

EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO: CAD- CIRCUITOS IMPRESOS

FECHA: DEL 22 AL 26 DE MARZO DE 1994.

CONFERENCISTA	DOMINIO DEL TEMA	USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	COMUNICACION CON EL ASISTENTE	PUNTUALIDAD
ING. MARTIN PEREZ MONDRAGON (COORD)				
APOYO ACADEMICO				

EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

1.- ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL CURSO:

2.- GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL CURSO:

3.- ACTUALIZACION DEL CURSO:

4.- APLICACION PRACTICA DEL CURSO:

EVALUACION DEL CURSO

CONCEPTO	CALIF.
CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
CONTINUIDAD EN LOS TEMAS	
CALIDAD DEL MATERIAL DIDACTICO UTILIZADO	
	<input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/>

ESCALA DE EVALUACION: 1 A 10

1.- ¿LE AGRADO SU ESTANCIA EN LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA?

SI	NO
----	----

SI INDICA QUE NO DIGA PORQUE.

2.- MEDIO A TRAVES DEL CUAL SE ENTERO DEL CURSO:

PERIODICO EXCELSIOR		FOLLETO ANUAL		GACETA UNAM		OTRO MEDIO	
PERIODICO EL UNIVERSAL		FOLLETO DEL CURSO		REVISTAS TECNICAS			

3.- ¿QUE CAMBIOS SUGERIRIA AL CURSO PARA MEJORARLO?

4.- ¿RECOMENDARIA EL CURSO A OTRA(S) PERSONA(S)?

SI		NO	
----	--	----	--

5.- ¿QUE CURSOS LE SERVIRIA QUE PROGRAMARA LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.

6.- OTRAS SUGERENCIAS:

ESCUELA DE EDUCACION CONTINUA



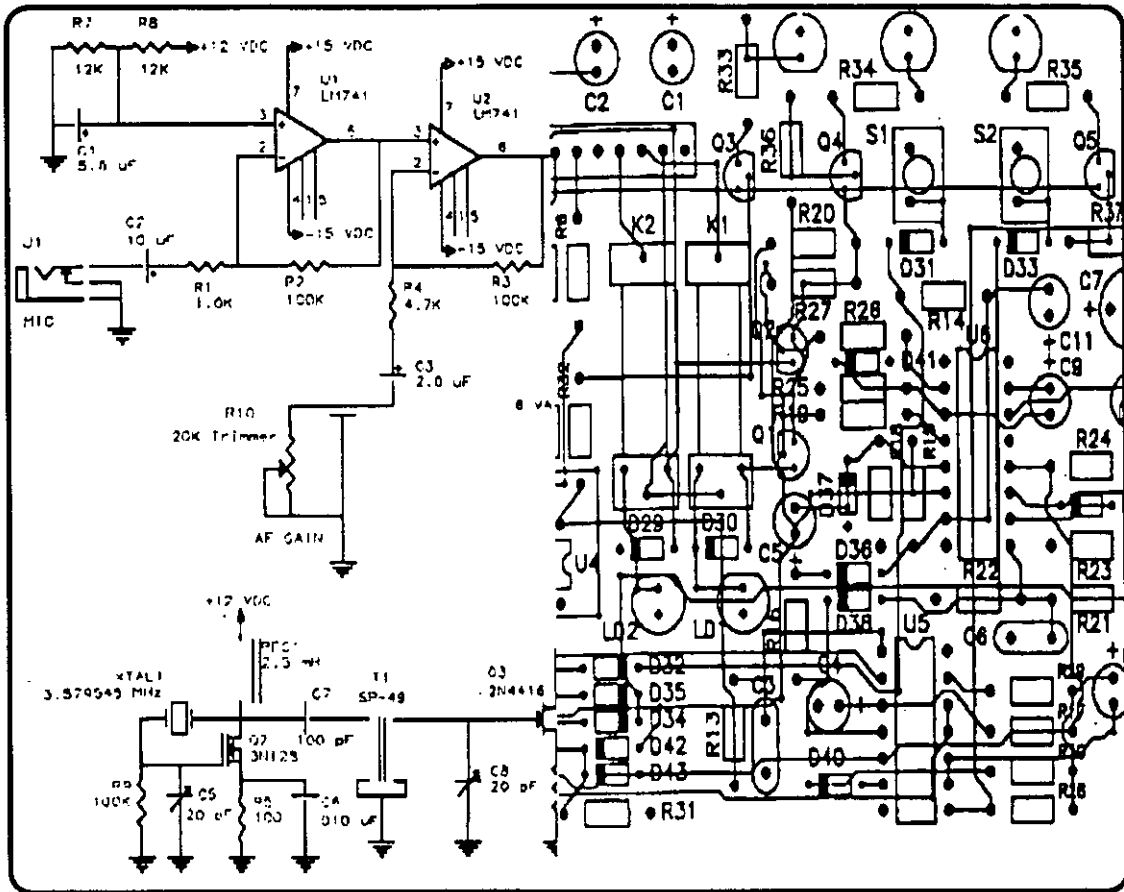
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CAD- CIRCUITOS IMPRESOS

MATERIAL DIDACTICO

MARTIN PEREZ MONDRAGON
Ma. DEL ROSARIO GONZALEZ AGUIRRE

CAD



CIRCUITOS IMPRESOS

INTRODUCCION AL DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA

- EVOLUCION DE LAS COMPUTADORA PERSONALES Y WORKSTATION
- JUSTIFICACION Y NECESIDAD DEL CAE
- CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA CAE
- CICLO DE PRODUCCION TIPICO

DISEÑO ESQUEMATICO

- INTRODUCCION
- CARACTERISTICAS
- COMANDOS

CIRCUITO IMPRESO

- PROCESO TRADICIONAL Y AUTOMATIZADO

INTRODUCCION AL DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA

El Diseño Electrónico Asistido por Computadora (**DEAC** o su equivalente anglosajón de **CAE**) podemos considerarlo como una rama específica del **CAD/CAM** de tipo general.

Las principales aplicaciones del **CAD/CAM** se dan en dos campos de acción principalmente: **EL MECANICO Y EL ELECTRONICO**, dominando el primero con un 50% el mercado, mientras que el diseño electrónico alcanza tan solo el 19%, (según datos referidos al 1988).

El mercado de **CAD** electrónico, conocido como **E.D.A.** (Electronic Design Automation) ha experimentado, a lo largo de 1989, una serie de uniones, fusiones y alianzas entre empresas del sector que posibilitan la oferta de una serie de productos capaces de funcionar en entornos más amplios.

• EVOLUCION DE LAS COMPUTADORAS PERSONALES Y WORKSTATION

A principios de los 70's, surgen a partir de las necesidades de fabricantes de electrónica ó mecánicos, las **herramientas CAD**, las cuales han experimentado, evidentemente, grandes cambios de acuerdo con la tecnología.

Durante esta década se empleaban las minicomputadoras a las cuales se conectaban terminales que servían a programas funcionando en "Batch". En 1971, **INTEL** introduce el primer microprocesador, el 4004 y en 1974 presentaba el 8080, por otra parte, **MOTOROLA** presentaba el X6800.

A principios de los 80's **APOLLO** crea la estación de trabajo (WorkStations, con el un concepto novedoso de potentes gráficos y red local produciéndose el cambio de **CAD** a **CAE** (Ingeniería Asistida por Computadora), donde el software desarrollado permitía al ingeniero Concebir, Diseñar, Simular, Modificar, Verificar y Documentar un circuito en una placa de circuito impreso, desde una potente máquina colocada en su mesa de trabajo.

Por otra parte, a finales de los 80's, surgen las tecnologías de integración **RISC Y CISC** poniendo a disposición del fabricante de software máquinas sin limitaciones tecnológicas, capaces de desarrollar aplicaciones más complejas, de tal manera que las actuales PC's equipadas con 80386 o 80486, se comparan tanto en prestaciones de la CPU como en precio con las actuales WorkStation, dicho término se encuentra ligado indisolublemente cada vez que se habla de **CAD/CAM/CAE/CIM**.

TIPOS DE MAQUINAS

NIVEL TECNOLOGICO Características	NIVEL DE APLICACION Características
<p>* Los estándares que imperan en la PC son la compatibilidad, tanto en Hardware como en software, mientras que en las estaciones de trabajo se impone el UNIX en cuanto a Sistema Operativo, el MOTIF en cuanto a interfase de usuario, el OSI en comunicaciones y el PHIGS en gráficos.</p> <p>* En arquitectura, la PC comienza con 8 bits y crece hasta 32 bits, prevaleciendo en la actualidad los equipos con CPU de 16 bits, mientras que en las WorkStation, la mayoría son de 32 bits y algunas de 64 bits.</p> <p>* Las ventajas de un WorkStation suelen estar siempre por encima de las PC, aunque el auge experimentado por las máquinas con 386 y 486 ha igualado el nivel de prestaciones. Entre las ventajas que han mejorado las estaciones de trabajo respecto a las PC's son algunas de las siguientes: mayor definición a nivel de gráficos, lentitud de visualización, limitado margen de direccionamiento de la memoria, baja potencia de cálculo de la CPU y bajo nivel de conectividad.</p>	<p>* La PC se encuentra orientada fundamentalmente a manejar textos y números, mientras que una WorkStation está orientada a manejar gráficos.</p> <p>* La PC funciona "normalmente" en un entorno monousuario tratando de incrementar la productividad del individuo mientras que el entorno de trabajo de una WorkStation es por lo general, multiusuario.</p>

**EVOLUCION A MEDIANO PLAZO EN CUANTO A NIVEL TECNOLOGICO
Y NIVEL DE APLICACION.**

	ARQUITECTURA	GRAFICOS	SISTEMAS OPERATIVOS
PC	Tienden hacia el nuevo bus estándar EISA (MicroChanel de IBM) y CPU 80486.	Aparecen los primeros sistemas en 3D así como sistemas capaces de manejar más de 100000 vectores por seg. en 2D.	Se estandariza tanto UNIX como OS/2 en los dos equipo mientras que en interfaces de usuario, vemos como el MOTIF empieza a incorporarse al mundo de las PC a través de UNIX.
W O R K S T A T I O N	Tienden a una mejora en los chips, así como la ejecución de multiples instrucciones por cada ciclo de reloj.	Incrementa sus ventajas en 3D en tiempo real con capacidades como fotorealismo.	

• **JUSTIFICACION Y NECESIDAD DEL CAE.**

En la actualidad los objetivos básicos de toda empresa en el entorno económico consisten en incrementar la **PRODUCTIVIDAD** y mejorar la **COMPETITIVIDAD**. Para ello, es necesario reducir los costos involucrados en la fase de desarrollo del producto, el tiempo empleado desde la especificación hasta la puesta en el mercado del producto; así como incrementar la **CALIDAD** del producto..

En este tipo de técnicas es donde el **CAD/CAM/CAE** ha puesto de relieve la importancia de automatizar informáticamente cualquier proceso industrial desde el diseño hasta la manufactura.

Dicha información incide de forma directa sobre dicho proceso de varias formas:

- * Reducción de tiempos y sencillez en la etapa de diseño.
- * Seguridad de un correcto funcionamiento ya que se ha simulado el prototipo sin necesidad de elaborarlo.
- * Fácil integración sin problemas adicionales, dentro de un proceso en serie para su manufactura.
- * Obtención de un producto económico, de óptima calidad y en el menor tiempo posible.

El proceso típico de fabricación de un determinado producto electrónico podemos sintetizarlo en las siguientes fases:

- * Construcción del Prototipo
- * Pruebas y Puestas a Punto del Prototipo
- * Elaboración en Serie del Producto Final

• EVOLUCION DEL CAE.

Los primeros sistemas de diseño surgieron como réplica de los procesos tradicionales, con la ventaja de la facilidad de uso, edición y rapidez.

Conforme el hardware evoluciona y disminuyen los costos del equipo, los sistemas son más rápidos y las bases de datos de mayores dimensiones, fue apareciendo un fenómeno de insatisfacción en los usuarios: Un buen programa de dibujo, no bastaba; era necesario un sistema que diseñará el producto desde el principio (*Diagrama Esquemático*) hasta el final (*Placa de Circuito Impreso Terminado*) siguiendo **Reglas de Diseño**.

Como consecuencia de estas necesidades surgieron los paquetes de CAE, cuyas reglas de diseño referidas al CAE electrónico, se mencionan a continuación:

- * **Captura de Diseños Esquemáticos**
- * **Diseño de Circuitos Analógicos y Digitales**
- * **Simulación Lógicas y Analógicas de Dichos Circuitos**
- * **Análisis Térmico**
- * **Diseño de la Placa de Circuito Impreso (PCB)**
- * **Proceso de Electromecánica.**

• VENTAJAS EN EL USO DE PAQUETES CAE

- * **Facilidad y Comodidad en el Diseño**
- * **Rápidez, Exactitud y Uniformidad en la Fabricación**
- * **Alto Porcentaje de Exito**
- * **Eliminación de la Necesidad de Prototipos**
- * **Aumento de la Productividad**
- * **Productos más Competitivos**

• PRESENTE Y FUTURO DEL MERCADO CAE

Se considerará hoy en día que más del 30% de los diseños industriales se realizan con herramientas CAE. Empero, debido a la mayor complejidad y competitividad del mercado, se prevee que antes del año 2000 el grado de utilización se aproximará al 80%.

Los costos asociados a la detección de errores en el desarrollo pueden representar hasta 1000 veces más si se detectan en una fase final del producto que si se realiza en las especificaciones.

El factor tiempo también repercute de forma prioritaria en el desarrollo de prototipos. Los circuitos son cada vez más complejos, desarrollando mayor número de funciones, por lo tanto, deben diseñarse en un menor plazo de tiempo. La competencia es cada día mayor y el tiempo de lanzamiento de un producto es primordial al momento de conseguir mayores beneficios.

• CARACTERISTICAS

Las características de cualquier software de CAE partiendo de la base del CAD, podemos enfocarla bajo dos aspectos:

- * Común
- * Específico

y en cada uno de estos aspectos, dos niveles:

- * Hardware
- * Software

Características comunes a cualquier paquete de CAD

• HARDWARE:

* Necesidades de tarjetas gráficas y monitores que presenten una resolución y color adecuados respectivamente EGA, VGA, SuperVGA.

* Velocidad de ejecución y presentación de gráficos, lo que nos obliga a trabajar con equipos AT como mínimo (80286 12MHz), y para gráficos muy densos, utilizar coprocesador matemático.

* Periféricos de E/S adecuados. Ratones y Tabletas digitalizadoras a la entrada, por otro lado graficadores e impresoras láser a la salida.

* Memoria RAM suficiente (640K mínimo) y disco duro (20 Mb. mínima).

• SOFTWARE:

* Herramientas gráficas adecuadas (Menús tipo persiana con selección de opciones mediante ratón, menús de íconos, procurando dejar el máximo espacio libre de pantalla).

* Niveles adecuados, tanto en lo referente a escalas como en lo referente a zoom

* Edición adecuada, tanto de texto (tamaño, tipo de letra, posición, etc.) como de gráficos (buena resolución, acorde con el hardware)

* Facilidad en la colocación, copia, borrado, y desplazamiento de objetos.

* Menús de Ayuda (On-Line) y de configuración lo más flexible posible (driver's de todo tipo) de forma que no exista restricciones en el uso del equipos

* Librería de objetos, lo más extensa posible.

* Creación de archivos que pueden ser exportados o importados por otros paquetes.

• **CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DE UN SISTEMA CAE**

* Amplia biblioteca de componentes, lo más actualizada posible y con posibilidad de edición de componentes

* Reconstrucción automática de líneas de conexión

* Numeración automática de componentes

* Incorporación de uno o más verificadores de normas y reglas eléctricas

* Conversión de esquemas de versiones anteriores

* Simulación de los circuitos diseñados

* Obtención del circuito impreso a partir del diagrama esquemático, mediante trazado manual o automático.

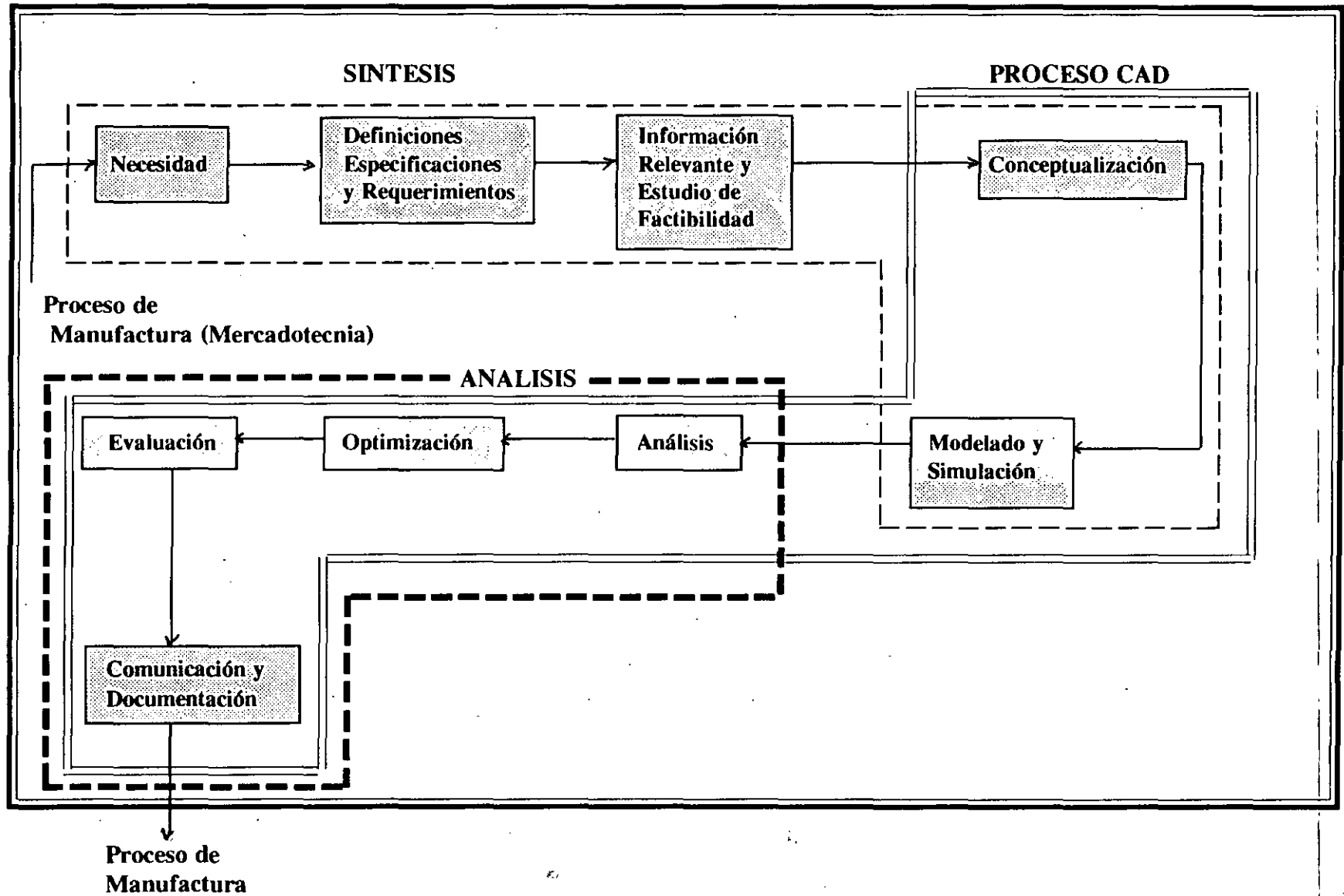
* Análisis térmico

* Interfase para control numérico.

HERRAMIENTAS CAD REQUERIDAS POR EL PROCESO DE DISEÑO	
Fase de Diseño	Herramientas CAD
Conceptualización	<i>Técnicas de Modelado Geométrico: Asistencia gráfica, Manipulaciones, Visualización.</i>
Modelado y Simulación	<i>Algunos como: Animación, Ensamblado, Paquetes Especiales para Modelado FEM.</i>
Análisis	<i>Software para análisis; Paquetes de Acuerdo a la Necesidad, Paquetes Comerciales</i>
Optimización	<i>Optimización Estructural</i>
Evaluación	<i>Dimensionamiento: Tolerancias, Especificaciones del Material, Control Numérico.</i>
Comunicación y Documentación	<i>Dibujo y Detalles; Ensamble de Piezas</i>

CICLO DE PRODUCCION TIPICO

PROCESO DE DISEÑO



DISEÑO ESQUEMATICO

(O/CAD v. 3.21)

I N T R O D U C C I O N

Algunos de los sistemas de computación más avanzados hoy en día se diseñan contemplando la generación de despliegues gráficos, reconociéndose así el valor de una imagen como un medio eficaz de comunicación.

Prácticamente no existe en la actualidad un área en la cual no se pueda utilizar la graficación con alguna ventaja; sí, se encuentran gráficas en la mayoría de las aplicaciones en ciencia e ingeniería se basaron en equipos costosos y complicados lo cual se ha superado debido a los adelantos registrados en computación permitiendo así acceder a la graficación como una herramienta útil y práctica a bajo costo.

Durante las fases de evolución del CAD/CAM podemos identificar a finales de la década de los 70's, la integración de la graficación por computadora al proceso de diseño, originando el crecimiento de la tecnología CAD -Computer Aided Design- o **Diseño Asistido por Computadora**. Esta tecnología ofrece poderosas herramientas para el diseño de Ingeniería permitiendo, entre otras cosas, agilizar el proceso de conceptualización, modelado, análisis y documentación de un producto con las etapas respectivas de retroalimentación, formando así un ambiente de control de ciclo cerrado que contrasta con los mecanismos tradicionales de diseño.

La influencia de la tecnología CAD ha alcanzado las áreas de Eléctrica y Electrónica, con ejemplos como el diseño de circuitos electrónicos empleando sistemas interactivos basados en íconos gráficos para la representación de los diferentes componentes, con lo cual un diseñador puede construir un circuito, agregando componentes en forma sucesiva extraídos de una Base de Datos. Además, el despliegue gráfico puede emplearse para comparar circuitos equivalentes con la finalidad de minimizar el número de componentes o bien, para llevar a cabo una mayor integración.

OrCAD/SDT

Es una herramienta para diseño esquemático. Su fácil uso de **Menús de Cortinas** permite la creación, edición, manipulación, almacenamiento e impresión de esquemas electrónicos.

Para poder utilizar este sistema se requiere una configuración mínima para que funcione con un rendimiento adecuado, dicha configuración se muestra a continuación:

- Una Computadora PC/XT ó AT ó Compatibles.
- Coprocesador matemático opcional.
- 640 Kb de RAM.
- Sistema Operativo MS-DOS mayor a Ver. 2.0.
- Disco Duro de 20 Mbytes mínimo de capacidad.
- Tarjeta Gráfica recomendable: EGA color.
- Uno o dos Puertos Serie (para ratón y plotter).
- Un Puerto Paralelo.
- Ratón.
- Graficador HP ó compatibles.

Una vez que se reúnen estas características podemos continuar con la configuración de ORCAD.

Configurar ORCAD significa decirle al sistema con que equipo se cuenta y las características del mismo (tipo de plotters, impresoras, monitores), también se pueden cambiar los directorios de trabajo, los colores de los dispositivos, cables, buses, nodos, librerías, etc.

Para acceder a la configuración de ORCAD es necesario ejecutar el siguiente archivo desde el Sistema Operativo:

DRAFT/C (presiona Enter)

DRAFT: Es un editor de esquemas de ORCAD, que permite crear, editar y salvar hojas esquemáticas. Además carga a los manejadores de los dispositivos periféricos necesarios como: impresora, video, graficador; así como las librerías necesarias.

Al aumentar la /C se le indica al editor que se desea realizar un cambio en la configuración.

A continuación se muestra la pantalla que aparece cuando se ejecuta la instrucción anterior.

::: CONFIGURATION OF OrCAD/SDT :::

DP - Driver Prefix
 DD - Display Driver VGA640.DRV
 PD - Printer Driver
 PL - Plotter Driver
 LP - Library Prefix
 LF - Library Files
 ANALOG.LIB
 DEVICE.LIB
 PSPICE.LIB
 MEMORY.LIB
 TTL.LIB

WP - Worksheet Prefix
 MF - Macro File OMNIROMO.MAC
 IM - Initial Macro F1
 MB - Macro Buffer Size 8192
 HB - Hierarchy Buffer Size 1024
 CT - Color Table / Plotter Pen Table
 TT - Template Table

KF - Key Field

Configuration

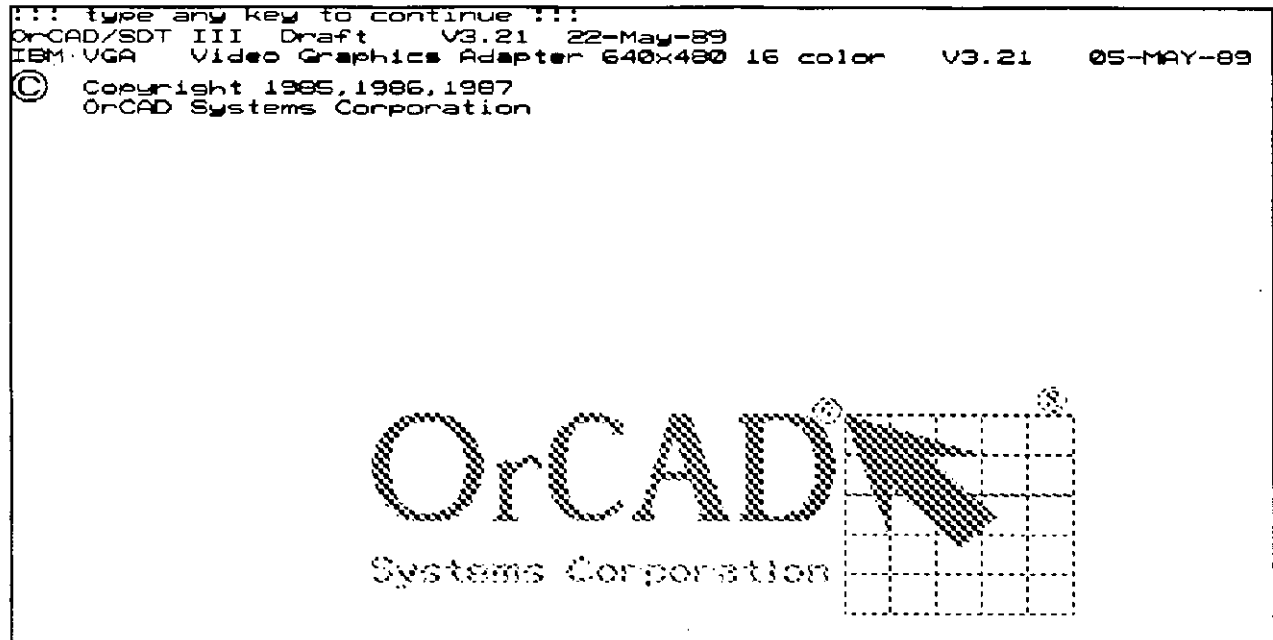
U - Update Configuration Information
 Q - Quit, Abandon to DOS
 R - Run Program
 Command ?

Las primeras letras que se encuentran con mayúsculas son las que se deben de teclear en la línea de comandos para cambiar cierta configuración.

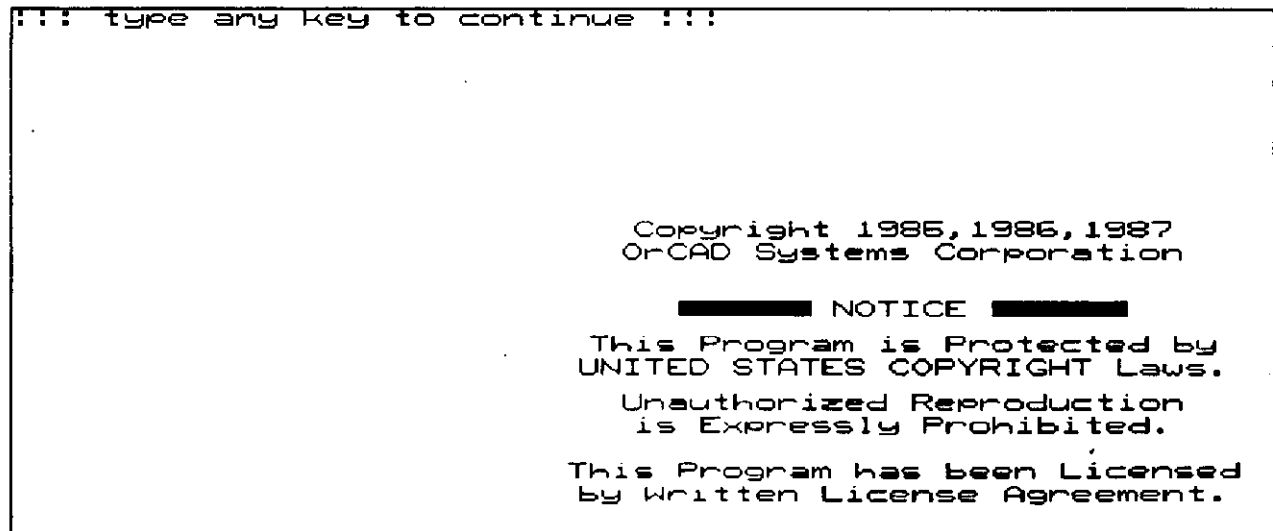
Dentro de las características de DRAFT se incluye:

- Acceso a más de 6000 elementos en las librerías.
 - Partes equivalentes a D'Morgan.
 - Crear líneas, buses, conectores, etiquetas, etc.
 - Rotación y espejo de elementos.
 - Movimiento, copias y borrado de objetos o bloques de objetos.
 - Disponibilidad de una malla visible de puntos.
 - Paneo automático de la hoja de trabajo.
 - 5 niveles de acercamiento.
 - Niveles ilimitados de jerarquía.
 - Directorio de librerías.
 - Búsqueda de cadenas.
 - Opción de orientación de textos (verticales y horizontales).
 - Soporta cinco tamaños de hojas de trabajo.
 - Etc.
-

Como se mencionó anteriormente, la forma de entrar al editor de ORCAD es tecleando DRAFT, enseguida aparece la presentación del sistema, en esta pantalla se debe presionar ENTER para continuar:



La siguiente pantalla muestra los derechos reservados sobre el sistema, aquí también se debe presionar ENTER:



Una vez realizados los pasos anteriores, el editor pide que se le dé el nombre de un archivo que contenga una hoja esquemática, si se introduce el nombre de un archivo que no exista, asumirá que se trata de un nuevo archivo:

load file?_

Orcad trabaja con menús de cortinas principalmente, salvo algunas excepciones en que se presenta un menú de comando, la forma de acceder al menú principal es presionando la tecla Enter o el botón izquierdo del ratón (observe la fig. siguiente):

```
ORCAD/SDT III Draft  V3.21 22-May-89
AGAIN
Block
Conditions
Delete
Edit
Find
Get
Handcopy
Jump
Library
Macro
Place
Quit
Repeat
Set
Tag
Zoom
```

Se definirán los comandos más importantes del menú principal, así como los subcomandos más usados, la forma de ejecutarlos puede ser presionando la tecla inicial de cada comando o posicionándose sobre el mismo con el ratón, para saber que comando se está seleccionando, éste resalta en video inverso.

AGAIN: Este comando repite la última instrucción anterior del menú principal.

BLOCK: Nos ayuda a realizar manipulaciones sobre bloques de objetos, por ejemplo, el subcomando **MOVE** se encarga de mover el bloque a través de la hoja esquemática; **DRAG** mueve objetos conectados; **SAVE** salva en memoria RAM un bloque de objetos para posteriormente mandarlo llamar como copia con **GET**; **EXPORT** se encarga de guardar en disco duro el bloque seleccionado; **IMPORT** llama algún archivo anteriormente exportado, recupera objetos del disco duro; **ASCII Import** importa un archivo generado en ASCII. (Vea el menú del comando **BLOCK** en la siguiente página):

```
Block
Move
Drag
Fixup
Get
Save
Import
Export
ASCII Import
Text Export
```

En la mayoría de los subcomandos aparece un menú en línea en donde se pide que se seleccione el inicio (Begin) y fin (End) del bloque, un acercamiento (Zoom), un salto (Jump) a través de la hoja, entre otros (Ver la siguiente gráfica):

```
Begin Find Jump Zoom escape
```

El menú anterior también puede ser visto como un menú de cortina y la forma de seleccionarlo es presionando Enter. Tal como se muestra a continuación:

```
Begin Find Jump Zoom escape
Begin
Find
Jump
Zoom
escape
```

DELETE: Borra elementos de la hoja esquemática, contiene 3 submenús que son **Objet** (como lo indica la palabra borra sólo un objeto), **Block** (borra lo que se encierre en un recuadro) y **Undo** (recupera el último objeto borrado). Al seleccionar alguno de ellos aparece un menú de cortina u horizontal.

```
Delete
Objet
Block
Undo
```

Cuando se selecciona **Objet** aparecen los siguientes comandos:

Delete Find Jump Zoom escape

Para utilizar el comando **Delete** primeramente debe posicionarse uno con el cursor (flecha) sobre el dispositivo o elemento que se desea borrar y posteriormente presionar la tecla **D** y automáticamente el dispositivo o elemento se borrará, o también se puede presionar el botón izquierdo del ratón para que se muestre el mismo menú pero ahora en forma de cortina.

Los comandos **Find**, **Jump**, **Zoom** y **Escape** ya se explicaron anteriormente y aunque aparecen para diferentes instrucciones realizan la misma función.

EDIT: Se encuentra dentro del menú principal y nos sirve para etiquetar elementos. Como se puede observar en la sig. gráfica, dentro de este comando aparece un nuevo subcomando llamado "**Edit**", para hacer uso de este subcomando se debe de posicionar sobre un objeto y posteriormente ejecutarlo de la misma forma que se ha explicado anteriormente.

Edit d Jump Zoom escape
 Find
 Jump
 Zoom
 escape

Este subcomando contiene a su vez otras instrucciones:

Edit part

Reference

Part Value

1st Part Field

2nd Part Field

3rd Part Field

4th Part Field

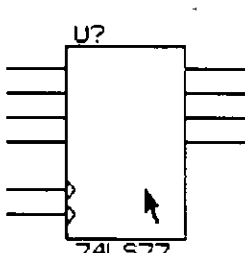
5th Part Field

6th Part Field

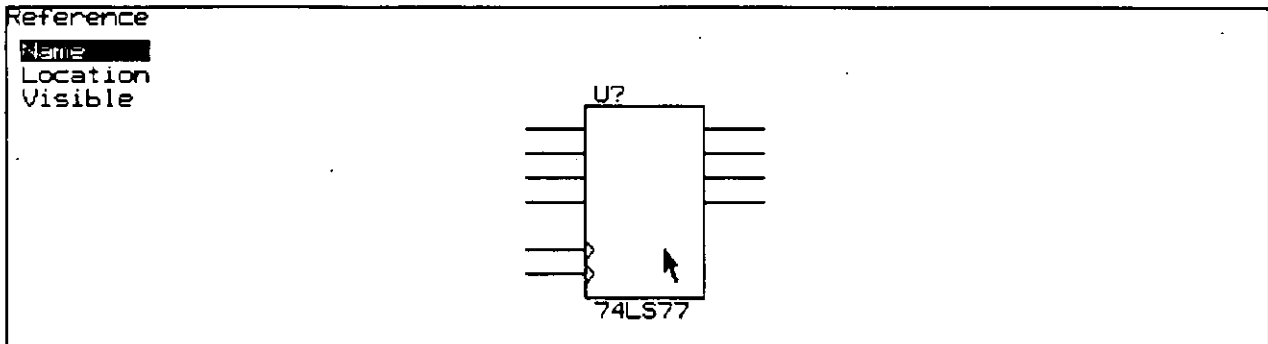
7th Part Field

8th Part Field

Orientation

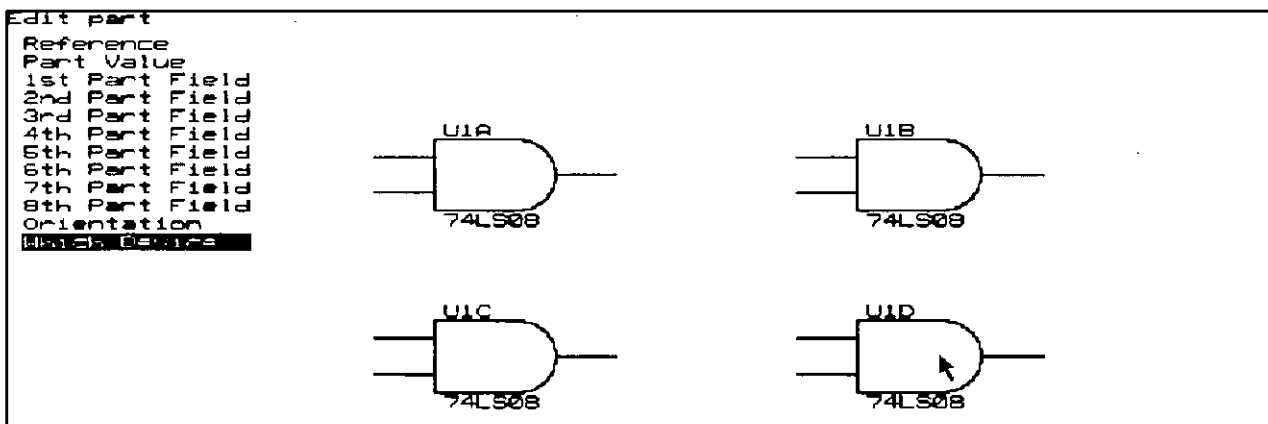


La instrucción **Reference** se encarga de generar un nombre de referencia para el dispositivo seleccionado (**Name**), pero además también puede moverse de lugar esa etiqueta con la instrucción **Location**, y si queremos o no que sea visible al usuario, seleccionaremos **Visible**. Como se puede observar en la ilustración, cuando se manda llamar el dispositivo toma como referencia la etiqueta U? y esta es la que se manipulará.



Lo explicado anteriormente se aplica a dispositivos cuyo número es 1 dentro de un circuito integrado, pero existen elementos como las compuertas lógicas que se encuentran agrupadas en un cierto número dentro de un chip, para este caso ORCAD permite definir que número de compuerta se desea utilizar y de qué número de chip.

Para etiquetar la compuerta existe la instrucción **Which Device**, en donde se pregunta que número se le desea asignar a la compuerta. Observe que en la ilustración siguiente se encuentra un chip con cuatro compuertas, cuyos pines de entradas y salidas cambian de numeración dependiendo de la compuerta seleccionada.



GET: Trae un componente de la Base de Datos de Orcad. Al accesar este comando aparece en la parte superior izquierda de la pantalla la pregunta **GET?** si a continuación se da **Enter** ORCAD muestra las **Librerías Activas** de los componentes, en este caso se debe seleccionar la librería donde se encuentra el dispositivo que se desea cargar, una vez seleccionada una librería aparece una lista de los dispositivos con que cuenta dicha librería.

```
Which Library?
METER.LIB
ANALOG.LIB
DEVICE.LIB
CMOS.LIB
ALTERA_H.LIB
ALTERA_P.LIB
PSPICE.LIB
SPICE.LIB
MEMORY.LIB
TTL.LIB
MOTO.LIB
DEVICE2.LIB
```

HARDCOPY: Se emplea principalmente para realizar impresiones con la opción **Make Hardcopy**. Ver la siguiente ilustración:

```
Hardcopy
Destination LPT:
File Mode Replaced
Make Hardcopy
Width of Paper Narrow
```

JUMP: Nos ayuda a movernos de una manera más rápida dentro de la hoja esquemática cuando esta es muy grande, la forma de hacerlo puede ser seleccionando las coordenadas o también especificando algún punto en especial, estos deben ser definidos con anterioridad asignándoles una letra (A..H), en ese caso, se presiona la tecla a la que se le ha asignado cierta ubicación.

```
Jump
A tag
B tag
C tag
D tag
E tag
F tag
G tag
H tag
Reference
X location
Y location
```

LIBRARY: Sirve para acceder a las librerías de dos formas; la primera es **Directory** y nos genera una lista con los nombres de las librerías. La segunda es **Browse** y nos muestra en forma gráfica como son los dispositivos.

```
Library
Directory
Browse
```

Browse nos da la opción de escoger entre si queremos ver todos los componentes con la instrucción **All parts**, o si queremos ver solo un elemento específico con la opción **Specific parts**, en este caso se debe introducir el nombre del componente.

```
Browse
All parts
Specific parts
```

MACRO: Este comando nos permite reducir en algunas ocasiones el número de pasos para realizar alguna acción, como por ejemplo, llamar un componente, un archivo, realizar acercamientos de la hoja, etc.

La forma de crear una macro es la siguiente:

Se selecciona la instrucción **Capture** inmediatamente aparece la pregunta **Capture macro?**, aquí se debe presionar alguna de las teclas de función (F1..F10), en este caso la tecla que se seleccione será la que almacene todos los pasos que se generen y para indicar el fin de la **macro** se debe presionar la tecla **M**.

```
Macro
Capture
Delete
Initialize
List
Read
Write
```

Con la instrucción **Delete** se borra una macro, en este caso se pide que se indique la macro que se desea borrar presionando alguna de las teclas de función.

Initialize: Se encarga de borrar todas las macros que se tengan en memoria para poder generarlas nuevamente.

List: Nos muestra en pantalla las teclas de función que se encuentran activas, es decir; las macros realizadas.

Read: Esta instrucción lee un archivo que contiene macros y las activa en memoria.

Write: Guarda las macros realizadas en un **archivo.mac** para poder utilizarlas posteriormente.

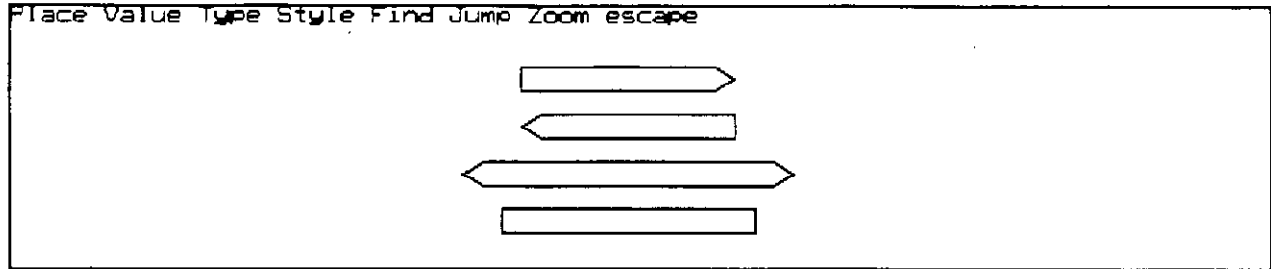
PLACE: Con este comando se pueden generar cables con la instrucción **Wire**, buses siendo estos cables más gruesos (**Bus**), nodos (**Junction**), interfaces para conectar un cable con un bus (**Entry (Bus)**), también se pueden colocar etiquetas, con **Power** se mandan llamar fuentes de poder o alimentación, **Text** coloca textos.

```
Place
Wire
Bus
Junction
Entry (Bus)
Label
Module Port
Power
Sheet
Text
Dashed Line
```

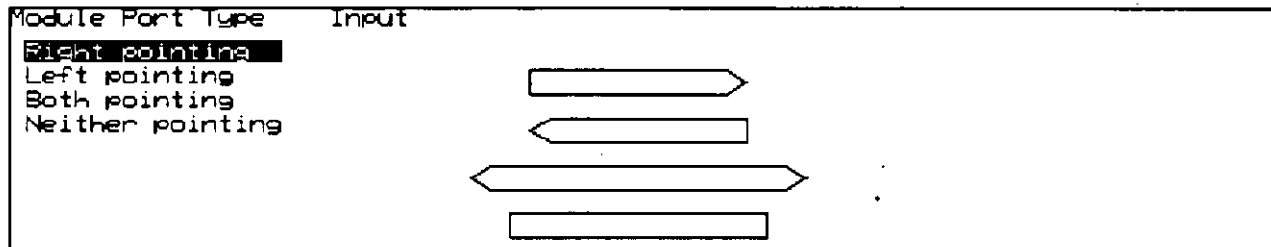
Module Port Type: Nos genera puertos que sirven como conexiones entre hojas simbólicas; teniendo puertos de entrada (**Input**) de salida (**Output**), Bidireccionales (**Bidirectional**) y sin especificar (**Unspecified**). Como lo muestra la siguiente ilustración:

```
Module Port Type
Input      |
Output     <|
Bidirectional <>
Unspecified ||
```


Una vez seleccionado el tipo de puerto se presenta otro menú en el que se pueden dar diferentes características, como la forma (**Style**), la etiqueta (**Value**), e inclusive se puede cambiar el tipo en caso de haber seleccionado alguno erróneo (**Type**).



También se pueden cambiar las posiciones de los puertos colocándolos a la derecha, izquierda, arriba o abajo. Estos cambios se realizan dentro de la opción **Style**. Vea la sig. gráfica:



QUIT: Contiene varios comandos en donde se realizan manipulaciones de archivos como son el almacenar un archivo (**Update File**) que ya existe, también se puede almacenar una misma hoja esquemática pero con otro nombre (**Write to File**), se puede generar una nueva hoja estando aún dentro de ORCAD con la opción **Initialize**; la opción **Suspend to Dos** da la oportunidad de salir temporalmente al ambiente del Sistema Operativo y ejecutar sus comandos, para regresar a ORCAD se debe teclear la palabra **EXIT**; la opción **Abandon Edits** se encarga de salir del editor de ORCAD, en caso de que se hayan realizado cambios en la hoja, se le preguntará al usuario si realmente desea terminar la sesión.

Ahora, dentro de la misma opción de **Quit** existen dos comandos que manejan lo que se conoce como niveles de hojas simbólicas, éstas son bloques individuales generados dentro de un archivo esquemático (hoja raíz) y representan otros archivos esquemáticos, pero se encuentran unidos o enlazados a través de los módulos de

puertos. Las hojas simbólicas tienen niveles jerárquicos, es decir, se puede indicar que bloque pertenece a que archivo.

```

Quit (not named)
Enter Sheet
Leave Sheet
Update File
Write to File
Initialize
Suspend to DOS
Abandon Edits
Pspice
Probe
Parts
    
```

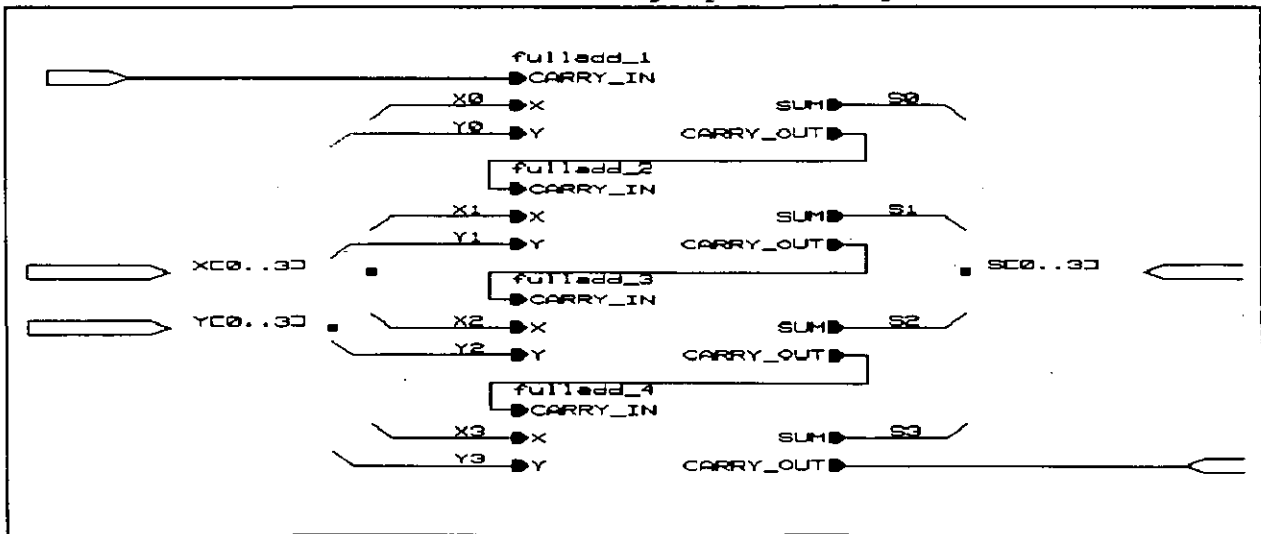
La forma de crear una hoja simbólica es la siguiente:

Dentro del comando **PLACE** que se encuentra en el menú principal, seleccionamos **Sheet**, ahí se le da el comienzo de la hoja con la instrucción **Begin** y el fin de la misma con **End**.

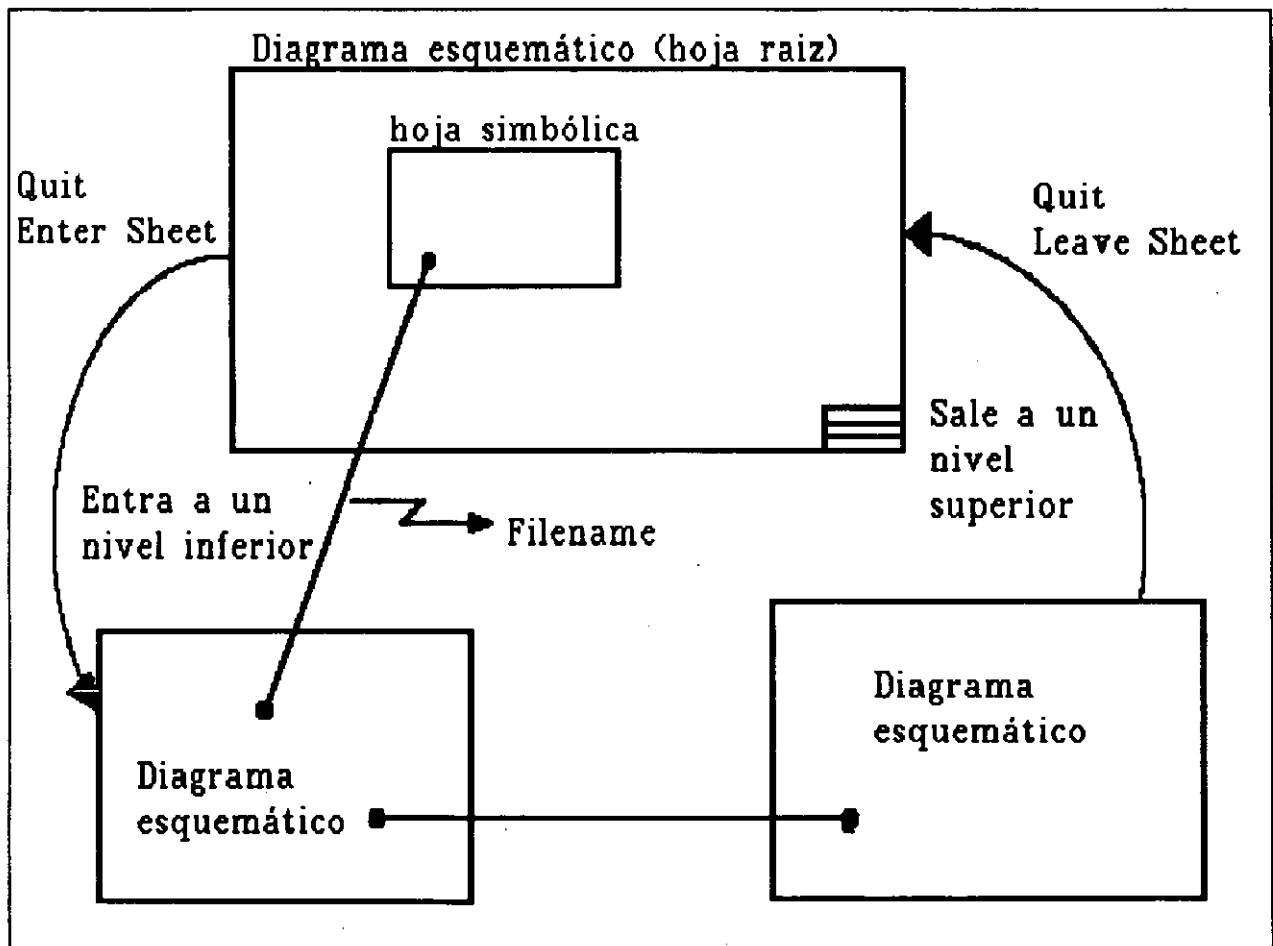
Una vez creada la hoja se le deben de colocar los nombres de las señales o buses de entrada y salida con la opción **ADD-NET**. Posteriormente se le debe de asignar el nombre de referencia a la hoja de simbólica con la opción **Name**.

Y por último se le indica a la hoja que archivo se relaciona con la misma (**Filename**).

A continuación se muestra un ejemplo de hojas simbólicas:



Continuando con las opciones que nos muestra **Quit**, existe también el mandato **Enter Sheet** que nos permite entrar a un diagrama esquemático, como se mencionó anteriormente, las hojas se conforman de jerarquías, esto quiere decir que dentro de un diagrama que tiene hojas simbólicas, se están representando otros diagramas que se encuentran en otros archivos, esto significa que dichos archivos tienen una jerarquía menor por lo que se puede entrar a ellos. Suponiendo que el usuario se encuentra ahora dentro del diagrama que tiene menor jerarquía, entonces tiene otro diagrama asociado con una jerarquía mayor (el primer diagrama que se estaba manejando), si se desea regresar a la hoja superior se debe seleccionar la instrucción **Leave Sheet**. A continuación se muestra un ejemplo gráfico de lo mencionado anteriormente.



SET: Esta instrucción presenta un conjunto de parámetros como opción para configuración de draft.

Show Pines: Muestra el número de pines.

Orthogonal: Crea líneas ortogonales.

Repeat Parameters: Genera una copia de un elemento anteriormente creado y lo posiciona en una coordenada.

Auto Pan: Permite mostrar una parte de la hoja esquemática de forma automática dependiendo del movimiento del cursor.

Error Bell: Es un sonido que se genera cuando se llega a cometer un error.

Backup File: Genera un archivo de respaldo cada vez que se selecciona la opción **Update File**.

```

Set
Auto Pan      YES
Backup File   YES
Drag Buses    NO
Error Bell    YES
Left Button   NO
Macro Prompts YES
Orthogonal    YES
Show Pins     YES
Title Block   YES
Worksheet Size A
X,Y Display   NO
Grid parameters
Repeat parameters
Visible Lettering
    
```

Worksheet Size: En esta opción se muestran los diferentes tamaños de hoja que puede manejar ORCAD, Draft comienza siempre con una hoja de tamaño carta.

```

Set Worksheet size
A (11.0 x 8.5)
B (17.0 x 11.0)
C (22.0 x 17.0)
D (34.0 x 22.0)
E (44.0 x 34.0)
    
```

Grid Parameters: Nos permite generar una malla formada por puntos para poder ubicar mejor un elemento en la hoja esquemática.

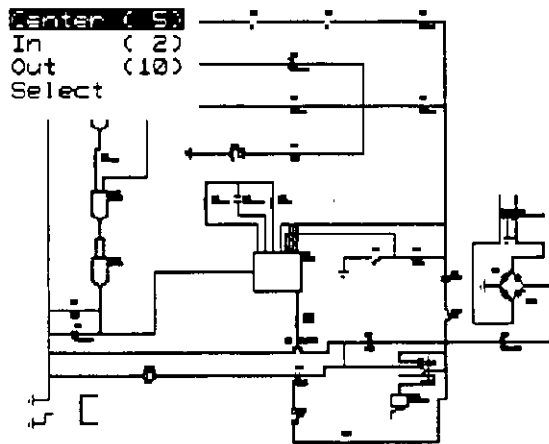
Set Grid Parameters

```
Grid Reference NO
Stay On Grid YES
Visible Grid Dots NO
```

ZOOM: Hace acercamientos o alejamientos de la hoja esquemática con las opciones **IN** y **OUT** respectivamente, la opción de **CENTER** nos posiciona en el centro de la hoja.

Zoom (present scale= 5)

.40, 1.20



Estos son los principales comandos que se manejan dentro del editor Draft. Orcad también presenta algunas otras **utilerías** como:

ANNOTATE: Actualiza automáticamente cualquier componente dentro de un diseño esquemático, numerándolo de forma correlativa, si éste se ha incluido al diseño esquemático, actualizando el número de pines asociados a dicho componente.

BACKANNO: Actualiza las referencias correspondientes a componentes que han sido agregados o modificados dentro de un diseño esquemático, después de la ejecución **Annotate**.

CLEANUP: Checa las conexiones, buses, uniones, etiquetas y cualquier objeto, mostrando mensajes oportunos cuando detecta algún elemento gráfico duplicado, borrándolo.

COMPOSER: Es un compilador de librería; se emplea para convertir la librería de archivo fuente (formato ASCII) en librería de archivo objeto para ser utilizado por DRAFT.

CROSSREF: Muestra cualquier diseño esquemático, recopilando información sobre los componentes empleados y crea un archivo de referencia que contiene la localización de cada componente.

DECOMP: Esta utilería es un decompilador de librerías de OrCAD, (archivos con extensión .LIB) a librerías en archivos fuentes. Los archivos fuentes se pueden editar usando un editor de textos, de esta manera se pueden agregar o modificar elementos de las librerías.

ERC: Lleva a cabo una verificación de reglas eléctricas comunes, para advertir al usuario si existe algún error como, por ejemplo, entradas sin señal, pines desconectados, etc.

EXTRACT: Crea archivos fuente, para ser utilizados por el módulo de PLD'S a partir de archivos creados con SDT.

FLDATTRB: Modifica los atributos, (referencia, valor y campos) de los componentes que integran un diagrama esquemático, ya sea de bloques, jerárquico o simple, haciendo que estos sean visibles o invisibles.

FLDSTUFF: Modifica los atributos (referencia y campo) de aquellos componentes que han sido definidos a través de un archivo tipo texto y que previamente han sido combinados mediante **KEY FIELD**.

LIBRARCH: Permite crear una librería fuente a partir de sólo componentes empleados en un diseño esquemático.

LIBEDIT: Permite generar nuevas librerías con elementos o dispositivos generados por el usuario, también se pueden realizar modificaciones a librerías ya existentes como agregar elementos, borrarlos, cambiar nombres, características, etc.

NETLIST: Genera un archivo (NETLIST) adecuado para ser capturado por un programa de colocación de componentes (PCB), en diferentes formatos, empleados por programas de PCB de los más usuales por ejemplo Tango Plus).

PARTLIST: Reporta todos los elementos utilizados en el diseño esquemático o grupo de hojas esquemáticas (diseño jerárquico).

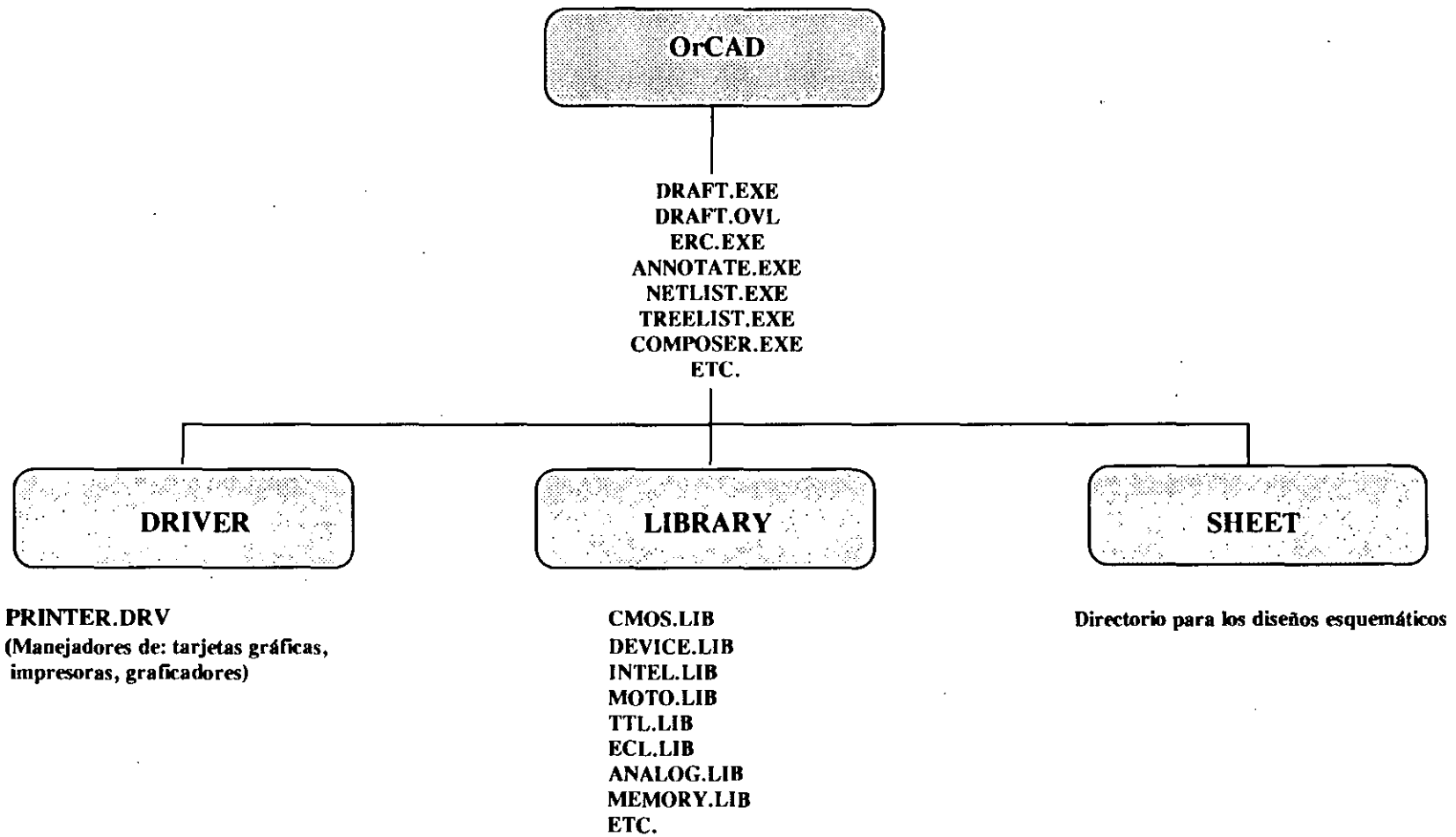
PLOTALL: Imprime una hoja esquemática o grupo de hojas esquemáticas utilizando un graficador.

PRINTALL: Imprime una hoja esquemática o grupo de hojas esquemáticas utilizando una impresora.

SIMPLE: Convierte diseños jerárquicos complejos en jerarquías simples.

TREELIST: Rastrea la organización jerárquica de las hojas y despliega su estructura, nombre de la hoja raíz así como las asociadas a ésta.

XFEROVL: Transfiere información de configuración desde una versión a otra del archivo ORCADSDT.OVL. Esto sólo es posible con versiones de ORCAD/SDT III superiores a la 3.12.



29

CONFIGURACION RECOMENDADA PARA DISCO DURO.

CIRCUITO IMPRESO

(TANGO-PLUS)

ELABORACION DE UN CIRCUITO IMPRESO

(PROCESO TRADICIONAL)

1. **Introducción**
2. **Procesos de fabricación**
3. **Materiales de base**
4. **Materiales conductores**
5. **Conjuntos circuito impreso**
 - protección para el circuito impreso
 - circuitos impresos multicapa
6. **Especificaciones militares para circuitos impresos**
 - materiales de base aceptable
 - clases de placas
 - separacion entre conductores
7. **Conductores y componentes**
 - dimensiones del conductor
 - conductores y áreas de terminación
 - cintas con terminación predeterminadas para conductores especiales
 - películas y retículas para dibujo
 - aplicación de las tiras
 - placas de circuito impreso de doble cara
 - componentes para circuitos impresos
8. **Diseño de un circuito impreso**
 - distribución de un circuito impreso
 - diseño de un circuito impreso
 - montaje de componentes
9. **Recursos especiales**
10. **Disipadores**
11. **Planos de placas de circuito impreso**
12. **Conclusiones**
13. **Bibliografía**

1 INTRODUCCION

En su forma fundamental, el circuito impreso tiene ya casi 60 años. Ya en 1906 *Edison y Sprague*, en los Estados Unidos de América informaron de la posibilidad de aplicar el cableado en polvo metálico sobre aisladores. Casi 20 años más tarde, el 11 de marzo de 1925, *Francis T. Harmon* obtuvo la patente sobre uno de los procedimientos semejantes a la actual técnica de corrosión. En el año 1927 *Telefunken* lanzó al mercado un amplificador "*Arcolette*", cuyo cableado consistía en tiras de chapa de latón perforadas y adecuadamente configuradas. Como chasis se empleó una placa de materia aislante, en la que se remacharon las tiras de latón juntamente con los componentes necesarios

Desgraciadamente, este y otros procedimientos análogos no representaron ninguna simplificación esencial del proceso de construcción con circuitos que cada vez resultaban más complicados.

En el año 1936 *Paul Eisler*, en Inglaterra, tuvo la idea de imprimir los circuitos. Ofreció la idea en vano a la industria radioelectrónica inglesa. Si bien más tarde (1942) presentó un proyecto elaborado con todas las particularidades, e incluso lo explicó gráficamente en un modelo de demostración.

También en Italia se ocuparon empresas aisladas en el desarrollo de circuitos impresos. Sólo en el año de 1947 fué admitida seriamente la idea del circuito impreso en Europa, cuando se supo que los americanos ya habían trabajado en ello intensamente en los últimos años de la guerra y habían empleado circuitos impresos en aparatos electrónicos para fines militares.

Si se examinara un aparato electrónico antiguo (fabricado hacia 1930) se observará que parecen barcos de guerra y pesan más que los televisores actuales. La observación de la parte inferior del chasis parece como una selva de cableado y componentes; un aspecto capaz de hacer desistir a cualquier estudiante de electrónica.

En comparación con ellos, los modernos aparatos electrónicos, parecen como si no tuvieran componentes, idea que se acentúa en el caso de los circuitos impresos.

Un circuito impreso no es otra cosa que una especie de disposición de preconexión y consta de conductores distribuidos de tal forma que los componentes quedan automáticamente conectados al montarlos en él. En este sentido, los conductores de los circuitos impresos hacen el mismo papel que los cables de conexión. La conexión de los receptores clásicos de válvulas parece a veces un poco complicado, porque los hilos no sólo van de un extremo del chasis al otro, sino que se conectan subiendo y bajando, por lo que el resultado es a veces que los componentes quedan enterrados debajo de los cables y en ocasiones se deben quitar las conexiones buenas para poder llegar a un componente defectuoso que necesita sustitución. Además, un conexionado mal realizado hace difícil el análisis del circuito que constituye una pérdida de tiempo.

Por el contrario, las placas de circuito impreso tienen todos los conductores en un plano (por lo regular), lo que les da un aspecto agradable y sencillo. Las conexiones entre los componentes son las mismas pero como se ha eliminado el aspecto selvático de los hilos, el trabajo es más agradable.

Las placas de circuitos impresos se prestan muy bien para su empleo en los receptores de transistores, ya que éstos son pequeños y compactos y al combinarse con aquéllas se consigue que el receptor ocupe muy poco espacio. Como es lógico, el resto de los componentes ha de ser de un tamaño proporcionalmente menor que los normales.

La aplicación de la miniaturización a los equipos electrónicos ha sido la responsable, en gran parte, de la introducción de una nueva técnica de montaje y alambrado de componentes vulgarmente conocido como "circuito impreso". Este sistema se basa en la formación de un grabado conductor sobre una o ambas capas de uno o varios laminados aislantes o sustratos. El término "circuito impreso" se aplica preferentemente al conjunto de pistas conductoras resultantes sobre laminado y que constituyen las conexiones entre punto y punto.

El alambrado mediante circuitos impresos tiene varias ventajas:

- 1.- Se mantienen las características del circuito sin que se introduzca variaciones en las capacidades entre elementos del circuito.
- 2.- El montaje y alambrado de los componentes se puede mecanizar soldándolos por ola.
- 3.- Las producciones en cantidad resultan a menor costo unitario.
- 4.- Se disminuye el tamaño del conjunto y, en consecuencia, su peso.
- 5.- Puede reducirse el tiempo de inspección, ya que el alambrado impreso elimina errores.
- 6.- Son más confiables.

Existen dos categorías generales de circuitos impresos, los rígidos y flexibles. Existe también el tipo multicapa que consiste en un cierto número de capas de conductores separadas entre sí por material aislante, constituyendo un cuerpo único flexible o rígido.

2 PROCESOS DE FABRICACION TRADICIONAL

Para formar las pistas conductoras sobre el laminado aislante o placa se emplean distintos procesos: rociando, con ayuda de una plantilla, con una pintura conductora aplicándola por técnicas de estampado o fotográficas y químicos, que es lo más frecuente.

En este último sistema intervienen varias etapas que, en el caso de placas recubiertas de lámina de cobre por una sola capa son: en primer lugar se confecciona un plano con el dibujo de pistas a reproducir, a tinta o adhiriéndolo sobre un material estable, a escala doble o cuádruple del tamaño real (fig. 1.a). A continuación se reduce fotográficamente a sus dimensiones verdaderas (fig. 1.b). Después de limpiar el laminado de base, la parte del cobre se recubre con una solución sensible a la luz. La emulsión, al secarse, forma un revestimiento resistente al ácido (fig. 1.c). Entonces se sumerge la placa en una solución química, de cloruro férrico, por ejemplo, que ataca a todo el cobre con excepción de las zonas protegidas por el "resist" (fig. 1.d), con lo que sobre el laminado sólo quedan las pistas de cobre, de las que se elimina el "resist". Después del grabado se lleva a cabo un lavado con agua para eliminar todo los residuos de productos químicos.

Cuando se emplea circuito impreso en las dos capas del laminado, las conexiones entre pistas de ambas se efectúan metalizando agujeros, esto es, depositando metal, con un espesor mínimo de 0.001 pulgada, sobre la superficie interna de los agujeros de paso del circuito impreso. En los extremos del agujero se forma un reborde que completa la conexión entre los dos juegos de pistas. (fig. 1.e).

Los materiales constitutivos de los circuitos impresos son principalmente el material de base del laminado y los distintos tipos de lámina metálica aplicados sobre él.

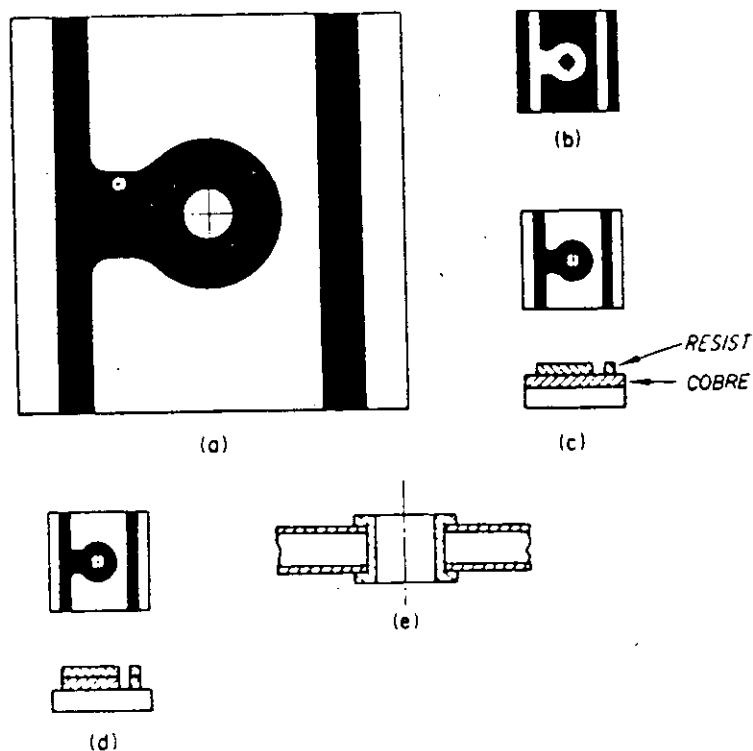


FIGURA 1. ELEMENTOS PARA UNA PLACA DE CIRCUITO IMPRESO

3 MATERIALES DE BASE

Existen muchos materiales aptos para ser empleados como laminado de base para placas de circuito impreso. Son frecuentes los plásticos termoestables, como las distintas clases de fenoles con base de papel, la melamina, silicon, y epoxy con base de fibra de vidrio. La fiabilidad de un circuito impreso depende de la calidad del laminado utilizado. Las placas más baratas se hacen con resinas fenólicas con base de papel, tipo XXP o XXXP (NEMA), que equivale al tipo PBE de la especificación militar MIL-P-3115. Cuanto mayor es el número de X, mayor es la rigidez dieléctrica.

Otros materiales empleados son: base de fibra de vidrio con resina de melamina para resistencias elevadas a la abrasión (calidad NEMA G-5), base de fibra de vidrio con resina epoxy (calidad NEMA G-10) para resistencias mecánicas elevadas, estabilidad dimensional y resistencia al moho. Teflón sobre la base de fibra de vidrio para aplicaciones en microondas, resina de silicón sobre base de fibra de vidrio (calidad NEMA G-7) para temperaturas hasta 77 grados centígrados, y nylon con resina fenólica como aglomerante (calidad NEMA N-1) para baja absorción de humedad y elevada resistencia de aislamiento.

4 MATERIALES CONDUCTORES

El material conductor más utilizado es la lámina de cobre electrolítico adherida al laminado base. Esta lámina se fabrica en varios espesores que se diferencian según su peso por pie cuadrado: 0.00135 de pulgada de espesor equivale a una onza, 0.0027 a dos onzas, 0.0041 a tres onzas.

También se emplean la plata, el ratán y el aluminio, y en algunas aplicaciones las pistas se doran o estañan.

5 CONJUNTOS CIRCUITO IMPRESO

En las placas de una sola capa, los componentes se montan sobre la capa opuesta a la pista (capa de componentes). Antes de insertar los componentes a la placa, se cortan sus terminales a la longitud adecuada y se les da forma. Luego se sueldan a las pistas a mano o por ola. Si la soldadura es por ola se hace pasar la capa de las pistas sobre una ola de estaño fundido estacionario que suelda automáticamente todos los componentes a sus pistas correspondientes.

En las placas de dos capas, las pistas de cada una se conectan a la otra mediante "pads" o agujeros metalizados. Después de montar los componentes sobre una de las capas, se sumerge la placa durante un instante en estaño fundido que, por capilaridad, rellena los agujeros, así de esta manera los componentes de ambas capas quedan conectados.

PROTECCION PARA EL CIRCUITO IMPRESO

Una vez montados y soldados los componentes al circuito impreso este se sumerge en una resina transparente. El recubrimiento resultante llamado revestimiento de conformidad (*conformal coating*), ofrece protección mecánica y contra la humedad y el moho. Para ello se emplean varios tipos de resina epoxy y de poliuretano. Pueden ser para secado al aire o al horno.

CIRCUITOS IMPRESOS MULTICAPA

Aunque los circuitos impresos convencionales son de 1/32 de pulgada o más de espesor, en las aplicaciones multicapa llegan a utilizarse laminados de hasta 0.004 de pulgada. El laminado de base de estas placas suele ser de resina epoxy sobre base de fibra de vidrio y lámina de cobre convencional de 1, 2 o 3 onzas sobre una o las dos capas. Gracias a que el laminado es tan delgado, se pueden montar formando capas de circuito impreso se interponen otras de fibra de vidrio, impregnando con epoxy a medio fraguar llamadas "PREPEG".

6 ESPECIFICACIONES MILITARES PARA CIRCUITOS IMPRESOS

Desde la introducción de los circuitos impresos en los equipos militares se han publicado normas y especificaciones para uniformizar las definiciones y aplicaciones. Entre estas normas se encuentran: *MIL-STD-429, Printed Circuits Terms and Definition; MIL-P-13949, Plastic Sheet, Laminate, Copper clad; MIL-STD-275B, Printed Wiring For Electronic Equipment.*

Las siguientes son algunas de las definiciones que se encuentran en la MIL-STD-429A:

Area de terminal.--La parte de un circuito impreso que hace conexión a las pistas, por ejemplo las áreas de pista ensanchadas alrededor de los agujeros de los componentes. Este nombre es preferible a los términos "isla", "terminación", etc.

Contacto impreso.-- La parte de un circuito impreso que sirve para conectar pistas a un conector hembra o el equivalente a un conector macho.

Conjunto circuito impreso.-- Placa de circuito impreso con componentes fabricados aparte, montados sobre ella.

Conexión entre capas.-- Conductor que une pistas de capas distintas de un mismo circuito impreso, al cual se le conece como "via".

Agujero metalizado.-- Agujero sobre cuya superficie interior se ha depositado metal conectando ambas capas del circuito impreso, conociéndosele a este como "pad".

MATERIALES EMPLEADOS EN LA BASE

A continuación se mencionan algunos tipos de materiales de base admitidos por la MIL-P-13949, junto a su calidad NEMA equivalente:

<i>Tipo</i>	<i>Material</i>	<i>Calidad NEMA</i>
PX	Resina epoxy con base de papel, retardante de llama	FR-3
GF	Resina epoxy con base de malla de fibra de vidrio, retardante de llama.	FR-4
GH	Resina epoxy con base de malla de fibra de vidrio tejida, resistente a la temperatura y retardante de llama.	FR-5
GE	Resina epoxy con base de malla de fibra de vidrio.	G-10
GB	Resina epoxy con base de malla de fibra de vidrio, resistente a la temperatura.	G-11
GP	Teflon con base de fibra de vidrio sin tejer.	
GR	Resina epoxy con base de fibra de vidrio continua sin tejer, retardante de llama.	
GT	Teflon con base de malla de fibra de vidrio tejida.	

Obsérvese que algunos materiales de base, como la resina fenólica XXXP con base de papel y la malamina con base de malla de fibra de vidrio, que se admiten para aplicaciones comerciales, no son aceptables en equipos militares.

CLASES DE PLACAS

La MIL-STD-275B divide los circuitos impresos en dos tipos como se muestran en la siguiente figura. El tipo 1 comprende las placas con conexiones entre capas, o conexiones que van de una capa a otra de la placa o puentes de hilo soldado a ambos lados (figura 2). En el tipo 2 se encuentran las placas cuyas conexiones entre capas se efectúan mediante ojetas abocardados o metalizando los agujeros "pads".

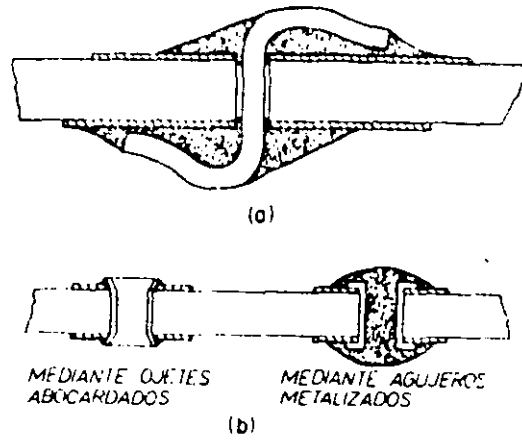


FIGURA 2. Conexiones entre capas.

La misma especificación clasifica los circuitos impresos según el procedimiento para colocar los componentes:

- TIPO A Objetos con terminales abatidos
- TIPO B Agujeros normales o metalizados
- TIPO C Terminales insertados y soldados a las pistas

En la figura 3 se muestran los distintos procedimientos de aplicación.

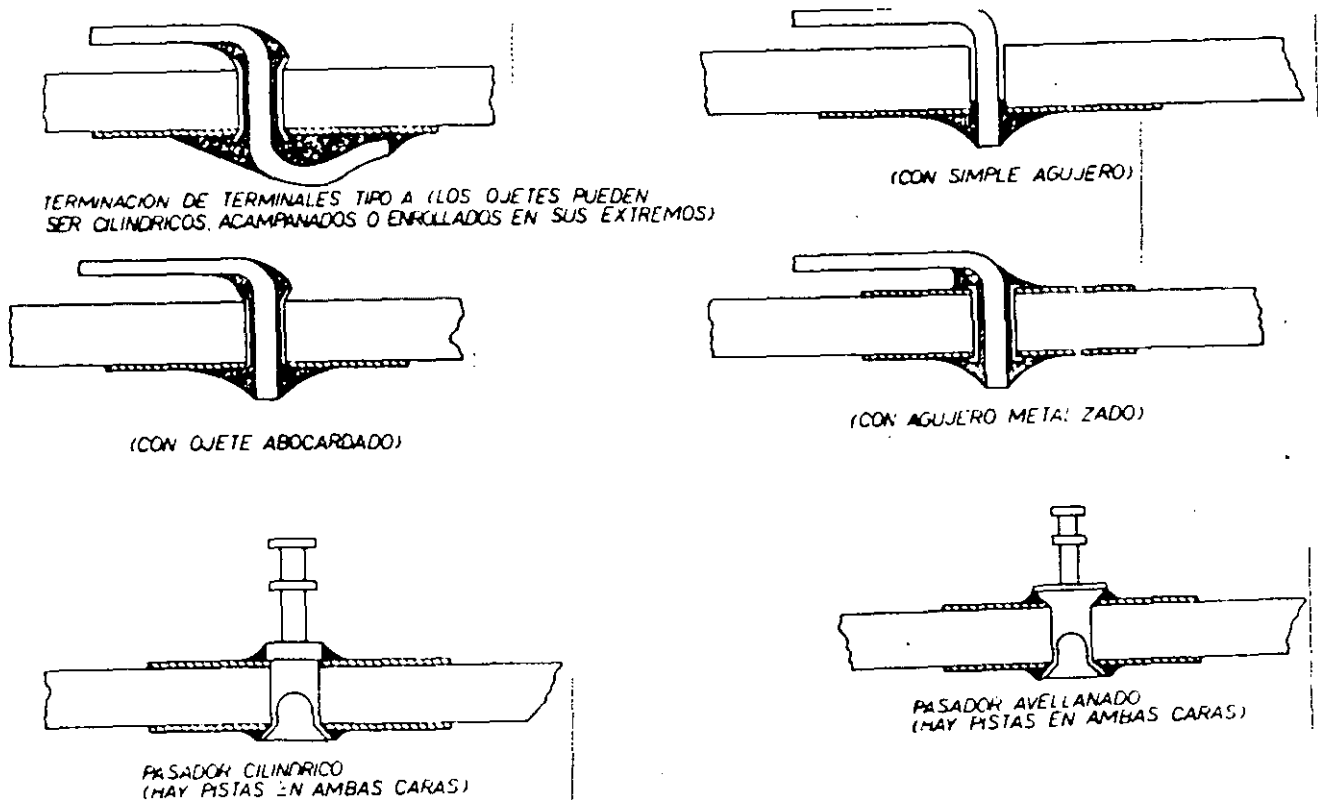


FIGURA 3. Terminación de terminales de componente

SEPARACION ENTRE CONDUCTORES

En la siguiente tabla se relacionan las separaciones entre conductores necesaria para hacer frente a las diversas condiciones que se requieren en aplicaciones militares. La separación entre conductores depende en sí del equipo en el cual va a funcionar, ya sea al nivel del mar o en aviones. Las placas de circuitos impresos sin recubrimiento se clasifican en las calidades A y B, destinándose estas últimas a condiciones severas de contaminación.

TABLA 1 (MIL-STD-275B) Separación entre conductores según las condiciones del servicio.

A Separación entre conductores para placas no recubiertas, del nivel del mar a 10,000 pies

Voltaje entre conductores (volts c.c. o de pico)	Separación mínima (pulg.)	
	Calidad A	Calidad B
0-50	0.015	0.080
51-150	0.026	0.080
151-300	0.062	0.125
301-500	0.125	0.300
Más de 500	0.0003 por volt	0.0006 por volt

B Separación entre conductores para placas no recubiertas, a más de 10,000 pies

0-50	0.026
51-100	0.062
101-170	0.125
171-250	0.250
251-500	0.500
Más de 500	0.001 por volt

C Separación entre conductores para placas recubiertas del nivel del mar a 10,000 pies.

0-50	0.015
51-150	0.022
151-300	0.030
301-500	0.060
Más de 500	0.0001 por volt

D Separación entre conductores para placas recubiertas a más de 10,000 pies

0-50	0.022
51-100	0.030
101-170	0.060
171-250	0.125
251-500	0.250
Más de 500	0.0005 por volt

7 CONDUCTORES Y COMPONENTES

En los circuitos impresos para usos comerciales y militares se han adoptado una serie de realizaciones.

DIMENSIONES DEL CONDUCTOR

La capacidad de conducción de corriente del conductor depende de su sección transversal, el incremento de temperatura permisible y las características del laminado de la placa. Aunque en equipos militares se admiten anchos de conductor de 0.015 pulgadas o más, se considera que el mínimo para usos comerciales es 0.031. La mayor parte de los conductores con anchos comprendidos entre 0.031 y 0.062 pulgadas son aceptables para todas las conexiones, con la posible excepción de los circuitos de potencia, que pueden requerir conductores más anchos o más gruesos.

La norma militar MIL-STD-275B especifica las dimensiones de los conductores según la evaluación de temperatura ambiente (Figura 4), la parte inferior de esta figura sirve para convertir el ancho del conductor para distintos espesores de lámina, de pulgada a sección de corte expresada en miles cuadrados representadas en abscisa. Siguiendo la vertical correspondiente se puede determinar el incremento de temperatura para una corriente dada. Por ejemplo, un conductor con una sección de 50 mils cuadrados sufrirá un incremento de temperatura de 20 grados centígrados al pasar por él una corriente de 3 amperes. Este conductor podría ser de cobre de 2 onzas con 0.02 pulgadas de ancho o de cobre de una onza con 0.035 pulgadas de ancho, como se deduce de la parte inferior de la figura.

En la figura 4 se observa que el conductor de cobre de 2 onzas y 0.062 de ancho es más que suficiente para casi todas las aplicaciones.

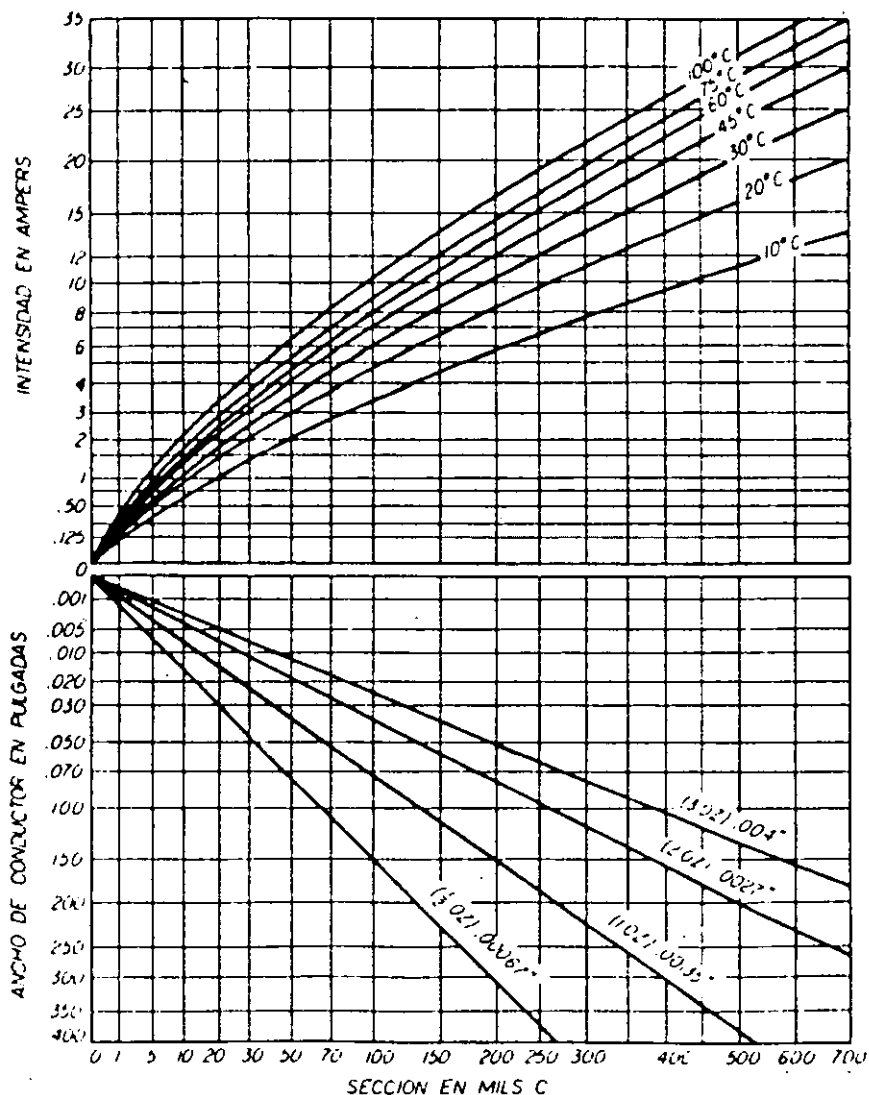


FIGURA 4. Intensidad admisible según las dimensiones del conductor

CONDUCTORES Y AREAS DE TERMINACION

En la figura (5a) se muestran varios ejemplos de formas de pistas. En las figuras (5b-c) aparecen las áreas de terminación de los conductores conocidas también como "isla". Obsérvese que el ancho del conductor se adapta suavemente al tamaño de la isla siguiendo un radio de curvatura, en las de la izquierda, y en forma de gota en las de la derecha. En toda intersección hay que dar un cierto radio a las esquinas para evitar los ángulos vivos. En la figura (5e) pueden verse algunas formas más de área de terminación.

Si para actuar como blindaje u otra razón cualquiera conviniera que el área fuera grande, deberá fraccionarse formando franjas o una cuadrícula, figura (5f), con lo que se evitara el sobrecalentamiento de laminado al pasar el conjunto sobre la ola de soldadura.

Si entre dos conductores se necesita un blindaje, se puede conseguir haciendo pasar entre aquéllos un conductor de blindaje conectado a una pista puesta a tierra (figura 5g).

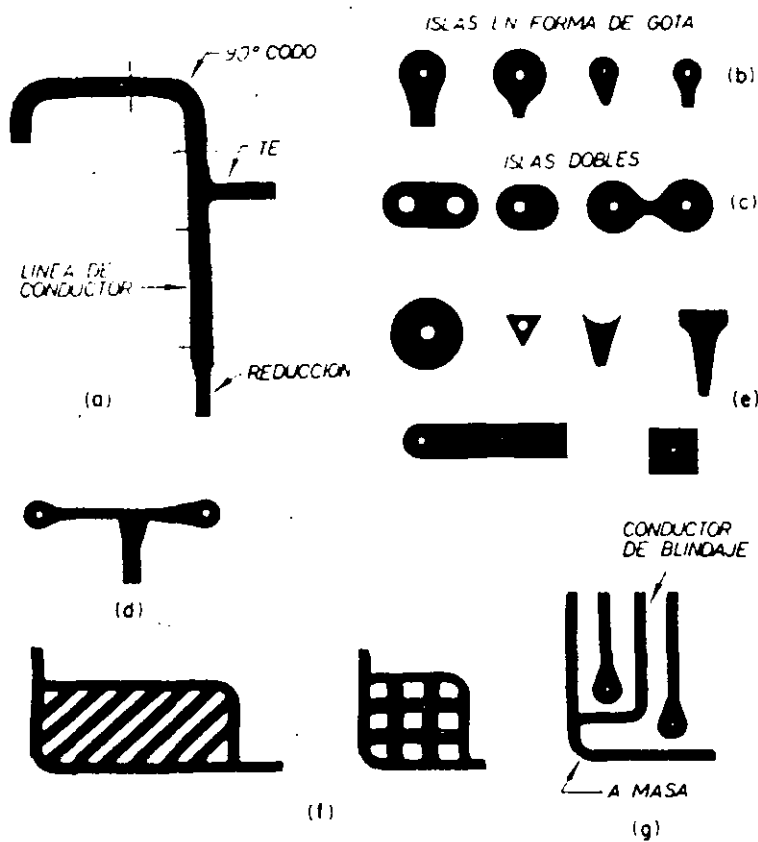


FIGURA 5. Formas básicas de conductores y terminaciones.

CINTAS CON TERMINACION PREDETERMINADAS PARA CONDUCTORES ESPECIALES

La creciente complejidad de las conexiones en los impresos y de los componentes semiconductores, ha dado origen al desarrollo, de cintas y terminaciones múltiples reformadas en colores negro opaco y azul y rojo transparente, que simplifican la labor del deliniante al distribuir circuitos de 1, 2 o varias capas:

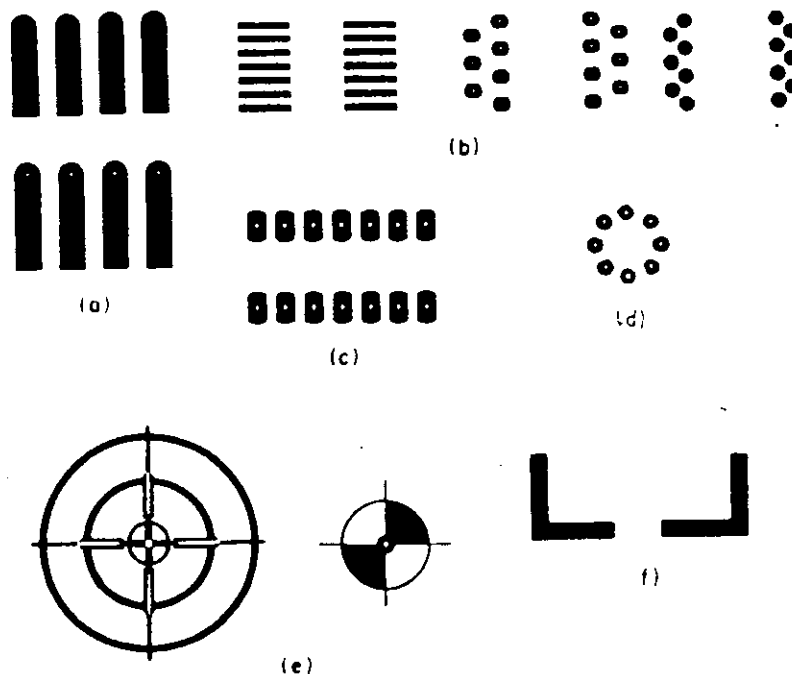
Estas cintas de precisión se fabrican en anchos de 0.015; 0.020; 0.026; 0.031; 0.040; 0.046; 0.050; 0.062; 0.090 y hasta 2 pulgadas. Con ello si se efectúa el dibujo de pistas a 4:1, el ancho de la línea sobre la placa real será de 0.004, 0.005, etc.

En la figura (6a) se muestran algunos de los juegos de pistas para conectores que se pueden adquirir en el mercado. Forman las islas finales para conectores múltiples con pasos de 0.100, 0.125, 0.150, 0.156 entre centros.

En la figura (6b) aparecen juegos de "islas" para *flat-packs*, en (c) para encapsulados *dual-in-line* (DIP), y en (d) para transistores formato TO.

Existen diferentes tipos de señales para la reducción y de coincidencia empleados en la preparación de los originales. En la figura (6e) se muestran dos de ellos. El mayor de ellos se coloca sobre la intersección de dos líneas de la retícula de la película sobre la que se dibuja. Si la alineación está bien hecha las líneas de la retícula aparecerán por las aberturas de los brazos de la cruz.

Para situar el contorno de la placa con respecto a las marcas de coincidencia del original es necesario poner marcas de esquina de placa figura (6f). El borde interior de estas marcas indica la posición del contorno citado.



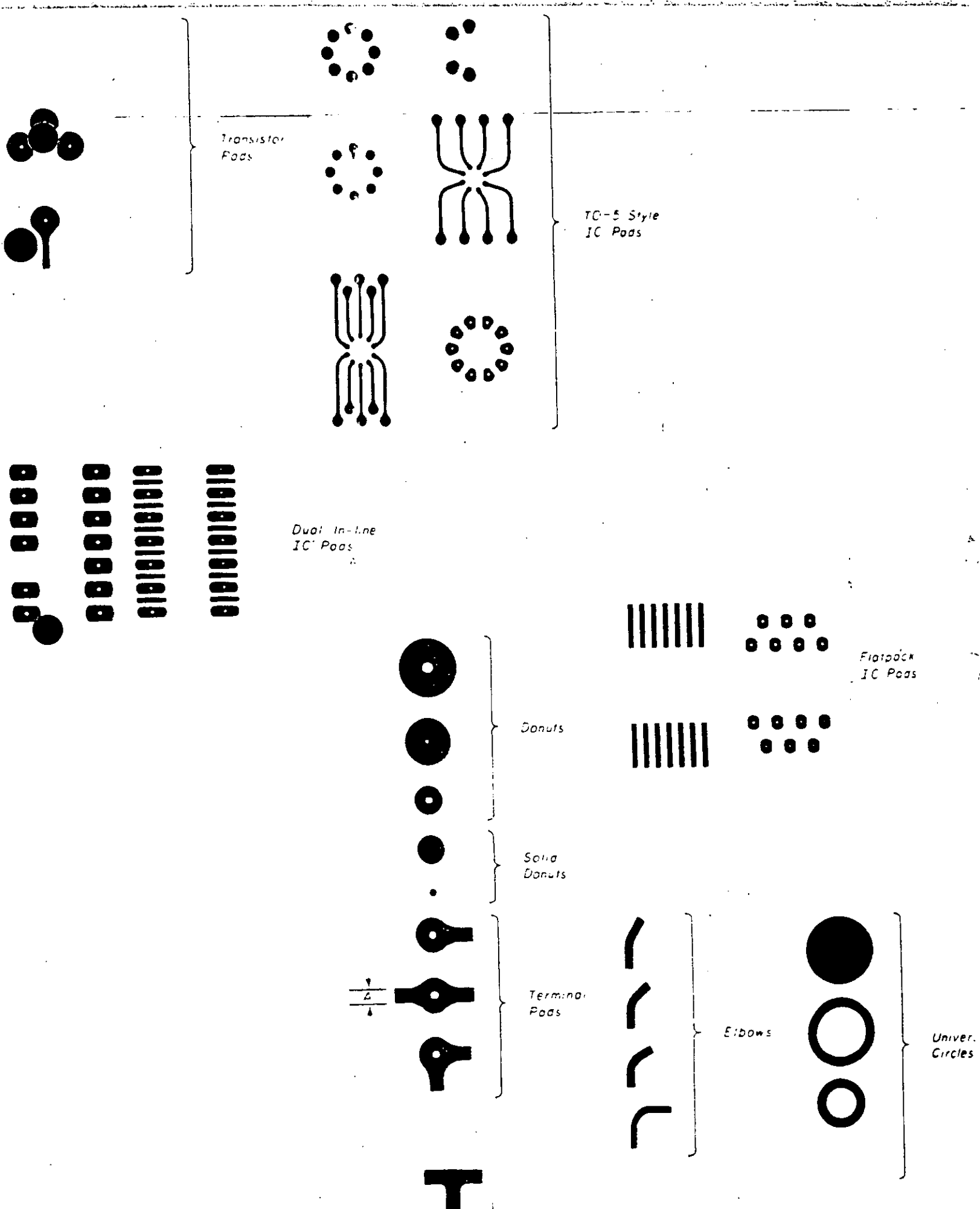


FIGURA 6. Juegos de pistas (Bishop Graphics, Inc.).

PELICULAS Y RETICULAS PARA DIBUJO

Las películas para dibujo empleadas en la elaboración de originales de circuitos impresos pueden ser de *mylar transparente* de 0.003, 0.005 o 0.007 pulgadas de espesor. También se fabrica una *película de mylar* de 0.0075 de espesor con retícula impresa, de espaciado 0.050, 0.100, o 0.0125. La trama puede ser negra opaca, azul o marrón, siendo estos dos últimos colores que desaparecen, esto es, no se reproducen al fotografiarlos.

La distribución original se efectúa directamente sobre la película reticulada o se coloca una retícula debajo de la lámina transparente de mylar sobre la que se distribuye el dibujo. Siempre que sea posible, los agujeros para los componentes han de coincidir con intersecciones de líneas de retícula, ya que esto facilita la distribución del taladrado de la placa.

A continuación se muestra una guía de referencia para la perforación de orificios en circuitos impresos.

Componente	Díametro en Pulg.	Tamaño del barreno	Equivalente en Decimal del barreno en pulgadas
1/8 = Watt Resistor	0.016	#75	0.0210
1/4 = Watt Resistor	0.019	#72	0.0250
1/2 = Watt Resistor	0.027	3/64	0.0330
1 = Watt Resistor	0.041	#55	0.0469
2 = Watt Resistor	0.045	#65	0.0520
Disc Capacitor	0.030	#64	0.0360
TO-5 Case Style	0.019	#72	0.0250
TO-18 Case Style	0.019	#72	0.0250
TO-14 Case Style	0.022	#70	0.0280
77-02 Plastic Power Transistor	0.026	#67	0.0320
TO-99 (8 Pin IC)	0.019	#72	0.0250
TO-116 (14 Pin DIP)	0.023	#69	0.0292

APLICACION DE LAS TIRAS

Una vez fijadas las islas sobre el original, se acopla a las mismas el extremo de las cintas solapándolas con ellas (Fig. 7a). Se coloca el dedo sobre la cinta y se va desenrollando. Se va aplicando la cinta efectuando presión sobre la misma pero sin estirarla. Esto es muy importante. Para curvas a 90 grados, se pueden adquirir esquinas y codos en forma de nidos (fig. 7b) o formarlas a partir de cinta.



FIGURA 7. Aplicación de la cinta (Cortesía de Bishop Graphics.)

Las configuraciones determinantes para encapsulados *dual-in-line* y *flat packs* (Fig.6b-c) pueden aplicarse como juegos de pistas con escalas 1:1, 2:1 y 4:1.

Dibujar sin apretar, sobre una película con retícula apropiada, el contorno de cada DIP o *flat pack* según la escala elegida y las dimensiones dadas en el catálogo del fabricante. Se sitúan 2 patillas no contiguas para referencia. Después de separar la película protectora del conjunto, se aplica éste empleando como puntos de referencia el contorno del componente de las patillas (pines) señaladas. Este sistema permite la colocación precisa de las tiras conductor, de modo que pueden aplicarse simultáneamente 10, 12, 14 o más "islas" para DIP o *flat packs*. Las "islas" se pueden recortar a la longitud deseada para adaptarse a cada caso.

Para transferir configuraciones tipo TO se sigue un procedimiento similar. Hay que determinar apartir del catálogo del fabricante, el diámetro del círculo de patillas del transistor, multiplicarlo por la escala del dibujo (4:1, 2:1, etc.), y dibujar el círculo resultante en el espacio de la distribución elegido para el componente. Situar una patilla sobre este círculo y aplicar, a continuación, el juego de "islas" del conjunto TO de una sola vez.

Los juegos de "islas" para conectores múltiples se aplican también de manera parecida. El conector de que se trate, determina la aplicación. En la actualidad se utilizan 3 tipos de conectores: el de inserción, el cual emplea el juego de "islas" de la figura 6a que forma terminaciones de pistas (Fig. 8b); "islas" múltiples para conectores machos (perpendicular con sus contactos alineados) (Fig. 8c); e "islas" múltiples para conector perpendicular en contactos (Fig. 8d).

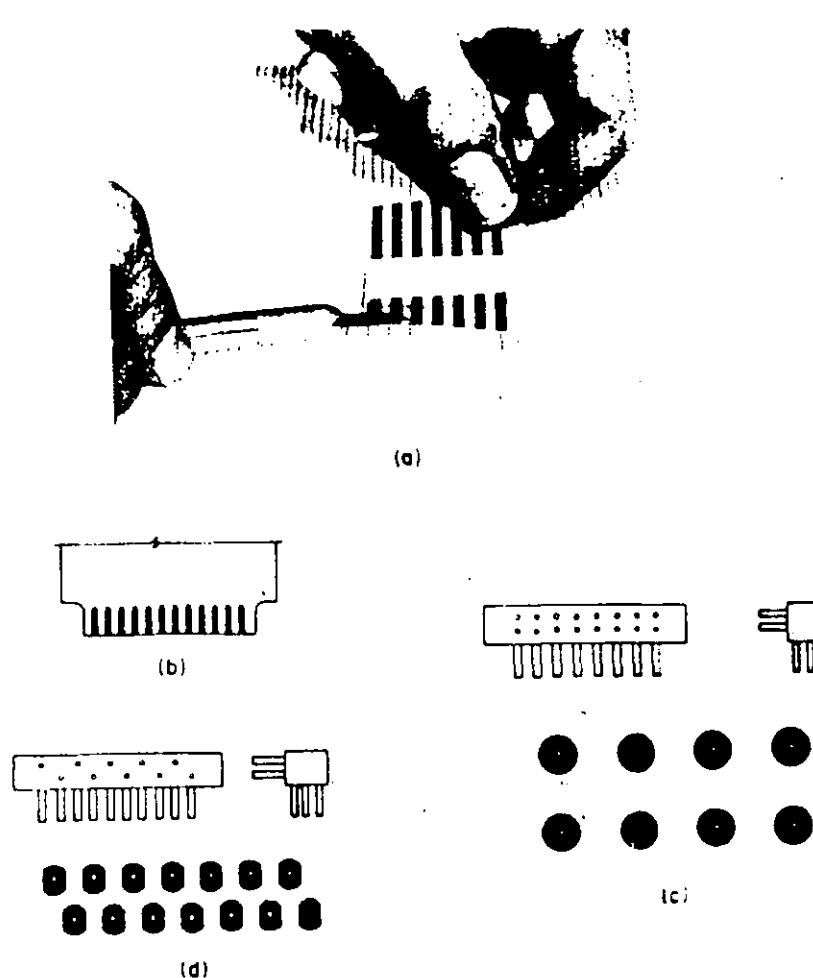


FIGURA 8. Distribución de juegos de islas para conector. (Cortesía de Bishop Graphics, Inc.)

Ejemplo: Una manera de hacer una placa para circuito impreso. Ya en posición del diseño original de tamaño natural, correspondiente al lado cobreado de la placa, debemos empezar por transferirlo a una placa virgen, o sea, una placa totalmente cubierta por una capa de cobre. Para esto fijamos el dibujo sobre la placa de circuito impreso, como muestra la figura 9a.

Con el clavo o punzón marcamos los puntos que corresponden a los agujeros por donde van a pasar las terminales de los componentes. Estas marcas, obtenidas por un golpe, no muy fuerte, servirán de guía para la copia del dibujo, como muestra la figura 9b.

Con todos los orificios marcados, retiramos el dibujo y pasamos a copiar las conexiones que corresponden a las tiras de cobre con la lapicera de circuito impreso como muestra en la figura 9c.

Si las tiras fueran muy finas y se desea una terminación más profesional de las placas, se pueden emplear las tiras "Graph-line" autoadhesiva que se fijan por simple presión, como se muestra la figura 9d. Para las tiras más gruesas se puede usar la cinta crepe y si hubieran regiones amplias a cubrir con la tinta, el esmalte común de uñas se puede utilizar perfectamente. Los puntos en que van a entrar los terminales de los componentes y que por lo tanto corresponden a los agujeros marcados, se deben de hacer con cuidado como muestra la figura 9e. Las islas autoadhesivas permiten que estos puntos tengan un apariencia mejor.

Una vez que se haya transferido todo el diseño es necesario preparar la solución de percloruro, se debe agregar un poco, lo suficiente para cubrir la placa, en un recipiente. Si su percloruro viene en forma de polvo se debe disolver en agua. Para ello procede como sigue:

En el mismo recipiente, coloque la misma cantidad de agua que corresponde al polvo (un litro de agua por cada kilo de polvo), después, lentamente, vaya colocando pequeñas porciones de percloruro en el agua, revolviendo con un trozo de madera. Notará que el proceso es exotérmico, o sea, que libera calor, de modo que la solución se calienta sola. No deje que se caliente mucho, pues puede deformarse su recipiente (si es de material plástico). Cuando la solución se pone caliente, espere un poco antes de agregar más percloruro, esperando que se enfríe.

Atención: nunca vierta el agua sobre el percloruro pues la reacción puede hacer que la sustancia explote, manchando y quemando lo que toque, y además si cae solución en los ojos puede provocar ceguera.

Para emplear la solución es importante tener un lugar apropiado con buena ventilación y lejos de cosas que se puedan manchar. En la figura 10 tenemos los distintos pasos para la preparación de la solución.

Con la solución lista y la placa en condiciones, solo resta colocarla en el recipiente (Fig 9f).

La placa debe ser colocada de modo que no se formen burbujas de aire en susuperficie.

El tiempo de corrosión puede variar entre 20 minutos y 1 hora, dependiendo de la pureza de la solución. Periódicamente puede levantar con cuidado la placa usando 2 trozos de madera o un broche de madera para la ropa y verificar en que punto está la corrosión. En las fases finales el cobre de las regiones descubiertas va quedando totalmente eliminado, como muestra la figura 9h.

Cuando la placa está totalmente corroida, debe retirarla y lavarla en agua corriente de modo de quitar todos los vestigios de percloruro, el cual puede ser guardado para la confección de nuevas

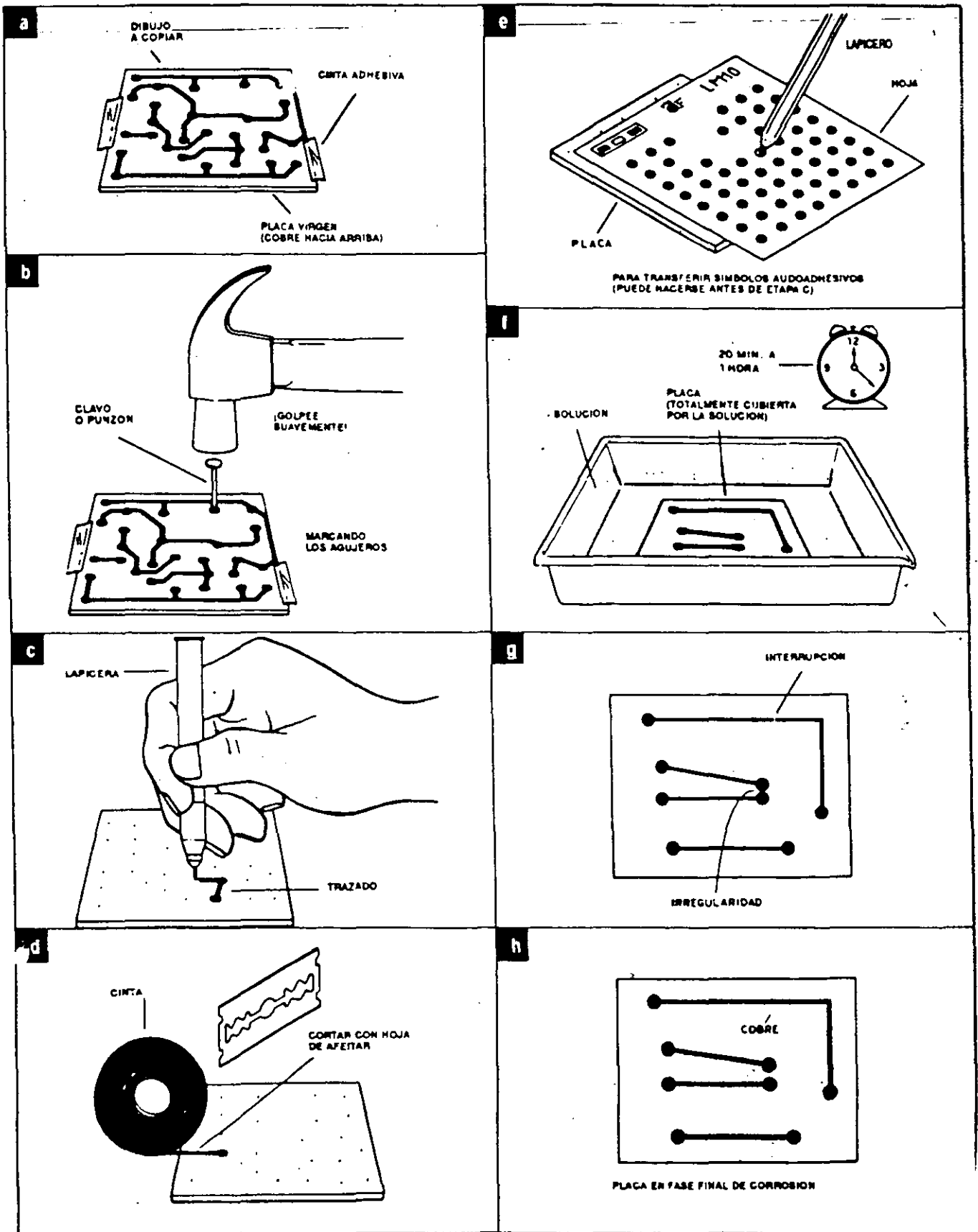


FIGURA 9. Proceso de Fabricación de un Circuito Impreso (Proceso Tradicional)

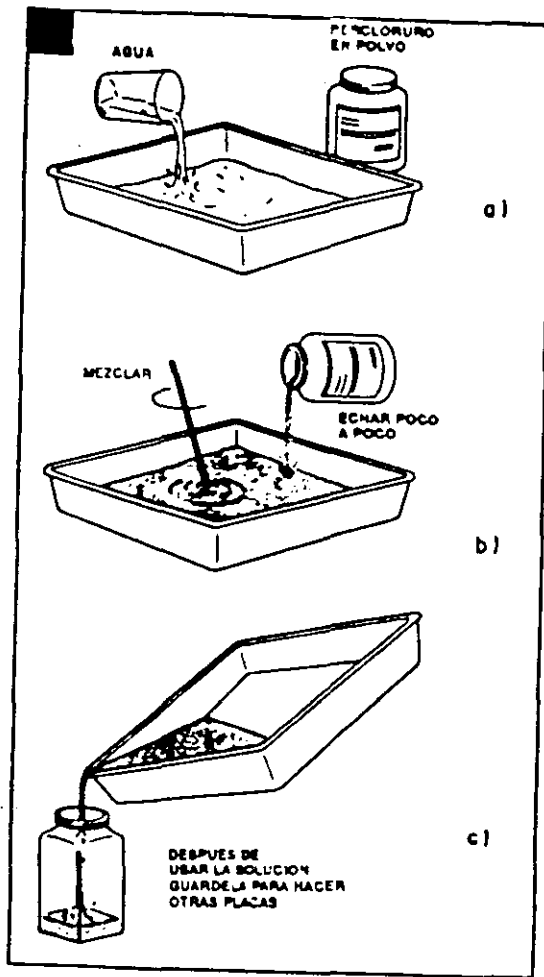


FIGURA 10. Preparación de Solución de Percloruro

placas (guarde la botella de percloruro en lugar ventilado, lejos de objetos de metal que el mismo pueda atacar).

Una vez lavada, retire de la placa la tinta especial que usa para dibujar las pistas, los símbolos autoadhesivos o el esmalte, con, algodón y solvente o lana de acero fina.

La placa una vez lista, no debe de presentar pistas irregulares o interrupciones, como muestra la figura 9g. Para mayor seguridad, es recomendable examinarla con una lupa o cuenta hilos y buena luz. Si hay interrupciones, se reparan con un poquito de estaño.

Después solo queda hacer las perforaciones en los lugares correspondientes a las terminales de los componentes.

Una capa de ioduro de plata pasada con algodón puede resultar eficiente para proteger el cobre contra la oxidación. El barniz incoloro también sirve para la misma finalidad.

PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO DE DOBLE CAPA

Uno de los problemas más importantes que se presentan al elaborar originales para placas de circuitos impresos de dos capas es garantizar la exacta coincidencia de ambas capas.

Para tal efecto se emplean 2 procedimientos. EL primero, para cuando las dos capas se dibujan sobre un mismo plano, con las indicaciones "*Delante y detrás*" y por lo menos 3 marcas de coincidencia u "*ojo de buey*" (Fig 6e); y el segundo, en el que se emplean cintas transparentes de color azul y rojo sobre una misma lámina de película, obteniéndose un juego de pistas azul para una capa y otro rojo para la otra superpuesta.

La perfecta coincidencia es aún más importante en los circuitos multicapa en los que podría ocurrir que, al taladrar el conjunto para obtener los agujeros metalizados, se produjera cortos circuitos entre capas por efecto de sobreposición.

En las distribuciones originales azul-rojo (Fig. 11a) la separación de las 2 capas se efectúa fotográficamente, utilizando filtros de color adecuado (Fig. 11b).

COMPONENTES PARA CIRCUITOS IMPRESOS

En el alambrado de circuitos impresos se utilizan 2 tipos de componentes *-componentes convencionales y componentes proyectados especialmente para ser insertados o montados en estos conjuntos-*. Entre estos últimos se encuentran transformadores de r-f, f-i, y audio, conectores, relevadores, potenciómetros. En la figura 11 se muestran algunos de estos componentes cuyo peso supere la media onza (15 grs.) han de llevar un soporte mecánico complementario a base de epoxy o escuadras, no pudiéndose sujetar exclusivamente por sus terminales.

El material para la elaboración de las placas es sencillo y puede adquirirlo por partes, en forma de kit.

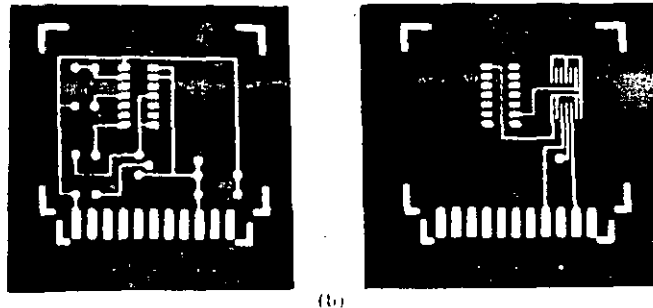
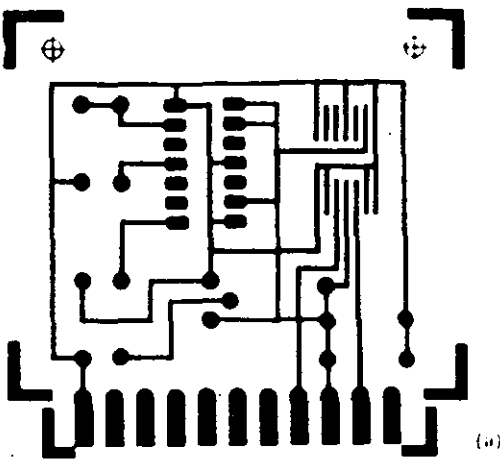


FIGURA 11. Separación fotográfica de originales de colores.
(Cortesía de Bishop Graphics, Inc.)

El material básico es el siguiente:

- 1/2 litro de percloruro.
- Una recipiente para circuitos impresos.
- Un plumón para circuito impreso.
- Una perforadora para circuito impreso.
- Un paquete de algodón.
- Un frasquito de solvente (acetona, thinner, etc).
- Una pluma fuente común.
- Un clavo grande o punzón.
- Una hoja de papel carbón.
- Un rollito de cinta adhesiva.

El material optativo es el siguiente:

- 2 o 3 rollitos de graph-line de 0.05 a 1.5 mm.
- Un rollito de cinta crepe.
- 1 o 2 hojitas de símbolos autoadhesivos de islas para terminales de transistores.
- Un frasquito de ioduro de plata.
- Un frasquito de flux.

8 DISEÑO DE UN CIRCUITO IMPRESO

No existe una fórmula sencilla para desarrollar un conjunto circuito impreso y su juego de pistas. Se tendrá que llevar a cabo la elección de los tamaños y distribución de los componentes, la figuración

del conjunto de conductores, la forma y dimensiones de la placa, la anchura y separación de las placas, la posición y diámetro de los agujeros, la holgura entre componentes, la decisión entre una y dos capas, las necesidades de blindaje y puestas a masa, sistemas de producción y otras consideraciones (aunque en la actualidad existe software que nos proporciona toda esta información).

Algunas de las guías seguidas en la práctica actual son :

1. Siempre que sea posible, emplear placa de una sola capa de $1/32$ a $1/16$ de pulgada de espesor. Las placas para equipo miniatura, que suelen ser de $1/32$ de pulgada y menos son una excepción.
2. Las placas de 2 capas han de llevar agujeros metalizados, "ojetes" abocados opuentes.
3. Las superficie total de la placa a de ser inferior a 50 pulgadas cuadradas (325 cm cuadrados) y a una longitud máxima, en cualquier dirección de 10 pulgadas (25cm).
4. Todo agujero debe situarse en una intersección de la retícula, sea de 0.025 o 0.05 de pulgada.
5. Con laminados con base de papel debe dejarse una distancia mínima entre bordes de agujeros igual a una vez y media el espesor de la placa, e igual a dicho espesor si se trata de otro material.
6. Entre el borde de un agujero y una placa debe de dejarse como mínimo una distancia entre una vez y media y 2 veces el espesor de la placa.
7. En ambos extremos de los agujeros metalizados debe de haber un área de terminación. El diámetro del agujero debe de ser al menos $1/64$ de pulgada mayor que el de terminal insertado.
8. Las áreas de terminación en los extremos de los agujeros con "ojetes" deben tener un diámetro mínimo de $5/32$ a $3/16$ de pulgada.
9. Las áreas de terminación correspondientes a agujeros normales deben de ser $5/32$ de pulgada de diámetro y los agujeros en la placa entre 0.01 y 0.015 de pulgada mayores que el terminal del componente que pasa por ellos.
10. El borde de una pista debe quedar al menos a $3/32$ de pulgada del borde de la placa.
11. La distancia entre los agujeros de montaje de un componente se basa en el mínimo siguiente, ajustando la cota X elegida a la cuadrícula inmediatamente superior de la retícula. La cota X consta de otras dos, de $1/16$ de pulgada cada una, correspondientes a la parte recta de las terminales que se prolongan desde el cuerpo del componente a los muñones de los extremos, más los radios de curvatura del doble de las terminales y la longitud propiamente dicho.

Entre los planos necesarios se encuentran el dibujo del conjunto de pistas, el original principal, la distribución de agujeros, detalles de corte de la placa, detalles de señalización, y conjuntos.

DISTRIBUCION DE UN CIRCUITO IMPRESO

Para simplificar la distribución de circuitos impresos, la EIA ha adoptado un sistema de líneas de retícula basado en separaciones entre líneas de 0.025 pulgadas para el sistema subminiatura y de 0.100 pulgadas para el sistema miniatura. Este sistema de acotación modular se aplica en los circuitos

impresos, a la separación entre agujeros, situación de los puntos de prueba, separación entre, terminales de conector, dimensiones externas de la placa, etc. Simplifica mucho la localización de cada uno de los agujeros porque permite el uso de un sistema de coordenadas tabuladas para expresar la posición de cada uno de ellos referida a un punto común, intersección de los ejes vertical y horizontal.

DISEÑO DE UN CIRCUITO IMPRESO

En el diseño de un original para un circuito impreso intervienen varias etapas. La primera de ellas es obtener el esquema (*Diseño Esquemático*) del circuito impreso que se proyecta. Posteriormente se elabora una lista completa de todos los componentes que van a montarse sobre la placa.

Los datos para cada componente han de incluir: el fabricante, código de pieza, voltaje de operación, tolerancias mecánicas y eléctricas, así como límites de temperatura.

Se debe decidir cómo serán las terminaciones de la placa su número y tipo, y si formarán parte integral de la placa o irán en un conector separado. El esquema determinará el número de conexiones externas, así como los valores de voltaje y corriente que tendrán lugar. Las tensiones y corrientes influirán en la separación entre conductores de la placa y en la elección del espesor de la lámina conductora sobrelaminado. Si las terminaciones forman parte integral de la placa, en este punto, hay que decidir el tipo de conector hembra a emplear, a fin de preveer el ensamble de la misma en el circuito impreso.

El siguiente problema es determinar el tamaño de la placa. Uno de los factores más importantes es el número de conexiones externas que tienen que efectuarse con el circuito impreso. Existen conectores con pasos entre 0.100 y 0.156 pulgadas, pudiéndose reducir algo la longitud del conector empleando los de paso más pequeño. Si la placa es de doble capa, pueden disponerse terminaciones sobre ambos lados de la misma, con lo que la longitud de conector quedará reducida a la mitad.

Una vez determinada la longitud de la placa en el sentido del borde del conector o basándose en el espacio disponible, el paso siguiente es hacer un borrador de distribución de los componentes, con lo que se vera la anchura de placa necesaria esta distribución se hace sobre papel reticulado a 0.50 o 0.100 pulgadas. Si se dispone de plantillas de papel de los componentes principales, su empleo facilita la labor; existen también plantillas comerciales, similares a las plantillas de símbolos, con los contornos de los semiconductores más comunes.

Sobre una copia de la distribución se dibuja un borrador de esquema de conexiones con las conexiones entre los componentes con lo que se tendrán las posiciones aproximadas de las mismas. El análisis de este esquema descubrirá posiblemente que otra distribución de componentes simplificaría o acortaría el conjunto de conexiones.

Si se desea una placa de una sola capa, al efectuar la distribución de los conductores se debe evitar intersección entre líneas. Para llegar a ello, será necesario, seguramente, realizar varias disposiciones de componentes, y algunos de los conductores tendrán que dar largos rodeos.

Este sistema de tanteos sucesivos es particularmente necesario en conjuntos de pistas complejos.

Si algunos de los cruces fuera imposible de evitar sin complicar excesivamente el trasado de las pistas, tendría que tratarse como un componente más en la parte superior de la placa y dejar las dos áreas de terminación correspondientes en el punto en que se interrumpe la pista. Más adelante, en

la placa real se suelda un hilo aislado cortocircuitando estas dos porciones de pista.

Si se viera claramente que es inevitable la existencia de numerosos cruces, deberá pensarse en una placa de dos capas, para la que se dibujará un esquema de conexiones borrador para cada capa, y una distribución final de componentes efectuada para situar con exactitud los componentes.

Con las placas de una sola capa también tienen que hacerse la distribución definitiva de la placa, con los puntos de montaje de conexión de los componentes coincidiendo con las intersecciones de las líneas de la retícula, siempre que sea posible. A fin de dejar suficiente espacio para los conductores, es conveniente efectuar la distribución de componentes al mismo tiempo que la de los conductores.

Una vez determinada la configuración de la placa, puede iniciarse la distribución original para las pistas. Si se han colocado las terminaciones de los componentes y los puntos de montaje sobre las intersecciones de la retícula, es muy rápido situarlas sobre el original de pistas. Este último se acostumbra a ser a escala 4:1, con objeto de reducir las tolerancias constructivas.

El original de las pistas se inicia marcando con cinta el contorno de la placa, situando con respecto a éste las marcas de coincidencia, y estableciendo una cota a escala entre las marcas de coincidencia de referencia de reducción que sirvan de guía al fotógrafo para garantizar la reducción exacta. Para dar más énfasis a la precisión necesaria, esta cota debe de llevar una tolerancia. Como superficie de dibujo se puede emplear indistintamente película de Mylar reticulada o película de Mylar normal con una retícula colocada debajo de ella. La siguiente etapa será situar las distintas "islas" para las conexiones sencillas o múltiples.

Las placas de doble capa se pueden distribuir con las pistas de una capa separadas de las de la otra y disponiendo marcas de coincidencia bien precisas que permitan la perfecta superposición de ambos originales, o formando un conjunto único disponiendo de cada uno de los juegos de pistas en una capa de una película de Mylar con cinta transparente especial roja y azul, una para cada capa, como ya se ha explicado.

Una vez explicadas todas las "islas", el paso siguiente es aplicar la cinta que constituyen las interconexiones, sobre las trayectorias elegidas del esquema de conexiones. Para conductores que no sean de potencia es adecuada la cinta de 0.062 pulgadas y más ancha si el espacio lo permite.

Donde quiera que existan voltajes de cualquier magnitud, deben comprobarse la separación entre bordes de "islas" o circuitos de cintas a medida que se va completando la distribución. Entre las dos hileras de patillas de un DIP generalmente hay sitio para 2 o 3 cintas de conductor.

Una vez terminado el conjunto de pistas se tiene que comprobar comparándolo con el esquema eléctrico.

MONTAJE DE COMPONENTES

Los transistores, flat packs y DIPs se pueden montar de varios sistemas. Los transistores se pueden montar haciendo pasar sus terminales directamente a través de la placa y el transistor para evitar posibles cortos circuitos entre patillas. Algunos de estos transistores vienen con sus patillas perforadas o se pueden perforar durante el montaje como en el caso anterior se pueden colocar

un separador que sirva de soporte al transistor.

Los *flat packs* se pueden montar sobre la superficie del preformado y cortando sus terminales a la distancia conveniente o performándolos alternadamente a dos distancias distintas e insertándolos en la placa.

Los encapsulados dual-in-line se pueden montar haciendo pasar sus terminales a través de la placa. Para permitir el paso de la dimensión plana del terminal es necesario un agujero mínimo de 0.066 pulgadas. También pueden colocarse el zócalo para DIP montados en la placa y soldar sus terminales al circuito impreso.

9 RECURSOS ESPECIALES

El Jumper

Suponga que en un proyecto, un componente debe tener un terminal conectado a otro, pero entre ellos pasa una pista de cobre.

La solución puede estar en una especie de puente. Un trozo de cable pasando por encima de la placa, o sea, del lado de los componentes, interconecta a los dos lados de la pista que molesta y el problema está resuelto.

Pistas Gruesas

El montaje se trabaja con corrientes intensas, las pistas de cobre que conducen estas corrientes deben ser más anchas que las demás, por lo que significa que se debe hacer una planeación cuidadosa, previendo espacio para su trazado.

Relleno del espacio vacío

Un recurso interesante, que puede ser útil en algunos tipos de montajes consiste en rellenar los espacios entre las pistas, formando no líneas conductoras, sino espacios conductores.

Este procedimiento presenta dos grandes ventajas:

1.- Las grandes superficies pueden conducir corrientes mayores y presentan menores resistencias o incluso sirven de blindaje.

2.- Reducen la superficie a ser destruida por el percloruro en la ejecución de la placa, con la economía de este material.

10 DISIPADORES

En la distribución mecánica de una placa de circuito impreso a de tenerse en cuenta la inclusión de disipadores de calor. Para otros medios de refrigeración para transistores, diodos, rectificadores de potencia, etc. Según sea la configuración de un disipador, se necesitará un espacio de la placa y, por lo tanto, la disposición de los componentes quedará afectada directamente por la presencia de estos dispositivos. Es por lo tanto necesario incluir los disipadores en el diseño inicial.

Para mantener algunos componentes dentro de su margen de temperatura de seguridad, puede ser necesaria la aplicación de refrigeración forzada, especialmente cuando se montan muchas tarjetas o placas de circuitos impresos en una jaula de tarjetas cuya ventilación queda restringida por la configuración del circuito.

11 PLANOS DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO

Plano de taladro

Este tipo de plano se saca de una transparencia del original de pistas, procedimiento que resulta a la vez preciso y económico. El plano ha de incluir los siguientes datos:

- 1.- La referencia del original de pistas.
- 2.- Especificaciones del material con que está fabricada la placa.
- 3.- Instrucciones para el acabado del circuito, como sería su estañado, metalizado, etc.
- 4.- La forma y dimensiones de la placa terminada.
- 5.- Los diámetros de todos los agujeros con sus tolerancias.

La intersección de las líneas de retícula que corresponden al centro de las áreas de terminación o islas situándose generalmente los centros de agujero con una tolerancia de $+0.005$ pulgadas. Sobre el plano, los agujeros se identifican por letras de referencia y una relación de sus diámetros.

Plano de señalizaciones

Este plano presenta las referencias de esquemas de cada componente, las referencias de los terminales de conexiones externas, etc. Se realiza sobre la película plástica de dibujo y con sistemas de rotulado sensibles a la presión parecidos a la cinta e islas empleadas en la confección de originales de pistas. Representa la vista de la placa por la parte de sus componentes. Las marcas se tienen que colocar en puntos que no queden cubiertas por los propios componentes. Para indicar cuál es el componente referenciado se pueden usar también corchetes. Este plano no debe incluir agujeros, ni cotas de posición, ni ninguna otra cota, ya que sirve para la preparación de la pantalla serigráfica de las marcas y señalizaciones.

Todo texto, condensado o super condensado, ha de ser en mayúsculas de $3/32$ de pulgada como mínimo, después de la reducción en los componentes con polaridad definida, montados sobre la placa, hay que indicar su polaridad en el plano de señalización. Para ello se utilizan los signos convencionales de positivo y negativo, o símbolos esquemáticos como el de los diodos.

Plano de conjunto de la placa de circuito impreso

Este plano se dibuja sobre una lámina de dibujo normalizada y comprende lo siguiente:

- 1.- Componentes de la placa, como bridas, escuadras, pinzas, etc.
- 2.- Las listas de piezas incluyendo el original de pistas, plano de taladrado de la placa, especificaciones para el proceso de señalización, y similares.
- 3.- Algunas señales características que indiquen la orientación.
- 4.- Componentes electrónicos, como: transistores, condensadores, etc.

4 Learning Tango-PCB PLUS

4.1 Introduction

Learning Tango-PCB PLUS is a hands-on tutorial that helps you become familiar with many of the program's features. The purpose of the tutorial is to give you the confidence to begin using Tango-PCB PLUS to create your own board designs.

We know that you're anxious to get started. It is a basic human urge to run a new software package without thoroughly reading the manual. We've done it ourselves once or twice. But we highly recommend that you follow the complete tutorial. It is designed to be a quick and somewhat painless way to get acquainted with Tango-PCB PLUS. The rest of the manual contains reference information that you can read as you need it.

This tutorial is intended to help you get acquainted with the artwork options, editing features, and "look-and-feel" of Tango-PCB PLUS. We'll show you how to run the program and point out a dozen or so operations that are typical of a short design session.

If an error message is displayed during the tutorial, see Appendix E: Error Messages for a description of the problem and a possible solution.

4.2 Before Starting The Tutorial

Before starting the tutorial, follow the installation instructions in Chapter 3: Getting Started. We assume that you have first:

- Installed the Tango-PCB PLUS security device.

CHAPTER 4

- Made backup copies of the Tango-PCB PLUS diskettes.
- If you are using a mouse, installed and invoked your system's mouse hardware and mouse software driver.
- If you are using EMS (expanded memory), installed and invoked EMS hardware and software driver.
- Made sure that your CONFIG.SYS file is correctly configured for running Tango-PCB PLUS.
- Installed the Tango-PCB PLUS software in a directory on the hard disk.
- Configured Tango-PCB PLUS for your system's graphics card.

4.3 Running Tango-PCB PLUS

To run the Tango-PCB PLUS program, type:

```
pcb <Enter>
```

After a few seconds, the Tango-PCB PLUS screen is displayed. Now we can put the program through its paces.

4.4 The ACCEL Productivity Interfaces

The screen before you is the result of extensive research into the ergonomics of electronic design. To build a more productive interface, ACCEL studied engineers' work habits and design flow, on-screen user interfaces from dozens of different software programs, and hundreds of user comments and suggestions. The resulting ACCEL Productivity Interface (API) allows for flexibility in user options and a wide variety of editing commands. It will serve as a consistent front end for all of ACCEL's electronic design software programs.

Let's take a tour around the screen to familiarize you with the API's features.

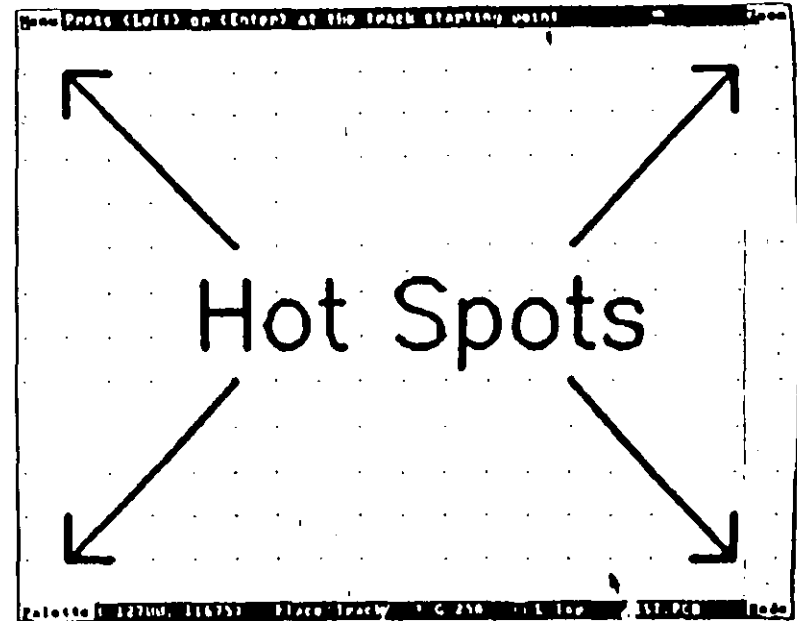


Figure 4-1. The hot spots provide one-click access to the Menu, Zoom, Undo, and Speed Palette functions.

In the four corners are buttons we call *hot spots* (Figure 4-1). One click of the <LeftMouse> button over the hot spots will: a) pop-up the Main Menu, b) enable the Zoom Window command, c) undo the last command, or d) pop-up the Speed Palette. We'll try all these functions in a moment and you'll see why the hot spots make these oft-repeated operations a breeze.

Across the top of the screen is a single line of text called the *prompt line* (Figure 4-2). As the program first loads, it displays the usual copyright information. But as you toggle through command options on Tango's menus, the prompt line does what its name implies: provides a brief help message on whatever command is active at the time.

On the bottom of the screen you'll find the *status line*. From left to right, the status line indicates the cursor location, the command mode, a ? (question mark) for accessing the on-line help utility, the grid selection field, the current layer and its color, and the currently loaded PCB file.

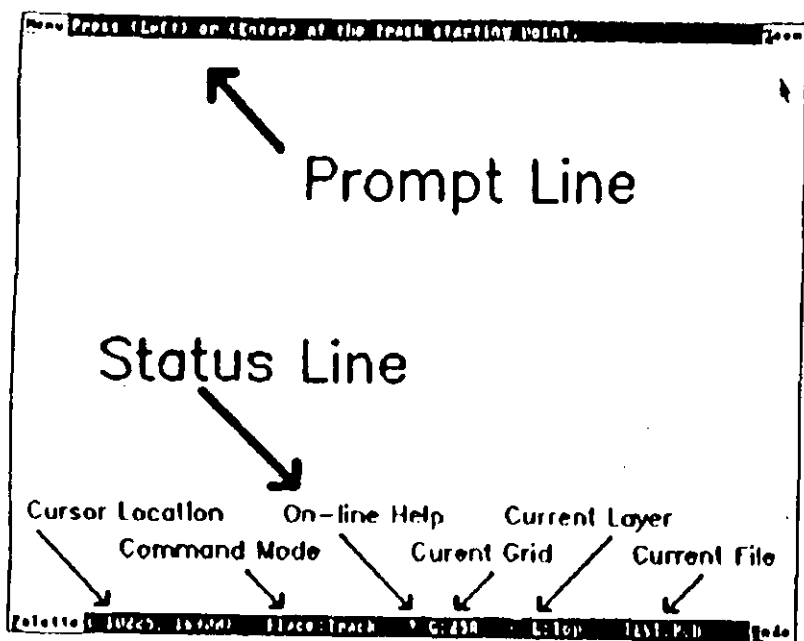


Figure 4-2. Tango-PCB PLUS' prompt line and status line keep you informed.

If you need assistance at any time during your design session, you can click over the ? on the status line or type ? on your keyboard. One or more screens of information will appear which describe the command current at the time you ask for help (Figure 4-3).

Use the Help facility's Up and Down buttons to view additional pages of help on the current topic. Next and Previous display help on the next and previous topics, and Index produces an index of all available topics.

With over 100 screens of on-line help, your Reference Manual may just gather dust on the shelf. (Our printing department is getting nervous).

One final note on our screen design before we move on. All on-screen information is displayed in as little space as possible to provide the maximum screen area available for editing. This trait carries through to our pop-up menus and dialog boxes, which are designed to cover as little of the workspace as possible. Compare this approach to many

other systems with permanent, on-screen menus that take up as much as 25% of the available work area.

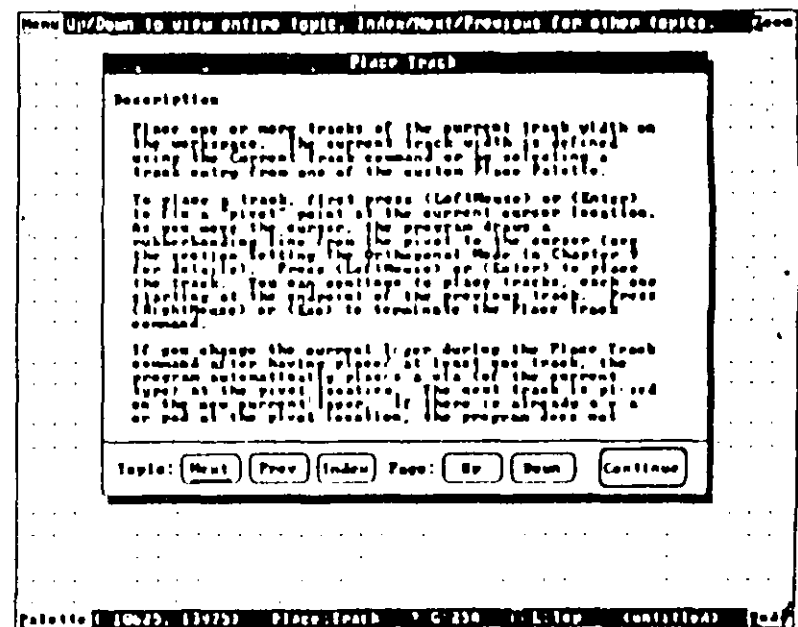


Figure 4-3. Tango-PCB PLUS features context-sensitive on-line help.

4.5 Loading Files

To load files, select the File Load command from Tango's pop-up menus. There are three convenient ways to pop-up the Main Menu:

- Move the cursor over the Menu hot spot and click the <LeftMouse> button.
- With the cursor in any location, click both the <RightMouse> and <LeftMouse> buttons at the same time.
- With the cursor in any location, press the <Spacebar> or type M on your keyboard.

Pressing <RightMouse> or <Esc> removes the menu. Pop-up the Main Menu now using your choice of any of the three methods.

With Tango's menus displayed, use the mouse or arrow keys to move the highlighting bar up or down the display of menu items. You can select highlighted menu items by pressing <LeftMouse> or <Enter>. You can also run a command, whether it's highlighted or not, by typing the first letter of the command name.

Highlight the Main Menu's File command. Notice that the prompt line indicates the commands immediately available beneath the Main Menu item File. All of Tango-PCB PLUS' 75+ commands are available from the Main Menu, or at most, one menu level down. You can view every menu option on the prompt line by sliding the highlight bar up and down the Main Menu. Tango's two-level architecture was designed to eliminate the navigational problems of deep hierarchical menu structures. No more swinging from one branch of a complex menu tree to another. Tango-PCB PLUS lets you move quickly between operations without monkeying around.

Now press <Enter> or click <LeftMouse> to select the File menu. You are presented with the five File commands: File Clear, File DOS (allows you to exit to DOS from within Tango), File Load, File Quit, and File Save. Select the File Load command.

Up pops a dialog box where you make your selection of which file to load (Figure 4-4). You have asked Tango to load a file. Now the program is asking you whether to load a PCB, block, or photoplot file, and which specific file to load. In essence, you are having a dialog with the program, hence the name *dialog box*.

There are three types of files you can load with Tango-PCB PLUS: PCB files, block files, and photoplot files. PCB files are the basic printed-circuit-board drawings. Blocks are portions of boards, like memory arrays or microprocessors and their glue logic, which you define and save away for future repeated use. Photoplot files are Gerber-format files created with Tango which are used to generate final artwork on photoplotters.

We want to load a PCB file now. Select PCB as the file type and click on List. Select the file IBMCARD.PCB in the list box and select OK. Click on OK again to load the file.

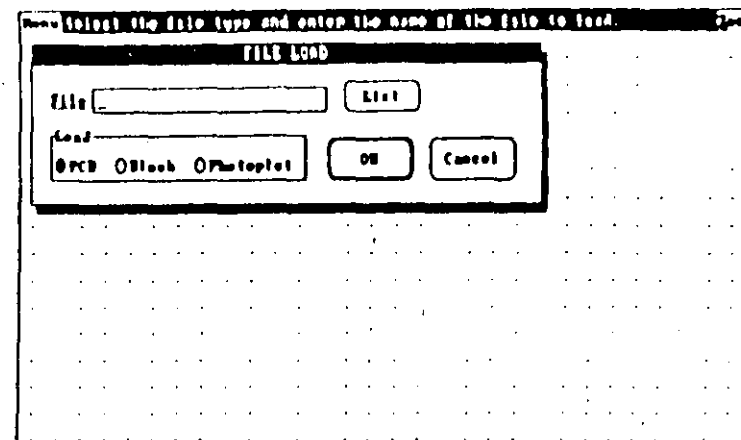


Figure 4-4. Tango-PCB PLUS' dialog boxes provide a consistent, logical way to interact with the program.

When the file IBMCARD.PCB is loaded into memory, Tango-PCB PLUS immediately displays the PCB, automatically zoomed to display the entire board on the workspace. You are looking at the board outline and edge connectors of an IBM-compatible PC plug-in card. Common board configurations, such as PC, VME, or MultiBus cards, can be easily saved as templates for future designs.

Besides PCB and block files, Tango will automatically create definition and initialization files which save information on how you've customized Tango for your own particular use.

With Tango-PCB PLUS, you have tremendous flexibility in selecting pad shapes and sizes, track widths, via sizes, and Gerber apertures. However, most designers work with a fairly standard set of artwork primitives. Therefore, Tango allows you to define a set of standard primitives. The program automatically saves these primitives in a definition file, PCB.DFN, which is loaded when you run the program.

Likewise, any options which you select in the setup commands described below will be saved automatically in an initialization file, PCB.INI, which is loaded upon program startup. For added convenience and consistency, both Tango-PCB and Tango-Route operate using the same initialization file.

4.6 Setting Up Your System

Besides flexibility in artwork specifications, Tango-PCB PLUS also lets you tailor the program's operation to suit your own needs and taste. The Setup commands allow you to enable layers, choose colors, set grids, and so on:

- Setup Communications** Set up the COM1 and COM2 ports for use with plotters or printers.
- Setup Display** Enable/disable layers, pads, vias, grids; select cursor type (arrow, small cross, large cross); select colors for menus, background, status/prompt lines, layers, pads, vias, grids, etc.
- Setup Grids** Set the Absolute, Relative and Visible grids in increments of one mil or greater.
- Setup Options** Enable/disable the orthogonal track modes and drag tracks options.
- Setup Palette** Customize the Place Speed Palette with your own selection of pads, vias, text sizes, and trace widths for quick placement.

To start, we've set all of these options for you. But feel free to scan the Setup menus and change Tango to suit yourself. When you quit, Tango-PCB PLUS saves the current setup in the initialization file (PCB.INI) so everything looks the same the next time you run the program.

4.7 Placing Components

We'll begin our design by placing a few components and then routing connections between them. Tango-PCB PLUS ships complete with extensive libraries of through-hole and surface mount (SMT) patterns, and provides powerful facilities for graphically browsing, listing, merging, and renaming library components. Adding new components is

simple: just create the part graphically in Tango-PCB PLUS and add it to a library, even in the middle of a board design session.

In the Tango-PCB PLUS package, we've provided the sample library file EVAL.LIB. This library includes a group of through-hole, connector, and surface-mount patterns, all of which are available in the three standard Tango-PCB PLUS libraries: PCBMAIN.LIB, PCBCONN.LIB, and PCBSMT.LIB.

The Library Browse command provides an easy method to scan a list of the patterns in a library and to visually inspect their shape. Run the Library Browse command now. In the dialog box, click on List to display a list of the available libraries. Select EVAL.LIB and click on OK. The dialog box now lists the patterns in EVAL.LIB. To browse each of the patterns we're about to place, first click on DIP16, and after viewing the displayed pattern, click on PLCC2RA (Figure 4-5).

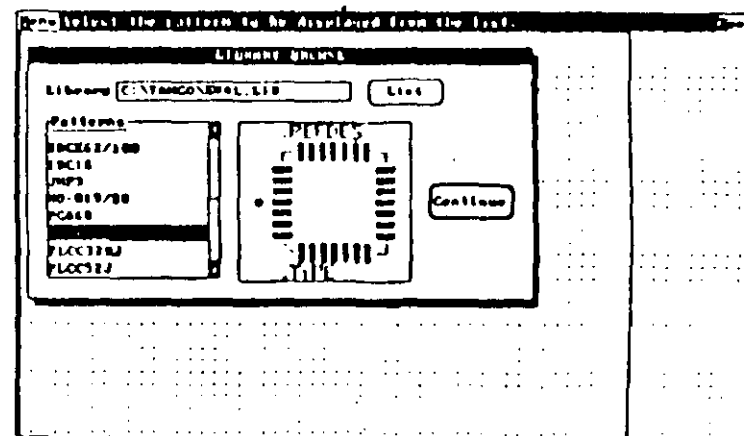


Figure 4-5. List and view component patterns with Library Browse.

The .REFDES and .TYPE fields displayed with the pattern in the browse window will be replaced with the reference designator and component type when the part is placed. Let's click on Continue to start placing.

Throughout Tango-PCB PLUS, there are two methods of operation: using the two-level menus described above or accessing many of the

same commands with the Speed Palette. We'll demonstrate both methods as we place components and text on our sample board.

Using the first method, we place a component pattern by popping up the menus and selecting the Place Component command. Press <LeftMouse> or <Enter> to display a dialog box which lets us select libraries and library components. The current library should be EVAL.LIB.

Using the component list box (Figure 4-6), select the DIP16 pattern from the library, and give it a reference designator U1. This satisfies the dual function of naming the first component to be placed and of setting the template for a series of reference designators. Tango-PCB PLUS will automatically increment reference designators for each successive component placed. You can ignore Type and Value if you wish, or add information which would eventually find its way into a Bill of Materials report.

Click on OK. An outline of the DIP16 appears on the current layer (Top), ready to be placed. (If the current layer, as shown on the status line, is not Top, press L to cycle through the enabled layers until Top appears.) Move your cursor to location 5000,5000 and press <LeftMouse> or <Enter>.

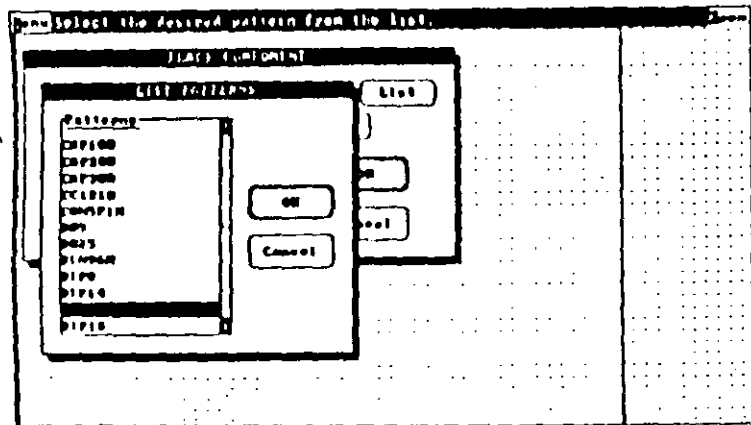


Figure 4-6. List boxes aid library component selection.

You're still in Place Component mode, as indicated by the command mode field on the status line. If you wanted to place an identical component (a DIP16) with the reference designator incremented by one, all you have to do is click the <LeftMouse> or press <Enter>.

We want to place a new pattern, however, so first click <RightMouse> or <Esc> to exit Place Component mode and then <LeftMouse> or <Enter> to re-display the Place Component dialog box. Use the component list box again to select the pattern PLCC28A. The reference designator will default to U2, so click on OK and the part's outline appears.

The pattern PLCC28A is a surface-mount part and we want to place it on the other side of the board. Notice that our options are indicated on the prompt line: Press R to rotate, F to flip, <LeftMouse> or <Enter> to place. Press F on your keyboard to flip the pattern to the Bottom layer. Now move your cursor to location 6200,4700 and click <LeftMouse> or <Enter> to place the part (Figure 4-7).

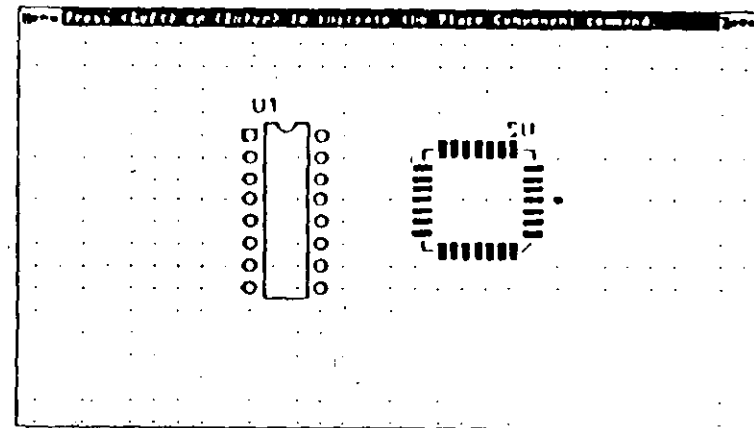


Figure 4-7. One keystroke flips a surface-mount device to the board's Bottom layer.

4.8 Using The Speed Palettes

Tango's second operating method, using the Speed Palette, makes placing components, text strings, tracks, pads, and vias even quicker. To display the Speed Palette, click over the Palette hot spot or press P.

There are actually five Speed Palettes available in Tango-PCB PLUS: Place, Delete, Edit, Move, and Nets. To select a different palette, toggle through the Menu name options in the status line's Command Mode field (to the left of the colon), and you'll see the various palettes appear. You can also click on the palette name on the left side of the Speed Palette. Press <LeftMouse> to move forward through the available palettes; press <RightMouse> to move backward through the list.

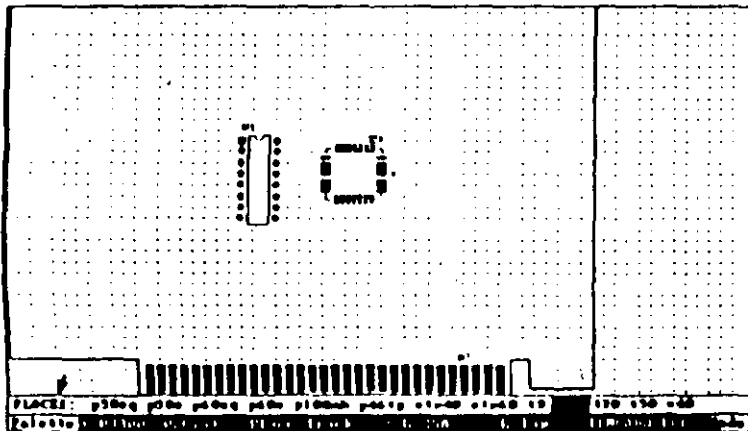


Figure 4-8. A place of your own: the customized PLACE1 Speed Palette.

NOTE

A mouse is required to use the Speed Palettes.

You'll also notice a sixth Speed Palette, PLACE1, which contains a collection of pads, trace widths, text string sizes, and vias for placement (Figure 4-8). Using the Setup Palette command, you can customize one

or more Place Speed Palettes with your own selection of design primitives.

Toggle back to the Place Speed Palette and click over the word String. This changes the current mode to Place String. Now press <LeftMouse> or <Enter> to display the Place String dialog box. You may key in any text string you wish, up to 60 alphanumeric characters. Click on OK. An outline of the string appears on the board, ready for placement. (You can set the string's height, line width, and orientation with the Current String command before running Place String, or modify the string after placing it using the Edit String command.) Center your text below the two component we've placed and press <LeftMouse> or <Enter> (Figure 4-9).

You have just learned two methods to rapidly place components and text in Tango-PCB PLUS. But here's some *great* news. You have also mastered the same two ways Tango lets you place pads, vias, tracks, area fills, arcs, and block copies. Because all items placed on a Tango board are done so in the *same manner* -- with consistency and speed in mind. Beginners may need the added prompts of the menus and dialog boxes, but as your familiarity with the program grows, Tango keeps pace with productivity boosters like the Speed Palette.

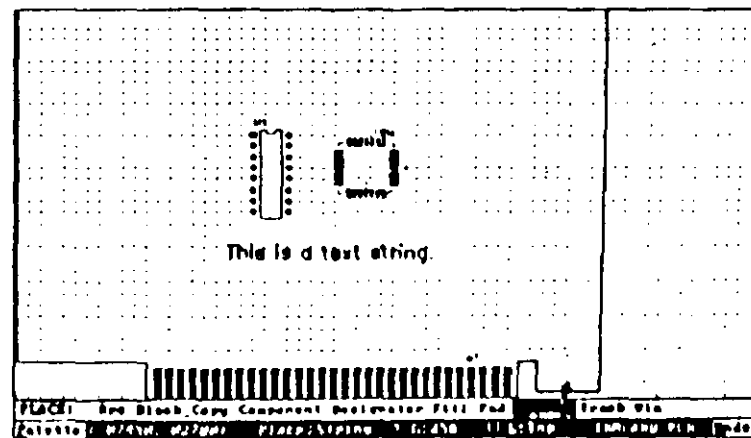


Figure 4-9. Tango pros can place, move, edit, or delete tracks, pads, and text without popping up menus or remembering keystrokes!

With the grid set to 25 mils, we'll begin laying tracks. Clicking over U8 (the alias for an eight-mil track) on the PLACE1 Speed Palette puts you in Place Track mode and changes the current track to eight mils in width. Move your cursor to Pin 1 on U1 and press <LeftMouse>. Begin drawing the trace to the right, (under the component). Press <LeftMouse> each time you wish to finish a track segment. Move downward to the right on a 45-degree angle, and then to the right again, heading out between any two pins.

Continue your trace to the half-way point between the two components and end the track segment by pressing <LeftMouse>. Now pop up the Main Menu by pressing M, <Spacebar>, or clicking both mouse buttons at once. Run the Current Layer command and select Bottom to change the layer to the other side of the board. When you click on OK, program automatically inserts a via, allowing you to continue your trace on the bottom of the board.

A Tango Tip: Since you're almost a Tango pro, here's a short-cut for changing layers. Just click over the Current Layer field on the status line or press L.

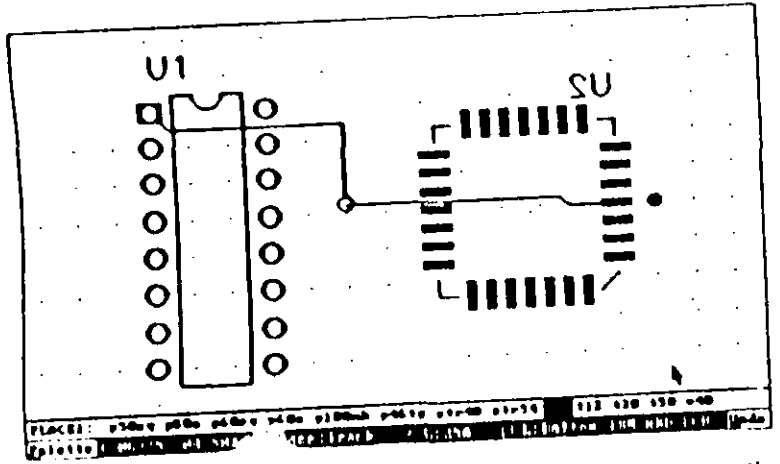


Figure 4-12. When placing tracks, Tango-PCB PLUS automatically inserts a via when you change layers.

Continue drawing your track between the pads on U2 until you reach Pin 1. Press <LeftMouse> again to end the final segment and then quit the drawing mode by pressing <RightMouse> or <Esc>

(Figure 4-12). Go ahead and practice drawing a few more tracks on both sides of the board.

You can see how simple it is to place components, and to draw connections in Tango-PCB PLUS. While the program includes powerful net list features, which we'll describe a bit later, you can also draw free hand, creating nets, breaking them, and re-creating them. All without the cumbersome chore of maintaining the sanctity of a net list throughout the entire design process.

4.11 A Board's-Eye View

You've done great work so far! Not bad for such a short time on the system. To put your editing in perspective, let's zoom out to a full view of the board.

First, pop-up the Main Menu and click on Zoom. Now run the Zoom Board command from the Zoom Menu. Tango quickly redraws the entire board with all enabled layers displayed. Tango-PCB PLUS' vector graphics make its redraw speed among the fastest in the industry. Redraw time is strictly a function of your computer's microprocessor speed and the amount of board information being displayed. You can improve redraw by disabling layers not currently being edited and/or operating the program on faster machines. Our mostly integer-based graphics routines do not require nor take advantage of a math co-processor.

Now let's assume an ECO has just come through eliminating component U2. To delete the part, use the menus or the Delete Speed Palette to run the Delete Component command. You are now in Delete Component mode. Move the cursor over U2, press <LeftMouse> or <Enter>, and the component disappears.

On second thought, we decide to restore U2. No problem. Just click over the Undo hot spot and your deletion is un-deleted. The Undo command -- accessible from the Main Menu, the Undo hot spot, or by pressing U -- undoes the previous editing command. Besides deletions, you can also undo Place, Move, and Edit operations, and unwind tracks placed or rerouted. This is one hot spot that will keep you out of hot water. Undo will even let you undo your previous undo.

67

4.12 Net List Operations

Whether you've drawn your electronic circuit in a sophisticated schematic capture system or on the back of an envelope, generating a net list will help with your PCB design. The benefits include faster layout, because Tango-PCB PLUS displays nets and their nodes for easy routing, and higher quality, and because Tango's Nets Verify command and integrated design rule checker conduct electrical connectivity as well as clearance gap checks to ensure the integrity of the design.

For the uninitiated, a net list is simply a list of all components and connections in the circuit. Tango-PCB PLUS supports a simple, ASCII net list format which may be generated by hand with a text editor or by popular schematic capture systems including Tango-Schematic, OrCAD/SDT, and Schema. We're adding support for additional programs, so call us if you wish to check on another.

As noted above, an important distinction between Tango and other net-list-based PCB design software is that while Tango-PCB PLUS supports net lists, it does not require them. This means you can load a net list and take advantage of several productivity enhancing features in the program, while you are still free to make or break any connection at any time without updating the net list information.

Besides speeding up board design in Tango-PCB PLUS, the net list also feeds component and connection information to our powerful autorouter, Tango-Route PLUS. If you don't have a net list, you can still use the powerful *what-you-see-is-what-you-get* editing capability of Tango-PCB PLUS to lay out your circuit by hand.

In the next few pages, we'll load a net list, display a *rat's nest* and *force vectors*, then display, route, and verify individual nets.

The net list is loaded after all components have been placed on the board. Since we know your time is valuable, we have supplied a PCB file with 100+ components already placed. Pop-up the menus to run the File Load command. Key in, or select from the list box, DEMO1.PCB and click on OK. Tango prompts you to save the changes to our current board. Let's leave IBMCARD.PCB as-is. Click on No Save.

4.13 Loading A Net List

Next, pop-up the menus again and run the Nets Load command. The Tango-PCB PLUS package includes an associated net list called DEMO1.NET. In the Nets Load dialog box, either key in the name DEMO1.NET or select it from the list box. Click on OK to load the net list. After a few moments, Tango will prompt you for the names of the nets to be assigned to power and ground planes, if so desired. Key in, or select from the list box, VCC for the Power Plane Net and GND for the Ground Plane Net. For the Plane Connection, select Thermal and click on OK.

Tango-PCB PLUS redraws the screen with all point-to-point connections in the net list displayed on a special Connections layer. This representation is appropriately called the *rat's nest* (Figure 4-13). The *rat's nest*, along with force vectors to be discussed below, provide a visual cue as to the quality of our parts placement.

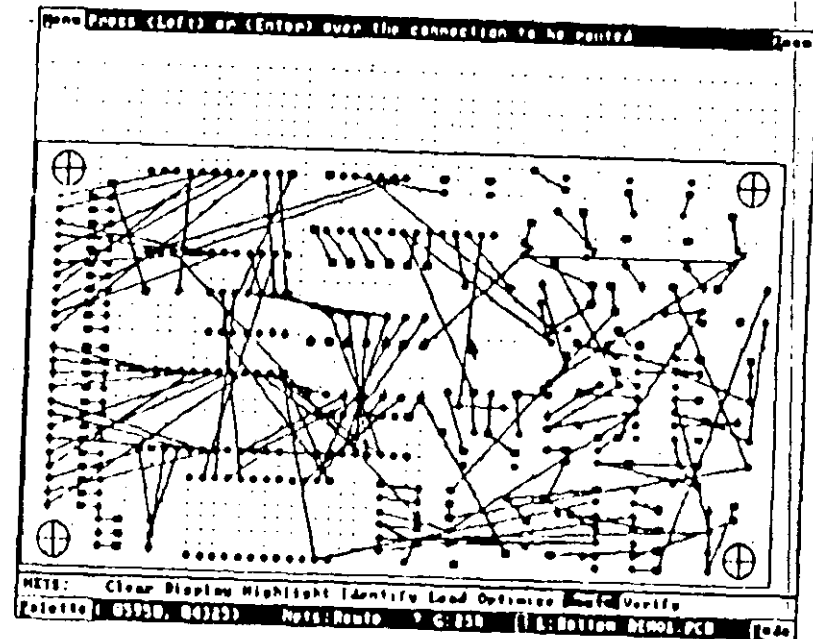


Figure 4-13. The *rat's nest* is displayed on a special Connections layer.

4.14 Optimizing Nets

Whether you intend to manually route the design or use Tango-Route to autoroute the board, optimal component placement is crucial to your success. Tango-PCB PLUS include three powerful features to aid in component optimization: the Nets Optimize and Move Component commands, and force vectors.

When you first loaded the net list, Tango-PCB PLUS connected all the nodes in the order they were connected in the schematic, which may not make any sense on the PCB. Therefore, it almost always pays to first run the Nets Optimize command, which re-connects the nets using a shortest distance, X-bias, or Y-bias strategy. Run the command now, either selecting it from the menus or from the Nets Speed Palette. Choose the Minimize Total Length option and click on OK.

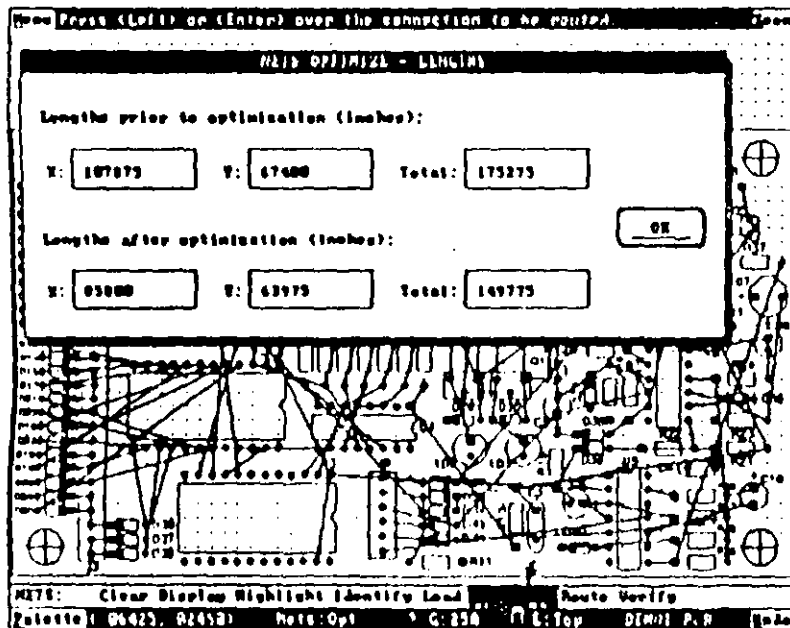


Figure 4-14. Use the Nets Optimize command to help clean up the rat's nest.

Tango-PCE JS takes a few moments to recalculate all connections and, prior to redrawing the new rat's nest, displays the reduction in

connection inches. In this case, the length prior to optimization is 175.275 inches and the length after optimization is 149.775 inches (Figure 4-14). Click on OK to view the rat's nest.

With the nets now optimized, you get a visual cue to the effectiveness of your initial component placement. Parts which might be better placed are identified by long connections flung to disparate locations on the board. The Move Component command provides an effective tool for highlighting and moving components and their connections.

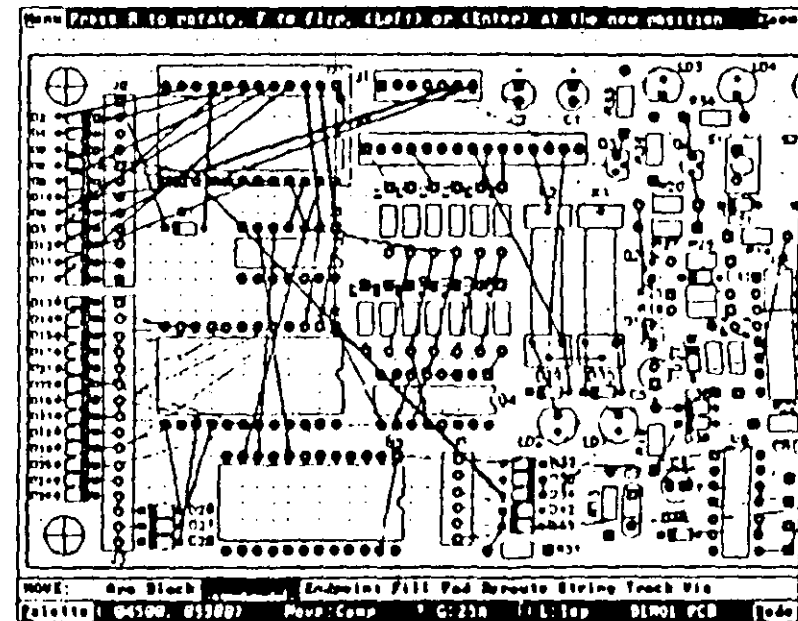


Figure 4-15. When you run the Move Components command, Tango-PCB PLUS highlights and dynamically rubberbands connections to the component.

Change to Move Component mode now by selecting the command from the menus or the Move Speed Palette. Place the cursor over an IC, U1, (located at 4500,5500 in the top left portion of the board), and press <LeftMouse> or <Enter>. The component and its connections are highlighted for easy viewing. Move the part in any direction, flip or rotate it, and its connections are dynamically rubberbanded (Figure 4-15). As it turns out, this component is fairly well placed, so press

<RightMouse> or <Esc> to cancel the operation and return the part to its original position.

Now place the cursor over the diode D1, (located at 3400,4600, just below U1), and press <LeftMouse> or <Enter>. Both connections to this component lead to the top of the board, indicating it should be moved up. Practice rubberbanding other components with Move Component.

While the rat's nest and Move Component operations help you visually see the density of connections on the board, they can become overwhelming on boards of average or greater complexity. A cleaner, easier way to see what's going on is to use Tango's force vector display. Force vectors are arrows emanating from each component which represent the weighted average of all connections to that component. They give an indication of where the component should be moved to reduce the connection length to that component.

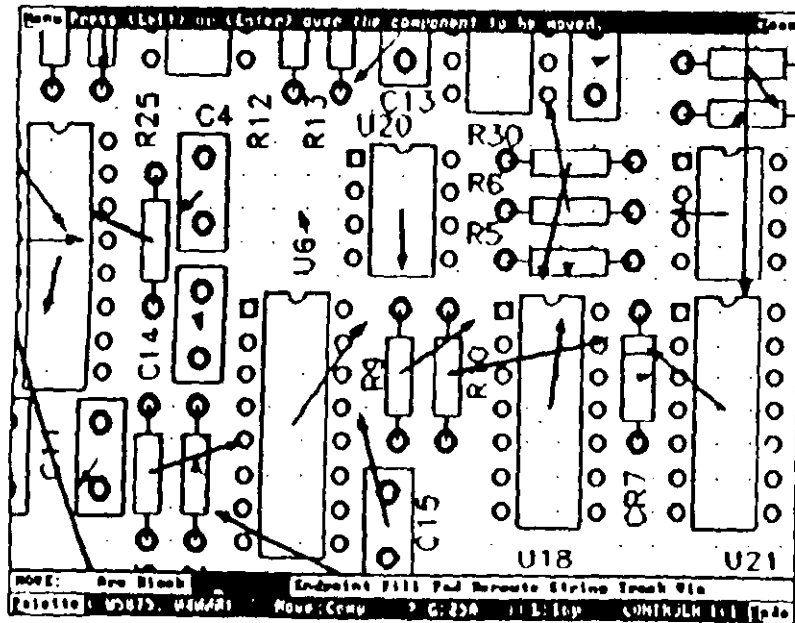


Figure 4-16. Force vectors aid component placement.

To display force vectors, enable their display in the Nets Display dialog box. Generally, you will want to hide all connections (the rat's nest) during the display of force vectors.

If you move a component, its force vector is updated as it is moved; once you place the component, the force vectors for all components connected to the component just moved are also updated.

Another handy feature for getting a feel for the overall effect of each component move is to toggle Undo several times (just press U or click on the Undo hot spot), before accepting the move or trying again.

Good component placement is still more of an art than a science, but Tango's placement tools augment your own judgment and experience to make the job go faster.

4.15 Routing Nets

Assume now that the component placement is optimal. The next step is to begin routing actual traces on the board. If you were a Tango-Route owner, at this point you would simply save the design to a PCB file and load the board and its net list into Tango-Route for autorouting. Should Tango-Route not complete 100% of the connections, you would come back to Tango-PCB PLUS for manual routing of the remaining connections, which are displayed in rat's nest fashion on the Connections layer.

Without the aid of Tango-Route, you are faced with the task of manually routing traces in Tango-PCB PLUS. But keep your chin up, because Tango's powerful editing tools again come through to make this task easier. With the net list loaded, you can use the Nets Display command to display individual connections for easy manual routing.

Selecting a connection to work on can be a difficult task with the entire rat's nest displayed, even on smaller boards. Average designs can easily contain hundreds of nets, making the ability to selectively display a subset of them an important feature.

To selectively display individual nets, we'll use the Nets Display command. Since you are going to use several of the Nets commands in

the component pins of all nodes in a particular net (the Nets Highlight command).

4.16 Verifying Nets

Since you're free to make or break any connection in any net, you should verify that all connections have been made properly. You can wait and perform a board-wide check at the end of the design with Tango-PCB PLUS' integrated design rule checker. Or better yet, verify on a net-by-net basis during the layout process, and run Tango's DRC at the end for a final measure of confidence.

To verify the net we just completed (RESET), run the Nets Verify command. This command performs an electrical design rule check on all nets currently displayed using the Nets Display command. Since RESET, and only RESET, is displayed, its connections as shown on the screen will be checked against the net list. Any incorrectly connected or missing pins will be flagged with an error message which is displayed on the screen. You have the option of continuing the verification process or stopping to fix the problem.

If there were other nets on the board displayed with Nets Display, they too would undergo the net list verification. Late in the design, you may find it necessary to break connections, which were previously completed and verified, to make room for a subsequent trace. Even though you diligently re-connected the broken nets, a final and complete DRC can greatly enhance your peace of mind.

4.17 Checking the Entire Design

The Nets Verify command is designed to be used interactively during layout and manual routing. Its verification is limited to making sure the connectivity of a routed net matches that in the net list.

Complementing Nets Verify is Tango's integrated design rule checker. The DRC operates on a board-wide basis, verifying both electrical connectivity and clearance gaps which you specify as design rules.

Running the design rule checker on your board is a two step process. First you run the Setup DRC command to establish the clearance gaps for pad-to-pad, pad-to-track and track-to-track checking on a per-layer basis. You also select the contents of the design rule check report, which may include: clearance violations, string violations, net list violations, single node routes and unconnected pins.

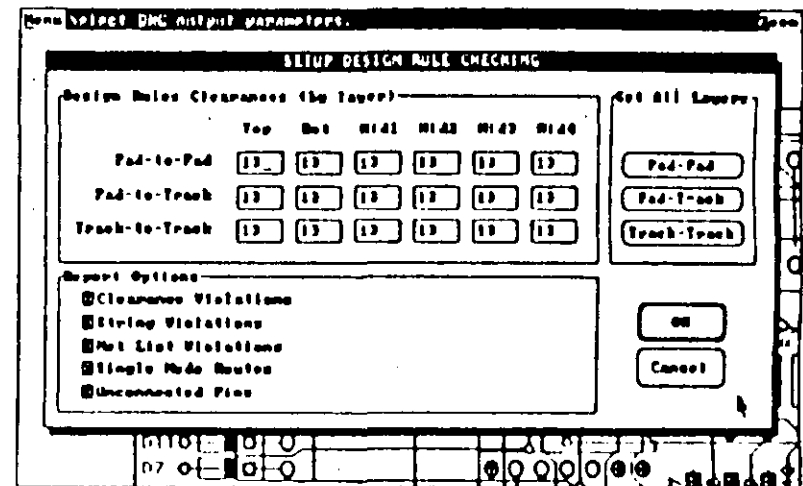


Figure 4-19. The Setup DRC dialog box.

Once the DRC options are set with the Setup DRC command, run the Output Reports command and enable the Design Rule Check report. You may print the report or write it out to a file on disk.

When you click on OK, the program will begin the design rule checking process, highlighting each connection as it is verified. When completed, the DRC report will print out or be written to a file.

The DRC is compute-intensive and can take a while on complex designs, though it is many times faster and much more accurate than checking a board by hand.

You don't have to have a net list loaded to produce a DRC report. In this case, however, the DRC will be limited to a check of clearance violations and string violations based on the rules you establish with the Setup DRC command.

4.18 Nets In A Nutshell

And so, to summarize, Tango-PCB PLUS includes powerful net list operations which allow you to display all nets (the *rat's nest*), individual nets, pins in a net, or all connections to a given component. You can also display *force vectors* to aid with placement. You are not required to maintain the validity of the net list during editing. Instead, you can verify the validity of your connections after drawing them.

The process of designing a board in Tango-PCB PLUS with the use of a net list follows these easy steps:

- Place the components on the board using the same reference designators (U1, U2, etc.) as in the net list.
- Load the net list, display all nets, and use the rat's nest or force vectors and the Nets Optimize and Move Component commands to optimize parts placement.
- Use Nets Display to display a single net.
- Use Nets Route to route each connection in the net.
- Use Nets Verify to check all connections in the net against the net list.
- Repeat the last three steps (display a net, route its connections, verify the net) until the board is completed.
- Run the Design Rule Check report on the entire design.

4.19 Output Options In Tango-PCB PLUS

It should be obvious by now that we're very proud of the ease-of-use and powerful editing features of Tango. There is no question that displaying a dense design on a 19-inch monitor running 1024 x 768 resolution is the sexy part of the CAD business. However, we've designed and built boards ourselves and we know that the most important function a PCB layout program must do is create crisp, accurate output for board production.

In Tango, we paid particular attention to generating the highest quality output, available on devices ranging from dot-matrix printers to Gerber-format photoplotters. We use our menus, dialog boxes, prompts and on-line help to take the mystery and frustration out of generating artwork, photoplot files, and even proper communications with pen plotters.

Let's review the output options included as standard features in Tango-PCB PLUS. Select the Output command from Tango's Main Menu. The Output Menu commands make it easy to:

- Setup photoplot aperture assignments.
- Create photoplot and N/C drill files.
- Pen plot multi-color check plots or final artwork at any scale.
- Generate check prints or even prototype-quality final artwork on your dot matrix or laser printer.
- Generate DXF and PostScript files for use with compatible mechanical CAD, desktop publishing and word processing software. You can even get high-quality, inexpensive final artwork on PostScript-compatible phototypesetters.
- Generate a selection of printed reports, ranging from the Bill of Materials to aperture assignments.

4.20 Printing And Plotting

We encourage you to take the time to print or plot a Tango file and see both our speed and quality of output. We've included the RDEMO1.PCB with your Tango-PCB PLUS package, which may be plotted or printed.

Run the File Load command to load RDEMO1.PCB. Again, the program asks if you wish to save the changes to the current PCB file. Click on No Save.

NOTE

If you use a serial port for either printer or plotter, you must run the Setup Communications command to set options for baud rate, data bits, stop bits, parity, and handshake before running the Output Plot/Print command. Consult your printer or plotter manual for the proper settings. You do not need to run Setup Communications if your output device is connected to your computer by a parallel port.

Now run the Output Plot/Print command. The first dialog box which appears allows you to select which layers of the board you wish to print or plot (Figure 4-20). Other options toggled with this dialog box include single or multi-color artwork, draft or final artwork quality, mirror image, holes in pads and vias, and component reference designators and types.

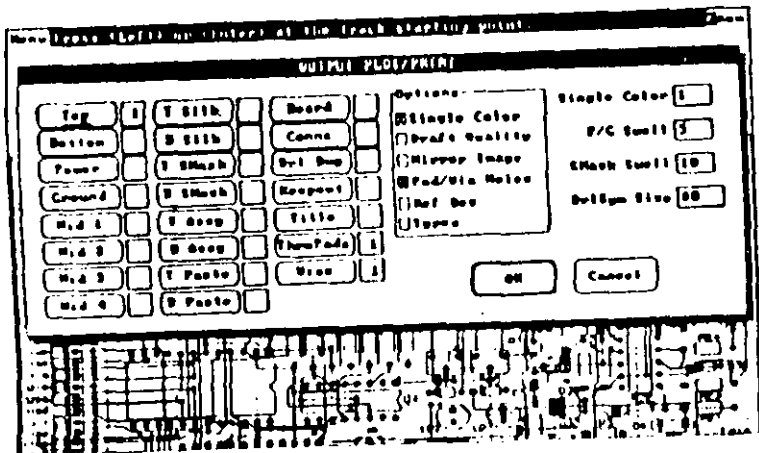


Figure 4-20. Produce draft or final artwork for any or all layers of your board.

You also use this dialog box to specify the pen number for single color plots, Power/Ground plane swell, Solder Mask swell and drill symbol size. All of these options are stored automatically for you in the initialization file PCB.INI to save you the trouble of resetting them each design session.

Choose the layer(s) of RDEM01 you would like to print or plot, any other options which seem appropriate, and click OK.

A second dialog box appears which presents two list boxes, one for printer and plotter drivers, and one for output ports. First select from the list box the appropriate printer/plotter driver for the device you want to use (Figure 4-21). Consult your printer or plotter manual if you are unsure of its default driver. If your device is not displayed in the list box, check for a compatible driver. For instance, most plotters are either HP-GL or DM-PL compatible, and many printers are Epson FX compatible. The numerals beside the printer drivers indicate their resolution (in dots per inch).

The drivers used to generate DWF, PostScript and Encapsulated PostScript files are also selected from the driver list box.

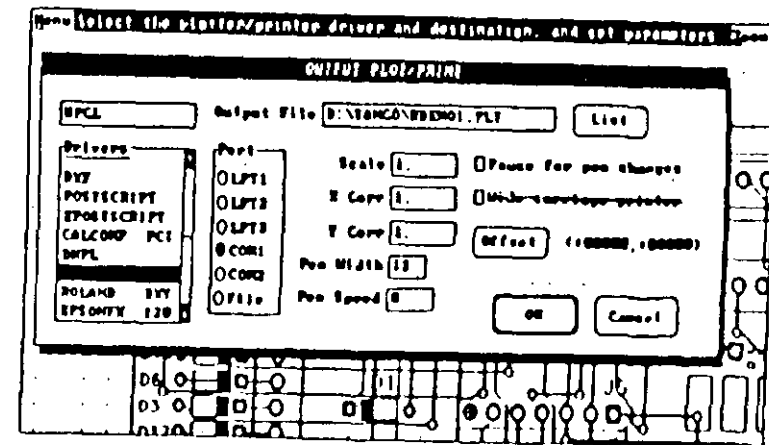


Figure 4-21. Tango supports a wide variety of printers and plotters, with more being added all the time.

Next click on the printer or plotter port you're going to use to output from your computer to the device. Other options which may be set with this dialog box include plotting or printing to a file, setting the art scale, X and Y correction values, pen width and speed, pause for pen changes, wide (15-inch) carriage printers, and offset dimensions. Again, any settings you make will be saved in PCB.INI.

After selecting your device driver and port, choose any other options which suit your fancy and click on OK. The program will begin to generate your artwork.

On narrow printers, dot matrix or laser, Tango-PCB PLUS will automatically print any artwork which is too wide for the printer in strips which may be taped together. If you wish to print or plot the artwork rotated 90 degrees, or mirrored, just click on those options in the Output Plot/Print dialog box.

Try experimenting by generating plots or prints for alternate layers, varying scale, draft and final artwork, assembly and drill drawings, and so on. We think you'll agree, Tango generates beautiful art, worthy of your best designs.

4.21 Viewing Photoplot Files

We have one more important feature of Tango-PCB PLUS that we would like to show off before we let you go out on your own. Maybe you have heard from friends or even experienced first-hand the problems which can sometimes arise when photoplotting your artwork. Tango-PCB PLUS takes a very logical approach to creating photoplot files from your design, but even still, a file on-disk is an invisible thing. Mistakes that may have been made along the way will not show up until your service bureau delivers your photoplots, which can be an expensive experience.

This is why we have built into Tango-PCB PLUS a photoplot file viewer. You can load in a photoplot file created with Tango and it will be displayed on-screen exactly as it will be photoplotted. Use all of Tango's zoom and pan functions to inspect the file, even print or plot out a copy for documentation and verification.

If you detect a problem, simply load the original PCB file, correct the error, generate a new photoplot file and load it for viewing. It's all done seamlessly in one integrated program.

Since you may not have yet learned how to generate a photoplot file, we have supplied one to help get you acquainted with the viewer. Run the File Load command and click on the Photoplot pushbutton. Now key in

VGADEMO.TOP in the file name entry box. When you click OK, Tango-PCB PLUS will load the photoplot file, which is the top layer of the VGADEMO printed circuit board design.

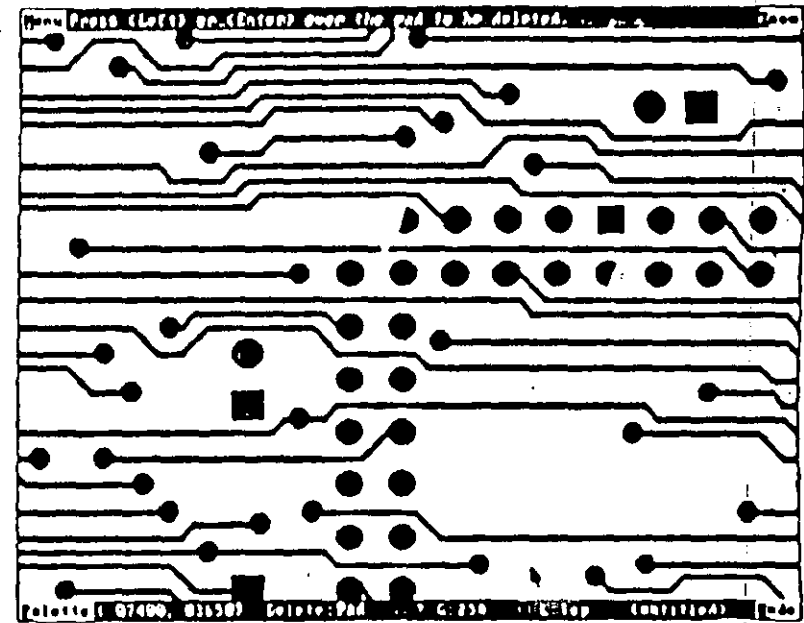


Figure 4-22. Viewing a photoplot file within Tango-PCB PLUS.

4.22 Summary

By now you should have a pretty good feel for what Tango-PCB PLUS is all about. We've tried to cover as many features as possible, and still not consume the better part of a day.

In review, you quickly learned how to operate the ACCEL Productivity Interface, with its pop-up menus, dialog boxes, hot spots, Speed Palettes, and on-line help. You placed components and text, manually routed connections, deleted a component, and used the Undo command to un-delete the component. You loaded a net list and used the rat's nest, net list optimizer, move component and force vectors functions to optimize parts placement. Then you displayed, routed, and verified

connections with net list support. Finally, you output final and/or draft artwork to your printer or plotter and viewed a photoplot file.

But no PCB design system worth its stuff can be adequately described in a 35-page tutorial. Here's a partial list of the dozens of features we haven't discussed. You can find out more about these features by reading the rest of the manual or by using Tango's extensive on-line help:

- **Block operations.** Besides saving and loading blocks, you can delete inside or outside blocks, and rotate, copy, and move blocks.
- **Global editing.** The Edit commands make it easy to change the characteristics of arcs, components, pads, strings, tracks, and vias on the board. You can edit any particular item or all matching items.
- **Move operations.** Moving previously placed tracks is facilitated by three commands: Move Track, Move Endpoint, and Move Reroute.
- **Jump commands.** These commands allow you to quickly locate and move to components, locations, nets, and strings.
- **Orthogonal routing.** When placing or re-routing tracks, type O to toggle between non-orthogonal mode and four different orthogonal routing styles (enabled using Setup Options).
- **Place commands.** Practice placing other elements in the design, such as pads, area fills, and arcs.
- **Nets Highlight.** This handy command will highlight all connected pads, tracks, vias, arcs, and fills, even without a net list loaded.
- **Nets Generate.** Generates a Tango-format net list from the currently loaded board design.
- **Print Reports.** Use Output Reports to print a Bill of Materials and other useful reports.

The Learning Tango-PCB PLUS tutorial introduced the following commands:

<u>Command</u>	<u>Function</u>
Current Layer	Set the current layer for editing
Delete Component	Delete a component on the PC-board
File Load	Load a PCB or block file
Library Browse	Display and list components in a library
Move Component	Move/rotate/flip a component on the PC-board
Nets Display	Select nets to be displayed
Nets Load	Load a net list
Nets Optimize	Create optimized connections for displayed nets
Nets Route	Replace connections with tracks
Nets Verify	Verify that the PC-board matches the net list
Output Plot/Print	Plot or print the current PCB file
Place Component	Place a component on the PC-board
Place String	Place a text string on the PC-board
Place Track	Place a track on the PC-board
Setup Display	Enable/disable and select colors for PC-board layers and items
Setup DRC	Set the design rules and report options for the design rule check report
Setup Grids	Set the absolute, relative, and visible grid sizes
Setup Options	Enable/disable Orthogonal modes and Drag Tracks With Components option
Setup Palette	Add or delete items on the custom Place Palettes
Undo	Undo the previous editing command
Zoom Board	Display the entire PC-board
Zoom Window	Zoom in or out on a section of the display

7 PC-Board Layers

7.1 Introduction

Tango-PCB PLUS provides 19 separate PC-board layers. You can display and print/plot/photoplot individual layers or a composite of two or more layers. You can only edit one layer at a time. The layer to edit is termed the *current layer*.

The program provides the following 19 PC-board layers:

Top	Top Solder Mask
Bottom	Bottom Solder Mask
Power	Top Assembly
Ground	Bottom Assembly
Middle Layer 1	Board
Middle Layer 2	Connections
Middle Layer 3	Drill Drawing
Middle Layer 4	Keepout
Top Silkscreen	Title
Bottom Silkscreen	

A majority of the 19 layers -- all signal layers and the Top and Bottom Silkscreen -- are used directly as artwork for fabricating the PC-board. You can place pads, tracks, components, text, vias, arcs, and area fills on any of these layers.

It is the usual and recommended practice to lay out the PC board as it is seen looking at the components on the board. This way text is displayed on the screen as it will appear on the Top Silkscreen layer (not mirror-imaged). You can think of the layers as stacked on one another with the Top Silkscreen Overlay on top, then the Top layer, the Middle Signal layers and Power/Ground planes, the Bottom layer, and the Bottom Silkscreen layer.

75

The remaining layers serve as guides for individual steps in the board fabrication process. For example, the Top and Bottom Assembly layers provide instructions for connecting and attaching components to the finished PC-board.

7.2 Top And Bottom Layers

The Top and Bottom layers correspond to the top and bottom sides of the PC-board. Before surface-mount technology, designers called the Top layer the *component side* and the Bottom layer the *solder side*. Though this terminology still holds true for designs that are exclusively through-hole, you can place surface-mount components and solder on either side of the board.

7.3 Power And Ground Planes

The Power and Ground Planes are different from the other signal layers in that they consist mostly of copper, with only small sections etched away. For this reason they are plotted in the negative. Connections to the Power and Ground planes are displayed using symbols placed on through-hole pads. You cannot edit the Power and Ground planes individually or place items (such as tracks) on these planes.

You can connect component pins to the Power and Ground planes by *tagging* pads. When editing a pad, the program allows you to connect the pad to the Power or Ground plane either directly or through a thermal relief.

7.3.1 What Are Power And Ground Planes?

Tango-PCB PLUS offers true Power and Ground plane capabilities. Circuits using high clock speeds radiate a considerable amount of spurious noise. Power and Ground Planes are necessary to shield sensitive sections of the circuit from this noise. Poor shielding results in high-speed flip-flops toggling randomly, leading to erratic circuit behavior. As well, there are now stringent FCC specifications for the amount of radiated energy allowed from electronic equipment. Power

and Ground planes, in conjunction with proper equipment shielding techniques, minimize the radiated energy from electronic circuitry.

Some logic families draw a large transient current during state transitions; if the power and ground lines to those devices have a high impedance, large spikes are superimposed on the lines. These spikes often affect other devices down the line, and bypass capacitors can only go so far to alleviate these spikes. Power and Ground planes, in conjunction with bypass capacitors, deliver consistent low-impedance power to all devices on the PC board.

Just what are the characteristics of Power and Ground planes? Imagine a plane of copper in the middle of your board, with holes in the copper wherever leads pass through the board. The holes are big enough to ensure clearance from the leads, but small enough to provide ample shielding around all closely spaced leads. Now suppose that the plane we are discussing is to be used for the Ground Plane. To connect a lead to the ground rail, fill the hole at that point with copper - the lead will now be in contact with the plane. Thus, the plane has holes in it at every point where a lead is not to be connected to the plane. The Power Plane is similar, with holes at every lead not to be connected to the power rail.

The Power and Ground planes are generally the innermost layers of a PC-board for two reasons. With the PC-board material sandwiched between them, the Power and Ground planes form a bypass capacitor for the supply rails with a low *Effective Series Resistance* (ESR). Recall that capacitance increases as the gap between the plates decreases, so the smaller the gap, the larger the capacitance. The second reason is that by having the planes interior to the signal layers, sensitive signal lines can be isolated from noisy lines by placing them on opposite sides of the planes.

7.3.2 Direct Connections And Thermal Reliefs

A lead is connected to a plane by having no clearance hole in the plane at that point. This provides good conduction between the lead and the entire plane, both electrically and thermally. The first is desirable, the second is not necessarily so good. When the board is soldered, any leads connected directly to a large area of copper will not rise in

temperature as quickly as other leads. This can either cause poor solder joints or require more heat, neither of which is desirable.

The solution is to connect the lead electrically but not thermally to the plane of copper, using a special symbol called a *thermal relief* (Figure 7-1). A thermal relief is a small island of copper around the lead, isolated from the plane by an annular gap. The plane is then connected to the island by four narrow bridges of copper (termed *spokes*). These spokes provide the electrical connection and the gap provides the thermal isolation.

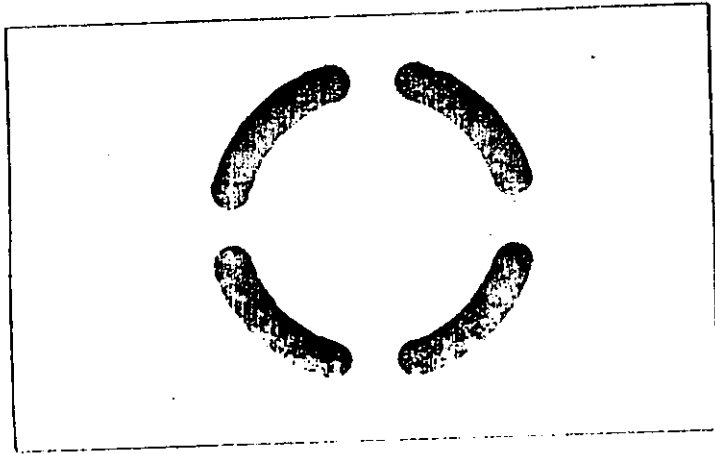


Figure 7-1. A thermal relief connects a component lead to a plane electrically but not thermally.

When running the Edit Pad command, you can tag a pad to the Power or Ground plane by means of either a direct connection or a thermal relief. A small cross (+) in the center of the pad indicates that the pin is connected to the Power or Ground plane with a thermal relief. A direct connection to a plane is indicated by an X in the center of a pad (Figure 7-2).

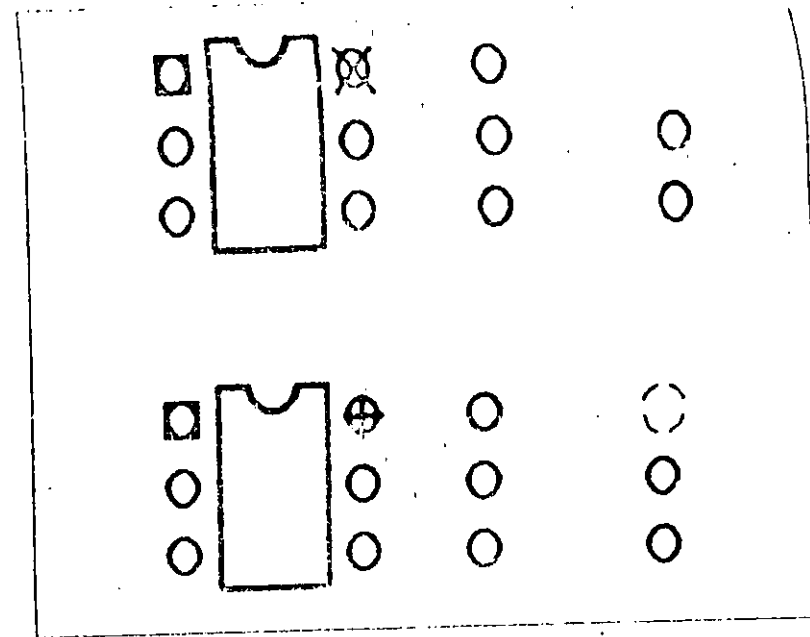


Figure 7-2. A direct connection (X) and thermal relief (+) as they appear on the Tango-PCB PLUS screen (left) and in the final artwork (right).

The small cross and the X let you tell at a glance whether a pad is connected to a plane with a thermal relief or direct connection. But how can you tell whether the pad is connected to the Power or Ground plane? By running the Setup Display command, you can assign separate colors to the Power and Ground planes. A good practice is to use red for the Power plane (red = hot = power) and green for the Ground plane (green often signifies ground connections).

There are three options for connections to the planes: no connection (signified by the pad only and no special symbol), a thermal relief (signified by a cross of the appropriate color in the center of a pad), or a direct connection to the plane (signified by an X of the appropriate color in the center of a pad). The program does not allow you to connect a pad to both planes. This may seem trivial, but it is amazing how many manually taped PC-boards end up with shorted Power and Ground planes!

When the planes are interior to the board, thermal reliefs are generally used. If you are designing a double-sided PC board and you want a bare copper Ground plane for the Bottom layer (as is often the case for RF designs), then you can use direct connections to the Ground plane.

7.3.3 Connecting Nets To Power And Ground

When loading a net list (using the Nets Load command), you can direct the program to automatically tag all pads that are connected to the Power and Ground planes. In the Select Plane Nets dialog box (Figure 7-3), enter the name of the Power plane net and the name of the Ground plane net. You can also select either direct connections or thermal reliefs.

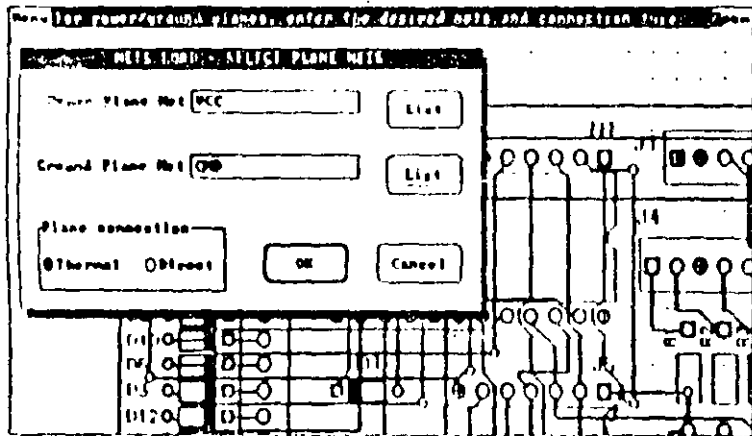


Figure 7-3 Tango-PCB PLUS automatically connects all pads in the specified Power/Ground plane nets to the correct planes.

For example, if your Power plane net has the name VCC, then specifying this net name connects all nodes within the net to the Power plane with either direct connections or thermal reliefs. Specifying the net name GND for the Ground plane net automatically connects all nodes within this net to the Ground plane. (For detailed information on loading net lists, see Chapter 14: Nets.)

7.4 Middle Signal Layers

The four Middle Signal layers are sandwiched between the Top and Bottom layers. You can place any Tango-PCB PLUS item on these layers. The Middle layers are additional signal layers available for multi-layer PC-boards.

7.5 Top And Bottom Silkscreen

The Top and Bottom Silkscreen layers produce the patterns printed on PC-boards that show such information as component outlines, reference designators, and the company name. For through-hole boards, you generally need only a Top Silkscreen layer. For surface-mount designs with components on both sides of the board, you will need both the Top and Bottom Silkscreen.

7.6 Top And Bottom Solder Mask

The Top and Bottom Solder Masks determine where solder mask is applied to the PC-board during fabrication. When the board is soldered, this mask prevents possible shorts by restricting the flow of solder. Tango-PCB PLUS provides Top and Bottom Solder Masks to support surface-mount designs with components on both sides of the board.

The program automatically generates the Top and Bottom Solder Masks from the board design. All pads on the board are *swollen* (enlarged) on the solder mask film to assure that they're kept free of solder mask. In addition, you can place area fills on the Top and Bottom Solder Masks to designate other areas of the board that will not receive solder mask.

For example, it's good practice to place area fills on the Top/Bottom Solder Mask over all edge connectors on the board. Though Tango-PCB PLUS automatically swells the edge connector pads to provide clearance from the solder mask, it's still possible for solder mask to be applied *between the fingers* of the edge connectors. This can cause problems. Plugging and unplugging the board may wear down the

solder mask, which can eventually interfere with connections to the fingers. By placing area fills on the Top/Bottom Solder Masks, you can assure that solder mask is not applied at all within the area of the edge connector.

Also, many board assembly shops recommend that the area beneath a surface-mount component be kept free of solder mask. If applied, the solder mask could blister during the heat of the soldering process, forcing the surface-mount component upwards and out of contact with the pads. You can prevent the application of solder mask to these board locations by placing area fills on the Top/Bottom Solder Masks under all surface-mount components.

NOTE

Tango-PCB PLUS enlarges all pads on the solder mask film. These pads are swollen when you print/plot/photoplot the board. The pads do not appear swollen on the screen. The area fills you place on the Top and Bottom Solder Masks will not be swollen on the screen or the solder mask film.

7.7 Top And Bottom Assembly

The Top and Bottom Assembly layers can be used, together with the Title layer, to create assembly drawings. These drawings guide the assembly shop during the board assembly procedure. The drawings can include the board dimensions and the locations of the components to be mounted, as well as any special instructions. For example, the drawings could show the location of test points on the board with instructions to keep these sites free of non-conducting conformal coat.

The Assembly drawings can be used together with the bill of materials to define the type of component that is to be mounted at each location. The Bottom Assembly drawing is generally needed only if the board contains surface-mount components on the Bottom layer.

7.8 Board

The Board layer is used to draw an outline of your PC-board. This layer is also useful for indenting the copper on the Power and Ground planes. If the copper extends to the edge of the board on these layers, it could cause a short if the board edge comes into contact with a piece of metal or another board connection.

To indent the Power and Ground planes and prevent shorts, we recommend you draw the board outline with a 100-mil track. If you then print/plot/photoplot the Board layer in composite with the Power and Ground planes, the resulting copper will be indented by 50 mils, half the thickness of the board outline.

7.9 Connections

The Connections layer helps you manually route the PC-board. When you load a net list for your design, all connections in the net list are stored and displayed on the Connections layer. The connections are *point-to-point*: the shortest distance between nodes in a net.

After you manually route a connection in Tango-PCB PLUS (using the Nets Route command), the connection is removed from the Connections layer. If you are editing a board that has been autorouted by Tango-Route, the Connections layer contains only the *no-routes*: connections that could not be autorouted. (For detailed information on net lists and routing, see Chapter 14: Nets.)

7.10 Drill Drawing

The Drill Drawing layer provides the service bureau with the location of every hole on the board and the bit size needed to drill the hole. Tango-PCB PLUS automatically generates a layer that shows every hole on the board. Together with the Title layer, this layer can be used to produce a drill drawing.

Tango-PCB PLUS automatically places a symbol at each hole location which indicates the drill tool required. In addition, you may wish to

place a table on the Drill Drawing which maps symbols to tool numbers/drill sizes.

Depending on your service bureau, a Drill Drawing may not be necessary if the bureau has an N/C drill machine that accepts the standard Excellon-compatible N/C drill file generated by Tango-PCB PLUS. (For more information on the Drill Drawing layer, see Chapter 16: Prints, Plots, And Reports.)

7.11 Keepout

The Keepout layer allows you to specify areas of the board where Tango-Route will not place traces. By placing a track segment or area fill on the Keepout layer, you are directing Tango-Route to avoid routing over these locations on all signal layers of the PC-board.

For example, it is good practice not to place vias beneath surface-mount discrete capacitors. During fabrication, solder could force its way up the via and knock the capacitor out of contact with its pads. To make sure Tango-Route does not place vias in these areas, place an area fill on the Keepout layer beneath each surface-mount discrete capacitor.

7.12 Title

The Title layer is used to document your artwork for the board fabrication procedure. This layer should contain such information as the company name, board name, part number, and revision number. The Title layer consists of borders and text strings located outside the outline of the PC-board. You can print or plot the Title layer in composite with the Top and Bottom Assembly and Drill Drawing layers.

The Tango-PCB PLUS package includes Title layer templates for A-size (8.5 x 11 inches), B-size (11 x 17 inches), and C-size (17 x 22 inches) sheets of paper. These templates are stored in the PCB files ASIZE.PCB, BSIZE.PCB, and CSIZE.PCB. You can use these templates or create your own Title layer from scratch.

Each of the Tango-PCB PLUS Title layer templates contain a sheet border and a title block (in the lower-right corner of the sheet (Figure 7-4). The title block provides space for such information as the board's name, identification number, revision number, sheet size, date, filename, and designer.

The Title layer borders are 0.25-inches wide. They are divided into segments which are labeled with numbers across the top and bottom (the columns) and with letters down the left and right sides (the rows). The borders provide a convenient way to locate information on the board. For example, a designer can describe the location of a resistor, R5 as the intersection of row B and column 3.

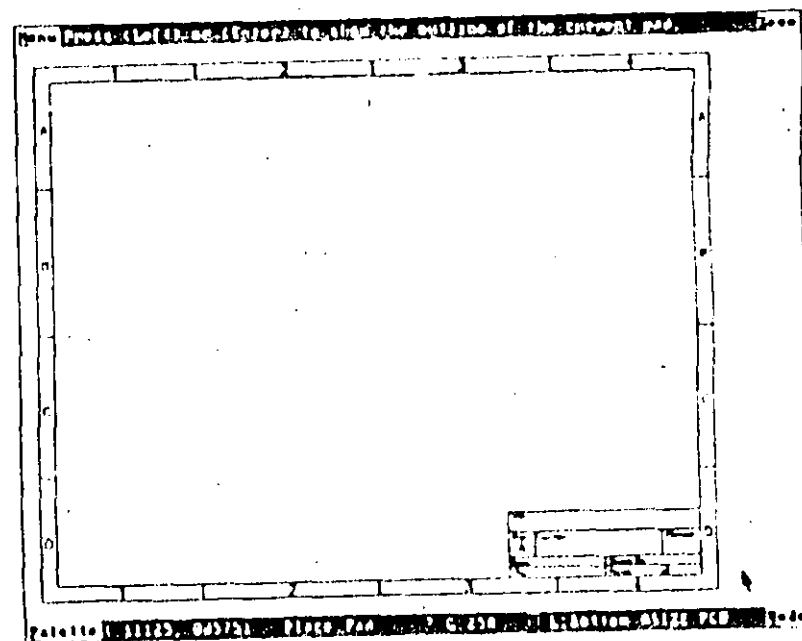


Figure 7-4. The Tango-PCB PLUS Title layer ASIZE.PCB.

7.13 Selecting Layers

The status line's Layer field displays the current layer for placing primitives. All editing takes place on the current layer. Thus, if you

place a track on the PC-board when the current layer is Top, the track is assigned to the Top layer. If you later want to delete this track, the current layer must again be set to Top.

The Layer field also shows the color of the current layer (in the small rectangle to the left of the L). When you place an arc, area fill, surface pad, text string, or track on the PC-board, the primitive is displayed in the color of the current layer. Individual colors can be selected for through-hole pads and vias, since these primitives belong to all layers of the board.

Clicking the mouse on the Layer field or typing L sets the current layer. All subsequent editing is performed on this layer. With each click of the mouse, the program cycles through a list of enabled layers and their colors. You can stop clicking the mouse when the desired layer is displayed. You can also set the current layer by selecting the Current Layer command from the Current Menu. For boards with only a few layers, clicking on the Layer field or typing L may be faster than using the menus.

7.14 Enabling And Disabling Layers

Before you select a current layer, the desired layer must be enabled. You can only edit and display enabled layers. It is useful to disable layers that you do not want to view or edit. Disabling these layers reduces the amount of PC-board information on the screen, allowing you to concentrate on the layer (or layers) that you're currently editing. Since less information is displayed, disabling layers also reduces the time it takes to redraw the screen.

Run the Setup Display command to enable and disable PC-board layers. In the Setup Display dialog box (Figure 7-5) there is a small box of color next to each layer field. This box shows the display color for the layer. If the color box is solid, the layer is enabled. If only the bottom half of the box is colored in (there is a dividing line across the center), the layer is disabled.

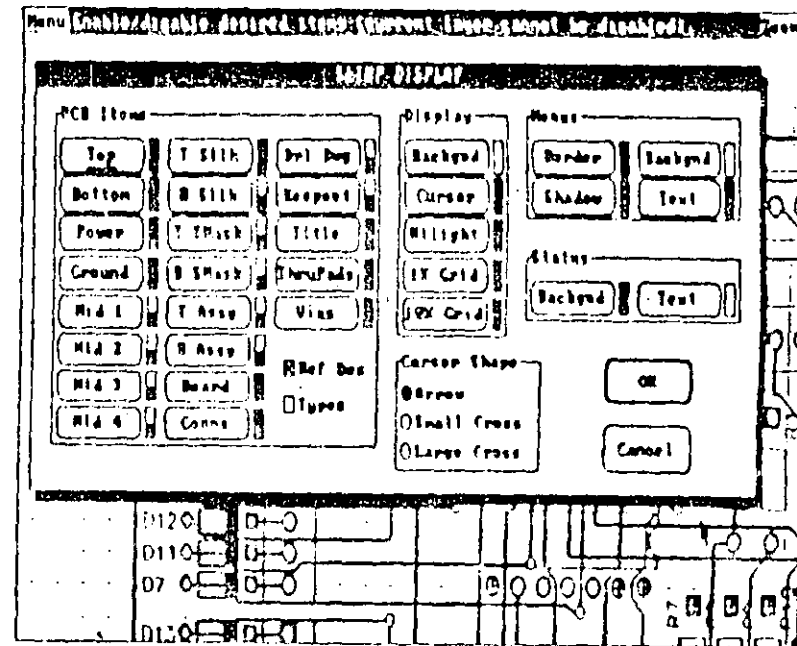


Figure 7-5. In the Setup Display dialog box, enabled layers are indicated by a solid box of color.

Clicking on the color box next to each layer toggles the layer on and off. For example, if Middle Layer 1 is disabled (only the bottom half of the box is colored in), click on the color box to enable the layer (the dialog box shows a solid box of color).

NOTE

When enabling or disabling a layer, make sure that the cursor is positioned within the color box next to the layer's name. Positioning the cursor on the layer name allows you to change the color of the layer (see *Selecting Screen Colors* below).

When you quit Tango-PCB PLUS, the settings in the Setup Display dialog box are saved in the file PCBINI. These settings are automatically restored the next time you run the PCB program.

7.15 Selecting Screen Colors

Tango-PCB PLUS lets you have it your way. If you prefer purple pads and a pink cursor, you can have purple pads and a pink cursor. In addition to enabling and disabling PC-board layers, the Setup Display command lets you select the screen colors for individual layers and items (such as through pads and vias), the program menus, the status and prompt lines, and the workspace elements (including background, cursor, highlighting, and grids).

In the Setup Display dialog box, the current color is shown in a box next to each field (Figure 7-5). To change a color for a field, click the mouse on the field name. If your video card supports less than four colors, such as MCGA and Hercules, each click of the mouse cycles through the next available color.

If your video card supports four or more colors, such as EGA and VGA, the program displays a separate dialog box that shows all available colors. In this dialog box, select the desired color and then click on OK. The Setup Display field is updated to show the new color. Clicking on OK again removes the Setup Display dialog box and updates the screen colors.

The colors you select are saved in the file PCB.INI when you quit Tango-PCB PLUS and will be restored the next time you run the PCB program.

7.16 Summary

The following commands were discussed in this chapter:

Command	Function
Current Layer	Set the current layer for editing
Edit Pad	Edit a pad on the PC-board
Setup Display	Enable/disable and select colors for PC-board layers and items

8. Pads and Vias

8.1 Introduction

Tango-PCB PLUS provides user-definable pads and vias for PC boards. This chapter describes how to define, place, edit, and delete pads and vias. Edge connectors, which consist of a series of surface pads, are also described.

8.2 Pads

A pad is a physical shape on the PC-board that generally corresponds to a component pin. Tango-PCB PLUS provides two types of pads: *through-hole pads* (which belong to all PC-board layers) and *surface pads* (which belong to either the Top or Bottom layer). The through-hole pads are used for component packages with leads that pass through all board layers. The surface pads are used for surface-mount components and edge connectors.

You can place or edit both through-hole pads and surface pads at any time regardless of the current layer setting. For example, if you want to delete a surface pad that belongs to the Top layer, you can do so whether or not the current layer is set to Top.

8.2.1 Selecting Pads

Before placing a pad on the PC-board, you need to run the Current Pad command to select the current pad. All subsequent Place Pad commands use the current pad settings. If you've added pad types to the custom Place Palettes, labeled PLACE1 through PLACE5, you can also select the current pad by clicking the mouse on a pad entry in the

15 Verifying the Design

15.1 Introduction

No printed circuit board layout is complete until it has been checked to see that it matches the original electronic design and that, when manufactured, it has a reasonably good chance of working.

If you assume that the original electronic design, normally represented by a schematic, is correct, then you check to see that the PCB layout matches it on a component-by-component, connection-by-connection basis. In days past this task was accomplished with colored pencils and hours of tedious visual cross-checking. Now the process is greatly facilitated by the use of a net list, which is a list of all components and connections in the design.

Even if the layout matches the schematic electrically, the physical aspects of manufacturing the board can cause problems which will render it unusable. For example, tracks or pads that are too close together could cause bridging of copper, creating a short. The final layout must be checked to see that clearances on the board exceed those specified as your "design rules."

Tango PCB PLUS offers two distinct, but complementary approaches to verifying the design.

15.1.1 Using Nets Verify

The Nets Verify command will check any nets which are currently displayed against an input net list. You use the Nets Display command to choose which nets to verify -- a single net, a collection of nets, or all nets.

This approach is especially useful if you are manually routing the board, but have an input net list. The recommended process is to 1) use Nets Display to show a single unrouted net, 2) route the net with the Nets Route command, 3) check the routed net with Nets Verify. Then use Nets Display to turn off the display of the routed net and to move onto the next net in the list.

15.1.2 Using The Design Rule Checker

The design rule checker in Tango-PCB PLUS has the ability to check the board electrically against the input net list, and to check for clearance gap violations against rules you establish with the Setup DRC command. Both checks are performed on a board-wide basis and should be done when the layout is complete.

15.2 Net List Verification

The Nets Verify command automatically checks that the electrical connections for all displayed routed nets on the PC-board match the connections in the net list. The command verifies each net on a node-by-node basis. If it finds a short (a node that does not belong in the net) or an open (a missing node), or an uncommitted component pin connected to the net, the program displays an error. (An uncommitted pin is not listed in the net list as part of any net.) If you are verifying more than one net, you have the option of continuing the verification process or stopping to correct the problem.

NOTE

The Nets Verify command verifies all currently displayed nets. Before running this command, you need to run the Nets Display command to display (show) the net(s) that you want to verify.

From the first component pin in the net list, Tango-PCB PLUS checks all connected tracks, area fills, arcs, vias, and pads. Each item is highlighted as it's checked.

If the program finds a component pin that does not belong to the net (a net short), it displays the error message:

Two nets shorted together.

This message includes the net names for the pins and the pin designators.

If the program finds an unconnected node in the net (an open net), it displays the error message:

Net not completely routed.

This message includes the pin designators for two of the unconnected nodes. Tango-PCB PLUS also highlights the sub-net (a group of connected nodes in the net) that includes the first of the unconnected pin designators.

If the program finds an uncommitted component pin in the net, it displays the error message:

Net connected to an uncommitted pin.

This message includes the pin designator of the uncommitted pin.

The Nets Verify command is designed to allow interactive net verification. When the command finds an error, it asks if you want to stop the verification process and fix the problem. Click on Continue to continue the verification process. Click on Cancel to stop the process.

If you choose to continue the verification process after the program reports a short or an open, Tango-PCB PLUS starts verifying the next displayed net. In this way, the program avoids displaying a long list of errors related to the one short or open. To make sure that there are no additional problems with the net, we recommend that you run the Nets Verify command again after you fix the short or open. If you choose to continue the verification process after the program reports an uncommitted component pin, Tango-PCB PLUS continues to verify the same net.

When continuing the verification process after error messages, jot down the errors as they occur. After Nets Verify is finished, you can then fix

all the problems on your list. Run the Nets Verify command again after modifying the board. If there are no error messages displayed, you can be assured that your net contains no open connections, shorts, or uncommitted component pins.

15.3 Design Rule Checking

After completing the layout, it's a good idea to do a board-wide check to make sure that all electrical connections in the PCB layout match the connections in the net list. This is especially important in Tango-PCB PLUS because the program does not hold nets "sacred". During the routing process, you may break nets without being warned or asked to rename the new net fragment. This speeds the revision process considerably since there are many times when you temporarily break a net. However, it also means that you can completely change the connections on the board.

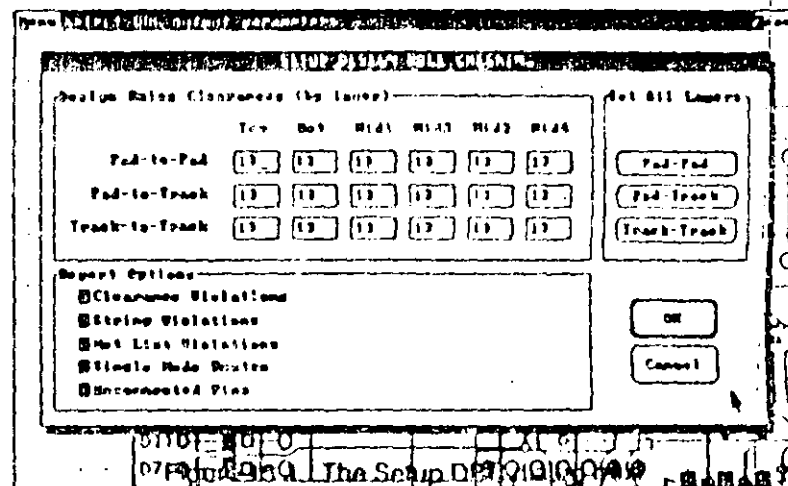
Besides doing a board-wide electrical check, you should check the design to be sure that minimum clearances have been maintained throughout. Fortunately, both the electrical and clearance checking can be accomplished together with the integrated design rule checker in Tango-PCB PLUS.

To run the design rule checker, you:

1. Load a net list with the Nets Load command. (This step may be skipped if no net list is available, as we'll explain below).
2. Establish your clearance gap rules with the Setup DRC command.
3. Start the design rule checker by selecting the Design Rule Check report in the Output Reports command.

15.2.1 The Setup DRC Command

Run the Setup DRC command to establish the design rule check parameters in preparation for generating a DRC report (using the Output Reports command). You can enter the minimum Pad-to-Pad, Pad-to-Track, and Track-to-Track clearances allowed on each of the six signal layers. There are also pushbuttons that allow you to set each of these clearances for all layers at once. All of these entries default to 13 mils (if you do not have a PCB.INI file).



You can also specify which conditions are to be checked for: Clearance Violations, String Violations, Net List Violations, Single Node Routes, and Unconnected Pins.

- **CLEARANCE VIOLATIONS** - Enables air-gap clearance checking. If disabled, no clearance errors will be reported.
- **STRING VIOLATIONS** - Enables air-gap clearance checking of strings on the signal layers. If you have placed strings on the signal layers, you should enable this option to make sure that the strings do not cross tracks. When checking for clearance violations, the bounding rectangle of the string is used. If the Clearance Violations option (above) has been disabled, this option is also disabled.

- **NET LIST VIOLATIONS** - Enables electrical checking against the net list. Items are considered to be connected if they overlap or have a clearance of less than 1 mil (just touching). Items that can be electrically connected to one another are arcs, fills, pads, tracks, and vias. Note that although strings can be checked for clearance violations, they are not considered to carry current. If a net list has not been loaded, this option is ignored.
- **SINGLE NODE ROUTES** - Enables the reporting of pins that are connected to other items on the board, but are not connected to any other pins. Note the use of the word "pin", which is a pad that is part of a component and has a pin designator (as opposed to a free pad, or a pad that is part of a component but does not have a pin designator). Again, items that can be electrically connected to one another are arcs, fills, pads, tracks, and vias.
- **UNCONNECTED PINS** - Enables the reporting of all pins that are not connected to other pins. This includes all of the Single Node Routes (described above) as well as pins that are not connected to anything at all.

15.3.2 The Design Rule Check Report

Once the DRC options are set with the Setup DRC command, run the Output Reports command and enable the Design Rule Check report. You may print the report or write it out to a file on disk.

When you click on OK, the program will begin the design rule checking process, highlighting each connection as it is verified. When completed, the DRC report will print out or be written to a file.

If you press <Esc> or <RightMouse>, you will be asked to verify your decision to halt the DRC. Should you decide to stop the DRC, the report will print anyway, with any violations encountered prior to the halt.

Running the DRC is a compute-intensive task which can take several hours on complex designs. Considering the alternatives, this seems a small price to pay compared to the benefits of design verification.

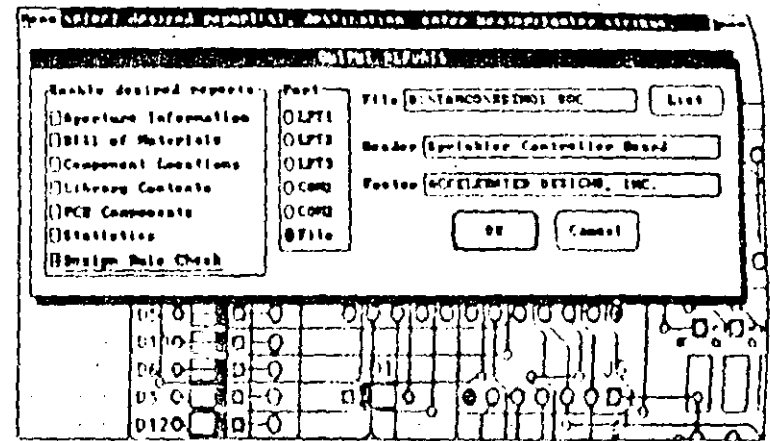


Figure 15-2. Select the Design Rule Check report with the Output Reports Command.

15.3.3 Running DRC Without a Net List

As mentioned above, you do not have to have a net list loaded to produce a DRC report. The DRC will be limited to a check of clearance violations and string violations based on the rules you establish with the Setup DRC command.

NOTE:

If you are running the DRC report without a net list, the design rule checker will report violations where the air-gap clearance is less than that specified. An actual short where two tracks are incorrectly connected will not be reported because the design rule checker will assume they are in the same net. This type of error can only be reported if a net list has been loaded.

15.4 Consideration for Mounting Holes

For mounting hole pads, both the Nets Verify command and the design rule checker consider only the drill hole dimension on inner board layers. This lets you place items such as tracks within the outer dimensions of the mounting hole pad on the inner layers (but not within the drill hole dimension). On the Top and Bottom layers, however, the Nets Verify does consider the outside dimensions of the mounting hole pad. This is because the program assumes the mounting hole pad's outer dimensions may be covered by items such as screw heads, nuts or washers which extend past the hole diameter on the Top and Bottom layers but which would have no effect on the inner layers.

15.5 Summary

Remember that the DRC report checks the entire board, as opposed to the Nets Verify command, which checks only the displayed nets (connections) for accuracy against the net list. Nets Verify is intended to be used repeatedly as the board is designed, so that errors can be fixed right away before more tracks are routed around them. Once you think the PC-board design is complete, generate the DRC report.

Check prints and multi-color check plots are also useful in verifying the PC-board. Tango-PCB PLUS's Nets Verify command and Design Rule Check report, however, can ensure the integrity of each net and clearances on the board, while sparing you the painful and frequently inaccurate task of visually inspecting the PCB artwork and checking connections against the schematic.

The following commands were discussed in this chapter:

Command	Function
Nets Verify	Verify the connections on the board match those in the net list
Setup DRC	Set up the clearance parameters for the physical design rule check
Output Plot/Print	Run the Design Rule Check report

16 Plots, Prints and Reports

16.1 Introduction

This chapter describes the Tango-PCB PLUS commands for printing, plotting, report generation, and special file output such as PostScript and DXF. The Output Plot/Print command lets you plot or print your board. Whether you're plotting final artwork or making a quick check print, the program prompts you for all the necessary information with a series of dialog boxes.

The options for printing and plotting include the printer and plotter drivers, communications ports, plotter pen settings and printer colors, scale and X,Y correction values, board layer or layers (if printing a composite), output filename (if sending to a file), plot/print quality (final for artwork or draft for check prints), and the X,Y offsets for the plotter pen. The options you select are automatically saved in the file PCB.INI when you exit the program, then automatically re-loaded the next time you start the program.

In addition to printing and plotting, Tango-PCB PLUS provides the Output Reports command to generate a variety of reports on the PCB file. These reports can be output to a printer or file.

If your plotter or printer is connected to a serial port (COM1 or COM2), use the Setup Communications command to set the baud rate, parity, number of data bits, number of stop bits, and handshake protocol before running Output Plot/Print or Output Reports.

20 Commands

20.1 Introduction

This chapter provides a brief description of each Tango-PCB PLUS menu command and a cross-reference to where the command is discussed in the Reference Manual. It is designed to accommodate those of you who are already acquainted with Tango-PCB PLUS (or PCB design packages, in general) and, in most cases, require only an overview of the Tango-PCB PLUS functions.

20.2 Tango-PCB PLUS Commands

The Tango-PCB PLUS menu commands are briefly described in this section.

Sc

Current Layer

Description

Set the current layer. All subsequent editing is performed on the current layer. You can only choose from enabled layers when selecting the current layer. Use the Setup Display command to enable and disable layers.

The current layer and the color for the current layer are displayed in the status line's Layer field. You can also set the current layer by clicking on the Layer field or typing L, which toggles through the enabled layers. For boards with only a few layers, clicking on the Layer field or typing L may be faster than using the menus.

Cross-Reference

Section 7.13

Current Pad

Description

Set the current pad. You can choose from pre-defined pads or specify a new pad type. All subsequent Place Pad commands use the current pad settings.

The Pads list box shows all available pad definitions. The definitions are generated from the pads on the PC-board (these pad definitions are marked with an asterisk *) and in the Tango-PCB item definitions file PCB.DFN. If the desired pad type is not displayed in the Pads list box, you can define a new pad and add it to the list.

If you've added pad types to the custom Place Palettes, labeled PLACE1 through PLACE5, you can also select the current pad by clicking the mouse on a pad entry in the palette.

Cross-Reference

Section 8.2.1

Current String

Description

Set the current text string. You can choose from pre-defined strings or specify a new string type. All subsequent Place String commands use the current string settings.

The Strings list box shows all available string definitions. If the desired string type is not displayed in the Strings list box, you can define a new string and add it to the list.

If you've added string types to the custom Place Palettes, labeled PLACE1 through PLACE5, you can also select the current string by clicking the mouse on a string entry in the palette.

Cross-Reference

Section 10.2.1

Current Track

Description

Set the current track width. You can choose from pre-defined track widths or specify a new width. All subsequent Place Track, Place Arc, and Nets Route commands use the current track width.

The Tracks list box shows all available track definitions. If the desired track type is not displayed in the Tracks list box, you can define a new track and add it to the list.

If you've added track widths to the custom Place Palettes, labeled PLACE1 through PLACE5, you can also select the current track width by clicking the mouse on a track entry in the palette.

Cross-Reference

Section 9.2

Current Via

Description

Set the current via. You can choose from pre-defined vias or specify a new via type. All subsequent Place Via commands use the current via settings.

The Vias list box shows all available via definitions. The definitions are generated from the vias on the PC-board (these via definitions are marked with an asterisk *) and in the Tango-PCB item definitions file PCBDEFN. This file is automatically loaded when you run the PCB program. To select a current via type, click on the via definition in the Vias list box. Then click on OK.

If the desired via type is not displayed in the Vias list box, you can define a new via and add it to the list. To define a new via type, first select the shape. Specify the via size by entering values for the Dimension (even numbers from two through 250 mils) and Hole Diameter (from one through 250 mils) fields.

If you've added via types to the custom Place Palettes, labeled PLACE1 through PLACES, you can also select the current via by clicking the mouse on a via entry in the palette.

Cross-Reference

Section 8.3.1

Delete Arc

Description

Delete the selected arc on the current layer. If there is no arc selected on the current layer, the computer beeps.

Cross-Reference

Section 10.3.4

Delete Block

Description

Delete all items inside or outside a block. Tango-PCB prompts you to first define the block by marking two diagonally opposite corners of a rectangular area. The program then highlights the defined block.

You can select whether to delete items entirely inside (the default) or entirely outside the block and whether to delete items on the current layer or on all layers (the default). The program redraws the screen with the appropriate items deleted.

Cross-Reference

Section 13.4

Delete Component

Description

Delete the selected component. If there is no component selected, the computer beeps. If there is more than one component under the cursor (on a double-sided surface-mount board, for example), the program displays a list of all these components. You can then select the component to delete from the list.

Cross-Reference

Section 11.7

Delete Fill

Description

Delete the selected area fill on the current layer. If there is no area fill selected on the current layer, the computer beeps.

Cross-Reference

Section 10.4.3

Delete Highlight

Description

Delete all highlighted items, which include free tracks, pads, vias, arcs, and area fills. The items must have been previously highlighted using the Nets Highlight command. If a highlighted item belongs to a component, Tango-PCB will not delete that item. If there are no highlighted items, the computer beeps.

Cross-Reference

Section 14.7.1

Delete Pad

Description

Delete the selected pad. If there is no free pad selected, the computer beeps. This command has no effect on tracks that are connected to the pad.

If you attempt to delete a pad that is part of a component pattern, the program displays an error message.

Cross-Reference

Section 8.2.5

Delete String

Description

Delete the selected text string on the current layer. If there is no text string selected on the current layer, the computer beeps.

If you attempt to delete a string that is part of a component pattern, the program displays an error message.

Cross-Reference

Section 10.2.6

Delete Track

Description

Delete the selected track on the current layer. If there is no track selected on the current layer, the computer beeps.

If you attempt to delete a track that is part of a component pattern, the program displays an error message.

Cross-Reference

Section 9.6

Delete Via

Description

Delete the selected via. If there is no via selected, the computer beeps. This command has no effect on tracks that are connected to the via.

If you attempt to delete a via that is part of a component pattern, the program displays an error message.

Cross-Reference

Section 8.3.6

06

Edit Arc

Description

Edit the selected arc on the current layer. You can change the arc's radius, start angle, sweep angle, and line width. The radius is an even number from two through 16,000 mils. The start angle is an integer from 0 through 359 degrees. The sweep angle is an integer from one through 360 degrees. You can specify any line width from two through 250 mils (in two-mil increments). The line width cannot be more than twice the radius.

Tango-PCB makes it easy to edit a number of arcs on the board at one time. After modifying the arc, use the Arc(s) Edited options to determine whether the editing affects only the selected arc, a set of matching arcs, or all highlighted arcs.

Cross-Reference

Section 10.3.2

Edit Component

Description

Edit the selected component. You can change the component's reference designator, type, and value. You can also choose to release the component (which is similar to the *explode* function common to most CAD programs). Releasing a component allows you to re-position and modify all the individual primitives in the component.

The Release option is especially useful when creating similar components. You can place a component on an unused area of the workspace, run the Edit Component command to release it, modify individual primitives, then run the Library Add command to define the modified pattern as a new component (see Chapter 12: Creating Library Components).

Cross-Reference

Section 11.5

Edit Pad

Description

Edit the selected pad. You can change the pad's shape, size, hole diameter, pin designator, layer, and plane. For the pad size, you can specify X (horizontal) and Y (vertical) dimensions of two through 4000 mils (in two-mil increments). You can specify any hole size from one through 250 mils.

Tango-PCB makes it easy to edit a number of pads on the board at one time. After modifying the pad, use the Pad(s) Edited options to determine whether the editing affects only the selected pad, a set of matching pads, or all highlighted pads. Matching pads have the same shape, X and Y dimensions, hole diameter, and layer as the selected pad.

Cross-Reference

Section 8.2.3

Edit String

Description

Edit the selected text string on the current layer. You can change the string's contents, height, and line width. You can specify any height from four through 1000 mils (in four-mil increments) and any line width from two through 250 mils (in two-mil increments).

Tango-PCB makes it easy to edit a number of strings on the board at one time. After modifying the string, use the String(s) Edited options to determine whether the editing affects only the selected string or a set of matching strings. Matching strings have the same height and line width as the selected string. If you choose any option other than This String, the Edit String command changes only the height and line width of the matching strings.

Cross Reference

Section 10.2.4

Edit Track

Description

Edit the width of the selected track on the current layer. For the track width, enter an integer in the range of two through 250 mils (in two-mil increments).

Tango-PCB makes it easy to edit a number of tracks on the board at one time. After modifying the track, use the Track(s) Edited options to determine whether the editing affects only the selected track, a set of matching tracks, or all highlighted tracks. Matching tracks have the same width as the selected track.

Cross-Reference

Section 9.4

Edit Via

Description

Edit the selected via. You can change the via's shape, size, hole diameter, and Power/Ground plane connection. For the via size, you can specify a dimension of two through 250 mils (in two-mil increments). You can specify any hole size from one through 250 mils. The Plane field lets you connect vias to the Power or Ground plane by means of a direct connection or thermal relief.

Tango-PCB makes it easy to edit a number of vias on the board at one time. After modifying the via, use the Via(s) Edited options to determine whether the editing affects only the selected via, a set of matching vias, or all highlighted vias. Matching vias have the same shape, dimension, and hole diameter as the selected via.

Cross-Reference

Section 8.3.4

File Clear

Description

Clear the current PCB file from memory. If any changes have been made to the current PCB file during the editing session, the program prompts you to save the file, discard the changes to the file, or cancel the File Clear command.

Cross-Reference

Section 6.4

File DOS

Description

Execute DOS commands without quitting the Tango-PCB program. The program displays the standard DOS command prompt and you can now enter and execute any DOS command. To return to the Tango-PCB program from where you left off, at the DOS command prompt, enter:

`exit`

Cross-Reference

Section 6.7

File Load

Description

Load a PCB file (the default), block file, or a photoplot file. Loading a PCB file replaces the current PCB file with the specified file. Loading a block file inserts the specified file into the current PCB file. Photoplot files may be loaded for on-screen viewing.

Cross-Reference

Section 6.2

File Quit

Description

Quit the Tango-PCB program and return to DOS. If you have made changes to the current PCB during the editing session, the program prompts you to save the changes and exit, exit without saving the changes, or cancel the File Quit command.

Cross-Reference

Section 6.8

File Save

Description

Save the current PC-board or block to a file.

While marking a block during the File Save command, you can use the Zoom and Jump commands to move around on the workspace. You can also cancel the File Save command by pressing <RightMouse> or <Esc> or by clicking on Cancel in the File Save dialog box.

Cross-Reference

Section 6.3

Jump Component

Description

Jump to a specified component on the PCB. Enter the component's reference designator or select from a list of all reference designators on the PC-board. Clicking on OK moves the cursor to the reference point of the specified component (generally, pin 1). If the component is not currently displayed, the program redraws the screen at the same zoom level with the component's reference point at the center.

Cross-Reference

Section 6.5.2, 11.4

Jump Location

Description

Jump to a specified X,Y location on the PCB. Enter the X and Y coordinates of the location and click on OK. If the location is not currently displayed, the program re-draws the screen at the same zoom level with the specified location at the center.

Cross-Reference

Section 6.5.1

Jump Net

Description

Jump to the nearest component pin in a specified net. This command is useful when moving from one net to another during the routing procedure. Enter the net name or select a net from the Nets list box. Click on OK to remove the dialog box and jump to the specified net. If the nearest component pin in the net is not currently displayed, the program re-draws the screen at the same zoom level with the pin at the center.

The Jump Net command is only available if you have previously loaded a net list for the PC-board.

Cross-Reference

Section 6.5.4, 14.9

Jump String

Description

Jump to the nearest text string on the PC-board that matches a specified text string. Tango-PCB searches for an exact match of the specified string. The matching string must contain all and only all the characters in the specified text string.

Select **Current Layer** to search for a match on the current layer only (the default). Select **All Layers** to search for a match on all board layers. If the matching string is not currently displayed, the program redraws the screen at the same zoom level with the string at the center. The Jump String command is not case-sensitive (the characters can be either upper-case or lower-case).

Cross-Reference

Section 6.5.3, 10.2.3

Library Add

Description

Add a new component pattern to the current library. Enter the library name and the pattern name (of from one to 16 characters). After entering the pattern name, press <LeftMouse> or <Enter> to mark the first corner of a rectangle. The rectangular outline expands and contracts as you move the cursor. When the outline encloses the entire component pattern, again press <LeftMouse> or <Enter>. The program then prompts you to select a reference point for the pattern.

Cross-Reference

Section 12.5

Library Browse

Description

Display a component pattern in the specified library. In the Library Browse dialog box, the program displays a list of all patterns in the specified library. Selecting a pattern from this list displays the component on the right side of the dialog box.

Tango-PCB displays the component pattern as it would appear when placed on the PC-board, except for its actual size. The size of the component is scaled to fit within the dimensions of the dialog box. All primitives in the component are displayed. If a primitive belongs to a layer that is not currently enabled, the primitive still appears as part of the displayed pattern. Click on **Continue** to remove the Library Browse dialog box.

Cross-Reference

Section 11.2, 12.9

Library Delete

Description

Delete a component pattern from the specified library. To delete a pattern, highlight the pattern name in the list and click on the **Delete** pushbutton. Click on **Continue** to remove the Library Delete dialog box.

Cross-Reference

Section 12.8

Library Merge

Description

Merge (copy) a component pattern from a specified source library into a specified destination library. You can specify a new name for the pattern. If not, the program retains the source pattern name. Click on the Merge pushbutton to copy the source pattern into the destination library.

If a pattern with the same name exists in the current library, the program prompts you to enter a new pattern name, overwrite the existing pattern, or cancel the Library Merge command. You can continue to copy component patterns into the current library. Click on Continue to remove the Library Merge dialog box.

Cross-Reference

Section 12.6

Library Rename

Description

Rename a component pattern in the specified library. Select the current pattern name from the Patterns list box. Then enter the new pattern name. Click on the Rename pushbutton to rename the component pattern.

If a pattern with the new name exists in the library, the program prompts you to enter another new name, overwrite the existing pattern, or cancel the Library Rename command.

Cross-Reference

Section 12.7

Move Arc

Description

Move an arc on the current layer. First, position the cursor on the arc and press <LeftMouse> or <Enter>. If there is no arc selected on the current layer, the computer beeps. As you move the cursor, an outline of the arc moves across the screen. If you now change the current layer, the arc moves to the selected layer. Press <LeftMouse> or <Enter> to place the arc and <RightMouse> or <Esc> to cancel the Move Arc command.

Cross-Reference

Section 10.3.3

Move Block

Description

Move all items contained entirely within a block. Tango-PCB prompts you to first define the block by marking two diagonally opposite corners of a rectangular area. The program highlights the defined block.

The program then prompts you to select a reference point for the block. Position the cursor on the reference point (generally, one of the corners of the block) and press <LeftMouse> or <Enter>.

If you move the block so that it overlaps any item on any layer of the PC-board, the program displays the Block Overlap Warning dialog box. Click on Retry to move the block to a different location. Click on Overlap to place the block with overlap in its current position. Click on Cancel to cancel the Move Block command.

Cross-Reference

Section 13.2

Move Component

Description

Move and rotate a component pattern on the PCB. First, position the cursor on the component and press <LeftMouse> or <Enter>. As you move the cursor, an outline of the component pattern moves across the screen. Press R to rotate the component 90 degrees. Press F to flip the component. Press <LeftMouse> or <Enter> to place the component and <RightMouse> or <Esc> to cancel the Move Component command.

Cross-Reference

Section 11.6

Move Endpoint

Description

Move the endpoint of a track on the current layer. This command is especially useful for moving a free pad or via on the PC-board while maintaining all routed connections to the pad or via.

When running the Move Endpoint command, first position the cursor on the endpoint of a track and press <LeftMouse> or <Enter>. As you move the cursor, the highlighted tracks stretch (expand and contract) with the endpoint. This process is called *ribberbanding*. Press <LeftMouse> or <Enter> to place the tracks. If there is a free pad or via at the endpoint, it moves to the new location. Press <RightMouse> or <Esc> to cancel the Move Endpoint command.

You cannot change the current layer during the Move Endpoint command.

Cross-Reference

Section 9.5.2

Move Fill

Description

Move an area fill on the current layer. First, position the cursor on the area fill and press <LeftMouse> or <Enter>. If there is no area fill selected on the current layer, the computer beeps. As you move the cursor, an outline of the fill moves across the screen. If you now change the current layer, the fill moves to the selected layer. Press <LeftMouse> or <Enter> to place the fill and <RightMouse> or <Esc> to cancel the Move Fill command.

Cross-Reference

Section 10.4.2

Move Pad

Description

Move and rotate a pad on the PC-board. First, position the cursor on the pad and press <LeftMouse> or <Enter>. If there is no pad selected, the computer beeps. As you move the cursor, an outline of the pad moves across the screen. Press R to rotate the pad 90 degrees. Press <LeftMouse> or <Enter> to place the pad and <RightMouse> or <Esc> to cancel the Move Pad command.

The Move Pad command has no effect on tracks that are connected to the pad. Run the Move Endpoint command to move a free pad and its connections.

If you attempt to move a pad that is part of a component pattern, the program displays an error message.

Cross-Reference

Section 8.2.4

Move Reroute

Description

Reroute a track as a series of tracks and vias (if needed). This command is especially useful for cleaning up tracks that were dragged (rubberbanded) after running the Move Component command. First, position the cursor on the track and press <LeftMouse> or <Enter>. The endpoint of the track nearest to the cursor is termed the "pivot", the farthest endpoint is the "destination". As you move the cursor, a rubberbanding track outline is drawn from the pivot to the cursor. A rubberbanding line is also drawn from the destination to the cursor.

To place a track from the pivot to the cursor, press <LeftMouse> or <Enter>. The pivot now moves to the endpoint of this track. You can continue to place tracks by pressing <LeftMouse> or <Enter>. Press <RightMouse> or <Esc> to conclude the Move Reroute command and place a track from the destination to the cursor.

Cross-Reference

Section 9.5.3

Move String

Description

Move a text string on the current layer. First, position the cursor on the string and press <LeftMouse> or <Enter>. As you move the cursor, an outline of the text string moves across the screen. Press R to rotate the string 90 degrees. Press X to flip the component in the X direction. Press Y to flip the component in the Y direction. Press <LeftMouse> or <Enter> to place the string and <RightMouse> or <Esc> to cancel the Move String command.

Cross-Reference

Section 10.2.5

Move Track

Description

Move a track on the current layer. First, position the cursor on the track and press <LeftMouse> or <Enter>. If there is no track selected on the current layer, the computer beeps. As you move the cursor, an outline of the track moves across the screen. If you now change the current layer, the track moves to the selected layer. Press <LeftMouse> or <Enter> to place the track and <RightMouse> or <Esc> to cancel the Move Track command.

If you change the current layer *during* the Move Track command, the program automatically restores the previous current layer after the command ends. This allows you to move a series of tracks from one layer to another by running the Move Track command several times in succession.

Cross-Reference

Section 9.5.1

Move Via

Description

Move a via on the PC-board. First, position the cursor on the via and press <LeftMouse> or <Enter>. If there is no via selected, the computer beeps. As you move the cursor, an outline of the via moves across the screen. Press <LeftMouse> or <Enter> to place the via and <RightMouse> or <Esc> to cancel the Move Via command.

The Move Via command has no effect on tracks that are connected to the via. Run the Move Endpoint command to move a via and its connections.

Cross-Reference

Section 8.3.5

Nets Clear

Description

Clear the net list information. This command is useful if you want to clear a net list from memory without loading a new net list. If you run the Nets Load command to load a new net list file, the old net list is automatically cleared from memory.

The Nets Clear command clears all net list information, which includes the connections on the Connections layer and the net names associated with each pad. Clearing the net list (and not loading another one) disables the Nets Optimize, Nets Identify, and Jump Net commands.

Cross-Reference

Section 14.12

Nets Display

Description

Display the specified net list connections. The program displays a list box of all net names in the current net list. Displayed nets are marked with an asterisk. You can choose to show or hide individual nets, all nets connected to a specific component, or all nets. Note that if you have nets connected to the power or ground planes, these nets are marked with a "P" and "G", respectively.

This command also enables or disables the display of Force Vectors. Force vectors are the vector sum of the connections from a component, and are helpful in optimizing component placement.

Cross-Reference

Section 14.3, 14.5

Nets Generate

Description

Generates a Tango-format net list from the currently loaded PCB. The net list includes a listing of components, sorted by reference designator, and a listing of all nets. Each net is assigned a unique net name following the format "NET_####" where #### is a four digit integer. Note that any connections to pads which are not part of a component, or do not have pin designators, will not appear on the net list.

Cross-Reference

Section 14.6, Appendix A

Nets Highlight

Description

Highlight a specified net. This command is useful for verifying manual routing, even if a net list has not been loaded. The Nets Highlight command works together with the Delete Highlight command to delete the items in a routed net on the board.

NOTE: The Highlight Nets command does not use (or require) a net list. The command highlights all items that are electrically connected on the board (generally, by means of tracks).

You can highlight only one net at a time. If a net is currently highlighted and you run the Nets Highlight command to highlight a different net, the program automatically removes the highlighting from the first net.

To un-highlight the net, press <LeftMouse> over a vacant portion of the workspace.

Cross-Reference

Section 14.7

Nets Identify

Description

Identify the net to which a pad belongs. The program prompts you to position the cursor on a pad and press <LeftMouse> or <Enter>. The net name for the pad is displayed in the Nets Identify dialog box. To remove the dialog box, click on OK or press <Enter> or <Esc>.

The Nets Identify command is disabled if there is no net list currently loaded.

Cross-Reference

Section 14.8

Nets Load

Description

Load a net list file. You can directly enter the net list filename in the File entry box of the Nets Load dialog box or you can click on the List pushbutton to select from a displayed list of net list files. The net list file must follow the Tango net list format described in Appendix A. The default filename extension for a net list file is .NET.

Cross-Reference

Section 14.4

Nets Optimize

Description

Create an optimized set of connections for the displayed nets. After you complete the component placement and load the net list, the Nets Optimize command provides a head start for routing the board. It is generally advisable to route the shortest traces first. The optimized connections show you the shortest traces at a glance.

In the Nets Optimize dialog box, select one of the displayed options: Minimize X Length, Minimize Y Length, or Minimize Total Length.

Selecting Minimize Total Length minimizes the total length, based on the Manhattan distance between pads. The Manhattan distance is the orthogonal distance between two points calculated as delta X plus delta Y.)

Cross-Reference

Section 14.10

Nets Route

Description

Route a connection interactively. This command lets you replace a displayed connection (which exists only as a routing aid) with a series of tracks and vias (if needed).

When running the Nets Route command, first position the cursor on the a displayed connection and press <LeftMouse> or <Enter>. If there is no connection at the specified location, the computer beeps. If there is a connection, Tango-PCB determines the nearest endpoint for the connection and checks if the endpoint is a surface pad.

Cross-Reference

Section 14.11

Nets Verify

Description

Verify that the electrical connections for all displayed routed nets match the connections in the net list. The command verifies each net on a node-by-node basis. If it finds a short (a node that does not belong in the net) or an open (a missing node), the program displays an error. The verification process stops so you can correct the problem.

NOTE: The Nets Verify command verifies all currently displayed nets. Before running this command, you need to run the Nets Display command to display (show) the net(s) that you want to verify.

Cross-Reference

Section 15.2

Output Apertures

Description

Setup the aperture wheel and tool descriptions and then map the aperture and tool settings to items on the PC-board. The first dialog box lets you describe the aperture wheel (for photoplot files) and tools (for N/C drill files). For each aperture wheel position, enter the draft code, the shape, the X and Y dimensions, the hole diameter, and whether the aperture is to be flashed, drawn, or both. You can also enter a brief comment. For each tool, enter the tool number and the hole diameter.

After setting up the aperture wheel and tool descriptions, click on OK to display the Assign Apertures dialog box. In this box, you map the aperture and tool settings to items on the PC-board.

Cross-Reference

Section 17.3, 18.2

Output CAM

Description

Generate a Gerber-format photoplot file or Excellon-compatible N/C drill file for the current PC-board. The first Output CAM dialog box lets you configure the photoplot and N/C drill languages to match your bureau's equipment. In the second dialog box, you can choose from a variety of setup options for the files.

After setting up a file, click on the Add pushbutton to add the file to the CAM File Queue list box. Click on OK to generate the files marked by an asterisk in the CAM File Queue list box. If you select N/C Drill for the board layer/item, Tango-PCB generates an N/C drill file. If you select any other layers or items, the program generates a photoplot file.

Cross-Reference

Section 17.4, 18.4

Output Plot/Print

Description

Plot or print the current PCB file, or generate output files in PostScript or DXF format. You can select a variety of setup options, including: the printer and plotter drivers, communications ports, plotter pen settings and printer colors, scale, X and Y correction, board layer or layers (if printing a composite), output filename (if sending to a file), plot/print quality (final for artwork or draft for check prints), and the X and Y offsets for the plotter pen.

To interrupt plotting/printing, press <RightMouse> or <Esc>. The program then prompts you to continue or cancel the Output Plot/Print command.

Cross-Reference

Section 16.2

Output Reports

Description

Generate a variety of reports for the current PCB file. You can select one or more of the following types of reports: Aperture Information, Bill of Materials, Component Locations, Library Contents, PCB Components, Statistics, and Design Rule Check. At your request, the program sends the report(s) to a printer or file.

Click on OK to print the specified report(s). Click on Cancel to cancel the Output Reports command.

Cross-Reference

Section 16.6

Place Arc

Description

Place an arc on the current layer. To define the arc, the program prompts you to first position the cursor at the desired center point of the arc and press <LeftMouse> or <Enter>. The program draws a circle and radius at this point. Move the cursor to expand the circle to the desired radius of the arc. You can also move the line that indicates the radius to the start of the desired arc, called the start angle. (The start angle is measured counter-clockwise from 3 o'clock on the circle.) Press <LeftMouse> or <Enter> again to fix the radius and start angle. The program redraws the circle, this time displaying an outline of the arc's line width.

Move the cursor now to define the sweep of the arc, which is displayed dynamically on the screen.

Cross-Reference

Section 19.3.1

Place Block Copy

Description

Copy all items contained entirely within a block. Tango-PCB prompts you to first define the block by pressing <LeftMouse> or <Enter> to mark two diagonally opposite corners of a rectangular area. The program highlights the defined block.

After you select the reference point, use the mouse or arrow keys to move an outline of the block across the screen. Press R to rotate the block 90 degrees around the reference point. Each time you press <LeftMouse> or <Enter>, Tango-PCB places a copy of the block at the current cursor position. Press <RightMouse> or <Esc> to terminate the Place Block Copy command.

Cross-Reference

Section 13.3

Place Component

Description

Place a component pattern. Select the pattern from the specified library and enter its reference designator, type, and value (for example, U14, 0.25W RES, 4.7K). Press R to rotate the outline 90 degrees. Press F to flip (mirror) the pattern (which is useful for surface-mount designs). To fix the pattern in its current location and orientation, press <LeftMouse> or <Enter>.

Cross-Reference

Section 11.3

Place Designator

Description

Assign pin designators to a set of pads or reference designators to a set of components. When assigning pin designators, the Place Designator command is generally used after placing all the primitives in a new component pattern and before running the Library Add command to add the new pattern to the current library. When placing reference designators, run the Place Designator command after placing the component(s) on the board.

To assign pin/reference designators, first press <LeftMouse> or <Enter> to display the Place Designator dialog box. Select the Designator type (pin or reference designator). For the designator template, enter up to 15 alphanumeric characters and at least one # (number sign). When you assign pin/reference designators, these # symbols will be replaced by a value determined by the initial value and the increment.

After entering the dialog box values, click on OK. The program prompts you to click on the desired pad (for pin designators) or component (for reference designators).

Cross-Reference

Section 11.5.1, 12.4

Place Fill

Description

Place an area fill (a rectangular region of copper) on the current layer. Tango-PCB prompts you to press <LeftMouse> or <Enter> to mark two diagonally opposite corners of the area fill. The area fill is displayed as a solid rectangle. Press <RightMouse> or <Esc> to cancel the Place Fill command.

Cross-Reference

Section 10.4.1

Place Pad

Description

Place a pad of the current pad type on the workspace. The current pad type, which is shown on the prompt line, is defined using the Current Pad command or by selecting a pad entry from one of the custom Place Palettes.

To place a pad, first press <LeftMouse> or <Enter> to display an outline of the current pad type at the cursor location. The pad outline moves with the cursor. Type R to rotate the pad 90 degrees. To fix the pad in its current location and orientation, press <LeftMouse> or <Enter>. Press <RightMouse> or <Esc> to cancel the Place Pad command.

Cross-Reference

Section 8.2.2

Place String

Description

Place a string of the current string type on the workspace. The current string type is defined using the Current String command or by selecting a string entry from one of the custom Place Palettes.

Press R to rotate the string 90 degrees counter-clockwise. Press X or Y to flip (mirror) the string along its X or Y axis (which is useful for surface-mount designs). To fix the string in its current location and orientation, press <LeftMouse> or <Enter>. Press <RightMouse> or <Esc> to cancel the Place String command.

Cross-Reference

Section 10.2.2

Place Track

Description

Place one or more tracks of the current track width on the workspace. The current track width is defined using the Current Track command or by selecting a track entry from one of the custom Place Palettes.

To place a track, first press <LeftMouse> or <Enter> to fix a "pivot" point at the current cursor location. As you move the cursor, the program draws a rubberbanding line from the pivot to the cursor (see the section *Setting The Orthogonal Mode* in Chapter 9 for details). Press <LeftMouse> or <Enter> to place the track. You can continue to place tracks, each one starting at the endpoint of the previous track. Press <RightMouse> or <Esc> to terminate the Place Track command.

Cross-Reference

Section 9.3

Place Via

Description

Place a via of the current via type on the workspace. The current via type, which is shown on the prompt line, is defined using the Current Via command or by selecting a via entry from one of the custom Place Palettes.

To place a via, first press <LeftMouse> or <Enter> to display an outline of the current via type at the cursor location. The via outline moves with the cursor. To fix the via in its current location and orientation, press <LeftMouse> or <Enter>. Press <RightMouse> or <Esc> to cancel the Place Via command.

Cross-Reference

Section 8.3.2

Setup Communications

Description

Configure the serial communications ports (COM1 and COM2) for printing and plotting. You can select the baud rate (in the range of 300 through 9600), parity (None, Even, or Odd), number of data bits (7 Bits or 8 Bits), number of stop bits (1 Bit or 2 Bits), and the handshake protocol (Hardware or XON/XOFF).

The serial port settings will be in effect for all subsequent output operations. When you exit Tango-PCB, these settings are automatically saved in the file PCB.INI and loaded the next time you start the program. You only have to change the settings if you change plotters or printers.

Cross-Reference

Section 16.3

Setup DRC

Description

Setup the design rule-check (DRC) parameters, in preparation of generating a DRC report (using the Output Reports command). You can enter the minimum Pad-to-Pad, Pad-to-Track, and Track-to-Track clearances allowed on each of the six signal layers.

You can also specify which conditions are to be checked for. Once the parameters for the DRC are established with Setup DRC, run the Output Reports command and enable the Design Rule Check report.

You do not have to have a net list loaded to produce a DRC report. However, without a net list loaded, the DRC report will not contain any Net List Violations, since there is not a net list for comparison to the board.

Cross-Reference

Section 15.3.1

Setup Display

Description

Enable and disable the display of individual PC-board layers and items (including through pads and vias); turn the visible grid on or off; and, select the cursor shape (arrow, small cross, or large cross).

In the Setup Display dialog box there is a small box of color next to each layer field. This box shows the display color for the layer. If the color box is solid, the layer is enabled. To change a color for a field, click the mouse on the field name.

Cross-Reference

Section 7.14, 7.15

Setup Grids

Description

Set the size for the three workspace grids (absolute, relative, and visible) and set the snap grid to absolute (the default) or relative. As an alternative to the Setup Grids command, you can also set the snap grid by clicking the mouse on the status line's Grid field or by typing G.

You can only move the cursor to a point on the snap grid. When the snap grid is set to absolute, the X,Y coordinates are displayed in parentheses on the status line with the origin (0,0) at the lower-left corner of the workspace. When the snap grid is set to relative, the program prompts you to select the relative grid origin by positioning the cursor and pressing <LeftMouse> or <Enter>.

The visible grid is for reference only.

Cross-Reference

Section 8.2

Setup Options

Description

Enable or disable a variety of Tango-PCB options, including Orthogonal modes and Drag Signal Tracks options.

The Orthogonal modes determine the mode for placing tracks on the board. With the Orthogonal modes, you can only place tracks that are horizontal, vertical, or at 45-degree angles. These modes are in effect for the Place Tracks, Move Reroute, and Nets Route commands.

You can also specify whether or not signal tracks are to be dragged (rubberbanded) with the Move Block, Move Component, or Move Track commands.

Cross-Reference

Section 9.5, 11.6, 13.2

Setup Palette

Description

Set up the custom Place Palettes. Tango-PCB provides up to five custom Place Palettes, labeled PLACE1 through PLACE5. You can add pad, string, track, and via information to these palettes. This allows you to have a number of item types, such as pad sizes and track widths, at your fingertips for quick placement.

The number of custom Place Palettes is determined by the number of items you add to the palettes. Each palette is one line in size. If you add more items than will fit on one line, Tango-PCB automatically creates another custom Place Palette.

Cross-Reference

Section 19.2

Undo

Description

Undo the previous editing command. The Undo command restores the PCB to its status prior to the last Delete, Edit, File Load (loading a block only), Move, Nets Route, or Place command. You can only undo the last command. The Undo command makes it easy to change your mind or to recover from a mistake.

You can also undo the previous editing command by clicking the mouse on the Undo hot spot or typing U.

Cross-Reference

Section 5.5

Zoom All

Description

Display the entire 32-inch by 32-inch workspace.

Cross-Reference

Section 6.6.1

Zoom Board

Description

Display the entire PC-board. The zoom level is adjusted so that the PC-board fills the screen. The program displays only the enabled layers of the board.

Cross-Reference

Section 6.6.2

Zoom Center

Description

Re-center the display. The program first displays a rectangular zoom window that indicates the screen area at the current zoom level. This window is the same size as the screen. By moving the cursor, the borders of the window can be moved off the screen, letting you zoom sections of the workspace that aren't currently displayed.

You can initiate a quick Zoom Center at any time by simply pressing the "C" key on your keyboard. This is especially handy for panning quickly across the board.

This command is useful if you want to display a section of the workspace that is currently off-screen. Press <RightMouse> or <Esc> to cancel the Zoom Center command.

Cross-Reference

Section 6.6.3
