

TÉCNICO en ELECTRÓNICA

CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y PRÁCTICA PROFESIONAL

Diseño de circuitos impresos

- ▶ Aplicaciones de diseño
- ▶ Área de trabajo
- ▶ Librería de componentes
- ▶ Uso de EAGLE

www.reduserspremium.blogspot.com.ar



USERS

TÉCNICO en ELECTRÓNICA

CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y PRÁCTICA PROFESIONAL

Coordinación editorial

Paula Budris

Asesores técnicos

Federico Pacheco

Nuestros expertos

Diego Aranda
Esteban Aredez
Alejandro Fernández
Lucas Lucyk
Luis Francisco Macías
Mauricio Mendoza
Norberto Morel
David Pacheco
Federico Pacheco
Gerardo Pedraza
Mariano Rabioglio
Luciano Redolfi
Alfredo Rivamar
Federico Salguero



Técnico en electrónica es una publicación de Fox Andina en coedición con Dálaga S.A. Esta publicación no puede ser reproducida ni en todo ni en parte, por ningún medio actual o futuro sin el permiso previo y por escrito de Fox Andina S.A. Distribuidores en Argentina: Capital: Vaccaro Sánchez y Cia. S.C., Moreno 794 piso 9 (1091), Ciudad de Buenos Aires, Tel. 5411-4342-4031/4032; Interior: Distribuidora Interplazas S.A. (DISA) Pte. Luis Sáenz Peña 1832 (C1135ABN), Buenos Aires, Tel. 5411-4305-0114. Bolivia: Agencia Moderna, General Acha E-0132, Casilla de correo 462, Cochabamba, Tel. 5914-422-1414. Chile: META S.A., Williams Rebolledo 1717 - Ñuñoa - Santiago, Tel. 562-620-1700. Colombia: Distribuidoras Unidas S.A., Carrera 71 Nro. 21 - 73, Bogotá D.C., Tel. 571-486-8000. Ecuador: Disandes (Distribuidora de los Andes) Calle 7° y Av. Agustín Freire, Guayaquil, Tel. 59342-271651. México: Distribuidora Intermex, S.A. de C.V., Lucio Blanco #435, Col. San Juan Tlihuaca, México D.F. (02400), Tel. 5255 52 30 95 43. Perú: Distribuidora Bolivariana S.A., Av. República de Panamá 3635 piso 2 San Isidro, Lima, Tel. 511 4412948 anexo 21. Uruguay: Espert S.R.L., Paraguay 1924, Montevideo, Tel. 5982-924-0766. Venezuela: Distribuidora Continental Bloque de Armas, Edificio Bloque de Armas Piso 9no., Av. San Martín, cruce con final Av. La Paz, Caracas, Tel. 58212-406-4250.

Impreso en Sevagraf S.A. Impreso en Argentina.

Copyright © Fox Andina S.A. VI, MMXIII.

Anónimo

Técnico en electrónica / Anónimo ; coordinado por Paula Budris. - 1a ed. - Buenos Aires : Fox Andina; Dalaga, 2013.

576 p. ; 27x19 cm. - (Users; 23)

ISBN 978-987-1949-14-4

1. Informática. I. Budris, Paula, coord. II. Título.

CDD 005.3

En esta clase veremos

EL DISEÑO DE CIRCUITOS IMPRESOS; ADEMÁS, ALGUNOS PROGRAMAS DE DISEÑO PARA LA CREACIÓN, EDICIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS ELECTRÓNICOS.



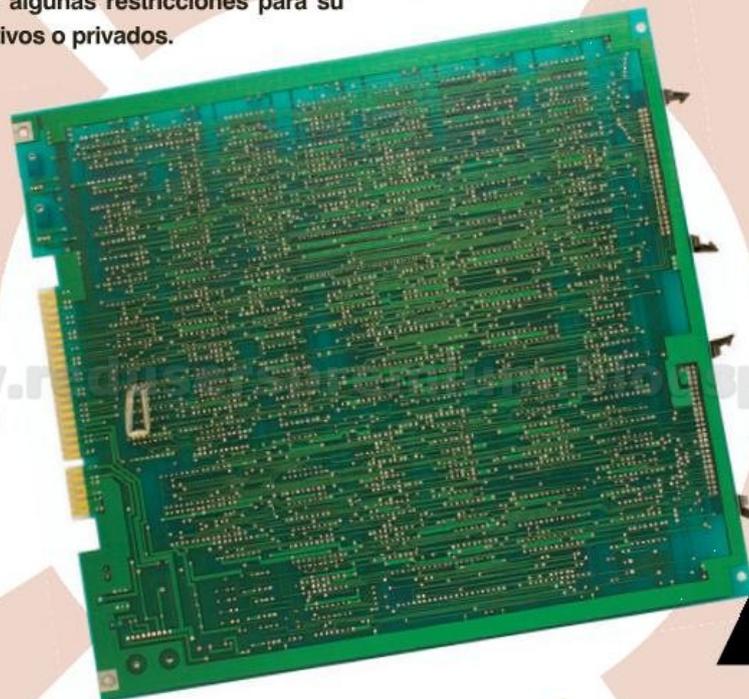
Aquí abordaremos los conceptos teóricos y prácticos que nos permitirán ingresar al mundo de la creación y el diseño de circuitos impresos.

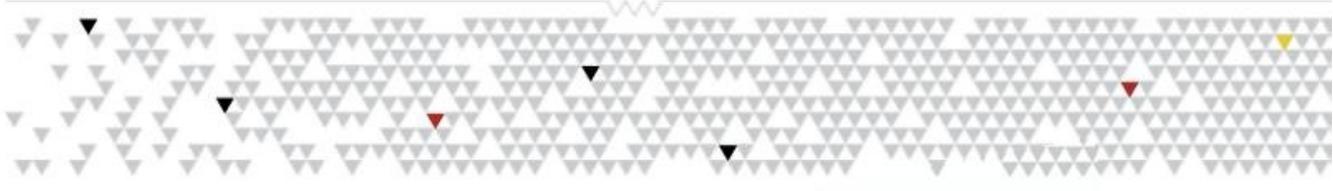
Debido a que el proceso de diseño de PCB (Printed Circuits Boards) proliferó mucho con la incorporación de las herramientas de software, veremos entonces cómo diseñar un proyecto en computadora ayudados por dichas herramientas. Para esto, nos basaremos en el software CadSoft EAGLE, y estudiaremos los diferentes módulos, herramientas y áreas de trabajo que forman parte del paquete, haciendo especial hincapié en las bibliotecas de símbolos que vienen incluidas, en la edición y creación de nuevos componentes, y la generación de PCB mediante métodos manuales, automáticos y mixtos.

A modo informativo, analizaremos las limitaciones de la versión gratuita, el uso de reglas de ruteo y los diseños a través de capas. Conocer y dominar esta clase de software nos facilitará la tarea de creación, edición y gestión de proyectos. En cuanto a las limitaciones de la versión freeware, si bien EAGLE es un software comercial, posee una versión gratuita con algunas restricciones para su uso en ambientes educativos o privados.

SUMARIO

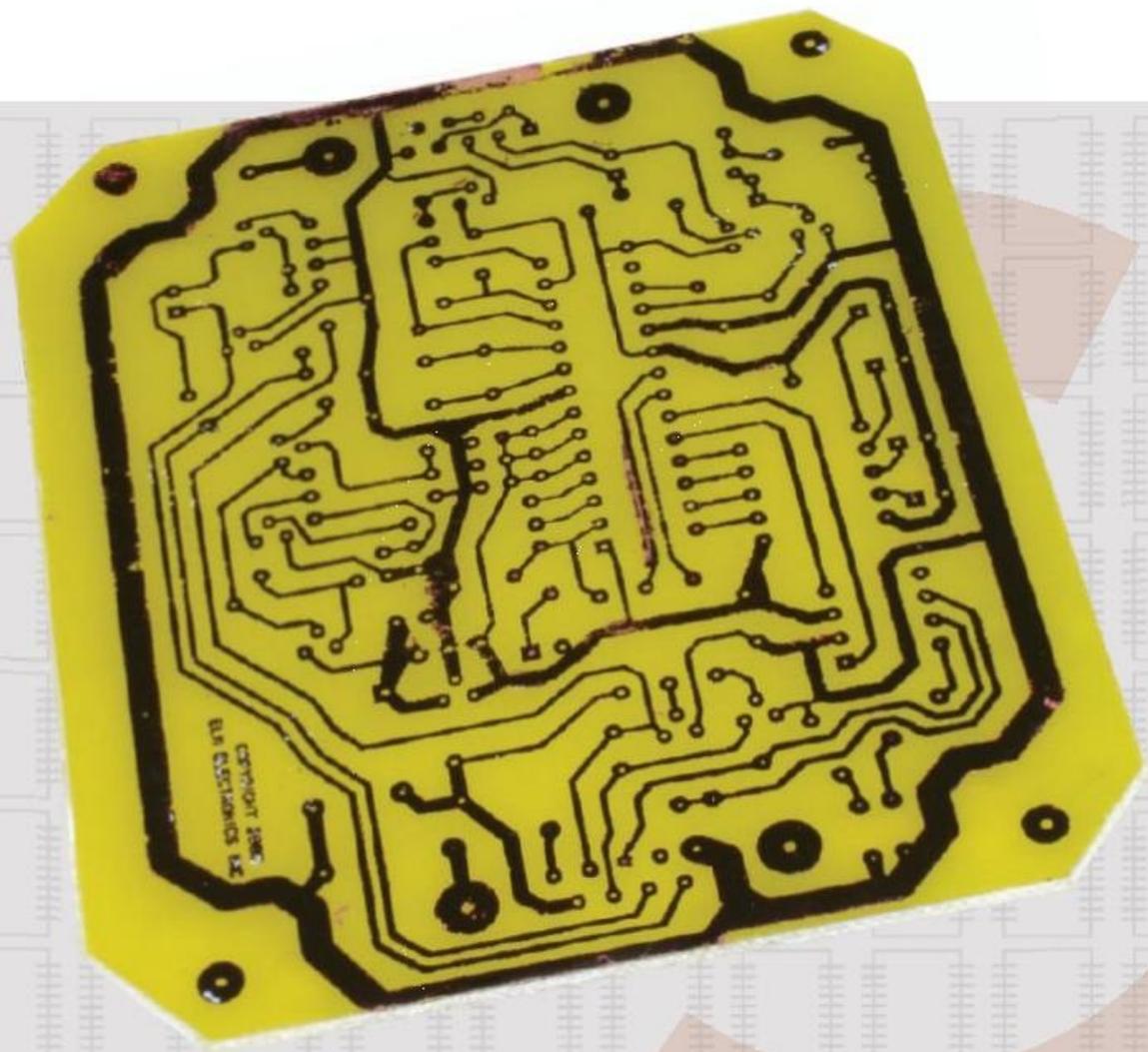
- 02** SOFTWARE DE DISEÑO DE CIRCUITOS
Aplicaciones para diseñar circuitos.
- 12** ÁREA DE TRABAJO
Opciones y librerías del software de diseño.
- 18** USO PRÁCTICO DE EAGLE
Aprenderemos a diseñar un circuito mediante software.





2

▶ Clase 09 //



SOFTWARE DE DISEÑO DE CIRCUITOS

www.raduserspremium.blogspot.com.ar

GRACIAS AL USO DE SOFTWARE DE PC, HOY ES POSIBLE REALIZAR,
MUCHO MÁS RÁPIDO Y DE MANERA CONFIABLE, EL DISEÑO DE UNA PLACA
DE CIRCUITO IMPRESO, EN PROTOTIPOS TANTO SIMPLES COMO COMPLEJOS.



R

Recordemos que un **circuito impreso** es una placa o plaqueta de material aislante construida por lo general en **Pertinax** o material **epoxi**. Posee, en una o en ambas de sus caras, láminas de cobre delgado, que conectan los pines de los diferentes componentes que conforman un circuito electrónico. El montaje de los componentes se realiza a través de orificios practicados en la placa o, en el caso de la tecnología de **montaje superficial**, soldados directamente sobre las láminas conductoras.

En la actualidad, el diseño de placas de circuitos impresos avanzó a la par del crecimiento de la informática. Debido al grado de complejidad de los circuitos electrónicos, es necesario utilizar herramientas dedicadas que brinden asistencia completa durante el proceso de diseño. Para dichos fines, surgen los programas de **CAD** (*Computer Aided Design* o diseño asistido por computadora), que permiten realizar la captura, es decir, llevar a nuestra pantalla el circuito esquemático y generar los archivos de soporte necesarios para finalizar con el proceso de creación del PCB.

Diseño tradicional

Realizar el diseño de una placa de circuito impreso era, tradicionalmente, un proceso tedioso y artesanal. Era necesario disponer de paciencia, mucha atención y pericia para lograr un diseño sin errores y que cumpliera una serie de reglas acordes con el esquema elegido para armar. Para trabajar, se utilizaban elementos de dibujo técnico, como reglas, escuadras, plantillas, lápices y fibras. Primero, había que llevar a cabo un boceto o borrador para poder darle forma, y conocer la ubicación y el tamaño de los componentes.

El segundo paso consistía en diagramar las conexiones eléctricas. Una vez concluido esto, se pa-

ENTRE LOS MÓDULOS
IMPORTANTES
SE ENCUENTRA
EL QUE CAPTURA
ESQUEMÁTICOS.



3

// Clase 09



saba el dibujo en limpio, con preferencia en papel vegetal y con tinta china. También, se utilizaba un método en el cual se recortaban y pegaban trozos de pistas, curvas y terminales, que estaban previamente diseñados sobre mylar (lámina de aluminio). Esto llevaba el nombre de su mayor fabricante: Bishop. Finalmente, el arte era transferido por métodos fotográficos al proceso de fabricación final (fotográfico, serigráfico).

Entornos de diseño CAD

Los programas de diseño de circuitos impresos están conformados por un entorno que incluye varios módulos. Uno muy importante es el que permite realizar la captura del **circuito esquemático**. En los casos en los que este no se incluye, es primordial que el entorno permita importar las listas de conexiones generadas a partir de archivos esquemáticos creados con otra aplicación de la misma empresa o de terceros.

Si no tenemos ninguna opción de captura o importación de esquemáticos, nos veremos obligados a dibujar la placa, colocando los componentes de forma manual y uniendo los respectivos terminales. Este método es, en esencia, similar al manual, con la diferencia de que lograremos mayor calidad de impresión y definición de los trazos o pistas de conexión. Hay que tomar ciertos recaudos a la hora de trabajar con esta clase de software ya que, por lo general, no incluyen ninguna opción de chequeo de errores ni reglas de diseño.

Los entornos profesionales de última generación, como **Altium Designer** y **Cadence OrCAD**, incluyen todo lo necesario, y todavía más. Las diferencias entre el diseño manual y el asistido por computadora son varias y muy importantes.

La reducción del tiempo empleado en el diseño y la calidad final son las primeras en destacarse.

SOBRE LOS ENTORNOS DE TRABAJO

Los entornos ideales para trabajar son los que permiten dibujar el diagrama esquemático (proceso de captura), generar los listados de conexiones y de componentes utilizados, y, por último, exportar todo al módulo PCB. Este último será el encargado de posicionar los diferentes componentes en el área de la placa y realizar de forma automática las conexiones entre todos ellos.





La empresa CADSoft es la encargada del desarrollo del software EAGLE, al cual nos referiremos en estas páginas.

Sin embargo, la optimización toma importancia a la hora de realizar el posicionamiento y el conexionado de los componentes, lo que reduce drásticamente los errores que se pueden llegar a producir. Otras características que incorporan las aplicaciones de CAD son las que permiten la **industrialización** o **producción en serie**. Es posible exportar diferentes archivos para operar máquinas de taladrado y de corte por control numérico.

Módulo de captura de esquemáticos

Este es el módulo encargado de llevar a cabo la captura del diagrama eléctrico, es decir, el proceso de dibujo del circuito. Para ello, el software proporciona herramientas y funciones que

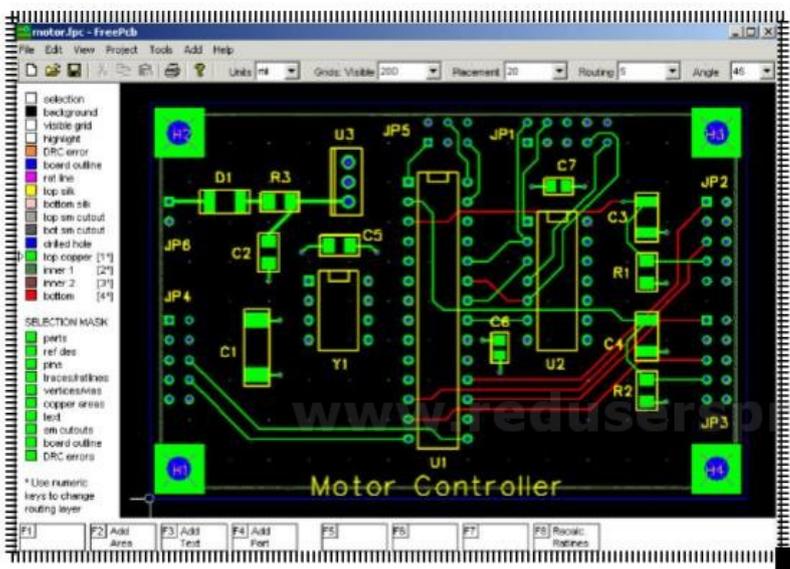
permiten seleccionar los símbolos de los diferentes **componentes** que forman parte de él, realizar las **conexiones eléctricas**, asignar valores y nombres a los objetos utilizados, aplicar comandos de edición, como borrar, copiar y pegar, e indicar conectores, fuentes de alimentación y puntos de prueba.

Además, una vez concluido el proceso de captura, es posible exportar diferentes archivos, en general de texto, en formato **ASCII**, con datos útiles para otros programas de diseño. Usualmente, se pueden exportar listados de materiales, listados con indicación de todas las conexiones y listados con errores, entre otros.

El módulo de CAD

Una vez que el esquema está concluido, se debe pasar a la parte de diseño. Cada paquete de software de diseño de PCB cuenta con el **editor CAD**. Este módulo permite importar el diagrama capturado, convertir los símbolos en encapsulados y realizar las pistas de conexión. Este proceso puede ser manual, automático o una mezcla de ambos.

EN TODAS LAS APLICACIONES
DESARROLLADAS PARA EL
DISEÑO PCB ENCONTRAREMOS
UN EDITOR DE CAD
INCORPORADO.



FreePCB es una excelente alternativa en lo que se refiere a software de diseño de circuitos impresos.

GEDA

GEDA se presenta con la idea de realizar el desarrollo de un completo conjunto de herramientas de automatización de diseño electrónico GPL. Estas herramientas sirven para el diseño de circuitos eléctricos, captura esquemática, simulación, prototipos, y producción. Este proyecto nos ofrece una suite de aplicaciones de software libre para el diseño electrónico, incluyendo la captura esquemática, atributo de la gestión, la factura de materiales (generación BOM), netlisting, simulación analógica y digital, y el diseño de la placa de circuito impreso (PCB).

El control de errores

Todo buen programa de diseño de circuitos impresos permite controlar posibles errores cometidos durante el proceso de captura o de creación del PCB. Por ejemplo, conexiones hechas entre los polos positivo y negativo de la fuente de alimentación o pines sin conexión eléctrica. Generalmente, se encuentran disponibles dos tipos de verificación: **ERC** (**Electrical Rules Check** o chequeo de reglas eléctricas) y **DRC** (**Design Rule Checking** o chequeo de reglas de diseño).

CadSoft EAGLE

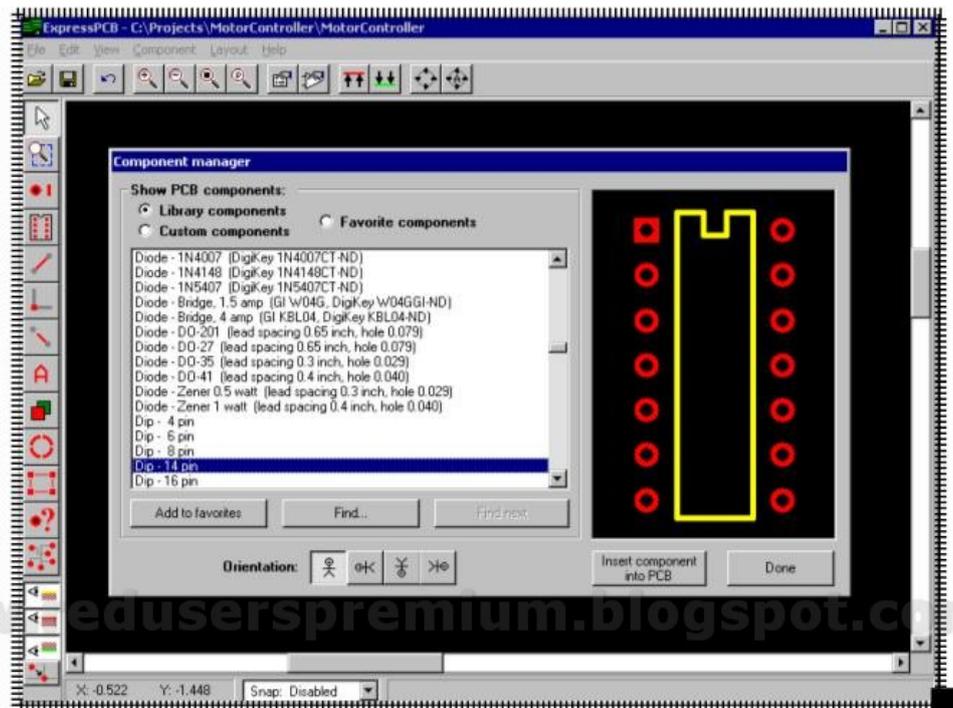
Para iniciarnos en el manejo, la creación y la gestión de diseños simples, podemos descargar, desde la página web www.cadsoftusa.com, una versión gratuita para aplicaciones no comerciales. Una vez descargada e instalada, nos encontraremos con una potente aplicación de diseño.

El software posee un **Panel de control** (**Control Panel**) desde donde se gestionan todos los proyectos. A partir de él, se pueden generar o editar circuitos esquemáticos (archivos .SCH), diseños de circuitos impresos (archivos .PCB), librerías de componentes (archivos .PCB), scripts (archivos .SCR) y programas en lenguaje de usuario (archivos .ULP).

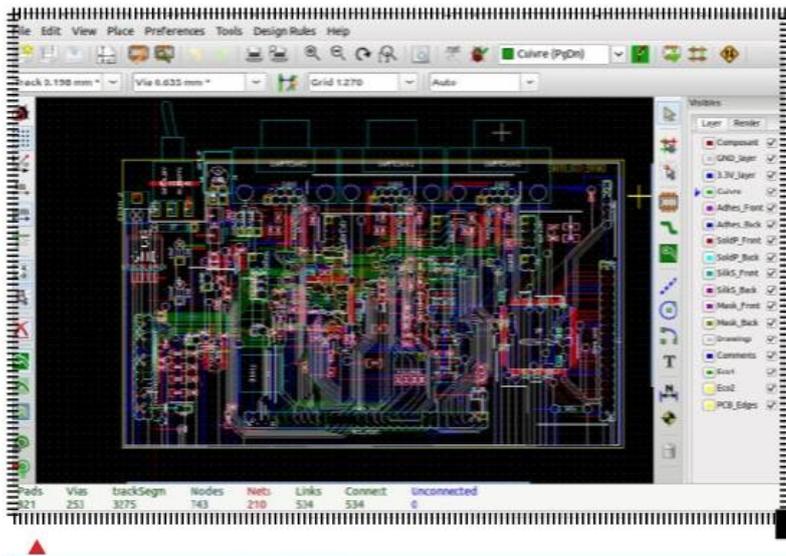
El Panel de control utiliza la vista en estructura de árbol para navegar rápidamente a través de todos los archivos del sistema: librerías, scripts, proyectos, programas escritos en lenguaje de usuario y trabajos **CAM** (**Computer Aided Manufacturing** o fabricación asistida por computadora). A la derecha de la estructura de árbol, se visualiza la correspondiente descripción del ítem que se encuentra seleccionado.

Además del panel de control, EAGLE dispone de varios subprogramas o módulos para realizar cada tarea. Por ejemplo, **Schematic**, para la edición y captura de diagramas esquemáticos; **Board**, una herramienta de trabajo sobre circuitos

REALIZAR EL DISEÑO DE UNA PLACA DE CIRCUITO IMPRESO ERA, TRADICIONALMENTE, UN PROCESO TEDIOSO Y ARTESANAL.



ExpressPCB es otra interesante opción a la hora de diseñar circuitos impresos.



El entorno de diseño KiCAD es un completo set de herramientas de software libre, aplicado a la creación, edición y gestión de proyectos de diseño.

vo algunas excepciones que veremos a continuación:

▼ El área de las placas que puede ser utilizada es de solo 100 x 80 milímetros.

▼ Únicamente puede crearse una sola hoja dentro del editor de esquema del circuito.

▼ Solo podemos emplear dos capas para el diseño de la placa, denominadas **top** y **bottom**. Consideremos que no es posible usar capas internas.

▼ No incluye la posibilidad de soporte técnico telefónico.

De todas maneras, para nuestros propósitos, la versión freeware es muy completa, ya que nos permitirá abordar toda clase de proyectos en el ámbito educativo, y nos será más que suficiente para estudiar los contenidos de los fascículos de esta obra. Además de la versión freeware, el programa ofrece una profesional, sin limitaciones y con soporte permanente. Es importante destacar que este programa no tiene una versión en castellano, solo se lo puede conseguir en inglés. Sin embargo, cuenta con la ventaja de ser compatible con varios sistemas operativos. Por supuesto, soporta la serie Windows desde 2000 hasta **Windows 8**, y en Linux solo es compatible con **Linux Kernel versión 2.6**. También es compatible con **Mac OS X**.

LA VERSIÓN FREWARE DE EAGLE SOLAMENTE SE PUEDE UTILIZAR CON FINES EDUCATIVOS, NO COMERCIALES.

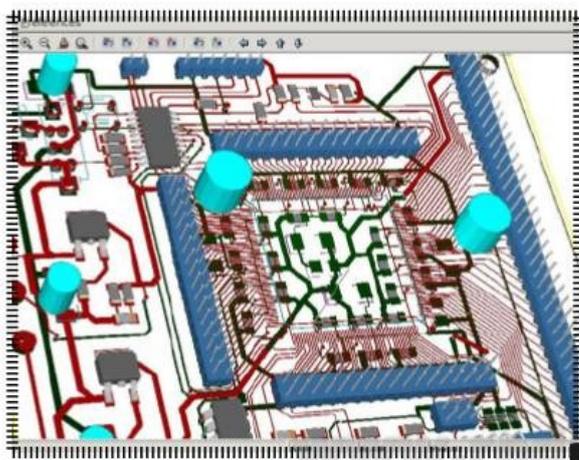


impresos, y **Library**, un completo editor de librerías. También posee un editor de textos para crear los archivos script o programas **ULP** (se explica en el recuadro "Sobre ULP") y un procesador CAM. Este último módulo permite generar los datos necesarios para realizar la fabricación de las placas de circuito impreso. Puede producir archivos, por ejemplo, para controlar estaciones de taladrado, impresoras, plotters (máquina impresora lineal) y máquinas postscript.

La versión de **EAGLE** a la que aludiremos aquí es la **freeware**, la cual es suficiente para la confección de un circuito PCB, aunque no tiene toda la potencia de la versión comercial, sino que está limitada en funcionalidades. En general, cuenta casi con la misma funcionalidad que la versión paga, sal-

¿QUÉ ES UN PAD?

Se llama **pad** a la isla de soldadura o superficie de contacto entre los pines de un componente electrónico y las láminas de cobre. EAGLE permite configurar varios parámetros de los pads, como formato, diámetro, tamaño del orificio y ángulo de orientación. Es importante tener en cuenta todos estos aspectos, ya que no podemos quedarnos sin espacio de cobre para la soldadura de los componentes.



La visualización en 3D de una placa de circuito impreso es una enorme ventaja en el diseño electrónico.

Para más información acerca del programa, podemos visitar el sitio web del fabricante del software, www.cadsoftusa.com, donde tendremos la posibilidad de profundizar nuestros conocimientos. También, podemos descargarlo desde la sección de **Download** dentro de la página y acceder a los foros de usuarios del programa, que nos serán de suma utilidad ante cualquier duda o problema que tengamos. La dirección del sitio es www.eaglecentral.ca/forums.

El viejo PCB

Uno de los primeros programas de software libre creados para la construcción y diseño de placas de circuitos impresos se llamó exactamente como la sigla en inglés: PCB. Este programa fue escrito por **Thomas Nau** para **Atari** en el año 1990, y portado posteriormente a **UNIX** y entorno gráfico **X11** en el año 1994. Originalmente no se pensó como un software profesional, sino como una herramienta de ayuda para hobbyistas y técnicos que desearan encarar desarrollos de hardware a pequeña escala. El proyecto se encuentra activo en el marco del conjunto de aplicaciones de software libre llamado **gEDA** en el sitio <http://pcb.geda-project.org>.

FreePCB

FreePCB es otro programa de diseño de placas de circuitos impresos para sistema Windows, creado en el año 2003 por **Allan Wright**. El software permite hasta 16 capas de cobre en su diseño, tanto en sistema métrico como en pulgadas, y soporta exportaciones de diseños en formato **RS-274X Gerber** (estándar de facto de la industria). Los diseños pueden ser **autoruteados** parcial o totalmente mediante la interacción con **FreeRouting**. La última versión de FreePCB data de fines de 2010, y se distribuye mediante licencia GNU General Public License. Su sitio web es www.freepcb.com.

ExpressPCB

La gente de **ExpressPCB** propone un interesante modelo de diseño que comienza por descargar el software, integrado por dos partes constitutivas: una es el propio programa de diseño de placas, y el otro es el **ExpressSCH**, un sencillo creador de circuitos esquemáticos. El último es utilizado para crear los circuitos, y, luego, sobre la base de este, con el primero se realiza el diseño de la placa impresa.

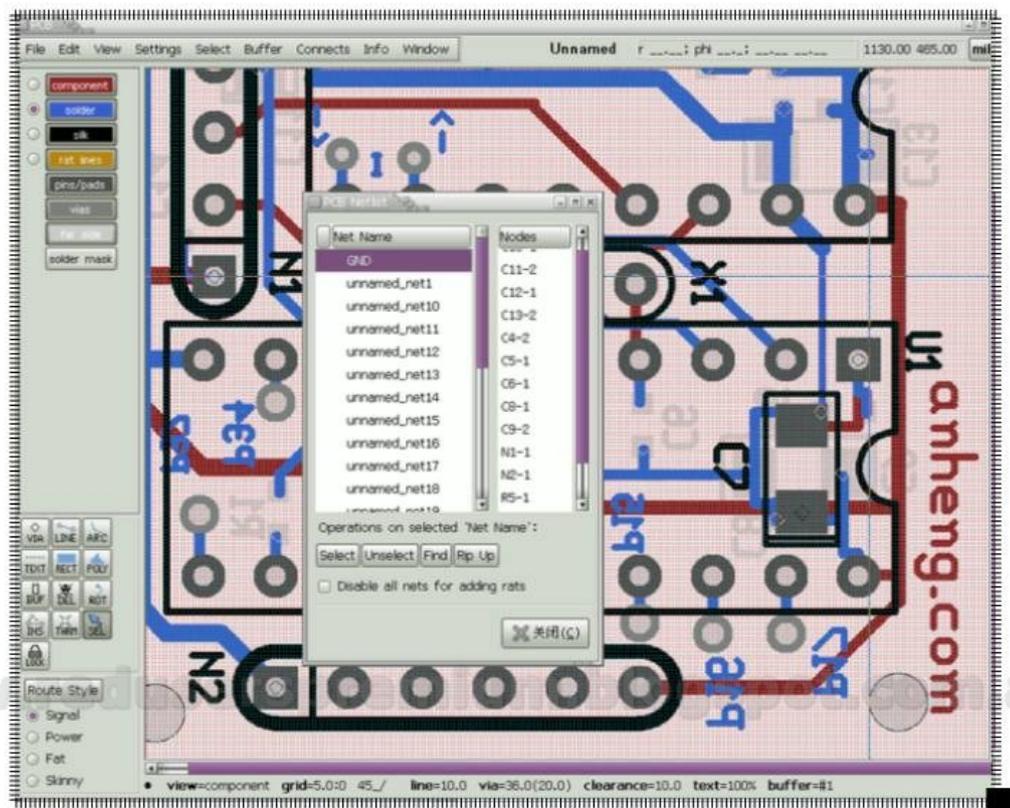
A continuación, la empresa propone que, al completar el diseño, el propio programa determine el costo de los componentes y el tiempo que demorará el envío. Luego, se puede realizar el pedido directamente via Internet, y, una vez realizado el pago, el usuario recibe la placa impresa con los componentes.

KiCAD

El último que presentaremos, pese a que existe una gran cantidad de ejemplos de software de este tipo, es **KiCAD**. Es un entorno muy intuitivo, multilenguaje y multiplataforma, creado en 1992 por **Jean-Pierre Charras**, que además incluye la posibilidad de visualizar en **3D** el resultado del diseño mediante el módulo **KiCAD pcbnew**. Su equipo de desarrollo es bastante activo y puede encontrarse la última versión en el sitio oficial: www.kicad-pcb.org.

Reglas de ruteo

La finalidad de las reglas de ruteo tiene que ver con la minimización del área utilizada, la disminución de posibilidades de interferencias y de ruidos, y una apropiada distribución de los componentes. Veamos algunas reglas elementales:



PCB a secas fue también el (quizás poco original) nombre de una de las primeras herramientas de diseño de placas por software. El desarrollo sigue vigente hasta el día de hoy.

▼ Posición de capacitores de desacople: deben colocarse lo más cerca posible de la alimentación de los circuitos integrados que desean desacoplarse.

▼ Separación mínima de pistas: si se trabaja con tensiones bajas, el mínimo debe ser de 0,3 mm, pero tiene que aumentarse para tensiones mayores. Si más de dos pistas son paralelas entre sí, su separación debe ser uniforme.

▼ Separación entre los bordes de la placa y las pistas: tiene que ser, como mínimo, de aproximadamente entre 2 y 3 mm.

▼ Ancho de las pistas: entre otros factores, dependerá de la corriente que pasará por ellas. A mayor corriente, mayor ancho de pistas. Las pistas de alimentación deberán tener un mínimo de anchura de 1 o 2 mm, independientemente de la corriente que consume el circuito.

▼ Largo de las pistas: tenemos que tratar que sean lo más cortas posibles, con el fin de hacer un diseño simple y reducir el tamaño final del PCB.

▼ Trazado de intersecciones: debe evitarse que, en la intersección de dos pistas, se formen ángulos de 90 grados. Lo ideal es de 45 grados.

▼ Conectores de entrada y salida: tienen que colocarse alejados entre sí; en lo posible, ubicados en extremos opuestos, para evitar un acoplamiento entre ellos.

▼ Líneas de masa: en caso de que el circuito cuente con una parte analógica y otra digital, debe haber dos líneas de masa diferentes para cada una, las cuales se unirán en un solo punto. Es interesante destacar que el software EAGLE nos permite configurar diversos parámetros para las reglas de ruteo. Además, contamos con la posibilidad de testear el cumplimiento de las reglas mediante una de sus opciones, llamada **DRC (Design Rule Check)**.

Sistema métrico y mils

Aquí nos detendremos por un momento para hacer una comparación entre dos sistemas de unidades que nos servirán como herramientas para distintas mediciones de las partes que componen un circuito.

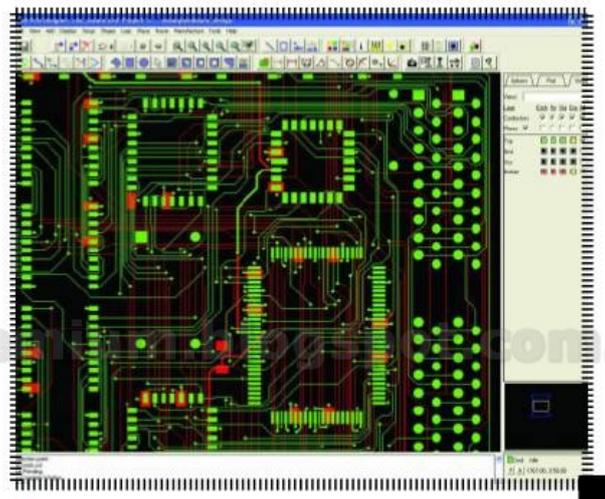
El sistema métrico es el que normalmente utilizamos, porque la mayoría de los países lo eligió para representar medidas de longitud. Utiliza el metro como unidad y es parte de un sistema de unidades mucho más complejo denominado **Sistema Internacional de Unidades**. Un metro es la longitud de una barra llamada **metro patrón**, que se guarda en la Oficina de Pesos y Medidas en París.

Hoy en día, hay formas más modernas de definir el metro, y la más actual es: la distancia que recorre la luz en el vacío durante un intervalo de $1/299792458$ de segundo. Un **milímetro** es la milésima parte de un metro (mili metro). Muchos de los países de habla inglesa utilizan el llamado sistema **anglosajón** o **imperial**. En este sistema, una unidad de longitud es la **pulgada**, equivalente a 25,4 mm.

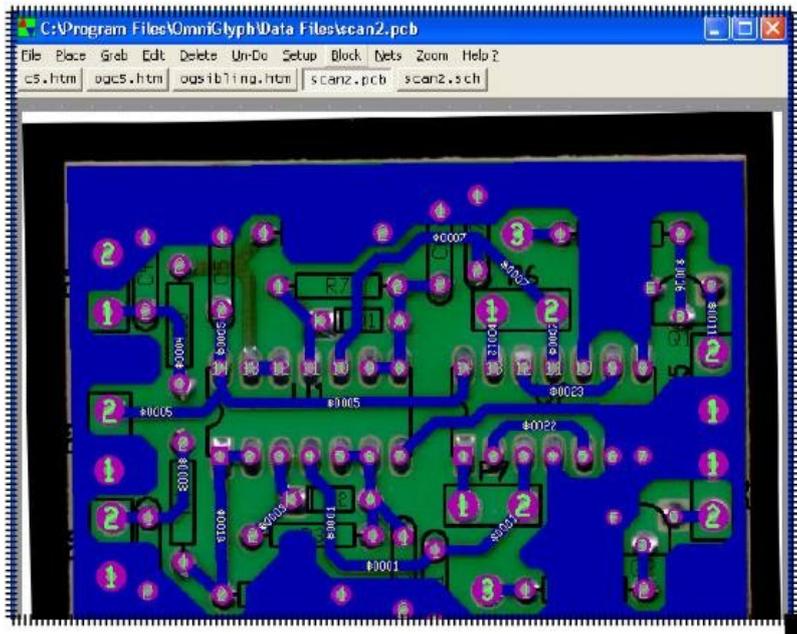
Cuando hablamos de **mils**, nos estamos refiriendo a una milésima de pulgada, algo así como el equivalente del milímetro en el sistema imperial. Un mil es, entonces, 0,0254 milímetros o 25,4 **micrones**. Por las actuales dimensiones de los componentes electrónicos y como muchos de los encapsulados tienen sus dimensiones dadas por el sistema imperial, el mil resulta mucho más conveniente que otras alternati-

ARCHIVOS NETLIST

Es una lista de los nodos (nets). Un **nodo** se define como un punto de conexión común entre dos o más elementos. Dependiendo del archivo netlist, este puede incluir información variada, como el formato físico de los trazos del circuito impreso y las propiedades de cada componente utilizado en la captura; por ejemplo, el valor, el número de referencia y los nombres de los pines. No se trata de un formato estándar y, por lo general, son incompatibles entre aplicaciones de diferentes empresas.



Entre los programas comerciales más utilizados y conocidos del mundo está OrCAD, de la empresa Cadence.



CIRCAD es un producto que permite hacer trabajos de ingeniería reversa de hardware mediante una función especial que incorpora su aplicación.

vas. La equivalencia sería:

$$1 \text{ mil} = 25,4 \times 10^{-6} \text{ m} = 1 \times 10^{-3} \text{ inches (pulgadas)} = 25,4 \times 10^{-3} \text{ mm} = 25,4 \mu$$

Recordemos que, en notación científica, el exponente del número 10 determinará los lugares que se correrá la coma. Si es negativo, hacia la izquierda y, si es positivo, hacia la derecha.

Encapsulados y software de diseño

Como ya mencionamos en la clase 6, para la particularidad de los circuitos integrados, podemos referirnos en general a cualquier componente, ya que estos vienen en diversas formas y tamaños, cada uno destinado a una función mecánica en particular. La palabra **encapsulado** hace referencia a la cavidad en la cual podemos encerrar algún objeto. En nuestro caso, lo que encerramos son componentes electrónicos.

Si bien el encierro es mayormente hermético, permitimos una forma de conexión con el exterior, para poder acceder a este y hacer que cumpla su función en nuestro circuito. La finalidad de los encapsulados es la protección del componente, accesibilidad, comodidad y facilidad para el montaje y desmontaje, y disipación de calor, entre otras. Algunos de los encapsulados comunes para circuitos inte-

grados que hemos mencionado antes son, a modo de recordatorio: **DIP (Dual Inline Package)**, **SOP (Small Outline Package)** y **PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier)** o **QFJ (Quad-Flat-J-Leg Chip carrier)**.

La importancia de los encapsulados en esta instancia reside en que los programas de diseño cuentan con el soporte para los tipos de encapsulados más comunes, ya que de estos estará, en buena medida, compuesto nuestro diseño impreso. De esta forma, el programa nos facilita de nuevo el trabajo, al hacer que no debamos diseñar especialmente las cosas que ya están estandarizadas en la industria.

LOS PROGRAMAS DE DISEÑO DE CIRCUITOS IMPRESOS ESTÁN CONFORMADOS POR UN ENTORNO QUE INCLUYE VARIOS MÓDULOS.



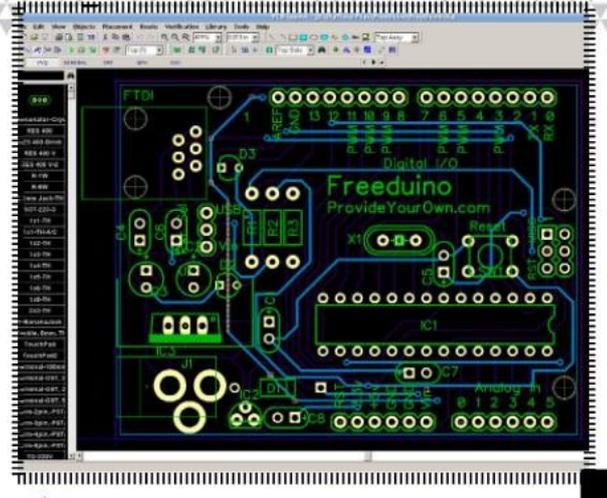
VERIFICACIÓN DE ERRORES

EAGLE cuenta con una poderosa herramienta de detección de errores de diseño y eléctricos. En la parte inferior de la barra de herramientas, tenemos dos botones. El primero, ERC, permite aplicar las reglas de diseño eléctrico. Mediante este modo es posible verificar y corregir, por ejemplo, pines sin conexión, cortocircuitos o inversión de polaridad. El segundo botón, Errors, se utiliza para mostrar los errores encontrados tanto en modo ERC como en modo DRC, el cual es el encargado de verificar problemas en el diseño.

Interfaz de los módulos en EAGLE

El usuario de EAGLE dispone de una barra de menú donde se encuentran las funciones de cada módulo: utilidades de zoom, acceso a programas ULP y acceso directo a las otras aplicaciones del entorno. Debajo de esta barra de menús, hay una barra de parámetros.

En este espacio, aparecerán distintas funciones y propiedades de acuerdo con la herramienta elegida. Una de las barras más



DipTrace es un software de diseño profesional que contiene una gran cantidad de opciones avanzadas, como la visualización 3D.

INSTALACIÓN DE EAGLE PASO A PASO

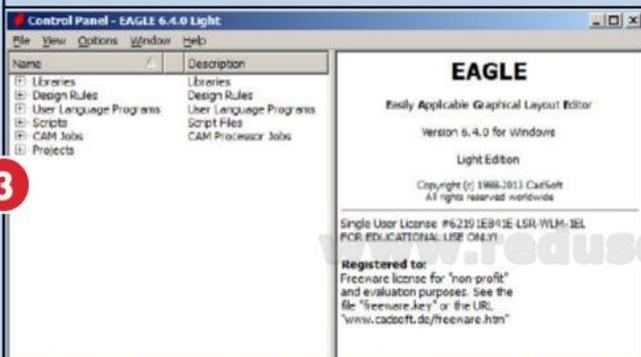
Entre los programas más utilizados en el ámbito de los técnicos e ingenieros en electrónica, se encuentra, como hemos dicho, EAGLE. Ahora aprenderemos a realizar el proceso de instalación de esta aplicación.



Nos dirigimos a www.cadsoftusa.com y accedemos a Downloads, veremos una serie de opciones, entre las que debemos hacer clic en Freeware. Luego seleccionamos Download Area y descargamos la aplicación.



Una vez descargado el instalador que corresponda, debemos hacer que se instale en el sistema. Para el presente ejemplo, supondremos el instalador preparado para sistemas Windows.



Luego de superados los pasos de la instalación, como seleccionar la carpeta de destino estaremos en condiciones de ejecutar por primera vez el EAGLE.



Existe una extensa documentación muy detallada y completa en diferentes idiomas, y puede encontrarse en la opción Documentation del sitio oficial.

ENCAPSULADO PGA

La sigla significa **Pin Grid Array** y hace referencia a la disposición de los pines en el encapsulado. Se utiliza para los microprocesadores de las computadoras. Si bien este encapsulado no es más pequeño que los mencionados antes, su eficiencia se encuentra en que el espacio aprovechado para los pines es mayor.

importantes es **Tools**. Desde ella, es posible acceder a los botones que nos permitirán realizar los esquemas y diseños del circuito impreso y editarlos. También, es posible acceder a todos los comandos mediante órdenes de texto (con la línea de comandos). Asimismo, se encuentra disponible una barra de estado que muestra informaciones y descripciones útiles sobre los comandos que están siendo utilizados.

Además de las diferentes barras, cada módulo integra un área de trabajo. Dicha sección es el lugar de edición de los esquemas o librerías y está delimitada por un rectángulo que equivale a la antigua hoja donde se dibujaban circuitos.

Componentes disponibles

EAGLE cuenta con una extensa librería de componentes por defecto, que se hallan organizados por fabricantes de dispositivos electrónicos, familias de productos y funciones. Estos símbolos generalmente están normalizados, es decir, respetan las medidas y los formatos físicos de los componentes, pero CadSoft no asegura que esto sea así.

Es un punto para tener en cuenta, ya que puede haber diferencias de tamaño con la vida real. También es posible agregar nuevas librerías desde el sitio de Internet de CadSoft, en la sección de descargas, o utilizar el editor de librerías para crear nuevos componentes.

Diseño de un circuito esquemático

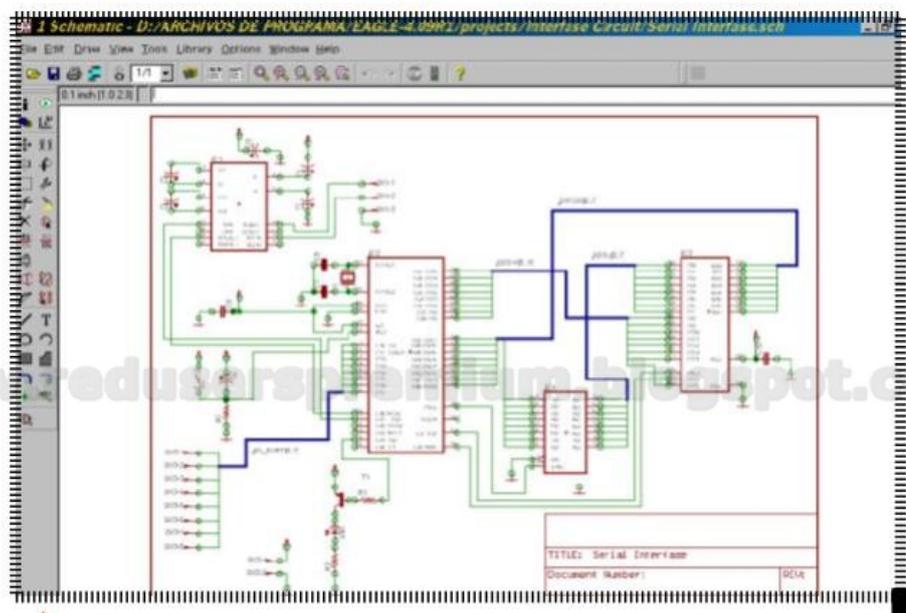
El primer paso que debemos seguir para crear un circuito impreso es la captura

del diagrama esquemático. Como ya sabemos, EAGLE dispone de la herramienta **Schematic** para realizar el dibujo. Para acceder a ella, tenemos que ir a **Control Panel/File/New/Schematic**. A continuación, se desplegará en la pantalla la ventana del Editor de esquemas, en la cual podemos empezar a dibujar nuestro circuito. Para comenzar, debemos elegir los componentes que utilizaremos. En la barra de herramientas, disponemos del botón **Add**, que permite explorar las librerías, elegir uno a uno los símbolos y arrastrarlos hasta el área de dibujo. El segundo paso consiste en ubicar los componentes en el lugar apropiado mediante el botón **Move**. También, puede ser necesario emplear el botón **Group**, en caso de querer agrupar varios componentes

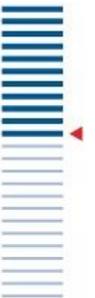
para moverlos juntos. Para rotar objetos o cambiar su orientación, contamos con los botones **Mirror** y **Rotate**.

Una vez ubicados los componentes, deberemos llevar a cabo las conexiones eléctricas entre ellos. Escogemos de la barra de herramientas el botón **Net**. En este modo, nos posicionamos en cada pin de cada componente con el puntero del mouse y, al hacer clic, aparecerá el alambre que permitirá realizar la conexión. Este paso deberemos repetirlo hasta concluir con todos los componentes que necesitamos.

ES PRECISO QUE
EL SOFTWARE DE
DISEÑO CUENTE
CON UN SISTEMA DE
CONTROL QUE EVITE
ERRORES.



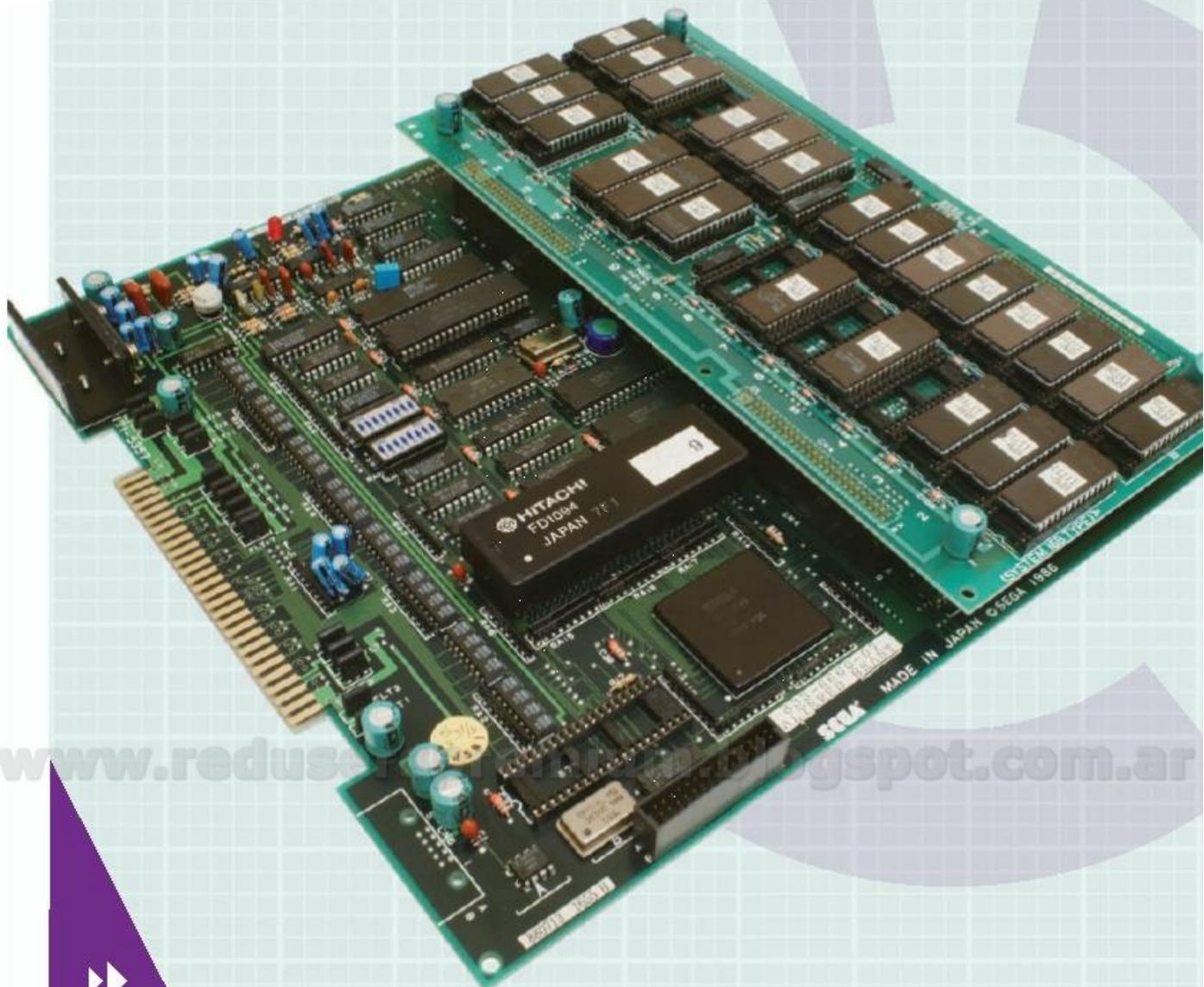
Aquí vemos diversas herramientas que nos proporciona la aplicación EAGLE.





ÁREA DE TRABAJO

AQUÍ LES PRESENTAREMOS EL USO Y LA APLICACIÓN DE LOS PRINCIPALES INSTRUMENTOS DE LA APLICACIÓN, PERO COMENZAREMOS POR ANALIZAR LAS CARACTERÍSTICAS Y LAS DIFERENCIAS DE LOS INSTRUMENTOS DE LOS TIPOS DIGITAL Y ANALÓGICO.



CON EL EDITOR
DE LIBRERÍAS, ES
POSIBLE CREAR Y
EDITAR LIBRERÍAS
DE COMPONENTES,
SÍMBOLOS Y
ENCAPSULADOS. 

13

// Clase 09



T

Comparar una medida es comparar dos cantidades de una determinada **magnitud física**. Para esto, podemos contar con instrumentos digitales o analógicos. Los primeros –por definición de la norma **IEC 485 (International Electrotechnic Commission)**– son aquellos en los cuales la indicación aparece en forma numérica. En los segundos, la indicación resulta de relacionar **la posición de un índice** respecto de una escala graduada. Lo que diferencia un instrumento analógico de uno digital son los procesos que se realizan en la adquisición de la señal por medir.

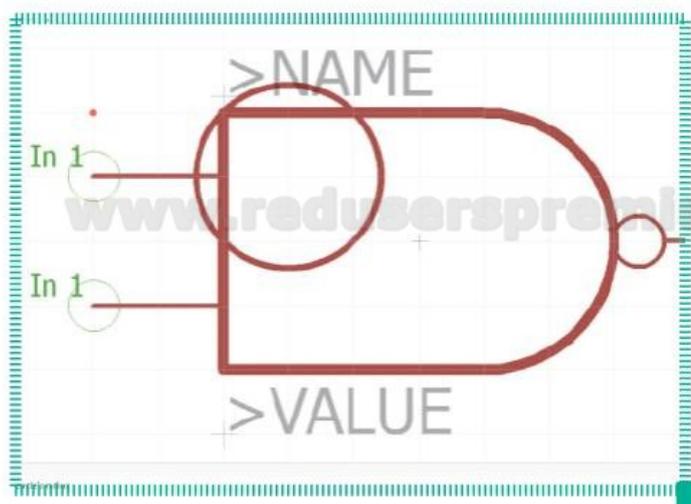
Para el caso de estos últimos, los procedimientos involucran técnicas de **conversión analógico-digital** de la señal de entrada. Los analógicos, en cambio, proporcionan una salida de naturaleza continua, ante una entrada del mismo tipo. Los instrumentos analógicos fueron los primeros en aparecer y tienen algunas limitaciones frente a las soluciones digitales. Los instrumentos digitales, por su parte, son dispositivos que convierten la entrada en **pasos discretos de señal** y, mediante técnicas digitales, logran mejores prestaciones.

Librerías de componentes

Para acceder al Editor de librerías, tenemos que dirigirnos a **Control Panel/File/New/Library** y se desplegará en nuestra pantalla la ventana del Editor. Lo primero que debemos hacer es crear una nueva librería vacía: vamos a **New/File**. Un punto por considerar es que, dentro de una librería, se guardan los dispositivos, y que cada uno de estos posee un símbolo y un encapsulado. En la barra de Herramientas, disponemos de los botones que permiten acceder a la creación y edición de cada dispositivo, con su símbolo y su encapsulado.

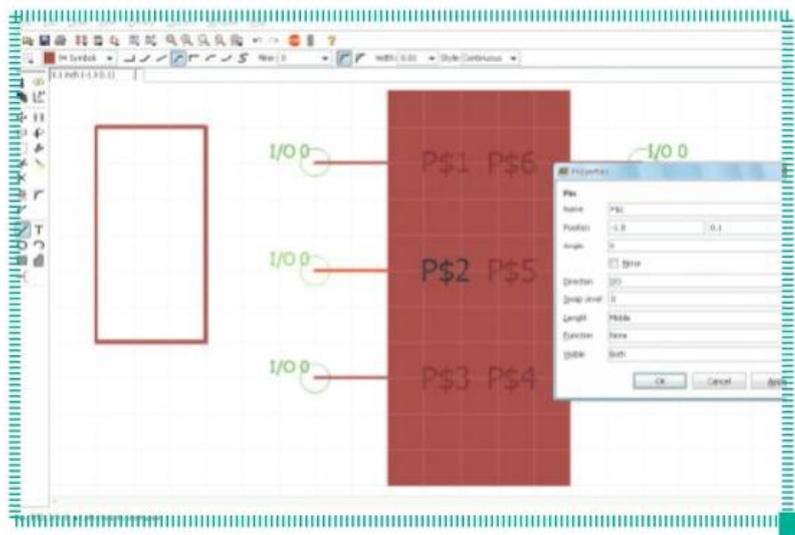
Mediante el botón **Symbol**, tendremos la posibilidad de crear el símbolo que representará al dispositivo en el módulo de captura del esquemático. Lo pulsamos, le damos un nombre y, al presionar el botón **Ok**, podremos empezar a editarlo. Una vez creado el símbolo, deberemos agregar y posicionar los pines que forman parte de él. Para ello, nos valemos del botón **Pin**. Los pines poseen propiedades que podemos modificar si hacemos clic con el botón derecho del mouse sobre cada uno. Es posible editar el nombre, la posición, el ángulo de inclinación, la dirección, la función y la longitud, entre varias funciones más.

Una vez creados todos los pines, es necesario nombrarlos. Si bien esta opción se encuentra en el cuadro de propiedades, también disponemos del botón **Name** para realizarla. Al seleccionar y hacer clic sobre cada pin, se nos habilitará dicha opción. La elección del nombre del pin generalmente tiene que ver con la función que cumple, y es recomendable respetar este método.



Gracias al Editor de librerías, es posible modificar los dispositivos instalados por defecto o utilizarlos para la creación de nuevos.





◀ **Cuadro de Propiedades de los pines de un símbolo. Desde aquí, se configuran todas las opciones que ofrece EAGLE para cada uno.**

Con los pines creados, posicionados y nombrados, podremos dibujar el componente. En la barra de Herramientas, pulsamos el botón **Wire**, seleccionamos la capa **94 Symbols** y le damos forma al símbolo.

También es posible agregar texto con nombres y valores. Disponemos de la herramienta **Text** para hacerlo. Hay que tener en cuenta la capa en la que estamos trabajando, ya que cada tipo de texto posee una específica, como por ejemplo, **95 Names**, **96 Values**, **97 Info**, etcétera.

El segundo paso en la creación de una nueva librería es la realización del encapsulado. Este tipo de símbolo es la representación de cada componente que se utilizará en el Editor de PCB (**Board**) y reemplaza a cada símbolo eléctrico empleado en los diagramas esquemáticos.

En la barra de Herramientas, se encuentra disponible un botón llamado **Package** que, al ser presionado, desplegará una ventana donde podremos nombrar y crear el símbolo del encapsulado. Acto seguido, podremos agregar los pads correspondientes, editar sus propiedades y, por último, dibujar el encapsulado mediante la herramienta **Wire**.

Para finalizar con la creación de nuestra librería, tendremos que llevar a cabo un dispositivo nuevo. Presionamos el botón llamado **Device** para que se despliegue la ventana en la cual podremos darle un nombre y confirmar su creación.

En la barra de Herramientas, encontramos el botón **Add**, que permite añadir un símbolo a nuestro dispositivo. Al pulsarlo, se desplegará una ventana en la que veremos el símbolo creado.

MANEJO DE CAPAS

EAGLE utiliza diferentes capas para trabajar con los objetos que forman parte de un esquema. El resultado final es parte de una combinación de las capas. Por ejemplo, para imprimir el arte que será transferido a la lámina de cobre de una placa de una sola cara, se deberán activar las capas **Bottom** y **Pad** con el botón **Display**.

Es posible realizar diferentes combinaciones para los trabajos de impresión o para limpiar el área de trabajo cuando los diseños son complejos y se dificulta seguir al ratsnest.

ES RECOMENDABLE
COMPLETAR EL CAMPO DE
LA DESCRIPCIÓN GENERAL,
QUE SERÁ VISUALIZADA EN EL
EXPLORADOR DE LIBRERÍAS
CADA VEZ QUE BUSQUEMOS
UN COMPONENTE.



EL AUTORUTEO PERMITE
GENERAR CIRCUITOS IMPRESOS
AUTOMÁTICAMENTE A PARTIR DE
UNA CAPTURA ESQUEMÁTICA.



Una vez finalizado este proceso, deberemos agregar el encapsulado correspondiente; pulsamos el botón **New** para que se despliegue la ventana de diálogo con el encapsulado creado.

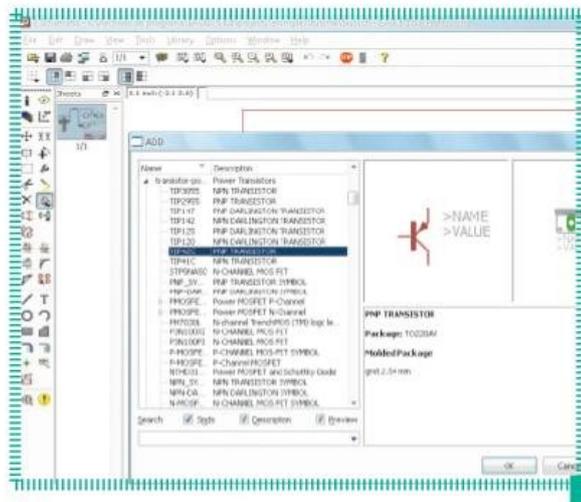
El último paso es hacer coincidir los pines del símbolo con los pads del encapsulado. Para esto, disponemos del botón **Connect**. Deberemos realizar estos pasos repetidas veces hasta que estén todos los pines conectados. También, es posible agregar una descripción general, que será visualizada en el explorador de librerías cada vez que busquemos un componente. Es recomendable completar este campo.

Es importante considerar que el campo que nos permite ingresar una descripción general se visualizará en el explorador de librerías, de esta forma será mucho más sencillo ubicar un componente específico cada vez que lo necesitemos.

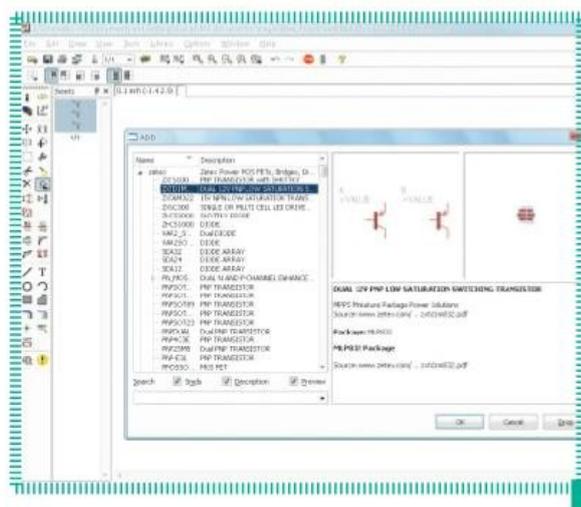
Completar esta descripción no llevará demasiado tiempo y se convertirá en un enorme aliado en la tarea de organizar de mejor forma los elementos que se encuentran disponibles en la interfaz de la aplicación, y así podremos diseñar nuestros circuitos en menor tiempo.

Diseño de un circuito impreso por software

El editor de PCB puede lanzarse tanto desde el Panel de Control como desde el editor de esquemáticos, al pulsar el botón **Board**. En este último caso, una ventana nos preguntará si deseamos crear un nuevo diseño de circuito impreso a partir del diagrama esquemático. Veremos más adelante, al crear el PCB para nuestro cargador de baterías NiCd, que aparecerán todos los componentes utilizados en el esquema, desorganizados y fuera del espacio definido para la placa (indicado por un rectángulo de color blanco). Las líneas de color amarillo indican las conexiones eléctricas entre ellos.

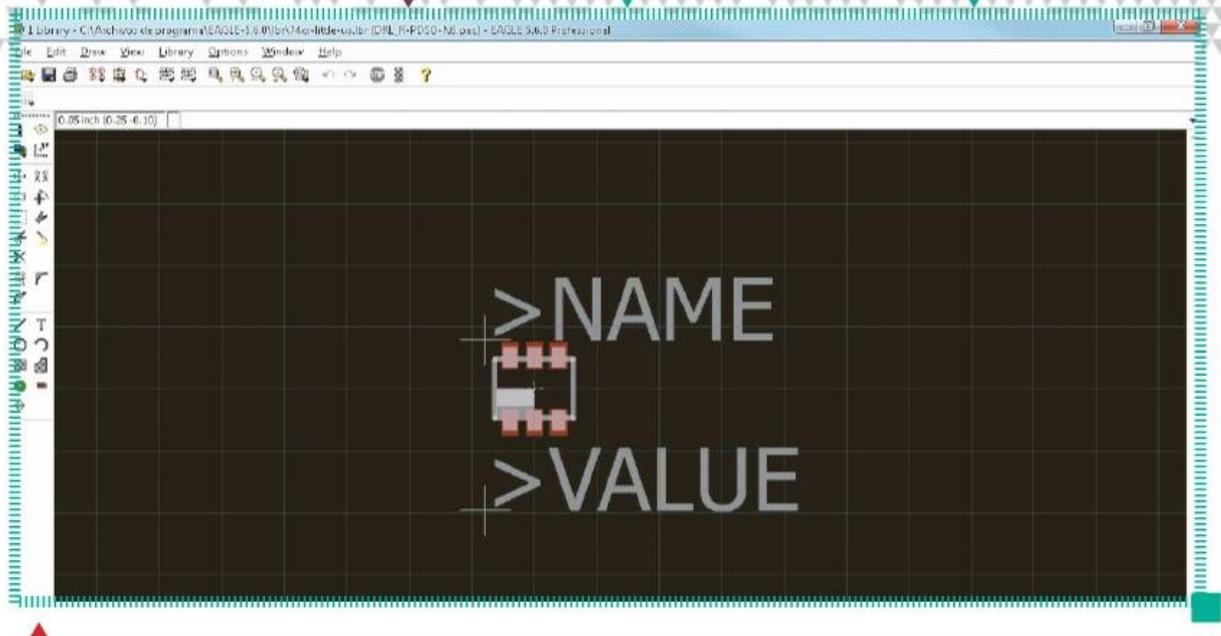


Explorar las librerías. Al utilizar la función Add, se ejecuta un cuadro de diálogo que permite escoger un componente. Podemos ver el nombre, la descripción, el símbolo eléctrico y el correspondiente encapsulado.



A través del botón Add, accedemos a la ventana de Selección de componentes. En ella podemos ver librerías instaladas, componentes, y escoger el adecuado.





Editor de encapsulados. Mediante esta herramienta, es posible crear o modificar el encapsulado correspondiente.

SMASH NOS PERMITE
CORREGIR DIVERSOS
ASPECTOS EN LA SERIGRAFÍA
DEL PROYECTO EN EL CUAL
ESTAMOS TRABAJANDO.



Podemos seleccionar los componentes por medio del botón **Group** y realizar cualquier acción, por ejemplo, moverlos con el botón **Move**.

Hay que tener en cuenta que, cuando el diseño parte de una captura de esquemático (realizada con el módulo **Schematic**), el programa no permite la inclusión de nuevos componentes ni conexiones que no figuren en el esquema. En el caso de tener que realizar modificaciones, habrá que hacerlas desde el módulo de captura.

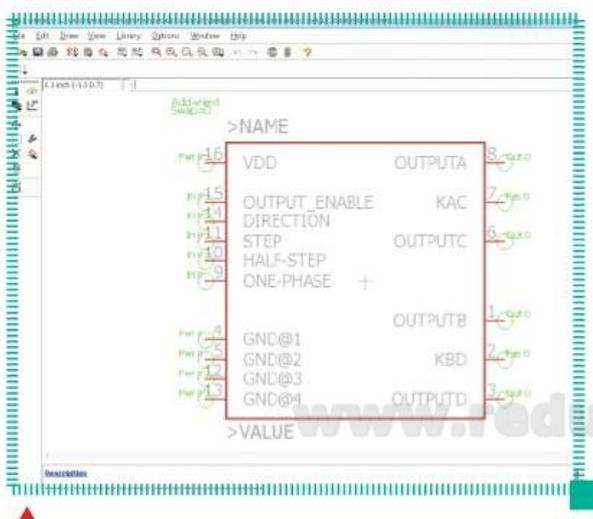
Para transformar las líneas de conexión (*ratsnest*— nido de ratas) en pistas de circuito impreso, tarea que recibe el nombre de ruteo, disponemos del botón **Route**, que nos permitirá ir dibujando las pistas una a una. Solo basta

con hacer clic con el puntero del mouse sobre uno de los pads por rutear y mover la pista a nuestra conveniencia. Al llegar al pad de destino, volvemos a hacer clic, y el trazo queda terminado. Si nos equivocamos en el trazado, podremos volver a la pista anterior mediante el botón **Ripup**.

Al utilizar el botón **Route**, se despliega una nueva barra de Herramientas que permite configurar varios parámetros disponibles para las pistas. Es posible elegir el ángulo de los codos, el tipo de codo (rectangular o curvo) y hasta el ancho de las pistas. Por último, tenemos la posibilidad de agregar texto en cualquiera de las caras mediante el botón **Text**, y corregir aspectos de la serigrafía a través de **Smash**.

SOBRE ULP

EAGLE incorpora un lenguaje de programación de usuario similar a C, llamado **ULP** (del inglés, *User Language Programs*). Se trata de una herramienta muy flexible, que permite tener un completo acceso a las estructuras de datos internas. Gracias a ella, es posible escribir pequeños programas para añadir funcionalidades que resuelvan todo tipo de situaciones.



Editor de librerías. Al cargar un dispositivo, es posible modificar los parámetros: cambiar símbolo, encapsulado, editar descripción y asociar pines entre símbolo o encapsulado, por ejemplo.

Función de ruteo automático

La aplicación que estamos utilizando posee la función de ruteo automático, esto permite que EAGLE realice el trabajo de ruteo de forma automática. Es posible utilizar el autoruteo en cualquier momento, sin importar la existencia de pistas trazadas de forma manual. Si existen, no se verán afectadas.

Al invocar el modo de autoruteo, mediante el botón **Auto** de la barra de herramientas, veremos que se despliega en la pantalla una ventana con varias pestañas de configuración.

En la pestaña denominada **General**, es posible definir la cantidad de capas por emplear. En la versión gratuita, el máximo es de dos capas: superior (**Top**) e inferior (**Bottom**).

En el caso de utilizar una única capa, también se puede decidir si será la que pertenece al lado de los componentes o al de las soldaduras.

En esta pestaña, disponemos de dos opciones, y cada una posee una lista desplegable que permite elegir uno de los parámetros disponibles: (-, |, /, \, * y **N/A**). La opción **N/A** posibilita desactivar una de las capas, mientras que los otros símbolos indican la dirección que predomina en los trazos de cada capa: horizontal, vertical, diagonal y automático.

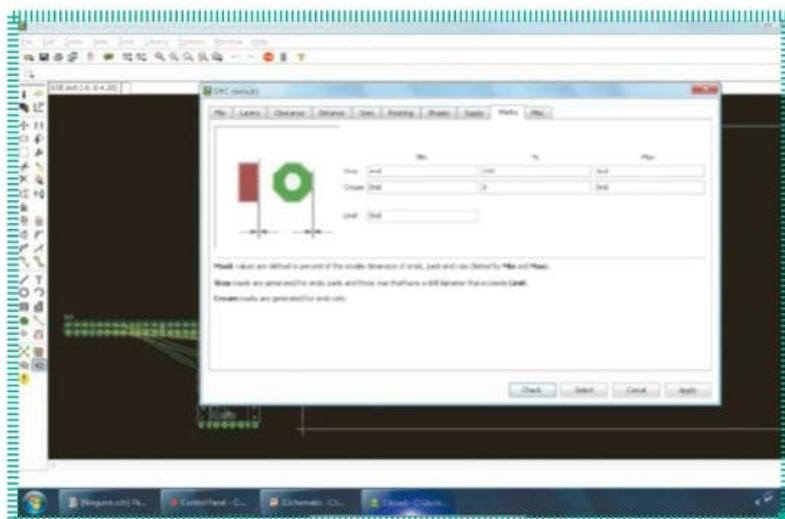
Una vez hecha la configuración, presionamos el botón **Ok** y veremos cómo EAGLE empieza a buscar todas las combinaciones posibles de trazado de pistas para realizar el ruteo.

Debemos tener en cuenta que el tiempo que se tarde en lograr el objetivo que hemos propuesto dependerá de la complejidad del esquema que estamos intentando implementar, además de las capacidades de hardware de la computadora en la que ejecutamos EAGLE.

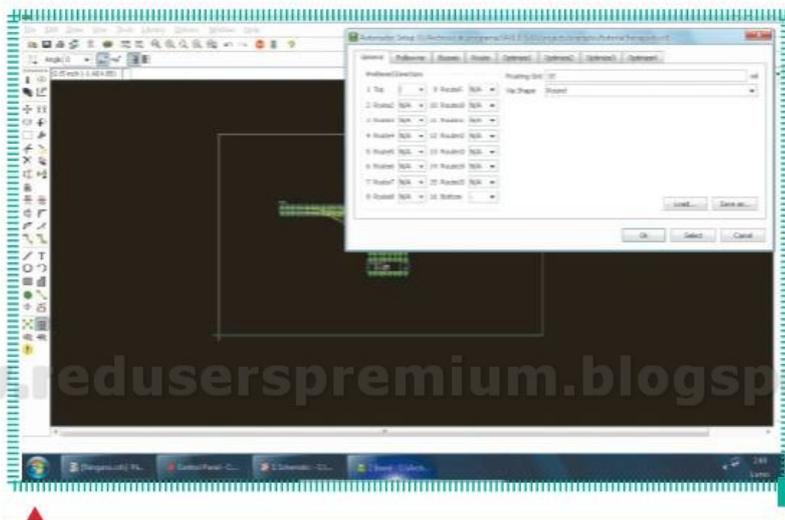
MUY IMPORTANTE

Es muy importante utilizar y configurar las reglas de diseño (DRC). Mediante un correcto uso de esta característica, es posible que reduzcamos los errores, como por ejemplo, pistas solapadas, violaciones de distancias mínimas y objetos fuera del área de trabajo.

Todos los errores cometidos se muestran gráficamente, y es fácil ubicarlos y corregirlos con el botón **Errors**, que se encuentra en la barra de herramientas.



La ventana de la aplicación BOARD posiciona conexiones fuera del área de trabajo al crear un nuevo diseño de PCB.

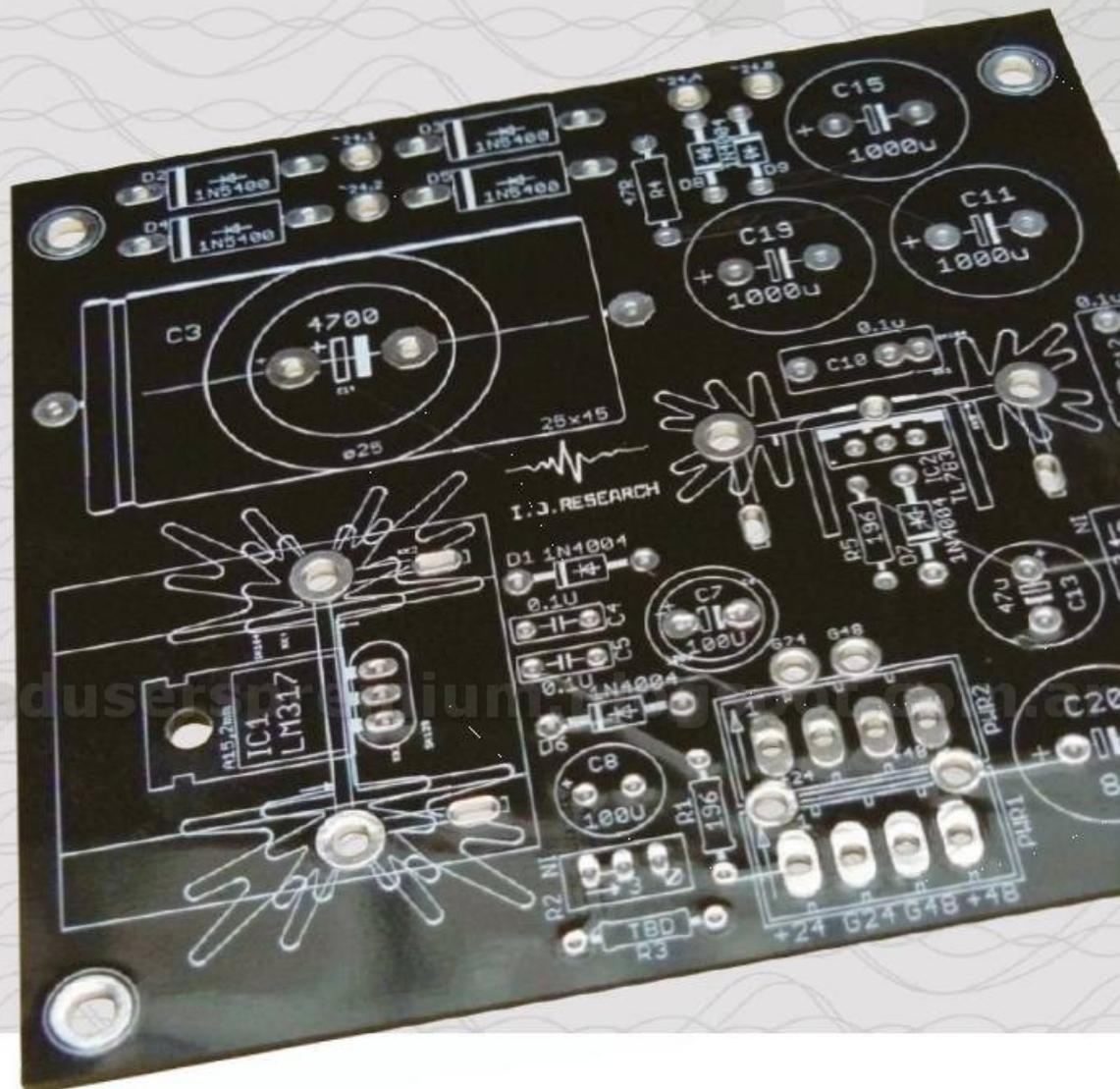


Ventana de configuración del sistema de autoruteo. Si bien cuenta con varias pestañas con opciones, podemos lograr resultados satisfactorios si escogemos algunos parámetros únicamente desde el menú general.



USO PRÁCTICO DE EAGLE

EN ESTA SECCIÓN, NOS FAMILIAREMOS CON LAS OPCIONES PRINCIPALES DEL PROGRAMA, DE ESTA FORMA PODREMOS ORIENTARNOS EN LA UTILIZACIÓN DE SUS APLICACIONES FUNDAMENTALES.



S

abemos que con las tarjetas de circuito impreso (PCB por sus siglas en inglés) y el software de diseño esquemático se pueden crear archivos de diseño que permitirán a un fabricante de PCB convertir el diseño en una tarjeta de circuito real.

Los paquetes de software de diseño de PCB suelen ser costosas piezas de software destinadas para el uso corporativo. **EAGLE**, sin embargo, es un paquete de diseño de gran alcance que está disponible gratis para uso sin fines de lucro.

Debemos considerar que la versión gratuita de EAGLE limita el tamaño de la tarjeta que se puede diseñar, pero no tiene otras limitaciones. Si necesitamos hacer una placa de circuito más grande, podemos actualizar a una versión más potente sin fines de lucro, a una fracción del costo de la edición corporativa.

Como hemos visto en páginas anteriores, hay dos secciones importantes dentro del programa. Una de ellas es la que emplearemos para la confección del esquema del circuito (modo **Schematic**).

Con este modo, seleccionaremos los componentes necesarios e indicaremos las conexiones entre ellos. La otra sección de relevancia es la que nos servirá para realizar el esquema de la placa (modo **Board**). Con este modo, trazaremos las rutas del circuito que unirán los componentes. Finalmente, podremos imprimir el esquema del circuito PCB.

Entre la enorme cantidad de herramientas más eficientes que existen para facilitar la enseñanza y la práctica de la electrónica o para efectuar todo tipo de proyectos electrónicos, es necesario destacar a

EAGLE. Se trata de una poderosa aplicación que nos permitirá realizar el diseño de cualquier tipo de circuito impreso que tengamos en mente, tal como veremos en esta sección.

Sabemos que EAGLE son las siglas de *Easily Applicable Graphical Layout Editor* y es una aplicación que ofrece la posibilidad de llevar a un plano completamente digital nuestras creaciones electrónicas, facilitando de esta manera el proceso de desarrollo de circuitos impresos para fines educativos y también profesionales.

Como hemos mencionado, esta poderosa herramienta cuenta con un sistema de interacción completamente visual y muy al estilo de los entornos de desarrollo integrado, en donde solo debemos buscar el tipo de elemento que deseamos incluir en el circuito impreso, y arrastrarlo hasta el área de trabajo de manera práctica y sencilla.

Otra de las características destacables de Eagle es que cuenta con un sistema de funcionamiento separado por tres secciones modulares bastante definidas: **Schematic Editor**, **Layout Editor** y **Autorouter**. Esta aplicación es completamente gratuita y ofrece una gran compatibilidad con otras aplicaciones similares, de manera que podemos exportar nuestra creación para simularla o imprimirla cuando deseemos.

KICAD

KiCad se presenta como una suite de utilidades que nos ayudan a crear esquemas electrónicos y de circuitos impresos. Fue desarrollado por Jean-Pierre Charras, investigador en el LIS (*Laboratoire des Images et des Signaux*) y profesor de electrónica en el Instituto Universitario de Tecnología de Saint Martin d'Hères (Francia), lo cual es una buena referencia en cuanto al rigor del programa. Es una excelente alternativa para quienes utilizan una distribución Linux en su computadora.



Cuando ejecutemos EAGLE, aparecerán diversas opciones en la barra superior de la pantalla. Para iniciar vamos a File/New/Schematic.



Diseño de PCB para cargador de baterías Ni-Cd

Como sabemos, las baterías recargables contienen el **combustible** del que se alimenta un modelo eléctrico. Entender y saber mantener en forma correcta las baterías de **Níquel-Cadmio** (NiCd) y **Níquel-Hidruro Metálico** (NiMH) es fundamental para trabajar con este tipo de baterías.

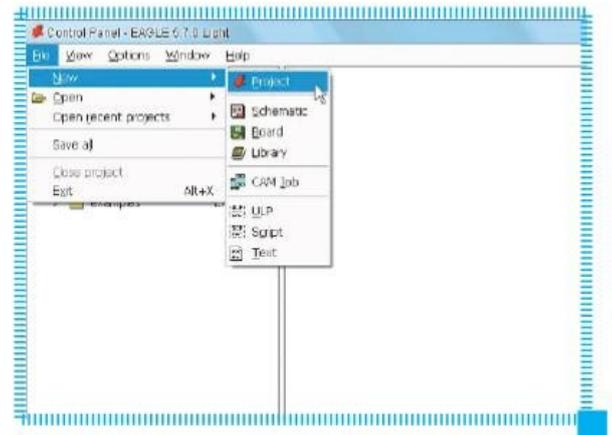
Debemos tener en cuenta que una batería se compone de un conjunto de elementos individuales o celdas conectados en serie, cada uno de los cuales tiene un voltaje nominal, en estado cargado, de 1.2 V. De esta forma, debemos considerar que en el mercado se comercializan elementos con capacidades entre 50 mAh y 3300 mAh. Una batería de 1000 mAh es capaz de entregar una corriente de 1000 mA (1A) durante una hora, ó 10 A durante 1/10 de hora, etcétera.

Ventajas

Las baterías de **Ni-Cd** presentan una serie de ventajas frente a las baterías normales, aquí describimos las más importantes:

- ▼ Son más robustas en construcción y por tanto menos propensas que las pilas normales, a perder el electrolito.
- ▼ Tienen una resistencia interna extremadamente baja.
- ▼ Mantienen la tensión prácticamente constante durante casi el 90% del ciclo de descarga.

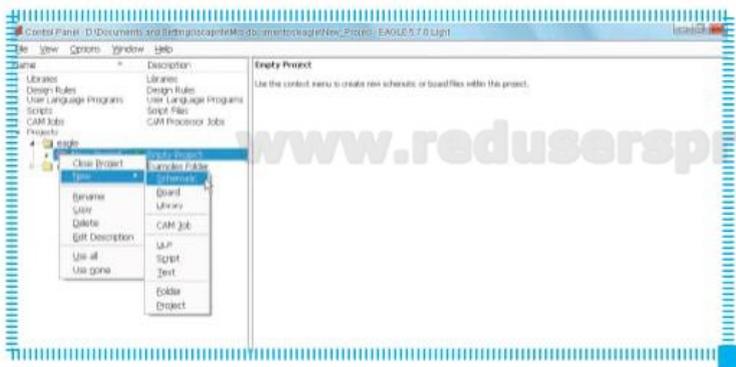
Entre las características que hemos mencionado, debemos considerar que las dos últimas son bastante relevantes. La baja impedancia interna permite asociar varios elementos en serie; mientras que la posibilidad de mantener la tensión constante facilita su uso



Ventana de selección de componentes necesarios para el circuito, en este caso, los resistores.

DIAGRAMA ESQUEMÁTICO

La captura del **diagrama esquemático** es el primer paso en el ciclo de la automatización del diseño electrónico (EDA). Este representa los componentes del circuito por medio de símbolos interconectados entre sí, lo que facilita la interpretación y comprensión de la función o las funciones que realizará el circuito. Además, es recomendable que en este proceso se agregue la información detallada sobre los componentes y conexiones, es decir, el tipo de empaquetado, el valor, el nombre y las características intrínsecas del elemento. Subdividir, cuando sea posible, el diagrama en bloques dedicados a la realización de una función específica, lo ayudará a comprender mejor todo el sistema.



Selección de un nuevo esquemático dentro de un proyecto.

EAGLE PUEDE REALIZAR EL RUTEO EN FORMA AUTOMÁTICA A PARTIR DEL ESQUEMÁTICO (SCHEMATIC).



en dispositivos tales como cámaras de video u otros similares.

Por otro lado, los inconvenientes de las baterías Ni-Cd son los siguientes:

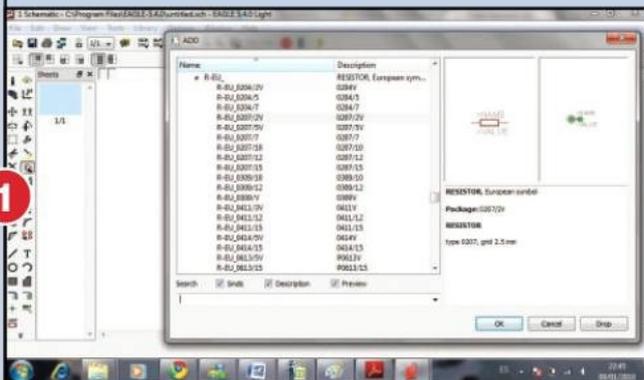
- ▼ Presentan una tensión de 1,2V frente a los 1,5V de las pilas normales, debemos considerar que esto supone un 20% menos de tensión.
- ▼ Debido a su baja impedancia interna no se pueden cargar a tensión constante ya que se generarían corrientes muy ele-

vadas, las cuales pueden encargarse de producir el calentamiento de la batería y su posterior destrucción.

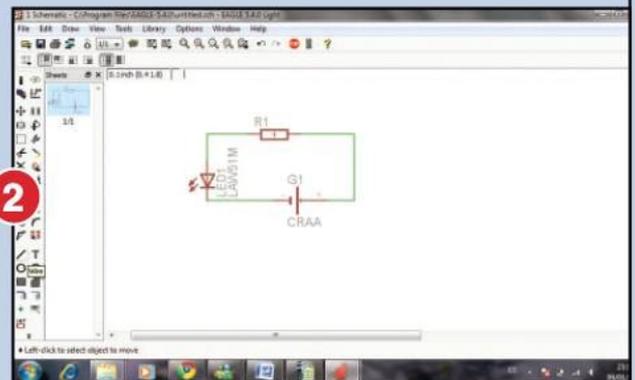
- ▼ Como sabemos, este tipo de baterías se encuentran formada por unos electrodos de hidróxido de níquel y de hidróxido de cadmio separados entre sí por una lámina porosa, el electrolito es

hidróxido de potasio. Este tipo de baterías se pueden almacenar casi indefinidamente en cualquier estado de carga a una temperatura que se encuentre entre los - 40°C y +50°C, pero las baterías parcial o totalmente cargadas perderán gradualmente su carga, esta descarga es mayor cuanto mayor es la temperatura ambiental.

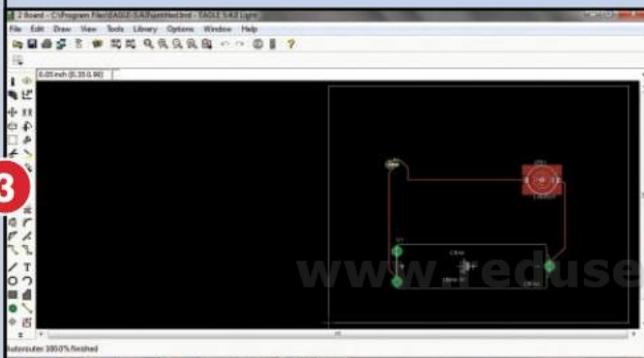
CREAR UN CIRCUITO EN EAGLE PASO A PASO



Luego de ejecutar Eagle, veremos un panel blanco que corresponde a la ventana principal, y la barra de herramientas a la izquierda de la pantalla. Por ahora, usaremos la herramienta **Add**, para agregar nuevos componentes. Se abrirá una ventana con una amplia lista de componentes.



Con los componentes necesarios ubicados sobre el panel, procederemos a unirlos según nos convenga. Para ello, usamos la herramienta **Net**, que nos permitirá trazar las líneas y la herramienta **Rotate**, que nos posibilitará rotar cada componente cada vez que sea necesario.

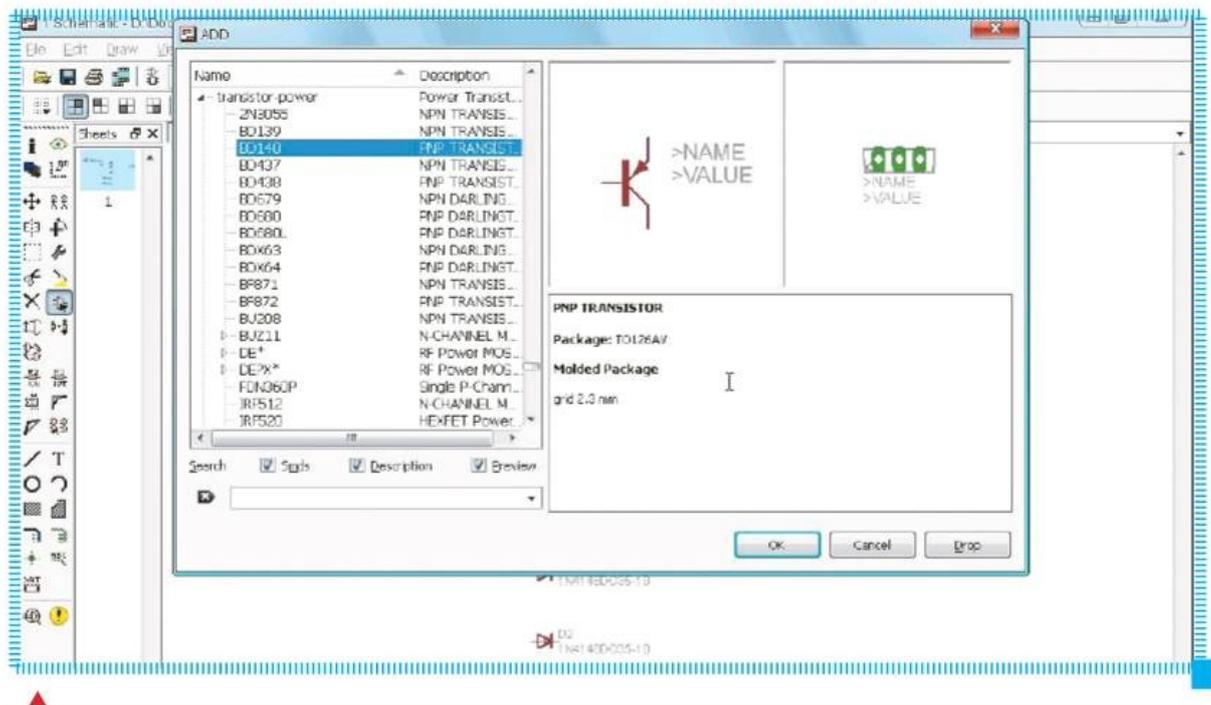


Tenemos que estar atentos a tres elementos: el panel principal de color negro, que se encuentra a la derecha de la pantalla; el dibujo de nuestro circuito, y el sombreado de color blanco, que nos indica la zona para nuestra placa.



Por último, en la barra superior, seleccionamos **Tools/Auto**. Nos aparecerá un cuadro con opciones para el autoruteo. Hacemos clic en **Ok** y veremos cómo nuestro circuito se ordena de una forma diferente y particular.





Ventana de selección de los transistores.

UTILIZAREMOS EAGLE
PARA CREAR EL CIRCUITO
ELECTRÓNICO QUE
CORRESPONDE A UN
CARGADOR DE BATERÍAS.



A continuación veremos un ejemplo de cómo utilizar EAGLE para la construcción de un esquema de circuito sencillo y práctico, correspondiente al conocido cargador de baterías.

Realizaremos, ahora, el diseño de una placa de circuito impreso (PCB o *Printed Circuit Board*) para un cargador de pilas Ni-Cd (níquel-cadmio). Para ello, en primer lugar, llevaremos a cabo el esquemático y, luego, lo transferiremos al módulo de diseño de PCB. Ubicaremos

los componentes, haremos algunos trazados en forma manual y, finalmente, pediremos a EAGLE que realice el ruteo en forma automática.

Para comenzar, ejecutamos el programa y creamos un nuevo proyecto para comenzar con la creación del circuito. Un proyecto no es más que una carpeta en el disco, donde guardaremos nuestros archivos. Nos dirigimos con el mouse

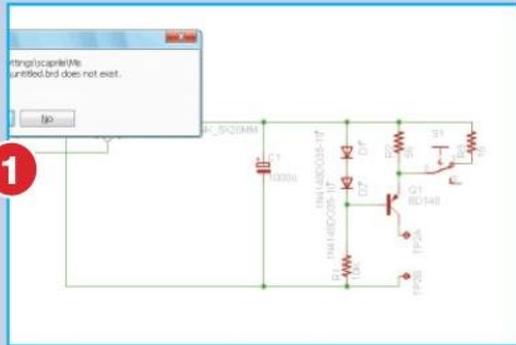
a la barra superior y hacemos clic en **File**. Se desplegará un submenú con varias opciones; en él, seleccionamos **New** y, después, **Project**. Una vez creado el nuevo proyecto, el cursor se posicionará sobre la carpeta en cuestión. Podemos cambiarle el nombre o eliminarlo. Hacemos clic con el botón derecho del mouse sobre el proyecto, y se nos desplegará un menú de diálogo. Seleccionamos la opción **New** y, luego,

EDITOR GRÁFICO

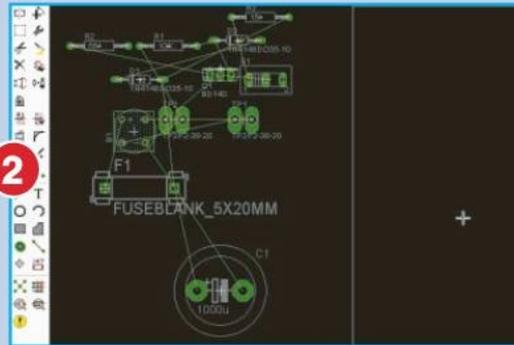
El *Easily Applicable Graphical Layout* Editor (editor gráfico de diseño fácil de aplicar) o EAGLE, hecho por CadSoft, es un programa utilizado en el diseño de placas de circuito impreso o PCB.

Ofrece a los diseñadores herramientas gráficas y software de gestión necesarios para hacer una PCB, desde el concepto hasta la producción. Parte de ese proceso se da produciendo los dibujos de fabricación que necesitan los fabricantes de placas de circuitos.

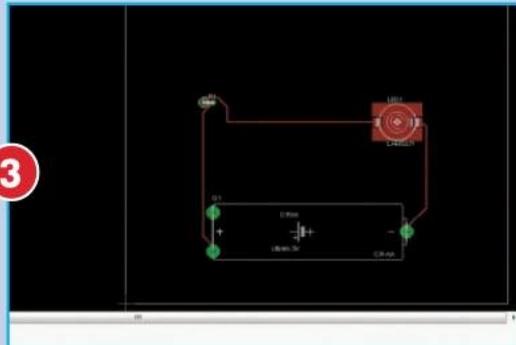
DISEÑAR UN CARGADOR DE BATERÍA PASO A PASO



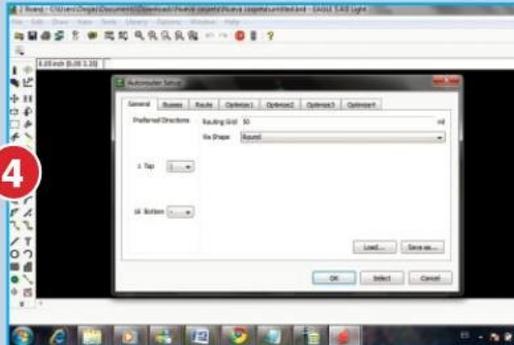
Una vez que hayamos terminado el dibujo del esquema, procederemos a seleccionar la opción **Board**, ubicada en la barra debajo del menú. Nos aparecerá un mensaje informativo que nos preguntará si deseamos generar una placa a partir del esquemático del circuito. Hacemos clic en **YES**.



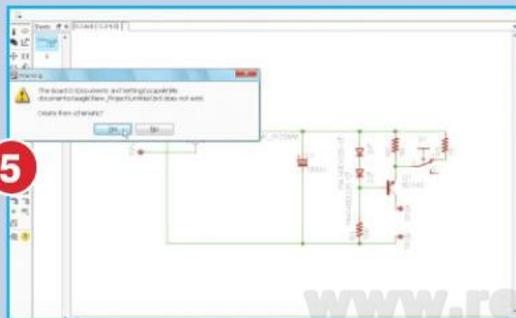
Ahora, nos encontramos en el modo **Board**. En él, podremos observar, por un lado, nuestros componentes y, por el otro, la placa por diseñar. Lo que tenemos que hacer es mover los componentes dentro de la placa. Utilizamos **Move**, las líneas indican las conexiones que se transformarán en pistas (ratsnest).



Nos queda acomodar de manera óptima los componentes. El posicionamiento deberá responder a la manera natural de seguir las pistas, lo cual vemos en el ratsnest, agrupando para minimizar sus vueltas y recorridos.



Con la herramienta **Route**, hacemos clic sobre las líneas amarillas, las cuales nos servirán como guías para efectuar el trazado de las pistas. El zoom puede resultar bastante útil para observar mejor la tarea.

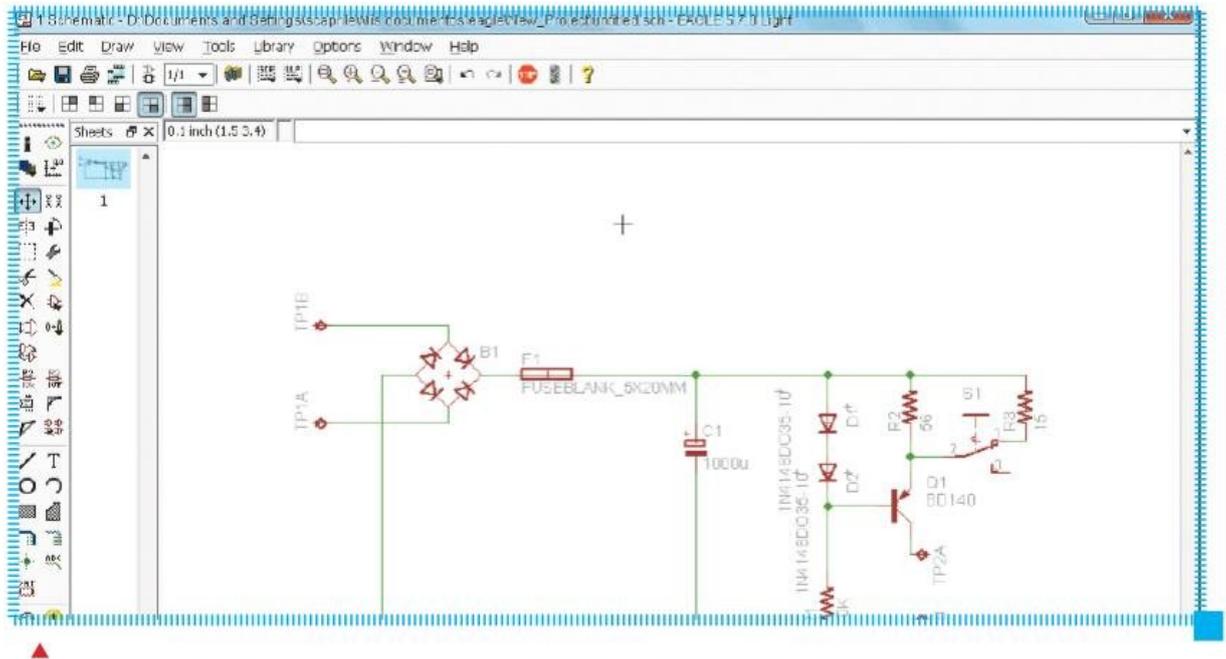


Observamos, aquí, algunas de las pistas ruteadas manualmente. A continuación, invocamos el autorouter **Auto** mediante la barra de herramientas a la izquierda y, en sus opciones, le decimos que solo use el lado soldadura.



Una vez que tenemos todo listo para imprimir, vamos a la barra de herramientas superior y elegimos **File/Printsetup**. Se abrirá una ventana en donde podremos modificar el tamaño de la hoja y otras propiedades de impresión.





Circuito esquemático terminado para poder continuar con el diseño del impreso.

PARA GIRAR LOS
COMPONENTES QUE HEMOS
AGREGADO AL CIRCUITO
DEBEMOS UTILIZAR LA
HERRAMIENTA ROTATE.



Schematic, que nos servirá para crear un nuevo esquema del circuito.

A continuación, seleccionamos los componentes necesarios para el circuito que, como ya hemos visto, debemos agregarlos mediante la opción **Add**.

Tenemos que adicionar tres resistores, entonces, buscamos por resistor y seleccionamos aquel que se acerca mejor a lo que tenemos, en este caso, en R-US, R-US_207/12. Repetiremos esta operación para el capacitor electrolítico y los diodos 1N4148. Ahora, necesitamos seleccionar el transistor BD140, que en-

contraremos dentro de la sección de transistores de potencia, para lo cual seguiremos el mismo procedimiento del paso anterior. Recordemos que la opción **ADD** nos permite adicionar el componente que hayamos seleccionado.

En esta instancia, realizamos el esquema del circuito. Tengamos en cuenta que, para girar los componentes, utilizamos la herramienta **Rotate**, ubicada en la barra de la izquierda de la pantalla. Para trazar las líneas, usamos la opción denominada **Net**; de este modo, uniremos cada uno de los componentes, formando la configuración deseada del circuito.

¿TE RESULTA ÚTIL?

Lo que estás leyendo es el fruto del trabajo de cientos de personas que ponen todo de sí para lograr un mejor producto. Utilizar versiones "pirata" desalienta la inversión y da lugar a publicaciones de menor calidad.

**NO ATENTES CONTRA LA LECTURA. NO ATENTES CONTRA TI.
COMPRA SÓLO PRODUCTOS ORIGINALES.**

Nuestras publicaciones se comercializan en kioscos o puestos de voceadores; librerías; locales cerrados; supermercados e internet (usershop.redusers.com). Si tienes alguna duda, comentario o quieres saber más, puedes contactarnos por medio de usershop@redusers.com



PRÓXIMA ENTREGA



Simulación de circuitos en la PC

EN LA SIGUIENTE ENTREGA VEREMOS ALTERNATIVAS PARA SIMULAR CIRCUITOS MEDIANTE SOFTWARE Y APRENDEREMOS A REALIZAR NUESTROS PRIMEROS PROYECTOS.



TÉCNICO en ELECTRÓNICA

CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y PRÁCTICA PROFESIONAL



PROFESORES EN LÍNEA

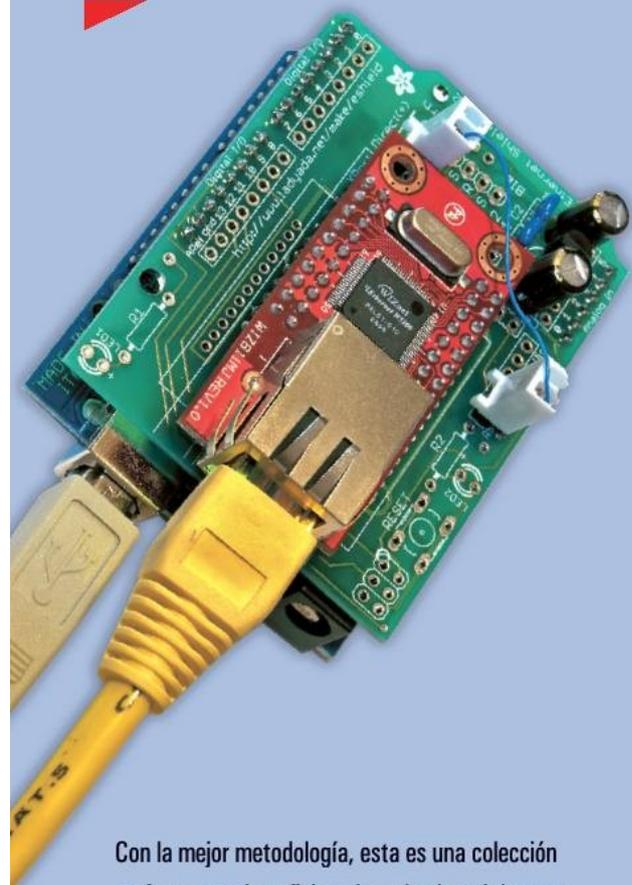
profesor@redusers.com

SERVICIOS PARA LECTORES

usershop@redusers.com

SOBRE LA COLECCIÓN

CURSO VISUAL Y PRÁCTICO QUE BRINDA CONCEPTOS Y CONSEJOS NECESARIOS PARA CONVERTIRSE EN UN TÉCNICO EXPERTO EN ELECTRÓNICA. LA OBRA INCLUYE RECURSOS DIDÁCTICOS COMO INFOGRAFÍAS, GUÍAS VISUALES Y PROCEDIMIENTOS REALIZADOS PASO A PASO PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE.



Con la mejor metodología, esta es una colección perfecta para los aficionados a la electrónica que deseen profesionalizarse y darle un marco teórico a su actividad, y para todos aquellos técnicos que quieran actualizar y profundizar sus conocimientos.

CONTENIDO DE LA OBRA

9/24

- 1 ▲ FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD
- 2 ▲ PRINCIPIOS DE ELECTRÓNICA
- 3 ▲ EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA
- 4 ▲ CORRIENTE CONTINUA
- 5 ▲ CORRIENTE ALTERNA
- 6 ▲ DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS
- 7 ▲ CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITOS
- 8 ▲ PROYECTOS: LUCES AUDIORÍTMICAS Y MICRÓFONO FM
- 9 **DISEÑO DE CIRCUITOS IMPRESOS**
- 10 ▼ SIMULACIÓN DE CIRCUITOS EN LA PC
- 11 ▼ ELECTRÓNICA DIGITAL Y COMPUERTAS LÓGICAS
- 12 ▼ TÉCNICAS DIGITALES APLICADAS
- 13 ▼ MICROPROCESADORES Y MICROCONTROLADORES
- 14 ▼ MICROCONTROLADORES PIC
- 15 ▼ PROYECTO: ANALIZADOR DE ESPECTRO CON PIC
- 16 ▼ CONECTIVIDAD POR CABLE
- 17 ▼ CONECTIVIDAD INALÁMBRICA
- 18 ▼ DISPLAYS
- 19 ▼ SENSORES Y TRANSDUCTORES
- 20 ▼ PROYECTO: MODIFICADOR DE VOZ
- 21 ▼ FUENTES DE ALIMENTACIÓN
- 22 ▼ PLATAFORMAS ABIERTAS
- 23 ▼ PLATAFORMA ARDUINO
- 24 ▼ PROYECTO: SISTEMA DE TELEMETRÍA CON ARDUINO



9 789871 949144

00009