# Tutorial

## CirCad’98

**Antonio Capoccetti**
**LU7DTS**
**Junio 2011**

# Tutorial sobre el CirCad'98

Por**: LU7DTS, Antonio Capoccetti**

## Capítulo 1

## DISEÑO DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO

El Circad'98 es un programa realmente potente para realizar esquemas de circuitos eléctricos, de circuitos impresos y diseños gráficos. Al momento existen tres versiones de este programa: una para DOS, y otras dos para Windows. Estas últimas son las versiones 4.xx y 5.xx.
Este tutorial hace referencia a la versión 4.20t de evaluación que se encuentra disponible en el sitio de los productores de este software: http://www.holophase.com. Desde la página "Download" de este sitio bajar la versión 4 para Windows. Se solicitan algunos datos y luego de completarlos se puede descargar el archivo ejecutable para su instalación.
El programa operará bien en Windows ME/2000/XP.

## Instalar el Circard'98

Descargado el archivo, ejecutarlo e instalar la opción "**Typical**" del programa de Evaluación.

**Fig. 1**

El software será instalado, normalmente en la carpeta **C:\Archivos de programa\Circad'98** o en alguna otra carpeta que hayamos elegido para este propósito.
El Circad posee una Interfase intuitiva. Los comandos son de dos letras, como por ejemplo <**PL**> para **Place Line** o <**GC**> para **Grab Component**, Lo primero que verán en pantalla al abrir el programa es lo que se muestra en la Fig.. 1. La barra del Menú se encuentra en la parte superior.
Verán también una punta de flecha (del mouse) la que presionando la barra espaciadora se convierte en una cruz de posicionamiento, (un par X e Y que se utilizará durante la elaboración de esquemas. La flecha del mouse se utiliza para la selección de elementos del Menú.
Tan pronto el programa se encuentre instalado, se puede comenzar con la familiarización del Menú. Los campos del Menú representan una **Acción** y los elementos de cada una de estas acciones representan el **Objeto** de estas acciones
Existe la posibilidad, altamente recomendable, de utilizar el teclado en lugar del mouse para manejar el programa. Cada elemento de cualquier campo del programa se puede ejecutar con dos letras. La primera indica el campo (**Acción**) y la segunda el elemento (**Objeto**) de la acción.

Para comenzar a trabajar se debe primero abrir un nuevo archivo usando el comando <**FW**>, seleccionando uno de los tres tipos previstos: un **Diagrama o Circuito Eléctrico** (**SCH**), un **diseño de un Circuito Impreso** (**PCB**), o un **simple Dibujo** (**DWG**) como se ve en la Fig. 2. Para cada uno de estos casos el programa tiene sus Plantillas (**Templates**) en 4 tamaños.

Elegido el tipo se debe ahora dar un nombre al nuevo archivo a crear y un lugar donde archivarlo.

**Fig. 2**

Viendo la lista de los campos del Menú y sus respectivos elementos, se notará a primer vista que es un programa muy completo y por lo tanto complejo. No obstante, los elementos de Menú

utilizados con mayor frecuencia no son tantos. Pocos son los que se deben tener en mente para activarlos con el uso de las dos letras correspondientes.

Esta es una lista de los comandos de **Acciones** y **Objetos** del menú más utilizados.

| **Objetos** | **Place** (Colocar) | **Grab** (Seleccionar) | **Edit** (Modificar) | **Delete** (Eliminar) |
|---|---|---|---|---|
| **Un Componente** | **PC** | **GC** | **EC** | **DC** |
| **Una Línea** | **PL** | **GL** | **EL** | **DL** |
| **Un Pad** | **PP** | **GP** | **EP** | **DP** |
| **Un Punto (dot)** | **PD** | **GD** | --- | **DD** |
| **Un Texto** | **PT** | **GT** | **ET** | **DT** |

**Fig. 3** - Algunos de los comandos más utilizados

La ejecución de estos comando se hace mediante el uso del teclado, presionando primero la primer letra del comando y luego la segunda, en forma secuencial. Para recordar los comando se debe tener en cuenta que la primer letra selecciona **la acción** y la segunda **el objeto** de esa acción.
Un comando que se utiliza mucho es el aumentar o disminuir la visión del trabajo (**zoom**). Esto se puede hacer mediante la rueda del mouse o bien con el comando <**ZI**> para el aumento del zoom o el comando <**ZO**> para disminuirlo. En estos dos casos se pueden usar solo la última letra: **I** y **O**
Cualquier elección equivocada se puede suprimir con la tecla **Esc** del teclado. Más aún si se cometió un error, colocando o eliminando algo equivocado, con el comando <**UU**> se puede revertir.
La utilización de los comandos ejecutados desde el teclado tiene la gran ventaja de ahorrar tiempo pues no será necesario salir de modo dibujo (cuando en lugar de la flecha del mouse se muestra la cruz) para ejecutarlos desde el mouse. En algunos casos estos comandos del teclado resultan la única posibilidad, pues requieren tener activado el modo dibujo (visible la cruz).
El detalle de todos los comandos del Menú y la explicación de cada uno de los elementos que los componen se pueden ver en el **Anexo 1** al final de este capítulo.
Para poder experimentar los primeros pasos en el uso de este programa veremos ahora como hacer un Circuito Eléctrico sencillo.

# Creando un circuito eléctrico

Para comenzar el diseño crear un nuevo archivo con el siguiente comando <**FW**> o con el uso del mouse en el menú **File** y luego **New**
En las alternativas seleccionar **Schematic Files** y de este grupo seleccionar **Size A**, ingresar el nuevo nombre que queremos dar al archivo y luego presionar **Confirm.** A este primer proyecto se puede nombrarlo como **Proyecto1.SHC** y se sugiere guardarlo en carpeta, por ejemplo **"..\Circad\Proyecto**" creada para este propósito evitando utilizar las que ya vienen con el programa ("**Autosave**", "**Backup**", "**Demo**", "**Library**", y "**Template**"). El formato **A** tiene un área de trabajo similar a un tamaño **A4.** El resto de los formatos van creciendo progresivamente en tamaño. A estas **Plantillas de Trabajo** el programa las denomina "**Templates**".
Creada la **Plantilla de Trabajo** para el diseño de un circuito eléctrico, el programa la salvará cada 4 minutos, si no se ha establecido nada en contrario en el **Setup**.

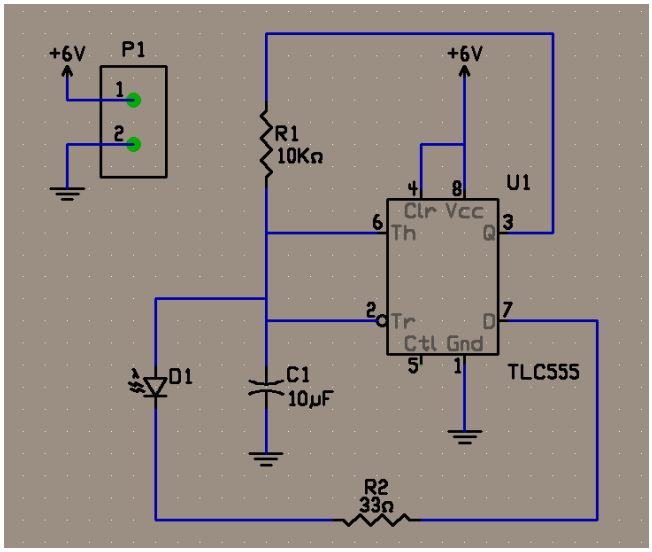
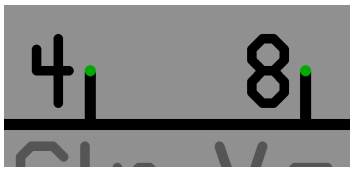


Fig. 4 – Circuito del Proyecto1

El circuito que utilizaremos para nuestro **Proyecto1** es el que se muestra en Fig. 4.
Se trata de un pequeño circuito que produce la intermitencia de un LED.
Para comenzar usar el comando <**PC**>, se abre una ventana para poder seleccionar el componente. En el campo correspondiente a **Pattern**: tipear **TLC555** y luego dar **Enter.** Se notará que el componente se muestra en la vista previa. Se verá también que al mismo se le ha asignado la identificación **U1** y como patrón para el PCB (**PCB Pattern**) se le designó: **DIP8**. Podemos entonces dar **Confirm**. Seleccionar en la **Plantilla de Trabajo** una posición central para colocar este componente.

Veamos ahora en detalle el componente. Ejecutando el comando <**I**> podemos aumentar el **zoom** y veremos lo que se muestra en la Fig. 5.
Ahora presionando la tecla <**L**> se verá la lista de capas (**Layers**), Seleccionar **Master** haciendo click sobre él (o bien presionando la tecla del numero **0)**




Usar la tecla <**I**> y <**O**> para accionar el zoom para ver los **pads verdes** al final de cada pin del 555.
A la izquierda se pueden ver los pines 4 y 8 del integrado

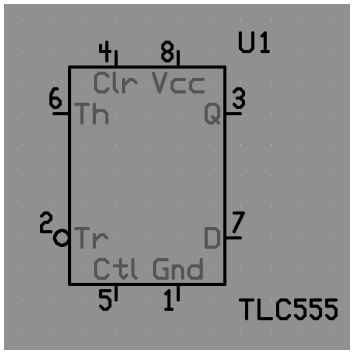


Fig. 5

Resulta necesario entender algunos elementos que se encuentran en el programa cuando se trabaja un proyecto. En la parte superior de la pantalla se ve claramente el Menú el cual ya se ha explicado. En la parte inferior de la pantalla se encuentra la **Barra de Estado** como se muestra en la Fig. 6 a continuación.

Fig. 6 – Barra de Estado

A la izquierda se ven los valores correspondientes a la posición del cursor, en **pulgadas**. En el ejemplo se ve : **1.900 y 1.100**. Esto quiere decir que el cursor se encuentra a 1,9 pulgadas del borde vertical izquierdo y a 1,1 pulgadas del borde inferior. Otra información que nos da la **Barra de Estado** es la Grilla (**Grid**) que estamos utilizando. En este caso la Grilla es de **0.100"** o dicho de otro modo 100 milésimas de pulgada (**100 mils**)

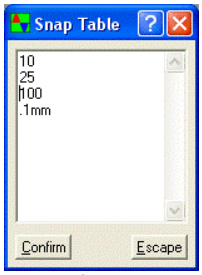


Fig. 7

El movimiento de la cruz de posicionamiento se realiza en forma discreta (no continua), o sea a saltos establecidos por la Grilla. Tanto para el Esquema Eléctrico como para el diseño de PCB es conveniente utilizar la Grilla a un valor de **25 mils**.

Para realizar el cambio usar el comando <**SS**> de **Snap Table** y allí incluir **25** a la tabla (Fig. 7).

Luego con el comando <**SG**> **Grid Snap** seleccionar el **25** (Fig. 8) y confirmar. Luego del cambio la **Barra de Estado** mostrará **Grid: 0.025".**

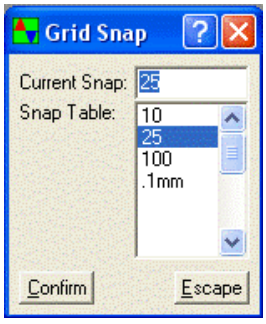


Fig. 8

Para realizar el zoom en la **Plantilla de Trabajo** es también posible el uso de las teclas del mouse. Se aumenta con la tecla izquierda y se reduce con la tecla derecha.

Sucede lo mismo con la rueda del mouse. Hacia atrás aumenta y hacia adelante disminuye el tamaño de la imagen.

Manteniendo apretada una tecla del mouse, moviéndolo se puede mover todo el diseño. Se utiliza para ver el detalle en alguna otra parte de la **Plantilla de Trabajo**.

Se recuerda que mediante la barra espaciadora del teclado, se puede cambiar de modo Windows (donde el cursor del mouse es la flecha) al modo diseño donde ahora la flecha es cambiada por la cruz de posicionamiento. En modo diseño la barra del menú desaparece de la pantalla y los movimientos de la cruz están sujetos al valor de Snap seleccionado con <**SG**> **Grid Snap**
De aquí en más durante el modo diseño, la tecla izquierda del mouse actúa como **Continuar** y la tecla derecha como **Anular.**

## Colocar el resto de los componentes

Todos los componentes que se deben colocar en un diseño de **Circuito Eléctrico** deben ser seleccionados de las librerías **SCH**. Todas las librerías disponibles se encuentran en la carpeta **"..\Circad\Library**" Las librerías del programa ya tienen una buena cantidad de componentes. En los Capítulos 3 y 4 veremos como **crear componentes** para librerías no solo de Esquema Eléctrico sino también para diagrama de **Circuito Impreso** PCB. Verificar con el comando <**L**> que se encuentra activa la capa (**Layer**) **Signal**.

A la cruz de posicionamiento del modo diseño (que se puede activar y desactivar con la barra espaciadora) colocarla sobre el pad verde del Pin 8 y ejecutar el comando <**PW**> por **Place Wire** y hacer click con la tecla izquierda del mouse y subir por un largo de **200 mils** y nuevamente hacer un click. Si se continúa con el movimiento del mouse se verá una línea (en color blanco) que sigue los movimientos del mouse. Entonces hacer **un solo click** con la tecla derecha del mouse para eliminarla e ir al pad correspondiente al Pin 4. Allí nuevamente hacer click con la tecla izquierda del mouse y subir **100 mils**, un nuevo click con la izquierda e ir a la derecha hasta encontrar la línea anterior y sobre esta hacer click con la tecla izquierda. Dirigirse al pad del Pin 1 y nuevamente click con la tecla izquierda y descender **100 mils** y finalizar con un click izquierdo.

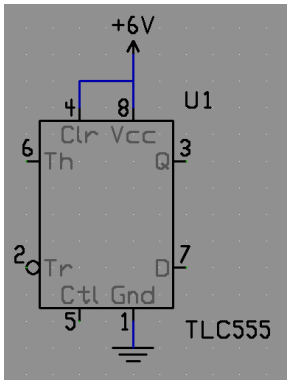


Fig. 9

En estas condiciones tendremos las líneas realizadas. Ahora en necesario colocar dos elementos más. El primero se hará posiciónando la cruz sobre el extremo de la línea que sale del Pin 8 y allí ejecutar el comando <**P+**>. Se abrirá la ventana de **Signal Name** y en la línea correspondiente escribir **+6V,** luego **Confirm**.

Utilizar el mismo procedimiento para colocar el símbolo de masa (**GND**) pero ahora utilizando el comando <**PG**> por **Place GND** en la línea del Pin 1.

A este punto la imagen que se verá en la **Plantilla de Trabajo** es la que muestra la Fig. 9. En la unión de las líneas que parten de los Pines 4 y 8 del integrado se debe colocar un punto de conexión (**DOT**) Para ello colocar la cruz en posicionada en dicha unión y ejecutar el comando <**PD**>.

Si bien el integrado viene con los pines numerados, otros componentes no. Por lo tanto, si no están visible la numeración de pines en color rosado, ejecutar el comando <**SM**>, por **Setup Draw Modes**, y seleccionando en la

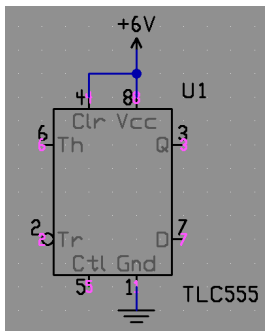


Fig. 10

lista de los **Tags** el correspondiente a **Pad Pin Number** (Fig. 11).

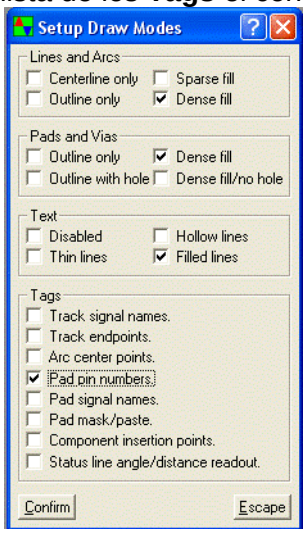


Fig. 11

Colocar ahora más componentes necesarios para el **Proyecto1.**
Con el uso del comando <**PC**> por **Place Component** , el la ventana de datos escribir en el campo Pattern: **R*** y luego presionar **Enter.**
Es importante entender bien y practicar esta parte del diseño.
De la lista de la derecha muestra los componentes (Fig. 12) que comienzan con la letra **R** seleccionar la primer resistencia la que es nombrada **R** y que tiene una descripción **Generic [Vertical]**. Notaran que el componente tiene un **Ref ID**: de **R1**. Este número se asigna automáticamente y en este caso resulta **R1** pues el primer resistor agregado al proyecto. Dado que es un nuevo componente tiene como valor **Type/Value**: **¿ohms**. En este campo y escribir 10Kohm.
Luego colocar el cursor en el campo correspondiente a **PCB Pattern** donde se lee **R*** y presionar **Enter**.

De inmediato el programa nos mostrará la lista de los componentes para

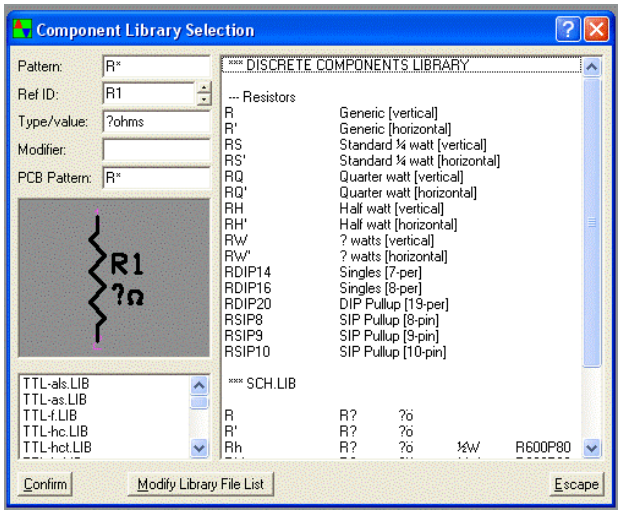


Fig. 12

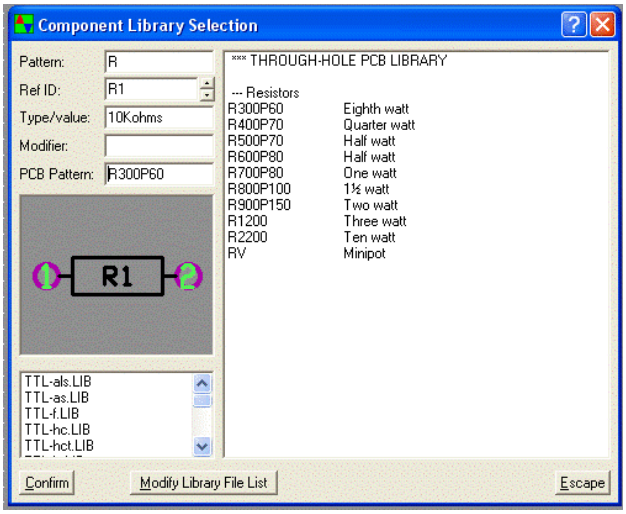


Fig. 13

PCB que comienzan con la letra **R** (Fig. 13). Seleccionar el primero, **R300P60 Eight watt** . Y ahora nuestra resistencia está lista para ser colocada en el diseño, para lo cual haga click en **Confirm**
La resistencia se mostrará en blanco y atada al cursor. Ubicarla de forma tal que el Pin 2 de **R1** quede unos **100 mils** más arriba de la altura del Pin 6 del integrado **U1** y levemente a la izquierda del mismo (aproximadamente **400 mils**)

Colocar el capacitor **C1**:
Colocar ahora el capacitor de 10µF con el Pin 1 del mismo unos **100 mils** debajo del Pin 2 del integrado y verticalmente alíneado con la resistencia R1. Para hacer esto ejecutar el comando <**PC**>, e ingresar como **Pattern** : **C***, dar **Enter** y seleccionar de la lista **Generic [vertical]**, **tipear 10µF** dentro del campo **Type/Value**:, y luego con el cursor colocado en el campo de **PCB Pattern** donde se lee **C*** y dar **Enter**. De la lista seleccionar el componente **C100/150 Tantalum** y luego presionar **Enter**. Conectemos ahora mediante el comando <**PW**> el Pin 2 de **R1** con el Pin 1 de **C1**. Luego conectar los pines 6 y 2 del integrado con la línea recién colocada.

Colocar un punto de conexión (**DOT**) en las dos intersecciones de líneas mediante el comando <**PD**>. La razón de haber colocado los pines de la resistencia y del capacitor a **100 mils** de los

pines 6 y 2 del **TLC555** es que si estos últimos estuviesen alíneados con los correspondientes de **R1** y **C1** no podríamos haber colocado los puntos de conexión justo sobre los pines de **R1** y **C1**. Si bien esto hubiera sido aceptable desde el punto de vista funcional eléctrico, a los efectos del programa colocar un **DOT** sobre un Pin o Pad **no esta permitido**. Si se lo intenta se obtendrá un aviso sobre la **Barra de Estado** diciendo "**`Illegal pad overlap`**"

Colocar luego una masa (**GND**) unos **100 mils** debajo del Pin 2 de **C1** y luego unirlo con el Pin azul de la masa. Recordar que (**GND**) se obtiene ejecutando el comando <**PG**>.

Conectar ahora el Pin 1 de **R1** con el Pin 3 de **U1**. Nuevamente usamos el comando <**PW**> y partiendo del Pin 1 de **R1** subir **100 mils** luego a la derecha **1100 mils** aprox. y bajar hasta la altura del Pin 3 del **U1** y luego a la izquierda para llegar al pad verde del Pin 3 del **TLC555.**

A este punto se debería tener algo como la siguiente Fig. 14

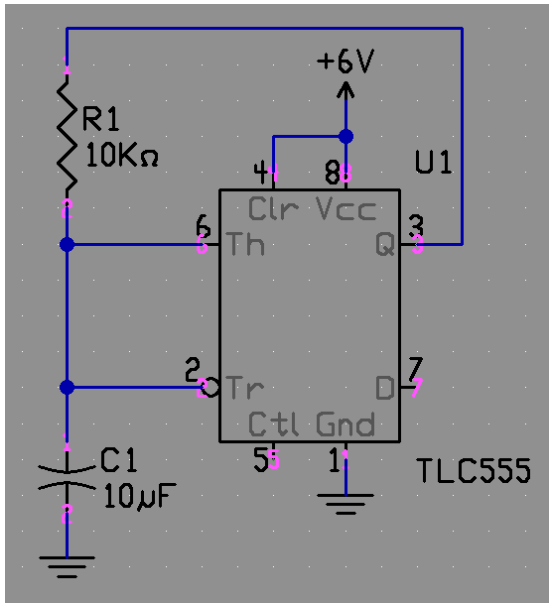



Fig. 14

Colocar el **LED D1**

Nuestro diseño incluye un diodo **LED**. Para colocarlo volver a ejecutar el comando <**PC**> para colocar componentes y comenzar por escribir en el campo **Pattern** la palabra **LED*** (no olvidar el asterisco) y presionar **Enter**. De la lista de la derecha seleccionar **LED** cuya descripción es **Light emitting [vertical]** . En el campo **Type/Value** escribir **LED** . Luego colocar el cursor en el campo **PCB Pattern** donde debe estar escrito **LED*** (con el asterisco) y presionar **Enter**. Aparece luego la nueva lista a la derecha de la cual elegir el primer componente **LED** con la descripción **Light emitting diode**. Confirmar presionando **Confirm.** Colocar el **LED** a la izquierda de **C1** como se muestra en la Fig. 15.

Incorporar ahora la resistencia **R2**, con el mismo procedimiento ya visto para **R1** pero ahora eligiendo una resistencia **Generic[horizontal]** y en el campo **Type/Value** escribir: **33ohms**. Confirmar y colocarla un poco debajo del Pin 5 del **TLC555** como se ve en la Fig. 15.

Con <**PD**> colocar un punto de conexión (**DOT**) en la línea de unión de **R1** y **C1** y desde allí una línea con el comando <**PW**> desde este **DOT** al Pin **A** (**ánodo**) del **LED**. Colocar otra línea desde el Pin **K** (**cátodo**) del **LED** hasta el Pin1 de **R2** y desde el Pin 2 de **R2** hasta el Pin 7 de **U1** como se ve en la Fig. 15.

Este es el ejemplo de como debería haber quedado el circuito eléctrico terminado hasta el momento.

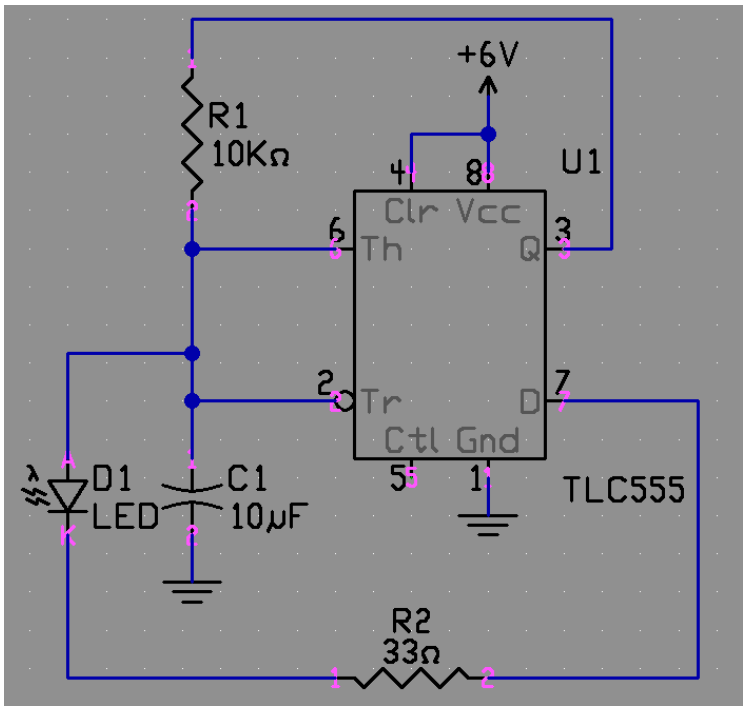



Fig. 15

Está casi completo, falta solo colocar en algún lugar del diseño la entrada de tensión al circuito.

**Conector de entrada de tensión +6V**

Esto se hace con el ya conocido comando de agregar componentes <**PC**> y luego en el campo **Pattern**: escribir **SIP*** y dar **Enter**. De la lista seleccionar el primero **SIP2** de dos terminales. Luego en el campo de **PCB Pattern** escribir **SIP2*** (no olvidar de colocar el asterisco) y dar **Enter**.
Debería dar una sola posibilidad, el **SIP2 2-pin x.100** y confirmar con **Confirm.** Colocarlo en algún lugar de la **Plantilla de Trabajo** y luego con los procedimientos ya vistos colocar una línea a cada Pin del conector. A la línea del Pin1 colocarle el puerto **+6v** con el comando <**P+**> y al otro Pin un símbolo **GND** con el comando <**PG**>.
Por último salvar el archivo con el comando <**FS**>

**Generar el archivo de lista de conexiones (Netlist)**

La lista Netlist es una lista detallada de todas las conexiones entre los todos los componentes. Describe también cualquier falta de conexión o error que pueda encontrar. Este archivo será necesario para poder comenzar el diseño del Circuito Impreso(**PCB**) como se verá en el Capítulo 2.

Se debe ahora generar la lista **Netlist** Para ello usar el comando <**NO**> o bien desde el Menú **Nets** y luego **Netlist Out**. Nos mostrará el nombre del archivo que el programa generará, el cual tendrá el mismo que el del **Proyecto1** y como extensión **.NET,** Por lo tanto el archivo se llamará "**Proyecto1.NET**" . Confirmar con **Confirm**.

En caso de que haya algún error en el circuito, por ejemplo un cortocircuito entre **+6V** y **masa** o una doble línea, o cualquier otro error, se marcaran en blanco las conexiones afectadas y en **la Barra de Estado** se mostrará un mensaje de error.

Eliminar los errores y volver a ejecutar el comando <**NO**>

SI todo se realizó como lo indicado se obtendrá como resultado lo que se muestra en la Fig. 16

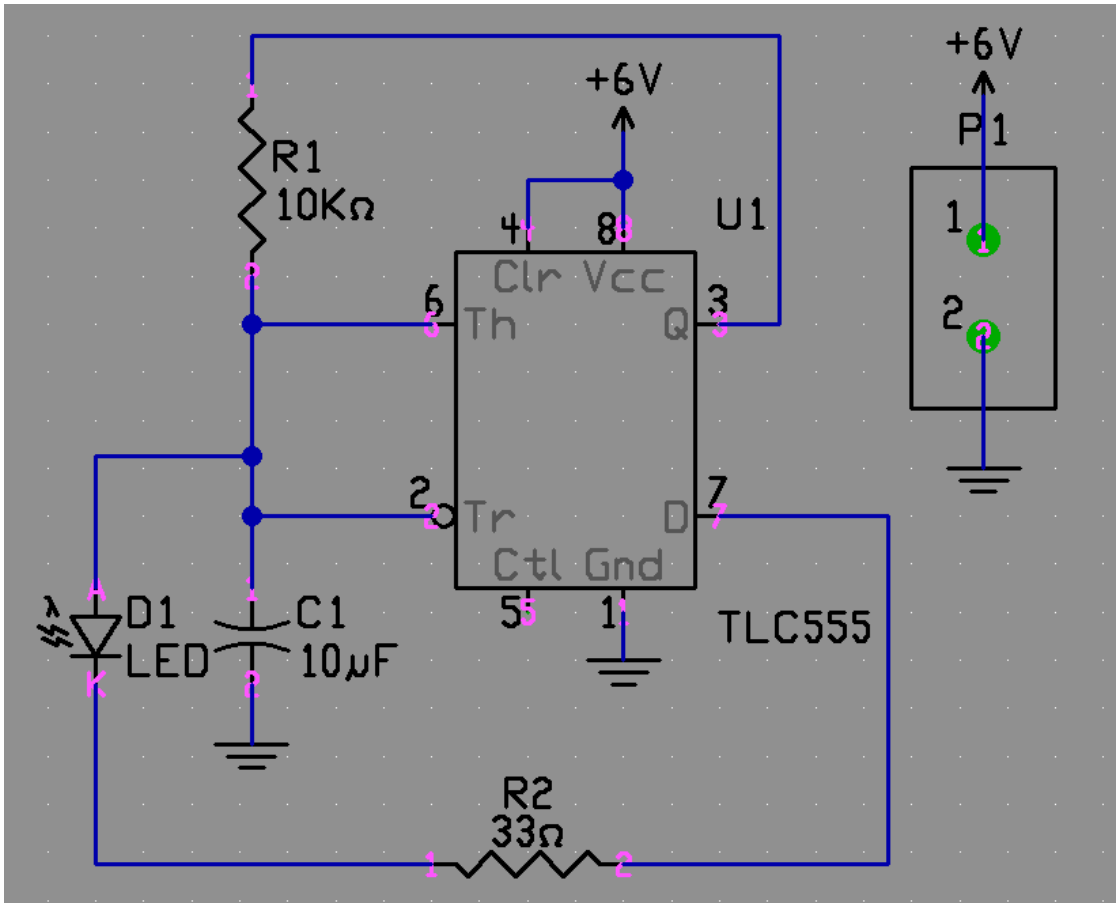



Fig. 16 – Circuito Eléctrico Terminado

Todo se encuentra listo ahora para comenzar con el diseño del circuito impreso (**PCB)** lo cual será desarrollado en el Capítulo 2.

# CAPÍTULO 1 - ANEXO 1

## El Menú de Circad'98 versión 4.2t

El **Menú** de este programa consta de los siguientes campos: **File, Place, Grab, Edit, Delete, Query, Un-Do, Setup, Block, Nest, Zoom y Help.**
La mayoría de las funciones que tienen estos campos operan tanto para realizar los esquemas de **Circuitos Eléctricos** como los de **Circuito Impreso** (**PCB**). No obstante algunas son exclusivas de uno de los dos esquemas nombrados.
Veamos ahora el detalle de cada uno de estos por separado:

| **File** (Archivo) | |
|---|---|
| **FW** | New File (hacer nuevo archivo) |
| **FO** | Open File (buscar y abrir archivo) |
| **FR** | Re-Open (abrir archivo) |
| **FT** | Total Recall (mostrar lista) |
| **FD** | Load (cargar archivo) |
| **FC** | Close (cerrar archivo) |
| **FE** | Erase (borrar archivo) |
| **FS** | Save (guardar archivo) |
| **FA** | Save As (guardar como) |
| **FI** | Information (info del archivo) |
| **FN** | Next (próximo archivo) |
| **FV** | Prev (archivo anterior) |
| **FL** | Select (elegir archivo abierto) |
| **FG** | Gerber Out (a modo Gerber) |
| **FP** | Printer Out (Imprimir) |
| **FB** | BOM Output (lista componentes) |
| **FX** | Exit/Quit (salir del programa) |

| **Place** (Colocar) | |
|---|---|
| **PL** | Line (línea) |
| **PO** | Ortho-line (orto-línea) |
| **PE** | Vertex (vértice) |
| **PA** | Arc/circle/ellipse (arco/circulo/elipse) |
| **PY** | Arc graphically (arco gráfico) |
| **PP** | Pad (pad u oblea para conexión) |
| **PV** | Via (pad para puentes ente caras) |
| **PT** | Text (texto) |
| **PC** | Component (componente) |
| **PF** | Filled Solid (relleno sólido) |
| **PS** | Signal Port (puerto de señal) |
| **PB** | Bus Port (puerto bus) |
| **P+** | +/- Port (puerto de + / -) |
| **PG** | Signal GND (señal de Masa) |
| **PH** | Earth GND (señal de tierra) |
| **PM** | Named GND (nombrar masa) |
| **PN** | Signal Name (nombrar señal) |
| **PD** | Signal Dot (unión de señal) |
| **PW** | Signal Wire(línea de conexión eléctrica) |
| **P I** | Bus Wire (bus de conexión) |
| **PR** | Arrowhead (cabeza de flecha) |
| **PX** | XY Dimension (coordenadas X e Y) |

**Cuadro 1** – Detalle de los comandos para **File** y **Place**

Si bien el menú se puede manejar perfectamente con el mouse en la mayoría de los casos, resulta muy conveniente que el usuario aprenda a utilizar los comandos abreviados de dos letras que se ejecutan secuencialmente desde el teclado. En algunos casos esta resulta ser la única opción para alguna de las funciones del Menú.

| **Grab** (seleccionar p/mover, girar, etc) | | **Edit** (modificar parámetros) | |
|---|---|---|---|
| **GL** | Line (línea) | **EL** | **L**ine (línea) |
| **GE** | Vertex (vértice) | **EA** | **A**rc/circle (arco / círculos) |
| **GA** | Arc edge (borde del arco) | **EP** | **P**ad/via (pad y via) |
| **GG** | Arc origin (origen del arco) | **ET** | **T**ext (el texto) |
| **GP** | Pad/via (pad o via) | **EX** | Te**x**t parms (del texto) |
| **GT** | Text (texto) | **EC** | **C**omponent (componente) |
| **GC** | Component (comp. con conexiones) | **EE** | Locate T**e**xt (localizar texto) |
| **GO** | Comp Only (solo el componente) | **EO** | L**o**cate Cmp (localizar componente) |
| **GI** | Item (un item) | **EK** | **K**rump Cmp (agrega o quita items a comp.) |
| **Despues de seleccionar:** | | **EF** | Krump **F**illed Solid (agrega vertices a relleno) |
| **R** | Rotate 90° (gira 90º lo seleccionado) | **ER** | Cnv. Line to A**r**c (convierte línea en arco) |
| **N** | Rotate Nº (gira N grados ) | **EQ** | Rese**q**uence Cp (renumera componentes) |
| **X** | Mirror X (imag.especular horizontal) | **selección con Grab** | **G** Grid Aligned comp. (alínea componente) |
| **Y** | Mirror Y (imag. especular vertical) | | **D** Grid Aligned Text (alínea texto) |
| **M** | Mirror T/B (imag.de una cara a otra) | | **N** Pad Align tracks (alínea línea a pad) |
| | | | **M** Center SMT insertion Point (para SMD) |
| | | **ES** | **S**nap Item (el cursor va a al comp.+ cercano) |

| **Delete** (borrar, eliminar) | | **Query** (consulta datos sobre:) | |
|---|---|---|---|
| **DL** | **L**ine (una línea) | **QL** | **L**ine (una línea) |
| **DM** | **M**ulti-line (multi-línea) | **QA** | **A**rc/circle (un arco o circulo) |
| **DE** | V**e**rtex (un vértice) | **QP** | **P**ad/via (un pad o un via) |
| **DA** | **A**rc/circle (un arco o un circulo) | **QT** | **T**ext (un texto) |
| **DP** | **P**ad/via (un Pad o un Via) | **QC** | **C**omponent (un componente) |
| **DT** | **T**ext (un texto) | **QR** | **R**aft Boxes (cajas Raft) |
| **DC** | **C**omponent (un componente) | **Q I** | **I**mage Editor (una imagen) |
| **DF** | **F**illed Solid (un relleno solido) | **QV** | **V**iew Window (muestra ventana windows) |
| **D I** | **I**so-islands (un sector aislado) | **QZ** | **Z**oom Window (maneja el zoom de windows) |
| **DR** | Tea**r** Drops(quita los triángulos del pad) | | |
| **DG** | **G**rabbed Items (un item selecionado) | | |
| **DH** | **H**ilighted Items (un item destacado) | | |

**Cuadro 2** – Detalle de los comandos para **Grab, Edit , Delete y Query.**

| **Undo** (deshace / rehace lo eliminado) | |
|---|---|
| **UU** | **U**ndo Event (dehacer lo hecho último) |
| **UA** | Undo **A**ll (deshace todo lo hecho a la vez ) |
| **UE** | Redo **E**vent (rehace lo último borrado) |
| **UR** | **R**edo All (re-hace todo lo borrado a la vez) |
| **US** | Purge Undo **S**tk (borra la lista de deshacer) |
| **UP** | **P**urge Redo Stk (borra la lista de re-hacer) |

**Cuadro 3** – Detalle de los comandos para **Undo**

| **Setup** (organizar, establecer) | |
|---|---|
| **SL** | **L**ayers (las distintas capas) |
| **SM** | Draw **M**odes (los modos de dibujo) |
| **SD** | Grid **D**ots (los puntos de la grilla) |
| **S I** | Pixel **I**mage (la imagen de pixels) |
| **SF** | Library **F**iles (los archivos de librería) |
| **SV** | **V**ia Parameters (los parámetros de los via) |
| **SX** | **X**Y Dims. Lines (dimensiones de las líneas XY) |
| **SC** | **C**learances (los espacios entre elementos) |
| **SS** | **S**nap Table (la tabla de valores de movimientos) |
| **SG** | **G**rid Snap (selección del valor de movimiento) |
| **SP** | Zero **P**oint (establece en punto x=0 y=0) |
| **SB** | Status **B**ar (la barra de estado) |
| **SW** | Mirror Vie**w** (vista especular) |
| **ST** | Or**t**ho Mode (el movimiento ortogonal) |
| **SK** | **K**eystrokes Mcrs (ver las macro del menú) |
| **SO** | **O**ptions (las opciones del programa) |

**Cuadro 4** – Detalle de los comandos para **Setup**

| **Block** (hace un bloque) | |
|---|---|
| **BG** | Rectan**g**le (rectángular) |
| **B I** | Poly**l**ine (poligonal) |
| **BP** | Animated **p**erimeter (activa perímetro animado) |
| **BE** | R**e**lease (lo libera) |
| **BM** | **M**ove (lo mueve) |
| **BC** | **C**opy (copia y luego pegar tecla izq. Mouse x2) |
| **BD** | **D**elete Inside (eliminar interior de un bloque) |
| **BU** | Delete O**u**tside (eliminar exterior a un bloque) |
| **BH** | **H**ilight Mismatch (resalta los no coincidentes) |
| **BB** | **B**uild Component (crea un componente) |
| **BN** | **N**est Component (anida componentes) |
| **BF** | **F**lood Fill (rellena espacios del lado cobre) |
| **BA** | Te**a**r Drop (coloca un triangulo en los pads) |
| **BT** | **T**rack Isolation (aisla pista) |
| **BO** | Isolation **O**utput (aisla salida) |
| **BL** | **L**ayers (establece la capa al bloque) |
| **BR** | **R**otation ( parámetros para copiar o mover) |

**Cuadro 5** – Detalle de los comandos para **Block**

| **Nets** (malla de conexiones) | |
|---|---|
| **N I** | Netlist **I**n (importar malla de conexiones) |
| **NO** | Netlist **O**ut (enviar malla de conexiones) |
| **NP** | **P**inlis Out (enviar listado de pines) |
| **NR** | **R**at-nest (mostrar la malla de conexiones) |
| **NL** | Rat-**L**ine (muestra la conexión de una señal) |
| **NU** | **U**n-ratnest (esconder la malla de conexiones) |
| **NH** | **H**ilight Net (resaltar la malla de conexiones) |
| **NN** | **N**ame Net (nombrar a los elementos resaltados) |
| **NM** | I**m**age (hace una imagen BMP de los resaltados) |
| **NC** | **C**lear hilight (limpia el resaltado) |
| **NS** | Net **S**can (muestra la malla de lo seleccionado) |
| **N+** | Net Scan**+** (scanea las conex. en orden creciente) |
| **N-** | Net Scan **-** (scanea las conex. en orden decrec.) |
| **NG** | Net Scan Lo**g** (muestra un archivo de errores) |

**Cuadro 6** – Detalle de los comandos para **Nets**

| **Zoom** (varía tamaño de la vista) | |
|---|---|
| **Z I** | **I**n [1.414x] (aumenta un 41%) |
| **ZO** | **O**ut [.707x] (disminuye un 30%) |
| **ZS** | **S**cale [dpi] (selecciona la escala en DPI) |
| **ZR** | **R**e-draw (re-dibuja pantalla a igual escala) |
| **ZL** | **L**ayer (selecciona una capa ("layer") activa) |
| **ZC** | **C**enter (redibuja la pantalla con nuevo pto central) |
| **ZP** | **P**revious (regresa al la magnificación previa) |
| **ZX** | E**x**tents (muestra la hoja completa del proyecto) |
| **ZW** | **W**indow (la pantalla va en un lugar especifico) |

**Cuadro 7** - Detalle de los comandos para **Zoom**

| **Help** (Ayuda: con el mouse) | |
|---|---|
| * | Brief **O**verview (explicación abreviada) |
| * | **H**elp ( ayuda) |
| * | **M**anual (manual) |
| * | How **T**o (¿como hago?) |
| * | **A**bout (acerca de CirCad) |

**Cuadro 8** – Menú de ayuda **HELP**

- Sin comandos, solo con el mouse

# Tutorial sobre el CirCad’98

Por**: LU7DTS, Antonio Capoccetti**

## Capítulo 2

## DISEÑO DE UN CIRCUITO IMPRESO

En este Capítulo se verá la forma en que Circad’98 con la información elaborada en el archivo **Netlist** contará con todo lo necesario para comenzar a diseñar el PCB. Se recuerda que al final del Capítulo 1 el archivo formado por el comando <**NO**> fue guardado con la extensión **.NET**. En particular en ese caso el archivo tiene el nombre de **Proyecto1.NET**.

Antes de comenzar, verificar el contenido del archivo mencionado abriendo el mismo. Para ello utilizar el comando <**FO**> y de la lista seleccionar **Proyecto1.NET**. El resultado será el que se ve en la siguiente Fig. 17

```
SCHEMATIC PARTS LIST          C:\Archivos de programa\CIRCAD'98\Proyecto\Proyecto1.SHC          06/17/11

--- NAME ---    ------------------------------------ PARAMETERS ------------------------------------

C1              C100/150                10µF                                    C
D1              LED                     LED                                     LED
P1              SIP2                    SIP header              2-pin           SIP2
R1              R300P60                 10Kω                                    R
R2              R300P60                 33ω                                     R
U1              DIP8                    TLC555                                  TLC555
#SCHEMATIC NET LIC:\Archivos de programa\CIRCAD'98\Proyecto\Proyecto1.SH06/17/11

--- NAME ---    -------------------------- NODES --------------------------

$0001           C1-1    D1-A    R1-2    U1-6    U1-2
$0002           D1-K    R2-1
$0003           R1-1    U1-3
$0004           R2-2    U1-7
$0005           U1-5
+6V             P1-1    U1-4    U1-8
GND             C1-2    P1-2    U1-1

END OF FILE
```

Fig. 17

Como se ve, la información contiene en la parte superior la lista de componentes y toda la referencia necesaria para instalarlos en el Circuito Impreso (**PCB**).

La información referente a las conexiones viene mostrada bajo el titulo **Schematic Net List**.

Cada línea de señal de conexión tiene un número y todos los elementos donde la misma va conectada. El primer caso la línea **$0001** va conectada al Pin 1 de **C1**, al Pin A de **D1**, al Pin 2 de **R1**, a los Pines 6 y 2 de **U1** (TLC555). Así sucesivamente con las otras cuatro líneas. La línea **$0005** la vemos conectada solo al Pin 5 de circuito integrado **U1**. Esto es así porque nuestro circuito eléctrico no tiene prevista ninguna conexión para este Pin 5 del integrado, lo que en resumen quiere decir que no existe tal línea.

Nos dice que los **+6V** están conectados a Pin 1 del conector **P1**, al Pin 4 y al Pin 8 del circuito integrado **U1**.

Nos informa además que están conectados a masa (**GND**) el Pin 2 del capacitor **C1,** el Pin 2 del conector **P1** y el Pin 1 del **TLC555**

Con esta información podremos entonces verificar si todos los componentes de nuestro proyecto están perfectamente conectados o si por el contrario falta alguna conexión que hayamos olvidado de efectuar.

**Crear el archivo Proyecto1.PCB**

Debemos comenzar por crear la plantilla de trabajo donde hacer el diseño del **PCB**. Para ello usar <**FW**> para crearlo, seleccionar **PCB File** y luego **Size A**. Dar nombre al archivo como **Proyecto1.PCB**. La extensión **.PCB** reconocerá a este archivo como diseño de **PCB**.
Lo primero y necesario es establecer el **Grid Snap** a un valor de **25 mils**. Para esto utilizar el comando <**SG**> y seleccionar el valor **25** como se indicó en el **Capítulo 1** (ver Fig. 8 y la explicación)
El paso siguiente es importar el archivo **Netlist** creado con el Circuito Eléctrico. Para hacerlo ejecutar el comando <**NI**> desde el teclado.

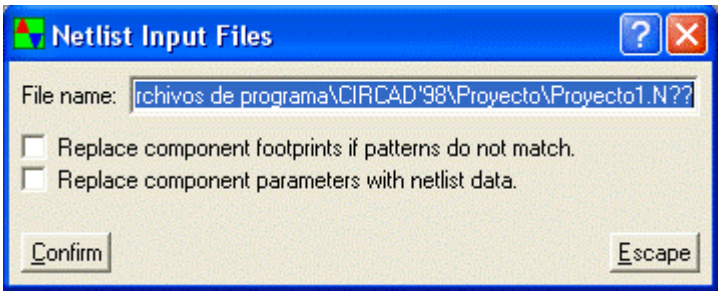
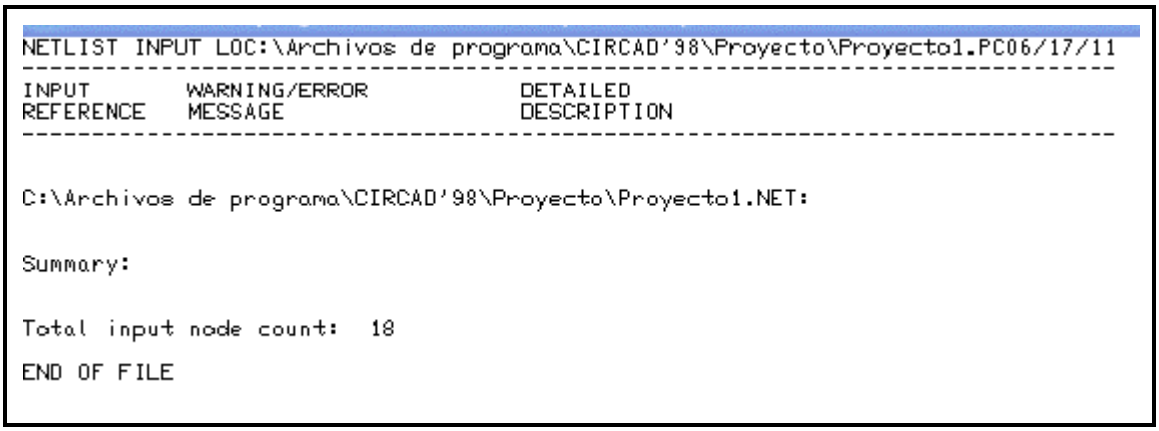



Fig. 18

Al ejecutar ese comando se abrirá una ventana donde indica el nombre del archivo y su ubicación. Por lo general ya viene el nombre incluido en la ventana solo que la extensión viene como **.N??** (Fig. 18)
Reemplazar los dos signos interrogativos por **ET** para que la extensión sea **.NET**

Hecho esto confirmar presionando **Confirm.**
Entonces se abrirá el archivo de confirmación que vemos en la siguiente Fig. 19.



```
NETLIST INPUT LOC:\Archivos de programa\CIRCAD'98\Proyecto\Proyecto1.PC06/17/11
--------------------------------------------------------------------------------
INPUT       WARNING/ERROR           DETAILED
REFERENCE   MESSAGE                 DESCRIPTION
--------------------------------------------------------------------------------

C:\Archivos de programa\CIRCAD'98\Proyecto\Proyecto1.NET:

Summary:

Total input node count:  18

END OF FILE
```

Fig. 19

Cualquier error podría estar listado en este informe que tiene una extensión **.LOG** . En este caso todo indica estar en condiciones encontrándose 18 nodos de entrada.
Al fondo a la izquierda de la Plantilla de Trabajo se podrá ver entonces los componentes en su modo de diseño para PCB como muestra la siguiente Fig. 20.

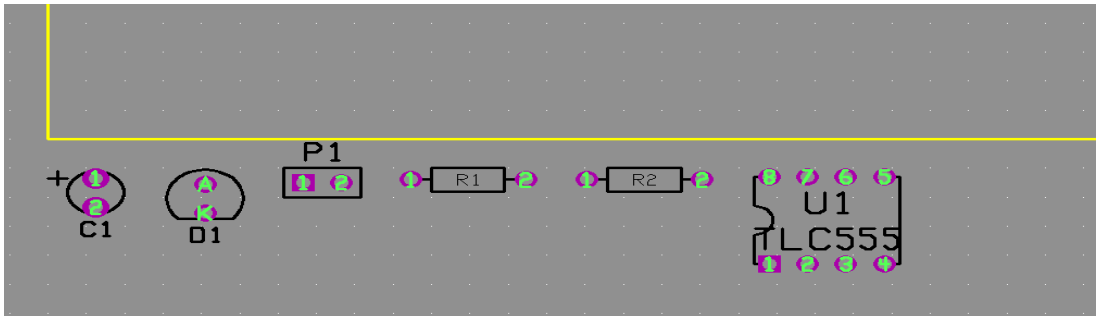



Fig. 20

Como se aprecia se ven los 6 componentes de nuestro proyecto listos para ser colocados sobre la Plantilla de Trabajo.

Para hacerlo usar el comando <**GC**> **Grab Component** (por mover componente) y de a uno ir colocándolos en una disposición como se muestra en la Fig. 21.

Cuando se selecciona el componente, este aparece de color blanco y en ese momento se puede mover a la posición que deseamos colocarlo.

Puede darse que los componentes se encuentren en posiciónes que nos gustará cambiar. Para ello mientras estamos moviendo el componente y antes de hacer click con la tecla izquierda del mouse para fijarlo podemos con la tecla **R** ir girando de a 90 grados la posición del mismo.

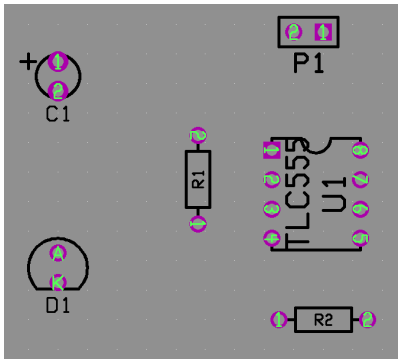



Fig. 21

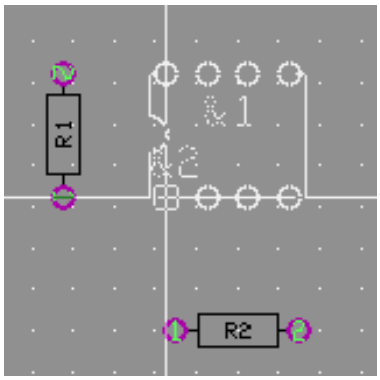



Fig. 22a

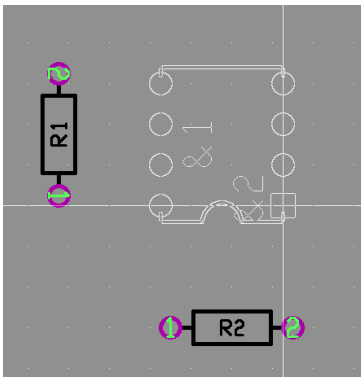



Fig. 22b

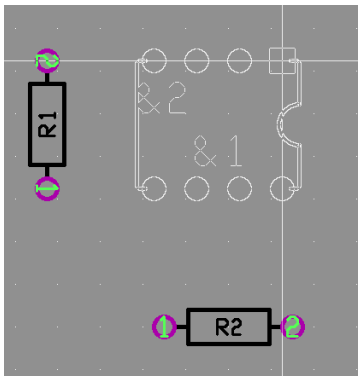



Fig. 22c

Las Fig. 22a 22b y 22c muestran como con cada presión de la tecla **R** va girando el componente previamente seleccionado con el comando <**GC**>.

Para comenzar a trazar las pistas de cobre que serán parte del PCB es importante tener en cuenta que el ancho de las mismas debe estar relacionados con la corriente que deben transportar. Cuando sea posible elegir anchos de pista de **30, 40 o 60 mils** o más. De **15 mils** (**0.38mm**) para las pistas que van entre los Pads de un circuito integrado . En los trabajos de aficionados no utilizar pistas menores a **15-20 mils** (**0.38 – 0.51 mm**). Usar siempre el ancho de pista mayor posible.

Comenzaremos ahora con el trazado de la red de conexiones (**Rat-nest**) para ello usamos el comando <**NR**> y veremos entonces en color amarillo las conexiones a realizar entre componentes.

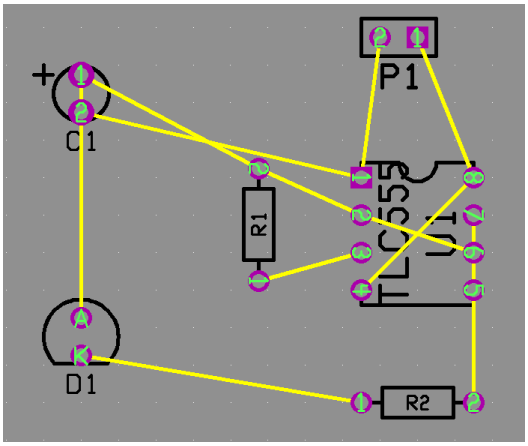



Fig. 23

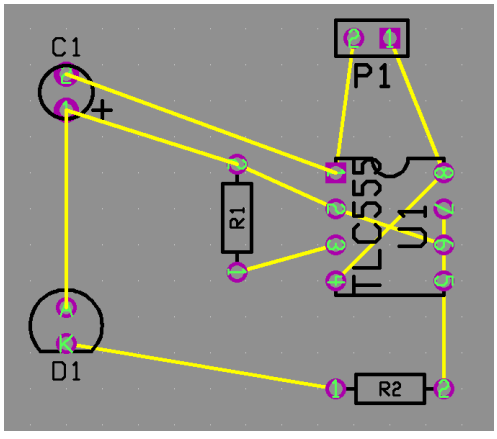



Fig. 24

La Fig. 23 muestra lo que el comando <**NR**> ha realizado. La posición del capacitor **C1** la podemos rotar como lo ya explicado con el comando <**GC**> y la tecla **R** para que se posicione como se ve en la Fig. 24.

A partir de ahora comenzamos a colocar las pistas de conexión entre componentes, pero antes debemos establecer nuestra Plantilla de Trabajo en la capa (**Layer**) **Bottom Copper**.

Las distintas capas o layers se pueden elegir utilizando la tecla **+** y la tecla **–** del pad numerico del teclado. Ejecutar el comando <**PL**> **Place Line**. El nombre de la capa (**Layer**) debe ser la **8 Botton Copper** y luego establecer un ancho de línea (**Línea Thickness**) de **0.040".** Confirmar presionando **Confirm** .
A partir de allí comenzar a trazar las pistas entre los Pad o Pines que deben ser conectados cuidando de no cruzar ninguna de estas para no generar cortocircuitos. A medida que vamos progresando con la colocación de las pistas, ejecutamos el comando <**NR**> a los efectos que se vayan suprimiendo las conexiones virtuales (amarillas) correspondientes a las pistas ya colocadas. Cuando hayamos finalizado con la última pista ejecutamos por última vez el comando <**NR**> y ya no deberian quedar ninguna conexión virtual de color amarillo. El circuito terminado se verá entonces como el de la Fig. 25.

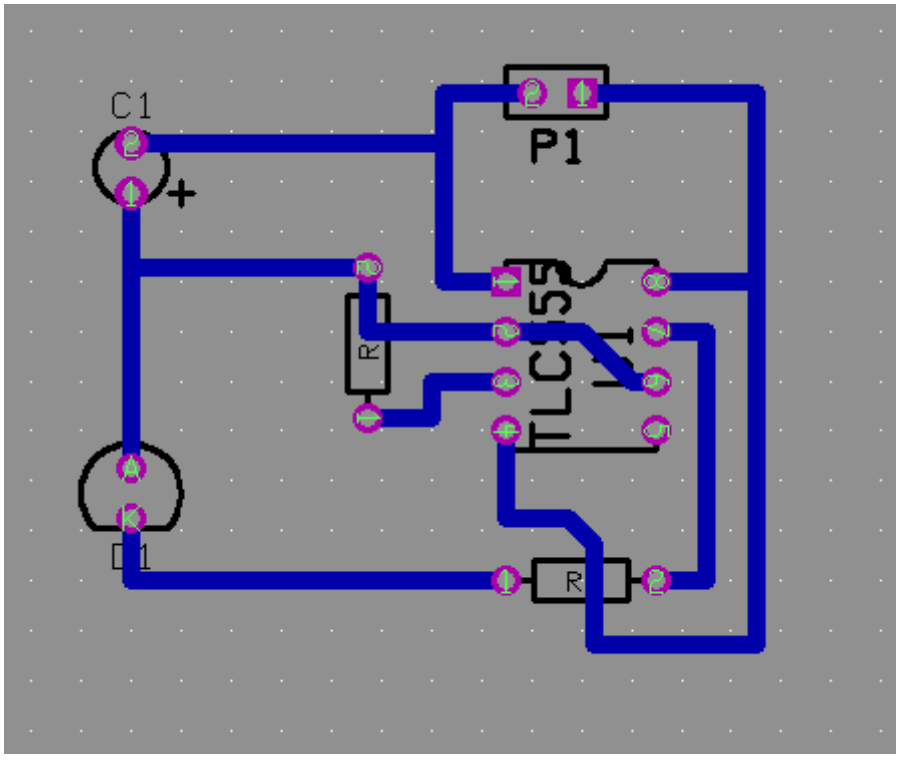



Fig. 25 – Trazado de las pistas terminado.

Es obvio que la distribución de los componentes puede ser mejorada pero la dejamos de esta forma para mayor claridad y comprensión del procedimiento realizado.
La forma que se encuentra el proyecto es la que se ve en la Fig. 25 y es de funcionalidad total.
Veremos algunas otras opciones para dar una terminación más profesional al proyecto.

**Rellenando los espacios**
Muchos de los circuitos impresos que hoy se ven no vienen solamanente con las pistas, sino que por el contrario éstas vienen rodeada del mismo cobre de la placa. Esto se hace por una parte para ahorrar Cloruro Férrico que se utiliza para remover el cobre excedente de la placa y por otra parte para unificar alguna parte del circuito eléctrico, normalmente la masa (**GND**).
Si se quiere realizar este diseño lo primero que haremos es colocar el proyecto en una capa distinta a la del cobre (**Botton Copper**) Para ello podemos elegir la capa (**Layer**) **Mid Layer 2.**

Estando ya en la **Mid Layer 2**, usamos el comando <**BG**> para cubrir con un block rectangular la zona de trabajo como vemos en la Fig. 26.

Al ejecutar el comando debemos marcar con la tecla izquierda del mouse el vértice superior izquierdo y luego el vértice inferior derecho y por último hacer click con la tecla izquierda del mouse en cualquier lugar dentro del rectángulo creado.

Luego debemos ejecutar el comando <**BF**> o bien con el mouse seleccionar el menú **Block** y luego el elemento **Flood Fill**.
Al seleccionar este elemento el programa nos mostrará una ventana donde debemos dar las instrucciones sobre la distancia que queremos dejar libre alrededor de las pistas como así también alrededor de los Pads.

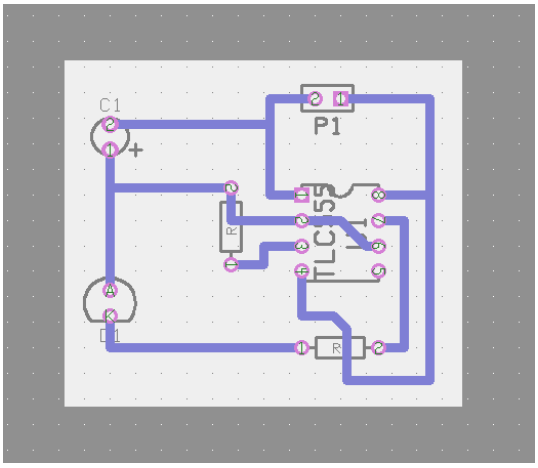



Fig. 26

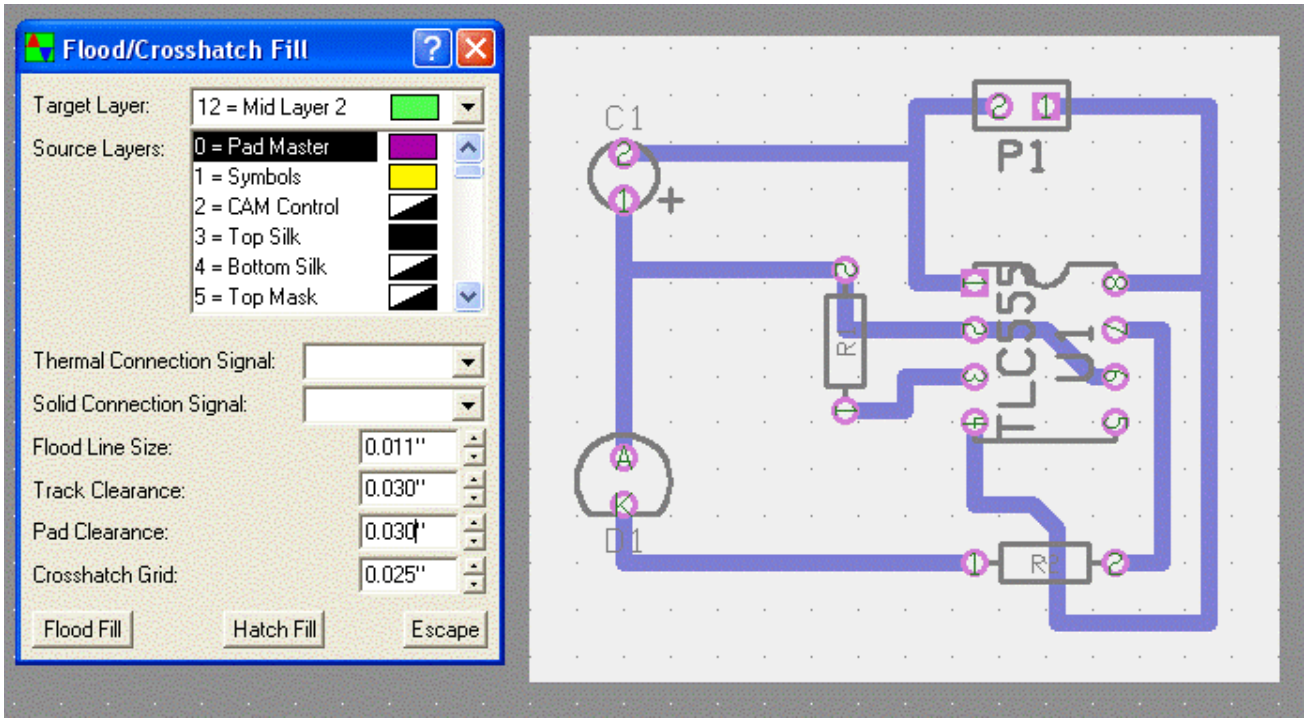



Fig. 27

Tal como vemos en la Fig. 27 el **Target Layer** debe ser la capa **12** o sea **Mid Layer 2**. Como **Source Layer** se debe seleccionar las dos capas que queremos rodear con el resto del cobre de la placa esto es la **0 = Pad Master** y la **7 = Botton Copper**. Ambas deben quedar con fondo negro como se ve en la Fig. 27 la del **Pad Master**.
En este caso hemos dejado sin seleccionar **Thermal Connection Signal** y **Solid Connection Signal**. Luego se verán estas variables.
El campo de **Flood Line Size** dejar como viene o sea **0.011"**
El campo de **Track Clearance** que establece la distancia entre las pistas y el cobre que rodeará las mismas, se eligió **0.030"**
El **Pad Clearance** que establece lo mismo pero para los Pads se eligió la misma distancia o sea **0.030"** En términos de milímetros esta distancia es de aproximadamente **0.8 mm.**
Finalizado de llenar los datos en los campos aceptar presionando **Flood Fill** y el resultado es el que se muestra en la Fig. 28.

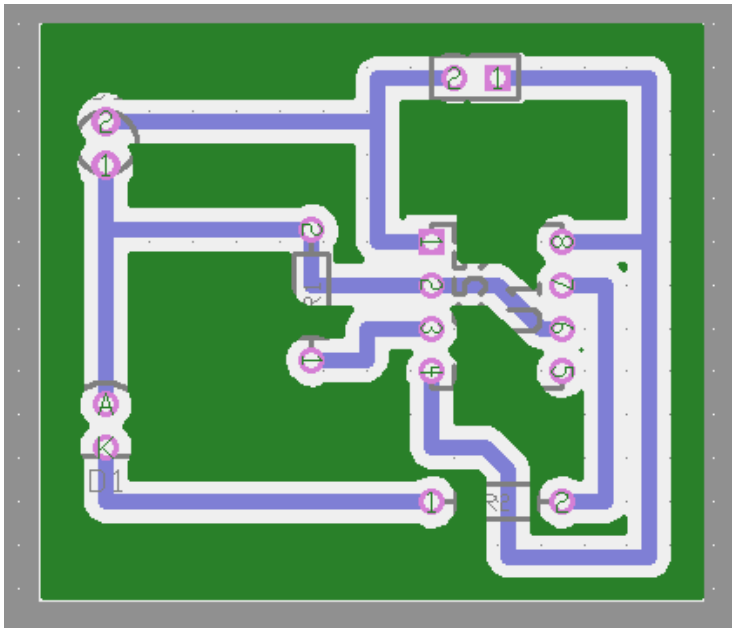


Fig. 28

Veamos ahora la utilización de otras alternativas para cubrir con cobre el resto de la placa.
Es posible utilizar este mismo cobre para realizar las conexiones de masa, o sea todos los Pads que se encuentran conectados a **GND**.
De utilizar alguna de las dos formas de hacerlo no serán entonces necesarias las pistas que conectan el Pin 2 de **C1** con el Pin 2 de **P1** y con el Pin 1 de **U1**. Entonces removamos estas líneas.
Para deshacer lo hecho en el procedimiento anterior ejecutar el comando <**UU**> con lo cual se retorna a la situación de la Fig. 26. Todavía quedará con el block marcado. Para quitarlo ir al menú **Block** y luego seleccionar el elemento **Release** o bien ejecutar el comando <**BE**>.
Se está ahora en condiciones de eliminar las pistas ejecutando el comando <**DL**> y haciendo click cuando la cruz está posiciónando sobre cada una de las pistas.
Eliminadas las pistas de **GND**, cubrir nuevamente el proyecto con el **Block** con el comando <**BG**> y luego con el comando <**BF**> para modificar los datos en la ventana emergente.

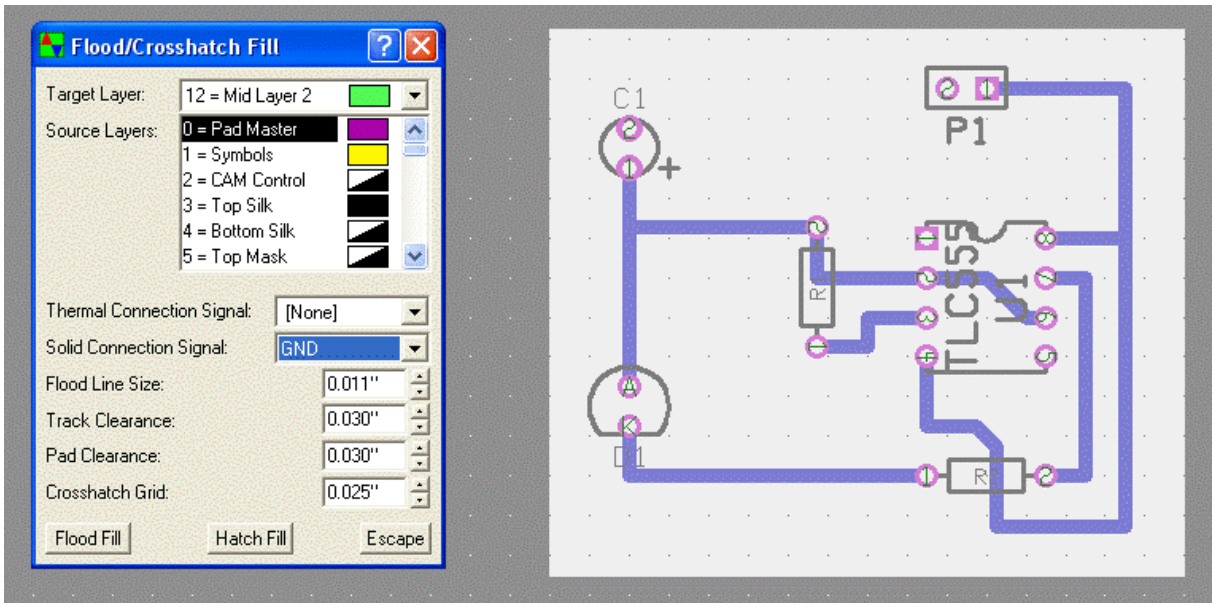



Fig. 29

El resultado será el que muestra la Fig. 29. Dejar los mismos valores numéricos que en el anterior caso pero ahora en el campo de **Solid Connection Signal** seleccionar **GND**.

Confirmar presionando **Flood Fill** y el resultado que se obtiene se muestra a continuación (Fig. 30):

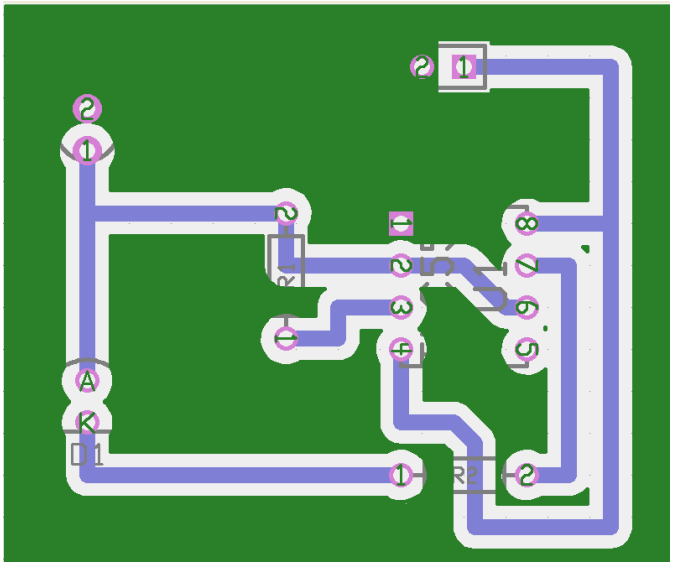


Fig. 30

Como se ve, el Pin 2 de capacitor **C1**, el Pin 2 de conector **P1** y el Pin 1 del integrado **U1** vienen directamente conectados a cobre de la placa que ahora representa masa (**GND**).

La otra opción disponible produce el mismo efecto pero conectando los tres pads mencionados al cobre de la placa mediante unas pistas que el Circad genera.

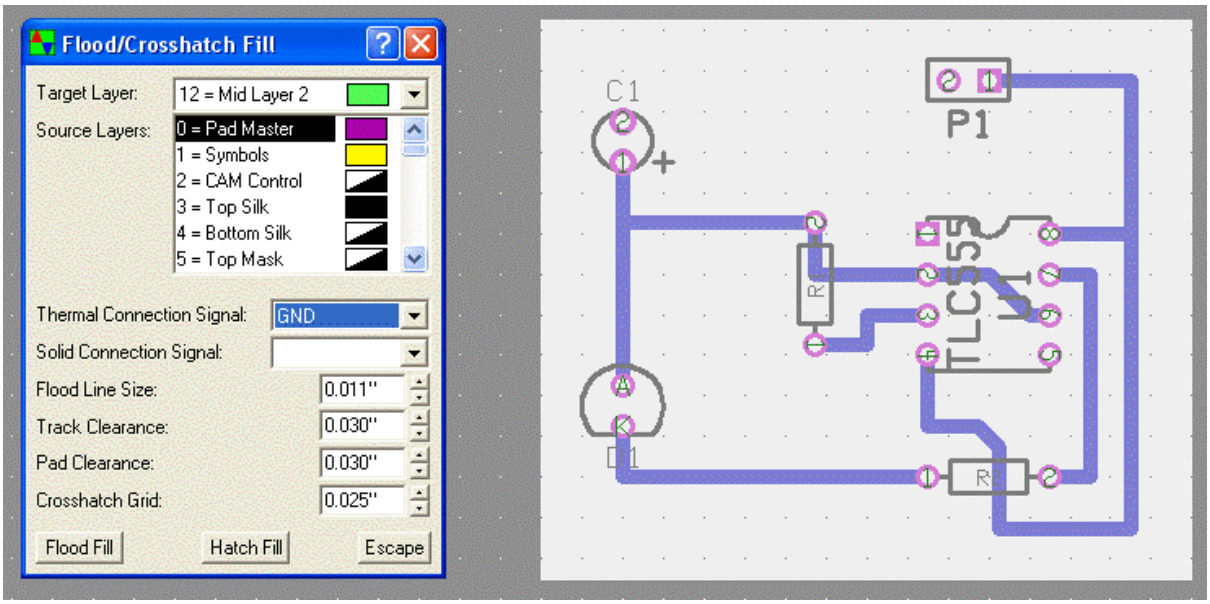



Fig. 31

Rehacer lo anterior pero ahora seleccionando **GND** en el campo del **Thermal Connection Signal** como lo muestra la Fig. 31.

El diseño del cobre que cubrirá el resto de la placa fuera de las pistas y los pads debe crearse en una capa (**Layer**) distinta a la del **Bottom Copper** y **Pad Master**. Por lo tanto cuando se quiera imprimir el trabajo para realizar el **PCB** se lo puede hacer incluyendo o excluyendo la capa **Mid Layer 2.** Recordar que si esta última no se usa se deberán reponer las pistas de masa **GND** borradas.

El trabajo entonces, cuando se confirma con **Flood Fill** será el que vemos en la Fig. 32.

El detalle ampliado muestra las pistas de conexión que el programa agregó a los pines involucrados con masa (GND)

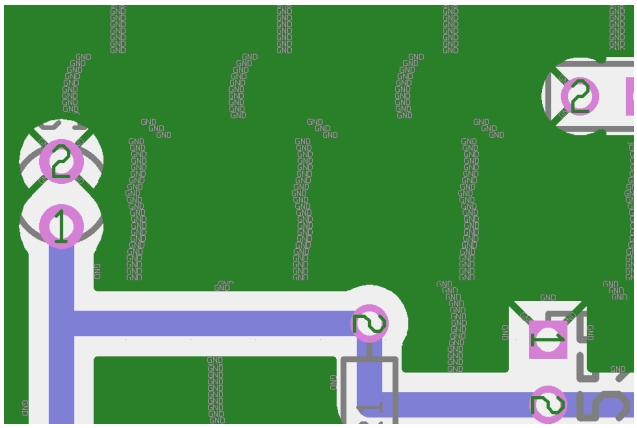


Fig. 32

**La impresión para realizar la serigrafía del PCB**

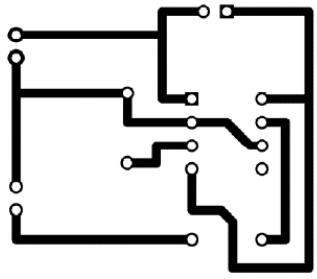


Fig. 33

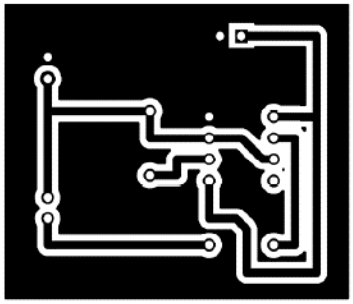


Fig. 34

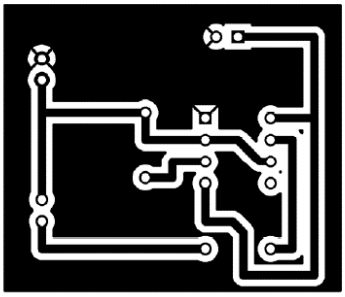


Fig. 35

Las Fig.uras 33, 34, y 35 muestran el resultado de los tres casos explicados. El primero solo con las pistas y los pads correspondientes a los componentes. El segundo caso con la opción **GND** seleccionada para **Solid Connection Signal** . El tercer caso con la opción **GND** pero ahora seleccionada para **Thermal Connection Signal** .

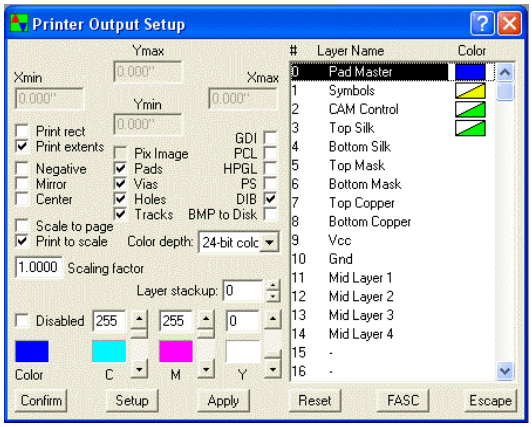



Fig. 36

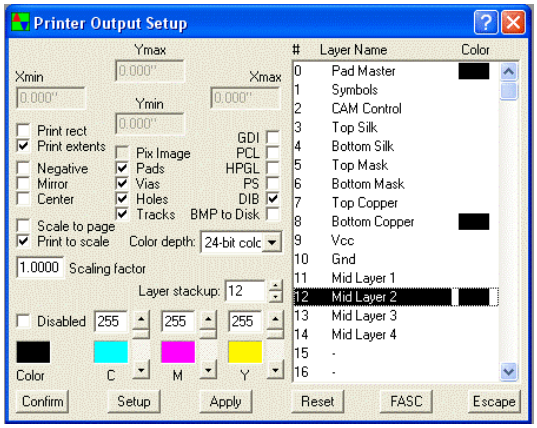



Fig. 37

Para realizar la Impresión del PCB es necesario ejecutar el comando <**FP**> el cual abrirá la ventana que se muestra en la Fig. 36. Es necesario indicarle al programa cuales son las capas (**Layers**) que se desea incluir en la impresión, y además darle el color negro para este propósito.

Elegir primero la capa (**Layer**) **0 =Pad Master** y establecer el color negro colocando el numero 255 en cada uno de los casilleros correspondientes a **C, M,** e **Y**. Realizar lo mismo con las otras dos capas para tener el resultado que muestra la Fig. 37.

Si se desea obtener el resultado de la Fig. 33 se deben incluir solo dos capas: la **0 = Pad Master** y la **8 = Bottom Copper.** En cambio se debe adicionar la capa **Mid Layer 2** si se quiere obtener los impresos como los de las Fig. 34 y Fig. 35.

Trabajo concluido. Se ha visto como realizar el diseño de un **Circuito Impreso** (**PCB**) partiendo de la información recibida del **Circuito Eléctrico** (**SCH**) desarrollado en el Capítulo1 y como imprimir el trabajo para poder realizar la serigrafía del la placa para Circuito Impreso.

En los próximos capítulos se verá como agregar componentes a las librerías de Circuitos Eléctricos (**SCH**) y de Circuitos Impresos (**PCB**)

# Tutorial sobre el CirCad'98

Por: **LU7DTS, Antonio Capoccetti**

## Capítulo 3

## La librería de componentes PCB

En este capítulo se verá la forma en que el programa Circad'98 permite realizar componentes para la librería de componentes para Circuito Impreso PCB.

Antes de comenzar es conveniente describir todos los archivos que el programa maneja, para que el lector tenga un mejor conocimiento de los mismos. Los archivos cuya extensión es **.SCH**. son aquellos en los cuales se generan y se archivan los **Circuitos Eléctricos**. En el capítulo anterior se vio la forma de generar los diseños del **Circuito Impreso** que son generados dentro de una **Plantilla de Trabajo** para **Circuito Impreso** (**PCB**) pero que son archivados con la extensión **.LIB**.

Se describió además el archivo generado por el sistema como el del **Net List** cuya extensión es .**NET**. La siguiente Tabla muestra todos los archivos que Circad'98 utiliza y la función que cumplen. cada uno de ellos.

| Extensión | Del Inglés | Significado |
|---|---|---|
| **.SCH** | **Sch**ematic | Esquema o circuito eléctrico |
| **.PCB** | **P**rinted **C**ircuit **B**oard | Diseño del circuito impreso |
| **.NET** | **Net**list | Conexiones entre componentes del SCH |
| **.LOG** | **Log** | Listado de errores o de una alerta |
| **.LIB** | **Lib**rary | Librería de componentes para SCH y PCB |
| **.BOM** | **B**ill **O**f **M**aterials | Lista de materiales |
| **.DWG** | **D**rawings | Dibujos otros |

Tabla 1

Es de hacer notar que los archivos de librería tienen la extensión **.LIB** sin determinar si los componentes que el archivo contiene son para utilizar en Circuitos Eléctricos o para el diseño de Circuitos Impresos. Es por ello que para poder identificar el contenido será necesario incluir en el nombre del archivo algo que nos indique que tipo de contenido es el que tiene.

Comenzaremos este capítulos creando un componente para el diseño del Circuito Impreso. En otras palabras, generaremos una nueva librería para ir incluyendo en ella los componentes que se vayan creando.

Comenzaremos por establecer un nombre a la librería. El lector puede colocar un nombre a su gusto. En mi caso he elegido **Mi_Lib_PCB.LIB** . Notar que el nombre incluye "**PCB**" para mejor identificación posterior.

Crear este archivo de la forma que vimos en el Capítulo 2 para **PCB Files** con el comando <**FW**> seleccionar **Size A** y confirmar con **Confirm** y dar el nombre, **cambiar la extensión** .**pcb** por la de **.LIB** y colocar el archivo en la carpeta **Library**.

Antes de comenzar con la creación de un componente para la librería de circuitos impresos es necesario conocer las dimensiones físicas del mismo. Por lo general estas se encuentran en las hojas de especificación del componentes, normalmente conocidas como "specsheet" o "datasheet"

La mayoría de las dimensiones vienen expresadas en pulgadas, en mils (milésimas de pulgada) o en milímetros. En algunos casos las dimensiones en las hojas de datos vienen en ambas unidades, pulgadas y milímetros. Otros casos en cambio solo vienen en milímetros. En el Anexo 1 de este Capítulo pueden ver la tabla de conversiones de las medidas más comunes utilizadas.

A modo de tutorial usaremos para crear un componente PCB un Relay de 12V Simple inversor de 5 pines de conexión. Para ello utilizaremos la Hoja de Datos del componente y de allí sacaremos las dimensiones, las que deben ser exactas, en particular la distancia entre los pines. En la Fig. 39 vemos las dimensiones del componente.

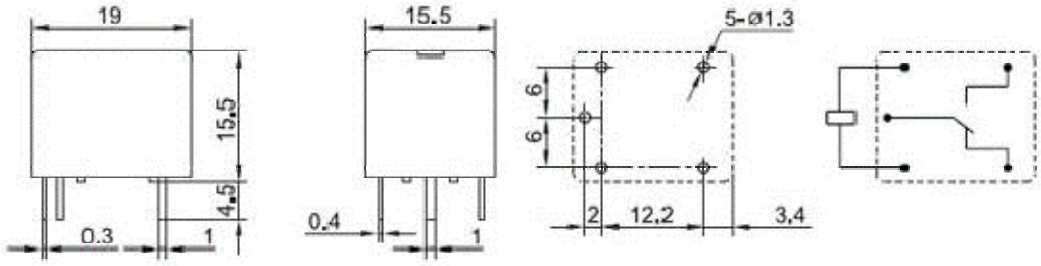



Fig. 39

Esas dimensiones en este caso están en milímetros por lo tanto debemos colocar nuestra **Grid Snap** en milímetros.
Para eso ejecutamos el comando <**SG**> y en la ventana emergente de este parámetro, seleccionamos de la tabla el último elemento o sea el valor de **.1mm** tal como lo muestra la Fig. 40 y confirmamos presionando **Confirm.**

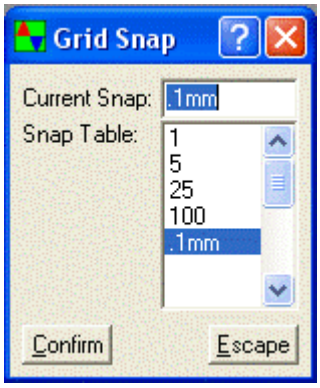



Fig. 40

Se harán visibles entonces, a la izquierda de la Barra de Estado los valores de **X** e **Y** expresado en milímetros, con un decimal.
En **valor absoluto** muestran la distancia al punto **X=0, Y=0** o sea el ángulo inferior izquierdo de la **Plantilla de Trabajo**.
No obstante, a cualquier posición del cursor (cruz) se le puede dar un **valor de posición relativo**. Eso será útil para las mediciones que se tendrán que hacer en el trazado de líneas y colocación de los Pads del componente. **El cambio del modo absoluto al modo relativo** se hace con el comando <**SP**>
Colocar el cursor en un lugar central de la **Plantilla de Trabajo** y ejecutar el comando <**SP**> para ver como trabaja. La indicación en la **Barra de Estado** mostrará **0.0 0.0**. Cualquier movimiento posterior que hagamos con el mouse cambiará dichos valores mostrando la distancia de la nueva posición a aquella que definimos como origen o cero. Se recomienda que cuando se ejecute el comando para la posición de valor relativo de origen cero, a partir de allí es más conveniente no utilizar el mouse. Sí en cambio las flechas de las cuatro direcciones del teclado. En adelante las mediciones entre dos puntos se pueden hacer cómodamente con el uso de esta utilidad del programa.
Para crear el componente PCB del Relay comenzaremos por colocar los cinco Pads correspondientes a las patitas o pines del componente. De la Fig. 39 se obtiene la información necesaria para este propósito. Los Pads sen identificarán como **1** y **2** para los extremos de la bobina y **C**, **NA** y **NC** para los correspondientes a **Común**, **Normal Abierto** y **Normal Cerrado** respectivamente.
Colocado el cursor en modo Diseño, ejecutamos el comando <**SP**> hasta que la barra marque los valores **0.0** y **0.0** para **X** e **Y**. Luego ejecutar el comando <**PP**> para colocar el primer Pad correspondiente al extremo inferior de la bobina. Inmediatamente el programa pedirá los detalles del Pad para lo cual debemos llenar los datos como se ve en la Fig. 41. **Pin Name** hacerlo igual a **1**.

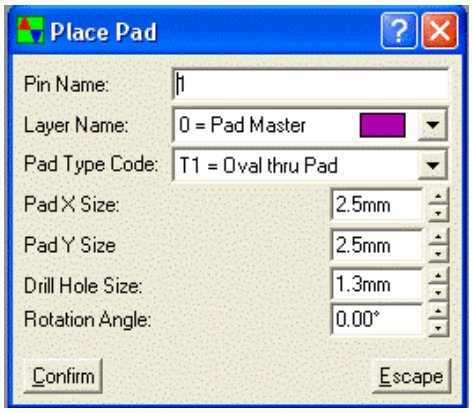



Fig. 41

Se debe dar unos **2.5 mm** de diámetro al Pad y un orificio de **1.3 mm** de acuerdo a la especificación del relay.

Fig. 42

Confirmamos con **Confirm** y luego nos aseguramos, antes de accionar la tecla Enter, que la Barra de Estado muestre exactamente para **X** e **Y** el valor **0.0** (cero) en ambos casos, tal como se ve en la Fig. 42. De no ser así, **no tocar el mouse** solo con las flechas del teclado ir a los valores indicados y recién entonces aceptar con la tecla **Enter**, Luego con la flecha a la derecha mover el puntero hasta que el valor de **X** muestre **12.2 mm**, allí ejecutar nuevamente el comando <**PP**> y en este caso el **Pin Name** será **NA.** Ahora con la flecha hacia arriba del teclado subir hasta que el valor de Y sea de **12 mm**. Hacer el mismo procedimiento y ahora el **Pin Name** será **NC**. Con la flecha a la izquierda continuar hasta que el valor de **X** sea nuevamente **0.0** . Con <**PP**> colocar el otro Pad correspondiente a la bobina del relay dando al **Pin Name** el valor **2**. Continuar con la flecha abajo del teclado hasta que un valor de **Y = 6.0** y con la tecla a la izquierda del teclado mover **2.0 mm** . En ese momento el valor de **X** será **-2.0**. Allí colocar con nuevamente con el comando <**PP**> el pad correspondiente al Común del relay y darle como **Pin Name** el valor **C.**

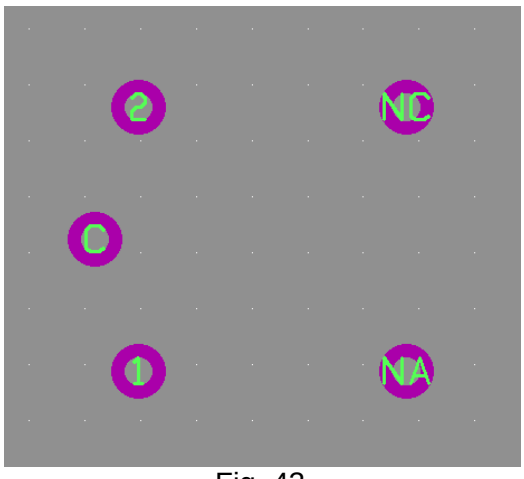



Fig. 43

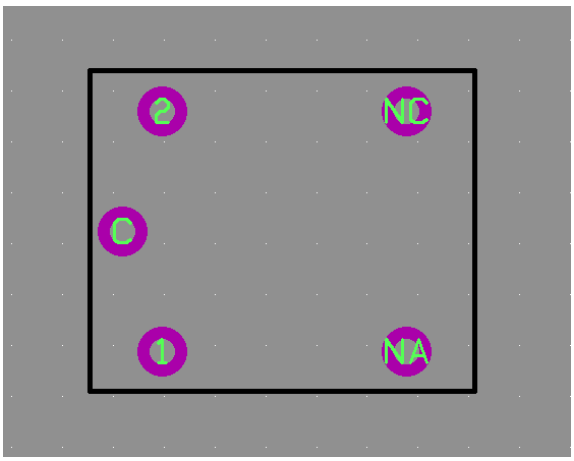



Fig. 44

A ese momento se verá como lo muestra la Fig. 43. Verificar entonces que estamos en la capa (Layer) **Top Silk** y será necesario dar forma final al relay colocando el perímetro del mismo de unos 20 mm por 16 mm de acuerdo a lo que muestra la especificación de Fig. 39. Las líneas se trazan con el comando <**PL**> y deben ser de un espesor (**Line Thickness**) de 0.3mm.

Ahora se deben colocar las etiquetas. Comenzar por colocar los nombres de cada Pad, **1, 2 C, NA y NC**.
Las etiquetas o texto se colocan con el comando <**PT**> allí seleccionar una altura de letra (**Text Size**) 1.3mm

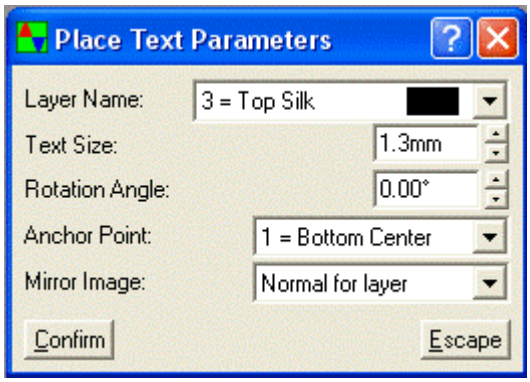



Fig. 45

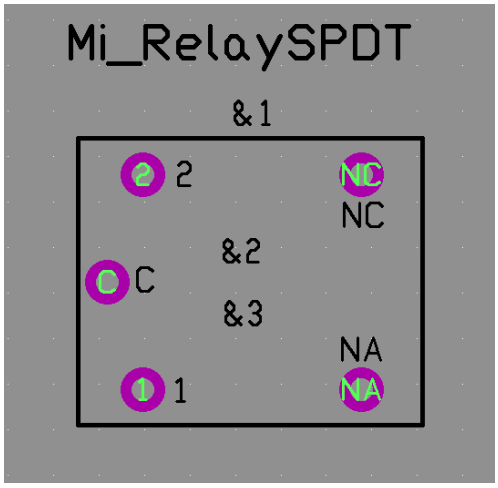



Fig. 46

como lo muestra la Fig. 45. Colocar luego las etiquetas **&1, &2 y &3** en el lugar que muestra la Fig. 46. Aquí se encontrarán con el problema que el **Circad solo reconoce teclado americano** para los textos dentro del diseño, por lo tanto independientemente de donde en su teclado encuentre el símbolo "**&**" en este acaso lo encontrará en la tecla del numero 7 donde suele estar la barra "/". Colocar luego la etiqueta del nombre del componente. En este caso se uso el nombre **Mi_RelaySPDT** con un tamaño de letra de **1.8 mm**. Se puede usar cualquier nombre con el que luego puedan identificar.

Está todo listo para crear el componente. Para ello tenemos que seleccionar con **Block Rectangle** utilizando el comando <**BG**> e incluir todo lo que se ve en la Fig. 47, **sin incluir el nombre del componente**. Confirmar con la tecla izquierda del mouse cuando la cruz se encuentre en un punto

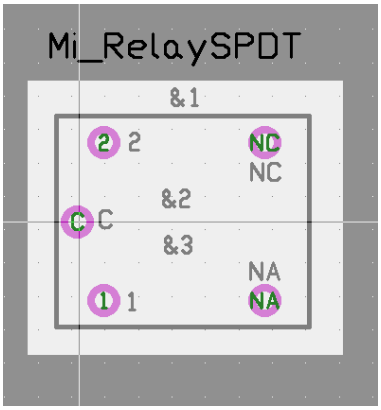



Fig. 47

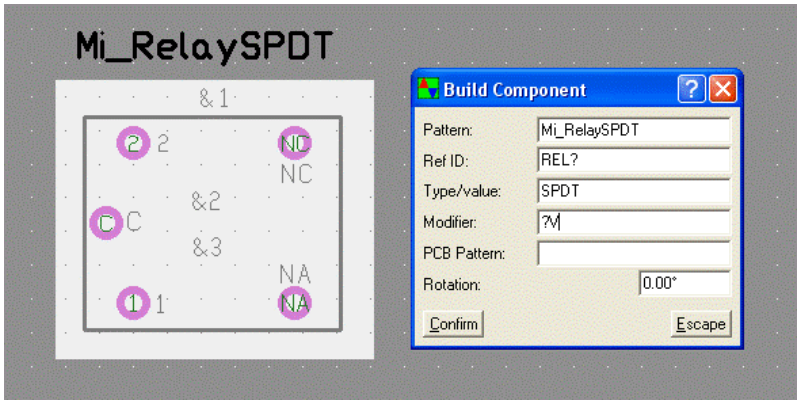



Fig. 48

de referencia preferentemente un Pad. En este caso se eligió el Pad **C.** Recuerden que en los capítulos anteriores se vio que confirmábamos en cualquier punto interno del block, pero ahora el punto que elijamos es el punto que se tomará para ubicar al componente o en el caso que lo queramos rotar el punto elegido será el eje de rotación.
Ahora con el comando <**BB**> o con el mouse, seleccionado del menú **Block** y el elemento **Build Component** se hace presente en la pantalla la ventana denominada **Build Component**. En ella se colocarán los siguientes datos necesarios para la creación del mismo. Ver Fig. 48.

En el campo de **Pattern** colocar el nombre dado al componente: **Mi_RelaySPDT**
En el campo **Ref ID** colocar **REL?** Esto hará que a medida que se agreguen relays al circuito los nombrará REL1, REL2, REL3, y así sucesivamente en forma automática.
En el campo **Type/Value** colocar **SPDT**
En el campo **Modifie**r colocar **?V** para poder en cada caso establecer la tensión de la bobina.
**Muy importante: Dejar vacío el campo PCB Pattern**

Entonces confirmar presionando **Confirm**.
Listo! Ya se encuentra creado el nuevo componente.
Si todo fue como lo indicado, se debería tener lo que muestra la Fig. 49.
Como pueden apreciar los **&1, &2, y &3** fueron reemplazado por **Rel?**, **SPDT** y **?V** respectivamente.

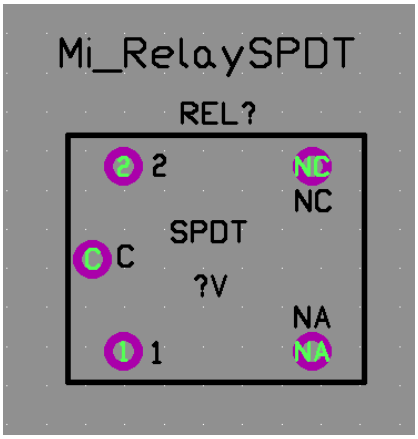


Fig. 49

No olvidar de salvar el archivo para no perder lo realizado en caso de una caída de la red eléctrica o por algún accidente inesperado.
Hacerlo con el comando <**FS> File Save**.
Estamos listo para crear otro componente para que el lector se familiarice con esta utilidad del programa.

Veremos ahora como incluir como componente un transistor cuya especificación dimensional es la que corresponde al TO92. Si bien la librería ya cuenta con este componente la idea es crear uno para familiarizarnos con el procedimiento para crear componentes.

En la Fig. 50 se detallan las dimensiones físicas de un encapsulado plástico para transistores tipo TO92. A diferencia de lo que vimos con el relay las patas del transistor son flexibles y por lo tanto pueden soportar leves diferencias en las distancias entre los Pads.

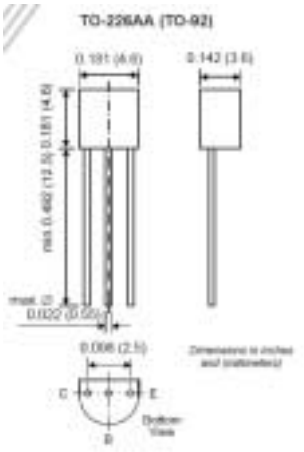


Fig. 50

Para comenzar utilizaremos la misma **Plantilla de Trabajo** que usamos anteriormente o sea **Mi_Lib_PCB.LIB.** Ahora cambiaremos la grilla con el comando <**SG**> y seleccionando del **Grip Snap** en pulgadas y la opción de **25 mils** .
En un lugar libre de la **Plantilla de Trabajo** y con el procedimiento ya visto anteriormente hacer unas tres líneas de **0.010**" de las dimensiones que muestra la Fig. 51.
Luego, en la posición que se muestra en la Fig. 52 comenzar colo-

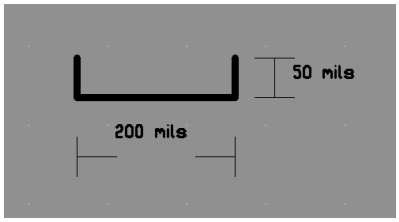


Fig. 51

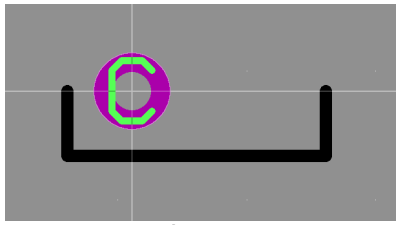


Fig. 52

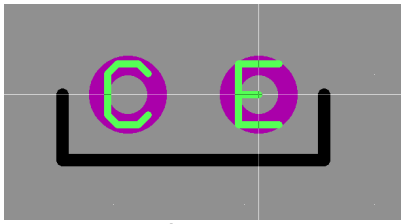


Fig. 53

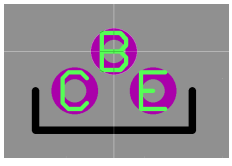


Fig. 54

cando con el comando <**PP**> el pad correspondiente al **Colector**, luego los del **Emisor** y la **Base** dando a cada uno el **Pin Name** correcto. Ver Fig. 52 al 54. Cuando utilizamos de la **Tabla** del **Grip Snap** con la opción de **25 mils**, el movimiento del cursor se mueve en espacios de esta distancia por lo tanto no será difícil encontrar los puntos de colocación de los Pad de acuerdo a lo que muestran las Fig.uras 52 al 54.
Ahora vamos a completar la forma de la vista superior del transistor (lado componente). Para hacerlo colocar una nueva línea de **0.010**" con <**PL**> para crear un rectángulo tal como lo muestra la Fig. 55. Luego colocar el cursor de la cruz en el centro de la misma y en esa posición ejecutar el comando <**ER**> lo que convertirá la línea recién dibujada en un arco como lo muestra la Fig. 56.

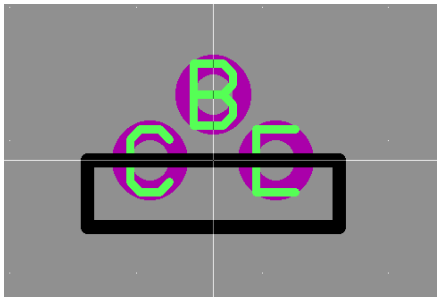



Fig. 55

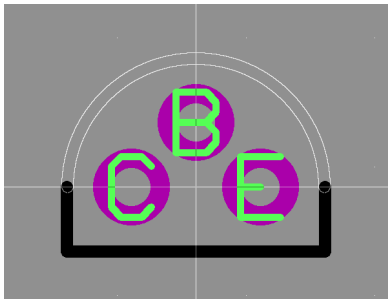



Fig. 56

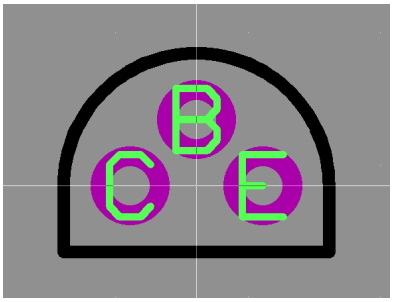



Fig. 57

Luego dar **Enter** para finalizar el arco y se verá como lo muestra la Fig. 57.

Ahora es el momento de colocar las etiquetas de la forma que ya vimos anteriormente para el caso del relay.

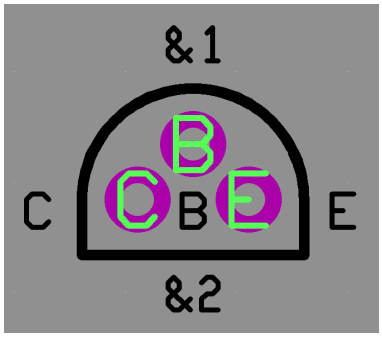



Fig. 58

Colocar con <**PT**> las etiquetas que ven en la Fig. 58 con un **Text Size** (tamaño de letra) de **0.030”.**
Luego colocar el nombre que daremos al componente como lo muestra Fig. 59 con un **Text Size** ahora de **0.070”**. Nos falta solamente registrar este componente dentro de la **Plantilla de Trabajo.**

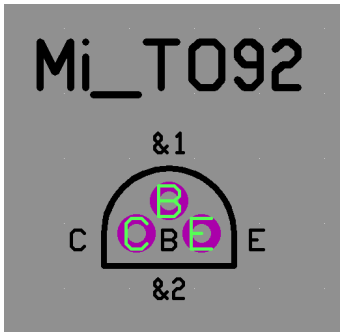



Fig. 59

De la misma manera que lo hicimos con el caso anterior ahora lo haremos con este nuevo componente. Cubrir con un Block ejecutando el comando <BG> como muestra la Fig. 60.

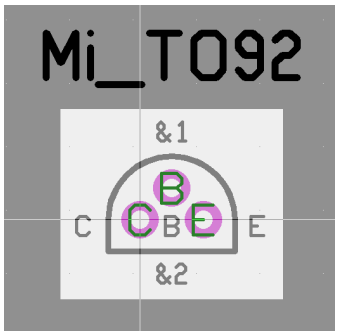



Fig. 60

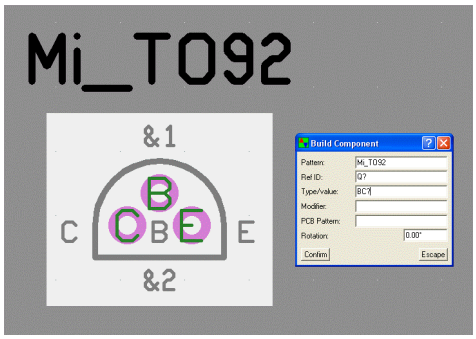



Fig. 61

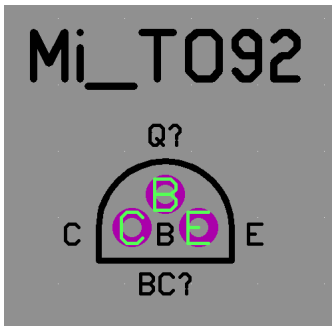



Fig. 62

Finalizar dando click el centro del Pad del Colector. (o en algún otro Pad de elección)
Con el comando <**BB**> **Buid Component** introducir los datos del nuevo componente:
En el campo de **Pattern** escribir el nombre dado al componente, en nuestro caso **Mi_TO92**
En el campo de **Ref ID** escribir **Q?**
Por último en el campo de **Type/Value** escribir **BC?**
**Importante: Dejar en blanco los dos campos siguientes**
Presionando **Confirm** se tiene ya terminado el componente y se verá como muestra la Fig. 62.
Se concluye así con la creación de este componente.
Salvar el archivo con <**FS**> y
**¡Trabajo terminado!**

En el Capítulo 4 se verá como crear componentes para la librería de **Circuitos Eléctricos**.

# ANEXO 1

## Tabla de conversión de unidades

| Pulg. | mills | mm |
|---|---|---|
| 0,005 | 5 | 0,13 |
| 0,010 | 10 | 0,25 |
| 0,015 | 15 | 0,38 |
| 0,020 | 20 | 0,51 |
| 0,025 | 25 | 0,64 |
| 0,030 | 30 | 0,76 |
| 0,035 | 35 | 0,89 |
| 0,040 | 40 | 1,02 |
| 0,045 | 45 | 1,14 |
| 0,050 | 50 | 1,27 |
| 0,055 | 55 | 1,40 |
| 0,060 | 60 | 1,52 |
| 0,065 | 65 | 1,65 |
| 0,070 | 70 | 1,78 |
| 0,075 | 75 | 1,91 |
| 0,080 | 80 | 2,03 |
| 0,085 | 85 | 2,16 |
| 0,090 | 90 | 2,29 |
| 0,095 | 95 | 2,41 |
| 0,100 | 100 | 2,54 |
| 0,125 | 125 | 3,18 |
| 0,150 | 150 | 3,81 |
| 0,175 | 175 | 4,45 |
| 0,200 | 200 | 5,08 |
| 0,225 | 225 | 5,72 |
| 0,250 | 250 | 6,35 |
| 0,275 | 275 | 6,99 |
| 0,300 | 300 | 7,62 |
| 0,350 | 350 | 8,89 |
| 0,400 | 400 | 10,16 |
| 0,450 | 450 | 11,43 |
| 0,500 | 500 | 12,70 |
| 0,550 | 550 | 13,97 |
| 0,600 | 600 | 15,24 |
| 0,650 | 650 | 16,51 |
| 0,700 | 700 | 17,78 |
| 0,800 | 800 | 20,32 |
| 0,900 | 900 | 22,86 |
| 1,000 | 1000 | 25,40 |

Tabla 1

# Tutorial sobre el CirCad'98

Por: **LU7DTS, Antonio Capoccetti**

## Capítulo 4

## La librería de componentes SHC

En este capítulo se explicará la forma de crear componentes para la librería de Circuitos Eléctricos (**SCH**)

Para comenzar se crearemos el componente correspondiente al **Relay SPDT** que creamos en el capítulo anterior para la librería PCB. Generar un archivo con <**FW**> y seleccionar la opción **Schematic Files , Size A** , una vez abierta la Plantilla de Trabajo de este archivo, salvarlo con <**FS**>, dándole un nombre y cambiando la extensión **.SCH** por la de **.LIB**, por ejemplo **Mi_Lib_SCH.LIB .** Almacenarlo en la carpeta **Library** del programa.

En los casos de componentes de la librería **SCH** no será necesario como en la de **PCB** de dimensiones muy precisas. Solamente tenemos que tener en cuenta de no exagerar con el tamaño para que los circuitos eléctricos resulten comprensibles y sencillos. Seleccionar de la **Snap Table** con el comando <**SG**> el valor **25 mills**-

En un lugar central de la **Plantilla de Trabajo** realizar en la capa (**Layer**) **Symbol** un cuadrado de aproximadamente unos **450 mils** con líneas de **0.010"**. Luego completar el resto del diseño como

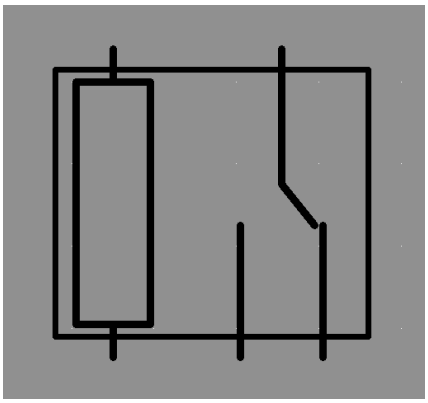


Fig. 63

se aprecia en la Fig. 63 . El rectángulo interior representa la **Bobina** del relay y el resto los contactos **Común, Normal Abierto y Normal Cerrado**.

Lo que se debe hacer ahora es comenzar a identificar los pines correspondientes a cada uno de los elementos.

Para ello cambiar la capa (**Layer**) a la **Master** usando las teclas **+** y **-** del pad numérico del teclado. Empezar con el Pin superior de la bobina y posicionando el cursor de la cruz en ese punto ejecutar el comando <**PP**>. En la pantalla se abrirá la ventana **Place Pad**. Allí asignar al **Pin Name** el número **1**. Ver Fig. 64. Repetir el mismo procedimiento para el otro Pin de la bobina del relay y darle asignarle el numero **2**.

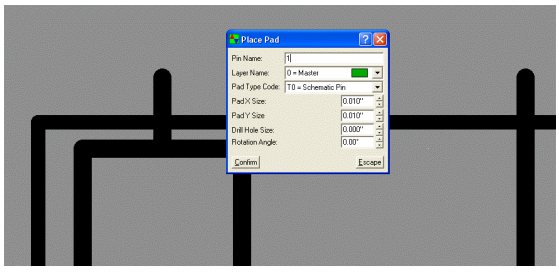



Fig. 64

Para el resto de los Pins de los contactos darle el nombre correspondiente a cada uno de ellos como se puede ver en la Fig. 65. O sea **C**, **NA** y **NC** correspondientes a **Común, Abierto** y **Cerrado**.

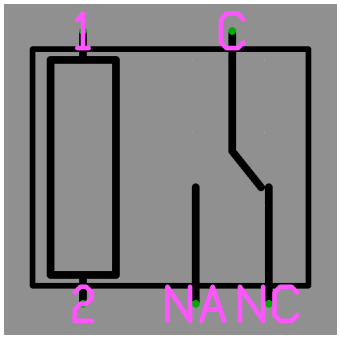



Fig. 65

Ahora es el momento de colocar las etiquetas para el componente. Comenzamos por colocar las correspondientes a los Pines y las necesarias para la identificación en el circuito eléctrico.

Nuevamente cambiar a la capa (**Layer**) **Symbol** y ejecutar el comando <**PT**> **Place Text**. Darle un tamaño de letra de **0.040"** y colocar las etiquetas según lo que se muestra en la Fig. 66. Para el nombre del componente cambiar la letra a **0.070".** Los números y nombres de los Pines se ven también en rosado porque tenemos habilitado en el **Menú Setup,** elemento **Draw Modes** (**Modos**

**del Diseño**) el tilde en **Pad pin numbers**. Activando o desactivando este elemento los nombres de los Pines en rosado se muestran o se ocultan. (Ver Fig. 67)

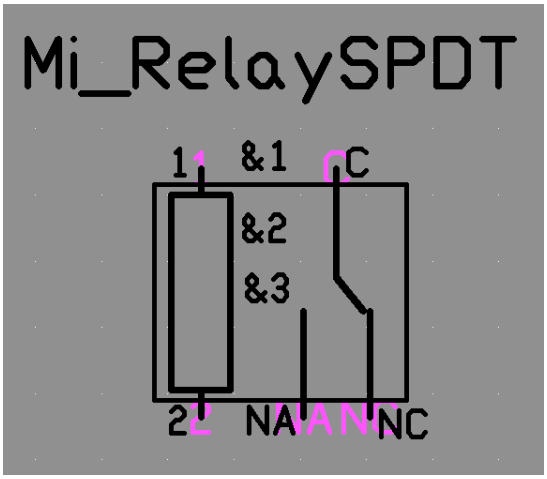



Fig. 66

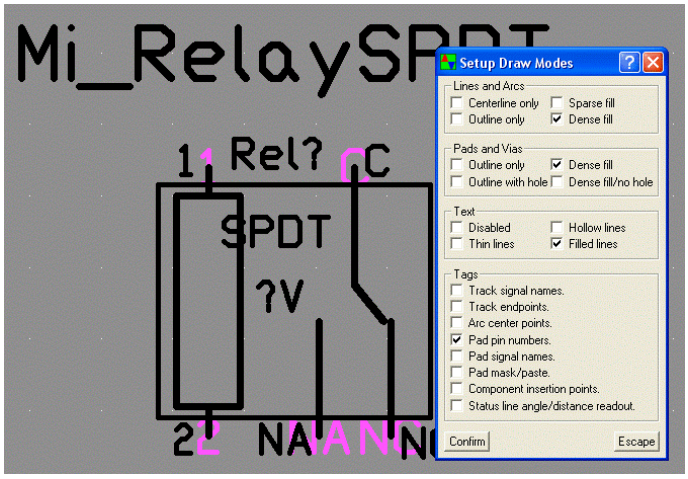



Fig. 67

Al momento solo falta registrar el nombre al componente para que luego sea reconocido por el programa dentro de la librería de componentes para Circuitos Eléctricos creada.

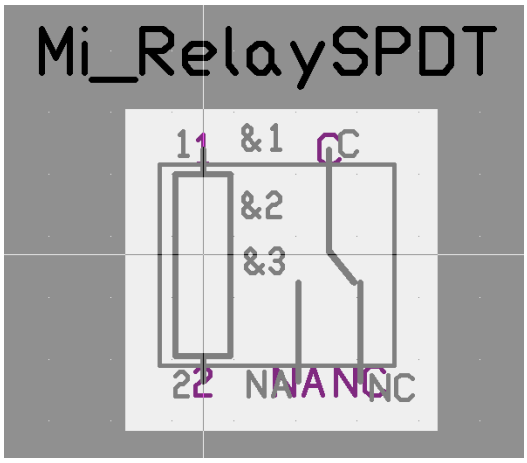



Fig. 68

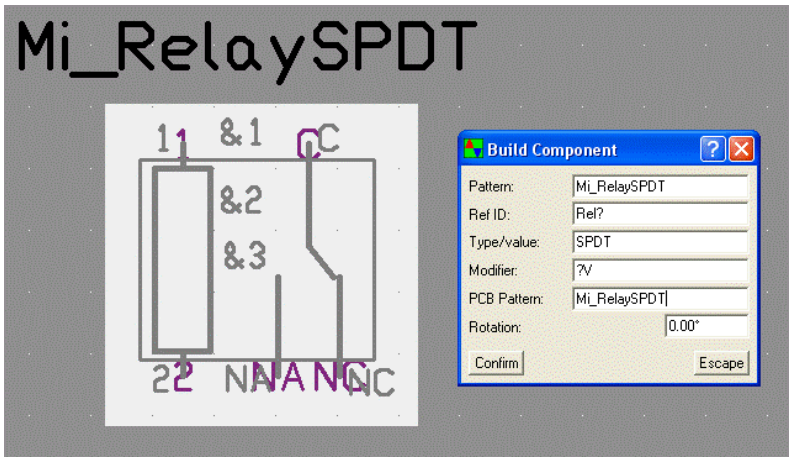



Fig. 69

Tal como se hizo para otros casos se debe seleccionar el componente con un **Block** mediante el comando <**BG**> y hacer el rectángulo que muestra la Fig. 68 aceptando con el puntero de la cruz de posicionamiento en el interior del rectángulo. En este caso se hizo en el centro de la bobina del relay. Una vez establecido el rectángulo indicado debemos crear el componente mediante el comando <**BB**> **Build Component** (**Crear Componente**) . En la ventana emergente, Fig. 69, colocar la siguiente información:

En el campo **Pattern** escribir el nombre asignado al componente, en este caso: **Mi_RelaySPDT**
En el campo siguiente **Ref ID** escribir**: Rel?**
En el siguiente campo **Type/Value** escribir: **SPDT**
En el campo **Modifier** escribir : **?V**
Y por último en el campo **PCB Pattern** el nombre que le hemos dado al componente PCB, en nuestro caso **Mi_RelaySPDT** de la librería Mi_Lib_PCB.LIB

**En los componentes SCH es necesario indicar el campo PCB Pattern** para que incluido el componente en un circuito eléctrico, al exportar los datos del **NetList** el sistema pueda encontrar el correspondiente componente en la librería de PCB. Pero no olvidar que, como esta librería fue creada por nosotros, al momento de comenzar el diseño del PCB y **antes de importar** los datos del **NetList** en el archivo debemos incluir en la lista de librerías la nuestra, que en este caso

llamamos **Mi_Lib_PCB.LIB**. Caso contrario el sistema emitirá un informe de error diciendo que no encuentra el diseño PCB para el componente en cuestión.
Presionando Confirm se ha creado el componente bajo el nombre **Mi_RelaySPDT**

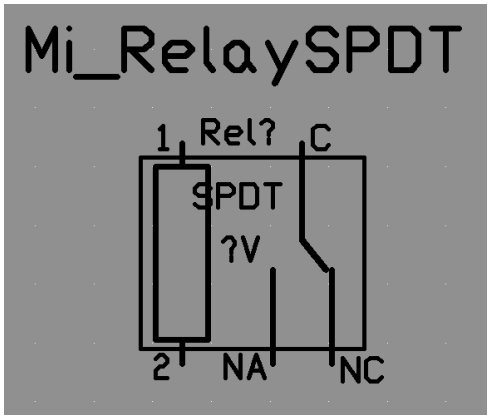


Fig. 70 – Diseño terminado

Por favor, salvar el archivo nuevamente con <**FS**>

**Otro caso: el integrado 74F32**

Veamos ahora como crear un componente como el circuito integrado **74F32** de cuatro compuertas OR . El correspondiente componente PCB de este integrado es el **DIP14** incluido en la librería del programa. Este componente **SCH** es algo que lo incluimos como ejercicio debemos incluir.
Para ello en la misma Plantilla de Trabajo que se creo anteriormente **Mi_Lib_SCH-LIB** haremos el diseño de este circuito integrado.

Vemos en los datos del circuito interno del integrado que contiene 4 compuertas OR con sus tres pines cada una de ellas y además el pin de masa **GND** y el de tensión **VCC.**
Es por ello que este componente tendrá necesariamente que estar dividido en cuatro compuertas las que tendremos que diseñar por separado pues la numeración de los pines será diferente en cada una.
Para hacer esto primero haremos el diseño de una compuerta y antes de atribuirle nombre a los pines haremos copia del diseño para tener los cuatro necesarios para completar todo el circuito interno del integrado **74F32**. Con los datos de la Fig. 71 procederemos a la creación del componente.

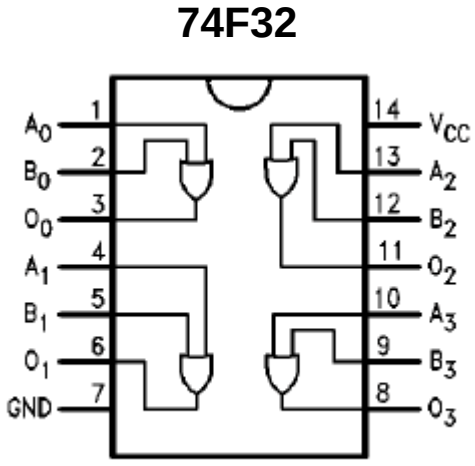


Fig. 71

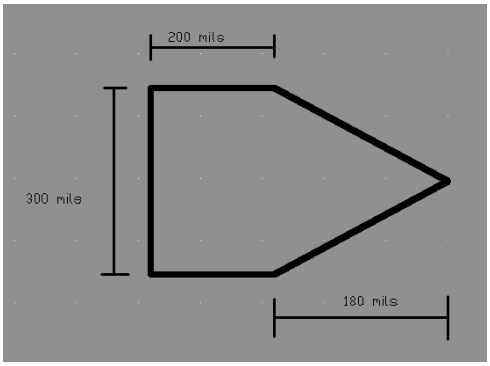


Fig. 72

Operando en la capa (**Layer) Symbol** procedemos con el comando <**PL**> a dibujar el diseño de la Fig. 72.
Se trata del diseño inicial sobre el cual procederemos a efectuar las reformas necesarias para lograr el formato de una compuerta OR que es levemente diferente a la Fig. 72.
Entonces con el puntero de la cruz de posición colocada en la línea vertical de la izquierda que tiene una longitud de **300 mils** ejecutamos el comando <**ER**> a los efectos de convertir la misma en arco.

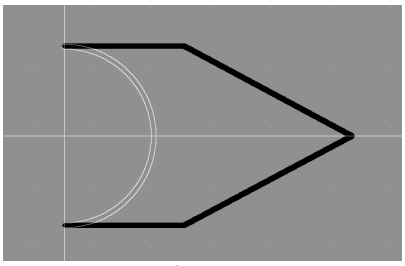


Fig. 73

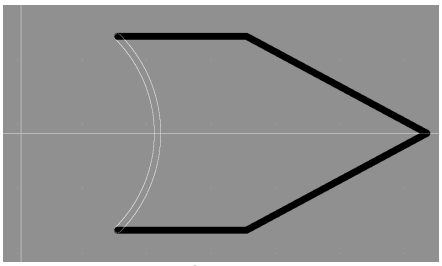


Fig. 74

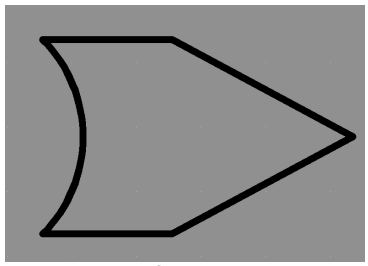


Fig. 75

Una vez que damos Enter se verá lo que indica la Fig. 73. Como ya se explicó anteriormente es más conveniente utilizar las flechas del teclado para mover el puntero de la cruz. Ahora antes de dar nuevamente Enter y a los efectos de reducir la concavidad del arco, alejamos el centro o puntero de la cruz hacia la izquierda para tener algo similar a la Fig. 74, Entonces damos Enter para confirmar y obtener el resultado mostrado en la Fig. 75.

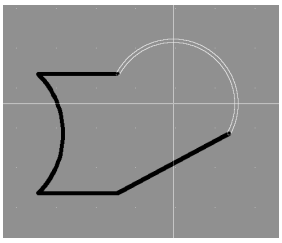


Fig. 76

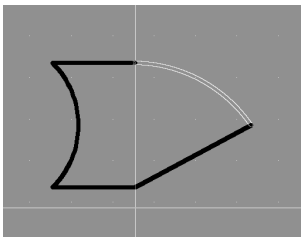


Fig. 77

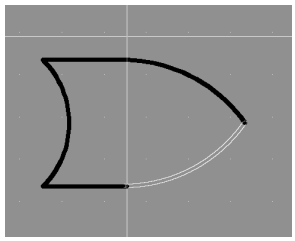


Fig. 78

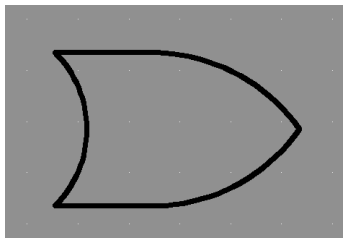


Fig. 79

Debemos hacer lo mismo con los otros dos lados como muestran las Fig. 76, 77 78. A final de esta operación obtendremos el resultado que muestra la Fig. 79. A este momento seria conveniente copiarlo para no tener que repetir el mismo diseño tres veces más para completar las cuatro compuertas.

En el programa Circad, Copiar y Pegar no es tan evidente como lo es en otros programas de Windows. Para poder copiar el diseño de la Fig. 79 la debemos cubrir con un Block utilizando el comando <**BG**> y luego con el comando <**BC**> (**Block Copy**) podremos copiar el contenido del **Block**, repetir el procedimiento hasta completar los tres diseños adicionales. El Block que generamos (ver la imagen de la Fig. 79) permanecerá activo hasta que lo hagamos desvanecer con el comando <**BE**> (**Block Release**)

Debemos completar ahora cada uno de las cuatro compuertas. A la primera le colocaremos además de los pines propios 1, 2 y 3 los correspondientes a **GND** y a **VCC** (pines 7 y 14).

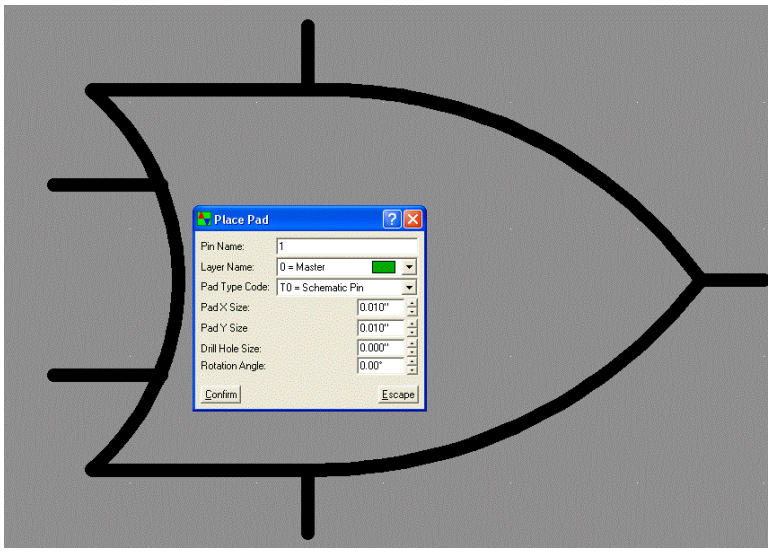



Fig. 80

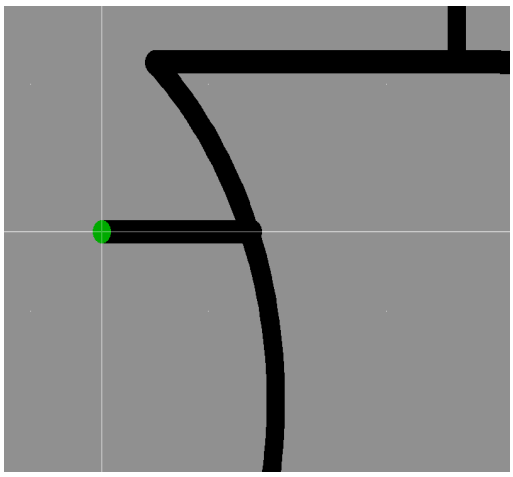


Fig. 81

Dibujemos los pines como se ve en la Fig. 80 y luego con el **Layer Master** activo comenzaremos a colocar los Pads con el comando <**PP**> dando numero de pin a cada uno. En la Fig. 80 vemos la forma de hacerlo, colocando en el campo de **Pin Name** en número del Pin de la compuerta. En la Fig. 81 se muestra la posición donde debe colocarse el Pad.

Repetir lo mismo con las otras tres compuertas recordando que en estas ya no se colocan los Pines de **GND** y **VCC** (pines 7 y 14) como en el primer caso.

Ahora se deben colocar las etiquetas a las cuatro compuertas. Veremos como se hace:

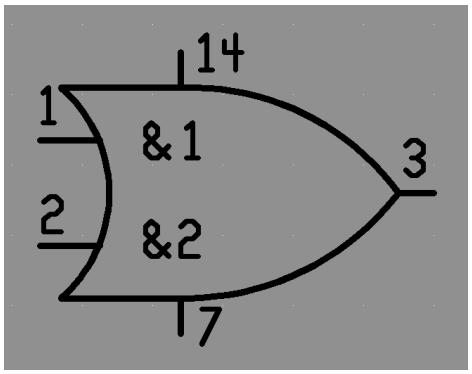



Fig. 82

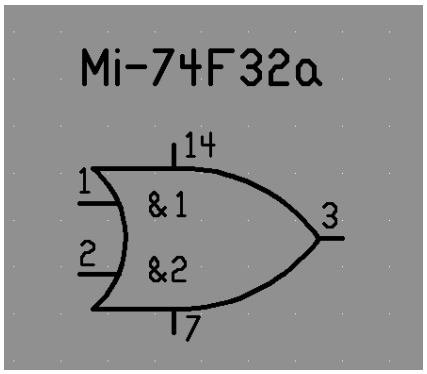



Fig. 83

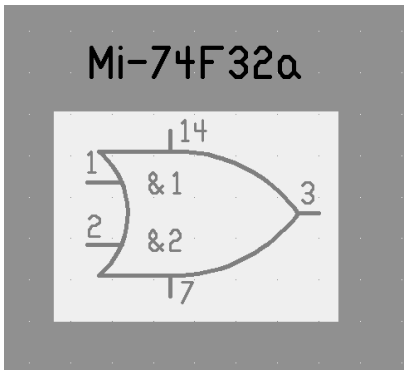



Fig. 84

En la Fig. 62 se ve la forma de colocar las etiquetas a la primer compuerta. En la siguiente Fig. 83 la colocación del nombre de esta primer compuerta **Mi-74F32a**. Ahora debemos crear el componente como ya vimos anteriormente, Cubriendo la compuerta con un **Block** mediante el comando <**BG**> y confirmar en algún lugar interno del **Block**.

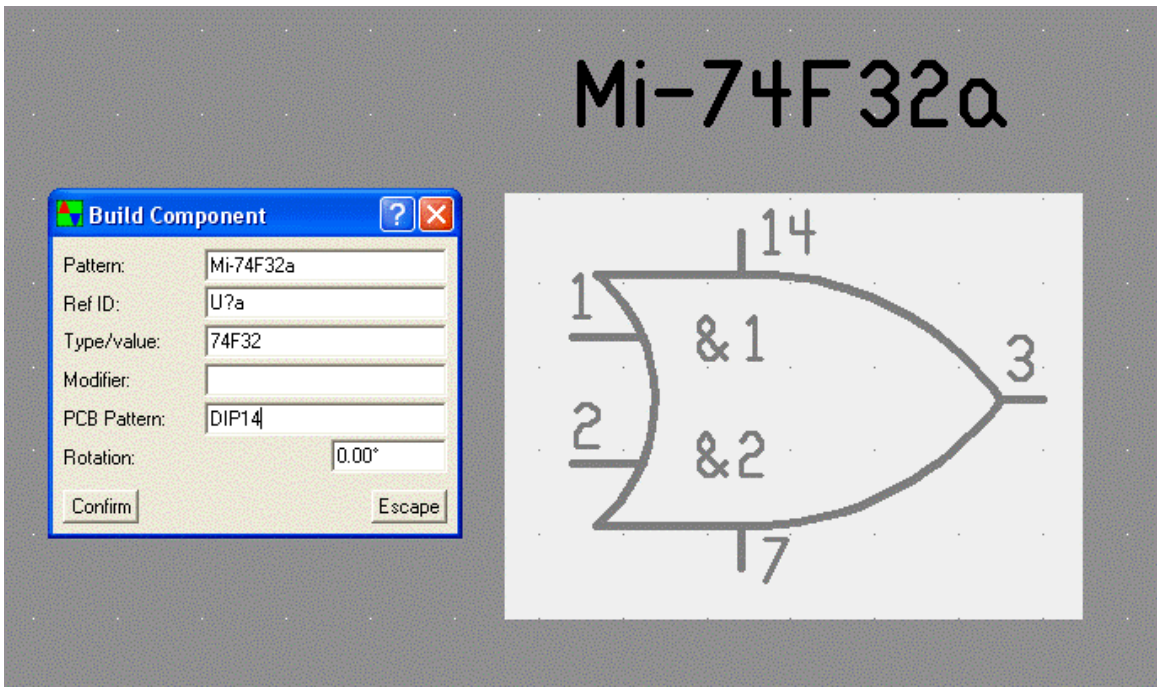



Fig. 85

Luego con el comando <**BB**> (**Crear Componente**) el programa pondrá en pantalla la ventana de **Buid Component** como se ve en la Fig. 85.

En el campo **Pattern** colocar el nombre dado al componente. En este caso **Mi-74F32a**.

En el campo **Ref ID** escribir: **U?a**

En **Type/value** colocar : **74F32**

No completar el campo **Modifier** para este componente.

Y finalizar colocando en el campo **PCB Pattern** : **DIP14**

Hacer el mismo procedimiento para las otras tres compuertas teniendo en cuenta que,
el nombre de las compuertas irá variando a **Mi-74F32b**, **Mi-74F32c y Mi-74F32d,**
en el campo **Ref ID** los valores serán **U?b, U?c y U?d** respectivamente,
en todas el campo **Type/Value** se completa con **74F32,**
lo mismo que en el primer caso **no se llena el campo Modifier,**
en todas las demás compuertas el **PCB Pattern** será **DIP14** (lo mismo que en el primer caso).

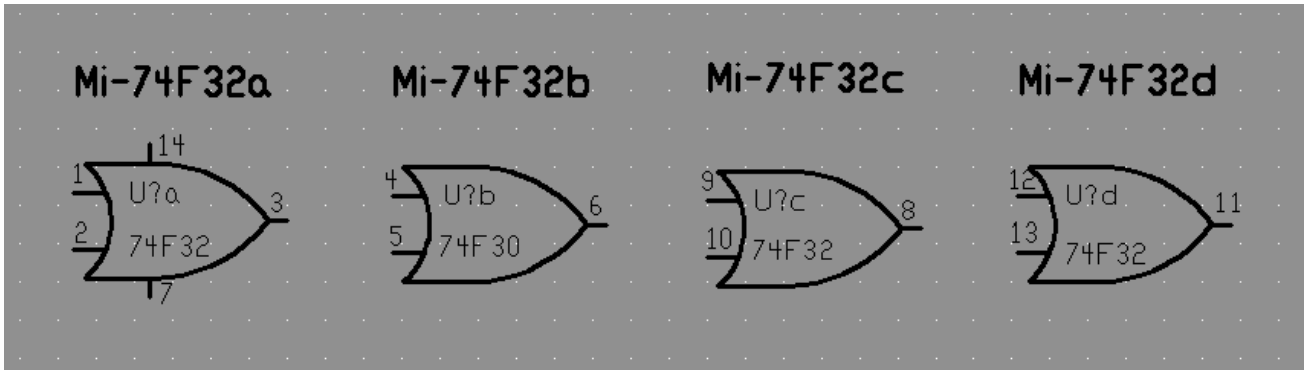



Fig. 86

Tendremos de esta forma creadas las cuatro compuertas correspondientes al integrado 74F32
Si quisiéramos verificar que hemos asignado a cada pin el numero correcto ejecutamos el comando <**SM**> **Setup Draw Mode** y seleccionar con un tilde **Pad pin number** (Ver Fig. 87)

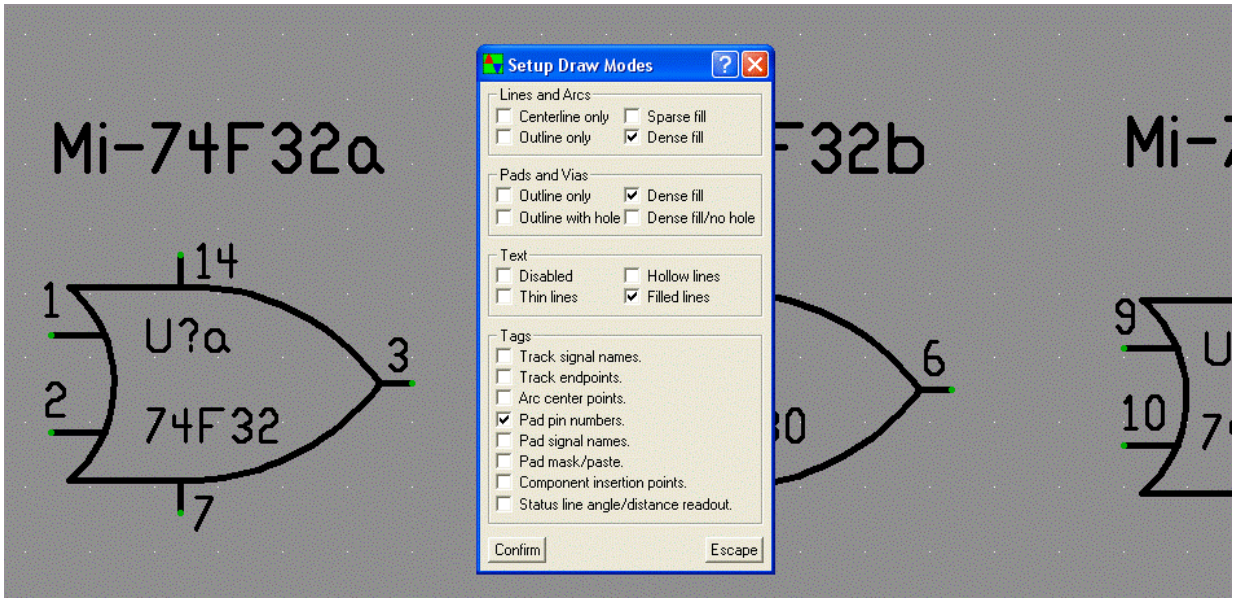



Fig. 87

Y como resultado veremos lo siguiente:

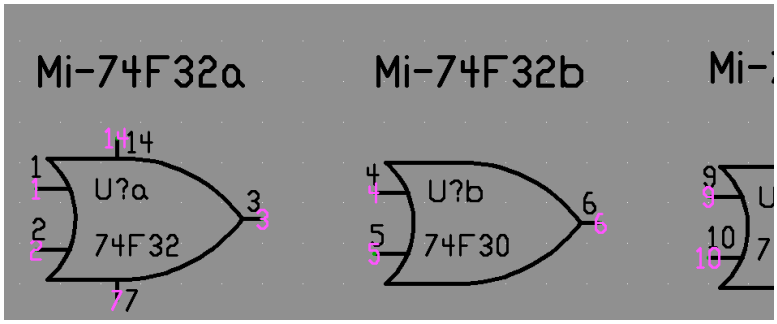



Fig. 88

De esta forma podemos comprobar que a todos los pines le asignamos el numero correcto.Para el programa lo reconocible son los nombres o números de pines que aparecen en rosado pues lo que hemos puesto con las etiquetas son solo para información cuando se presenta el Circuito Eléctrico de un trabajo.
No olvidar de salvar el archivo con el comando <**FS**>

**Importante para tener en cuenta.**

Los componentes para PCB que el usuario haya creado y colocado en una librería deben tener un nombre con el cual identificarlos, como ya lo hemos visto en este capítulo.
Diseñando un **Circuito Eléctrico** sobre una **Plantilla de Trabajo** con extensión **.SCH** cada vez que se coloque un componente **SCH** que haga referencia a un componente **PCB** creado por el usuario, el nombre asignado a este último componente **debemos escribirlo** en el campo **PCB Pattern** de la ventana **Component Library Selection** (Ver Fig. 12 del Capítulo 1) Es decir que el componente **PCB** creado por el usuario **no podrá ser "buscado**" con un **Enter** como lo hacía con otros componentes de las librería del sistema.
Pero no hay de que preocuparse. Solo será necesario antes de importar la **Netlist,** sobre la **Plantilla de Trabajo** para realizar el **Circuito Impreso,** agregar a la lista la Librería creada por el usuario.
Para lograrlo usamos el comando <**SF**> (**Setup Library Files)**, Veremos que son solo tres las librerías listadas, normalmente: **THD**, **SMD**, y **PCB.** Presionando en **Browse** buscar la librería de componentes **PCB** creada, seleccionarla e incorporarla a la lista presionando **Confirm** .
Recién entonces estamos en condiciones de importar la **Netlis**t y de esta forma el programa no tendrá dificultad en encontrar al componente creado por el usuario.

Si por el contrario, importamos la **Netlist** antes de incluir la Librería creada por el usuario, el listado de errores de la Netlis dirá que al componente **PCB** en cuestión no lo encuentra.

**Nota del Autor**

Hemos llegado hasta este punto haciendo referencia a los elementos más utilizados de este completo programa de diseño de Circuitos Impresos. Las utilidades de este software no se agotan en lo visto. Muy por el contrario tiene muchos más recursos que aquellos que los hobbistas necesitan. Son por lo tanto para profesionales y para el manejo de maquinas de control numérico con las que industrialmente se realizan los PCB.

Creo que el objetivo de este Tutorial está cumplido. Espero que los lectores se animen a utilizar este software, el que no dudo les será de mucha utilidad.

**Antonio Capoccetti**
**LU7DTS**

Junio 2011