

# CAD ELETRÔNICO - *Computer Aided Design*

## TANGO SCH, PCB e ROUTE

O CAD eletrônico é uma ferramenta que auxilia o técnico no projeto e desenho de esquemas, incluindo layout (arte final) da placa de circuito impresso e roteamento.

Permite ainda a criação de componentes eletrônicos dentro de padrões estabelecidos por normas técnicas internacionais ou vigentes em determinados países.

Existem vários programas para tal fim, sendo que os dois mais conhecidos e divulgados são: Orcad e Tango.

Abordaremos neste curso o programa *Tango* cujo software é de fácil compreensão e manipulação.

O Tango apresenta 3 módulos básicos: *Schematic, PCB e Route*.

Para instalar o software Tango alguns requisitos devem ser observados, tais como: tipo de processador, memória de massa disponível para a execução dos trabalhos, tipo de monitor utilizado e respectiva resolução, quantidade de memória RAM disponível e finalmente o sistema operacional a ser utilizado.

Durante o curso de CAD eletrônico o software Tango será instalado em computadores que obedecem as especificações:

Tipo: PC/AT  
Microprocessador: 486 - DX2-66  
HD: 420MB  
Floppy: 1.44MB ou 1.22MB <sup>1</sup>  
Monitor: colorido com adaptador EGA/VGA  
Resolução: 640x480 (.28)  
Sistema operacional: DOS-6.22  
Memória RAM: 4MB <sup>2</sup>  
Mouse: padrão Microsoft

### INSTALAÇÃO E DIRETÓRIOS

⇒ é importante constar no CONFIG.SYS as linhas:

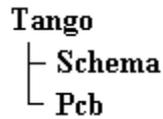
**Files = 20**

**Buffers = 20**

⇒ depois de instalado, deverão aparecer o diretório e subdiretórios:

<sup>1</sup> Depende do tamanho e capacidade do disquete de instalação

<sup>2</sup> Memória estendida



No entanto, o programa poderá ser instalado em um único diretório e para inicialização deverão ser digitados:

**PCB** - para o Tango PCB  
**SCH** - para o Tango Schematic  
**ROUTE** - para o Tango Route

*Importante: O tango Route deverá ser instalado no mesmo subdiretório PCB para evitar o aparecimento de mensagem de erro, uma vez que o Route procura pelo arquivo PCB.INI.*

Tanto no arquivo PCB.INI como no arquivo SCH.INI estão contidas informações de inicialização como: drive de vídeo, configuração de cores e de bibliotecas. Esses arquivos poderão ser editados pelo comando EDIT existente no DOS.

As extensões utilizadas são:

- ⇒ para o Schematic <filename>.S01 <sup>3</sup>
- ⇒ para o PCB <filename>.PCB
- ⇒ para o Route <filename>.SET

Desta forma, o Tango poderá ser inicializado com a abertura de arquivos já existentes.

## OPERAÇÃO COM TECLADO E MOUSE

A figura 1 mostra o aspecto da tela do Tango, cuja *interface* pode ser manipulada com teclado ou mouse; isto é válido tanto para o Tango Schematic como para o Tango PCB.

A *área de trabalho* (Workspace), é uma área delimitada por bordas que são identificadas com as letras A a D no sentido horizontal, representando o eixo X, e com os números 1 a 4 no sentido vertical, representando o eixo Y.

A figura 2 mostra um mouse de dois botões e respectivas funções, para que você possa orientar-se quanto a função dos mesmos. Os botões <ENTER> e <ESC> do mouse possuem a mesma função das teclas <ENTER> e <ESC>.

Para movimentar o cursor, que na figura 1 é representado por uma seta basta acionar as teclas de seta do teclado do computador que o deslocamento ocorrerá tanto na horizontal como na vertical em relação aos pontos do grid. O grid é representado pelos inúmeros pontos na tela. O cursor no entanto, pode ser movimentado com o mouse dentro da *área de trabalho* (Workspace).

---

<sup>3</sup> O Tango Schematic requer uma extensão .Sxx, onde xx é um número de 01 a 99. Caso não seja especificada essa extensão, será assumido o padrão .S01

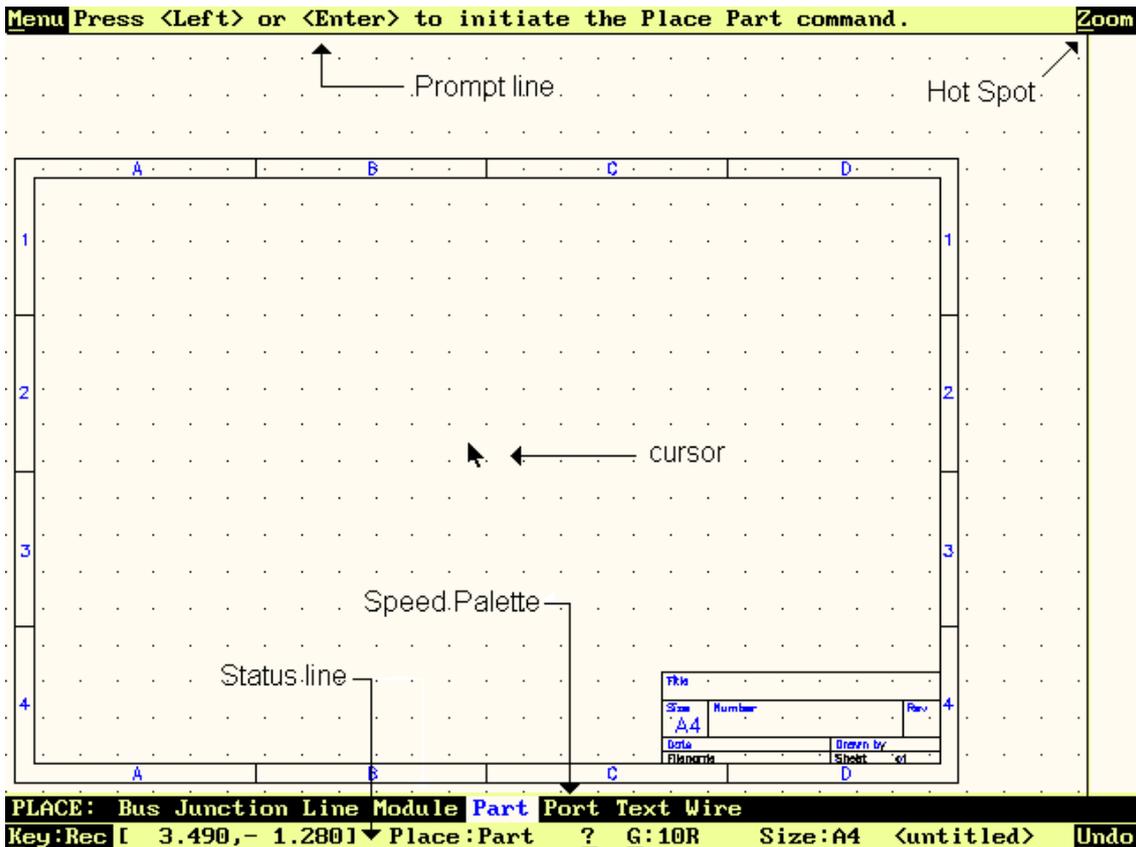


fig. 1

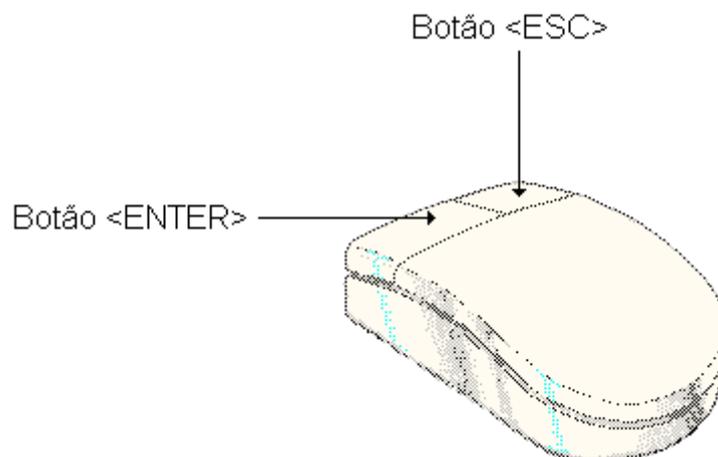


fig. 2

Os *Hot Spots* são os quatro comandos que se encontram nas extremidades dos cantos da tela, que são: **Menu**, **Zoom**, **Key** e **Undo**.

Para acessar os *Hot Spots* via teclado basta digitar a letra inicial do item desejado que se encontra sublinhada. Por exemplo: para acessar o *Hot Spot* Zoom, basta digitar a letra "Z".

Para acionar qualquer um dos *Hot Spots* com o mouse, basta arrastar o cursor até um desses pontos e clicar <ENTER>.

### **Considerações sobre o comando Undo:**

O comando Undo restaura a condição anterior. Para acioná-lo com o mouse clique <ENTER> no *Hot Spot* Undo ou simplesmente tecle U. Se por exemplo, você deletou um dado componente e

percebeu que cometeu um engano, clique <ENTER> sobre o Hot Spot Undo que o componente será restaurado.

Os comandos MENU e ZOOM serão vistos detalhadamente mais adiante.

## TANGO SCHEMATIC

### CONHECENDO A INTERFACE

O Tango possui duas *interfaces gráficas*: SHEET EDITOR, para desenhar esquemas e o LIBRARY EDITOR que possibilita a criação de componentes.

O segredo para se executar um ótimo trabalho no Tango é acima de tudo o conhecimento da *interface* e os recursos que ela oferece, dentre os quais: criar, posicionar, modificar, visualizar (zoom) e imprimir o projeto.

Analisemos alguns aspectos importantes da tela do Tango:

#### **Prompt line:**

O prompt line é uma linha de texto no topo da tela que lista os subcomandos do menu principal quando este é acessado, explicando de maneira simplificada o comando ativo no momento.

Na figura 1 o comando ativo é *place part* e desta forma teremos a seguinte mensagem no prompt line:

Press <left> or <enter> to initiate the  
Place Part command

*ou seja: pressione o botão esquerdo do mouse ou pressione enter para iniciar o comando Place Part.*

#### **Status line:**

É uma linha que se localiza na parte inferior da tela que contém várias informações quanto ao trabalho que está sendo executado; da esquerda para a direita temos:

a) Localização do cursor nos eixos X e Y. Na figura 1 o cursor está localizado nas posições 3.490,1.200. É uma informação muito útil quanto a fixação de componentes. Essas coordenadas possuem a resolução de 1mil (0,001 polegada);

b) Comando que está sendo executado ou comando ativo, que neste caso é: PLACE PART;

c) Um sinal de “?” que possibilita acessar o Help on-line;

d) Grid, que representa valores relativos, absolutos ou visíveis. O ponto de origem depende do grid, isto é, quando o grid for absoluto (que é o grid padrão) a origem é o canto inferior esquerdo da tela.

Os grids absoluto e relativo são para movimentação do cursor na área de trabalho, isto é, quando o grid absoluto estiver selecionado para 100 mils, o cursor será movimentado com incremento de 100 mils tanto na horizontal como na vertical.

Para mudar o grid de absoluto para relativo, movimente o cursor até o campo do grid e clique <ENTER> ou simplesmente tecle G. Clique <ENTER> em qualquer ponto da área de trabalho para definir novas coordenadas (0,0).

Para mudar o grid de relativo para absoluto, clique <ENTER> novamente no campo grid ou tecle G.

**Dica:** *No tango Schematic, use sempre o grid absoluto 100 mils para posicionar os componentes, pois isso facilitará a execução do Place Wire*

O grid relativo é mais utilizado para posicionar textos em esquemas (layout) ou PCB, ou ainda durante a criação de componentes que possuam muitos detalhes.

**Importante:** *A mudança do tamanho do grid somente será possível através do comando Setup Grid, que será visto posteriormente.*

O grid visível serve apenas como referência, sendo definido pelo usuário no comando Setup Grid. Geralmente para o Schematic é utilizado o padrão 400 mils enquanto que, para o PCB este padrão é de 100 mils.

e) Tamanho da folha corrente, neste caso, Size: A4;

f) Nome do arquivo corrente que está sendo editado, que neste caso é um arquivo novo ainda sem título <untitled>.

## **Considerações sobre o Speed Palette:**

O Speed Palette é uma linha de comandos logo acima da linha Status Line, que permite uma opção mais rápida para ativar os comandos.

Para ativar uma função usando o Speed Palette, basta avançar o cursor sobre o comando do lado esquerdo inferior da linha Speed Palette e clicar <ENTER>; este procedimento mudará o comando. Para selecionar os subcomandos basta clicar <ENTER> sobre eles.

*Atenção: É necessário o mouse para acessar o Speed Palette.*

## **CONHECENDO O COMANDO MENU**

Todos os comandos do Tango estão disponíveis neste Menu, conhecido também como Menu Principal (Main Menu).

Existem 3 maneiras de acionar o comando Menu:

- 1) através do Hot Spot, posicionando o cursor do mouse;
- 2) com o cursor em qualquer posição, tecle M ou a tecla de espaço (Space);

3) com o cursor em qualquer posição, clique os botões <ENTER> e <ESC> do mouse simultaneamente.

Para remover o Menu Principal da tela simplesmente tecle <ESC> ou clique <ESC>.

Para ativar um comando dentro do Menu Principal basta deslocar a barra até o comando desejado e clicar ou teclar <ENTER>.

A figura 3 mostra o Menu Principal na tela do Tango:

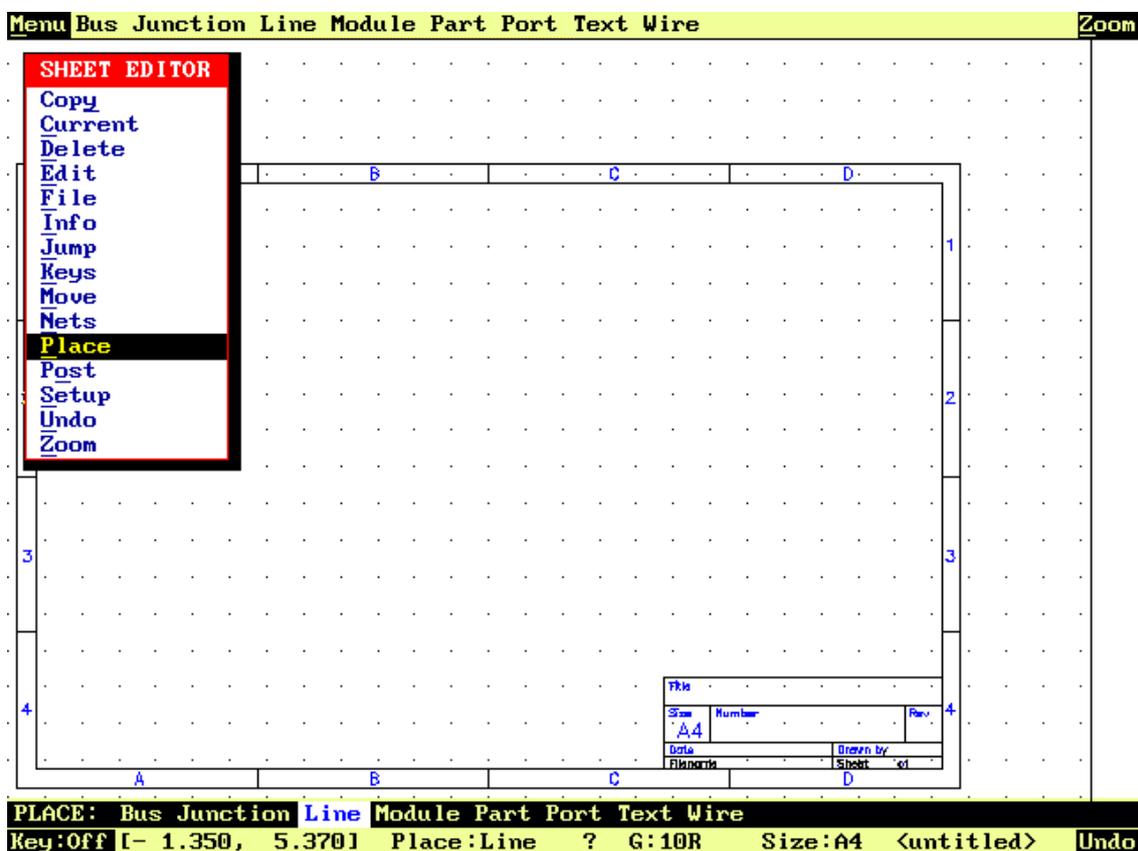
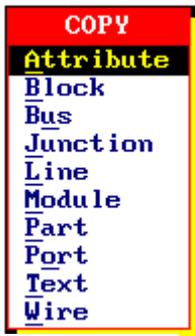


fig. 3

O comando selecionado no caso é o Place, que possui vários subcomandos, sendo que isto poderá ser observado no Speed Palette, onde o subcomando ativo do Place é o Line. No Prompt line são observados também os subcomandos disponíveis.

## EXPLORANDO OS COMANDOS DO MENU PRINCIPAL



**COPY:** O quadro ao lado mostra os subcomandos do comando Copy. Este comando permite que se opere dentro da *área de trabalho* possibilitando a cópia de qualquer parte de um esquema que estiver na *área de trabalho*.

Por exemplo, se você quiser duplicar um determinado componente dentro da *área de trabalho*, basta mover a barra iluminada até o subcomando Part e clicar <ENTER>. Depois arraste o cursor até ao componente que quiser duplicar e clique <ENTER> novamente. Essa operação duplicará o componente, aí então, é só arrastar esse componente para outro local e clicar <ENTER>.



**CURRENT:** Permite que seja definida a largura da linha, tipo de linha (cheia, sólida ou hachuriada) e definir o tamanho da fonte utilizada para textos. A figura 4 mostra o box de diálogo que permite configurar a espessura das linhas e o tamanho da fonte:

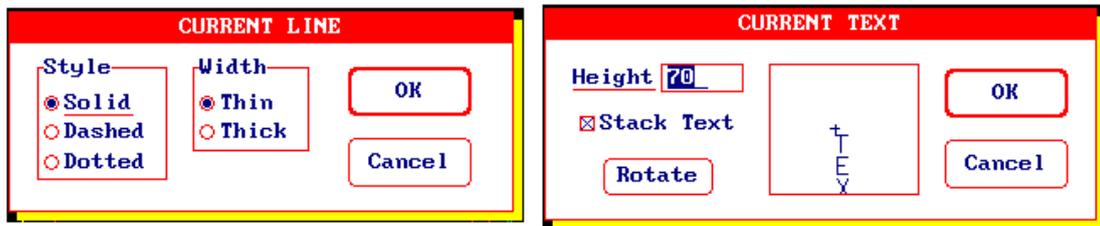


fig. 4

A configuração mostrada é:

- Estilo da linha: sólido (*Solid*)
- Largura da linha: fina (*Thin*)
- Altura do texto: 70
- Posicionamento: vertical

A linha ainda poderá ser configurada nos estilos *Dashed* (*hachuriado*) ou *Dotted* (*pontilhado*) e ainda com espessura *Thick* (*grossa*).



**DELETE:** Permite a exclusão de qualquer parte de um esquema que estiver na *área de trabalho*.

Se você quiser excluir por exemplo, uma linha, basta deslocar a barra iluminada até ao subcomando Line, clicar <ENTER> e arrastar o cursor até a linha a ser excluída e clicar novamente <ENTER>.



**EDIT:** Permite a edição de qualquer parte de um esquema que estiver na *área de trabalho*.

Para editar os parâmetros de um componente, por exemplo, basta deslocar a barra iluminada até ao subcomando Part e clicar <ENTER>.

Em seguida arraste o cursor até ao componente a ser editado e clique <ENTER> novamente.

Este subcomando permite alterar os parâmetros de qualquer parte que estiver na *área de trabalho*.



**FILE:** Segue uma breve descrição dos subcomandos:

a) Clear - permite apagar toda a *área de trabalho*. Quando esse comando for acionado será aberto um box de diálogo, perguntando se deseja salvar o conteúdo da área de trabalho; em caso afirmativo, digite um nome para o arquivo e o diretório de destino.

b) DOS - permite entrar no DOS sem sair do programa; para retornar ao programa, basta digitar *Exit*.

c) Hierarchy - somente quando se trabalha com arquivos hierárquicos.

d) Load - permite carregar um arquivo existente.

e) Quit - sai do programa.

f) Save - salva o trabalho em um diretório qualquer.



**INFO:** Fornece identificações de componentes pertencentes a um Net, e também informações sobre o sistema tais como tamanho e propriedades do arquivo que está sendo editado, quantidade de memória, etc.

A figura 4 ilustra o subcomando Status.

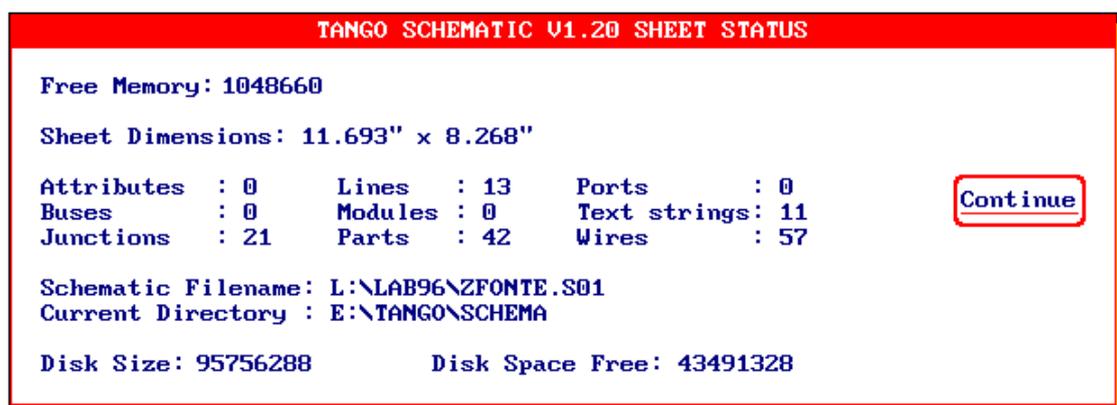


fig. 4



**JUMP:** Permite um acesso imediato a qualquer parte do esquema, através de uma listagem de componentes, ligações, textos, etc.

A figura 5 ilustra a listagem de componentes de um determinado esquema. Ao clicar OK, o cursor será deslocado imediatamente para aquela parte do esquema, no caso T2. Isto é muito útil em um esquema com muitos componentes, uma vez que abrevia a procura dos mesmos.

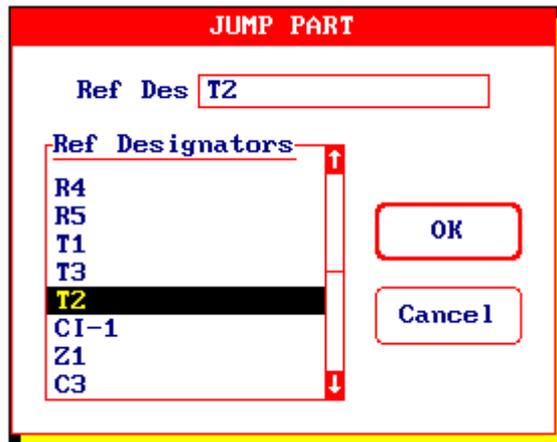
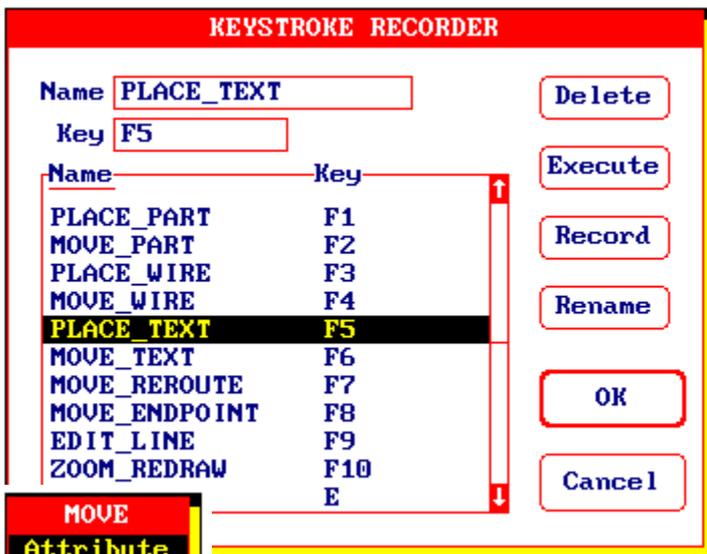


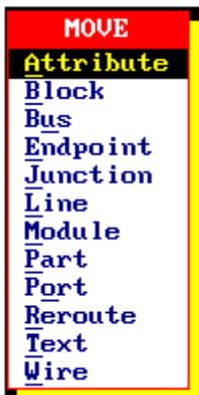
fig. 5



**KEY:** Permite um acesso rápido a qualquer comando através de teclas de atalho.

Neste caso, conforme mostra a figura ao lado, se pressionarmos a tecla F5, observa-se no Speed Palette que fica habilitado o comando Place e o subcomando Text.

Para acessar este subcomando basta clicar ou pressionar <ENTER>.



**MOVE:** Permite deslocar para qualquer parte da *área de trabalho* qualquer componente do esquema, facilitando assim

uma perfeita interação, apresentação ou distribuição dos componentes de um esquema eletrônico ou layout.

Se a barra iluminada for deslocada para o subcomando Part, qualquer componente dentro do esquema poderá ser movimentado com o mouse ou teclado.

A vantagem desse comando é que permite mover não apenas um componente, ligação ou junção mas também um bloco inteiro.

Para deslocar um bloco para uma outra parte da *área de trabalho*, proceda-se da seguinte forma:

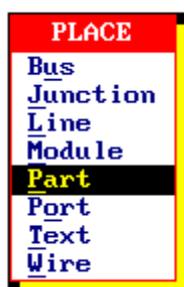
- 1) Clique <ENTER> no subcomando Block;

- 2) Na *área de trabalho* selecione o bloco, mantendo pressionado o botão <ENTER> do mouse;
- 3) libere o botão e então a área selecionada será iluminada;
- 4) arraste essa área para uma nova localidade e clique <ENTER>.

Durante o processo a bloco pode ser rotacionado “R” e espelhado (mirror) pressionando “Y”.



**NET:** Fornece informações das ligações entre os componentes do esquema que está sendo editado, permitindo também destacar com cores diferentes pontos comuns entre ligações.



**PLACE:** Permite fixar componentes, blocos, linhas, texto, etc. em qualquer parte da *área de trabalho*.

Quando você seleciona o subcomando Part por exemplo, um box de diálogo aparece quando você clicar <ENTER> em qualquer parte da área de trabalho, conforme mostra a figura 6.

Selecione então o componente a ser fixado, complete o box de diálogo e clique em seguida OK.

No campo Type deverá ser digitado o componente a ser fixado na *área de trabalho*, como por exemplo resistor, capacitor, diodo, etc. Note que esses componentes deverão estar nas bibliotecas previamente configuradas, caso contrário aparecerá uma mensagem de erro.

A configuração das bibliotecas deve ser feita no comando Setup, subcomando Libraries no Menu Principal.

No campo Type deverá ser digitado o tipo de componente, como por exemplo, Res para resistores.

No campo Ref Des deverá constar a referência do componente dentro do esquema, como por exemplo, R1 para resistor, C3 para capacitor, T1 para transistor e assim por diante.

Finalmente no campo Value deverá ser digitado o valor do componente, por exemplo, 10k para resistor, 6uF para capacitor e assim por diante.

Quando esses campos estiverem completos clique OK que o componente aparecerá na *área de trabalho*. Se necessário, o componente poderá ser rotacionado, pressionando a tecla R.

Arraste o componente para o local desejado de clique <ENTER>.



fig. 6

No entanto, muitas vezes não é possível decorar o nome de todos os componentes. Caso isso ocorra, basta clicar em List, que será mostrado um box de diálogo conforme ilustra a figura 7.

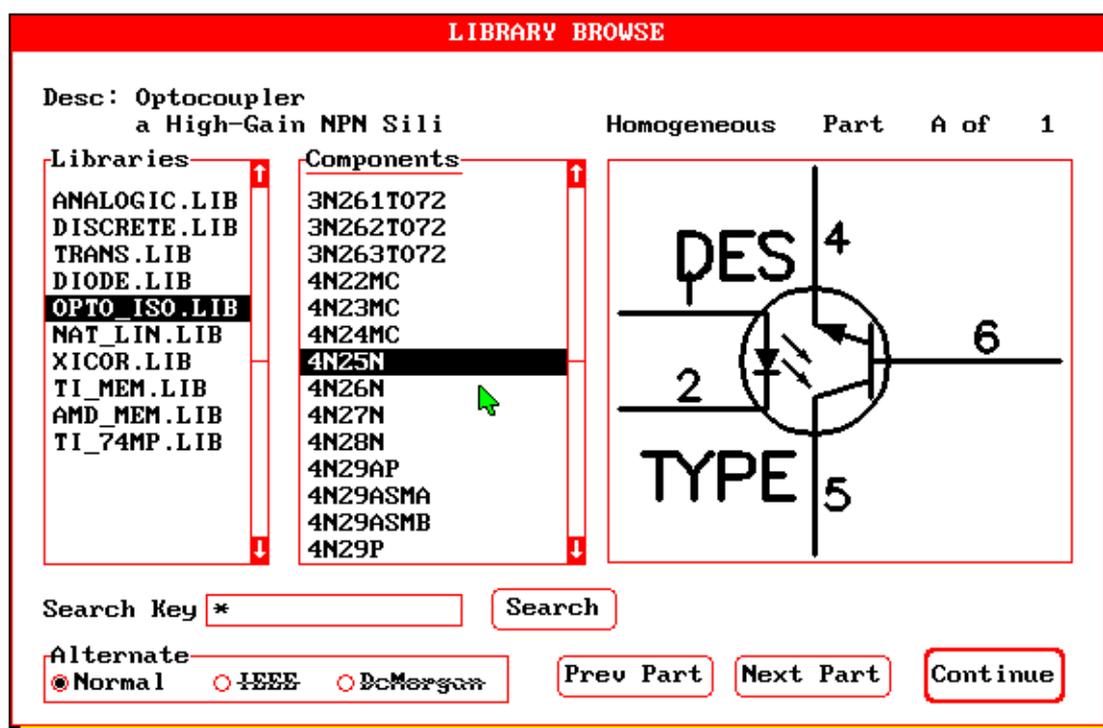


fig. 7

Observa-se neste box, à esquerda o nome de todas as bibliotecas previamente configuradas.

Cada biblioteca possui uma lista de componentes disponíveis e sua apresentação quanto as características e simbologia.

No exemplo mostrado, a biblioteca selecionada é OPTO\_ISO.LIB e o componente escolhido o optoacoplador 4N25N.

Se você digitar o nome de um componente (ou parte dele) no campo Search Key e logo após clicar em Search, o programa localizará o componente se o mesmo fizer parte da biblioteca. Por exemplo: digitando 1N no campo Search Key e clicando em seguida Search, aparecerão todos os componentes iniciados com 1N (normalmente diodos), se estes fizerem parte da biblioteca.

Após selecionado o componente desejado clique em Continue. Aparecerá então o box de diálogo mostrado na figura 6.

O Tango permite a inserção de comentários em forma de textos em qualquer parte do esquema.

A figura 8 mostra o box de diálogo quando você seleciona o subcomando Text.

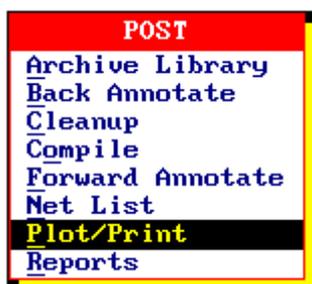
Para que o box de diálogo apareça clique <ENTER> em qualquer parte da *área de trabalho*, escreva o texto que desejar e clique OK. Lembre-se que o tamanho das letras deverá estar previamente definido através do comando Current.

Quando o texto aparecer na *área de trabalho* no Prompt line serão mostradas as opções Rotate/Stack que poderão ser acionadas teclando R ou S.

A opção Stack posiciona o texto na vertical e a opção Rotate rotaciona o texto em seu próprio eixo.



fig. 8



**POST:** Quando você desejar imprimir o seu trabalho, use o subcomando Plot/Print. Ao clicar este subcomando um box de diálogo será aberto, permitindo que você configure alguns parâmetros, inclusive o tipo de impressora que será utilizada.

Esse box de diálogo é mostrado na figura 9. Outras funções do comando Post serão vistas mais adiante em PROCESSANDO O ESQUEMA.

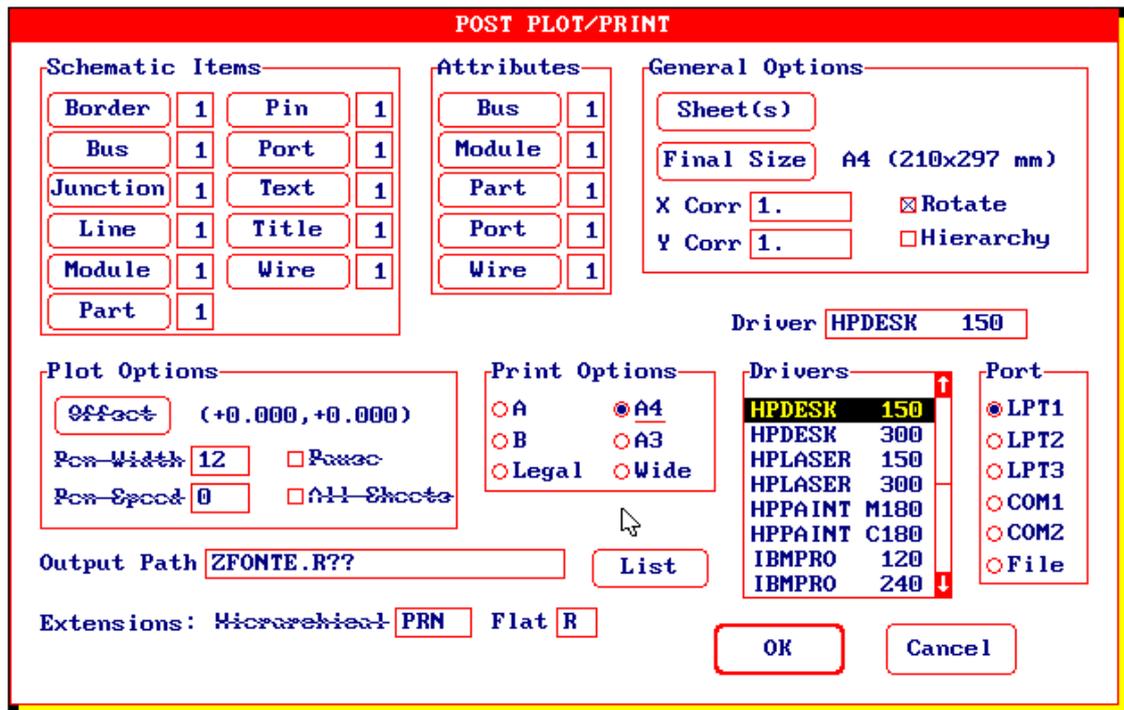


fig. 9



**SETUP:** Permite configurar o programa em todos os aspectos, tais como definição do tamanho dos grids, bibliotecas de componentes, aspecto da *área de trabalho* no que diz respeito as cores etc.

Antes de iniciar qualquer trabalho, é importante configurar as bibliotecas de componentes. Isto vale tanto para o Tango Schematic quanto para o Tango PCB.

Se nenhuma biblioteca estiver configurada, ao ser acionado o comando Place e o subcomando Part, será exibida uma mensagem de erro. As bibliotecas após configuradas aparecerão do SCH.INI ou no PCB.INI.

O Tango permite que se configure até 10 bibliotecas simultaneamente, número suficiente para qualquer tipo de trabalho.

A figura 10 mostra o aspecto do box de diálogo quando se deseja configurar bibliotecas. Observa-se que estão disponíveis 10 bibliotecas.

Para eliminar bibliotecas, basta selecionar o título a ser eliminado clicar em Close e em seguida clicar OK.

Para abrir bibliotecas, clique em List; aparecerão então o nome de várias bibliotecas já existentes no programa. Clique a biblioteca que desejar abrir e após reaparecer a caixa de diálogo da figura 10 clique em Open e em seguida OK.

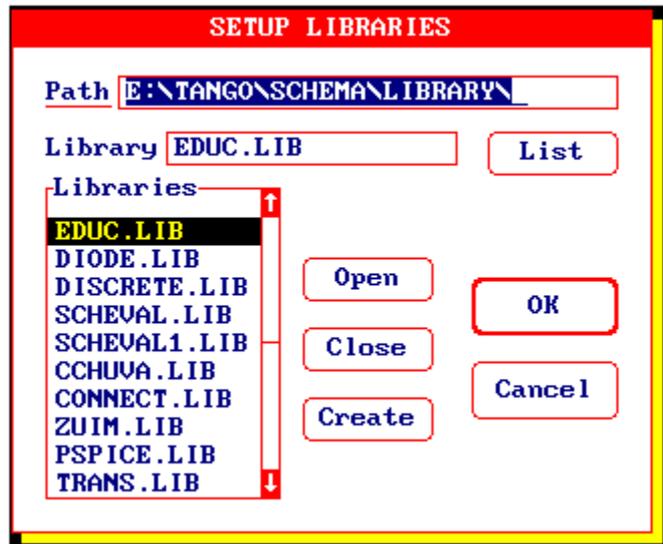


fig. 10

Se você quiser abrir mais de uma biblioteca clique em OK somente quando todas as bibliotecas que você deseja aparecerem no box de diálogo. O mesmo procedimento poderá ser adotado para fechar mais de uma biblioteca, isto é, clicando em OK após estarem fechadas as bibliotecas desejadas.

Você pode também configurar o aspecto da área de trabalho quanto a aparência, como por exemplo, cores, tipo de cursor, etc.

Para isso, selecione o subcomando Display, que será aberto um box de diálogo conforme mostra a figura 11:

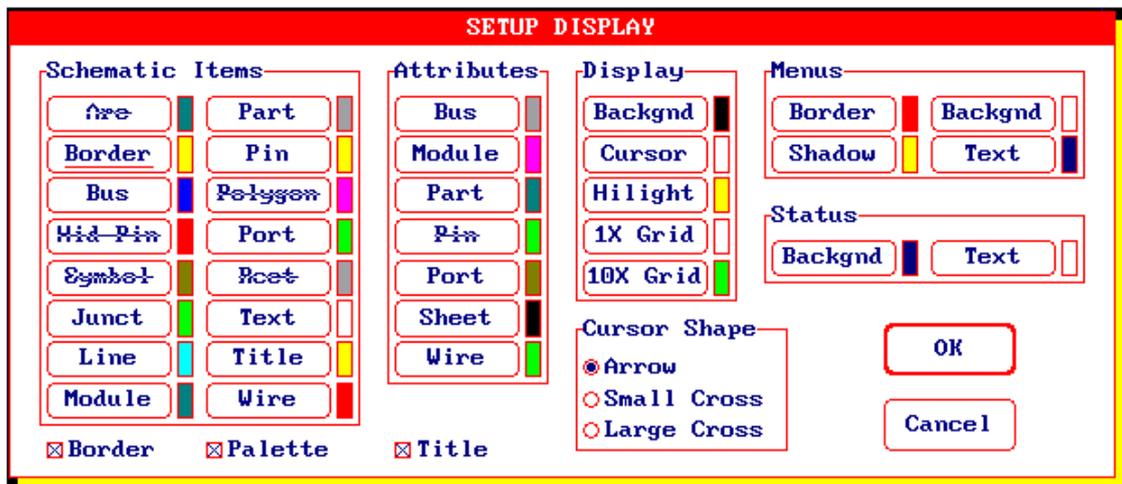


fig. 11

Você pode selecionar a cor que deseja para os componentes, textos, linhas, módulos, blocos, etc.

Se você desejar modificar o tipo de cursor, no subbox Cursor Shape poderá escolher seta, cruz pequena ou cruz grande. O campo Border, Palette e Tittle permite personalizar a legenda e a margem da folha de trabalho.

A figura 12 mostra o aspecto do box de diálogo quando é acionado o subcomando Grids. Observe o tamanho dos Grids: absoluto = 100, relativo = 10 e visível = 400.

O estilo de grid visível é pontos (dotted). No entanto poderá ser selecionado o estilo quadriculado (hatched).

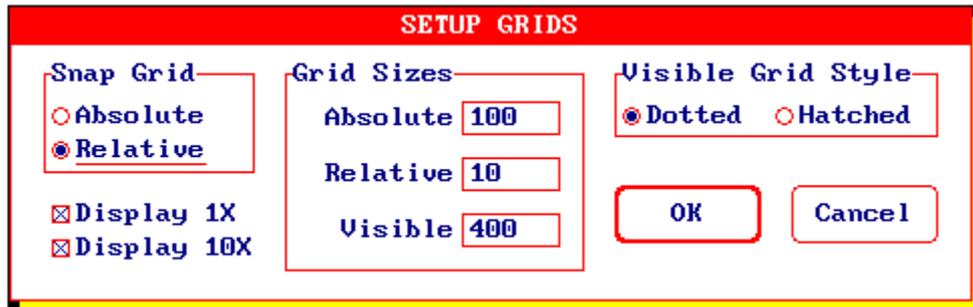


fig. 12

Na figura 13 está ilustrado o subcomando Options no qual você pode configurar:

- a) o tamanho da folha de trabalho;
- b) dimensões dos atributos;
- c) habilitar e desabilitar modo ortogonal (Orthogonal Modes);
- d) selecionar os passos para incremento de identificações e nomes;

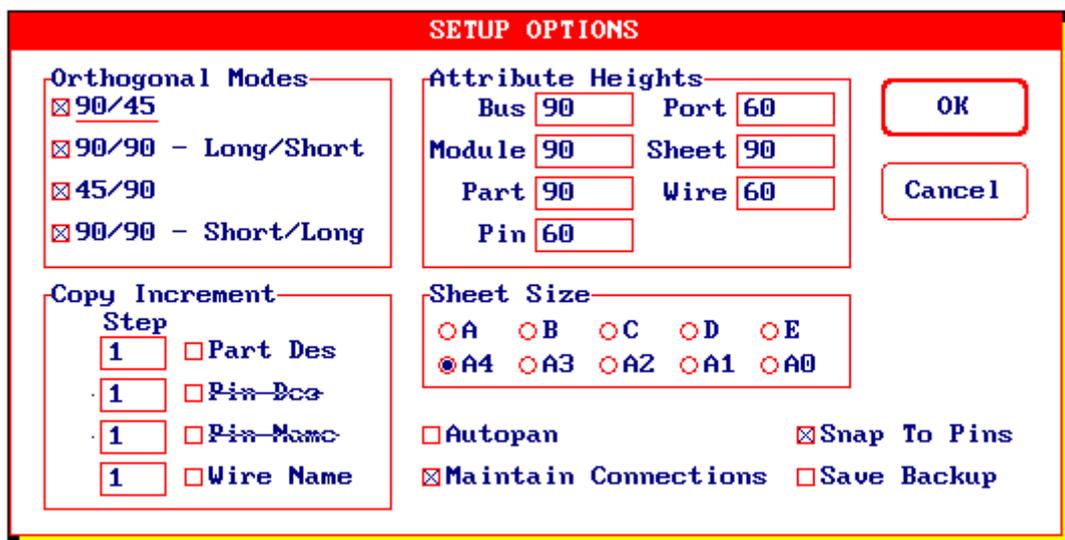
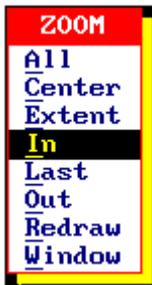


fig. 13

Observe que no subbox Sheet Size a folha está configurada para tamanho A4.

**OBS:** O comando Undo não abre box de diálogo por ser um comando direto (hotkey).



**ZOOM:** Permite aumentar qualquer parte ou toda a *área de trabalho*.

Alguns subcomandos devem ser destacados por serem muito utilizados:

a) In, ao ser acionado cria na *área de trabalho* uma janela de tamanho padrão, que permite selecionar a área do projeto a ser aumentada. Após selecionada a área que se deseja aumentar basta clicar ou teclar <ENTER>. Esse subcomando pode ser repetido tantas vezes quanto necessário, até que se consiga o tamanho desejado (incremento).

b) Window, seleciona a área a ser ampliada. Tem a vantagem sobre o subcomando In, uma vez que permite selecionar o tamanho da janela sobre a área ou componente que se deseja ampliar.

Quando se usa o subcomando Window ou o *HotSpot Zoom*, a área a ser aumentada deve ser selecionada com o mouse.

c) All, retorna à condição inicial (visualização total da tela).

d) Last, retorna à última posição do Zoom.

A figura 14 mostra o aspecto de um esquema dentro da *área de trabalho*.

A figura 15 ilustra o mesmo esquema, porém com a aplicação do comando Zoom no circuito retificador, onde se observa maior riqueza de detalhes. Isto é importante quando se deseja fixar componentes ou centralizar textos.

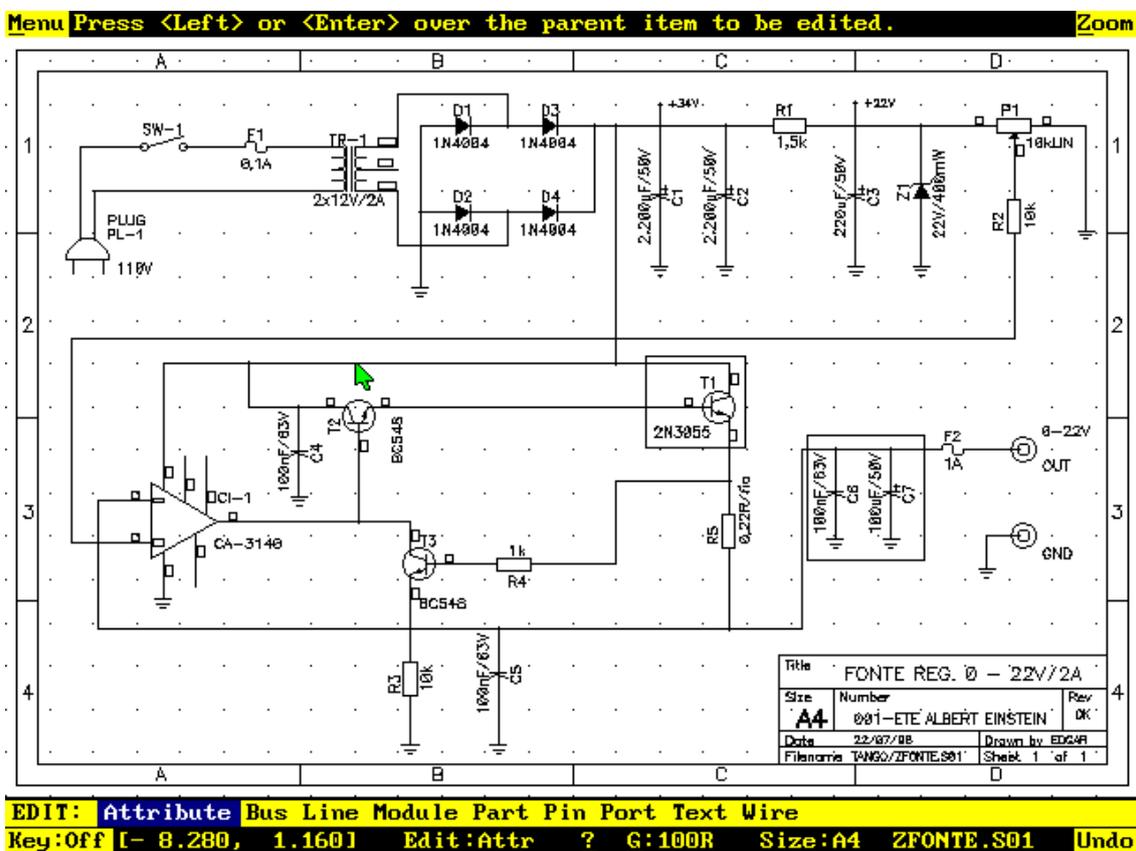


fig. 14

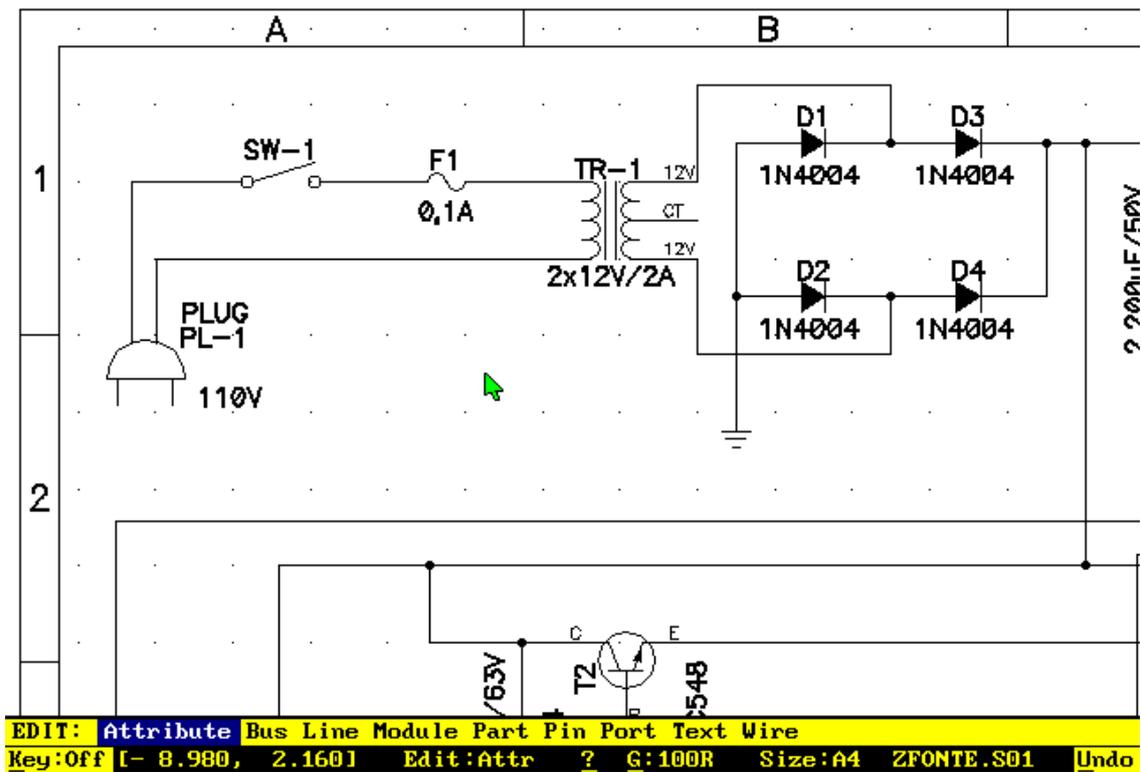


fig.15

## PROCESSANDO O ESQUEMA

Para se obter sucesso na construção de um esquema alguns cuidados devem ser tomados, caso contrário problemas poderão ser encontrados futuramente na confecção do layout da PCI ou no próprio processo de roteamento.

Tanto o esquema como o layout da PCI (placa de circuito impresso), são processados dentro da *área de trabalho* ou Workspace, lembrando sempre que, antes de iniciar qualquer trabalho, é de fundamental importância selecionar todos os parâmetros necessários através do comando Setup. Enquanto que no subcomando Options é importante selecionar o tamanho da folha de trabalho, existem outros parâmetros a serem definidos como: bibliotecas (subcomando Libraries), grids (absoluto, relativo e visível) através do subcomando Grids ou ainda, se você quiser personalizar a *área de trabalho*, utilize o subcomando Display, etc.

Tomemos como exemplo a construção do esquema de um pré-amplificador estereofônico, conforme mostra a figura 16 (esse esquema recebeu o nome de PRE\_ST, que após salvo lhe foi adicionada a extensão padrão .S01 - **PRE\_ST.S01**).

Observe que não foram identificados os componentes numericamente, por exemplo R1, R2, C1, C2, etc. Isto foi feito propositalmente pois veremos em seguida que a identificação poderá ser feita posteriormente, automaticamente, através do comando Post.

No lugar da identificação aparece então um ponto de interrogação (?).

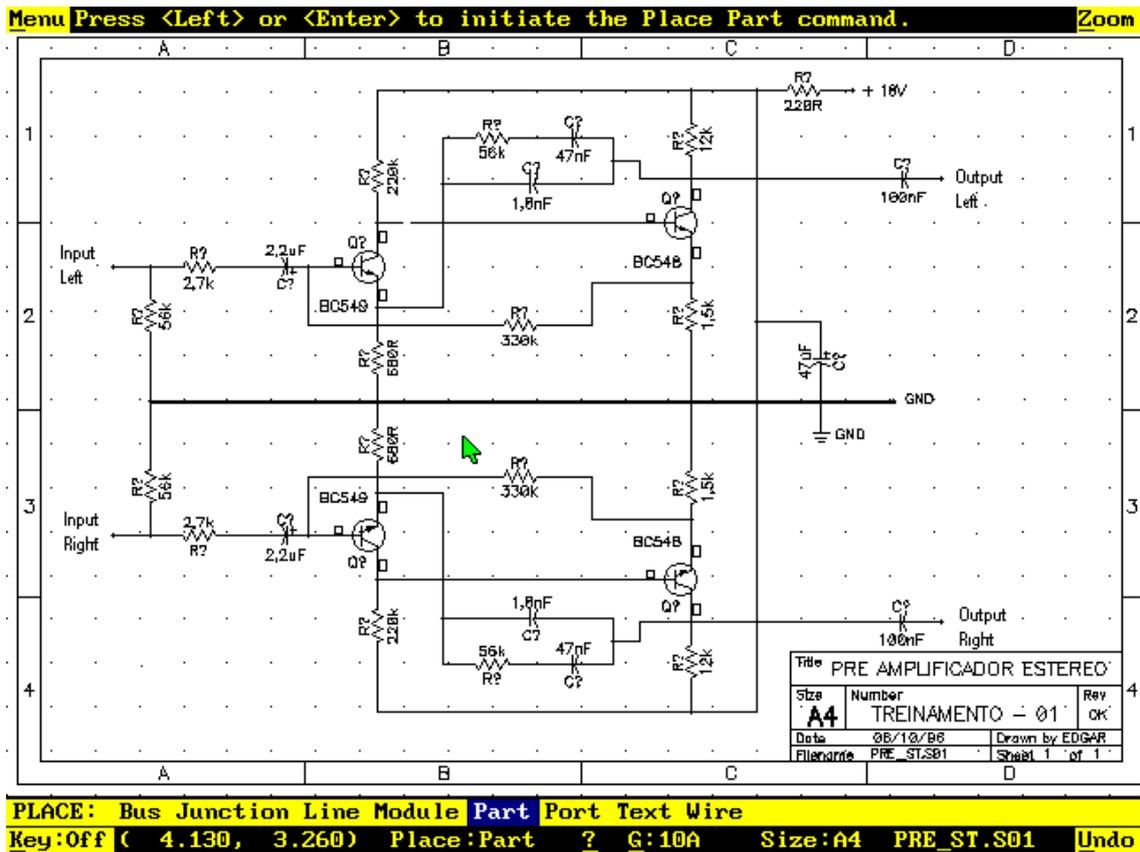


fig. 16

O próximo passo é processar o esquema através do comando Post onde uma seqüência deve ser obedecida como segue:

**Cleanup:** este subcomando serve para limpar *overlaps* ou seja, a sobreposição de wires, junções, etc. que possa ter ocorrido durante a elaboração do esquema. Este procedimento eliminará problemas com o arquivo de ligações (Net List), otimizando-o.

**Compile:** cria um arquivo compilado com a extensão .CMP, solucionando os problemas de numeração dos componentes. Assim, qualquer componente não identificado (R?, C?, etc.) será numerado durante o Compile.

A numeração é feita automaticamente e segue uma regra: da esquerda para a direita e de cima para baixo.

Quando você aciona o Post Compile aparece um box de diálogo mostrado na figura 17:



fig. 17

Observe que existem 3 opções, que podem ser assinaladas com um x (habilitação); se estiver em branco, esta opção estará desabilitada.

### **Update Assigned Reference Designators:**

Quando habilitada o Compile vai numerar todos os componentes do esquema, da esquerda para a direita e de cima para baixo, dando uma nova numeração mesmo aos componentes já identificados durante o processo de construção do esquema.

Quando desabilitada, ocorrerá a numeração apenas dos componentes que não foram identificados (com ponto de interrogação).

### **Group Parts to Minimize Components:**

Quando desabilitada todas as partes de um mesmo componente terão identificações individuais. Se um circuito integrado por exemplo, tiver 3 partes, então ele terá 3 identificações diferentes e individuais (U1:A, U2:B, U3:C).

Quando habilitada será feita a otimização das partes, gerando para o exemplo citado acima a mesma identificação (U1:A, U1:B, U1:C). É importante neste caso, que todas as livrarias que estiverem sendo utilizadas pelo esquema estejam abertas.

*OBS: Antes de rodar o Compile, o esquema deverá ser salvo, se isso não aconteceu será perguntado se você deseja salvá-lo.*

Para a numeração automática dos componentes deverá ser acionado o subcomando Forward Annotate, que abrirá o box de diálogo mostrado na figura 18, com três opções.



fig. 18

Habilite as 3 opções mostradas no box de diálogo.

Convém salientar que o Forward Annotate somente funcionará após o Compile, pois o mesmo se baseará no arquivo compilado. A extensão do arquivo compilado é CMP (*filename.CMP*).

A figura 19 mostra um fluxograma da operação do comando Post.

É importante seguir a seqüência apresentada, caso contrário, serão emitidas mensagens de erros ou o processo não se completará adequadamente.

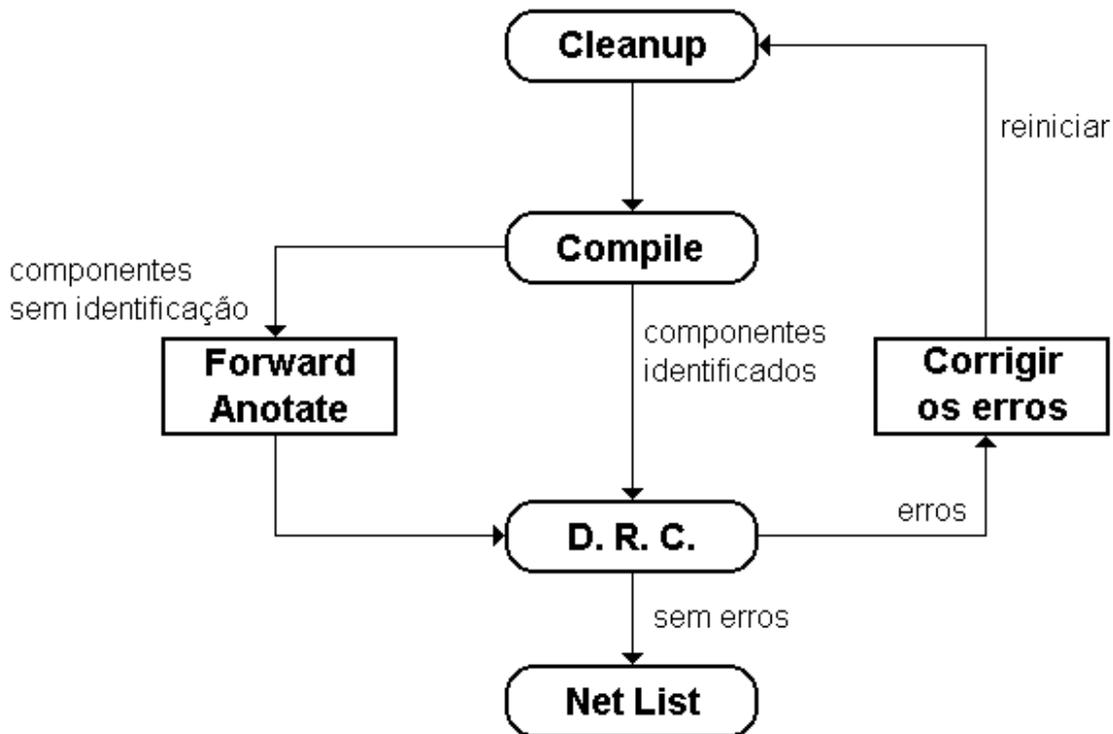


fig. 19

Se não houver erros avance para o subcomando Net List.

O Net List gera uma lista de ligações no formato ASCII para ser usada no Tango PCB ou em um simulador de circuitos.

Caso ocorra erros será interessante gerar um relatório utilizando o subcomando Reports, cujo box de diálogo é mostrado na figura 20:

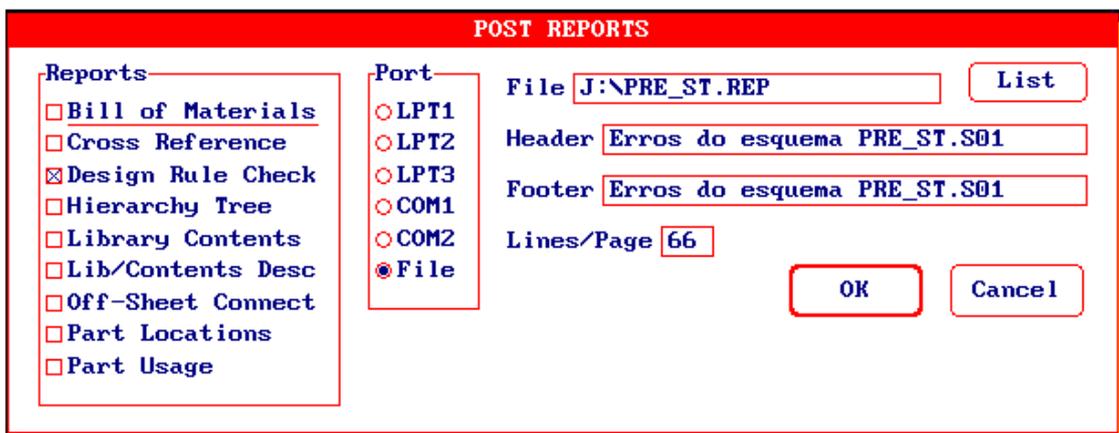


fig. 20

A opção Design Rule Check (D.R.C.) verifica se há erros no esquema.

Você terá a opção de imprimir o relatório ou salvá-lo em um arquivo. Para tanto selecione essa opção no subbox Port (LPT1 ou File).

Na ocorrência de erros, corrija-os com o comando Jump e subcomando Location.

Como as coordenadas presentes no D.R.C. se referem ao grid Absoluto, ao usar o Jump/Location, certifique-se de que o grid corrente é o Absoluto.

Após corrigidos os eventuais erros, repita o processo baseado no fluxograma da figura 19.

O subcomando Reports permite gerar outros tipos de relatórios conforme mostra o subbox Reports.

Um relatório muito útil é o Bill of Materials (lista de materiais), que pode ser impresso. *Atenção: um componente somente aparecerá na lista de materiais se ele tiver o atributo TYPE.*

A figura 21 mostra o mesmo esquema apresentado da figura 16 com todos as seqüências sugeridas no fluxograma da figura 19.

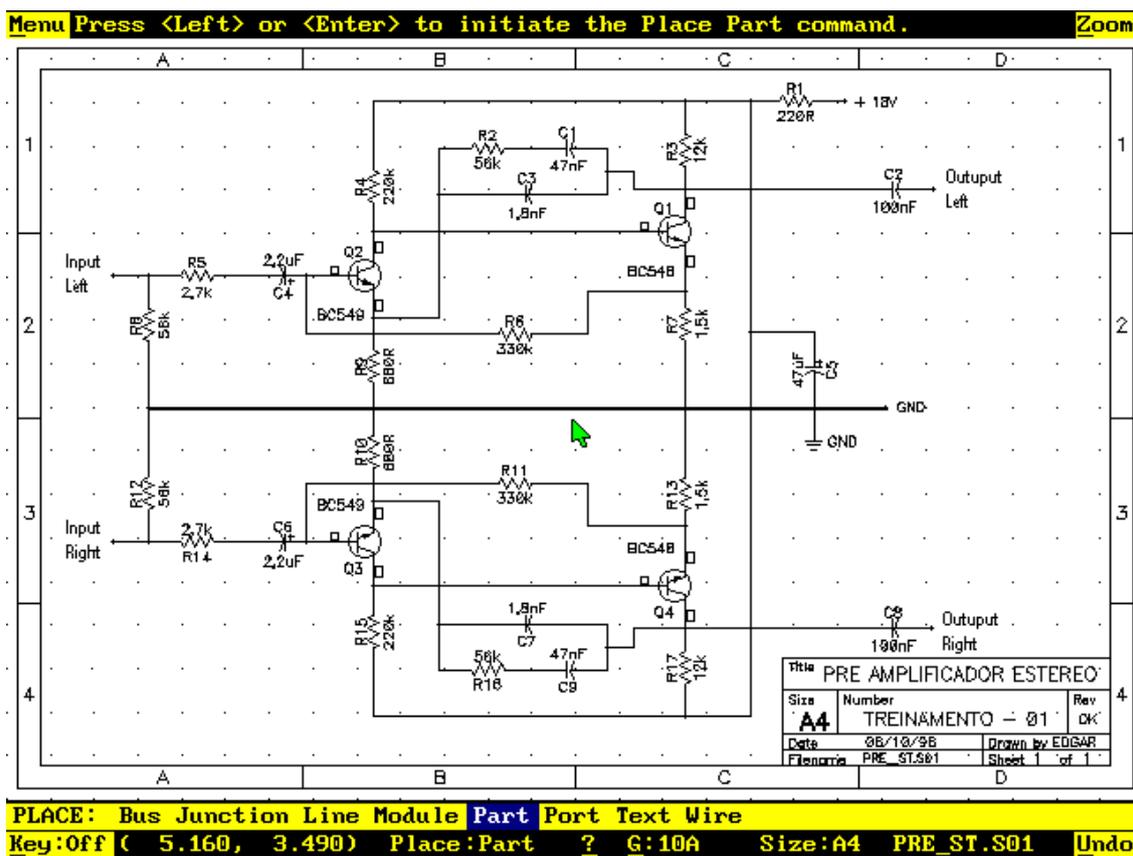


fig. 21

Observe que todos os componentes estão numerados.

### Archive Library:

Este subcomando faz uma cópia de cada componente usado no projeto. O Post/Archive Library cria então uma nova biblioteca ou livreria filename.lib onde o filename é o nome do projeto.

É importante lembrar que o Tango suporta até 10 bibliotecas simultaneamente, assim, torna-se necessário fechar uma das bibliotecas, se as 10 estiverem abertas.

A criação desta biblioteca é opcional. No caso de projetos extensos é interessante criá-la em virtude de eventuais modificações que possam surgir, por necessidade, nas bibliotecas do programa.

Desta forma, se o projeto precisar ser consultado ou modificado no futuro, alguns contratemplos poderão ser evitados.

### **Back Annotate:**

Este subcomando identifica componentes que precisam ser atualizados no esquema. Em muitos casos por questões de estética quando se elabora a placa de circuito impresso (PCI), torna-se necessário modificar partes de componentes, identificações, etc.

O Post/Back Annotate atualiza o esquema eletrônico a partir de um arquivo gerado pelo Tango PCB, isto é, atualiza o esquema a partir das modificações feitas na placa de circuito impresso.

Quando você aciona o subcomando Back Annotate é aberto um box de diálogo, conforme mostra a figura 22:



fig. 22

O arquivo produzido pelo Tango PCB está no formato ASCII, com a extensão WAS/IS (ERA/É, traduzindo para o português).

### **Net List:**

Como já foi dito anteriormente o subcomando Net List gera uma lista de ligações no formato ASCII para utilização no tango PCB ou em alguns simuladores eletrônicos de circuitos.

Quando o subcomando Net List é acionado um box de diálogo é mostrado na figura 23.

Você poderá entrar com o nome do arquivo, caso contrário será gerado um arquivo padrão com o nome do esquema e com a extensão NET.

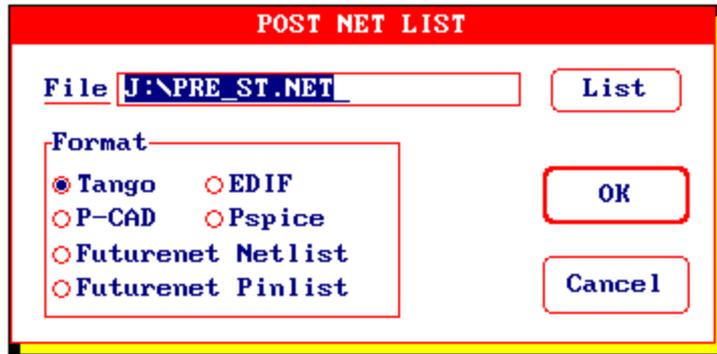


fig. 23

O arquivo gerado pelo Net List divide-se em duas partes: listagem dos componentes e listagem das ligações.

### Componentes:

Formato:

```
[
refdes
pattern
type
value (para alguns componentes)
(linha em branco)
(linha em branco)
]
```

**refdes:** é o campo com a identificação do componente (U2, R6, etc.)

**pattern:** é o campo com o encapsulamento do componente (DIP14, RES300, CAP100, etc)

**type:** é o campo com o nome do componente na biblioteca do Tango Schematic (SN74LS04N, LM324, PNP, etc.)

**value:** é o campo com o valor do componente, que fica em branco exceto no caso de capacitores, transistores, resistores, etc.

Veja abaixo como fica por exemplo, a descrição de um resistor:

```
[
R1
RES300
RES
330K
]
```

### Ligações:

Um Net é um grupo de dois ou mais componentes ligados entre si.

Formato:

```
(
```

```
net
node
node
.
.
.
)
```

**net:** é o nome da ligação que pode ter até 16 caracteres alfanuméricos (este campo será substituído pelo NET LABEL definido durante o comando EDIT WIRE).

No caso de símbolos “power”, o nome do símbolo (GND, +12V, VCC, etc.) encabeçará a lista de ligações. Caso o Net não possua nenhum símbolo “power” ou um NET LABEL, o Tango Schematic atribuirá uma numeração para o Net, por exemplo, NET.xxxx (onde xxxx é um número que varia de 0001 a 9999).

**node:** são as ligações no Net List (na realidade um Net é um conjunto de nodes).

Cada node compreende a identificação do componente (U1, R3, C4...) e a identificação do pino do componente (1, 2, CCW, A, B, PLUS...<sup>4</sup>) e um hífen separando as duas identificações.

Veja abaixo o exemplo de um Net:

```
(
GND
U1-7
U2-7
C3-MINUS
BR1-MINUS
R45-A
R46-A
)
```

```
(
NET_0100
U4-26
R23-B
R34-A
)
```

**OBS: USAR SEMPRE LETRAS MAIÚSCULAS PARA IDENTIFICAR OS PINOS E OS COMPONENTES.**

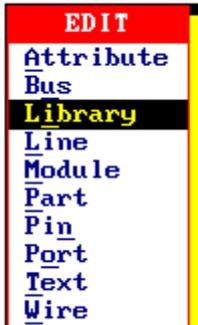
## CRIANDO NOVOS COMPONENTES

Enquanto que a *interface* Sheet Editor é utilizada para a elaboração de esquemas, a *interface* Library Editor é utilizada para criar componentes, que serão incluídos nas bibliotecas.

---

<sup>4</sup> No Tango Schematic e no Tango PCB, as denominações PLUS e MINUS, referem-se às polaridades positiva e negativa respectivamente.

Para criar componentes dentro do Tango, devemos utilizar a *interface* Library Editor.



Para acessá-la acione o comando Menu, clique em Edit e em seguida no subcomando Library.



Ao entrar na *interface* Library Editor, torna-se necessária a configuração, a exemplo da Sheet Editor.

Quando na *interface* Library Editor for acionado o comando Menu aparecerá um box de diálogo, conforme mostrado na figura 24.

A *interface* Library Editor possui as mesmas características da Sheet Editor no que diz respeito aos comandos.

Para criar um componente podemos optar por duas escolhas:

- 1) criar o componente a partir de uma tela vazia, usando os comandos necessários; desta forma a tela vazia funcionará como um rascunho;
- 2) criar o componente modificando um já existente; para tal será necessário usar o comando Library e o subcomando Load Component.

Alguns pontos básicos devem ser observados na criação de componentes;

- 1) o componente pode ter uma ou mais partes, com um máximo de 255 partes;
- 2) as partes dentro de um componente podem ser iguais *HOMOGENEOUS* ou diferentes *HETEROGENEOUS*<sup>5</sup>.
- 3) os vários itens de um componente dentro da *área de trabalho* podem ser trabalhados individualmente. Isto significa que durante a criação de componentes, muitos comandos semelhantes aos da *interface* Sheet Editor serão utilizados.

Pelo aspecto da figura 24, observa-se que a *área de trabalho* é idêntica a da *interface* Sheet Editor:

---

<sup>5</sup> Um componente do tipo Heterogeneous é composto de partes diferentes, como por exemplo um relê, que possui uma bobina e um contato.

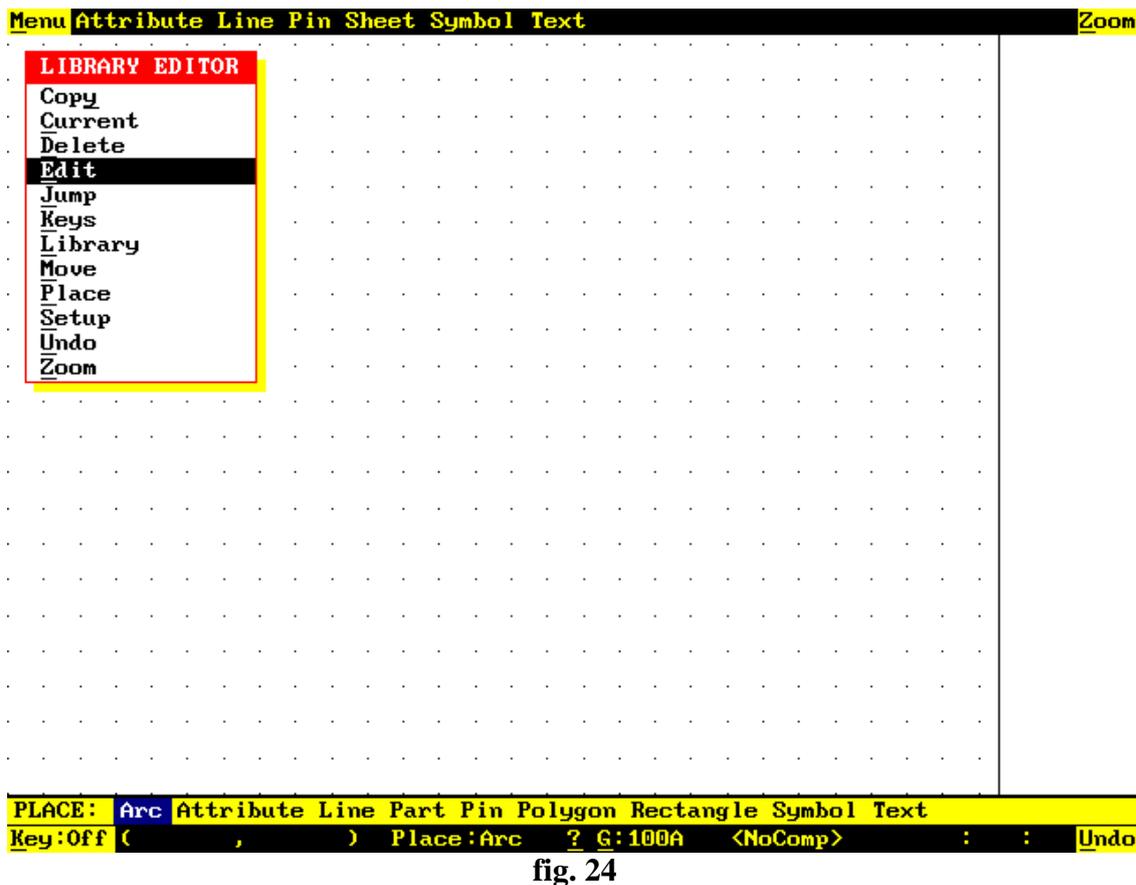


fig. 24

Tomemos como exemplo a criação de um novo componente, a partir de uma tela vazia. O componente escolhido é o circuito integrado **CA3140** (amplificador operacional). Trata-se de um componente *Homogeneous*.

Alguns passos devem ser seguidos para que o componente seja criado com sucesso:

## I - Criação da biblioteca

Antes de começar a desenhar o componente, devemos criar a biblioteca onde o mesmo será colocado; siga os seguintes passos:

- a) no Menu Principal acione o comando Setup e o subcomando Libraries;
- b) quando o box de diálogo abrir, no campo Library entre via teclado com o nome da biblioteca;
- c) para o nosso exemplo: OPERACIONAIS (OPERACIO.LIB);
- d) clique em Create e em seguida OK;

A figura 25 mostra o aspecto do box de diálogo após as operações descritas acima.

## II - Definição do tipo de componente

É preciso definir o tipo de componente, que no caso é do tipo Homogeneous (pois possui uma única parte).

No campo Parts digite 1 e confirme clicando OK.

A figura 26 mostra o aspecto deste box de diálogo.

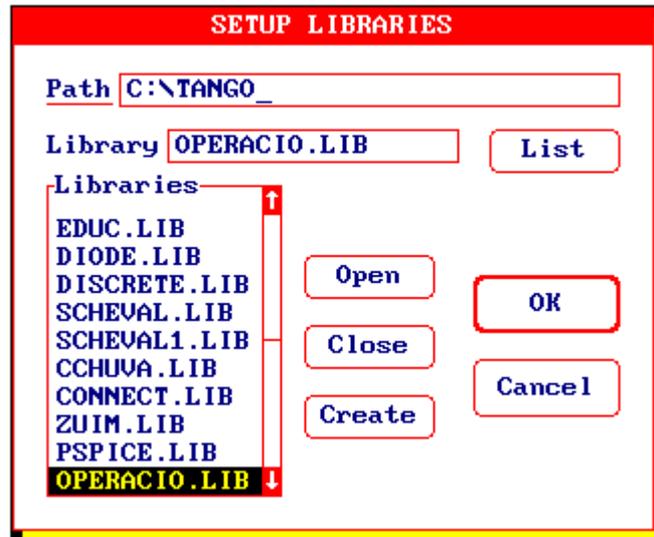


fig. 25

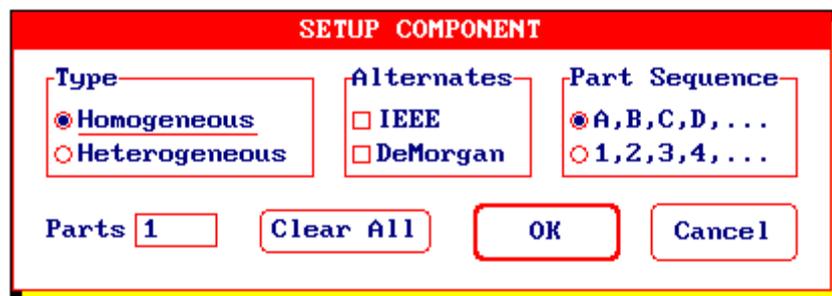


fig. 26

Caso as opções do campo Type estejam com uma linha riscando-as, clique <ENTER> no campo Clear All.

Você poderá optar por salvar ou não quando aparecer a mensagem:

*The current component has been edited.  
Save the changes to a library file?*

### III - Desenhando o componente

Ao desenhar um componente alguns cuidados devem ser tomados com relação ao seu tamanho, de maneira a não ficar demasiadamente pequeno ou demasiadamente grande em relação aos outros componentes do esquema.

Uma forma é observar o tamanho de outros componentes em relação ao grid visível de 400 mils (padrão).

A figura 27 ilustra as medidas de um componente já existente, cujo formato é idêntico ao componente que pretendemos criar.

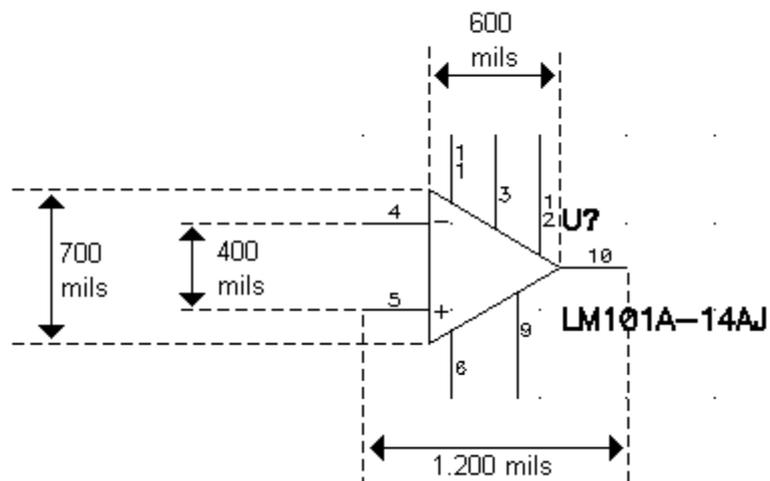


fig. 27

O desenho deve ser iniciado desenhando um retângulo. Isto pode ser conseguido com o comando Place e o subcomando Line.

O próximo passo é colocar os atributos.

Use para isso o comando Place e o subcomando Attribute.

Os atributos de um componente são os campos com as informações:

- a) identificação do componente (C1, R1, etc.) - **DES**
- b) valor (6uF/35V, 10k, etc.) - **VAL**
- c) tipo (cap, res, etc.) - **TYPE**

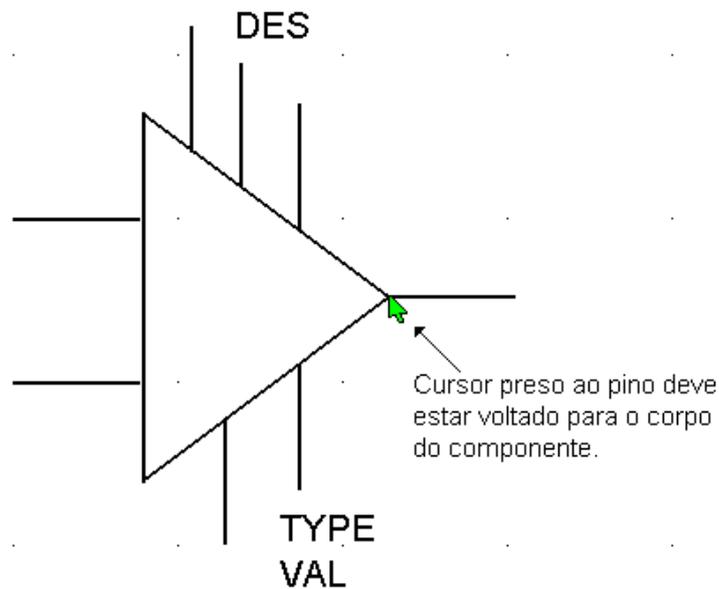
Procure posicionar os atributos seguindo o mesmo padrão de outros componentes.

A figura 29 ilustra esse procedimento.

A figura 28 ilustra o box de diálogo quando você aciona o comando Place e o subcomando Attribute.



fig. 28



```
PLACE: Arc Attribute Line Part Pin Polygon Rectangle Symbol Text
Key:Off [ 0.510,- 0.590] Place:Pin ? G:10R <NoComp> :A :N Undo
```

fig. 29

O próximo passo é posicionar os pinos do componente.

Para isso acione o comando Place e o subcomando Pin. Ao clicar <ENTER> aparecerá colado no cursor o pino que deve ser ligado ao componente.

*Atenção: o lado do pino que está preso ao cursor deve ficar voltado para o lado do componente. Veja a figura 29.*

## IV - Editando os pinos do componente

Após os pinos terem sido posicionados os atributos e pinos no componente, torna-se necessário identificar os pinos, caso contrário ficam sem efeito.

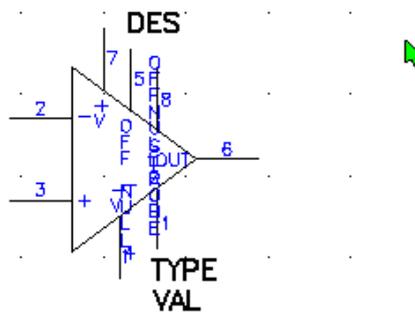
É bom lembrar que no Tango PCB e no processo de roteamento as informações dos atributos dos pinos são importantes, no que diz respeito as ligações.

Para tal, deve ser ativado o comando Edit e o subcomando Pin. Depois disso, leve o cursor até ao pino do componente a clique <ENTER>, quando aparecerá um box de diálogo conforme mostra a figura 30.

No campo *Des* deve ser digitada a identificação do pino, com caracteres alfanuméricos (A, B, 1, 2, etc.). Esta informação será utilizada posteriormente para a geração de relatórios de erros (D.R.C.) e lista de ligações (Net List).

No campo *Name* devemos entrar com a função do pino: In, Out, +V, -, +, etc. Como esse campo não vai para os relatórios, seu uso é facultativo.

Menu Enter the new pin parameters - hit SET for IEEE characteristics. Zoom



EDIT: Attribute Line Pin Symbol Text  
 Key: Off [ 0.560 - 1.320] Edit: Pin ? G:10R CA3140 :A :N Undo

fig. 30

**Característica elétrica do pino:**

A definição da característica do pino é muito importante quando se deseja utilizar os recursos do D.R.C., uma vez que durante a verificação de erros serão emitidas mensagens do tipo: *pino não conectado, pino de saída ligado a um pino power, pino de saída ligado a um pino de saída, etc...*

As características elétricas do pino podem ser selecionadas clicando-se os campos contidos no subbox Electrical Type.

Para o nosso exemplo, o circuito integrado CA3140, as características elétricas, identificação e nome dos pinos foram assim definidas:

Des	Name	Electrical Type
1	offsetnull 2	input
2	-	input
3	+	input
4	-V	power
5	offset null 1	input
6	out	output
7	+V	power
8	strobe	input

Observe na figura 30 que na frente dos campos Des e Name aparece um campo Hide. Se estes forem habilitados (assinalados com um *x*) os números e os nomes dos pinos não aparecerão no Tango Schematic. (*hide, do inglês - ocultar*).

O Tango permite também a criação de pinos de alimentação como +18V, -15V, VSS, etc. que ficam soltos no esquema.

Esses pinos deverão ser definidos no subbox Global como Always, não havendo a necessidade dos atributos Des e Value, mas sim do atributo Type.

## V - Salvando o componente para uma biblioteca

Ative o Comando Library e o subcomando Library Add.  
Aparecerá então o box de diálogo mostrado na figura 31.

No campo Library digite o nome da biblioteca que foi previamente criada através do comando Setp/Libraries, que no caso é OPERACIO.LIB.

No campo Componente digite o nome do componente, que no caso é CA3140.  
No campo Prefix digite o prefixo; neste caso foi escolhido o prefixo U.

*OBS: esse prefixo é importante quando se deseja a numeração automática de componentes no POST PROCESSING. Como já foi visto anteriormente normalmente utiliza-se prefixo “R” para resistores, “C” para capacitores e assim por diante.*

No campo Desc (description) digite a função do componente, que no nosso exemplo é: Amplificador Operacional - BI-FET

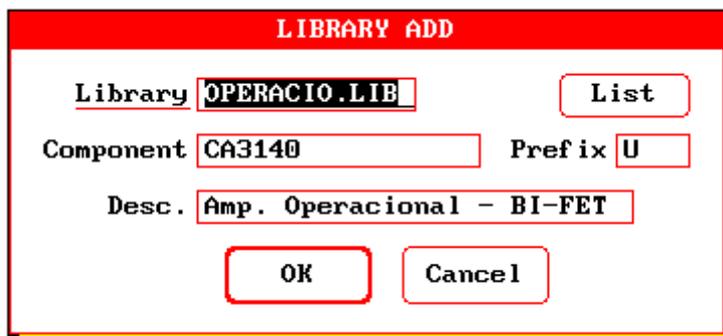


fig. 31

Clique <ENTER> em OK.

O subcomando Library Add ficará ativo aguardando que se clique <ENTER> novamente em alguma parte do componente, que servirá como ponto de referência para inserção do componente na *área de trabalho* durante a execução do Tango Schematic.

## Abandonando o Library Editor:

Acione o comando Edit e o subcomando Sheet; procedendo assim o programa retornará ao Sheet Editor.

## TANGO PCB

A sigla PCB significa *Printed Circuit Board* (Placa de Circuito Impresso - PCI).

A principal aplicação do Tango PCB é a produção de uma arte final de uma PCI, que pode possuir várias camadas.

As *interfaces* do Tango Schematic e do Tango PCB são bastante semelhantes quanto a operacionalidade, sendo que a única diferença é que na *interface* do Tango PCB ao invés da indicação do tamanho da folha de trabalho, vem a indicação do *layer* corrente, indicado pela letra L.

A figura 32 mostra o aspecto da tela do Tango PCB.

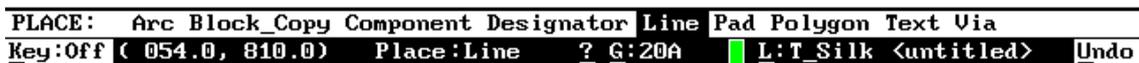


fig. 32

## L A Y E R S

Os *layers* no Tango são definidos também como ambientes de trabalho, isto é, o programa interpreta cada ambiente de trabalho como um *layer* individual.

Assim o lado superior e inferior de uma placa (lado dos componentes e da solda), são considerados *layers* individuais.

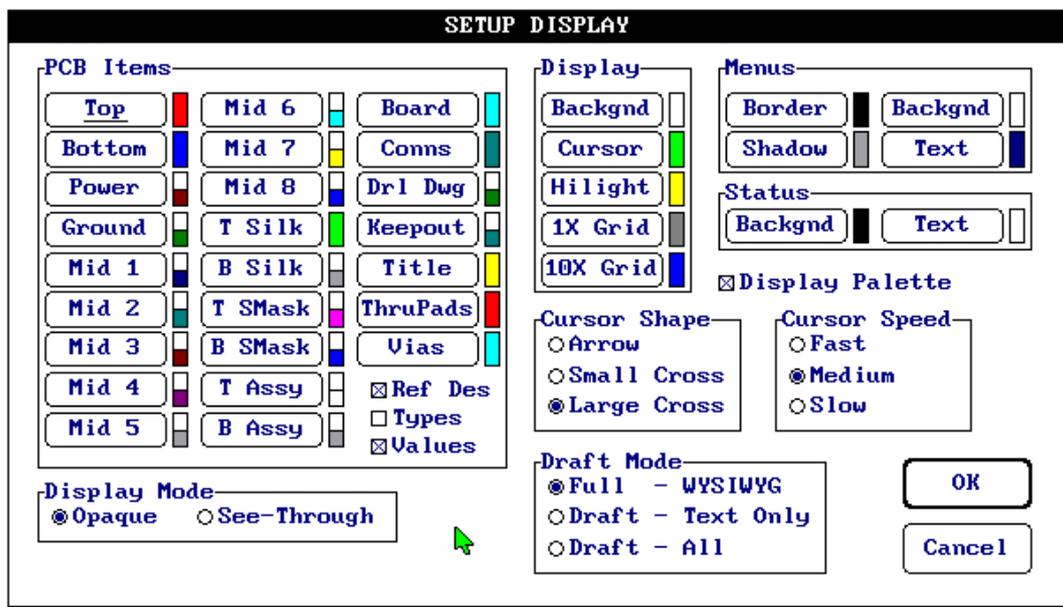
Os *layers* podem ser habilitados ou desabilitados no comando Setup e subcomando Display, que quando acionado abre o box de diálogo mostrado na figura 33.

Para habilitar um *layer* basta levar o cursor até ao pequeno retângulo em frente do nome do *layer*, por exemplo, Bottom e clicar <ENTER>.

Se o retângulo estiver totalmente preenchido, significa que o *layer* está habilitado, caso esteja pela metade, estará desabilitado.

Para desabilitar um *layer*, basta levar o cursor sobre o pequeno retângulo totalmente preenchido em frente do nome do mesmo e clicar <ENTER>; este processo fará com que o retângulo seja preenchido pela metade, caracterizando a desabilitação.

Menu Assign colors/enable/disable items. Current layer cannot be disabled. Zoom



PLACE: Arc Block Copy Component Designator Line Pad Polygon Text Via  
 Key:Off ( 054.0, 810.0) Place:Line ? G:20A L:T\_Silk <untitled> Undo

fig. 33

Passaremos agora a uma breve descrição dos *layers*:

### **Top e Bottom:**

Esses *layers* correspondem respectivamente ao lado superior e inferior da placa, também conhecidos como lado dos componentes e lado da solda.

As pistas que ligam os pinos dos componentes devem ser colocadas nesses *layers*.

### **Power e Ground:**

São usados para colocar a alimentação e o terra em uma camada interna da placa (será impressa ou plotada em negativo). Eles diferem dos *layers* de sinal (Top, Bottom e Mid Layers) por sua consistência ser basicamente de cobre, com apenas algumas partes livres, como por exemplo, as ilhas dos componentes.

### **Mid 1 ao Mid 8:**

São *layers* de sinal que se encontram entre os *layers* Top e Bottom, como um sanduíche.

### **T Silk e B Silk:**

O T Silk e o B Silk representam respectivamente o silkscreen do lado superior e do lado inferior da placa, onde serão colocadas informações sobre a identificação de componentes, outline do encapsulamento, nome de placa, etc.

### **T Assy e B Assy:**

Estes *layers* podem ser usados em conjunto com o *layer* Tittle, para criar um arquivo com um diagrama de montagem de SMDs, com o objetivo de gerenciar o processo de montagem da placa.

### **Board:**

É utilizado para definir o contorno (outline) da placa, em outras palavras, define as margens da placa.

Dessa forma, o Tango Route interpreta essas margens como um limite para efetuar as ligações.

### **Conns:**

Este *layer* é representado através de linhas que ligam os pinos dos componentes ponto a ponto, sendo muito útil para o processo de roteamento manual através do arquivo Net List.

### **Drl Dwg:**

Fornece a localização de cada furo na placa, para ser utilizado pelo fabricante da placa de circuito impresso, quando a furação é feita manualmente.

### **Keepout:**

É utilizado pelo usuário para definir regiões da placa onde o Tango Route não deve passar pistas.

### **Tittle:**

É usado somente para documentar o projeto (nome da placa, revisão, data).

### **Thrupads e Vias:**

Estes *layers* são respectivamente as ilhas dos componentes e os furos de passagem entre os lados superior e inferior da placa. Normalmente os *Thrupads* estão associados a um componente e as *Vias* estão isoladas na placa.

*OBS: Muitos comandos que são utilizados nas configurações do Tango PCB são idênticos aos usados no Tango Schematic, levando-se em conta a semelhança entre essas duas interfaces. Por esse motivo, não serão detalhados durante o desenvolvimento deste capítulo.*

Antes de iniciar o desenho do layout de uma placa, torna-se necessário definir o tamanho do grid de trabalho.

### **Absolute grid:**

Sua origem (0,0) é no canto inferior esquerdo da tela, sendo utilizado para ligar os componentes através do Place/Line ou Track. Normalmente são usados os grids 20, 50 ou 100mils.

### **Relative grid:**

Possibilita definir para qualquer lugar na *área de trabalho* uma nova coordenada 0,0.

### **Visible grid:**

Serve para proporcionar uma referência quanto aos distanciamento e proporção dos componentes da placa. O distanciamento padrão é de 100mils, levando-se em conta ser essa a distância entre os terminais de um circuito integrado.

O tamanho do grid pode ser definido através do box de diálogo que é aberto no comando Setup/Grids mostrado na figura 34.

Observe que existem padrões de grids previamente definidos, no entanto nos campos Other essa definição pode ser configurada pelo usuário. É importante observar também que a resolução está configurada para polegadas (Imperial).

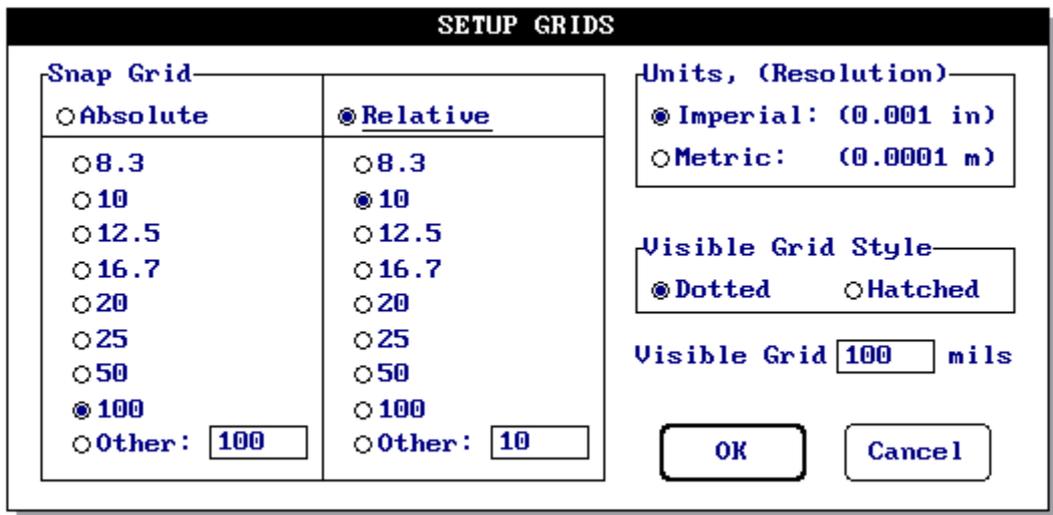


fig. 34

## DESENHANDO A PCI

Tomemos como exemplo um esquema de uma fonte de alimentação regulável (FONTE\_R.S01), mostrado na figura 35.

Para desenhar uma placa de circuito impresso, estão disponíveis os seguintes *layers*:

T\_Silk      Board      Tittle      Top      Bottom

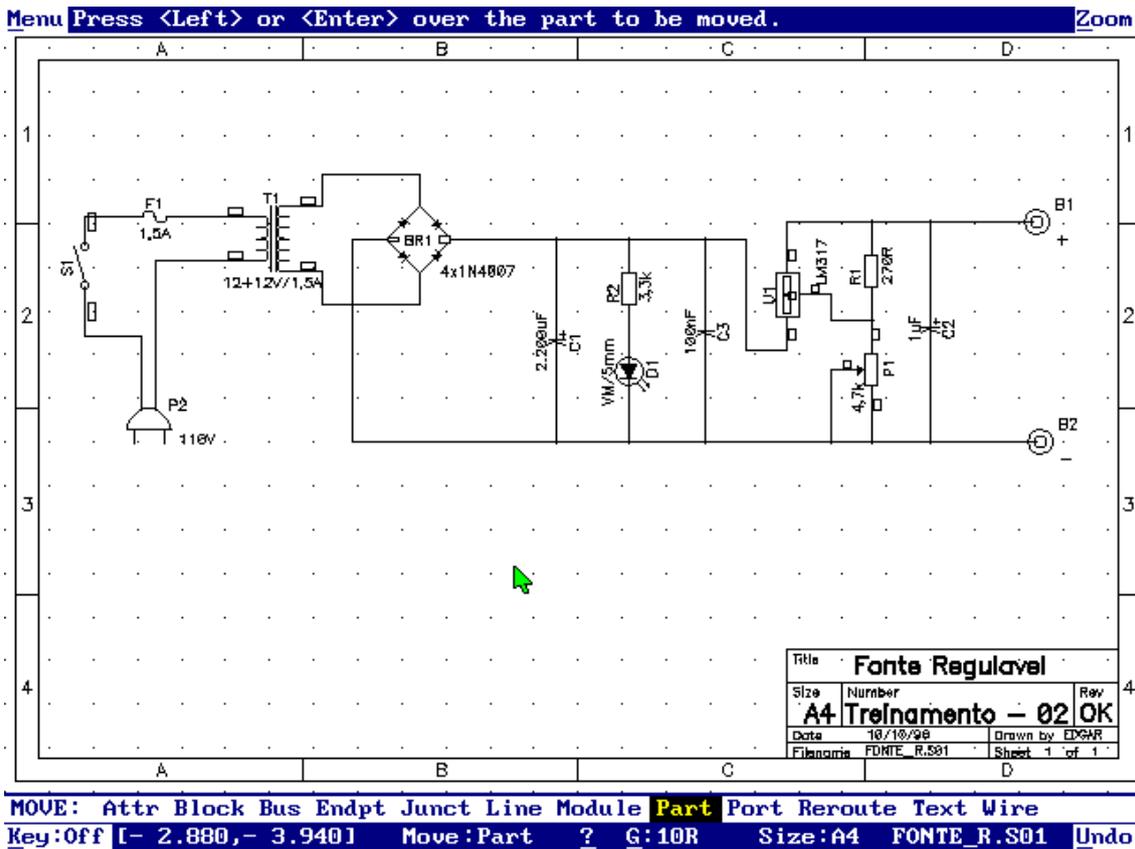


fig. 35

Passemos então a executar o projeto analisando os procedimentos básicos passo a passo:

## 1 - Configurando a largura da trilha

*Comando: Current/Line*

Será aberto um box de diálogo mostrado na figura 36. Para definir a largura da trilha basta clicar <ENTER> nos campos já disponíveis no subbox Lines.

Para o nosso projeto, vamos usar a largura 20mils para o contorno da placa e 30mils para as trilhas.

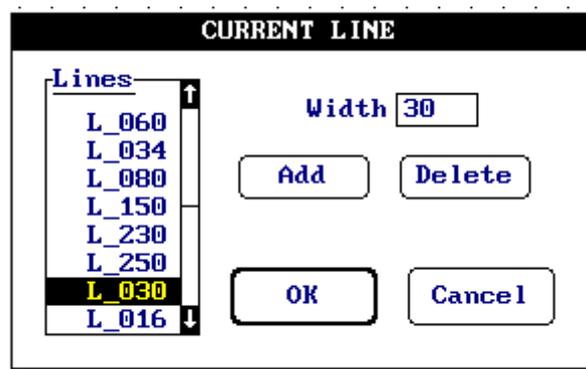


fig. 36

## 2- Contorno da placa

A figura 37 ilustra o contorno da placa medindo 2.600 x 2.200mils, que será usado neste projeto.

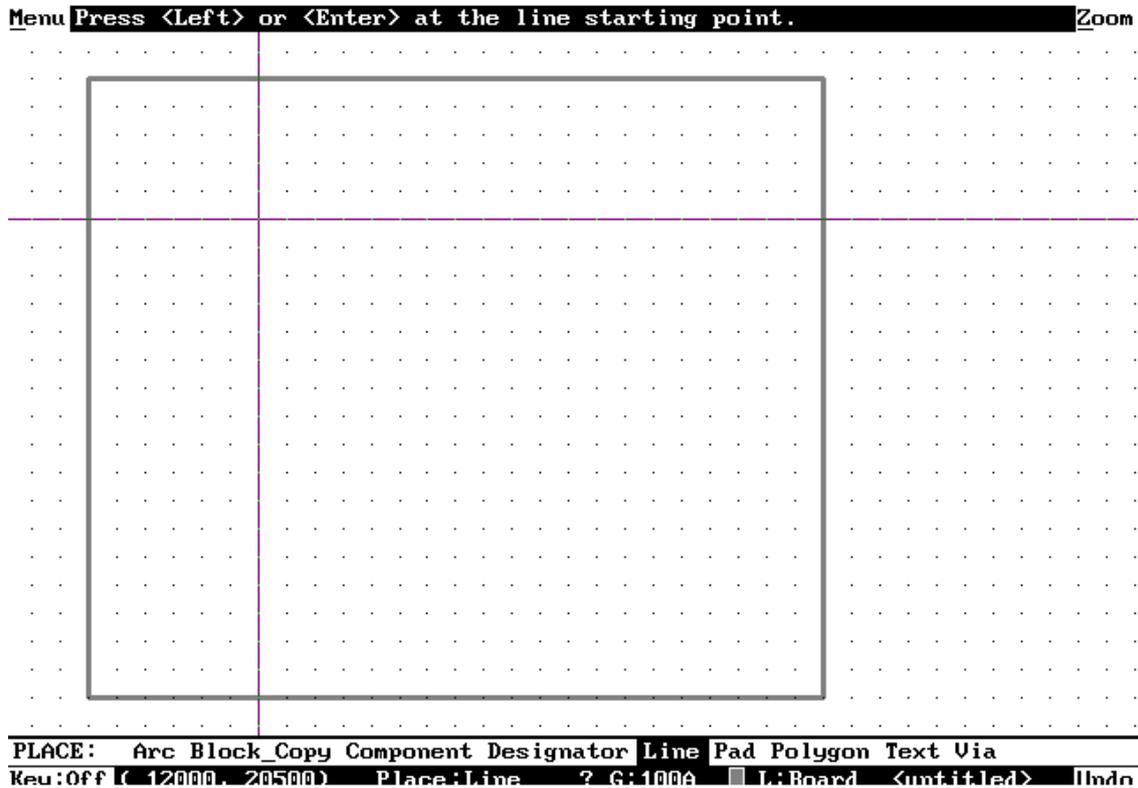


fig. 37

*Comando: Place/Line*

*Layer: Board*

Observe que o cursor em uso está configurado para *cruz grande*.  
O contorno de 2.600 x 2.200mils equivale a 6,604 x 5,588cm.

## 3 - Posicionando os componentes pelo modo manual

*Comando: Place/Component*

*Layer: T\_Silk*

O comando Place/Component abre o box de diálogo mostrado na figura 38:

Esse comando possui os campos abaixo relacionados:

**Pattern:** nome do componente (CAP300RP, RES300, DIP14, etc.)

**Ref Des:** identificação do componente (C1, R1, U1, etc.)

**Type:** tipo do componente (CA3140, 2N2222, etc.)

**Value:** valor do componente (10uF, 100nF, 470k, etc.)

**Browse/List:** permite uma rápida visualização dos componentes disponíveis nas bibliotecas abertas.

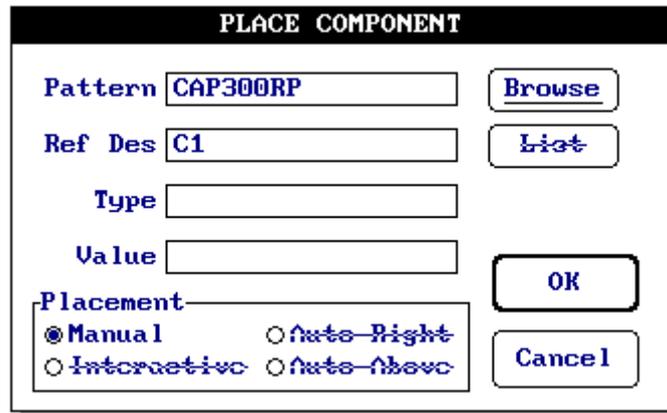


fig. 38

A figura 39 ilustra o box de diálogo quando é acionado o campo Browse.

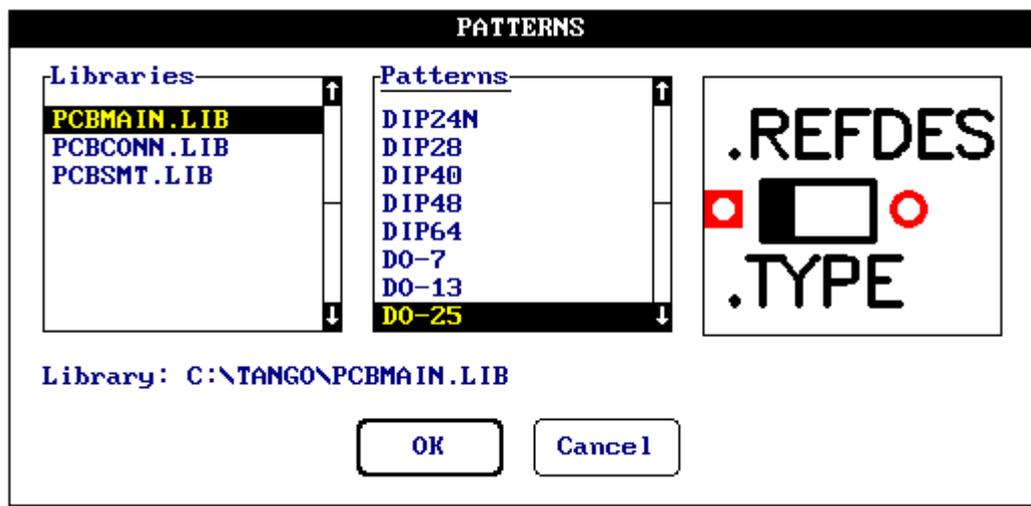


fig. 39

No projeto serão utilizados os componentes abaixo relacionados:

**DO-41** - para os diodos da ponte

**LED100** - para o led (D1)

**CAP300RP** - para o capacitor C1

**CAP100RP** - para o capacitor C2

**CAP400** - para o capacitor C3

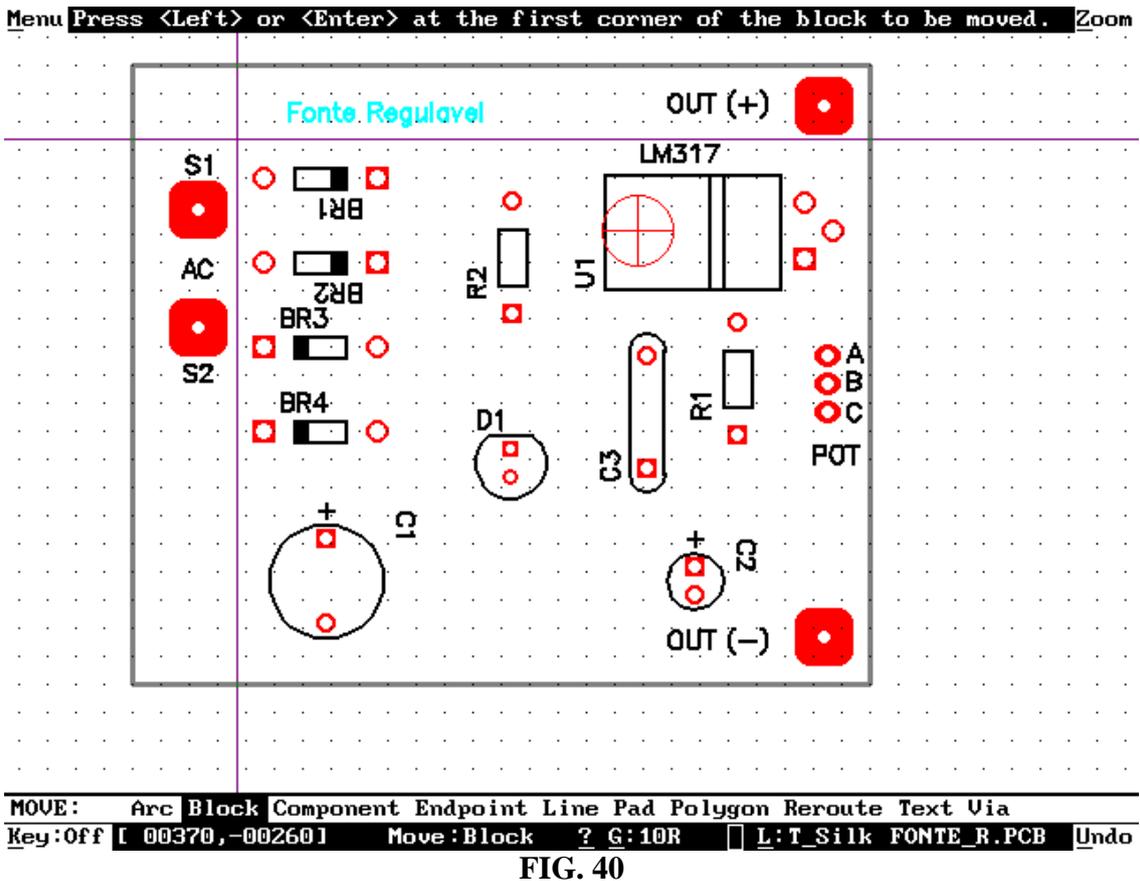
**TO220AB** - para o regulador LM317

**RES400** - para os resistores R1 e R2

**PAD P\_RR\_0200\_0200\_034\_AL** - ilhas para as entradas AC (secundário do transformador) e para as saídas (OUT + e OUT -).

**PAD P\_EL\_0084\_0074\_034\_AL** - ilhas para ligação externa do potenciômetro

A figura 40 mostra a fixação destes componentes:



Observa-se que foram posicionados textos em alguns componentes, como AC, LM317, etc.

Lembre-se de que ao posicionar textos ou títulos é importante que se mude o *layer*. Por exemplo, para colocar um título na placa o *layer* deve ser Tittle, para posicionar um texto o *layer* deve ser T\_Silk.

Para posicionar trilhas o *layer* deve ser Bottom.

Assim procedendo, textos, ilhas, componentes, trilhas, etc. deverão aparecer na tela do monitor com cores diferentes, de forma que, poderemos identificar com facilidade os ambientes de trabalho.

Lembre-se que a configuração das cores deve ser previamente ajustada no comando Setup/Display.

## 4 - Posicionando as trilhas pelo modo manual

A figura 41 mostra o mesmo circuito com as respectivas trilhas.

*Comando: Place/Line*

*Layer: Bottom*

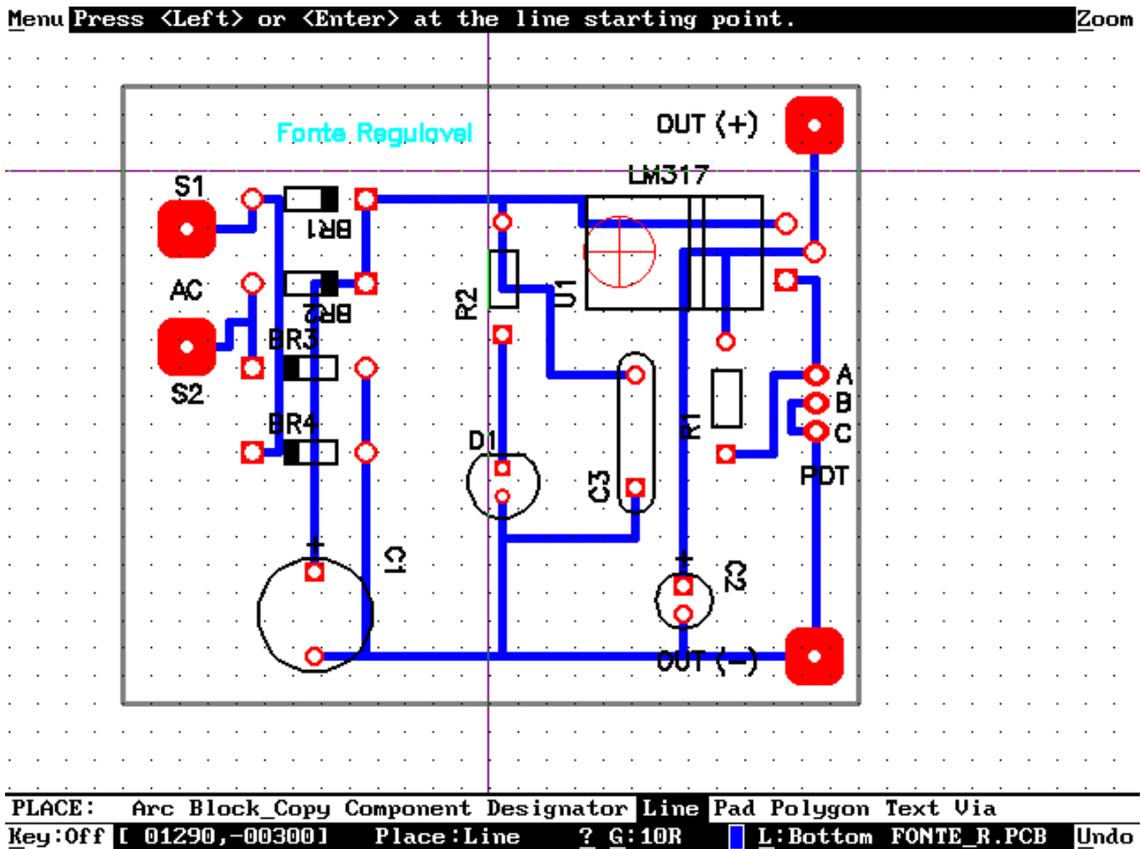


fig. 41

### Considerações sobre as ilhas (pads):

As ilhas podem ser configuradas previamente através do comando Current/Pad.

Quando esse comando for selecionado, aparecerá um box de diálogo mostrado na figura 42, onde alguns parâmetros são observados:

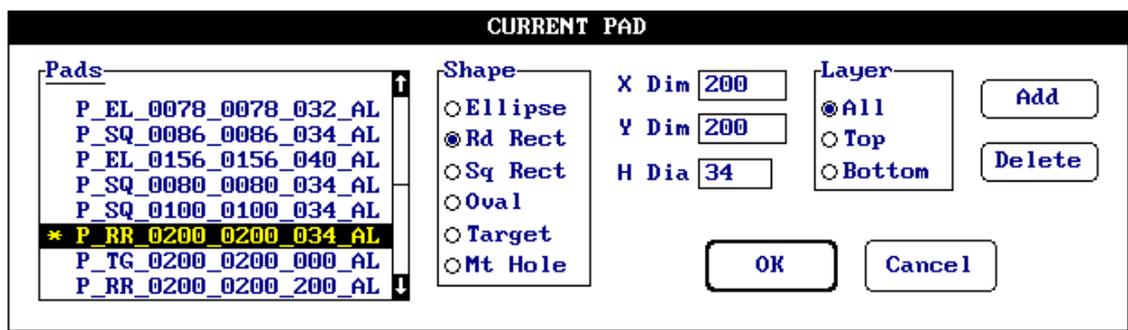


fig. 42

**Pads:** mostra a ilha corrente na faixa iluminada.

**Shape:** pode-se selecionar o formato da ilha (quadrada, oval, etc.).

**X Dim:** permite selecionar via teclado a nova dimensão da ilha no eixo X.

**Y Dim:** permite selecionar via teclado a nova dimensão da ilha no eixo Y.

**H Dia:** permite entrar via teclado com o novo diâmetro do furo da ilha.

**Layer:** permite que a configuração seja definida para todos os *layers* (All) ou selecionar os *layers* (Top ou Bottom).

**Add:** permite adicionar a nova configuração ao programa para futuras aplicações.

Uma ilha pode ser editada e modificada conforme as necessidades do projeto.

O comando a ser utilizado é Edit/Pad. Quando o cursor for posicionado sobre a ilha de qualquer componente ou ilhas isoladas, após clicado <ENTER>, aparecerá o box de diálogo mostrado na figura 43.



fig. 43

Além dos parâmetros já comentados anteriormente, neste box de diálogo são observados outros campos:

**Pin Des:** permite entrar via teclado com a nova identificação para a ilha.

**Plane:** se a ilha pertencer a um POWER NET ou GROUND NET que está na camada interna (Layer POWER ou Layer GROUND), o novo formato desejado poderá ser selecionado ao se clicar <ENTER> sobre o campo.

**Pad Edited:** permite que sejam mudadas todas as ilhas, somente as ilhas selecionadas pelo Edit/Pad, etc.

### Considerações sobre as trilhas:

Após concluída a fixação das trilhas, as mesmas podem ser modificadas através do comando Edit/Line, que proporciona a opção de modificar sua largura, conforme mostra o box de diálogo da figura 44.

Uma determinada trilha pode ser modificada digitando-se o novo valor no campo Line Width.

É importante lembrar que o processo será possível desde que o *layer* seja correspondente, isto é, não será possível editar uma trilha se o *layer* for T\_Silk; neste caso o computador emitirá um sinal sonoro.



fig. 44

Uma trilha pode ser também movimentada após concluído o projeto através do comando Move/Line, com as opções:

**Move:** movimenta a trilha para uma nova posição.

**Endpoint:** permite movimentar a extremidade de uma trilha e todas as outras ligadas a um determinado ponto.

**Reroute:** permite mover uma trilha sem perder a conexão.

### Considerações sobre o comando Nets:

Permite analisar um projeto quanto as ligações nos Nets.

Quando ativado, o comando Net abre um box de diálogo mostrado na figura 45.

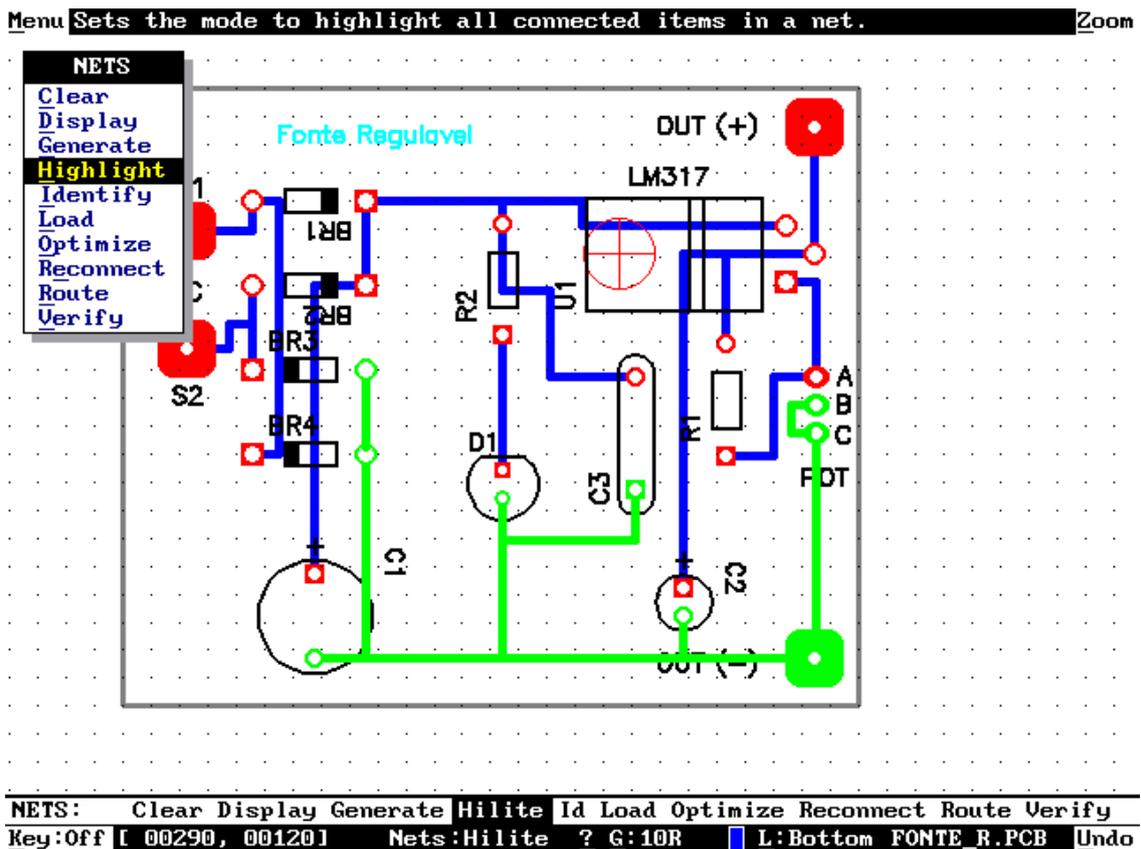


fig. 45

Um subcomando de grande utilidade é o Hilight. Quando acionado, destaca todas as ligações pertencentes ao mesmo NET.

Na figura 45 foram destacadas todas as ligações pertencentes a um ponto comum: OUT (-), que pode ser ligado ao terra ( em tom mais claro).

Se utilizarmos o comando Delete/Hilight, todas as ligações em destaque serão apagadas.

## CRIAÇÃO DE COMPONENTES NO TANGO PCB

No Tango PCB também é possível a criação de componentes, a exemplo do Tango Schematic.

É sempre aconselhável a criação de uma biblioteca para tal fim, mantendo as bibliotecas de origem sem alterações.

O primeiro passo para a criação de uma biblioteca é a ativação do comando Setup/Libraries. No campo Library entre com o nome da biblioteca e clique Create.

Para o nosso exemplo foi criada a biblioteca: LAYPCB.LIB  
A figura 46 ilustra o box de diálogo:

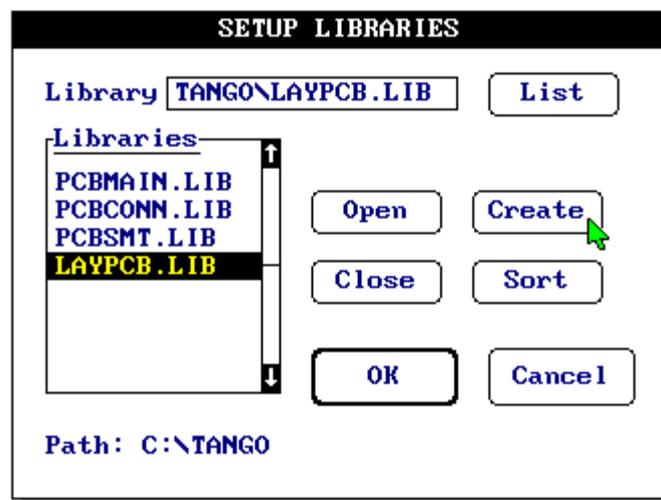


fig. 46

### **Criação de um componente para fixação de uma ponte retificadora da Semikron SKB 1,2/04.**

#### 1º passo - configuração das ilhas:

Configuração de uma ilha ou criação de uma ilha pelo comando Current/Pad, cujo box de diálogo é mostrado na figura 42.

Vamos utilizar duas ilhas com as seguintes características:

P\_EL\_090\_090\_034\_AL

## P\_SQ\_090\_090\_034\_AL

onde:

P = pad (ilha)

EL = elipse (formato da ilha)

SQ = quadrado (formato da ilha)

090 = dimensão do eixo X

090 = dimensão do eixo Y

034 = diâmetro do furo

AL = All layer (furo que atravessa toda a placa)

Após definidos os parâmetros clique <ENTER> na opção Add.

Para utilizar uma ilha já existente basta clicar <ENTER> sobre uma ilha no subbox Pads.

### 2º passo - fixação das ilhas:

A fixação da ilha deve ser feita pelo comando Place/Pad, utilizando o *layer* Bottom.

Veja a ilustração na figura 47.

No nosso exemplo foi reservado um espaço de 400x400mils, para o futuro desenho do silkscreen do componente.

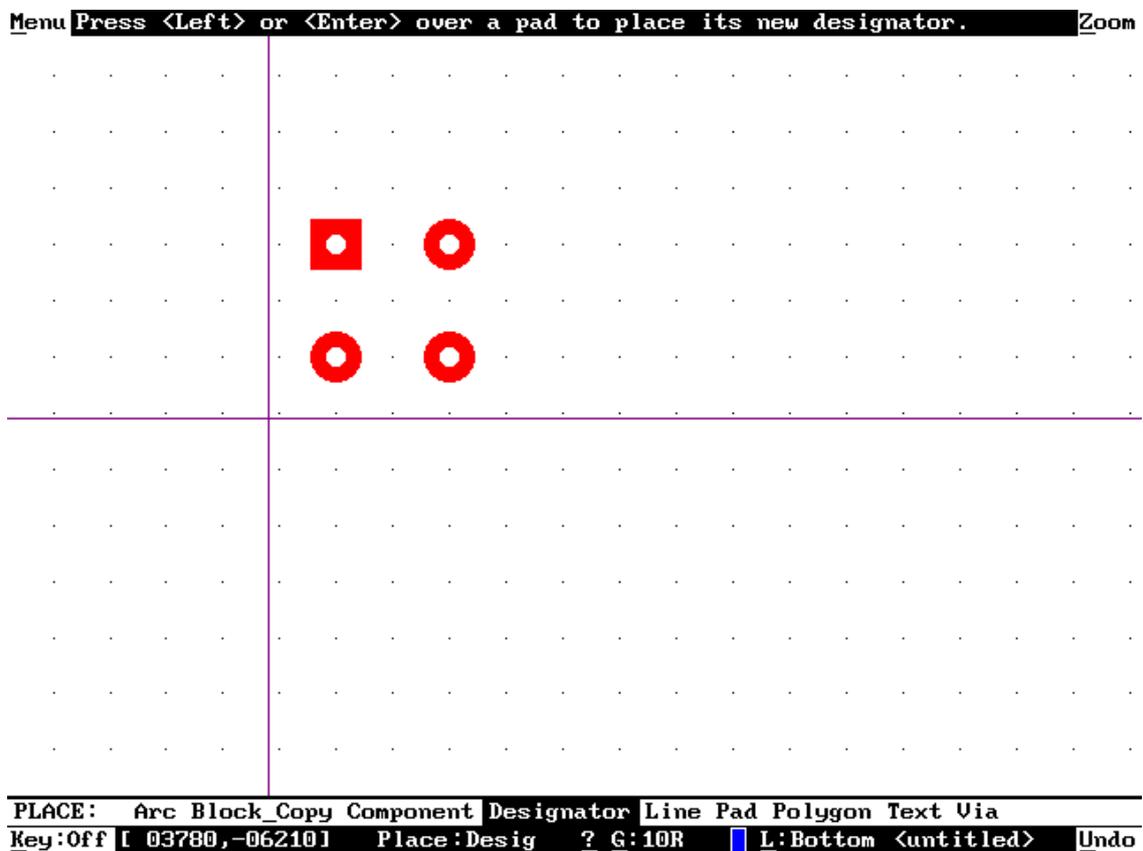


fig. 47

### 3º passo - identificação das ilhas do componente:

A atribuição de uma identificação ou numeração das ilhas é obrigatória, quando se deseja carregar as ligações (Net List) provenientes do Tango Schematic.

Como já visto anteriormente um componente é composto de uma identificação relacionada ao próprio componente (U1, R3, C5, etc.) e uma identificação para o pino, ou seja, para as ilhas (1, 2, A, B, etc.).

Quando o Net List for carregado pelo comando Nets Load, o programa associará para cada símbolo usado no esquema, o encapsulamento correspondente.

Por este motivo as ilhas do componente devem ter as mesmas atribuições do Tango Schematic, uma vez que, ilhas com identificações diferentes não serão ligadas.

Para atribuir identificação para as ilhas, deve ser utilizado o comando Place/Designator.

No entanto, pode ser utilizado também o Edit/Pad, porém em um componente com várias ilhas o comando Place/Designator é mais recomendado.

Quando o comando Place/Designator é acionado, um box de diálogo é aberto conforme mostra a figura 48.

No campo Designator Template aparece o símbolo “ # “, ou ainda poderá estar em branco, onde poderão ser digitados até 15 caracteres alfanuméricos.

No campo Current Value poderá ser atribuído o valor 1 e no campo Increment também o valor 1.

Isto significa que se no campo Designator Template o símbolo for #, no Current Value (valor inicial) for 1 e no campo Increment (incremento) também 1, o primeiro número será 1, o segundo 2, o terceiro 3 e assim por diante, pois o incremento é igual 1.

Se no Designator Template o símbolo for A#, o valor inicial 1 e o incremento também 1, teremos: A1, A2, A3, etc.

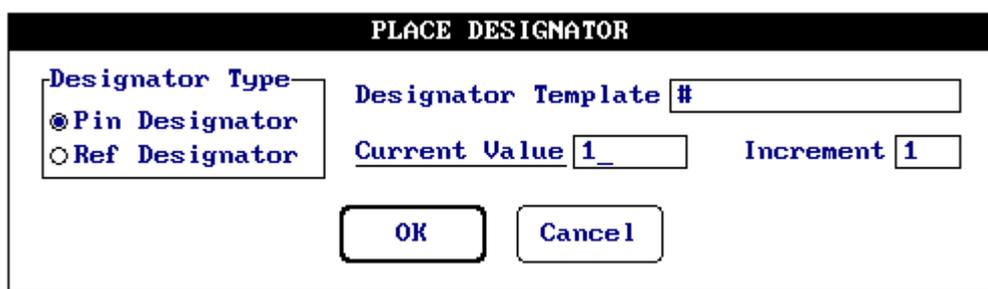


fig. 48

Para o exemplo: Designator Template = #, Current Value = 1 e Increment = 1.

Após definidos os parâmetros clique em <ENTER> em OK e clique <ENTER> em cima de cada ilha, e após o termino clique <ESC>.

O procedimento acima fixou os atributos em todas as ilhas e isto pode ser comprovado pelo comando Edit/Pad.

#### 4º passo - desenhar o silkscreen do componente:

Mudar o *layer* para T\_Silk e desenhar o silkscreen (contorno) conforme ilustra a figura 49, usando o comando Place/Line. Para o exemplo foi utilizada uma trilha de 20mils.

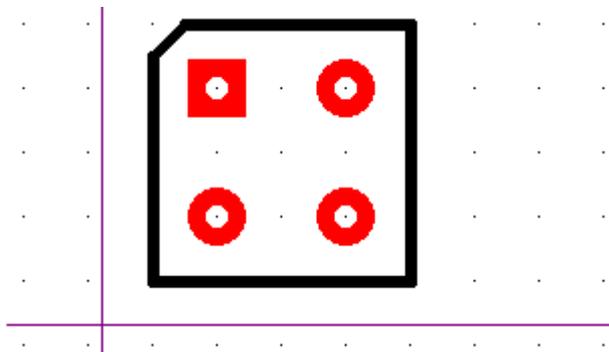


fig. 49

Devemos agora posicionar os atributos para o componente. Para isso, acione o comando Place/Text, não se esquecendo antes de configurar a largura do texto e seu tamanho (para este exemplo 60mils para altura e 10mils para a largura), conforme ilustra a figuras 50, 51 e 52.

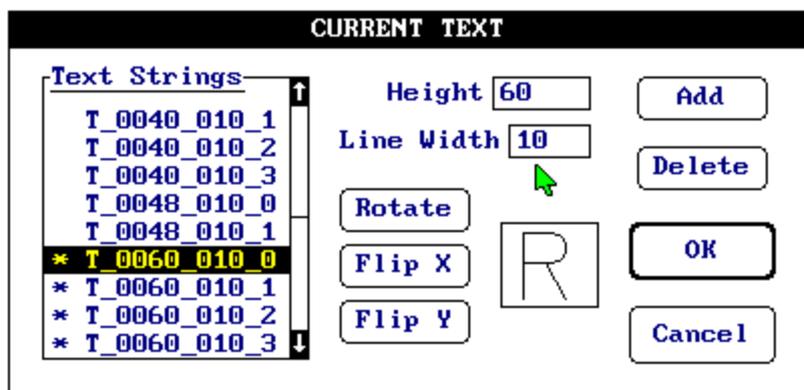


fig. 50



fig. 51

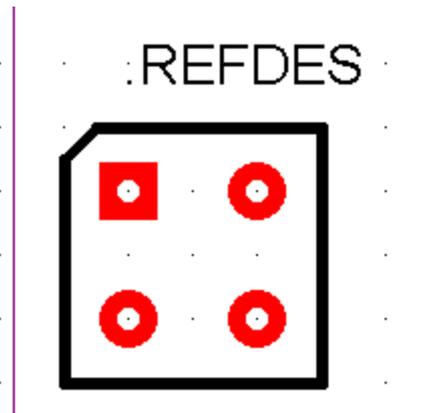


fig. 52

O atributo .TYPE é facultativo.

### 5º passo - adicionar o componente a biblioteca:

Acione o comando Library/Add para adicionar o componente à biblioteca previamente criada, conforme mostra a figura 53.

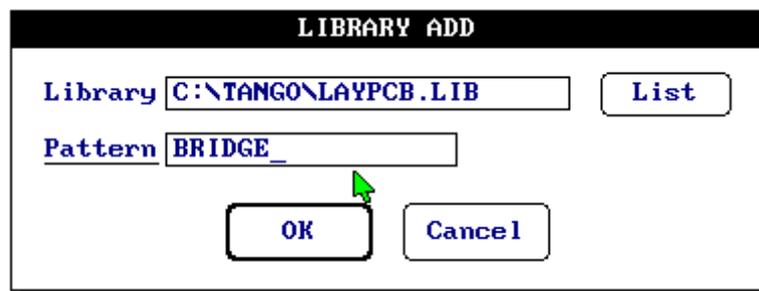


fig. 53

Clique <ENTER> em OK. Observe que no Prompt line aparecerá a seguinte mensagem:

*Press <Enter> or <Left> at the first  
corner of a bounding rectangle*

Isto significa que você deve clicar <ENTER> no primeiro canto do bloco e deslocar o cursor até envolver todo o componente (bloco) e clicar <ENTER> novamente até fechar o bloco.

No Prompt line aparecerá então a mensagem:

*Press <Enter> or <Left> at the reference  
point for the pattern*

Isto é, clicar <ENTER> em algum ponto dentro do bloco para servir de ponto de inserção do componente (normalmente escolhe-se um dos terminais do componente).

## IMPRESSÃO / PLOTAGEM

O comando a ser utilizado é o Output e o subcomando Plot/Print, que quando acionado abre o box de diálogo mostrado na figura 54.

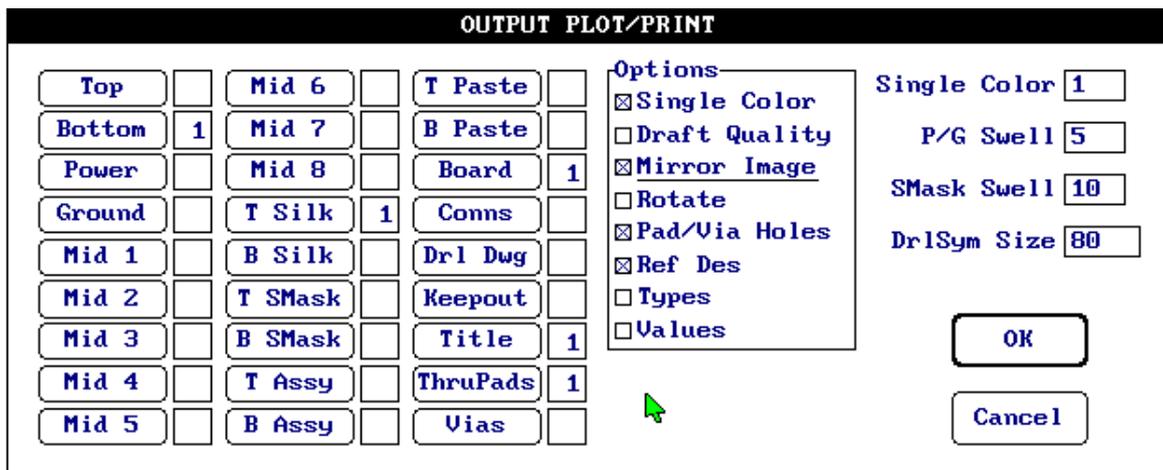


fig. 54

Observa-se o nome dos *layers* que podem ou não ser habilitados.

A impressão pode ser colorida ou em branco e preto. Para a impressão a cores é necessário desabilitar a opção Single Color e clicar <ENTER> no *layer* desejado; abre-se então uma janela *Select Desired Color* (veja a figura 55) com as opções de cores disponíveis para a impressão colorida ou ao número da pena do plotter.

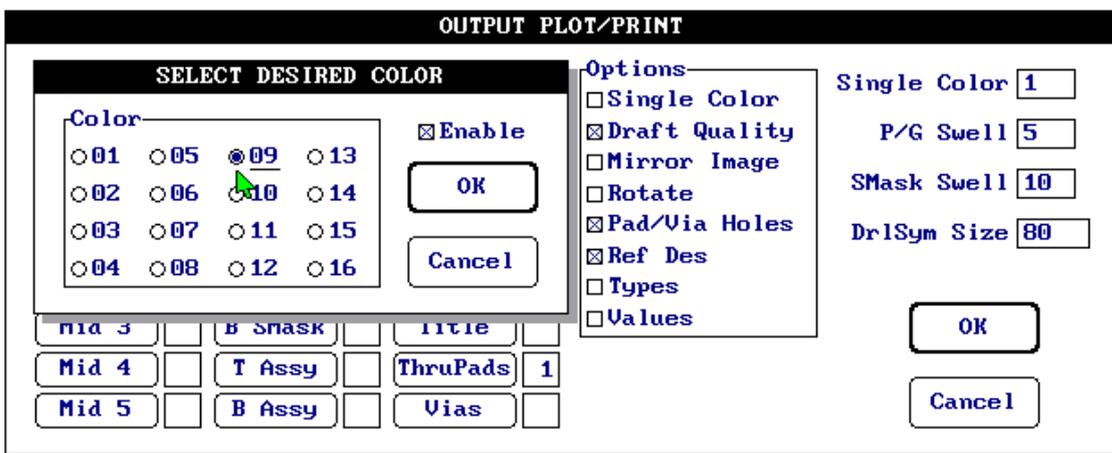


fig. 55

Clique Enable e OK para a confirmação. Ao retornar ao box de diálogo, notaremos que o respectivo *layer* estará habilitado com o número da cor ou pena no pequeno quadrado ao lado do mesmo.

Para a impressão monocromática (branco e preto) basta habilitar a opção Single Color.

Quando a opção Draft Quality (rascunho) estiver habilitada a impressão é mais rápida, permitindo a geração de desenho com múltiplos *layers*, para uma visualização geral antes de imprimir a arte final (Final Artwork).

Para imprimir o desenho com a qualidade de arte final, basta desabilitar a opção Draft.

### *Mirror Image:*

Na tela do Tango PCB cada *layer* é mostrado como se o projetista estivesse vendo desenho sempre pelo lado superior (Top) da placa de circuito impresso.

No modo Mirror Image, a placa de circuito impresso passa a ser vista pelo seu lado inferior.

### *Rotate:*

Permite rotacionar o desenho da PCI em 90° no sentido anti-horário, possibilitando a impressão do desenho no formato paisagem (landscape) ou porta-retrato (portrait).

As opções Pad/Via Holes (furos pertencentes as ilhas); Ref Des (identificações) e Types (tipos), quando habilitadas, permitem apresentar respectivamente: os furos pertencentes as ilhas e vias, as identificações dos componente e seus tipos.

### *P/G Swell:*

P (power) - G (ground)

Os planos power e ground são desenhados em negativo, por possuírem uma área de cobre muito extensa. Na impressão ou plotagem desses planos é desenhado um vão circular em torno dos furos das ilhas e vias que não estão conectadas nestes planos.

A distância entre a ilha e o cobre desse *layer* pode ser alterada; para tanto, basta informar no campo P/G Swell o valor que desejamos acrescentar ao raio do furo.

Por exemplo, para o furo de raio 17mils (diâmetro=34) em uma ilha, se for especificado um P/G Swell = 10, teremos um vão com um raio total igual a 27mils (diâmetro=54).

### *SMask Swell:*

Permite aumentar o tamanho das ilhas na máscara de solda, tanto para o lado Top como para o lado Bottom.

Isto poderá ser feito através do campo Smask Swell; neste caso, quando um valor for digitado nesse campo, o mesmo será dobrado na máscara de solda.

Por exemplo: se as ilhas possuem um diâmetro de 50mils e for especificada uma expansão Smask Swell = 10, o diâmetro final será de 70mils.

Para uma ilha retangular 50x100mils e um vão de 15mils (Smask Swell = 15), teremos como resultado final um retângulo livre de 80x130mils para as máscaras de solda.

### *DrlSym Size:*

O *layer* Drl Dwg quando habilitado, permite imprimir um desenho que apresenta a localização de todos os furos da PCI, com um símbolo próprio que corresponde ao diâmetro de cada um dos furos.

É possível alterar as características do símbolo, relacionados com o seu tamanho; para tanto, basta especificar a quantidade de símbolos no campo DrISym Size.

O Tango PCB permite até 24 símbolos diferentes, caso contrário, se este limite for excedido, será emitida uma mensagem de erro.

## **AJUSTES**

### *Scale:*

Através do campo Scale (escala) o tamanho da placa de circuito impresso poderá ser ampliado ou reduzido, bastando para tal, definir um fator adequado, valores estes que variam de uma faixa de 0.100 até 10.00.

Isto significa que a placa e respectivo desenho poderá ser reduzido até a escala 1:10 e ampliada até a escala de 10:1.

### *X Corr / Y Corr:*

Esses campos correspondem a correção de pequenos erros no que se refere aos eixos X e Y, fator esse que varia de 0.100 até 10.00.

Para determinar a precisão do desenho basta verificar se o tamanho está correto, através da impressão de várias linhas verticais e horizontais. Procede-se as medidas para verificar se há necessidade de correções.

Não havendo necessidade de correções, os campos X Corr e Y Corr devem ser ajustados em 1.

Para corrigir o eixo X, basta dividir o valor correto do comprimento horizontal pelo valor do comprimento impresso; para corrigir o eixo Y o mesmo procedimento deve ser adotado, porém no sentido vertical.

Por exemplo: se uma linha horizontal de comprimento de 11 polegadas resultar em uma linha impressa de 10 polegadas, será necessário um fator de correção de 1.10; caso a linha vertical de comprimento igual a 8 polegadas aparecer na impressão com um comprimento de 10 polegadas, o fator de correção deverá ser de 0.8.

A figura 56 mostra o aspecto do box de diálogo para o subcomando Plot/Print, quando se clica <ENTER> sobre o campo OK do box de diálogo mostrado na figura 54.

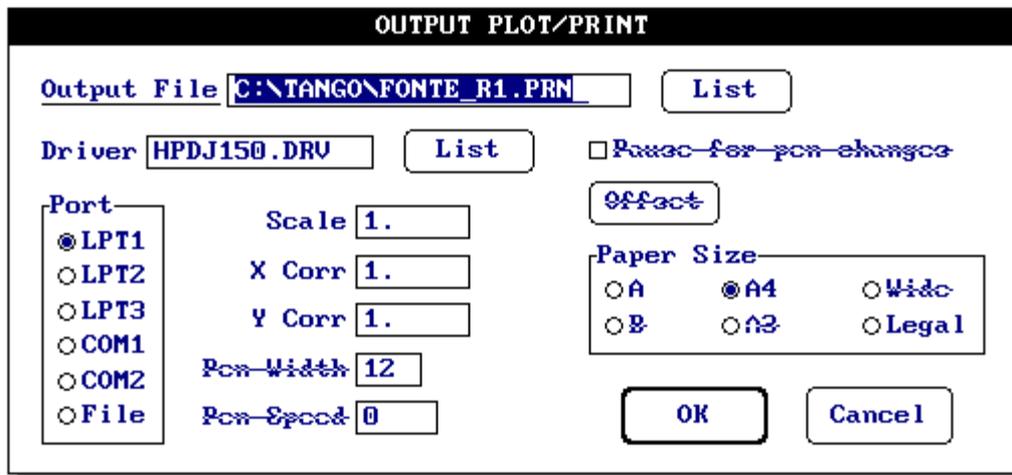


fig. 56

É possível também imprimir ou armazenar relatórios com informações importantes sobre o projeto, cujo box de diálogo é mostrado na figura 57, quando é acionado o comando Output/Reports.

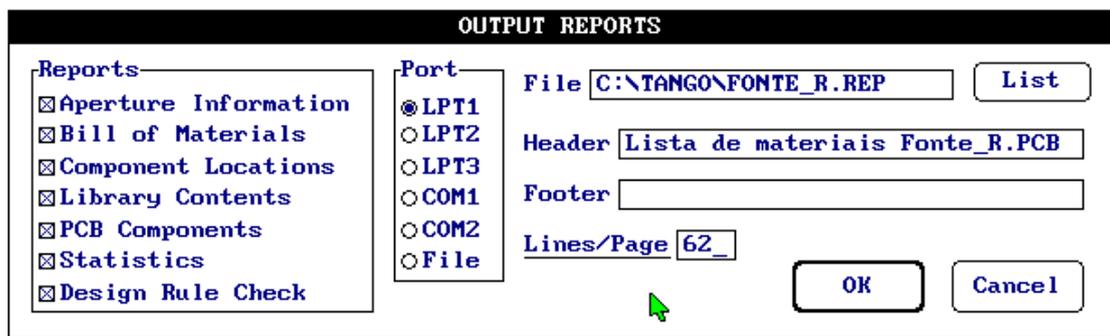


fig. 57

**Aperture Information (abertura):**

Neste relatório serão fornecidas as informações sobre as aberturas para a fotopltagem e as informações para a configuração e ajuste das ferramentas de furação em máquinas com controle numérico.

**Bill of Materials (lista de materiais):**

Lista todos os materiais quanto a quantidade, tipo, valor e referência.

**Components Locations (localização dos componentes):**

Neste relatório são fornecidas as localizações de cada componente em relação aos eixos X e Y ao lado de seu designador de referência e encapsulamento.

**Library Contents (conteúdo das bibliotecas):**

São fornecidos todos os encapsulamentos dos componentes de cada biblioteca aberta com o comando Setup/Library.

**PCB Componentes (componentes da PCI):**

Semelhante a lista de materiais, porém sem fornecer a quantidade de componentes. Neste relatório os componentes são mostrados em ordem alfabética.

### Statistics (informações gerais):

Contém uma variedade de informações sobre a PCI incluindo a quantidade de cada item (arcos, trilhas, ilhas, vias, etc.), quantidade de furos, tipos de textos, etc.

### Design Rule Check (informações sobre o relatório de erros):

Emite um relatório contendo todos os erros encontrados na PCI para posterior correção.

## TANGO ROUTE

A elaboração da arte final da PCI é um processo que requer um desenvolvimento para a obtenção de resultados satisfatórios, dentre os quais:

- *Preparação do layout da PCI no Tango PCB*
  - *Pré-roteamento da PCI no Tango PCB*
- *Roteamento automático da PCI no Tango Route*
  - *Verificação de erros (DRC)*
  - *Elaboração da arte final*

Tomemos como exemplo a elaboração da PCI do esquema de uma fonte de alimentação, conforme ilustra a figura 58.

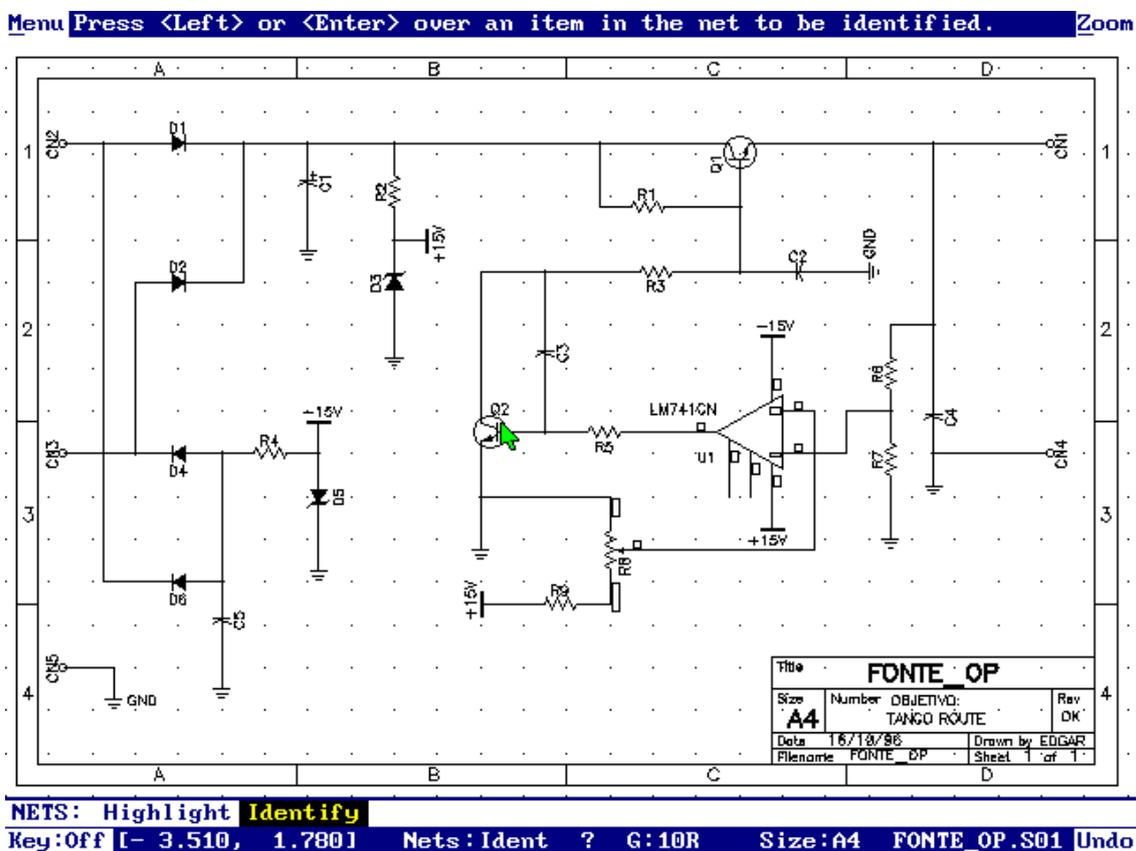


fig. 58

## DESENVOLVIMENTO

A fixação de componentes na PCI e suas ligações para o pré-roteamento depende das informações fornecidas pelo Net List.

## **1º passo: - preparação para o Tango PCB**

No Tango Schematic acione o comando Post e os subcomandos:

- a) Cleanup - para remover overlaps;
- b) Compile - para criar o arquivo que será utilizado pelo Net List;
- c) Forward Annotate - para atualização
- d) Net List - arquivo que será usado pelo Tango PCB
- e) Archive Library - opcional (criação da biblioteca para o projeto)
- f) Reports - criação de relatórios (opcional)

Caso necessário, reveja os itens quanto ao uso destes subcomandos no capítulo referente ao Tango Schematic.

## **2º passo: - pré-roteamento no Tango PCB**

No Tango PCB desenhe o contorno da placa no layer Board. Utilize a medida 3.000mils x 3.000mils.

Quando se deseja o roteamento automático é muito importante a seleção do grid absoluto.

É recomendável que os componentes sejam fixados usando os grids absolutos 20A, 50A ou 100A. Isto é importante para que se consiga uma alta performance durante o processo de roteamento automático. Veja a tabela abaixo:

Grid de posicionamento dos componentes no tango PCB	Grid a ser usado no Tango Route durante o processo de roteamento
100A	25mils
50A	20mils
20A	16.7mils 12.5mils 10mils

No nosso exemplo usaremos o grid 100A para posicionamento dos componentes.

No Tango PCB através do comando Nets/Load, carregue o arquivo gerado pelo Net/List, neste caso, Fonte\_Op.Net.

Veja a figura 59.

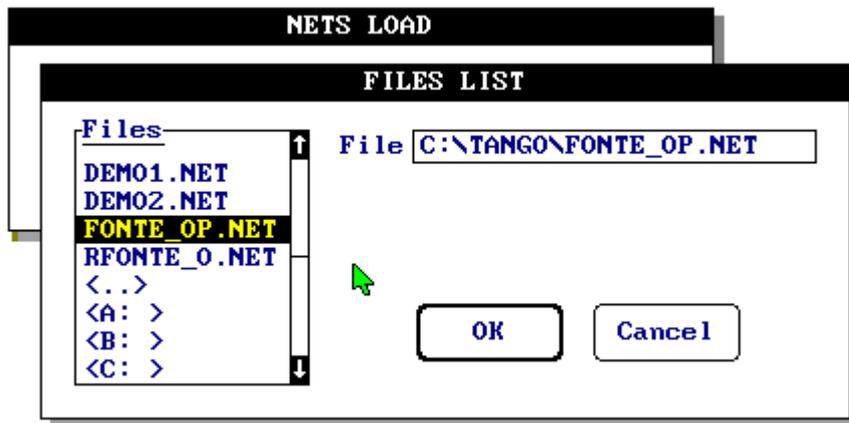


fig. 59

Após o carregamento do arquivo Fonte\_Op.Net, surgirá um box de diálogo para selecionar em quais planos de Net poderão ser conectados Ground e Power, ou ainda se as conexões a estes planos serão diretas (Direct) ou com alívio térmico (Thermal).

Caso o projetista não queira preencher esses campos, basta clicar <ENTER> em OK.

### **Posicionamento automático dos componentes:**

Acione o comando Place/Component. Surgirá então um box de diálogo, conforme ilustra a figura 60.

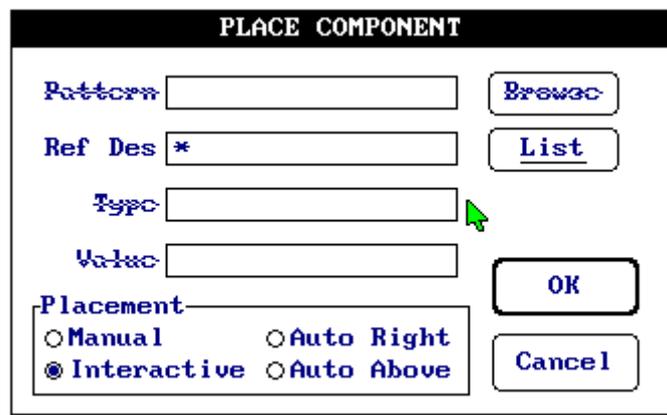


fig. 60

Observe que no campo Placement, existem 4 opções:

a) Manual - já vista anteriormente

b) Interactive - (interativo): o único campo a ser preenchido é o Ref Des. Neste campo poderá ser digitado o componente que desejamos fixar ou, se deixado em branco a cada clique do mouse será fornecido o componente segundo uma ordem seqüencial.

c) Auto Right - (automaticamente colocado à direita): neste caso, deixar em branco o campo Ref Des que todos os componentes serão fornecidos sem nenhuma interrupção e posicionados à direita da placa.

d) Auto Above - (automaticamente colocado acima): o procedimento é o mesmo adotado anteriormente, porém os componentes são posicionados acima da placa.

No campo Ref Des poderá ser digitado o nome do componente a ser posicionado na placa (D1, R1, U1, etc...).

Se for colocada uma letra na frente do asterisco (por exemplo, R\*), um filtro seletivo estará sendo inserido de forma a colocar apenas resistores; se quisermos inserir na placa apenas capacitores basta digitar C\* e assim por diante.

No entanto é necessário antes definir o tipo de encapsulamento dos componentes (Pattern). Isto poderá ser feito ao se clicar List com o campo Ref Des preenchido com um asterisco.

Veja a figura 61.

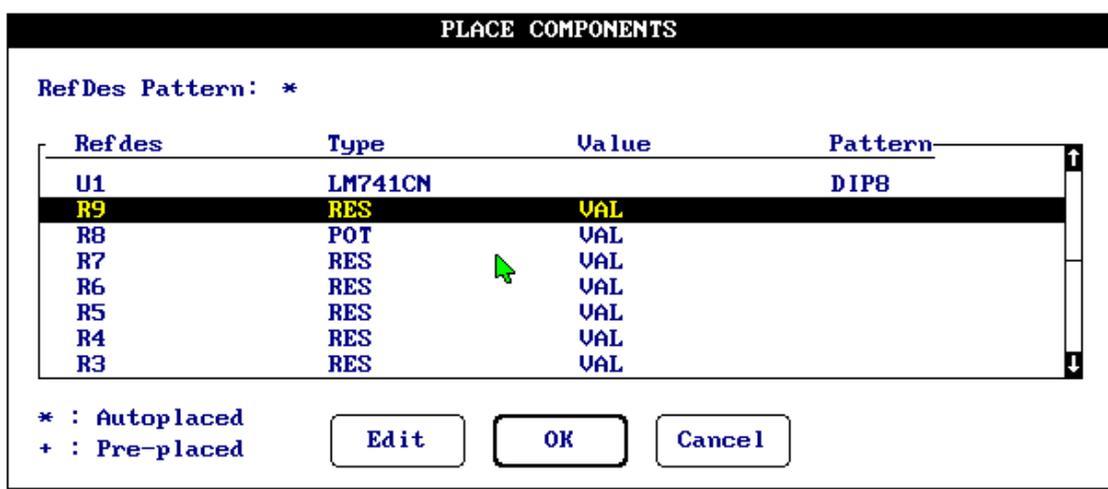


fig. 61

Observa-se que apenas o circuito integrado U1 está com seu encapsulamento definido. Note ainda que a relação mostrada na figura 61 somente estará a disposição se o arquivo .NET for carregado ao iniciar o tango PCB.

Para definir a o tipo de encapsulamento clique em Edit. Será mostrado então o box de diálogo mostrado na figura 62.

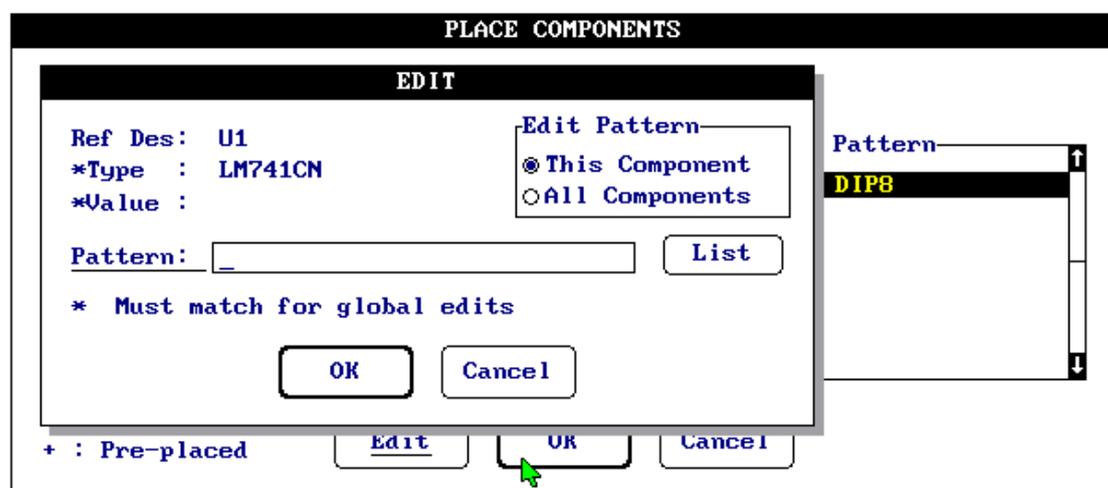


fig. 62

Poderá ser então digitado o tipo de encapsulamento no campo Pattern.

Um clique em List coloca à disposição do projetista as bibliotecas disponíveis e respectivos encapsulamentos conforme mostra a figura 63, para ajudar o projetista quanto a definição dos encapsulamentos dos componentes.

Os componentes deverão ser editados em função das necessidades do projeto.

Observe na figura 62 que no campo Edit Patterns existem as opções: This Componente e All Components. Se for selecionado All Components, todos os componentes do mesmo tipo (Type) serão nomeados com o que for digitado no campo Pattern do box de diálogo mostrado na figura 62.

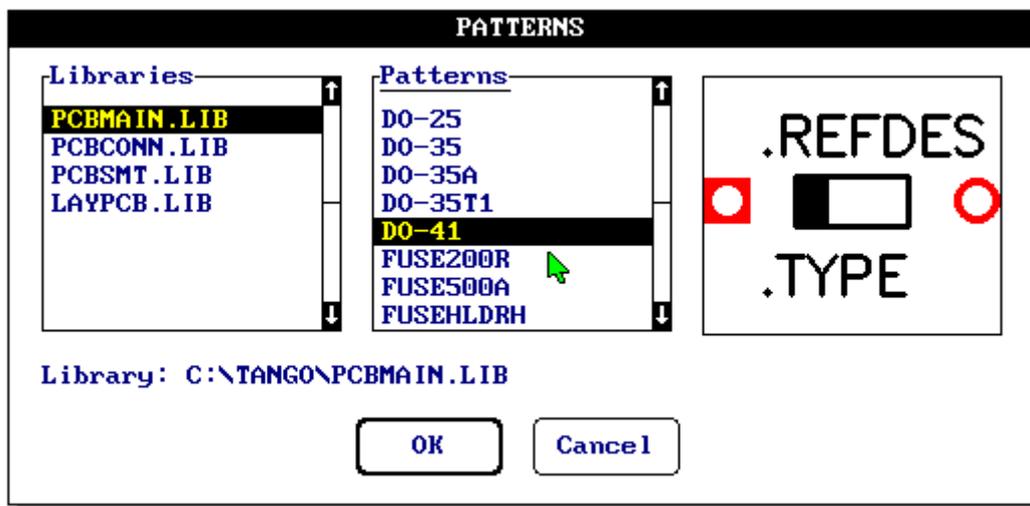


fig. 63

A figura 64 mostra o box de diálogo com os encapsulamentos definidos.

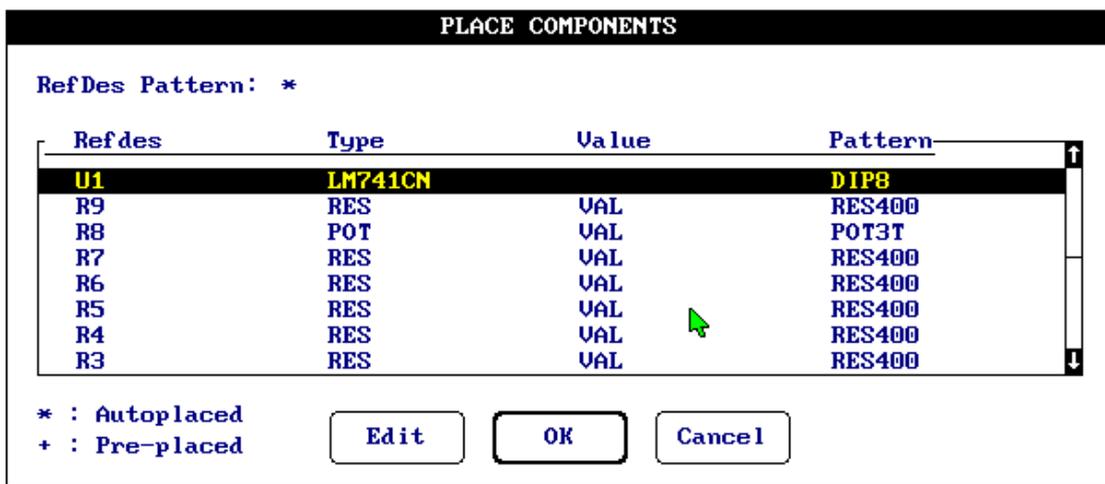


fig. 64

O posicionamento e fixação dos componentes deverá ser feito no layer T\_Silk, onde utilizaremos o grid 100A.

Observe que a medida que os componentes estiverem sendo fixados aparecerão diversas linhas ligando esses componentes (aparência de elásticos).

Estas linhas ainda não roteadas pertencem ao layer Conns (portanto, esse layer deve estar habilitado) e auxilia o projetista a posicionar os componentes nas áreas de menor densidade.

Algumas versões mais recentes do Tango PCB (em especial a versão Plus) fornecem um recurso adicional para a movimentação dos componentes, denominado *Vetor*.

É um recurso muito útil em projetos mais complexos. Os vetores, representados por setas, originam-se de cada componente e representam o comprimento médio de todas as conexões do referido componente e o sentido e a direção que deve ser movimentado o componente para a otimização das ligações.

Para a apresentação dos vetores deverá ser habilitada a opção *Display Force Vectors* no comando Nets/Display.

A figura 65 ilustra o aspecto dos componentes já posicionados na placa.

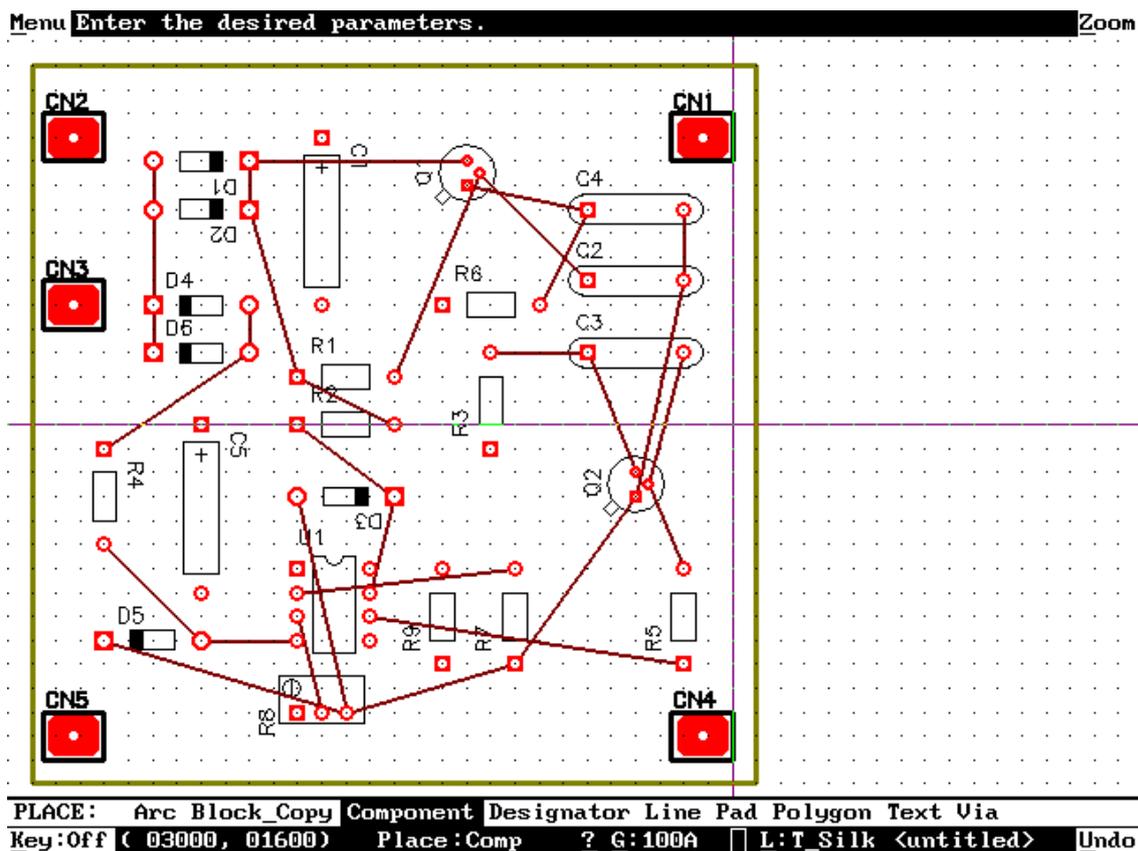


fig. 65

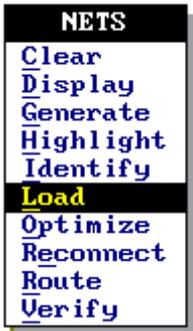
Para o projeto da PCI foram selecionados os seguintes encapsulamentos:

- DO-41 para os diodos e zener
- CAP700AP para os capacitores polarizados (eletrolíticos)
- RES400 para os resistores
- POT3T para o trimpot (potenciômetro)
- CAP400 para os capacitores não polarizados
- DIP8 para o circuito integrado
- CON para os conectores (criado especialmente para o projeto)

- TO-18(EBC) para os transistores

O comando Nets possui vários subcomandos, alguns deles de grande utilidade durante o desenvolvimento do projeto.

Cada subcomando poderá vir acompanhado de algumas opções.



**Clear:**

Possui as seguintes opções:

- Connections Only* - remove apenas as conexões
- Net name and connections* - remove as conexões e nomes
- Power Plane* - remove as conexões do plano de alimentação
- Ground Plane* - remove as conexões do plano terra

**Display:**

Fornece todos os nets, ou então um net ou grupo de nets. Este subcomando abre um box de diálogo mostrado na figura 66.

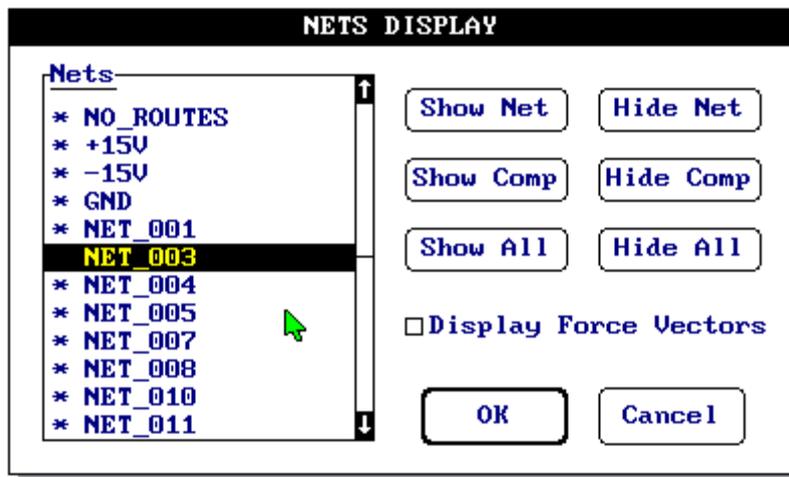


fig. 66

Os nomes que apresentam um asterisco são aqueles que estão sendo mostrados na PCI.

Quando o nome de um Net é clicado, o mesmo será ocultado. Se quisermos ocultar todos os nets basta acionar o campo Hide All.

É possível também ocultar ou mostrar todos os nets relacionados a um determinado componente.

Para que sejam mostrados apenas os nets de um determinado componente, deverão ser ocultados previamente todos os nets (Hide All) e em seguida clicar em Show Comp, o qual fornece uma lista dos componentes pertencentes a PCI e um box com o campo Ref Des.

Para que sejam ocultados apenas os nets de um certo componente, deverão ser previamente mostrados todos os nets (Show All) e em seguida clicar em Hide Comp, o qual fornece uma lista de componentes pertencentes a PCI e um box com o campo Ref Des.

**Generate:**

Gera um arquivo Net List no formato Tango.

**Highlith:**

Permite destacar todos os itens de uma conexão. Este subcomando é muito útil quando desejamos conferir manualmente o roteamento da PCI; apagar as trilhas de uma determinada conexão ou ainda, alterar a largura das trilhas que compõem o net.

**Identify:**

Permite identificar o net no qual um pino de um certo componente está conectado. Para identificar o net, devemos posicionar o cursor sobre o pino escolhido.

**Load:**

Carrega um arquivo com a extensão .NET na memória (arquivo gerado no Tango Schematic).

**Optimize:**

Permite reduzir o comprimento das ligações (otimização) após cada redistribuição dos componentes, fornecendo as seguintes opções:

*Minimize Total Lenght* (minimização total ponto a ponto); *Minimize X Lenght* (minimiza as ligações ponto a ponto no eixo X); *Minimize Y Lenght* (minimiza as ligações ponto a ponto no eixo Y).

**Route:**

Permite rotear a PCI de modo manual, caso não seja desejado o modo interativo.

Este roteamento nada tem a ver com o Tango Route e somente será possível se houver ligações entre os componentes.

**Verify:**

Permite a verificação do projeto quanto as ligações entre componentes que não foram roteadas. Este subcomando confronta todas as ligações contidas no arquivo carregado na memória (Net List) com as ligações efetivamente realizadas na PCI.

Na ocorrência de erros serão mostrados vários box com a especificação dos mesmos conforme ilustra a figura 67.

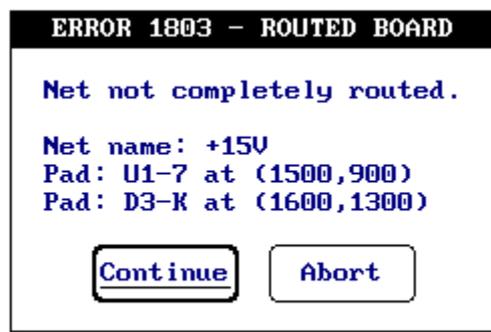


fig. 67

### 3º passo: - roteamento no Tango Route:

No diretório do Tango digite Route. Ao aparecer no monitor a tela do Tango Route acione o menu principal. Veja a figura 68.



fig. 68

O primeiro passo é clicar em Files; aparecerá um box de diálogo, conforme ilustra a figura 69.

Todos os campos deverão ser preenchidos, caso contrário será emitida uma mensagem de erro e o processo de roteamento será interrompido.

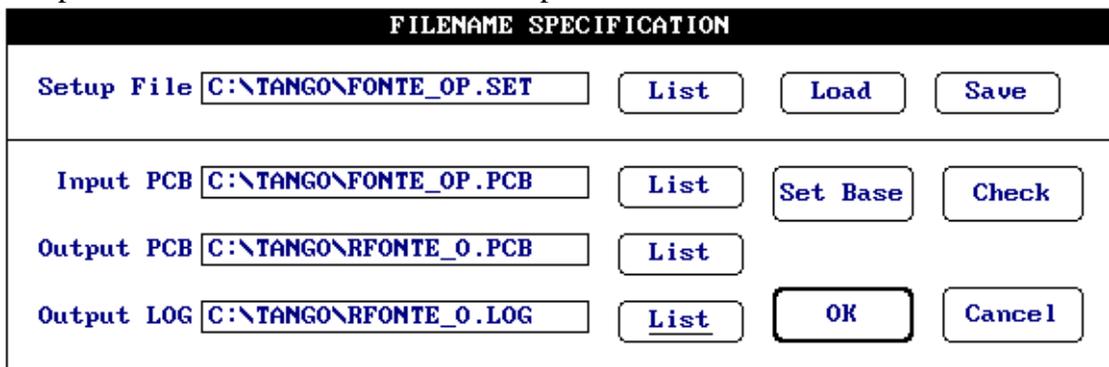


fig. 69

O preenchimento do campo poderá ser baseado no nome do projeto.

Nos campos Setup File e Input PCB entre apenas com o nome do arquivo sem a extensão, pois a mesma será adicionada automaticamente ao se entrar no próximo campo.

No entanto no campo Output PCB adicione uma letra antes do nome do arquivo (sugestão R de Route), pois será criado um arquivo com a extensão .PCB gerado pelo Tango Route. O Tango Route emitirá uma mensagem de erro para arquivos de entrada e saída com o mesmo nome.

Para o campo Output Log siga as mesmas instruções acima. O arquivo com a extensão .LOG fornecerá todas as informações sobre o processo como: data, hora, parâmetros e performance de roteamento, layers usados durante o processo, etc.

O próximo passo é clicar em **Passes**; para definir os passos de roteamento; será mostrado então o box de diálogo ilustrado na figura 70.

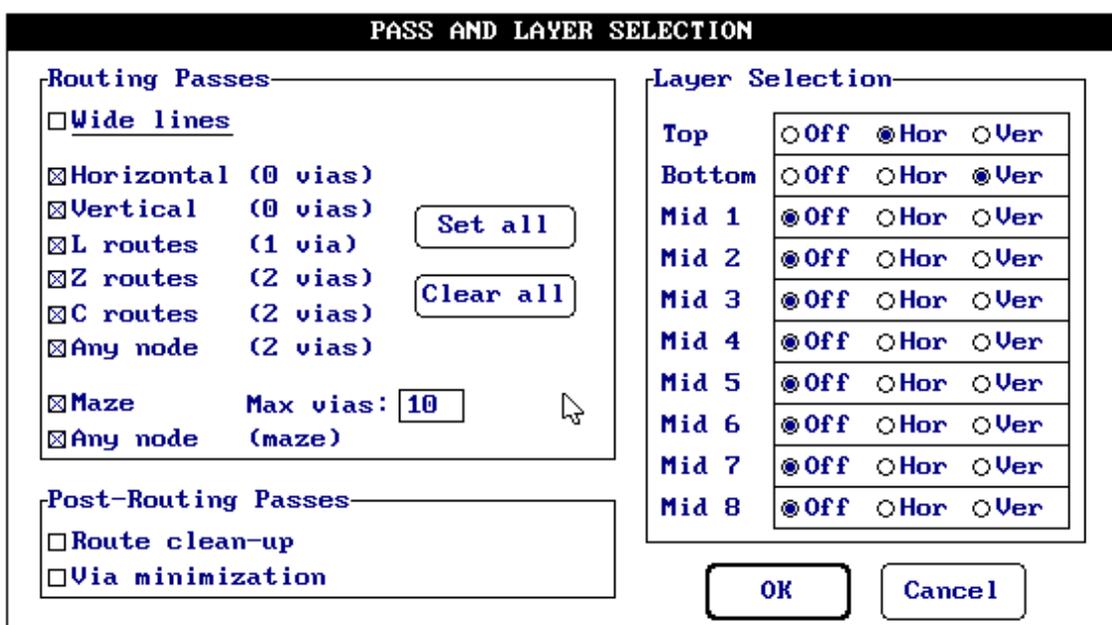


fig. 70

Podemos informar no box de diálogo acima como queremos que o Tango Route execute o roteamento (Routing Passes) e a seleção dos layers no subbox Layer Selection.

Faremos uma breve descrição de cada um dos passos:

**Wide Lines (linhas largas):** o comando executará primeiramente o roteamento destas de acordo com as larguras especificadas no subcomando Options.

**Horizontal (0 vias):** as trilhas são roteadas no sentido horizontal com um mínimo de desvios; o programa assume que este processo seja executado no layer Top.

**Vertical (0 vias):** as trilhas são roteadas no sentido vertical com um mínimo de desvios; o programa assume que este processo seja executado no layer Bottom.

**L routes (1 via):** rotas em forma de L, que são obtidas pela intersecção de duas trilhas perpendiculares, possuindo uma via no ponto de intersecção.

**Z routes (2 vias):** possuem a aparência da letra Z e são compostas por três trilhas e duas vias, sendo duas paralelas e uma perpendicular em relação às duas paralelas.

**C routes (2vias):** possuem as mesmas condições da rota Z porém com o formato da letra C.

**Any node (2 vias):** o programa poderá utilizar qualquer um dos itens de rota especificados acima desde que os mesmos tenham sido habilitados; durante o processo o programa analisa cada net, visando efetuar uma ligação entre quaisquer pinos, mesmo que esta não seja e melhor rota de conexão.

**Maze (n vias):** o aspecto final das trilhas roteadas nesta opção assemelha-se a um labirinto retangular e assume qualquer direção, independente do layer; este passo introduz no trajeto da rota de conexão, vias de acordo com a necessidade, limitadas a um número “n” que poderá ser especificado no campo Max vias.

**Any node (maze):** este roteamento utiliza os mesmos procedimentos do passo Maze, tentando rotear somente os nets de forma otimizada.

### **Post-Routing Passes:**

Otimiza as operações de roteamento através de:

**Route clean-up:** durante o processo de roteamento as trilhas poderão ficar espremidas, uma vez que o programa produz propositalmente muitas trilhas para conseguir um alto grau de eficiência no roteamento; este passo irá então retificar e redistribuir as trilhas já roteadas onde for possível.

**Via minimization:** minimiza a quantidade de vias colocadas durante os passos anteriores de roteamento; para eliminar uma determinada via o Tango Route examina todas as trilhas que estão conectadas a esta e se estas trilhas puderem ser projetadas para uma outra camada (layer) sem ocorrência de erros, então isto ocorrerá e a via será eliminada.

### **Layer Selection:**

Permite habilitar as camadas de acordo com as necessidades do projeto.

A figura 71 ilustra os passos de roteamento e a seleção do layer para o nosso exemplo.

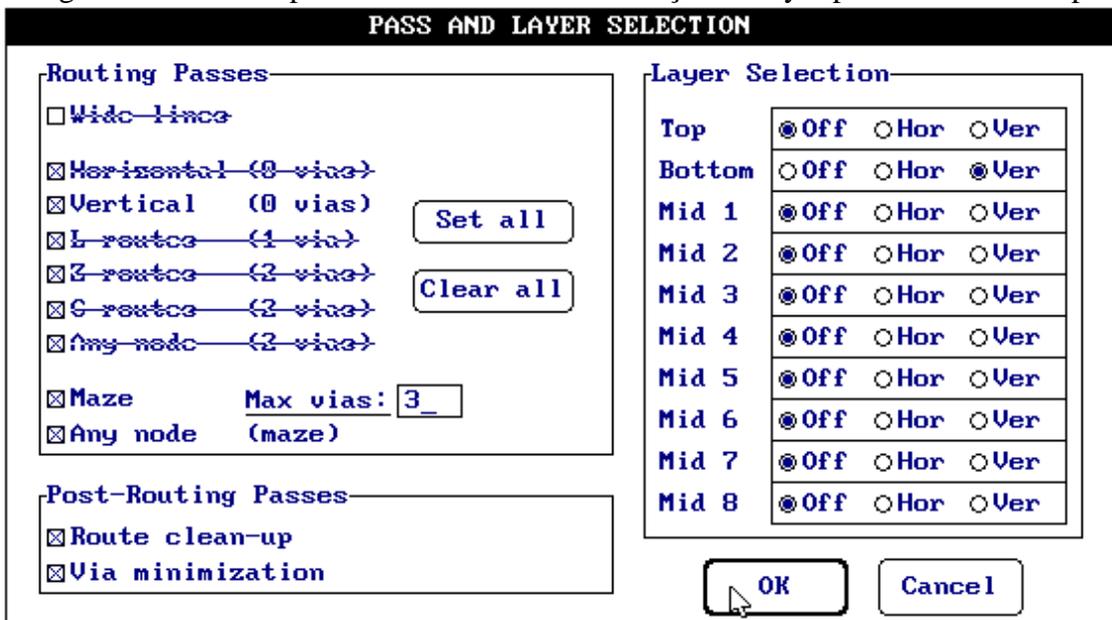


fig. 71

O próximo subcomando a ser selecionado é o *Options*, para definir o grid de roteamento do Tango Route, cujo box de diálogo é mostrado na figura 72.

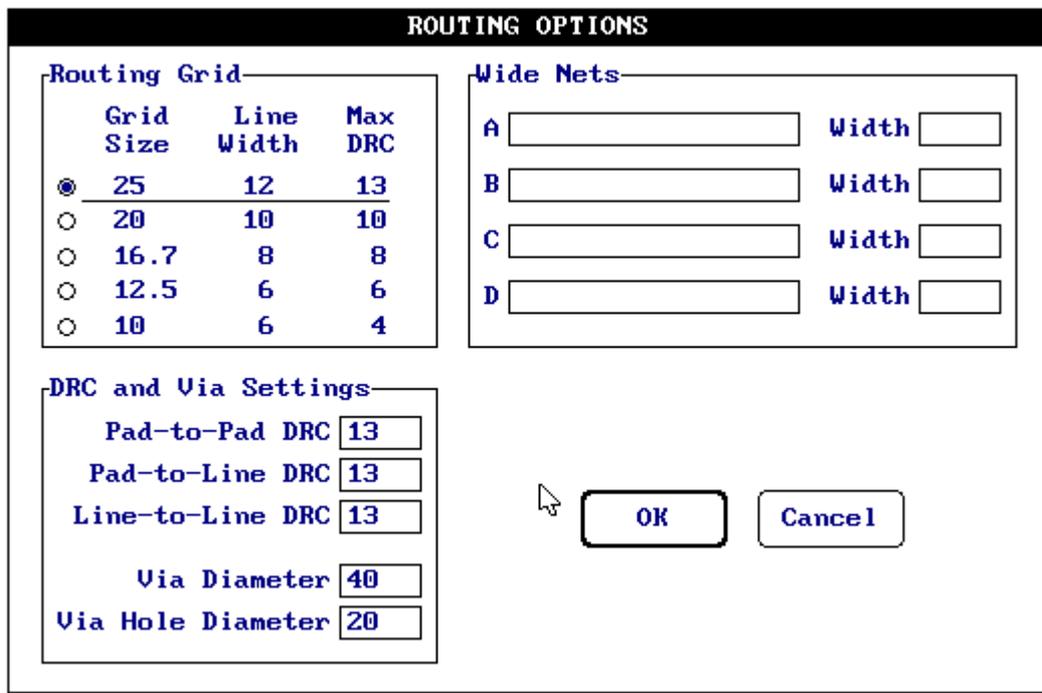


fig. 72

Observe que o grid selecionado para auto-rotear a PCI foi 25, uma vez que no Tango PCB foi escolhido o grid 100A para fixação dos componentes.

Para este valor são associados mais dois parâmetros, tornando possível auto-rotear uma ou mais trilhas, passando entre as trilhas (ilhas com ou sem furo). As ilhas sem furo são as ilhas de superfície.

Os campos do subbox Wide Nets não foram preenchidos por opção, uma vez que não foram especificados previamente os planos Ground e Power.

Devemos agora como próximo passo acionar o subcomando *Display*, que permitirá visualizar os layers a serem auto-roteados, conforme mostra a figura 73.

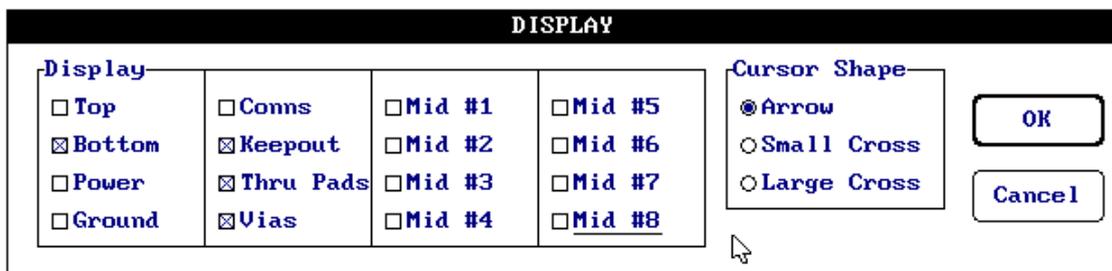
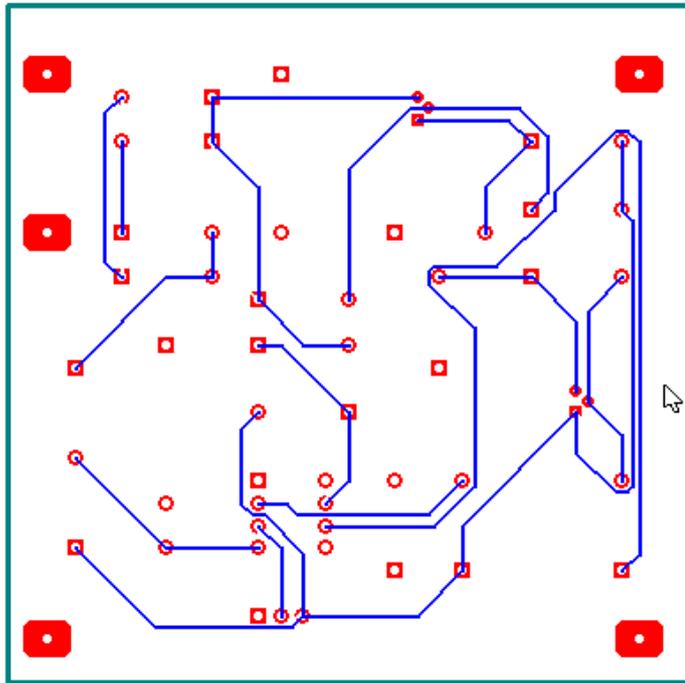


fig. 73

Ao acionarmos o comando Route será iniciado o auto-roteamento. A figura 74 mostra o aspecto da placa auto-roteada.



Route completed 100% (29/29)

? Help

fig. 74

Observa-se que existem alguns componentes não roteados. Existem algumas opções que podem ser escolhidas:

a) revisar o processo através do subcomando Verify (Tango PCB), corrigindo eventuais erros no pré-roteamento;

b) rotear as trilhas restantes manualmente no Tango PCB; para isso deverá ser carregado no Tango PCB o arquivo RFonte\_Op.PCB e executar o roteamento manual, seguindo os procedimentos já vistos naquele capítulo;

c) retornar ao Tango PCB e reposicionar os componentes, mudando a estética da PCI, repetindo todo o processo até conseguir o resultado desejado.

Veja o fluxograma mostrado na figura 75.

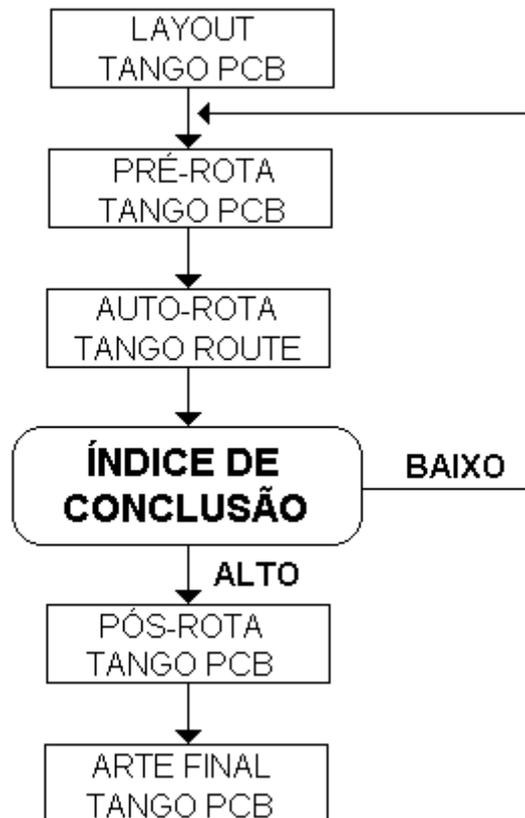


fig. 75

## BIBLIOGRAFIA:

Manual do Tango Schematic, Accell Technologies, Inc.

Manual do Tango PCB, Accell Technologies, Inc.

Manual do Tango Route, Accell Technologies, Inc.

Tango - Uma Ferramenta Poderosa para Projetos Eletrônicos - Wesley, T. Melo, Moraes- Editora Érica - SP