o componente que desejar modificar o valor; surgirá então na tela uma janela de diálogo conforme mostra a figura abaixo:

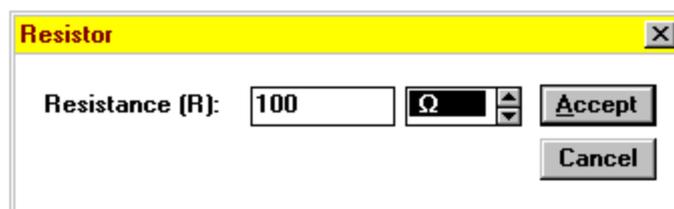


Baseando-se na figura acima, digite o valor desejado e selecione a unidade de medida conforme as necessidades do projeto.

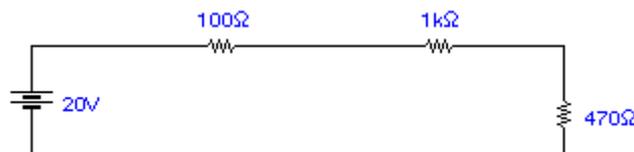
Para selecionar a unidade de medida, seu múltiplo ou submúltiplo, basta levar o cursor do mouse até o referido campo e clicar na seta para cima ou para baixo.

Após selecionar o valor e a unidade de medida clique em Accept ou tecle ALT+A ou ainda, *enter*.

A figura a seguir mostra o aspecto da janela depois de digitado o valor e selecionada a unidade de medida conveniente:

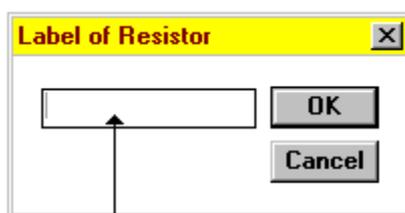


A figura abaixo mostra os componentes com seus valores, conforme sugerido no exemplo proposto:

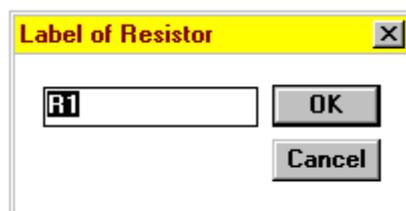


#### **4º passo: colocação de labels nos componentes (rotular)**

Para rotular qualquer componente, R1, R2, etc., basta selecioná-lo com um clique teclar em seguida CTRL+L. Este procedimento, fará surgir uma janela de diálogo conforme mostra a figura abaixo:

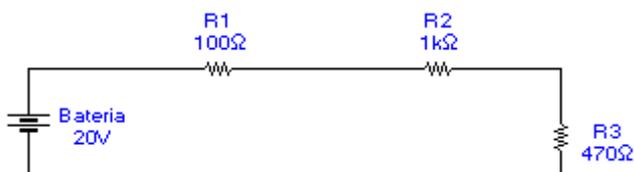


digitar o label do componente



Depois de digitado o label clique em OK ou simplesmente tecle *enter* no teclado do computador.

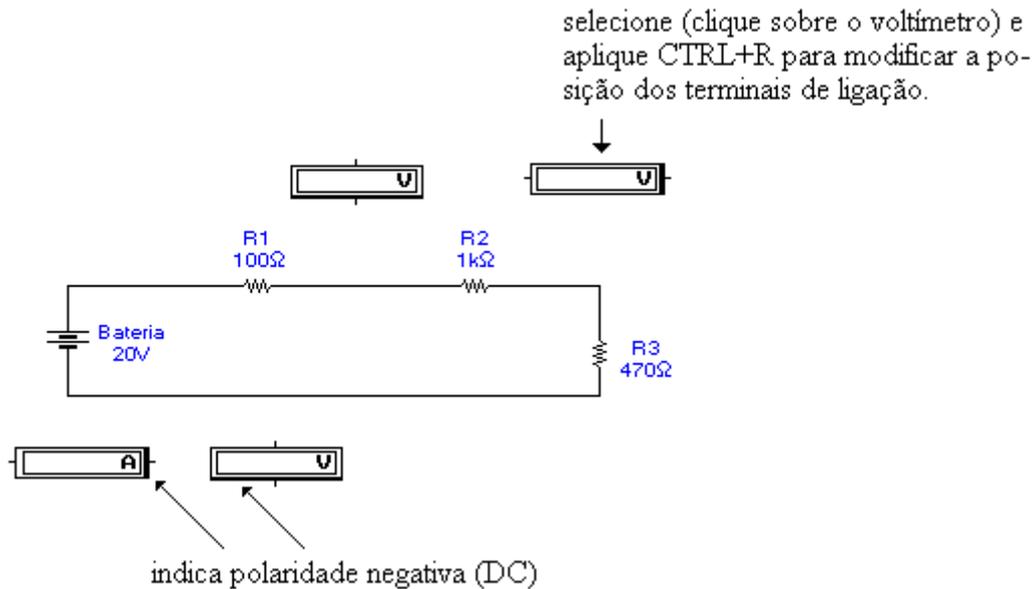
A figura abaixo mostra o circuito com os respectivos labels:



#### **5º passo: colocação dos instrumentos para medição**

Clique no ícone referente aos indicadores ; arraste para a área de trabalho um amperímetro e três voltmímetros .

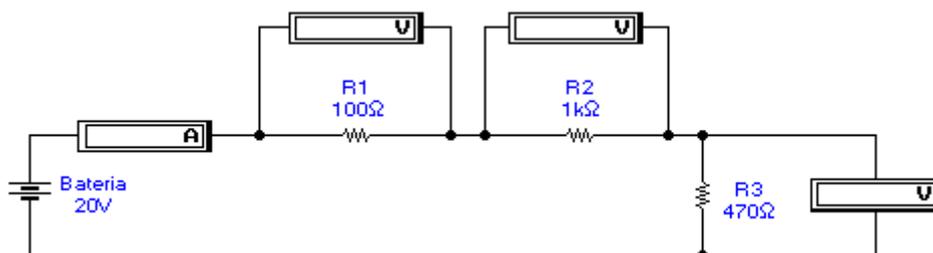
Um amperímetro será conectado em série com o circuito para medir a corrente total e os três voltmímetros serão conectados em cada um dos resistores.



Insira o amperímetro no circuito, bastando para isto arrastá-lo até o circuito de tal forma que, os terminais de ligação se encaixem no fio de conexão.

Se for necessário reposicione os resistores para permitir um perfeito contato ou mesmo para permitir uma visualização apresentável.

A figura abaixo mostra o circuito com os instrumentos de medida:



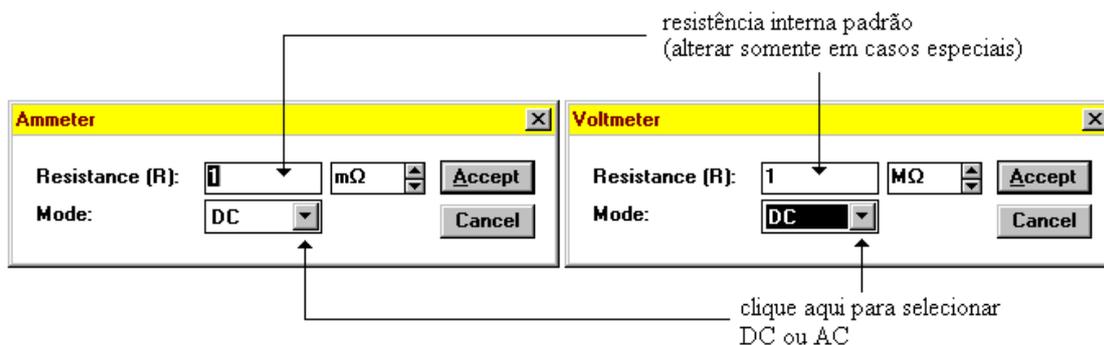
Observe que os resistores foram reposicionados de tal forma a mostrar uma montagem apresentável.

Atente para o posicionamento dos instrumentos de medida: a linha mais escura indica a polaridade negativa do mesmo em DC. Se esta for invertida a tensão será indicada com sinal oposto.

Os instrumentos em questão poderão ser ajustados para medir AC ou DC; no circuito em questão deverão ser ajustados para medir DC.

A forma de proceder estes ajustes é bastante simples:

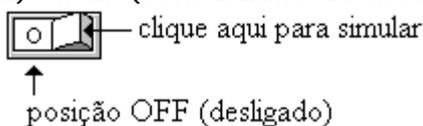
- a) dê um duplo clique sobre qualquer um dos instrumentos;
- b) deverá surgir uma das janelas de diálogo conforme mostra a figura abaixo, dependendo do instrumento que você selecionou (amperímetro ou voltímetro);
- c) abra a barra de rolagem e selecione AC ou DC.  
*OBS: como padrão, os amperímetros e voltímetros estão ajustados para medir DC; para abrir a barra de rolagem, clique sobre a seta ao lado do campo em que está inscrito DC.*



**6º passo: simulação**

Para simular o circuito existem dois meios:

- a) clicar (com auxílio do mouse) a chave ON-OFF na parte superior direita da tela:

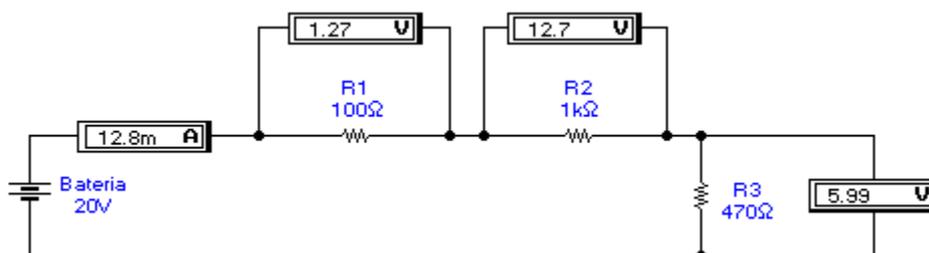


- b) ou acionar CTRL+G através do teclado do computador

A simulação pode ser interrompida a qualquer momento com um clique em "O" na chave ON-OFF ou teclando CTRL+T.

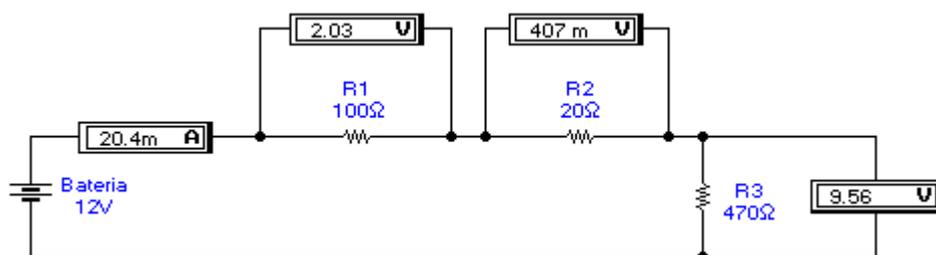
Para interromper momentaneamente a simulação (pausa), basta teclar F9.

A figura abaixo ilustra o circuito exemplo simulado:



Se você quiser simular o mesmo circuito com outros valores, o processo é bastante simples: basta alterar o valor de qualquer um dos componentes adotando os procedimentos anteriormente descritos e, acionar a chave ON-OFF ou teclar CTRL+G.

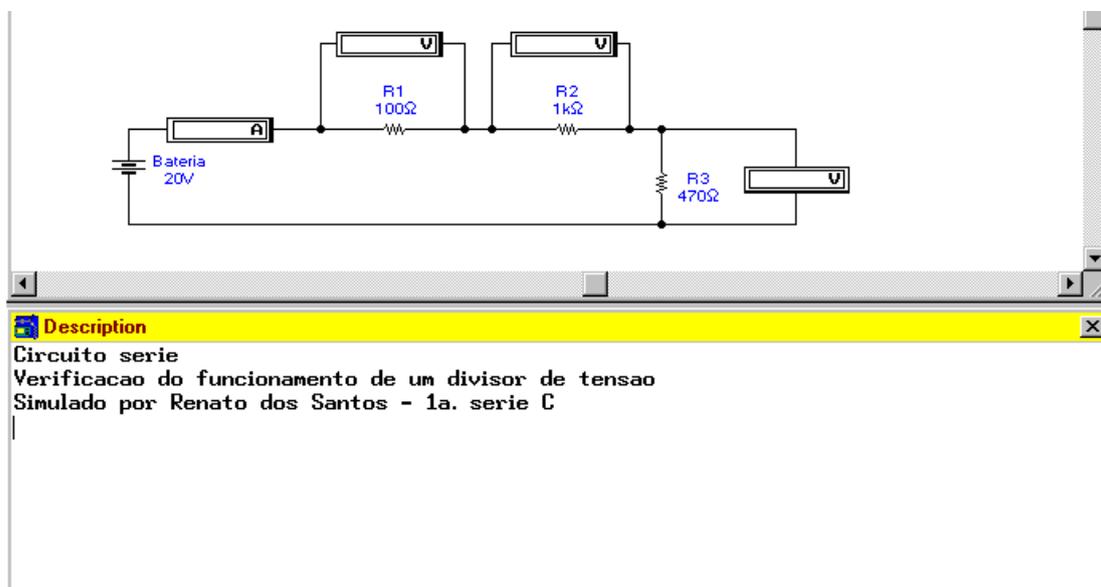
A figura abaixo mostra o mesmo circuito, simulado com os valores da bateria e R2 alterados:



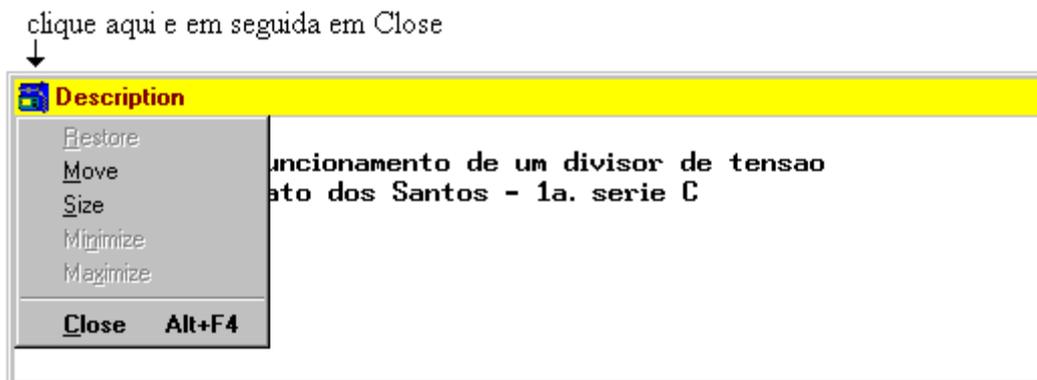
### 7º passo: descrição do circuito (opcional)

É possível fazer um breve comentário sobre o circuito, colocando dados inerentes ao mesmo.

Tecla CTRL+D e digite os dados que julgar necessário no campo logo abaixo de Description.



Para fechar o espaço destinado à descrição, clique no ícone ao lado de Description e em seguida em Close. Veja a figura abaixo:



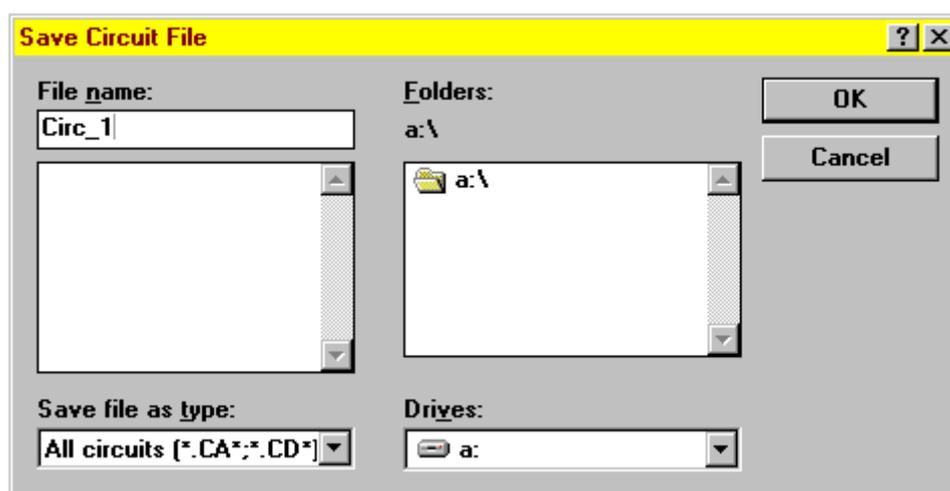
Após fechado o campo destinado à descrição, tecle CTRL+W (arrange) para recuperar o espaço da área de trabalho ocupado durante a descrição do projeto.

### **8º passo: salvar (opcional)**

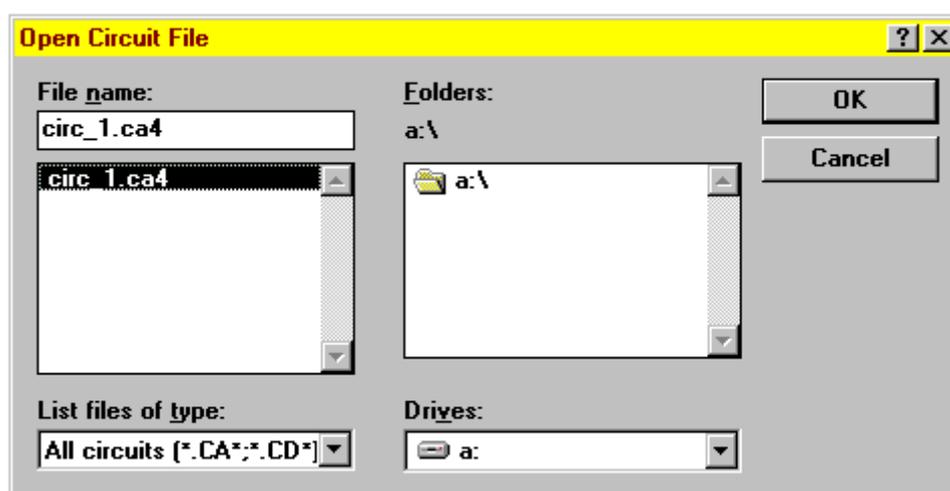
O trabalho poderá ser salvo dentro de qualquer diretório no HD ou em um pendrive.

No menu File selecione Save As (salvar como);

Na janela Save Circuit File digite um nome que permita identificação futura (máximo de 8 caracteres). Não é necessário digitar a extensão, pois esta será colocada automaticamente.

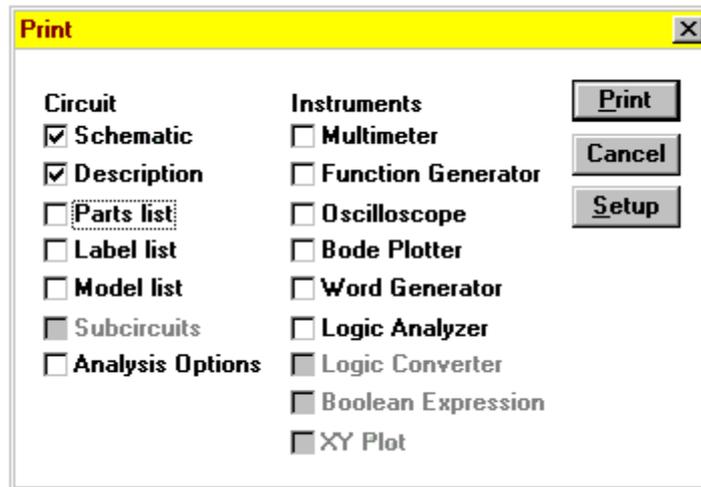


Se, futuramente você quiser carregar o circuito no menu File selecione Open e em seguida dê um duplo clique no arquivo que desejar abrir.



### **9º passo: impressão (opcional)**

O trabalho poderá ser impresso. Selecione no menu File a opção Print. Na impressão várias opções podem ser habilitadas, conforme ilustra a janela abaixo, que surge logo após acionado o comando Print.



Na figura acima foram selecionadas para a impressão as opções Schematic (esquema) e Description (descrição).

Para imprimir clique em Print ou tecle P.

## ARRASTANDO O CIRCUITO

Se houver necessidade de arrastar o circuito inteiro para melhor aproveitamento de espaço na área de trabalho, proceda da seguinte forma:

- tecle CTRL+A;
- automaticamente, todo o circuito será selecionado;
- com as teclas para cima, para baixo, esquerda e direita do teclado do computador, será possível mover todo o circuito.

*DICA: se o cursor do mouse for apontado para qualquer um dos componentes, após estar todo o circuito selecionado, será possível movimentá-lo para qualquer parte da área de trabalho, procedimento este, mais rápido que o anteriormente descrito. Basta clicar o botão enter, mantê-lo pressionado e mover o circuito.*

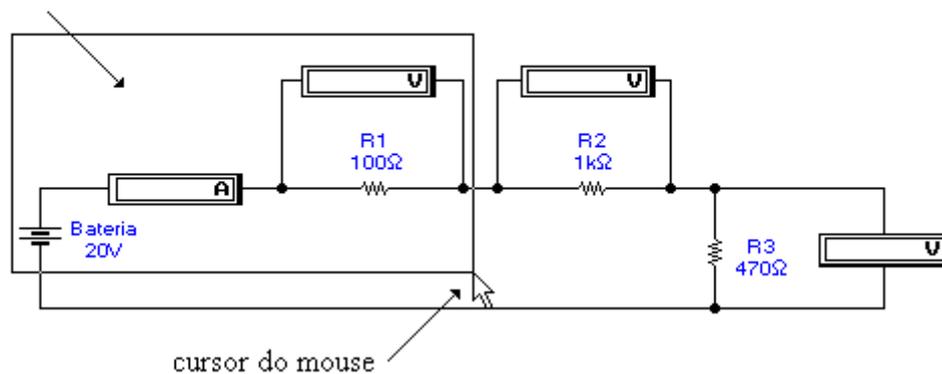
Outra forma para movimentar o circuito é envolvê-lo. Para tal, proceda da seguinte maneira:

- leve o cursor do mouse até um ponto qualquer nas proximidades do circuito e clique o botão *enter*;
- mantendo o botão *enter* pressionado arraste o mouse no sentido diagonal;
- à medida que isto ocorre, o circuito vai sendo envolvido por uma linha, formando uma figura retangular ou quadrada;
- depois que todo o circuito foi envolvido, libere o botão *enter*;
- o circuito estará então selecionado e poderá ser movimentado seguindo os procedimentos descritos anteriormente. Veja as figuras a seguir:

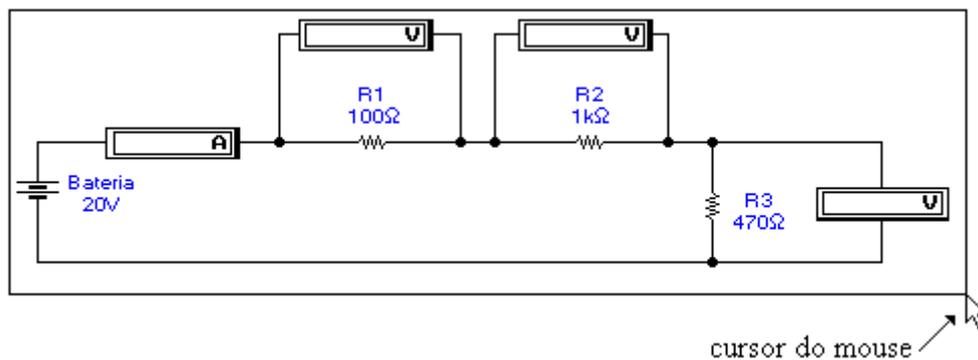
A figura abaixo mostra o procedimento em que apenas uma parte do circuito será selecionada.

Este procedimento é útil quando se deseja mover alguns componentes com a finalidade de melhorar a estética, isto é, apenas parte do circuito será movida.

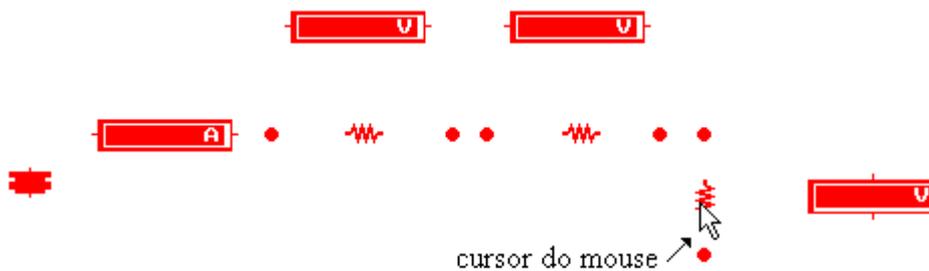
parte do circuito será selecionada  
ao liberar o botão *enter*



A figura abaixo mostra o aspecto do circuito totalmente envolvido.



Ao liberar o botão *enter* o circuito será selecionado e ficará com o aspecto mostrado abaixo.



com o botão *enter* pressionado, todo o circuito pode ser arrastado para qualquer ponto da área de trabalho.

Levando o cursor até a qualquer componente do circuito, pressionando o botão *enter* e mantendo-o pressionado, todo o circuito poderá ser arrastado para qualquer local da área de trabalho.

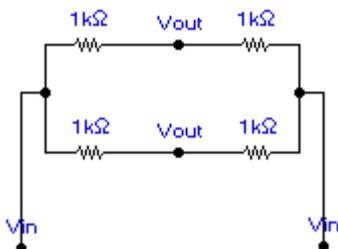
### CRIANDO MACROS (SUBCIRCUITOS)

A criação de macros é importante quando um circuito é muito grande e necessita ser reduzido, para melhor visualização de um determinado projeto.

As macros após salvas ficam contidas no grupo pertencente ao ícone Custom como parte binária (parts bin).

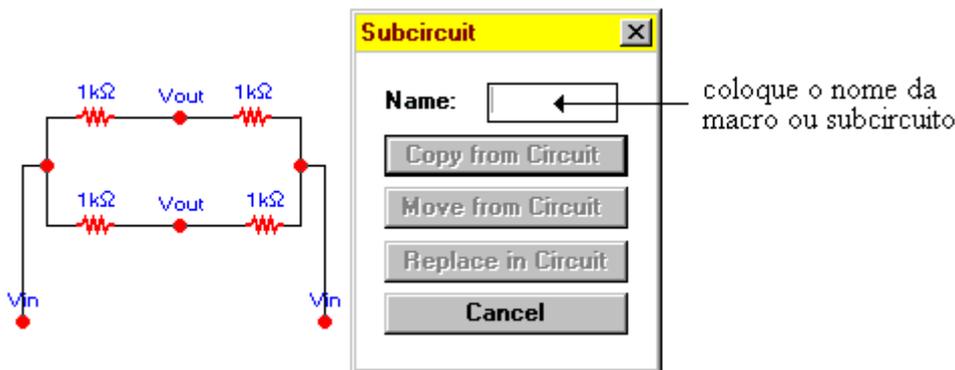
A princípio, qualquer circuito pode transformar-se em um subcircuito e o procedimento é bastante simples.

Vejam os um exemplo simples, uma Ponte de Wheatstone, conforme ilustra a figura abaixo:



**PROCEDIMENTO:**

- a) selecione todo o circuito, com CTRL+A ou pelo método de envolvimento;
- b) selecione o menu Circuit e clique em Subcircuit; surgirá então uma janela conforme ilustra a figura abaixo:



Coloque o nome da macro no campo ao lado de Name:

Para esta macro foi atribuído o nome P\_WH.

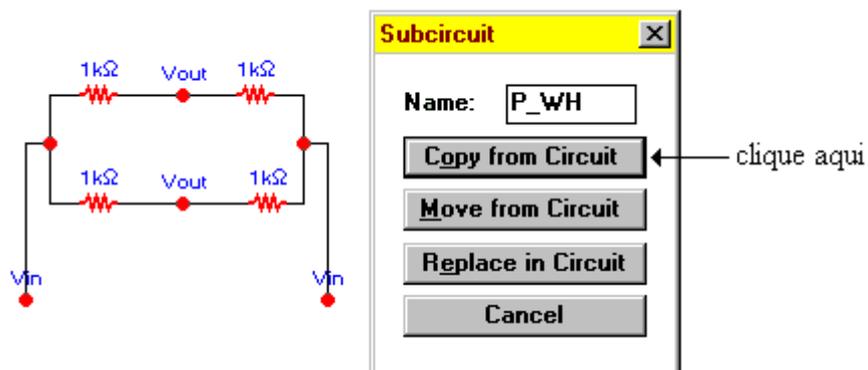
Quando for digitado o nome da macro no campo correspondente, serão ativadas as barras *Copy from Circuit*; *Move from Circuit* e *Replace from Circuit*.

**Copy from Circuit:** quando a macro for fechada, o circuito original permanecerá na área de trabalho e seu ícone será visível na barra para seleção de componentes Custom;

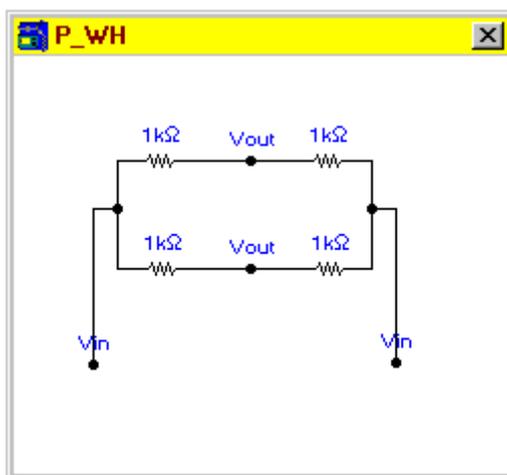
**Move from Circuit:** quando a macro for fechada o circuito desaparecerá da área de trabalho e seu ícone será visível na barra para seleção de componentes Custom;

**Replace from Circuit:** quando a macro for fechada, o circuito original será substituído pelo ícone correspondente à macro, podendo este ícone, também ser visualizado na barra para seleção de componentes Custom.

Conforme ilustra a figura abaixo, foi escolhida a opção Copy from Circuit (outras opções podem ser usadas, conforme desejo do projetista).



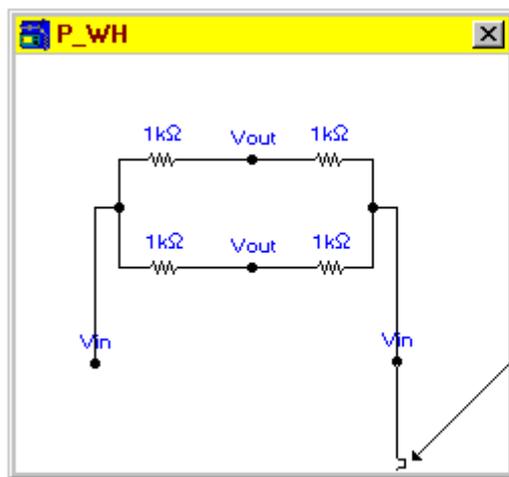
Após clicar em Copy from Circuit uma nova janela aparecerá, substituindo o circuito da área de trabalho, conforme ilustra a figura abaixo:



Observe que o nome dado ao subcircuito ou macro aparece no canto superior esquerdo.

O próximo passo é criar os terminais na macro referente as tensões de entrada ( $V_{in}$ ) e saída ( $V_{out}$ ).

Pressione o botão *enter* do mouse e a partir do ponto escuro arraste o mouse até ao limite da janela, até que a linha que se forma se transforme em um pequeno quadrado, conforme ilustra a figura a seguir:



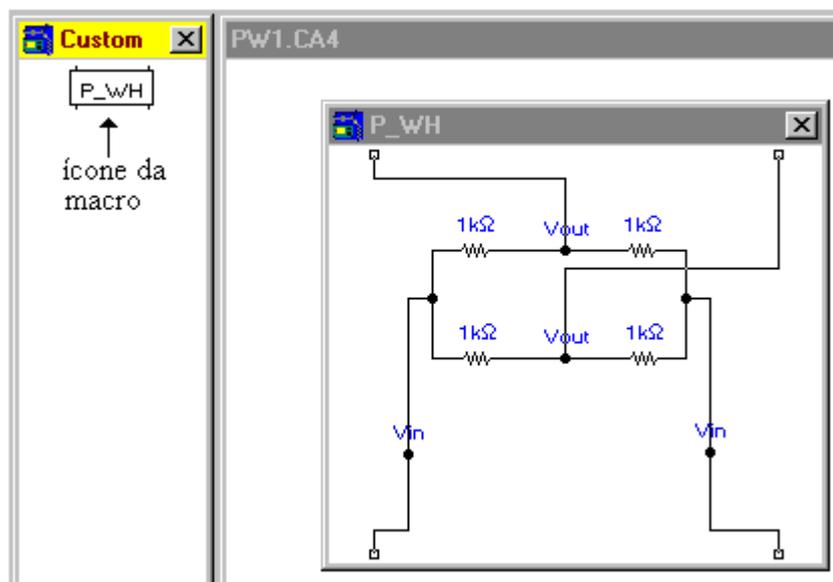
libere o botão do mouse ao visualizar este pequeno quadrado

Libere o botão do mouse; este procedimento cria um terminal na macro.

Proceda da mesma forma para ligar os demais pontos.

*OBS: à medida que os terminais são fixados, os mesmos se posicionam automaticamente dentro da macro.*

A figura abaixo mostra a macro com os terminais fixados e respectivo ícone em Custom.

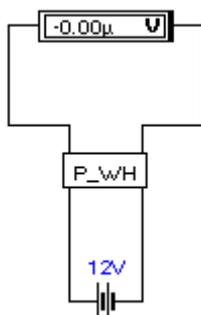


Feche a macro. Se você escolheu a opção Copy from Circuit, remova o circuito de forma que a área de trabalho fique limpa.

O próximo passo é salvar a macro para futura utilização. Acione o menu File e Save As. Escolha o diretório de sua preferência no HD ou salve-a em um disco flexível. Atribua-lhe um nome qualquer com no máximo oito caracteres (sugestão: MP\_WH), onde M = macro.

Desta forma, a macro está pronta para ser utilizada, e poderá ser arrastada para a área de trabalho como qualquer outro componente.

Se você quiser visualizar o conteúdo da macro, basta dar um duplo clique sobre seu ícone, ou selecioná-lo e aplicar CTRL+Z. Vejamos na figura abaixo a simulação dessa macro:



Pela medida obtida, conclui-se que a ponte está em equilíbrio.

Uma macro ou subcircuito pode ser modificada a qualquer momento.

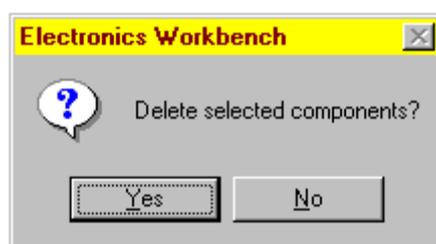
Para tanto, basta abri-la na área de trabalho, alterar seus componentes internos conforme procedimentos já descritos anteriormente e salvá-la, se assim desejar.

Use a opção Save As para salvá-la com outro nome ou Save se desejar substituí-la.

## REMOVENDO COMPONENTES, PARTE DE UM CIRCUITO OU UM CIRCUITO INTEIRO DA ÁREA DE TRABALHO

Selecione o componente, parte do circuito ou o circuito inteiro e pressione a tecla DEL do teclado do computador.

Ao aparecer a mensagem ilustrada na figura abaixo, clique em YES ou tecla *enter*.

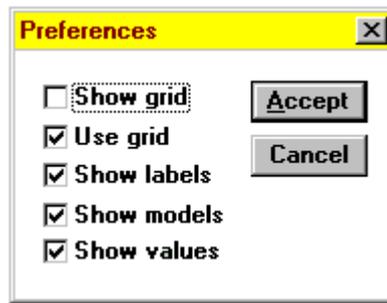


## CONFIGURAÇÕES BÁSICAS

Algumas configurações poderão ser selecionadas de acordo com o desejo do projetista ou às vezes face as necessidades de um determinado projeto.

Citaremos a seguir as mais comuns e utilizadas:

O comando CTRL+E (Preferences) proporciona uma série de opções, conforme mostra a janela mostrada na figura abaixo:



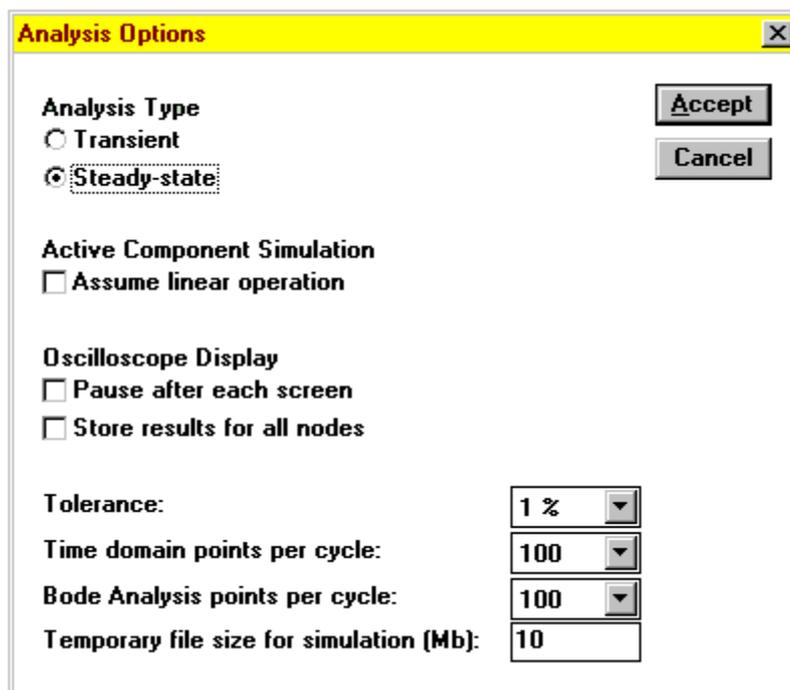
Quando o campo Show grid é selecionado, aparecerá na área de trabalho vários pontos, cuja finalidade é orientar o posicionamento dos componentes.

Além disso, existem outras opções como uso da grade (Use grid), mostrar labels (Show labels), mostrar modelos (Show models) e mostrar valores (Show values).

É conveniente deixar estes campos selecionados, exceto e Show grid, que dependerá exclusivamente do desejo do projetista.

Quando o comando CTRL+Y é acionado, várias opções podem ser selecionadas no que diz respeito à simulação ou análise de um projeto.

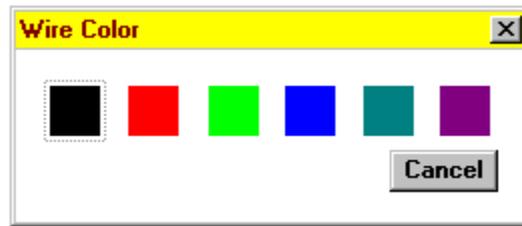
A figura abaixo mostra uma seleção padrão, que se adapta à maioria dos projetos.



## MUDANDO A COR DOS FIOS DE LIGAÇÃO

Muitas vezes, para melhor visualizar um projeto, torna-se conveniente modificar a cor de algumas ligações.

Para isto, dê um duplo clique diretamente sobre o fio que desejar mudar de cor; surgirá então, uma janela conforme ilustra a figura abaixo:



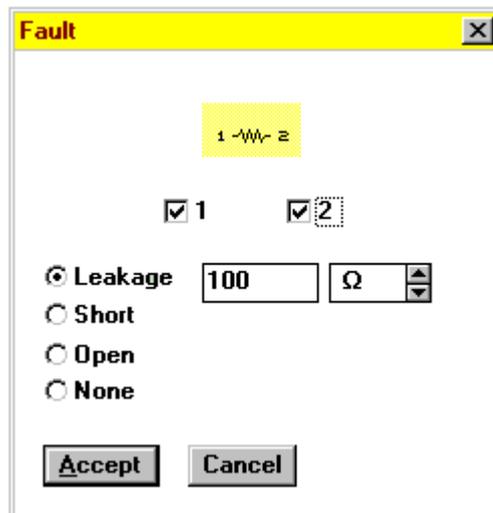
Para mudar a cor, basta clicar sobre a cor desejada.

## SIMULAÇÃO DE DEFEITOS

No EWB é possível simular circuitos com componentes defeituosos, como resistores, capacitores, transistores, circuitos integrados, etc.

Após montado o circuito, selecione o componente no qual desejar simular algum defeito e tecele em seguida CTRL+F (Fault).

Uma janela será mostrada, com diversas opções conforme ilustra a figura abaixo:



A figura acima mostra a simulação de um resistor com uma fuga (Leakage) de  $100\Omega$  entre os seus terminais (terminais 1 e 2 selecionados).

Observe que o valor dessa fuga pode ser ajustado.

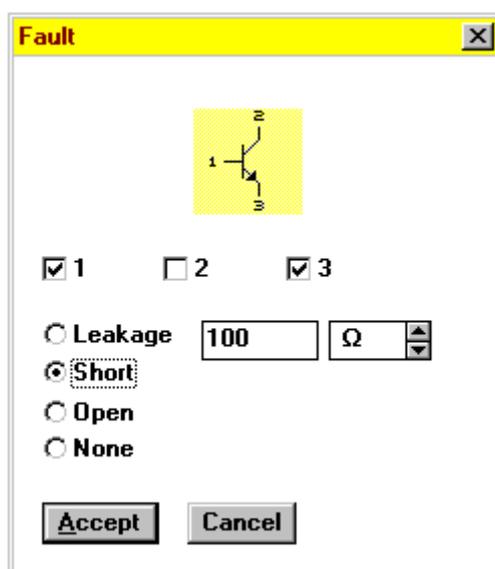
As outras opções são:

Short = em curto

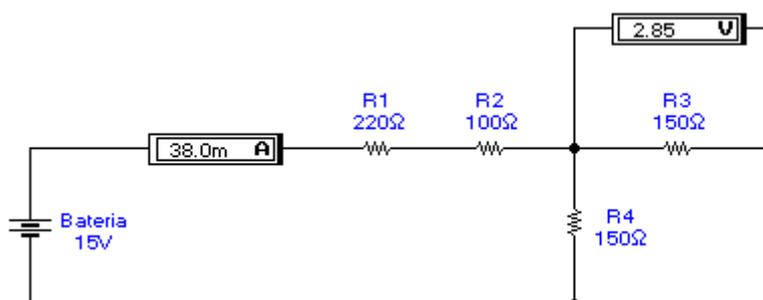
Open = aberto

None = nenhum defeito

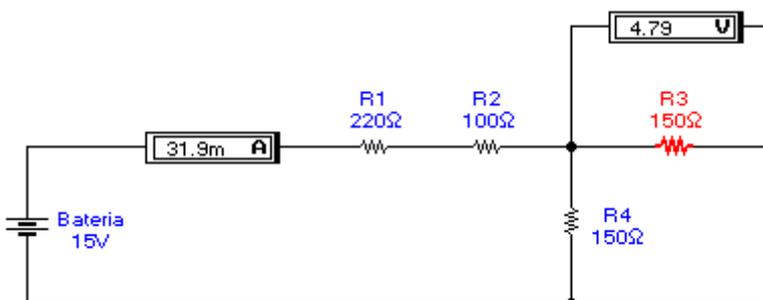
A figura a seguir mostra como simular o defeito em um transistor, com os terminais 1 e 3 (base e emissor) em curto:



A figura abaixo ilustra um circuito em condição normal de funcionamento:



A figura abaixo ilustra o mesmo circuito, porém com o resistor R3 aberto:



O componente no qual foi simulado o defeito é facilmente identificado por apresentar cor diferente dos demais.

O defeito pode ser simulado em mais de um componente do circuito.

### RESUMO DOS COMANDOS

COMANDO	APLICAÇÃO
ALT+C	Menu Circuit
ALT+E	Menu Edit
ALT+F	Menu File
ALT+W	Menu Window

CTRL+A	Seleciona todos os componentes em um circuito
CTRL+B	Para construção de subcircuitos ou macros
CTRL+C	Copia um circuito ou componente da área de trabalho para clipboard (ClipBook Viewer)
CTRL+D	Descrição do circuito
CTRL+E	Preferências
CTRL+F	Para simular falhas ou defeitos em componentes
CTRL+G	Inicia a simulação
CTRL+L	Coloca label nos componentes (R1, R2, C1, etc.)
CTRL+M	Coloca modelo ou tipo no componente (BC547, 2N2222, etc.) aproveitando biblioteca existente
CTRL+N	Novo arquivo
CTRL+O	Abre um arquivo existente no HD ou disco flexível
CTRL+P	Imprime
CTRL+R	Rotaciona um componente
CTRL+S	Salva um arquivo
CTRL+T	Para a simulação
CTRL+U	Coloca valor nos componentes (100Ω, 1μF, etc.)
CTRL+V	Cola um circuito ou componente na área de trabalho
CTRL+W	Arranjo entre a área de trabalho e campo destinado à descrição do circuito
CTRL+X	Elimina componente, parte de circuito ou o circuito inteiro da área de trabalho
CTRL+Y	Opções para análise
CTRL+Z	Zoom (para abrir macros ou subcircuitos)
Del	Deleta componente, parte de um circuito ou circuito inteiro
F1	Help
F9	Interrompe momentaneamente a simulação

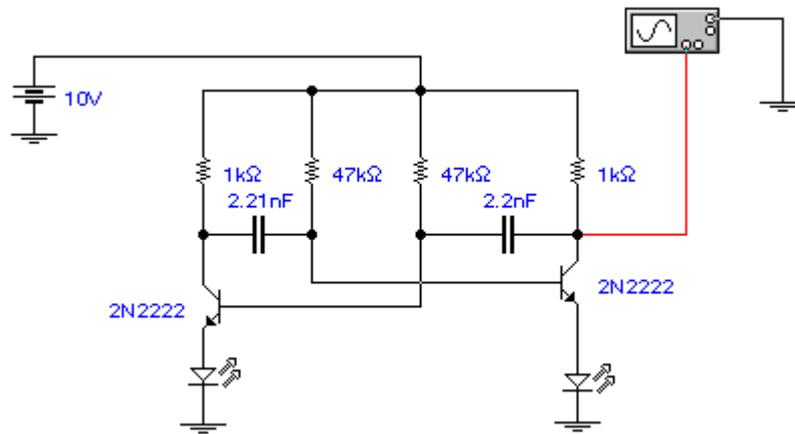
## UTILIZAÇÃO DAS BIBLIOTECAS

O EWB possui uma vasta biblioteca para componentes ativos, como diodos, transistores, circuitos integrados, etc.

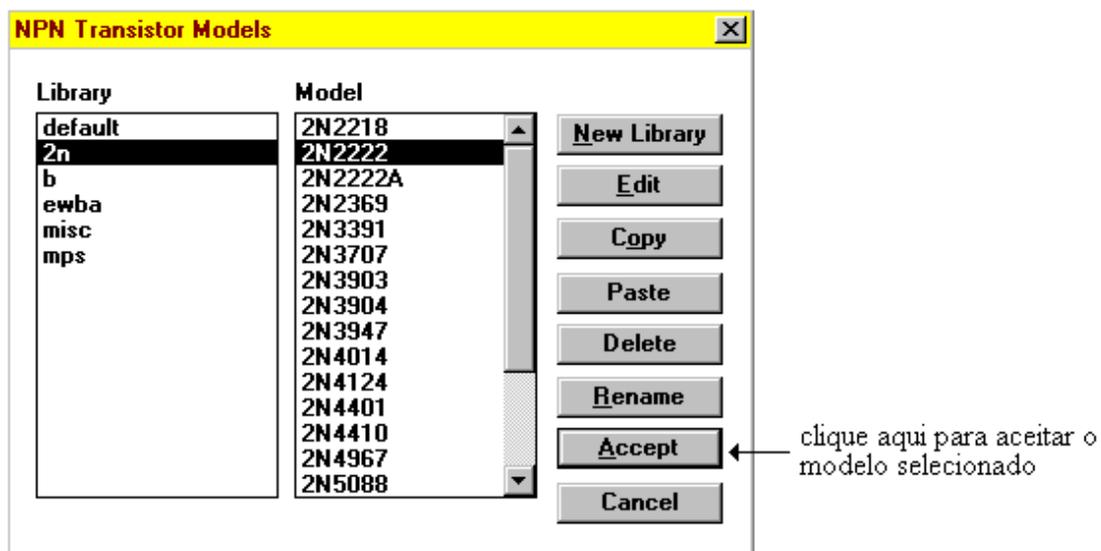
Para abrir a biblioteca, selecione o componente e tecele CTRL+M ou, dê um duplo clique sobre o componente.

A figura a seguir ilustra um circuito onde estão inseridos componentes ativos e passivos.

Trata-se de um multivibrador Astável, com transistores 2N2222.



A figura abaixo ilustra o aspecto da janela referente a biblioteca de transistores NPN, quando é dado um duplo clique sobre um dos transistores:



O subcomando New Library permite ao projetista adicionar bibliotecas personalizadas.

Ao ser acionado será mostrada uma janela conforme ilustra a figura abaixo:



O subcomando Edit permite a visualização de todos os parâmetros de um dado componente.

A figura a seguir ilustra os parâmetros do transistor 2N2222.

NPN Transistor Model '2N2222'		
Saturation current (Is):	<input type="text" value="1.13e-12"/>	A
Forward current gain coefficient (BF):	<input type="text" value="260"/>	
Reverse current gain coefficient (BR):	<input type="text" value="4"/>	
Base ohmic resistance (rb):	<input type="text" value="6.25"/>	Ω
Emitter ohmic resistance (re):	<input type="text" value="1.56"/>	Ω
Collector ohmic resistance (rc):	<input type="text" value="0.625"/>	Ω
Substrate capacitance (Cs):	<input type="text" value="0"/>	F
Zero-bias B-E junction capacitance (Ce):	<input type="text" value="3.55e-11"/>	F
Zero-bias B-C junction capacitance (Cc):	<input type="text" value="1.92e-11"/>	F
B-E junction potential (φe):	<input type="text" value="0.75"/>	V
B-C junction potential (φc):	<input type="text" value="0.75"/>	V
Forward transit time (τF):	<input type="text" value="6.36e-10"/>	s
Reverse transit time (τR):	<input type="text" value="9.56e-08"/>	s
B-E junction grading coefficient (me):	<input type="text" value="0.333"/>	
B-C junction grading coefficient (mc):	<input type="text" value="0.333"/>	
Early voltage (VA):	<input type="text" value="98.5"/>	V
Base-Emitter Leakage Saturation Current (Ise):	<input type="text" value="1.16e-10"/>	A
Forward Beta High-Current Knee-Point (Ikf):	<input type="text" value="0.48"/>	A
Base-Emitter Leakage Emission Coefficient (Ne):	<input type="text" value="2"/>	

O subcomando Copy copia um modelo selecionado.

O subcomando Paste cola o modelo selecionado em outra biblioteca.

O subcomando Delete remove um determinado modelo da biblioteca.

O subcomando Rename renomeia um modelo contido na biblioteca.

O subcomando Accept aceita o modelo selecionado dentro de uma biblioteca.

## OPERANDO COM PORTAS LÓGICAS E CIRCUITOS INTEGRADOS

A operação com portas lógicas é bastante simples e obedece aos mesmos princípios vistos anteriormente.

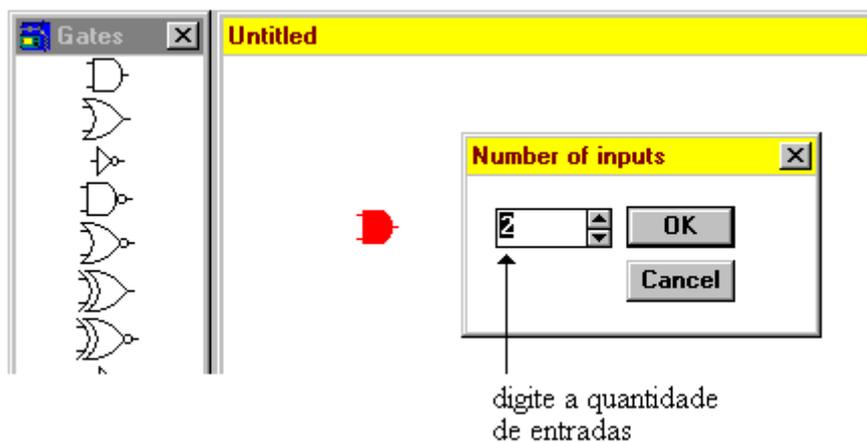
Na simulação com portas lógicas, é possível selecionar a quantidade de entradas, de acordo com as necessidades do projeto.

O procedimento é relativamente simples.

Tomemos como exemplo uma porta AND de 4 entradas, a partir de uma porta AND de 2 entradas existente na barra de seleção de componentes Gates.

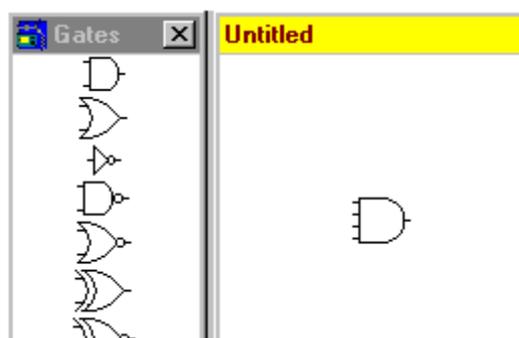
Procedimento:

- a) Arrasta-se para a área de trabalho a porta AND de 2 entradas;
- b) dê um duplo clique sobre o componente; surgirá então uma janela de diálogo, onde poderá ser digitado um novo número de entradas, conforme ilustra a figura abaixo:



- c) digite 4 e clique em OK ou tecle *enter*.

A porta AND passará então a ter 4 entradas, conforme ilustra a figura abaixo:



Para executar simulações com circuitos integrados o processo é idêntico.

Tomemos como exemplo um projeto a ser executado com o circuito integrado comercial 74114.

- a) clique na barra de seleção de componentes em IC;
- b) arraste para a área de trabalho o ícone 741XX;
- c) dê um duplo clique no ícone 741XX; surgirá então uma janela mostrando todos os modelos disponíveis para esta série, conforme ilustra a figura abaixo:

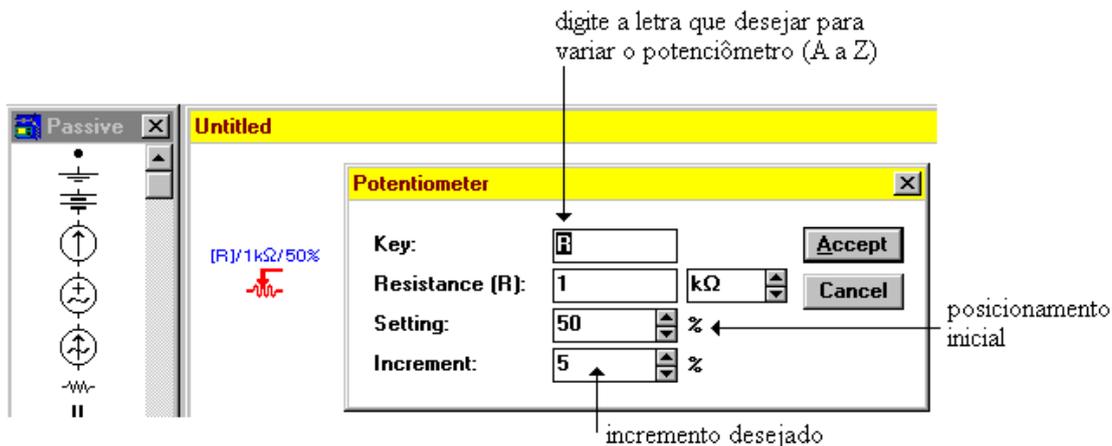


## MISCELÂNEAS

### POTENCIÔMETRO OU TRIMPOT:

A resistência do potenciômetro poderá ser variada durante a simulação, permitindo maior realismo.

Quando o potenciômetro estiver na área de trabalho ou mesmo, fazendo parte de um circuito, dê um duplo clique sobre o mesmo, onde será mostrada uma janela de diálogo conforme ilustra a figura abaixo:



Faça as alterações que julgar convenientes, clique em Accept ou tecle *enter*.

**Key:** permite que o potenciômetro tenha sua resistência variada ao se teclar qualquer letra de A até Z;

**Resistance:** altera a resistência do potenciômetro;

**Setting:** posição inicial do eixo móvel (em 50% o cursor estará no meio);

**Increment:** incremento (aumento ou diminuição) da resistência do potenciômetro à medida que a tecla selecionada for sendo pressionada.

Na figura ilustrada acima, teclando R a resistência diminui e teclando SHIFT+R a resistência aumenta.

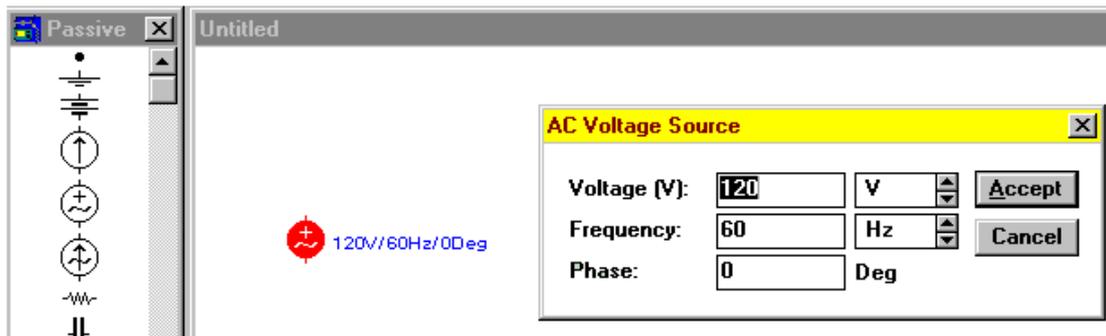
Procedimentos idênticos podem ser utilizados quando se desejar ajustar capacitores variáveis, indutores variáveis, etc.

*OBS: os ajustes acima mencionados podem ser efetuados quando o componente já integra um determinado circuito, isto é, não é necessário ajustá-lo antes de inseri-lo ao circuito; um circuito pode ter mais de um potenciômetro, capacitor variável ou indutor variável e, cada um deles poderá ter um ajuste personalizado.*

### FONTE DE TENSÃO AC:

Um circuito pode ter várias fontes de tensão AC e, cada uma delas poderá ser individualmente ajustada, depois de inseridas no circuito.

Ao dar um duplo clique sobre o componente, uma janela de diálogo será mostrada e nela, poderão ser digitados os valores da tensão, frequência e defasagem, conforme ilustra a figura abaixo:

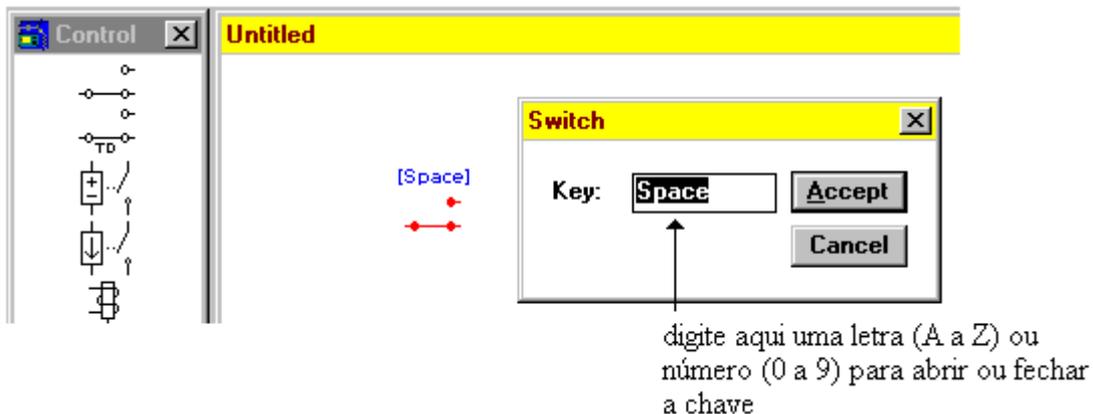


Procedimentos idênticos poderão ser adotados para o ajuste da Fonte de Corrente AC.

**CHAVES:**

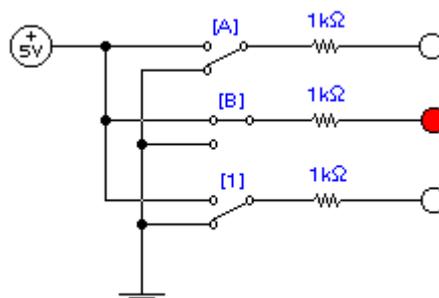
Chaves liga-desliga (ON-OFF) podem ser adicionadas em um circuito, as quais poderão ser controladas via teclado do computador.

Com um duplo clique no componente, uma janela de diálogo será aberta, na qual será possível proceder ao ajuste, conforme ilustra a figura abaixo:

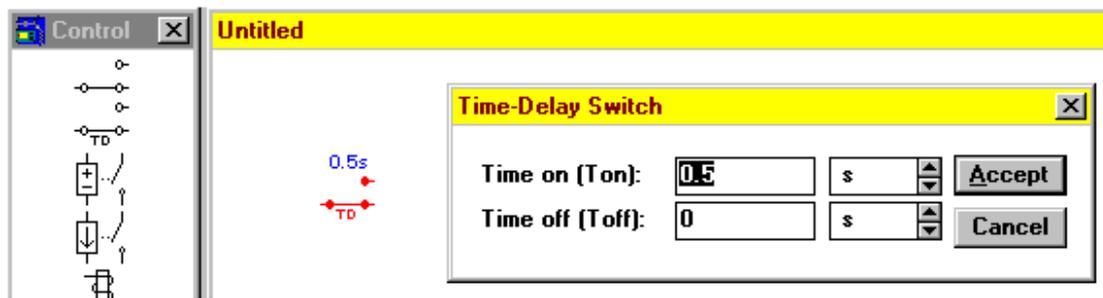


Além das letras A a Z e dos números 0 a 9, são aceitos os comandos *space* e *enter*.

A figura a seguir mostra um circuito utilizando chaves acionadas com letras e números:



Outro tipo de chave disponível é a chave com delay (retardo) ou do inglês Time-Delay Switch, abreviadamente TD, conforme ilustra a figura abaixo:



Time on (Ton): ligado

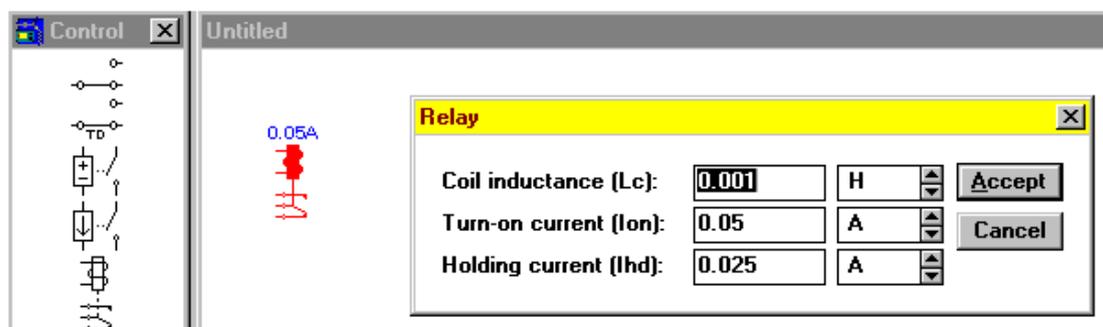
Time off (Toff): não ligado

Ton e Toff não podem ter o mesmo valor e ambos devem ser maior do que zero.

### **RELÊ:**

O relê (relay em inglês) pode ser considerado uma chave, acionada remotamente.

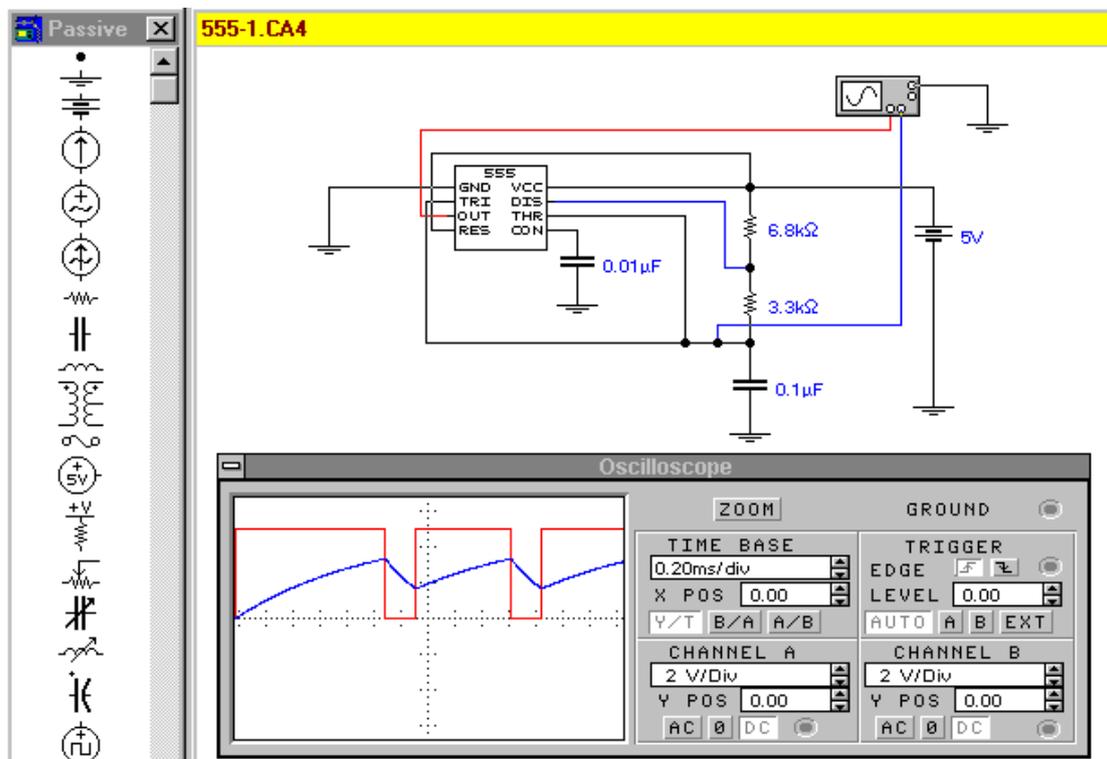
Sua construção básica consiste de uma bobina, que energizada aciona contatos metálicos para estabelecer uma ligação.



Conforme ilustra a janela de diálogo acima ilustrada, os ajustes possíveis são:

- a) indutância da bobina (Coil inductance)
- b) corrente de acionamento (Turn-on current)
- c) corrente de manutenção (Holding current)

A figura a seguir ilustra a simulação de um multivibrador astável com circuito integrado 555. O CI 555 foi obtido da barra para seleção de componentes Hybrid.



**CONSIDERAÇÕES GERAIS:** Esta apostila tem por objetivo orientar o principiante na utilização dos comandos básicos utilizados neste programa simulador e, capacitá-lo a entender as funções mais avançadas do programa, que não foram tratadas neste trabalho.

#### BIBLIOGRAFIA:

Help do programa EWB4 for Windows - Tradução: Prof. Edgar Zuim