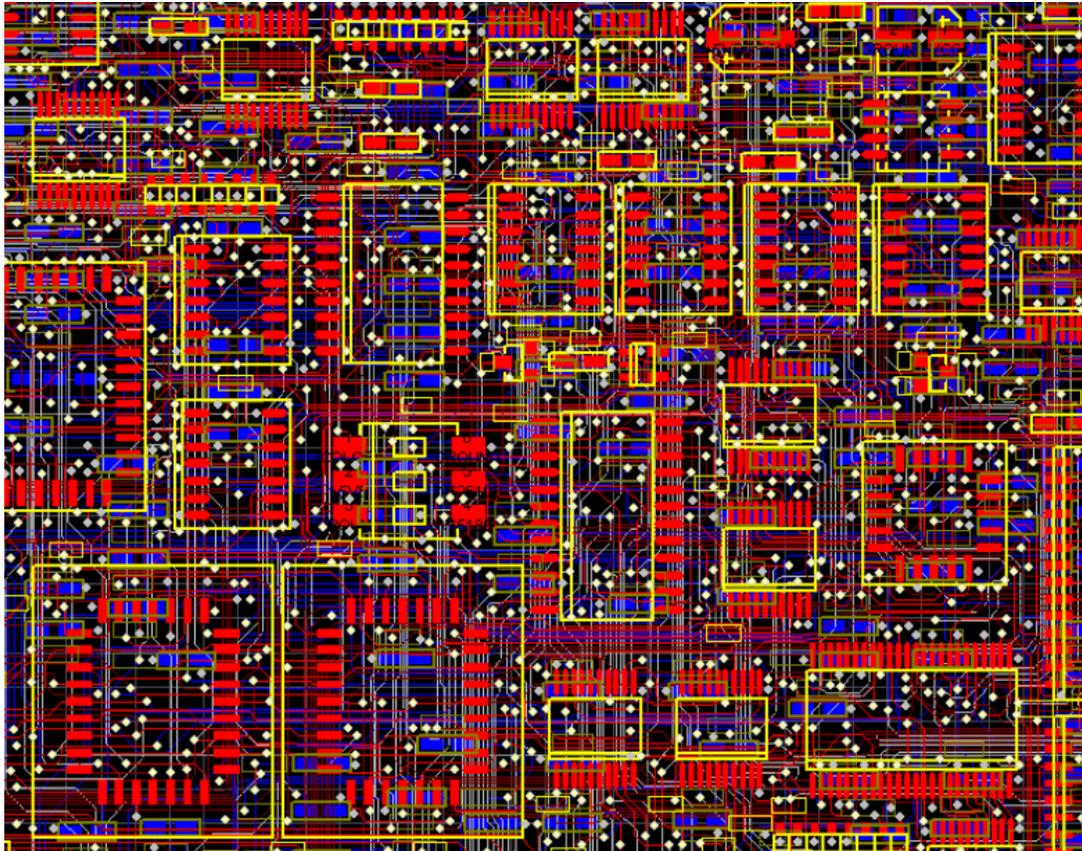


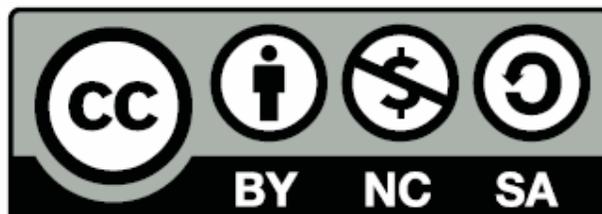


PROJETO DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO COM O *SOFTWARE* EAGLE

3ª PARTE: OPERAÇÃO DO *SOFTWARE* EAGLE



EWALDO LUIZ DE MATTOS MEHL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ



Esta obra é licenciada sob as cláusulas Creative Commons – Common Deed:
Atribuição – Uso Não-Comercial – Compartilhamento pela mesma licença 2.5 Brasil



COMMON DEED

**Atribuição-Us o Não-Comercial-Compatilhamento
pela mesma licença 2.5 Brasil**

Você pode:

- copiar, distribuir, exibir e executar a obra
- criar obras derivadas

Sob as seguintes condições:



Atribuição

Você deve dar crédito ao autor original,
da forma especificada pelo autor ou licenciante.



Uso Não-Comercial

Você não pode utilizar esta obra com
finalidades comerciais.



Compatilhamento pela mesma Licença

Se você alterar, transformar, ou criar outra obra com
base nesta, você somente poderá distribuir a obra
resultante sob uma licença idêntica a esta.

- Para cada novo uso ou distribuição, você deve deixar claro para outros os termos da licença desta obra.
- Qualquer uma destas condições podem ser renunciadas, desde que Você obtenha permissão do autor.

Qualquer direito de uso legítimo (ou “fair use”) concedido por lei, ou qualquer outro direito protegido pela legislação local, não são em hipótese alguma afetados pelo disposto acima.

PROJETO DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO COM O SOFTWARE EAGLE

EWALDO LUIZ DE MATTOS MEHL

3ª PARTE: OPERAÇÃO DO SOFTWARE EAGLE

OBS.: PARA ACOMPANHAR ESTA EXPLANAÇÃO, SUPÕE-SE QUE O USUÁRIO JÁ INSTALOU O EAGLE NO MICROCOMPUTADOR E ESTÁ FAZENDO A LEITURA DESSE MANUAL ACOMPANHADO DA ATUAÇÃO SOBRE O SOFTWARE.

1. O PAINEL DE CONTROLE E AS “BIBLIOTECAS”

Após iniciar o programa EAGLE, abre-se uma primeira janela que é chamada de *Control Panel*. Este módulo permite carregar e salvar os projetos, bem como controlar certos parâmetros do programa. Dê dois cliques sobre a parte à esquerda onde está escrito **Projects** e verifique que se abre uma árvore de opções que permite tanto a abertura de um novo projeto, ou trabalhar com um projeto já existente. A mesma estrutura em árvore permite que se verifique o conteúdo das “bibliotecas” (**Libraries**) pré-programadas no EAGLE. Dê dois cliques em uma das entradas de uma das **Libraries** e verifique que surge uma descrição da “biblioteca” e em seguida os vários componentes presentes nessa. A figura abaixo mostra como exemplo um circuito integrado digital 7410 da série TTL, que contém 3 portas NAND. Observe que o componente está disponível em diversos tipos de encapsulamento, inclusive SMD.

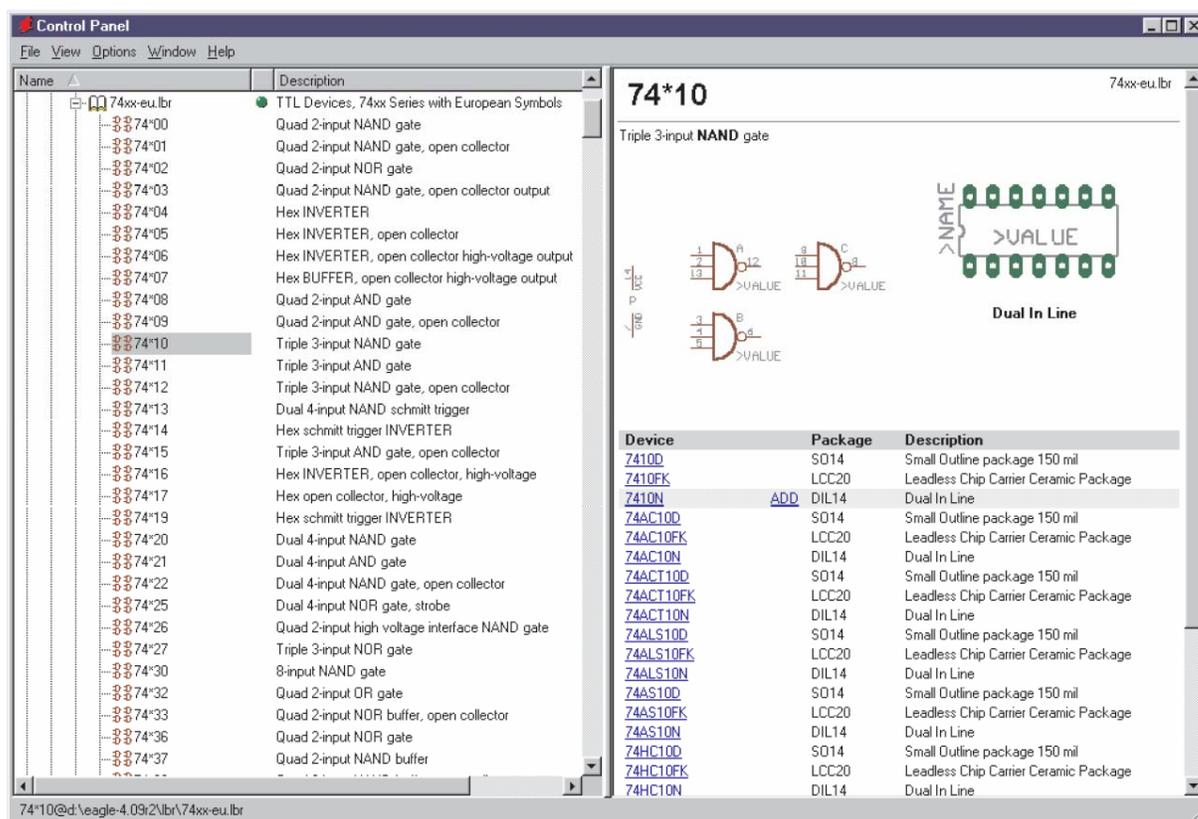


Figura 3-1: Verificação do conteúdo de uma das **Libraries** do EAGLE.

Observe que ao lado do nome de cada **Library** existe um pequeno círculo de cor verde. Ao se clicar sobre este círculo, o mesmo muda para um círculo menor, de cor preta. Esta ação permite “ligar” (verde) ou “desligar” a respectiva **Library**; ou seja, decide-se se os componentes existentes nessa **Library** serão ou não utilizados no projeto que está sendo executado.

Observar que, logo abaixo do menu superior, existem alguns botões que permitem alterar a forma de visualização. A Tabela 3-1 mostra as funções desses botões.

Tabela 3-1: Botões de Visualização, disponíveis tanto no módulo **Schematics** como no módulo **Board**.

Botão	Função	Alternativa
	Zoom In: aproxima a visão do desenho	F3
	Zoom out: afasta a visão do desenho	F4
	Fit: Ajusta o desenho para ser visualizado na janela toda	Alt + F2
	Amplia uma área determinada do desenho. Use o mouse para definir a área à ser visualizada.	
	Redraw: Durante algumas situações, o desenho pode ficar com "sujeiras". Este botão corrige o desenho.	F2

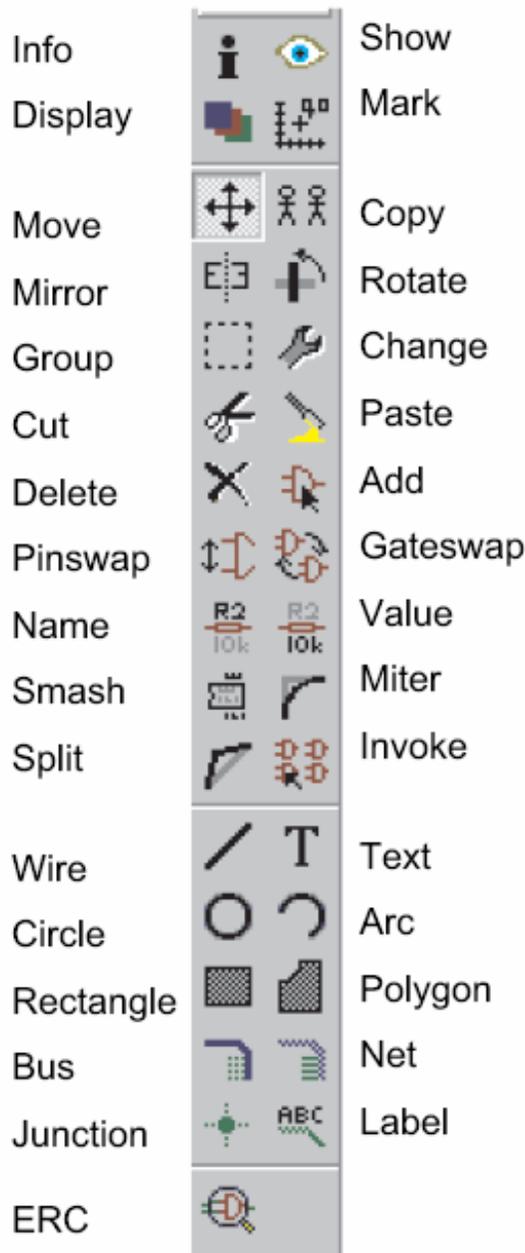
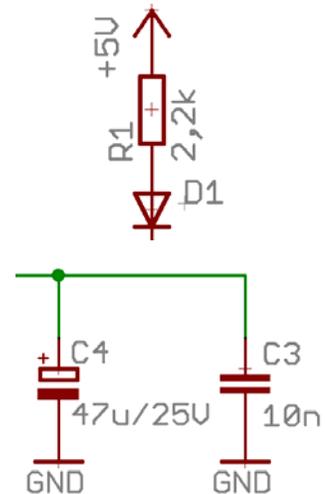


Figura 3-3: Menu de "botões" do módulo **Schematics**. As funções também estão disponíveis no menu principal do programa.

Exercícios:

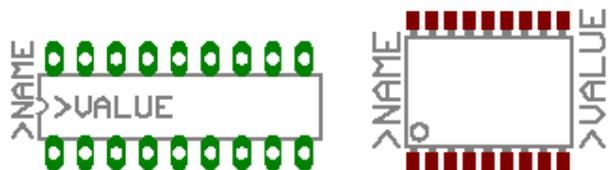
Após carregar o diagrama esquemático **demo2.sch**, acompanhe as seguintes ações:

- Localizar no diagrama esquemático o resistor **R1**, de **2,2 k Ω** . Modificar o valor desse resistor para **3,3 k Ω** e a sua referência para **Rd**.
- Observar no diagrama esquemático que a referência e o valor do resistor **R1** estão escritos na vertical. Utilizar o comando **Smash** e mudar estes textos para a posição horizontal.
- Localizar, junto ao regulador de tensão **78L05Z**, o capacitor eletrolítico **C4** de **47 μ F**. Adicione, em paralelo com esse capacitor, um novo capacitor também de **47 μ F**.



Atenção: a ligação entre os componentes do diagrama é feita com o comando **NET** e não com o comando **WIRE** !

- Verificar que o microprocessador **PIC16F84** presente no circuito utiliza o encapsulamento tipo *dual-in-line* de 18 pinos (DIL-18). Mudar o encapsulamento desse componente para o tipo SMD e verificar que não há mudança no diagrama esquemático.



3. CRIANDO UM NOVO PROJETO NO EAGLE

Acompanhe a explicação sobre os procedimentos para iniciar um novo projeto:

- Inicie o programa
- Dê um clique no símbolo existente em frente do item onde está escrito **Projects**
- Dê um clique no símbolo existente em frente do item onde está escrito **examples**
- Dê um clique no símbolo existente em frente do item onde está escrito **tutorial**. Irão surgir os vários itens associados com esta pasta. Clique sobre **tutorial** com o botão direito do mouse e selecione a opção **New Project** no menu.
- Mude o nome do novo projeto para um nome conveniente. Por exemplo, digite **MeuProjeto** e pressione a tecla **Enter** do teclado do microcomputador. Verifique que será criada uma nova pasta, agora com o nome **MeuProjeto**. Nessa pasta serão arquivados todos os arquivos associados com esse projeto.
- Selecione **MeuProjeto** e dê um clique com o botão da direita do mouse. Você verificará que no item **New** do menu existem as opções para se iniciar um novo diagrama esquemático do circuito (**Schematics**), ou uma nova placa de circuito impresso (**Board**) ou uma nova "biblioteca" de componentes (**Library**).
- No caso, vamos iniciar um novo diagrama esquemático, portanto escolhemos a opção **New** e em seguida **Schematics**.

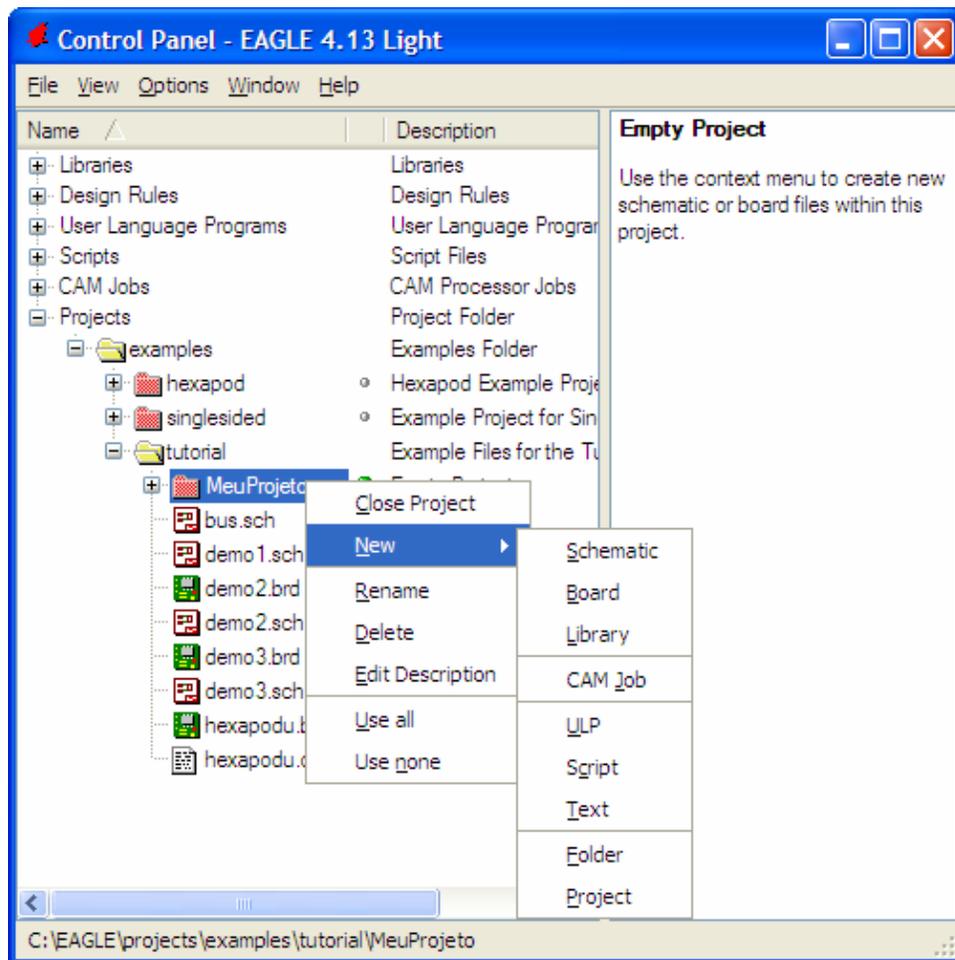


Figura 3-3: Procedimentos para início de um novo projeto.

A figura 3-4 mostra a proposta de um circuito eletrônico que será usado como exemplo para a criação de um novo diagrama esquemático. Trata-se de uma fonte de alimentação com regulação linear através do regulador eletrônico LM7815.

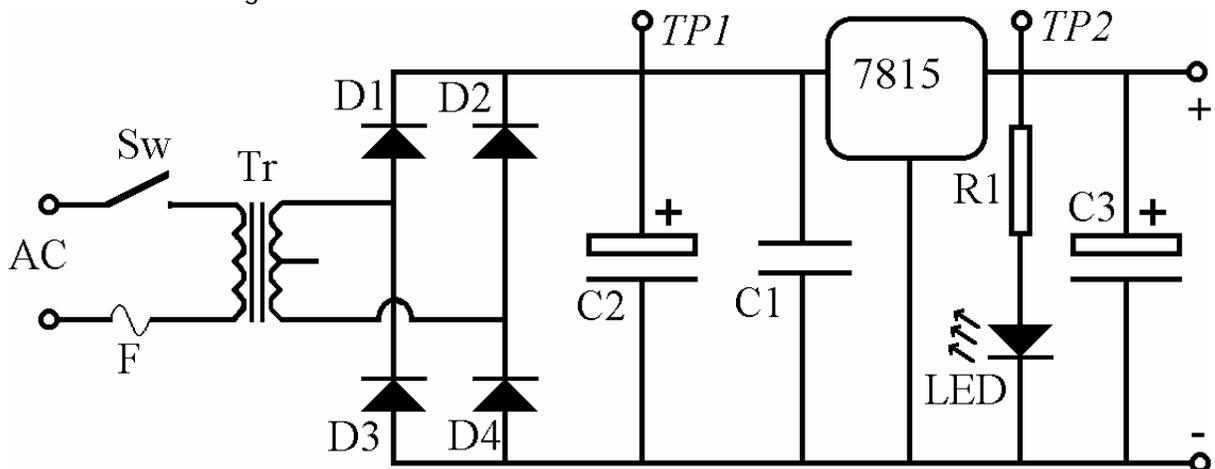


Figura 3-4: Circuito eletrônico para exemplo de criação de um novo diagrama esquemático.

Supõe-se que o interruptor **Sw**, o fusível **F** e o transformador **Tr**, mostrados na Figura 3-4, serão colocados fora da placa de circuito impresso, de modo que tais componentes também não serão representados no diagrama esquemático. A Tabela 3-2 relaciona os componentes que serão usados e sua localização nas "bibliotecas" do EAGLE.

Tabela 3-3: Componentes eletrônicos para criação de um novo diagrama esquemático:

Referência	Descrição	Valor	Library	Componente
D1, D2, D3, D4	Diodo retificador	1N4001	Discrete	DIODE-10
C1	Capacitor de poliéster	10nF	Discrete	CAP-10
C2	Capacitor Eletrolítico	1000 μ F	Discrete	ELC-45
7815	Regulador	LM7815	v-reg	78CXXL
R1	Resistor	680 Ω	Discrete	RESEU-12,5
LED	Diodo foto-emissor		Led – LED	LED5MM
C3	Capacitor Eletrolítico	100 μ F	Discrete	ELC-5
	Conector de entrada	<i>Pinhead</i> de 4 pinos	Com-Istb	MA-04-1
	Conector de saída	<i>Pinhead</i> de 4 pinos	Com-Istb	MA-04-1

Acompanhe os passos iniciais e faça como exercício o desenho do diagrama esquemático com o EAGLE. Ao final do trabalho, você deverá ter um desenho semelhante à Figura 3-5. Não se preocupe se o seu desenho for ligeiramente diferente; o importante é que as ligações entre os componentes estejam corretas.

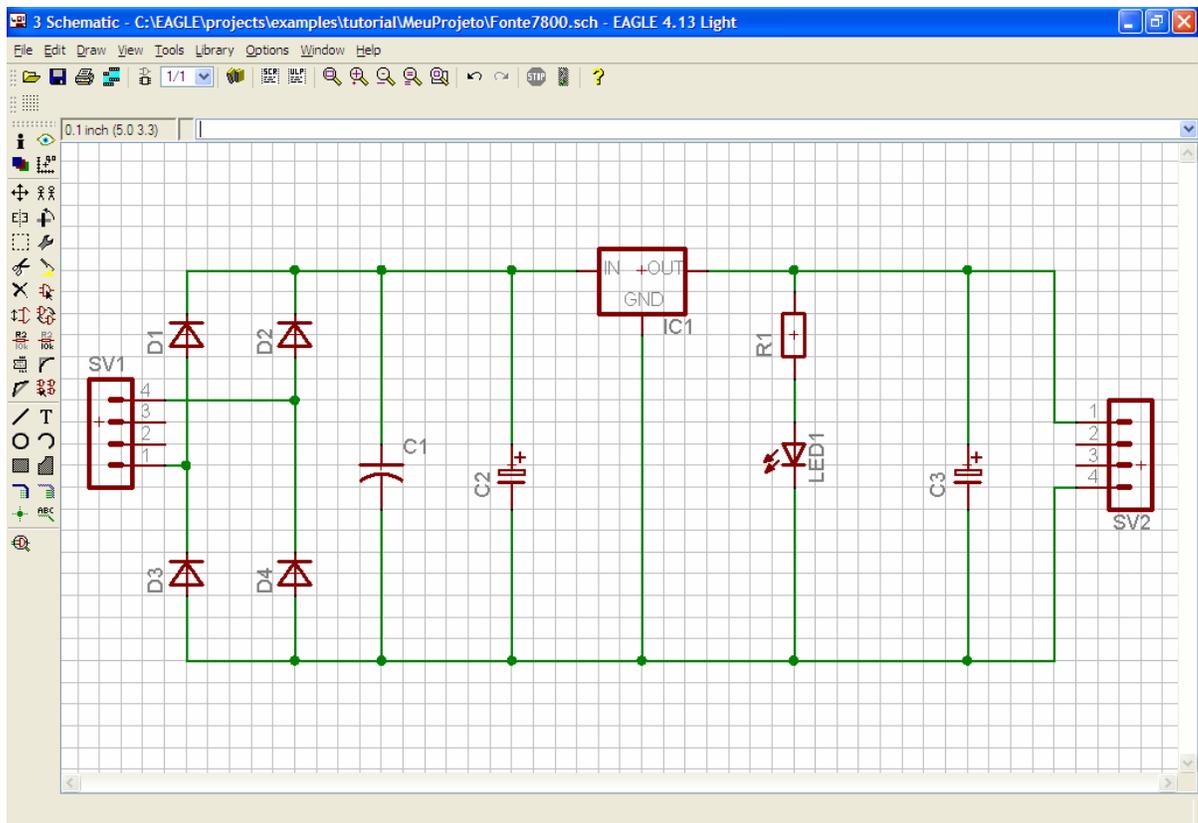


Figura 3-5: Resultado do desenho do circuito da Figura 3-4, feito no módulo **Schematics** do EAGLE.

Utilize os botões de **Name** e **Value**  para alterar as referências e os valores dos componentes, de modo a ficarem de acordo com o que existe na Tabela 3-3. Ao final, grave o arquivo para ser usado em uma próxima etapa, com um nome conveniente.

4. CRIANDO A PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO COM O EAGLE

A principal vantagem de um sistema de projeto integrado como o EAGLE é a vinculação entre o diagrama esquemático e a respectiva PCI. No módulo **Schematics**, escolha no menu superior **File** e em seguida **Switch to Board**. Você obterá uma mensagem de confirmação da criação de um arquivo com o mesmo nome dado ao diagrama esquemático, porém com a extensão **.brd**, correspondente à PCI associada ao projeto. Clique em **Yes** para confirmar a criação do arquivo.

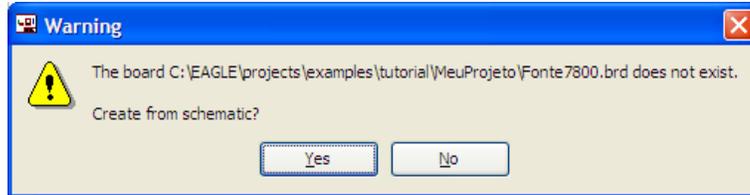


Figura 3-6: Confirmação da criação do arquivo para o projeto da PCI.

Será aberta então a janela do módulo **Board** do EAGLE, onde se faz o projeto da PCI. A Figura 3-7 mostra que existe um retângulo correspondente à PCI e, à esquerda desse, os componentes que foram desenhados no módulo **Schematics**. Observe que existem alguns traços, como se fossem "arames", ligando os terminais dos componentes, em conformidade com as ligações executadas no módulo **Schematics**.

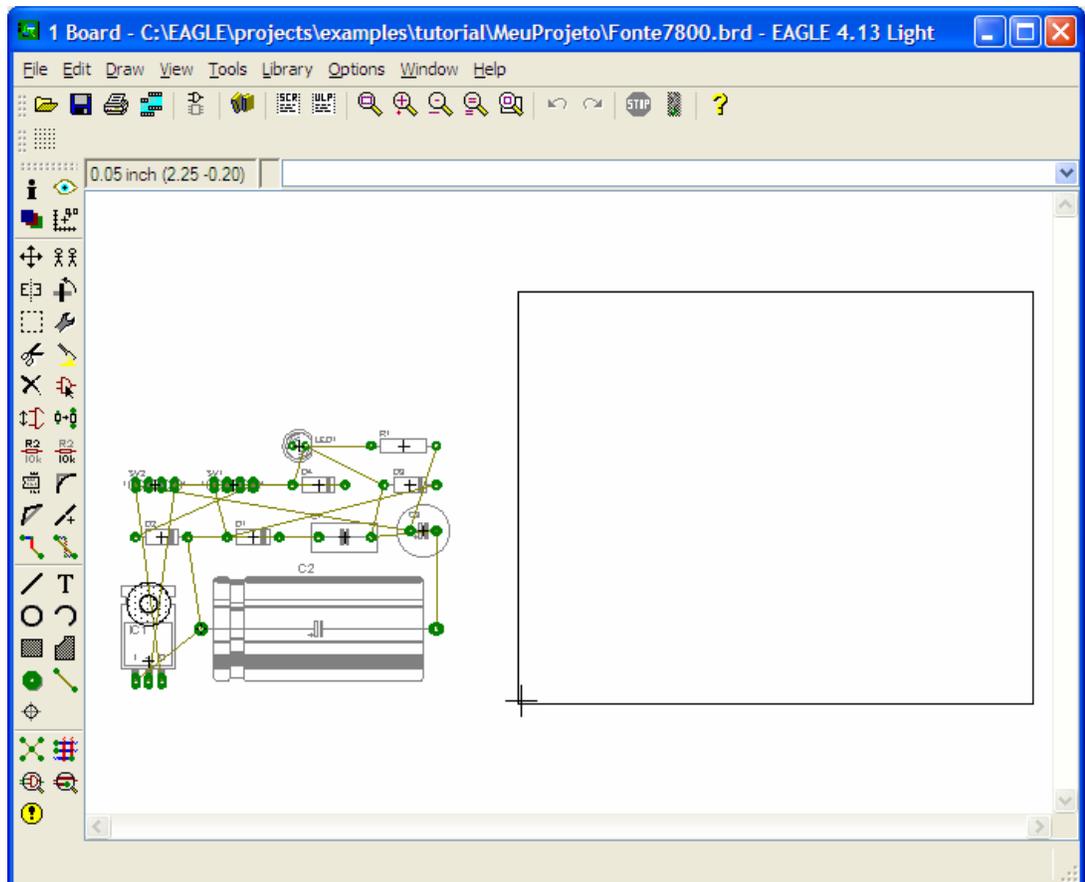


Figura 3-7: Na tela inicial do módulo **Board**, os componentes estão na área de coordenada negativa do desenho. O retângulo da direita é a PCI, com dimensões sugeridas de 8 cm x 10 cm.

Normalmente o primeiro trabalho a fazer é definir as dimensões da PCI. A versão *light* do EAGLE permite placas com dimensões máximas de 8 cm x 10 cm, sendo essa a sugestão existente na janela inicial do módulo **Board**. Para isso, é interessante ter-se um reticulado (*grid*) adequado.

Conforme visto anteriormente, o projeto de PCI é geralmente feito sobre um reticulado em polegadas, pois as dimensões dos componentes são padronizadas nesse sistema de medidas. O reticulado é acionado com o botão  existente próximo do canto superior esquerdo da janela. Acionando este botão, obtém-se a janela da Figura 3-8, onde se tem a sugestão de um reticulado com quadrículas com **0,05 inch** de lado; não é conveniente alterar este valor, sob pena de se ter problemas para se fazer o roteamento das trilhas. Portanto, acione simplesmente a opção **On**, na sessão onde está escrito **Display** e confirme clicando sobre **OK**.

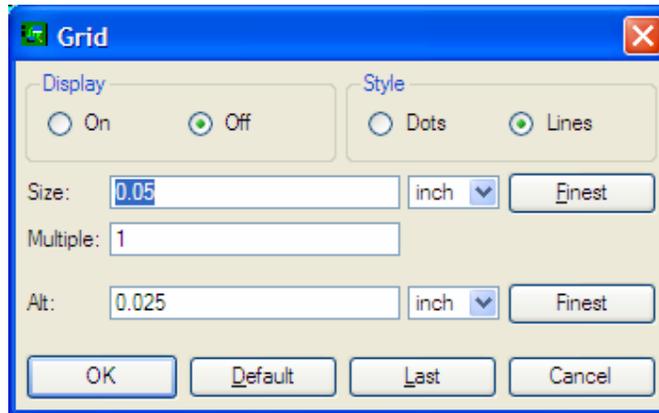


Figura 3-8: Definição do reticulado. É conveniente aceitar os valores sugeridos.

No presente exemplo, vamos reduzir a largura da placa para 2 *inch*. Para isso, utilize o botão denominado **Move**  e clique sobre o vértice superior direito do retângulo correspondente à placa, deslocando o vértice até obter-se a leitura de coordenadas **(3.19 2.00)**. Repita o procedimento para o vértice superior esquerdo, até obter as coordenadas **(0.00 2.00)**. A Figura 3-9 mostra o resultado obtido.

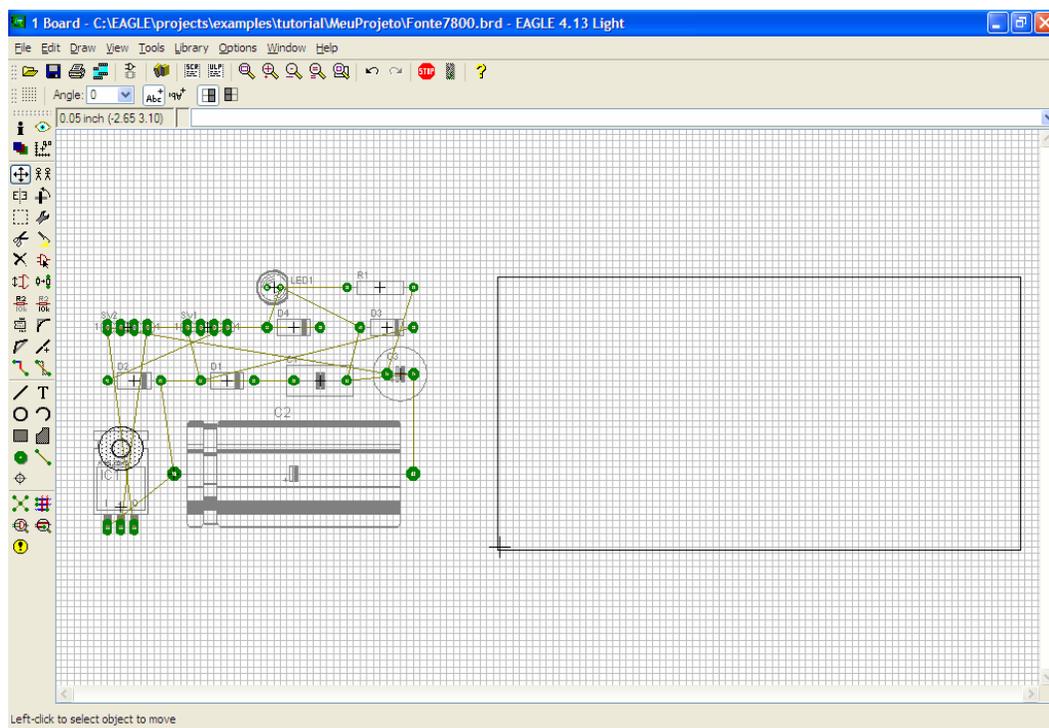


Figura 3-9: Nesse exemplo, a futura PCI teve as dimensões definidas como 2 *inch* x 3.19 *inch*.

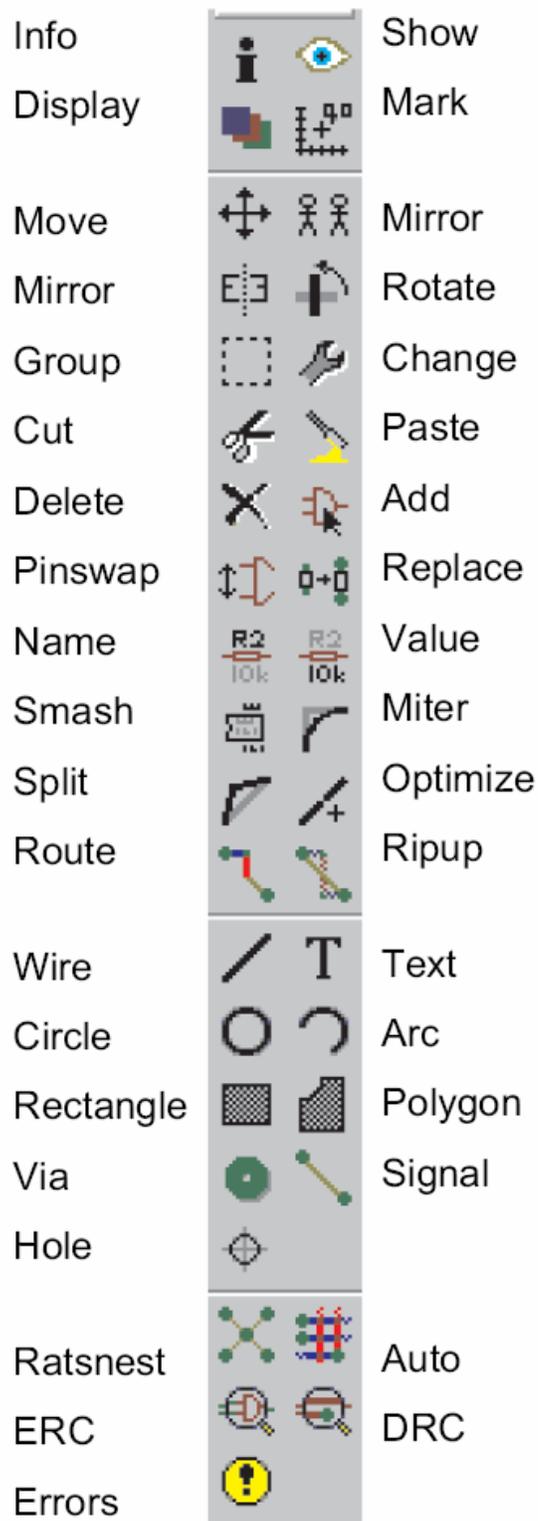


Figura 3-10:
Menu de “botões” do módulo **Board**. As funções também estão disponíveis no menu principal do programa.

O próximo passo é mover os componentes para a placa, distribuindo-os de uma forma adequada. Para isso, utilize novamente o botão **Move** e use o botão da direita do *mouse* para girar o componente 90°. Cada clique do botão da direita do *mouse* promove um giro adicional de 90°. Nesse exercício, distribua os componentes de qualquer forma, apenas para verificar como se faz o

autorroteamento. Verifique que não é possível colocar um componente fora do retângulo definido como as dimensões da futura PCI porque, obviamente, não seria possível que as trilhas ultrapasassem os seus limites. Um exemplo de resultado é mostrado na Figura 3-11; o seu desenho pode ser diferente, dependendo do local onde você tenha colocado os componentes na placa. Os terminais *pinhead* de entrada e saída, no entanto, normalmente devem estar próximos das bordas da PCI. Depois de todos os elementos terem sido posicionados sobre a placa, acione o botão denominado **Ratsnest** . Isto faz com que sejam calculados automaticamente os caminhos mais curtos entre os terminais interligados.

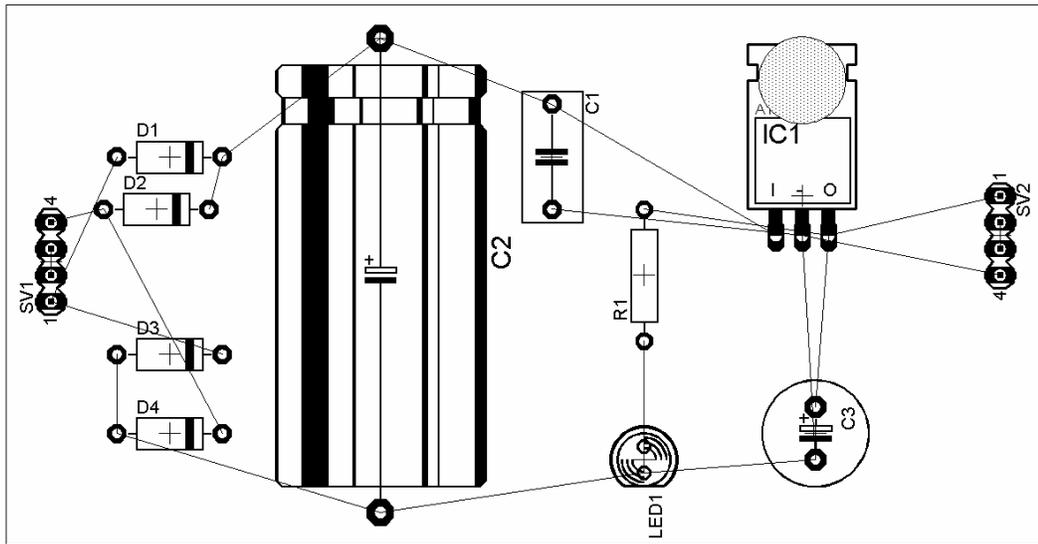


Figura 3-11: Aspecto da PCI com os componentes distribuídos, porém antes do autorroteamento.

O próximo passo é definir as regras de projeto, que incluem, entre outros itens, a largura mínima das trilhas. Para isso, aciona-se no menu a opção **Edit** e, em seguida, **Design Rules**. A Figura 3-12 mostra a janela obtida, onde se tem diversas opções a serem preenchidas, de acordo com as características elétricas do circuito (correntes e tensões existentes) e com o processo de fabricação à ser usado para se ter a futura PCI.

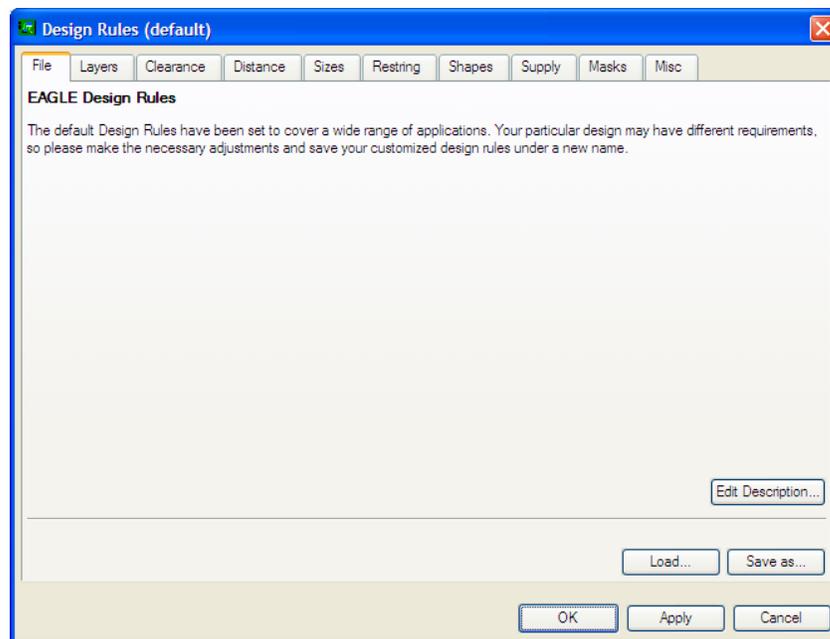


Figura 3-12: Janela das opções das Regras de Projeto.

No presente exemplo, vamos modificar somente a largura mínima das trilhas. Escolhe-se portanto no janela **Design Rules** o item correspondente a **Sizes**. Verifique que o valor da grandeza **Minimum Width** está especificada como **10mil**. Isso corresponde a 0,01 *inch*, ou seja, uma largura de trilha mínima de 0,254 mm. Esta janela aceita valores tanto em mil, como também em milímetros, de modo que vamos substituir o valor **10mil** por **2mm** (escrito dessa forma, sem espaço entre o algarismo e a unidade).

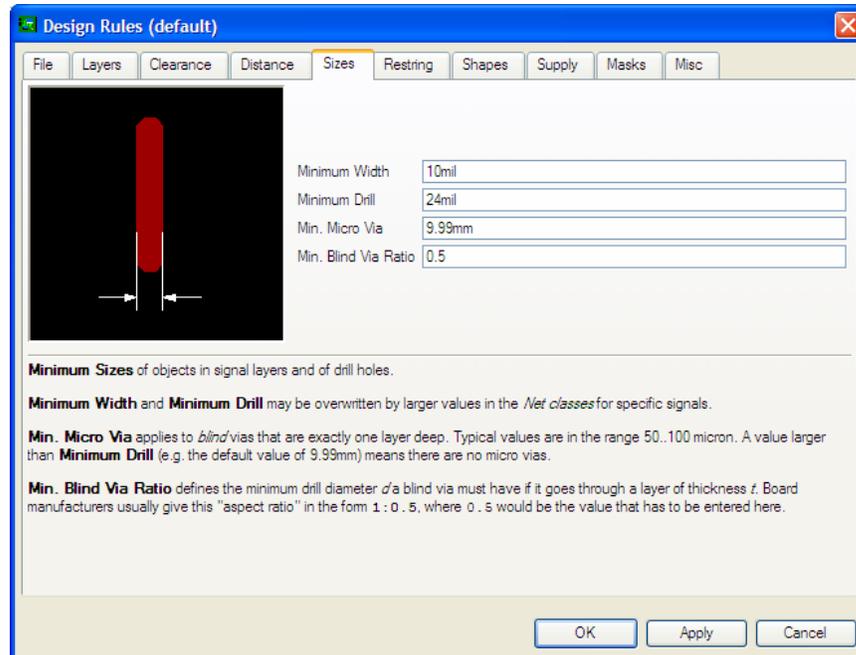


Figura 3-13: Especificações das Regras de Projeto.

Finalmente, acione no menu superior **Tools** e **Auto...** ou então o botão  para fazer o autorroteamento da placa. Você obterá uma janela adicional, ilustrada na Figura 3-14. Esta janela possibilita, entre outras opções, a escolher a direção preferencial das trilhas nas faces superior e inferior da placa. Permite também, se for o caso, tentar fazer o roteamento somente pela face inferior da placa, para se usar uma placa cobreada em uma única face.

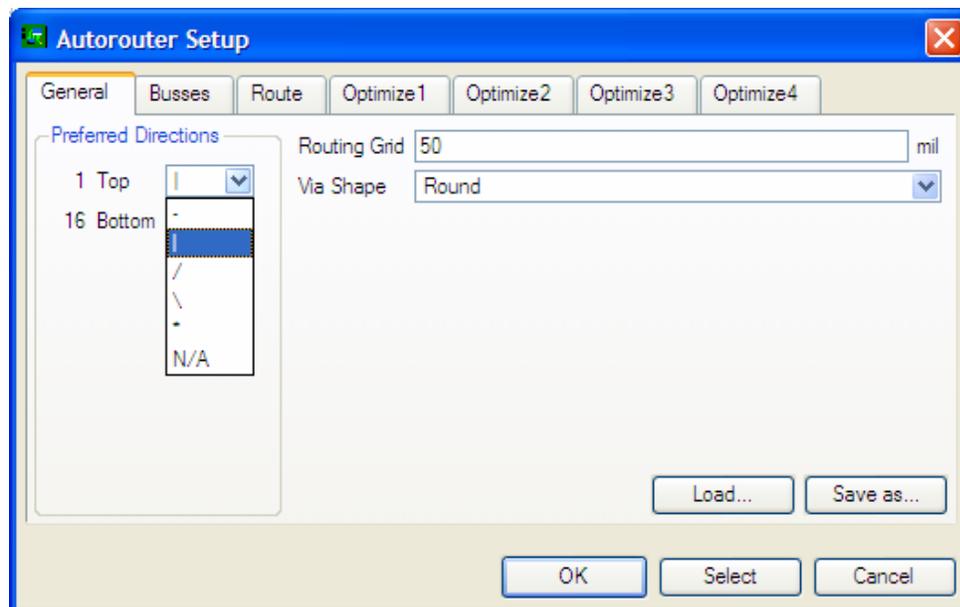


Figura 3-14: Opções para o autorroteamento da PCI. É possível escolher que as trilhas sejam traçadas em ambas as faces ou em apenas uma face da placa.

A Figura 3-15 mostra o resultado obtido após o autorroteamento ser completado. As trilhas desenhadas em cor vermelha correspondem à face superior da PCI, onde são normalmente fixados os componentes; as trilhas desenhadas em cor azul correspondem à face inferior da PCI, visualizadas nesse caso como se a PCI fosse transparente.

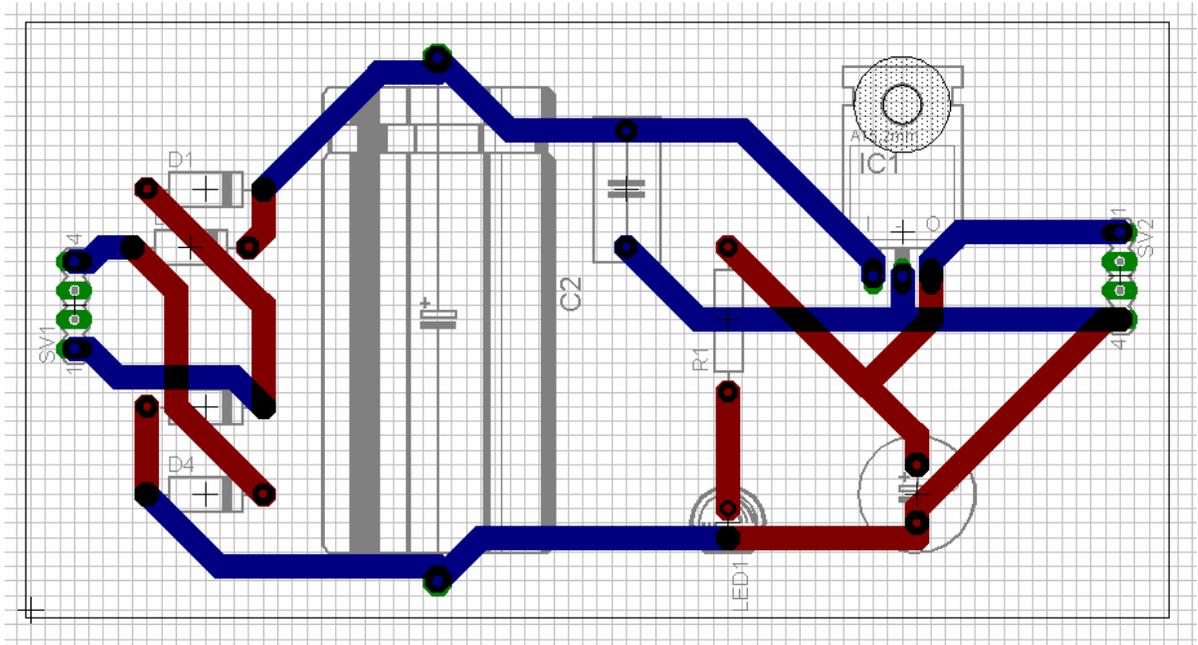


Figura 3-15: Resultado obtido no exemplo.

Observar que na região em torno do orifício de fixação do regulador **LM7815** existe um círculo hachurado. Trata-se de uma região proibida para o roteamento, ou seja, não é permitido que nenhuma trilha passe por esta região, pois se tal ocorresse o montador se defrontaria com um problema para instalar o parafuso e a porca de fixação do regulador. A título de exemplo, vamos supor que no canto inferior esquerdo deva existir uma outra região proibida, de forma retangular e atingindo a trilha que liga o terminal negativo do capacitor **C3** com o pino 4 do *pinhead* de saída.

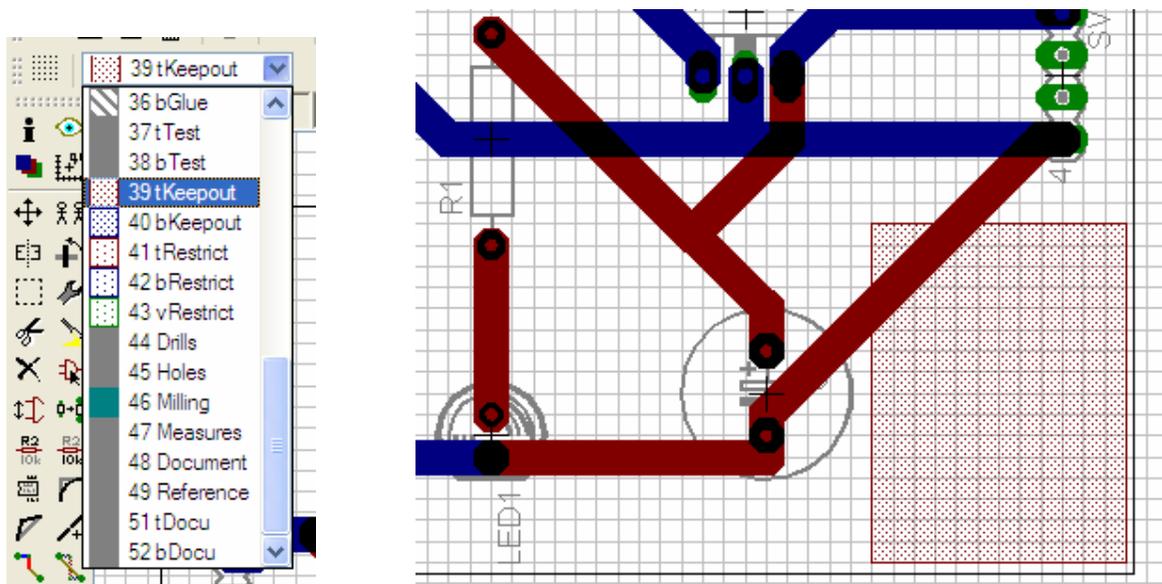


Figura 3-16: Criação de uma região proibida na face superior da PCI.

Escolhe-se, portanto, o botão correspondente ao desenho de formas retangulares  e, no menu superior onde se encontram as "camadas" do desenho, escolhe-se a camada de número **39**

denominada **tKeepout**. No caso, a letra **t** corresponde a **top**, ou seja, a face superior da PCI. Desenha-se então com o *mouse* um retângulo no local desejado, conforme mostrado na Figura 3-16. Em seguida, usando o botão denominado **Ripup**  desfaz-se o roteamento dessa parte do circuito, ou seja, substitui-se a trilha que faz a ligação entre o terminal negativo do capacitor **C3** com o pino 4 do *pinhead* de saída pelo "arame" de conexão.

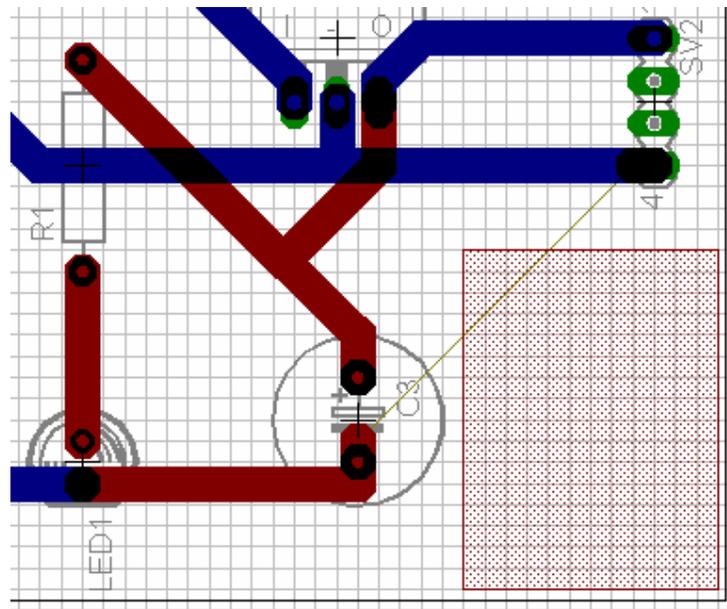


Figura 3-17: Com a ferramenta Ripup, desfez-se a trilha.

Acionando-se novamente o autorroteamento, observa-se que a ligação entre o terminal negativo do capacitor **C3** e o pino 4 do *pinhead* de saída foi refeita por um outro caminho, mantendo-se livre de trilhas a região proibida definida anteriormente.

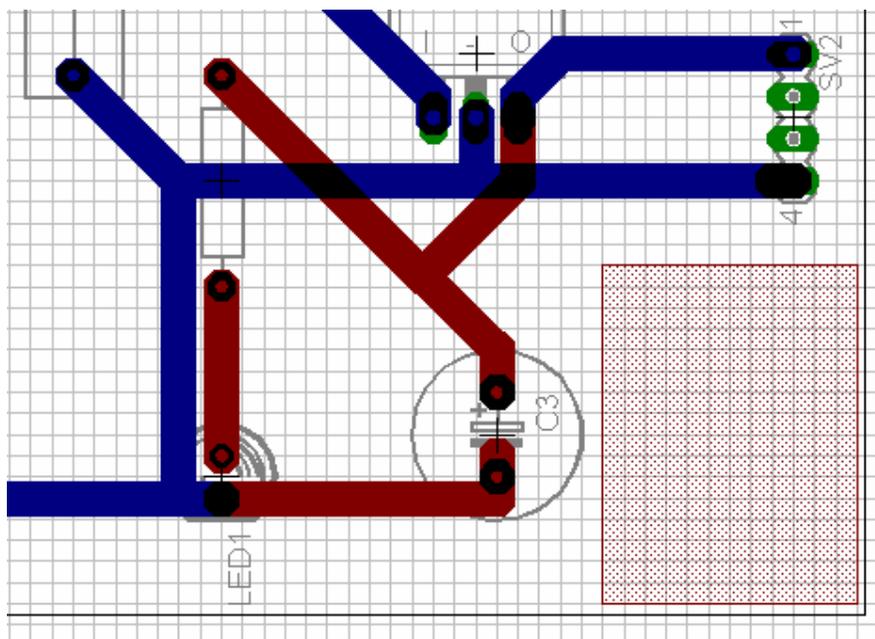


Figura 3-18: resultado final obtido, onde a trilha foi removida da região proibida.