

USERS

¡CONTIENE EJEMPLOS PRÁCTICOS
PARA PONER MANOS A LA OBRA!

ELECTRÓNICA PRÁCTICA

APRENDA A ANALIZAR, SIMULAR
Y CONSTRUIR CIRCUITOS



ADEMÁS

CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRÓNICA

USO DEL MULTÍMETRO Y EL OSCILOSCOPIO

EL TALLER IDEAL Y LAS HERRAMIENTAS NECESARIAS

DISEÑO Y ARMADO DE UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

C O L E C C I Ó N U S E R S E L E C T R Ó N I C A

FUNCIONAMIENTO, PROGRAMACIÓN Y APLICACIONES PRÁCTICAS



- » HARDWARE
- » 192 PÁGINAS
- » ISBN 978-987-1773-22-0

Esta obra presenta las diferencias entre los sistemas analógicos y los digitales. Además, analizaremos los conceptos y los dispositivos fundamentales en los que se basa la electrónica digital, ingresaremos en el mundo de las memorias y aprenderemos cómo programar microcontroladores.

SOBRE LA COLECCIÓN: USERS ELECTRÓNICA

- Aprendizaje guiado mediante explicaciones claras y concisas
- Proyectos prácticos basados en necesidades reales
- Consejos de los profesionales
- Producciones fotográficas profesionales
- Infografías y procedimientos paso a paso



LLEGAMOS A TODO EL MUNDO VÍA **»OCA*** Y **BHL****

* SÓLO VÁLIDO EN LA REPÚBLICA ARGENTINA // ** VÁLIDO EN TODO EL MUNDO EXCEPTO ARGENTINA

🌐 usershop.redusers.com // ✉ usershop@redusers.com

ELECTRÓNICA PRÁCTICA



The logo for 'USERS' is displayed in a bold, italicized, sans-serif font. The letters are white and set against a solid black rectangular background.

TÍTULO: Electrónica práctica

COLECCIÓN: desde Cero

FORMATO: 15 X 19 cm

PÁGINAS: 192

Copyright © MMXI. Es una publicación de Fox Andina en coedición con DALAGA S.A. Hecho el depósito que marca la ley 11723. Todos los derechos reservados. 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. Su infracción está penada por las leyes 11723 y 25446. La editorial no asume responsabilidad alguna por cualquier consecuencia derivada de la fabricación, funcionamiento y/o utilización de los servicios y productos que se describen y/o analizan. Todas las marcas mencionadas en este libro son propiedad exclusiva de sus respectivos dueños. Impreso en Argentina. Libro de edición argentina. Primera impresión realizada en Sevagraf, Costa Rica 5226, Grand Bourg, Malvinas Argentinas, Pcia. de Buenos Aires en VII, MMXI.

ISBN 978-987-1773-21-3

Electrónica práctica / coordinado por Daniel Benchimol.
- 1a ed. - Buenos Aires: Fox Andina; Dalaga, 2011.
v. 17, 192 p. ; 19x15 cm. - (Desde cero; 17)
ISBN 978-987-1773-21-3

1. Informática. I. Daniel Benchimol, coord.
CDD 005.3

Prólogo al contenido

La electrónica comenzó con el diodo de vacío, cuando John Ambrose Fleming colocó una lámina dentro de una bombilla para evitar el ennegrecimiento en la ampolla de vidrio. Pasó más de un siglo de esta invención y la electrónica evolucionó a pasos agigantados, hasta llegar a la actual era digital.

Ingresar en el universo de la Electrónica Digital es descubrir cómo se componen y funcionan muchos de los dispositivos tecnológicos que se utilizan en la actualidad, tanto en el ámbito hogareño como en el industrial y en el de entretenimiento. El bajo costo de aplicación, la versatilidad y la eficiencia de los sistemas digitales permiten su aplicación en las computadoras, en los equipos de telefonía, en los de comunicaciones y en una larga lista de dispositivos

de alta complejidad. Estos aspectos son solo algunos de los motivos por los cuales invitamos a los lectores a recorrer este apasionante mundo.

Tanto el aficionado a la Electrónica como el hobbista —aquél que tiene algunas nociones teóricas y prácticas en sistemas digitales— encontrarán, en este libro, las herramientas para realizar sus primeros proyectos.

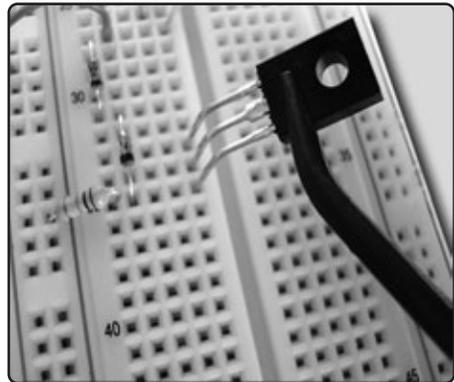
El material teórico y práctico que abarca esta obra se alinea en un solo sentido: explicar todos los fundamentos de la Electrónica Digital y su aplicación real y práctica. Por medio de un despliegue editorial de alto impacto visual y de ágil lectura, el lector encontrará una respuesta para cada una de las preguntas que se plantee.

El libro de un vistazo

Este libro está enfocado a aficionados de la electrónica, hobbistas y a todo aquel que tiene algunas nociones teóricas y prácticas en sistemas digitales. A lo largo de la obra, veremos cómo aplicar los conocimientos adquiridos mediante proyectos prácticos..

► CAPÍTULO 1 ELECTRÓNICA DIGITAL

Conoceremos las primeras nociones de electrónica digital, cuáles son sus alcances y los límites que debemos respetar. Veremos las herramientas más importantes y qué instrumentos no nos pueden faltar.

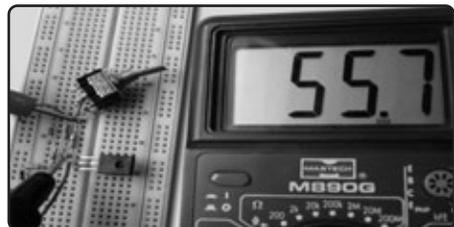


► CAPÍTULO 3 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

En este capítulo, explicaremos cuáles son las medidas que podemos realizar sobre un circuito, cuál es la manera apropiada de hacerlo y qué instrumentos necesitamos.

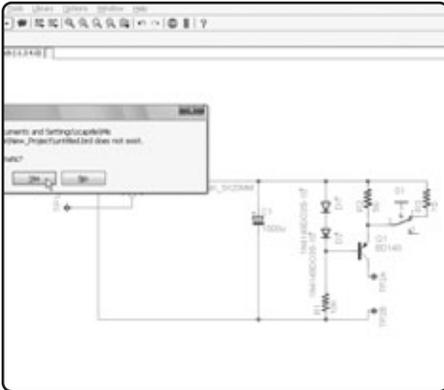
► CAPÍTULO 2 CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITOS

Comprender las bases de la composición de los circuitos digitales resulta de suma importancia para poder abordar, más adelante, los procesos complejos.



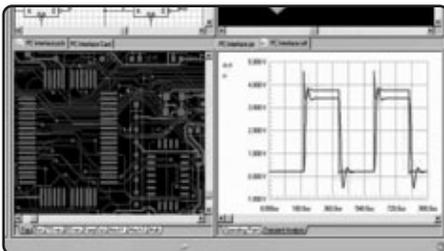
▶ CAPÍTULO 4 DISEÑO DE CIRCUITOS IMPRESOS

Conoceremos las características, funciones y limitaciones de algunos paquetes de diseño para la creación, edición y gestión de proyectos electrónicos.



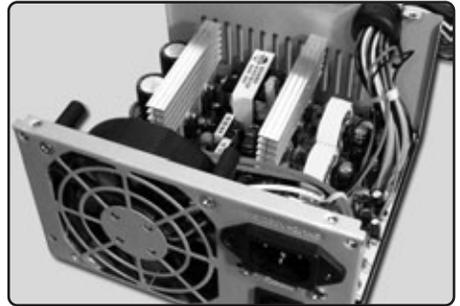
▶ CAPÍTULO 5 SIMULACIÓN DE CIRCUITOS EN LA PC

En esta clase explicaremos qué es la simulación de circuitos, su utilidad en el proceso de diseño y cómo simular un circuito, utilizando el software ISIS.



▶ CAPÍTULO 6 FUENTES DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación es la encargada de proveer la tensión adecuada para el correcto funcionamiento de un circuito. Conoceremos sus características y funciones.

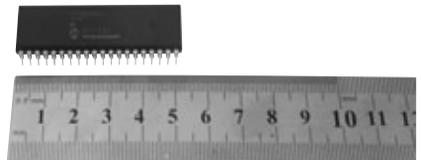


▶ APÉNDICE EL MERCADO LABORAL

En este apéndice, describiremos el amplio abanico laboral sobre el cual se desarrollaran las personas con conocimientos en electrónica.

▶ SERVICIOS AL LECTOR

En este último apartado, encontraremos un índice temática que nos ayudará a encontrar de forma más rápida y precisa los principales conceptos de la obra.



Contenido del libro

Prólogo al contenido	003
El libro de un vistazo	004
Introducción a Sitios web	010

► CAPÍTULO 1 ELECTRÓNICA DIGITAL 011

La electrónica digital	012
El concepto	013
• Los componentes	014
El taller	016
• Sobre la seguridad	017
Las herramientas	020
• Soldador y accesorios	022
• Los instrumentos	023
• Accesorios y complementos	025
Multiple choice	026

► CAPÍTULO 2 CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITOS 027

Primeros pasos	028
Circuitos electrónicos	028
• Los componentes	028
• El esquemático	029
• El PCB	029

• La transferencia del trazado a la placa	030
• La perforación y el estañado	030
El protoboard	031
• Topología	031
• Accesorios útiles	032
• Limitaciones	033
Uso del protoboard	033
• Alimentación del circuito	034
• Colocación de componentes	034
• Consejos finales	035
Cómo trabajar con el protoboard	036
Circuito impreso universal	041
• UPGB	045
• Montaje del circuito	045
Circuito impreso en detalle	046
• Método de Fabricación casera	046
• Fabricación profesional	046
• Construcción de un circuito impreso	047
Soldadura para electrónica	047
• Material para soldar	052
• Proceso de soldado	052
• Desoldado	053
Multiple choice	056

► CAPÍTULO 3 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN 057

Instrumentos de medición	058
Instrumentos analógicos	058

• Alcance de tensión del instrumento analógico	058
• Cifra en Ohm/Volt	059
• Infografía 3: Instrumentos de medición	060
• Amperímetro analógico	062
• Índice de clase de un instrumento analógico	062
• El multímetro digital	063
• Principio de funcionamiento	063
• Uso del multímetro digital	064
Cargador de baterías Ni-Cd	067
• Comprobaciones de continuidad	068
• Parámetros de componentes	068
Mediciones con el circuito alimentado	070
• Medición de la corriente de carga I _c	071
• Medición sobre la batería durante la carga	072
El osciloscopio	072
• Mediciones con osciloscopio	072
• Tipos de osciloscopios	072
• Osciloscopio analógico	072
• Osciloscopio de almacenamiento digital (DSO)	072
• Osciloscopio de fósforo digital (DPO)	074
Funcionamiento del osciloscopio	074
• Ancho de banda	075
• Disparo	075
• Los ojos del osciloscopio	075
• Calibración	076
• Clips de masa	077
• Mediciones de formas de onda	078
Medición de tensión y frecuencia	079
• Medición de tensión	079
• Medición de frecuencia	079
Multiple choice	080

CAPÍTULO 4 **DISEÑO DE CIRCUITOS IMPRESOS** **081**

Diseño de circuitos impresos en la PC	082
• Método de diseño tradicional	082
• Entornos de diseño CAD	084
• El módulo de captura de esquemáticos	085
• El módulo de CAD	086
• El control de errores	086
• Cadsoft EAGLE	087
Interfaz de los módulos	088
• Componentes disponibles	089
• Diseño de un circuito esquemático	089
Creación de librerías	091
Generación del circuito impreso	093
• Función de ruteo automático	094
• Manejo de capas	095
• Cómo utilizar CadSoftEAGLE	095
• Diseño de una PCB	095
Limitaciones de la versión freeware	104
• Reglas de ruteo	105
Sistema métrico y mils	106
• Tipos de encapsulados más comunes	107
Multiple choice	108

CAPÍTULO 5 **SIMULACIÓN DE CIRCUITOS EN LA PC** **109**

Diseño y simulación	110
• Proceso de diseño	110
• Ventajas de la simulación de circuitos	112

• Modelado de circuitos electrónicos	112
Simulación lógica funcional	113
• La lista de red	114
• Programas de simulación	115
• Proteus	115
• OrCAD	116
• Altium Designer	117
Software ISIS	118
• Entorno ISIS	119
Área de trabajo	120
• Barras de acceso rápido	120
• Desplazamiento por el área de trabajo	122
Diseño en ISIS	124
• Librerías de componentes	124
• Inserción de componentes	125
Diseño de un circuito	126
• Inserción de masa y alimentación	127
• Cableado de dispositivos	128
• Instrumentos de simulación	128
• Simulador del cargador de baterías	129
Simulación de código con ISIS	142
Limitaciones de las versiones	143
Multiple choice	144

► CAPÍTULO 6 FUENTES DE ALIMENTACIÓN 145

Las fuentes de alimentación	146
• Especificaciones de las fuentes	148
• Protección	149
Fuentes lineales y conmutadas	149

• La fuente lineal	150
• La fuente conmutada	150
Comparación entre fuentes lineales y conmutadas	152
Etapas de una fuente de alimentación lineal	153
• El transformador	153
• ¿Cómo elegir?	154
• El rectificador	154
• El rectificador de media onda	155
• Los rectificadores de onda completa	156
• Rectificador puente de Graetz	157
• Filtros de salida	158
Diseño de una fuente de alimentación	162
• Tensión de rizado o ripple	163
Los reguladores de voltaje	165
• Reguladores fijos	165
• Los reguladores variables	168
• Fuente de alimentación para el taller	169
Multiple choice	176

► APÉNDICE EL MERCADO LABORAL 177

El mercado laboral	178
• Integración	180

► SERVICIOS AL LECTOR 181

Índice temático	182
Catálogo	185

RedUSERS

MEJORA TU PC



**Desarrollos temáticos
en profundidad**

Libros.

Coleccionables.

**Cursos intensivos
con multimedia**



**Capacitación
dinámica**

Revistas.

Sitios Web.

**Noticias al día,
downloads, comunidad**



**Información actualizada
al instante**

Newsletters.

La red de productos sobre tecnología más importante del mundo de habla hispana.



redusers.com

Introducción a Electrónica Práctica

Este libro, realizado por expertos, ofrece un extenso y muy completo recorrido por el maravilloso mundo de los sistemas digitales, donde tanto el ensayo como el error son claves fundamentales para perfeccionarse.

A lo largo de los primeros capítulos, conoceremos cuál es el alcance de la Electrónica y sus aspectos prácticos. Veremos en detalle las herramientas e instrumentos infaltables para un taller que se especialice en este área. Además, nos familiarizaremos con la construcción de circuitos electrónicos mediante la utilización de un protoboard.

Una vez que conozcamos las primeras nociones sobre el tema, nos iniciaremos en el mundo de la instrumentación electrónica: aprenderemos a usar el voltímetro, el amperímetro y los multímetros digitales, para medir los parámetros más importantes de un circuito. Siguiendo el orden de

aprendizaje, conoceremos el proceso de simulación de circuitos en la PC con ISIS y su utilidad en proyectos electrónicos.

Además, desarrollaremos cuáles son los programas y las funciones para simular el comportamiento real de un circuito electrónico. Por otro lado, conoceremos las funciones y las características de las fuentes de alimentación, su utilidad y los diferentes tipos existentes. Aprenderemos cada una de las etapas de su circuito y los parámetros para diseñar.

Encontrarán, en esta obra, las herramientas para realizar sus primeros proyectos. Es una excelente oportunidad para que transitemos juntos este sorprendente recorrido donde se combinan aspectos vinculados con la programación, el hardware y la Robótica, entre muchos otros. A lo largo de todo el libro, encontrará un completo desarrollo teórico y podrá llevar a cabo proyectos de aplicación real.

Capítulo 1

Electrónica Digital



En este primer capítulo, haremos una introducción a los principales conceptos de Electrónica Digital.

Electrónica Digital

En la actualidad, y desde hace muchos años, la **Electrónica Digital** ha estado presente en infinidad de aparatos domésticos, industriales y militares (**Figura 1**). Nació al mismo tiempo que la **Electrónica Analógica**, pero tomó especial significación desde el momento en que se empleó para el diseño y la construcción de **sistemas básicos de cómputo**, el **control industrial**, los **autómatas programables**, los **microcontroladores**, los **microprocesadores** y los **computadores personales**. Gracias a que la Electrónica Digital considera solo

La Electrónica Digital ha estado presente en infinidad de aparatos domésticos, industriales y militares

dos valores —concepto que veremos más adelante—, es mucho más simple procesar y manipular las señales de forma digital que hacerlo de manera analógica. Esta ventaja se produce a partir de que esta última resulta inexacta y costosa, considerando la gran cantidad de componentes que necesita para su fabricación: **transistores** y **resistores electrónicos**.



FIGURA 1.

Actualmente, la electrónica brinda un abanico de posibilidades laborales muy diversas.



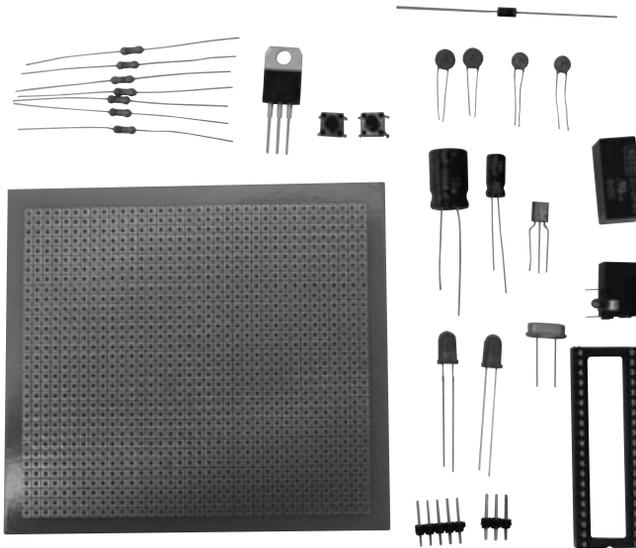
SEÑALES DIGITALES

Si bien podemos manejar señales digitales con un transistor que trabaja de forma lineal o analógica, lo cierto es que no tiene ningún sentido hacerlo, ya que no nos interesan los valores intermedios, sino solo los extremos mínimos y máximos de una señal.

EL CONCEPTO

La Electrónica Analógica trata con variables (**tensión, corriente y potencia**, entre otras) que varían de forma continua con el tiempo. Como ejemplo podemos citar una señal de audio o la tensión que proporciona un sensor de temperatura. Todas estas señales están compuestas por múltiples valores de tensión y la Electrónica Analógica considera todos estos valores. Como contrapartida, en la Electrónica Digital, las variables pueden

tomar solo **dos valores** o **estados** posibles y bien definidos. Dado que estamos tratando el aspecto eléctrico del concepto, esos dos valores pueden ser **0 V** y **5 V** o, de forma binaria, **0** y **1**. La elección del valor de **5 V** no es caprichosa o antojadiza. Es debido a que la mayoría de los sistemas digitales trabajan con una tensión de **5 V**. Sin embargo, en la actualidad, podemos encontrar a menudo sistemas que operan con tensiones de **3,3 V** y aún menores, dependiendo del circuito.



ANALÓGICA Y DIGITAL

Un circuito analógico es mucho más costoso de diseñar y construir. Es por este motivo que el concepto de Electrónica Digital cobra sentido y evoluciona constantemente. En este libro, analizaremos todas sus ventajas y desventajas.

Términos fundamentales

ELECTRÓNICA ANALÓGICA

Trata con variables, como la tensión, la corriente y la potencia, que varían de forma continua con el tiempo.

ELECTRÓNICA DIGITAL

Las variables pueden tomar solo dos valores o estados posibles y definidos.

DAC

Es un circuito cuya función es convertir un valor digital en uno analógico.

ADC

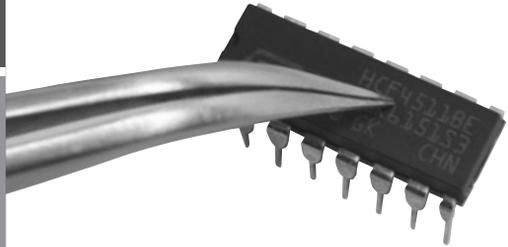
Es un circuito cuya función consiste en convertir un valor analógico en digital.

DISCRETOS

Son componentes primitivos, como las resistencias, diodos, capacitores y transistores, entre otros.

TRANSISTOR

Dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador.



LOS COMPONENTES

En Electrónica —tanto Analógica como Digital— se utilizan exactamente los mismos **componentes discretos**. Cuando decimos discretos, queremos significar que se trata de **componentes primitivos**, como las resistencias, los diodos (**Figura 2**), los capacitores y los transistores, entre otros. Por ejemplo, un circuito integrado no es un componente discreto, ya que contiene un circuito en su interior que hace un trabajo determinado por el fabricante. Sin embargo, el circuito integrado está construido en base a varios componentes discretos interconectados entre sí.

Es entonces que nos preguntamos cuál es la diferencia, ya que se utilizan los mismos componentes, tanto para Electrónica Analógica como para Digital. La diferencia se halla en la manera de hacer funcionar estos componentes. Observemos lo siguiente:

Los componentes discretos son: resistores, diodos, capacitores y transistores

un transistor puede funcionar como una resistencia variable que opera como un interruptor eléctrico que anula el paso por completo de la corriente o la deja pasar. Estos dos estados del transistor se los conoce como estado de **bloqueo** (cuando está abierto) y estado de **saturación** (cuando se encuentra cerrado).

Cuando un transistor funciona solo con los estados de bloqueo y saturación (como si fuese un interruptor) podremos decir que está operando de **manera digital**, ya que no considera los valores intermedios. Un ejemplo de ello puede ser un **interruptor**, que conecta o desconecta una bombilla de luz. Si, en

cambio, hacemos funcionar un transistor de manera tal que tenga en cuenta los estados o valores intermedios, el transistor estará operando de **manera lineal** o analógica. Como ejemplo, podemos citar el **regulador de luminosidad** o **dimmer** con que cuentan algunos hogares, que permite graduar la intensidad de luz deseada emitida por la bombilla.

A lo largo de todo el libro, se estudiarán las **compuertas digitales**. Si bien comercialmente se adquieren bajo la denominación de **Circuito Integrado (CI)**, interiormente son transistores que operan de forma digital, que es lo mismo que decir en estado de bloqueo y saturación.



FIGURA 2.

El diodo permite la circulación de corriente eléctrica en un sentido. El más común es el diodo semiconductor.



DESCARGA A TIERRA

Es fundamental conectar a tierra todas las clavijas centrales de los tomacorrientes y de la pulsera de descarga estática. Si no disponemos de una conexión a tierra en la red domiciliaria, podemos utilizar una jabalina enterrada, siguiendo las especificaciones del fabricante.

El taller

El taller es el espacio en el cual efectuaremos todas las pruebas y tareas de Electrónica (**Figura 3**). Por este motivo, es necesario equiparlo adecuadamente. Veamos qué necesitamos. Debe proveer una adecuada ventilación **para evacuar los gases emitidos** por desengrasantes, tóxicos, productos químicos empleados en la fabricación de circuitos impresos y los compuestos de soldadura. Para lograr una buena ventilación, es necesario tener extractores de aire para asegurarnos la renovación constante de oxígeno.

EL BANCO DE TRABAJO

El banco o **mesa de trabajo** debe tener una altura adecuada, el estándar es de **80 centímetros**. Si bien el uso de **cajones** no es aconsejable ya que entorpecen nuestro movimiento, pueden aceptarse si

los tiene solo a los costados. Como manipulemos artefactos eléctricos, el banco debe ser de **madera** o un **compuesto aislante de fibra**. Siempre es recomendable adherir, en toda su superficie, una lámina de goma lisa de un espesor de **2 milímetros**.

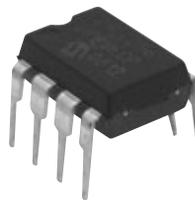
El banco debe ser muy robusto, ya que permanentemente soportará el peso de los equipos de medición, herramientas y, ocasionalmente, aparatos muy pesados, que contengan transformadores o baterías. Sobre su **fondo** podremos agregar una alzada o estante para colocar equipos y componentes sin ocupar espacio de trabajo en su superficie.

Es importante incorporarle una **lámpara con lupa** (lente de aumento) de brazo flexible, para poder ajustar con la mano la posición exacta del circuito que necesitamos. Debemos proveerlo de cuatro o más **tomacorrientes de tres clavijas**



FIGURA 3. El ambiente donde desarrollemos nuestra tarea debe ser un espacio bien iluminado en general, independientemente de la iluminación puntual sobre el banco de trabajo.

El banco o mesa de trabajo debe tener una altura adecuada, el estándar es de 80 centímetros



con conexión a tierra a cada lado (izquierdo y derecho). Es sumamente relevante contar con un **interruptor térmico bipolar** para desconectar eléctricamente el banco en caso de ser necesario.

SOBRE LA SEGURIDAD

El primero de los equipos de seguridad que debemos instalar en el taller es el interruptor diferencial o disyuntor. A pesar de tomar todos los recaudos posibles para mantenernos aislados de tierra, existe una situación de extrema peligrosidad y es nuestra conexión a la **pulsera antiestática**. No olvidemos que esta pulsera nos conecta a tierra, todo lo contrario a lo que evitamos con el piso aislante de goma y los recaudos de aislamiento del banco de trabajo.

En caso de que, accidentalmente, toquemos con nuestra mano el terminal positivo o “vivo” de la red de canalización, quedaremos con nuestro

cuerpo conectado directamente a la red eléctrica. Si bien el interruptor diferencial actuaría en consecuencia, es preferible no llegar a esta situación. Para ello, evitemos colocarnos la pulsera antiestática, a menos que sea indispensable.

Una solución definitiva a este problema es aislar eléctricamente el taller por completo o, en su defecto, el banco de trabajo de la red eléctrica externa. Para hacerlo, podemos colocar un **transformador** con relación **1:1** y de la potencia adecuada.

Por ejemplo, si la **tensión nominal es de 110 V** (depende del país), el transformador deberá ser de **110 V** de entrada y **110 V** de salida, conectando esta última al banco de trabajo. Si tenemos previsto conectar aparatos de gran consumo, debemos emplear un transformador con una potencia mínima de **1 KVA (VA: VoltAmper - K: Kilo)** o superior.

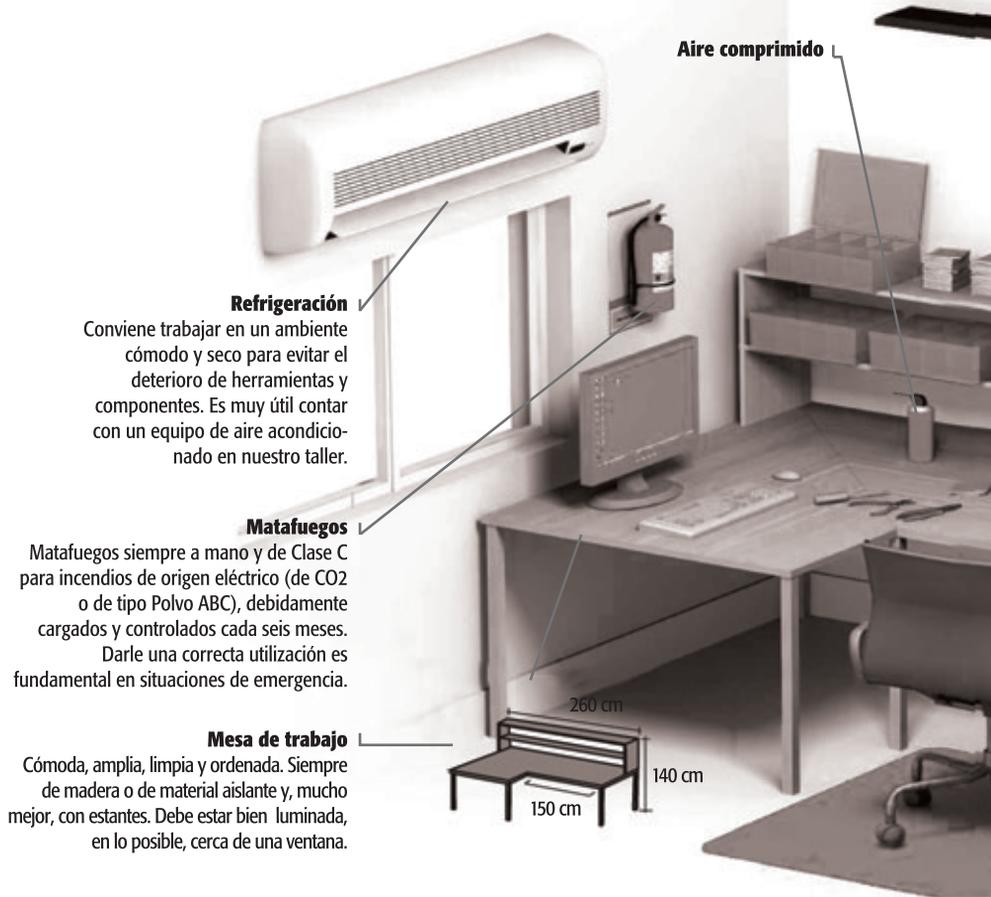


PULSERA ANTIESTÁTICA

Consiste en una cinta, con un abrojo para ajustarla a la muñeca, conectada a un cable de toma de tierra que permite descargar cualquier acumulación de electricidad estática en nuestro cuerpo. Lleva una resistencia de **1 MOhm**.



INFOGRAFÍA 1: EL TALLER ELECTRÓNICO



Aire comprimido

Refrigeración

Conviene trabajar en un ambiente cómodo y seco para evitar el deterioro de herramientas y componentes. Es muy útil contar con un equipo de aire acondicionado en nuestro taller.

Matafuegos

Matafuegos siempre a mano y de Clase C para incendios de origen eléctrico (de CO₂ o de tipo Polvo ABC), debidamente cargados y controlados cada seis meses.

Darle una correcta utilización es fundamental en situaciones de emergencia.

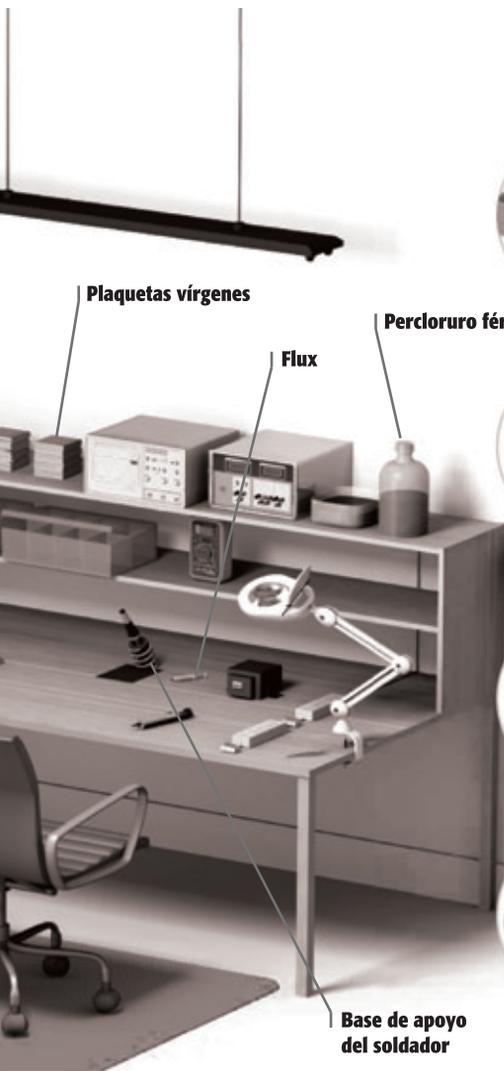
Mesa de trabajo

Cómoda, amplia, limpia y ordenada. Siempre de madera o de material aislante y, mucho mejor, con estantes. Debe estar bien iluminada, en lo posible, cerca de una ventana.

260 cm

150 cm

140 cm



Gaveteros

Estos cómodos clasificadores de elementos nos permitirán mantener ordenado el taller, teniendo siempre a disposición los componentes en forma ágil y rápida.



Disyuntor

Es imprescindible contar con un disyuntor en la entrada de la casa y, al menos, un interruptor termomagnético individual, en la sección del taller, para trabajar con riesgo mínimo. El dimensionado debe realizarlo personal matriculado.



Tomacorrientes

Se necesitan una puesta a tierra general en buen estado y tomacorrientes de 3 bocas en la instalación. Las zapatillas se ubicarán de manera que permitan fácil acceso, evitando cruces de cables.



Jabalina a tierra

Lupa articulada

Muy útil para tareas de soldado through-hole y superficial. Se utiliza para observar el estado final de las soldaduras y para facilitar las maniobras sobre los diferentes circuitos electrónicos.

Claves de seguridad

RED ELÉCTRICA

Debemos asegurarnos de que la red domiciliaria se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento. De ello dependerá nuestra seguridad.

TOMACORRIENTES

Es preciso tener una buena cantidad de tomacorrientes en cada uno de los rincones del taller. De este modo, podremos conectar varios dispositivos sin necesidad de alargues.

DESCARGA A TIERRA

En la actualidad, un taller de Electrónica que no posea un sistema de descarga a tierra es impensable; de él dependerá nuestra seguridad personal.

MATAFUEGO

Es natural que en un taller de Electrónica se genere algún cortocircuito y, para evitar incendios, es recomendable tener a mano un matafuego para fuegos clases A B C.

El taller es el espacio de trabajo en el que pasaremos gran parte del tiempo. Es por eso que debemos mantenerlo en óptimas condiciones operativas y de seguridad. Un espacio incómodo impide el desarrollo de tareas prolongadas (**Figura 4**).

Las herramientas

El taller puede convertirse en un verdadero laboratorio electrónico, siempre que tengamos los instrumentos y las herramientas adecuadas. Veamos cada herramienta en detalle (**Figura 5**).

- **Alicate:** el alicate común produce un corte en forma de "V" y está indicado para cortar cables o terminales gruesos. Tiene que ser de mango aislado pero no necesariamente grueso, ya que no lo usaremos en líneas energizadas, sino en alambres de conexión sin energía domiciliaria.
- **Pinza de fuerza:** es una pinza convencional con mango aislado, utilizada para sujetar tuercas cuando montamos disipadores de calor y, también, otros elementos.
- **Pinza de punta:** puede ser de punta recta u oblicua y se emplea para sujetar componentes o doblar terminales, según sea necesario.

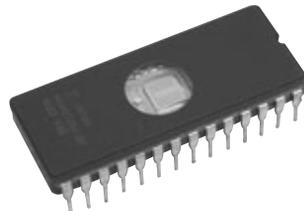




FIGURA 4. Un taller inseguro pone en riesgo nuestra salud y los componentes que debemos reparar.

- **Pinzas Bruselas:** son pequeñas pinzas de punta que se usan para manipular pequeños componentes, por ejemplo, para introducir los alambres en un protoboard o tablero de experimentación.
- **Destornilladores:** aunque resulte obvio, los destornilladores en Electrónica cumplen un papel fundamental para ajustar controles electrónicos y sujetar o retirar tornillos. Recomendamos adquirir un kit para Electrónica de destornilladores pequeños, con punta plana y en cruz.



FIGURA 5. El taller ideal se construye progresivamente. Primero, se adquieren las herramientas más elementales; luego, las más complejas y, finalmente, los instrumentos.

- **Fuente de alimentación:** si bien no es un instrumento de medición, la mencionamos aquí porque es indispensable para efectuar todos los experimentos o prácticas en nuestro taller. Una pequeña fuente que suministre dos tensiones fijas y reguladas será más que suficiente (**Figura 6**).

SOLDADOR Y ACCESORIOS

Además de las herramientas mencionadas, necesitamos varios accesorios para reparaciones electrónicas:

- **El soldador** es fundamental para los trabajos electrónicos, ya que todas las conexiones son unidas por una aleación de estaño y plomo o soldadura libre de plomo (**Figura 7**). Es importante el uso de un soporte para poder depositarlo sobre el banco caliente sin riesgos. Algunos soportes, además, cuentan con una espuma renovable de limpieza para la punta del soldador, algo muy útil debido a los residuos que se acumulan en ese sector, que pueden entorpecer la correcta soldadura.
- **Estaño o soldante:** es un alambre de un diámetro de entre **0,5 mm** y **1 mm**, compuesto de una aleación de **60% de plomo** y **40% de estaño**. Además, en su núcleo cuenta con una pasta a base de resina natural que ayuda a la soldadura. Requiere almacenamiento refrigerado.

Necesitamos también ciertos accesorios en el taller de reparaciones electrónicas

- **Pasta para soldar o “flux”:** es un compuesto en forma de pasta o líquido, que ayuda a soldar/desoldar debido a sus propiedades limpiadoras, ya que baja el punto de fusión del estaño. Es ampliamente utilizado en la soldadura de componentes **SMD**.
- **Bomba succionadora de estaño:** es una pequeña bomba de vacío accionada a mano que, al momento de dispararla sobre la soldadura caliente, la aspira y la remueve. Es indispensable para desoldar circuitos integrados.
- **Cinta desoldante:** es una malla o entretejido de hilos de cobre muy delgados, que están tratados con un producto similar a la pasta para soldar. Para desoldar, apoyamos la punta de la cinta sobre la soldadura que deseamos eliminar, ubicamos el soldador encima de la cinta y dejamos que el calor la traspase hasta fundir la soldadura. Esta se licuará y será absorbida por la malla de cobre. También es fundamental para desoldar circuitos integrados o efectuar una limpieza de los puntos de soldadura de los circuitos impresos y demás componentes.



ALICATE DE CORTE AL RAS

Se utiliza para cortar los terminales sobrantes en una tarjeta de circuito impreso, ya que sus hojas de corte tienen un lado en ángulo y otro totalmente plano, que puede lograr un corte realmente al ras de la tarjeta. No debemos emplearlo para cables o terminales gruesos.



FIGURA 6.
Las tensiones recomendadas son de 5 V y 12 V de 1 Amper o superior.

FIGURA 7.
Recomendamos un soldador del tipo lápiz de 35 o 40 Watts de potencia porque resulta suficiente para la mayoría de los trabajos de soldadura de componentes y partes.

LOS INSTRUMENTOS

Además de las herramientas y los accesorios mencionados anteriormente, el taller debe contar con los instrumentos imprescindibles (Figura 8), que detallaremos a continuación:

- **Multímetro Digital:** también conocido como **DMM** (*Digital MultiMeter*), es el principal instrumento de medición de todo taller electrónico. Por medio del DMM, podremos medir tensiones, corrientes y resistencias, además de cortocircuitos.



Algunos modelos tienen un zumbador que emite un sonido cuando se tocan sus puntas, y es muy útil para seguir trazas en un **PCB** (*Printed Circuit Board*) o cortocircuitos. Los modelos más sofisticados disponen de una sonda para medir temperatura en determinadas partes de un circuito. Otros de los agregados son medidores de capacidad en condensadores o capacitores, medidores de transistores bipolares y **FET** (*Field Effect Transistor* - Transistor de Efecto de Campo). En el **Capítulo 2** estudiaremos el uso del DMM.

- **Sonda o punta lógica:** una punta lógica permite visualizar, por medio de **LEDs** (**Diodo Emisor de Luz**), los estados lógicos en un punto del circuito. Por ejemplo, si en el punto de medición hay **0 V**, se iluminará el led que indica un **cero lógico (0)**. En cambio, si hay **5 V**, se iluminará solo el led que indica el estado que denominaremos binario uno (**1**).
- **Osciloscopio:** el osciloscopio es un instrumento de medición y visualización de señales en el transcurso del tiempo.



FIGURA 8. El taller puede convertirse en un verdadero laboratorio electrónico, siempre que tengamos los instrumentos y las herramientas adecuados.

ACCESORIOS Y COMPLEMENTOS

Además de las herramientas, instrumentos y productos mencionados hasta el momento, un taller se completa con los siguientes accesorios:

- **Protoboard:** es una tarjeta con perforaciones a lo largo de toda la superficie, que permite construir un circuito electrónico sin soldadura. Las conexiones entre los componentes se realizan con alambre del tipo convencional.
- **Circuito impreso:** es una placa de PCB perforada en toda su superficie, que posibilita introducir los componentes y soldarlos. Las conexiones se efectúan manualmente.
- **Resistores:** recomendamos tener todas de 1/4 de Watt y una cantidad de **10** por cada valor: **100 ohms – 330 Ohms - 470Ω - 1 KΩ - 2,2 KΩ - 3,3 KΩ - 4,7 KΩ - 10 KΩ - 22 KΩ - 47 KΩ - 100 KΩ.**
- **Capacitores cerámicos:** Todos con aislamiento para **25 V** o más y una cantidad de **10** por cada valor: **.01 μF - 1 μf.** (μ significa micro y la letra **F** es la unidad de medida, el **Faradio**). Por lo tanto, **μF** significa **microfaradio**. Cuando se indica un punto delante de la capacidad, como **.01**, en realidad es para resumir, queriendo significar **0,01**.
- **Capacitores electrolíticos:** todos con un aislamiento de **25 V** o más y una cantidad de **10** por cada valor: **1 μF – 10 μF - 100 μF - 470 μF - 1000 μF.**

El analizador es una sonda que permite ver, en pantalla, varias señales al mismo tiempo

- **Transistores:** el transistor BC548 es de uso muy frecuente en Electrónica Digital. Recomendamos tener una cantidad de 10 unidades disponibles.
- **Diodos:** el diodo de conmutación por excelencia es el 1N4148. Con una decena de ellos, será suficiente.
- **Reguladores:** en este caso, solo será necesario contar con **5** unidades de cada tipo: **7805 - 7812.**
- **Zócalos Dip:** los zócalos permiten insertar, sin soldadura, integrados, memorias o microcontroladores. Cantidad: **5** de cada tipo: **4x2 - 7x2 - 8x2 - 9x2.**
- **Micro Switch:** pequeños interruptores que tienen el mismo tamaño y distribución de contactos que un circuito integrado ordinario y convencional.
- **Led:** indispensable como indicador lumínico. Cantidad: varios colores, de varios diámetros.
- **Indispensables:** Fusibles de **1 Amper y 20 mm** de longitud - forro o **spaghetti termo contraible** - cables de varios colores - alambres para insertar en protoboard.



MÁS SOBRE SOLDADORES

Algunos soldadores tienen un regulador de temperatura, aunque no es indispensable para los trabajos comunes del taller. No aconsejamos el uso de los llamados soldadores instantáneos, ya que la punta no es lo suficientemente fina y precisa para trabajar en electrónica.

Multiple choice

► **1** ¿Cuál de las siguientes herramientas es un alambre compuesto por una aleación 60% plomo y 40% estaño?

- a- Pasta de soldar o "flux".
 - b- Cinta desoldante.
 - c- Estaño o soldante.
 - d- Multímetro.
-

► **2** ¿Cuál de las siguientes herramientas es una malla o entretejido de hilos de cobre muy delgados?

- a- Pasta de soldar o "flux".
 - b- Cinta desoldante.
 - c- Estaño o soldante.
 - d- Multímetro.
-

► **3** ¿Cuál de las siguientes herramientas es un compuesto en forma de pasta o líquido, que ayuda a soldar/desoldar?

- a- Pasta de soldar o "flux".
 - b- Multímetro.
 - c- Bomba succionadora de estaño.
 - d- Osciloscopio.
-

► **4** ¿Cuál de las siguientes herramientas es una pequeña bomba de vacío accionada a mano?

- a- Estaño o soldante.
 - b- Multímetro.
 - c- Bomba succionadora de estaño.
 - d- Osciloscopio.
-

► **5** ¿Cuál de los siguientes es el principal instrumento de medición de todo taller electrónico?

- a- Estaño o soldante.
 - b- Multímetro.
 - c- Bomba succionadora de estaño.
 - d- Osciloscopio.
-

► **6** ¿Cuál de los siguientes es un instrumento de medición y visualización de señales en el transcurso del tiempo?

- a- Estaño o soldante.
 - b- Multímetro.
 - c- Bomba succionadora de estaño.
 - d- Osciloscopio.
-

Respuestas: 1 c, 2 b, 3 a, 4 c, 5 b, 6 d.

Capítulo 2

Construcción de circuitos



En este segundo capítulo, analizaremos las bases de la composición de los circuitos digitales.

Primeros pasos

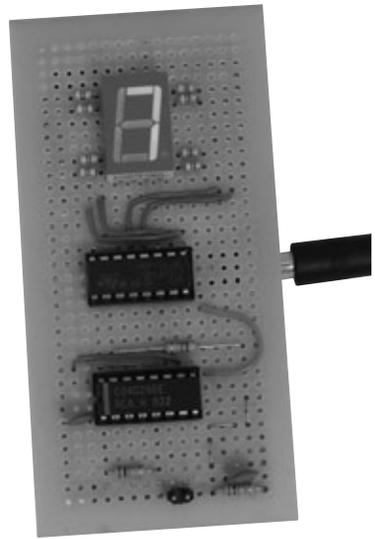
Para iniciarnos en el universo de la **Electrónica Digital** es necesario conocer los principios elementales del funcionamiento de los circuitos. Es por este motivo que comenzaremos a dar los primeros pasos en la construcción de un circuito sobre la base de un **protoboard**, plantilla que ofrece la ventaja de trabajar sin soldaduras.

Con el transcurso de las páginas avanzaremos sobre las características de los **circuitos universales**, conoceremos sus ventajas, limitaciones y utilización práctica. Además, en este segundo capítulo, subiremos la apuesta para detallar de forma teórica y práctica el proceso de **construcción** de un **circuito impreso casero**. Sobre el final de este capítulo, conoceremos todos los secretos sobre la **soldadura** para electrónica y cuáles son los **elementos** necesarios para realizarla correctamente.

Circuitos electrónicos

Un circuito electrónico es un conjunto de componentes eléctricos o electrónicos, interconectados por medio de hilos conductores, con el objetivo de generar, transportar o procesar una señal eléctrica.

Existen diferentes métodos de construcción de circuitos electrónicos, dependiendo de su complejidad, el volumen de producción y el tipo de componentes utilizados.



LOS COMPONENTES

Dentro de un circuito podemos encontrar una gran variedad de componentes, como **fuentes de señal** (sensores y micrófonos), **fuentes de alimentación** (baterías o la red domiciliaria), **dispositivos eléctricos** (bobinas, lámparas, resistencias y capacitores), **componentes electrónicos** (diodos, transistores, circuitos integrados) y **dispositivos mecánicos** (llaves y conmutadores), (Figura 1).

El “esquemático” es la representación gráfica de un circuito electrónico

Según el modo en que se monta un circuito, un componente puede ser de tecnología **through hole** (a través de orificio) o de **montaje superficial**.

EL ESQUEMÁTICO

Antes de comenzar con la construcción de cualquier circuito, debemos contar con un **esquema circuital**. El esquemático es una representación gráfica de un circuito electrónico. Muestra los diferentes componentes con su simbología asociada y las conexiones entre los mismos. Podemos dibujarlo a mano alzada o utilizar un **software** de captura de esquemático, como **Eagle** u **Orcad**. En este libro, utilizaremos el software Eagle.

La creación de un esquema circuital es clave, ya que cualquier error en la construcción derivará en el mal funcionamiento del circuito. Por esta razón recomendamos dibujar el esquemático con un software para tal fin, lo que nos permitirá también, en la mayoría de los programas disponibles,

realizar una simulación del comportamiento real del circuito, predecir sus características antes de construirlo y generar el circuito impreso.

EL PCB

Una vez que tenemos el esquemático debemos construir físicamente el circuito. Generalmente, los circuitos se montan mediante un **circuito impreso** o **PCB** (*Printed Circuit Board*). Es una tarjeta plástica que conecta eléctricamente los componentes del circuito a través de pistas de cobre laminadas sobre un **sustrato no conductor** (fenólico o epoxi). Actúa también como soporte de todo el circuito.

A partir de un esquemático, el diseño del circuito impreso puede hacerse con un software como los mencionados anteriormente; estos poseen muchísimas librerías con las formas físicas de los componentes (**footprints**) para facilitar el diseño. El trazado de las pistas (**roteo**) puede realizarse de forma manual o automática.

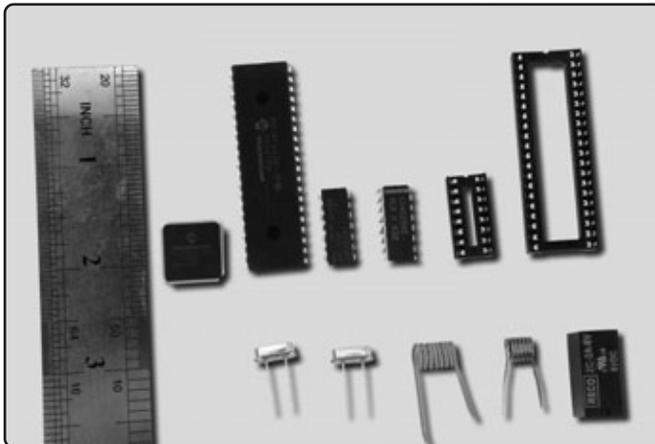


FIGURA 1.
Es importante que sepamos reconocer los componentes más utilizados y sus características para poder construir nuestros propios circuitos. Por ejemplo, un diodo emisor de luz posee polaridad, y no es lo mismo conectarlo hacia un lado o hacia otro.

LA TRANSFERENCIA DEL TRAZADO A LA PLACA

Cuando el diseño está terminado, necesitamos pasarlo a la placa. Para ello existen diversos métodos, pero casi todos se hacen a partir de una lámina de cobre que cubre completamente el sustrato (placa virgen), donde luego se quita el cobre indeseado para dejar los trazados diseñados (**Figura 2**). Este proceso se logra utilizando primero una máscara de trazado, que se obtiene al aplicar tintas (serigrafía) o mediante un proceso de fotograbado.

También existen métodos donde se utiliza una fresa mecánica o hasta un láser para eliminar el cobre residual. Sin embargo, el método más accesible es el de la transferencia del diseño a la placa a través de calor. Para ello, se imprime el trazado en un **material termosensible** como el papel de ilustración.

LA PERFORACIÓN Y EL ESTAÑADO

Los orificios para colocar los componentes se realizan, a nivel industrial, con un taladro controlado por computadora. Nosotros podremos utilizar una



FIGURA 2.
Una máscara temporal de tinta aplicada a la placa virgen. De esta forma, queda preparada para el ataque químico. El percloruro férrico es el elegido para realizar esta acción, al eliminar el cobre indeseado.

MÚLTIPLES CAPAS

Un PCB puede estar formado por múltiples capas conductoras (hasta **dieciséis**). La mayoría de sus componentes son de montaje superficial y son colocados por un robot denominado **pick and place**. Para nosotros, un PCB de una o dos capas será más que suficiente.

agujereadora de banco o un **mini torno**. Para finalizar con la construcción del circuito, los componentes se insertan en los orificios (si son de montaje through hole) o apoyan sobre las pistas de la tarjeta, si son de montaje superficial. Luego se sueldan con estaño, ya sea con un soldador manual o mediante una máquina de soldadura por ola (en caso de grandes volúmenes de producción). Con el circuito armado, ya estamos en condiciones de comprobar su funcionamiento.

El protoboard

El protoboard o tarjeta de proyecto es una placa plástica con orificios metalizados y conexiones eléctricas preestablecidas que se utiliza como banco de pruebas para la realización de circuitos electrónicos sencillos. Es económico y su mayor ventaja es que no

Los orificios para colocar los componentes se realizan, a nivel industrial, con un taladro controlado por computadora

requiere de soldaduras para interconectar los componentes, los cuales son simplemente insertados en los orificios para tal fin. La disposición de sus conexiones internas hace posible el montaje temporal de cualquier circuito (**Figura 3**).

TOPOLOGÍA

El espaciado de los orificios de la tarjeta es generalmente de **2,54 mm**, una medida estándar en el

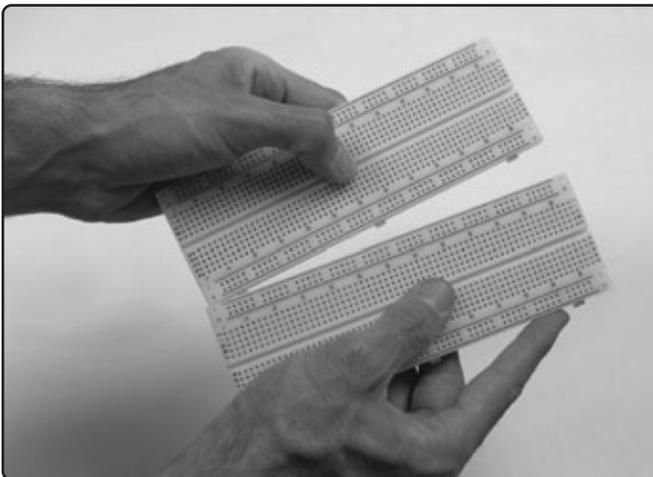


FIGURA 3.
Protoboard de tamaño estándar; son 62 columnas, donde cada una tiene dos secciones de orificios (de A a E y de F a G). Es posible unir dos o más protoboards mediante los enganches ubicados sobre uno de los bordes.

mundo de la electrónica. Podemos distinguir en el protoboard, seis secciones de orificios separadas entre sí por un material aislante. Las secciones **1 y 5**, marcadas en **rojo**, tienen continuidad horizontal y se utilizan como una de las **líneas de alimentación del circuito (Vcc)**. En general se conectan entre sí externamente para disponer de ellas a ambos lados de la tarjeta, al igual que las secciones **2 y 6**, marcadas en azul, que constituyen la otra línea de alimentación, es decir, la **masa circuital o retorno de corriente (Gnd)**.

Las secciones **3 y 4** están compuestas por columnas de cinco orificios cada una y poseen continuidad vertical, haciendo posible la formación de nodos en el circuito. Cada columna se encuentra eléctricamente aislada de las columnas adyacentes.

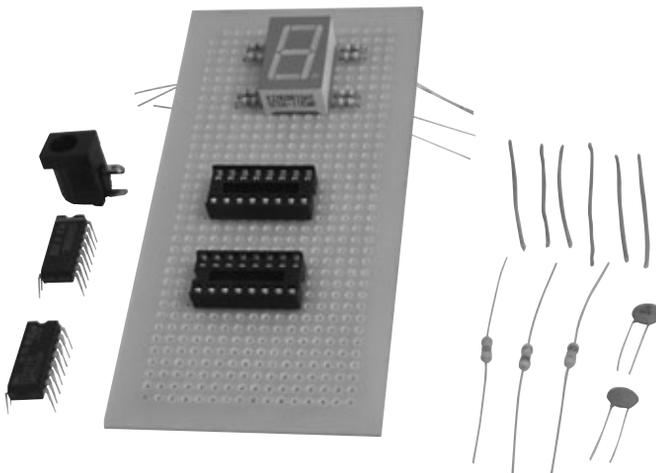
El **canal o surco central** del protoboard se utiliza para insertar los circuitos integrados con encapsulado tipo **DIP (Dual In-line Package)**, cuya separación de

pinos es justamente la misma que la del protoboard. Este hecho los convierte en los circuitos integrados más prácticos a la hora de construir prototipos.

Es importante aclarar que para colocar el protoboard en un lugar fijo, como por ejemplo un tablero, la placa trae un **adhesivo doble faz**. Si no deseamos pegarlo en ningún lugar, le pegamos una plancha de aluminio que también viene incluida, para que no moleste la cinta doble faz.

ACCESORIOS ÚTILES

Para el armado de los circuitos en el protoboard, recomendamos algunos accesorios que nos facilitarán la tarea. Podemos realizar las conexiones entre puntos del circuito mediante un cable **unifilar**, es decir, un alambre constituido por una sola pieza, como lo son el **cable UTP** y el **multipar calibre 20** o **22**. Estos poseen el diámetro adecuado para su inserción en el protoboard. Podemos utilizar el alambre sobrante de las patas



de resistencias y capacitores solo para conexiones cortas, ya que no es un conductor aislado.

Debemos saber que existen componentes electrónicos que no pueden ser colocados directamente sobre el protoboard, como los potenciómetros e interruptores. En estos casos soldaremos el cable unifilar a los pines de los componentes para poder colocarlos en nuestro prototipo.

LIMITACIONES

Si bien el protoboard es una herramienta útil a la hora de construir prototipos, tiene ciertas limitaciones. En cuanto a especificaciones de potencia, el límite máximo es de **5 Watts**, lo que equivale a manejar **1 A** (Amper) en **5 V** (Volts) o **0,4 A** en **12 V**. Si sobrepasamos este límite, las conexiones internas de la tarjeta podrían dañarse y el plástico se derretirá.

El protoboard tiene una pobre funcionalidad para circuitos donde intervienen señales de radiofrecuencia debido a sus características de capacitancia: **2 a 30 pF** (pico Faradios) por punto de contacto. Por esta razón, recomendamos usarlo en aplicaciones que trabajen a frecuencias menores a **20 MHz** (Mega Hertz). El valor de capacitancia expresa la habilidad de un capacitor para almacenar carga eléctrica. La unidad de capacitancia es el Faradio.

El valor de capacitancia expresa la habilidad de un capacitor para almacenar carga eléctrica; su unidad de medida es el Faradio

Otra de sus limitaciones es que no nos permite insertar componentes de montaje superficial directamente. Para poder hacerlo, debemos comprar adaptadores, muchas veces costosos y difíciles de conseguir, o lanzarnos a la compleja tarea de construirlos nosotros mismos.

Uso del protoboard

Si queremos armar un circuito electrónico en el protoboard, debemos proceder ordenadamente para obtener los resultados esperados. Para ello, necesitamos contar con ciertos materiales. Primero, tenemos que disponer de un diagrama esquemático donde se encuentra el diseño del circuito. Debemos tener a mano todos los componentes electrónicos que



FALSOS CONTACTOS

Es alta la probabilidad de encontrarnos durante el armado del prototipo con falsos contactos o cables sueltos, que no se observan a simple vista. Debemos tener paciencia y ser organizados al montar un circuito en el protoboard para evitarnos posibles dolores de cabeza.

forman el diseño. Necesitamos cables unifilares calibre 20 o 22 para realizar las conexiones. Además, precisamos algunas herramientas, como por ejemplo una pinza, un alicate y un cúter, que nos servirán para trabajar los puentes de cable y colocar los componentes. Por último, nos será útil el uso de un multímetro para evaluar el funcionamiento del circuito.

ALIMENTACIÓN DEL CIRCUITO

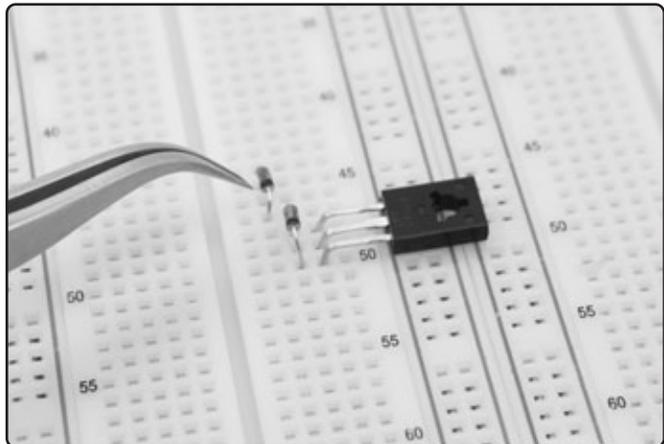
En los dos bordes de mayor longitud del protoboard se hallan las líneas o buses de alimentación. En color **rojo** tenemos la línea de tensión de alimentación (Vcc), y en **azul**, la de masa de circuito (Gnd). Es útil muchas veces hacer un puente entre ambos Vcc y otro puente entre ambos Gnd. En algunos protoboards, estas líneas están divididas a la mitad en un mismo extremo y es conveniente conectarlas también. De esta manera tendremos energía a ambos lados y a lo largo de la tarjeta cuando conectemos los bornes de la fuente de alimentación a estas líneas.

COLOCACIÓN DE COMPONENTES

Los primeros componentes que tenemos que colocar son los circuitos integrados o chips. Recordemos que el protoboard dispone de un surco o canal central para tal fin. El chip debe quedar sobre el canal central y paralelo al mismo, con sus pines insertados en los orificios que bordean el surco. Así nos aseguramos de que no exista un cortocircuito entre los pines del circuito integrado.

Observando el chip desde arriba, vemos que tiene una pequeña muesca. A la izquierda de ella, se encuentra el pin número 1. Debemos consultar la hoja de datos del componente (buscando por Internet) para conocer la función de cada uno de sus pines y no correr el riesgo de dañar el circuito integrado por una conexión incorrecta. Además, tenemos que colocar todos los chips en la misma dirección para simplificar el montaje del circuito (**Figuras 4 y 5**).

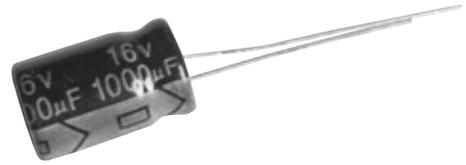
FIGURA 4.
Una de las ventajas que ofrece el protoboard es la posibilidad de insertar los cables sin necesidad de utilizar soldaduras.



En los dos bordes de mayor longitud del protoboard se hallan las líneas o buses de alimentación

Para colocar resistencias, capacitores, diodos y transistores fácilmente, podemos usar una pinza con la que doblar sus patas. También podemos acortárselas utilizando un cúter y evitaremos así que queden demasiado elevados por encima del protoboard.

Debemos tener en cuenta que hay componentes que poseen polaridad. Esto quiere decir que tienen una pata etiquetada como [+] (positiva) y otra como [-] (negativa). Las resistencias no tienen esta característica y las podemos conectar de cualquier manera. No



olvidemos considerar los rangos de operación de cada componente, es decir, las especificaciones de potencia, tensión y corriente máxima.

CONSEJOS FINALES

Daremos algunos consejos para montar un circuito electrónico en el protoboard y no fracasar en el intento. Debemos planear la distribución de los componentes en la tarjeta para que no se produzcan concentraciones de los mismos en una zona. Es preciso asegurarnos de interconectar los componentes correctamente.

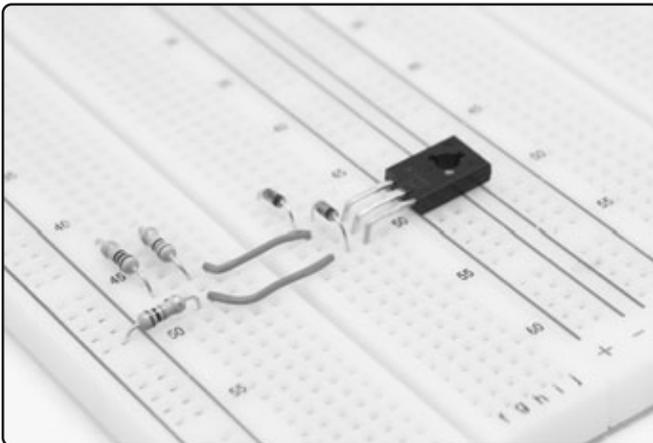


FIGURA 5.
Aquí podemos observar que tenemos energía a ambos lados de la tarjeta gracias a los puentes de cable que conectan estas líneas.

Un consejo que puede parecer obvio, pero en el que queremos hacer hincapié, es que siempre tenemos que guiarnos por el esquemático para realizar el montaje. Es importante ir tachando las conexiones en el diagrama a medida que vamos realizándolas. También es conveniente que utilicemos cables de la menor longitud posible para disminuir los problemas de ruido.

En lo posible, los cables deben estar aislados para evitar cortocircuitos con las patas de los componentes y con otros cables. Tratemos de utilizar cables de diferentes colores en zonas donde se concentran muchas conexiones. En caso de mal funcionamiento

En caso de mal funcionamiento del circuito, revisemos primero las conexiones de alimentación y, luego, los falsos contactos



del circuito, revisemos primero las conexiones de alimentación y, luego, los falsos contactos en el resto del circuito. Si no podemos solucionar el problema, montemos el circuito en otra zona del protoboard.

Cómo trabajar con el protoboard

Realizaremos el montaje de un sencillo **cargador de baterías de níquel-cadmio** basado en un **transistor modelo BD140**. Este actúa como una fuente de corriente constante para entregar la carga necesaria a la batería. Para que el transistor funcione de esta manera, utilizaremos diodos de tipo **1N4148** y, con el fin de fijar las corrientes del circuito, emplearemos resistencias de **10k**, **56**, y **15 Ohms**. También incluiremos una **llave** que nos dará la posibilidad de alternar entre una carga rápida o lenta. Debemos disponer del esquemático del diseño y comprender cómo se interconectan los componentes electrónicos (**Figura 6**).

Vemos en la parte izquierda del diagrama un transformador conectado a la línea domiciliaria, un puente rectificador de diodos (**4x1N4001**), un fusible de **0,5 A** y un capacitor electrolítico de **1000 uF**. Estos componentes constituyen la fuente de alimentación del circuito (**Figura 7**). Debemos identificar cada uno de ellos. En la imagen vemos las **resistencias** de diferentes valores con su **código de colores**, el transistor, los **diodos 1N4148** y el **interruptor**. Para facilitar el montaje del circuito, utilizaremos una fuente de alimentación de banco de pruebas, como podemos ver en el **Paso a paso 1**.

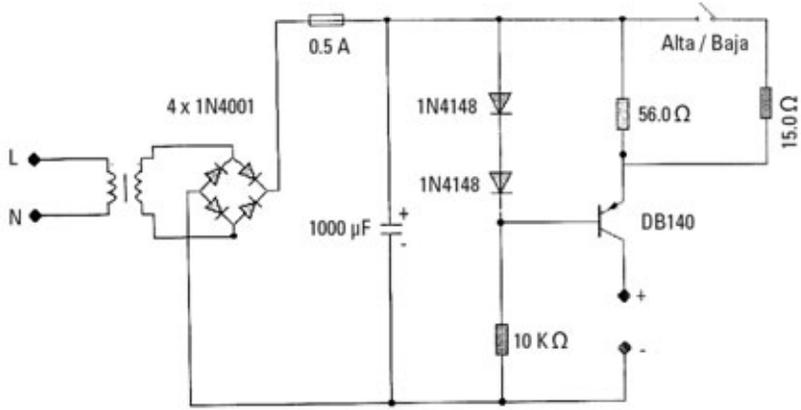


FIGURA 6. Debemos recordar que, como estamos en etapa de experimentación, los reemplazaremos con el uso de una fuente de alimentación de pruebas.

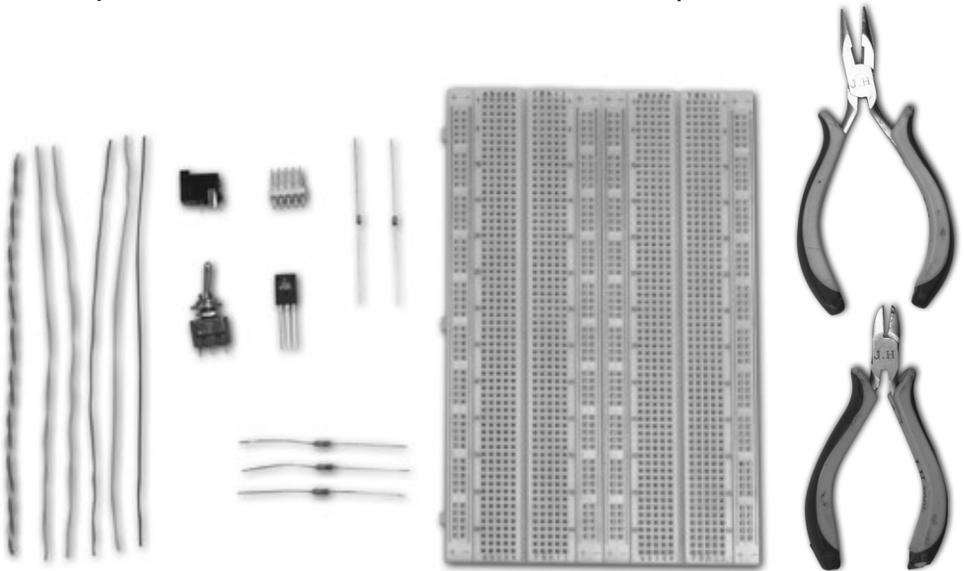
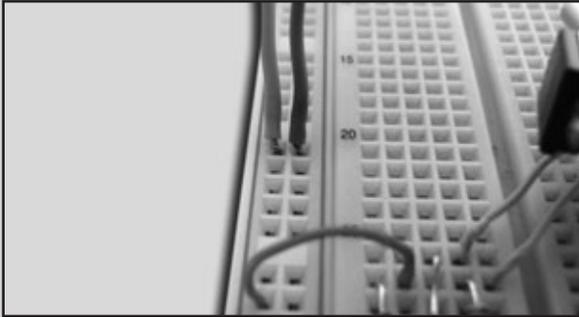


FIGURA 7. Entre los componentes que necesitamos para trabajar, también debemos disponer de los cables unifilares para hacer los puentes de conexión y de las pinzas para corte.

PASO A PASO /1 Montaje del circuito

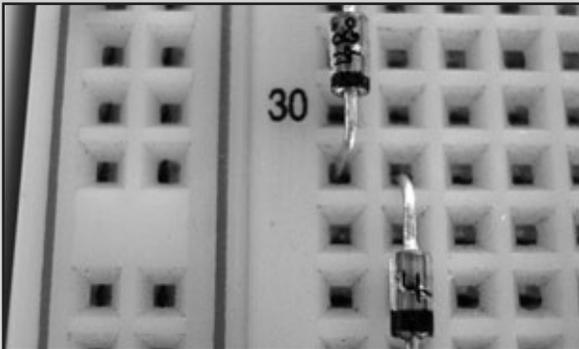
1



Conecte cada línea de alimentación con su opuesta mediante puentes de cable, respetando los colores: **rojo** para la **alimentación positiva (Vcc)** y **azul** para la **negativa (Gnd)**.

Tiene que conectar otro cable para cada línea con uno de sus extremos al aire para engancharlo con las pinzas cocodrilo de la fuente de alimentación. Para evitar cortocircuitos, **Vcc** debe quedar del lado izquierdo y **Gnd** del lado derecho, o viceversa.

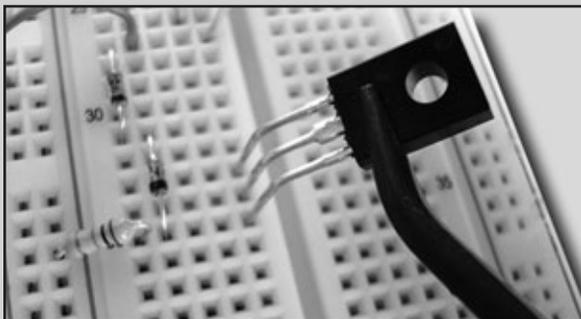
2



Ahora coloque los dos **diodos 1N4148**, cuyas caídas de tensión hacen que el transistor funcione como fuente de corriente constante. Estos van conectados en serie como se ve en la imagen. El **ánodo** del primer diodo va conectado a la línea de alimentación positiva. El **cátodo** se conecta a la misma columna que el ánodo del segundo diodo.

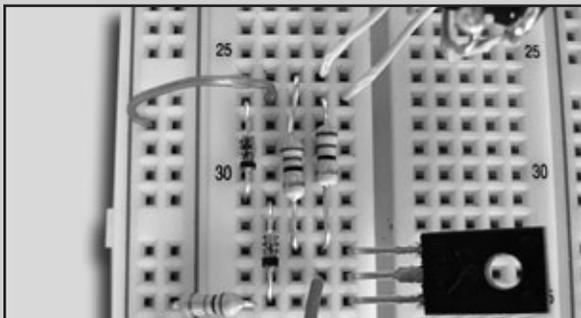
PASO A PASO /1 (cont.)

3



El **transistor BD140** es de tipo **PNP**, lo que significa que la corriente de emisor tiene sentido entrante, mientras que las de colector y base, sentido saliente. Observando el transistor del lado del orificio con unas **pequeñas marcas**, de izquierda a derecha, se observa: **emisor, colector (centro) y base**. Debe entonces conectar la base del transistor al cátodo del segundo diodo, y el emisor y el colector, a distintas columnas del protoboard.

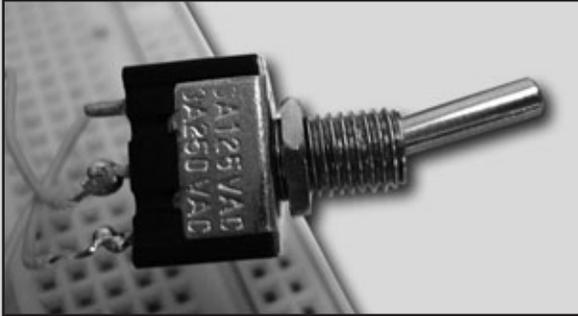
4



Tome la resistencia de valor **10k Ohms** (marrón, negro, naranja) y coloque una de sus patas en la misma columna que la base del transistor del paso anterior. Conecte la otra al **bus de alimentación** marcado con azul (Gnd). Inserte la resistencia de valor **56 Ohms** (verde, azul, negro) de manera que uno de sus extremos quede conectado al bus de alimentación positivo (Vcc) y, el otro, a la columna donde se encuentra el emisor del transistor.

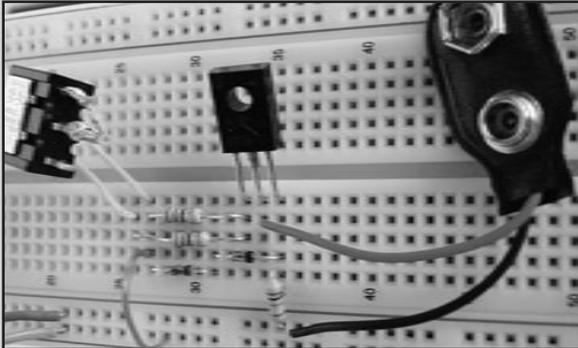
PASO A PASO /1 (cont.)

5



Para colocar la llave de selección debe soldarle un cable en cada uno de los extremos. Uno de los cables debe ir conectado a Vcc, y el otro, a una columna libre del protoboard. Coloque entonces la última resistencia, la de **15 Ohms**. Inserte una de sus patas en la columna donde conectó el extremo de la llave que no está unido a Vcc, y la otra, en la columna donde se encuentra el emisor del transistor.

6

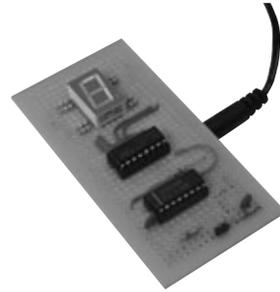


Ahora tiene que conectar el porta batería de manera que el extremo positivo quede unido al **colector del transistor** (pata central), y el extremo negativo, a la **masa circuital Gnd** (la línea de alimentación azul). Luego coloque la batería en el porta batería. Una vez que realice esta acción, el circuito está listo para ser alimentado.

Circuito impreso universal

El circuito impreso universal o **UPCB** (*Universal Printed Circuit Board*) es una tarjeta de uso general para construir prototipos electrónicos permanentes utilizando soldadura (**Figura 8, 9, 10 y 11**).

Entonces, no necesitaremos recurrir al diseño y fabricación de un circuito impreso específico, con lo cual nos ahorraremos un tiempo considerable. Al igual que en el protoboard, el espaciado de los orificios es de **2,54 mm** (0,1 pulgadas). Su precio es accesible, y viene en diferentes tamaños, configuraciones y calidades.



PERFBOARD

El circuito impreso universal más básico es el **perfboard**, una placa compuesta de **fenólico** o **epoxi**. Consta de varias columnas de orificios metalizados aislados eléctricamente. Los componentes se insertan en estos agujeros, pero para hacer las conexiones debemos utilizar puentes de cable o estaño. Este tipo de placa se utiliza para la realización de proyectos no profesionales y los diseños resultantes no son muy prolijos. No es recomendable si queremos hacer el mismo circuito más de una vez.

STRIPBOARD

Una versión más avanzada del perfboard es el **stripboard**, también llamado **veroboard**, la marca comercial más popular. En este caso las columnas de orificios (tiras) están conectadas eléctricamente.



FIGURA 8. Vemos el ejemplo de especificaciones de un fabricante. Existe la posibilidad de trabajar con pistas más finas y vías más pequeñas.



INFOGRAFÍA 2: EL CIRCUITO IMPRESO (PCB)

Sustrato

Los más económicos y de fabricación casera, son aquellos realizados sobre sustrato de papel impregnado de resina fenólica (Pértinax).

Silkscreen

Grabado de colores (generalmente blanco) sobre la superficie de un impreso, utilizado para identificar los componentes en el futuro ensamblado, indicando nombre y polaridad.

Vías

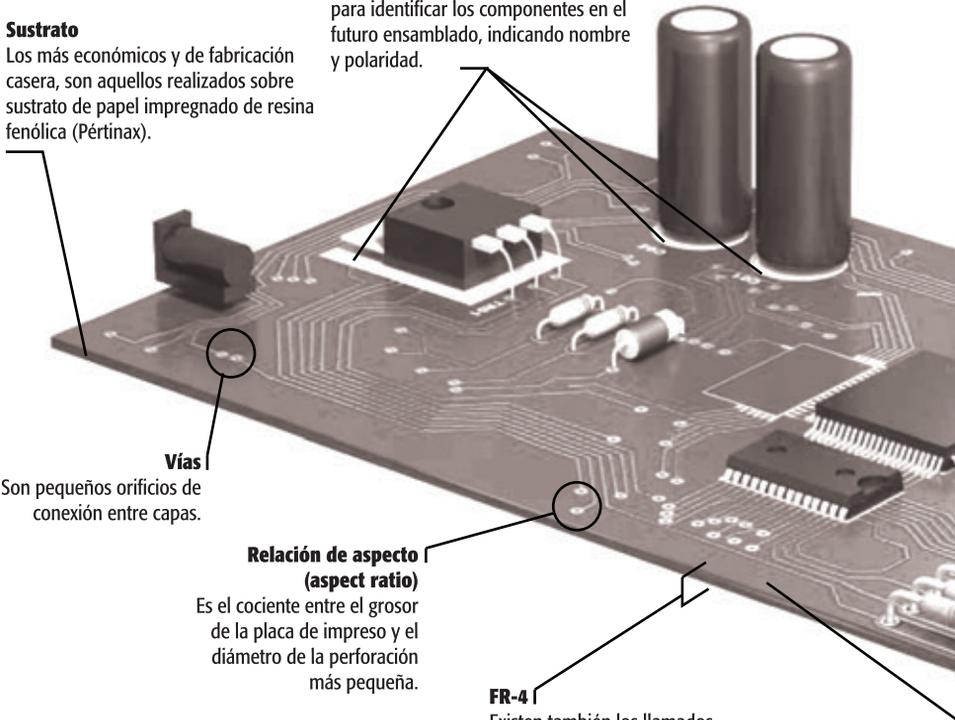
Son pequeños orificios de conexión entre capas.

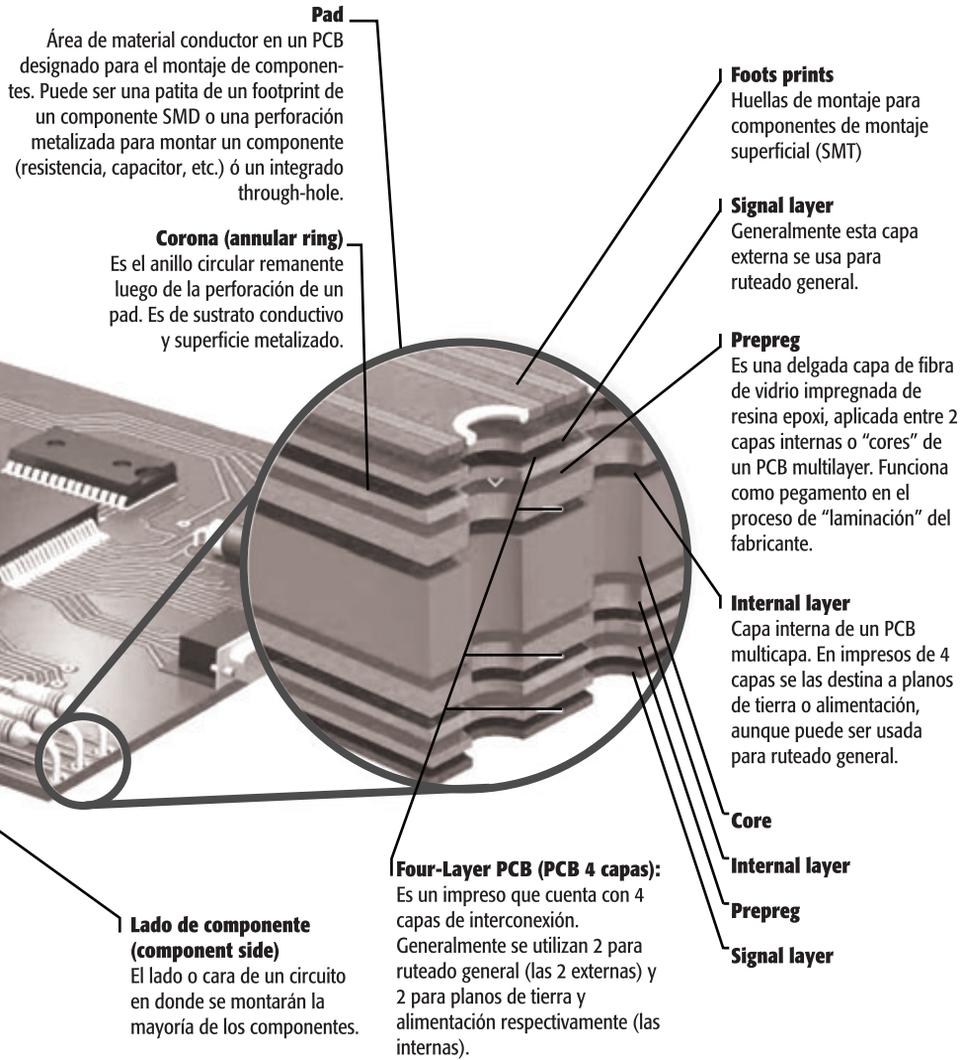
Relación de aspecto (aspect ratio)

Es el cociente entre el grosor de la placa de impreso y el diámetro de la perforación más pequeña.

FR-4

Existen también los llamados impresos "doble capa" -double layer-. Son generalmente de sustrato de fibra de vidrio del tipo FR-4 ("Flame retardant" : retardante de llama de factor 4) .





Pad

Área de material conductor en un PCB designado para el montaje de componentes. Puede ser una patita de un footprint de un componente SMD o una perforación metalizada para montar un componente (resistencia, capacitor, etc.) ó un integrado through-hole.

Corona (annular ring)

Es el anillo circular remanente luego de la perforación de un pad. Es de sustrato conductor y superficie metalizado.

Foots prints

Huellas de montaje para componentes de montaje superficial (SMT)

Signal layer

Generalmente esta capa externa se usa para ruteado general.

Prepreg

Es una delgada capa de fibra de vidrio impregnada de resina epoxi, aplicada entre 2 capas internas o "cores" de un PCB multilayer. Funciona como pegamento en el proceso de "laminación" del fabricante.

Internal layer

Capa interna de un PCB multicapa. En impresos de 4 capas se las destina a planos de tierra o alimentación, aunque puede ser usada para ruteado general.

Core

Internal layer

Prepreg

Signal layer

Four-Layer PCB (PCB 4 capas):

Es un impreso que cuenta con 4 capas de interconexión. Generalmente se utilizan 2 para ruteado general (las 2 externas) y 2 para planos de tierra y alimentación respectivamente (las internas).

Lado de componente (component side)

El lado o cara de un circuito en donde se montarán la mayoría de los componentes.

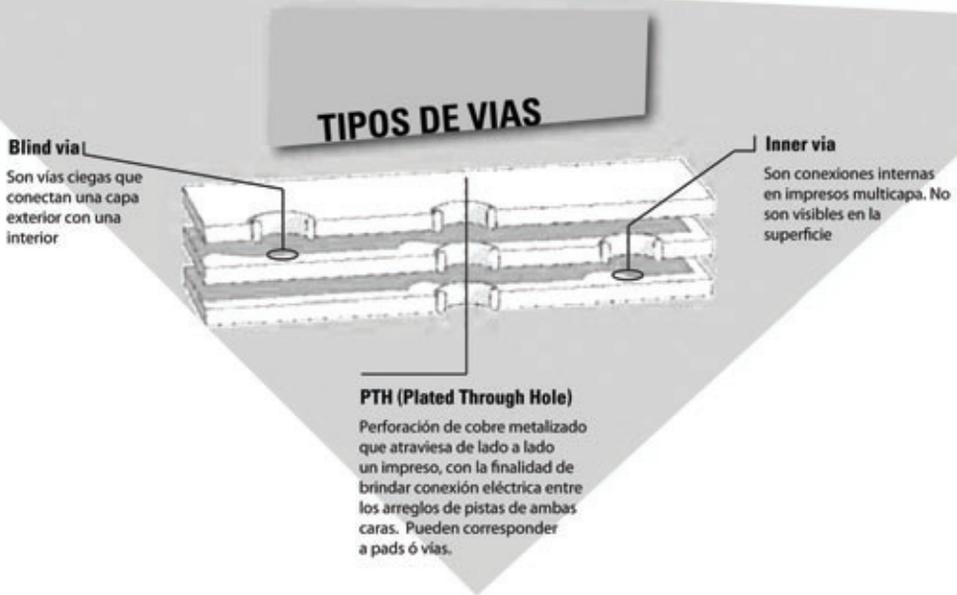


FIGURA 9. El PCB está formado por una capa de cobre montada sobre un sustrato aislante.

Propiedades eléctricas

Constante dieléctrica (Er)	4.7	1 Mhz
	4.35	500 Mhz
	4.34	1 Ghz
Resistencia eléctrica de la superficie (min)	2 x 10 ^5 Mohms	
Resistencia volumétrica (min)	2 x 10 ^7 Mohms	
Ruptura dieléctrica	55 kV	
Resistencia al arco	100 segundos	

FIGURA 10. En esta tabla podemos analizar sus propiedades eléctricas.

Es importante que diseñemos la distribución y el trazado antes de montar el circuito. Una vez hecho esto, debemos montar los circuitos integrados para que queden perpendiculares a las columnas de conducción. Luego, cortamos la conducción de las tiras de orificios de manera que los pines enfrentados del integrado no se encuentren unidos. Habiendo tomado esta precaución, aprovechamos las tiras de orificios para conectar el resto de los componentes. Al igual que en el protoboard, los puentes de cable también serán útiles.

Es mucho más fácil hacer una réplica del circuito en el stripboard que en el perfboard. La única

Propiedades térmicas		Propiedades físicas	
TG: Temperatura de transición del vidrio	135 °C	Flamabilidad:	UL94-V-0
Coeficiente de expansión térmica		Absorción de humedad	<0.25%
Eje X:	14 ppm /°C Ambient to Tg	Resistencia a la torsión	
Eje X:	13 ppm /°C Ambient to Tg	1) 40000 psi LW	
Eje y:	175 ppm /°C Ambient to 288	2) 50000 psi CW	

FIGURA 11.
El circuito impreso es una placa especialmente diseñada para el montaje de los componentes.

desventaja es que es menos modificable, ya que cortamos algunas columnas de orificios para adecuarlas a nuestro diseño.

UPCB

Es el circuito impreso universal propiamente dicho, lo más parecido a un PCB. Cuenta con el surco central necesario para montar circuitos integrados de encapsulado DIP (*Dual In Package*). También incluye las líneas o buses en los bordes para alimentar el circuito electrónico. Permite una gran variedad de conexiones, ya que también podemos utilizar puentes de cables en él. Es la opción de mejor calidad, pero también la más costosa. Posee una máscara que recubre las áreas que no necesitan de soldadura y que protege contra la oxidación de la placa y los posibles cortocircuitos. Si operamos con cuidado, lograremos una muy prolija presentación del circuito utilizando el UPCB.

MONTAJE DEL CIRCUITO

La construcción del diseño en el circuito impreso universal depende en gran medida del formato elegido. Debemos familiarizarnos profundamente con la forma y la estructura de la configuración de la placa que vamos a utilizar.

Necesitamos disponer de las mismas herramientas que en el caso del protoboard, y sumar el soldador para electrónica (o cautín) y el estaño.

Partiendo de un esquema circuital, será conveniente dibujar primero la distribución de los componentes y su conexión en un papel, para después lanzarnos a la tarea de colocarlos y soldarlos a la placa. Recordemos que al no tratarse de un protoboard, cada vez que decidamos quitar un componente soldado, el cobre de las pistas se verá debilitado, y podrá despegarse de la tarjeta si es que realizamos el desmontaje sucesivas veces. Si al finalizar la construcción del circuito dejamos una parte de la tarjeta sin utilizar, podemos cortarla con un cúter o sierra. De esta forma minimizaremos el tamaño del prototipo y aprovecharemos la placa sobrante para armar otro circuito. Si deseamos producir en serie el diseño probado en el circuito impreso universal, deberemos realizar un PCB específico.

El UPCB posee una máscara que protege a la placa de la oxidación y de los cortocircuitos

Circuito impreso en detalle

Una vez hecho el diseño del circuito impreso, es necesaria la construcción del mismo. Esta es una tarea que requiere ciertos cuidados, ya que una plaqueta mal fabricada puede poner en peligro el funcionamiento de nuestro proyecto.

MÉTODO DE FABRICACIÓN CASERA

Para impresos que no tengan un alto grado de complejidad, podemos optar por la construcción casera. Se parte de una plaqueta virgen, la cual consta de una base aislante llamada sustrato, sobre la cual se encuentra adherida una fina placa de cobre. El objetivo es obtener nuestro circuito sobre dicha placa, eliminando el cobre sobrante. Para lograr esto tenemos que dibujar a mano sobre la capa de cobre el circuito a obtener, utilizando un marcador indeleble. Luego, para eliminar el cobre sobrante se sumerge la plaqueta en una solución de percloruro férrico.

FABRICACIÓN PROFESIONAL

Para plaquetas con alto grado de dificultad o para producción a gran escala, la construcción de circuitos

impresos en forma profesional es la más indicada. De esta manera podemos obtener en forma automatizada circuitos multicapas, los cuales poseen varias capas conductoras. El proceso de fabricación de estos impresos comienza por las capas internas, las cuales poseen láminas de cobre en ambos lados. Se aplica en estas un film fotosensible para que, mediante fotoexposición y posterior revelado, el diseño del circuito impreso quede grabado sobre las láminas de cobre. Posteriormente se elimina el cobre sobrante, es decir, el que no se encuentra grabado, y los restos de film.

Luego, se realiza una inspección óptica automática, en la cual se compara el impreso obtenido con el diseño original para detectar diferencias. Las placas que no pasan el test son descartadas. Pasado el test, se agregan las capas siguientes mediante prensado y se vuelve a repetir el proceso. La interconexión entre los circuitos correspondientes a cada capa del impreso se realiza mediante orificios llamados vías.

La construcción casera solo es viable para impresos simples, sin demasiada complejidad

▶ OTRO MÉTODO DE FABRICACIÓN

Otro método de fabricación es realizar el diseño en una PC e imprimirlo en un papel vegetal con una impresora láser. Ese dibujo se pasará a la plaqueta virgen por medio del planchado del papel impreso sobre la capa de cobre.

CONSTRUCCIÓN DE UN CIRCUITO IMPRESO

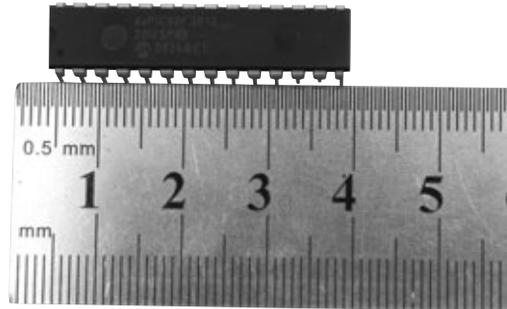
En este apartado aprenderemos paso a paso cómo realizar la construcción de un circuito impreso correspondiente a un **cargador de baterías de Ni-Cd**. Los materiales que necesitamos son: **placa virgen de pertinax o epoxi** (de **10 cm x 10 cm**), **percloruro férrico**, **lana de acero**, **guantes de látex**, **alcohol fino**, **marcador indeleble**, **multímetro**, **alicate**, **agujereadora y mecha de acero rápido** de **1 mm**. Con respecto a los componentes electrónicos, necesitamos: **2 diodos 1N4148**, una resistencia de **10 K Ω** , una resistencia de **56 Ω** , una resistencia de **15 Ω** , un transistor **BD140** y una llave simple. Para soldar los componentes a la placa, necesitaremos un soldador de **30 W** y **estaño** (**Paso a paso 2**).

son de baja potencia, alrededor de **30 W**, para evitar el deterioro de los componentes electrónicos en el proceso de soldado.

El soldador está formado por una resistencia eléctrica en su interior, una **punta de cobre** y un **mango aislante**. Al conectar el cable de alimentación, la resistencia eléctrica se calienta, transmitiendo ese calor a la punta de cobre. Dado que se trata de una herramienta que alcanza temperaturas elevadas, es conveniente el empleo de un soporte adecuado para el mismo. Existen diferentes tipos de soldadores, pero los que se utilizan en electrónica son los llamados "lápiz", nombre que se les da debido a su forma. La potencia estos instrumentos es de alrededor de 30 W.

Soldadura para electrónica

El soldador es una de las herramientas básicas de todo electrónico profesional o hobbista. Con él podremos realizar las uniones entre los componentes electrónicos y las pistas de cobre de los circuitos impresos. Para estos casos, los soldadores empleados



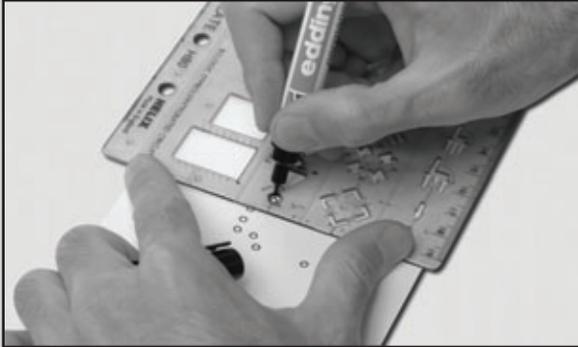
TIPOS DE SOLDADORES

Existen diferentes clases de soldadores. Los más comunes son los de tipo lápiz y pistola. El segundo se calienta por medio de una corriente que pasa por él. Es útil para trabajos esporádicos porque se calienta instantáneamente.

PASO A PASO /2

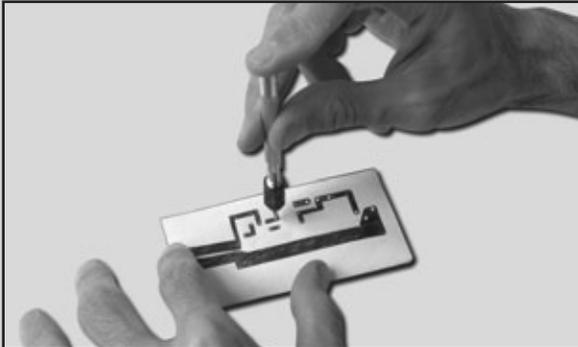
Construcción de circuito impreso

1



Lo primero que debe hacer es diseñar el circuito que quiere desarrollar. Para ello tiene que utilizar un marcador indeleble y una plantilla para diseño electrónico (*electronic template*). Simplemente, debe trazar las líneas que corresponden a las pistas y los orificios, que es donde colocará los componentes.

2



Superponga el diagrama del circuito sobre la plaqueta para realizar las perforaciones donde posteriormente se soldarán los componentes electrónicos. Utilice una perforadora con mecha de **1 mm**. Es una tarea delicada, ya que corre el riesgo de que se levante alguna isla de la plaqueta. Las islas son las áreas de cobre donde van soldados los componentes y donde se debe perforar.

PASO A PASO /2 (cont.)

3



Una vez que tiene los orificios creados, copie el diseño del circuito (PCB) de la figura sobre la capa de cobre. Esto se hace con el marcador indeleble. Recuerde que todo lo que esté cubierto con la tinta del marcador indeleble no será atacado por la solución de percloruro férrico.

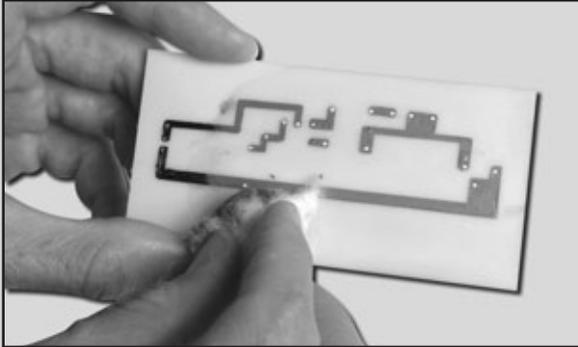
4



Vierta **percloruro férrico** en un recipiente plástico o de vidrio y sumerja la plaqueta en él durante **15 minutos** aproximadamente. Pasado el tiempo, retire la plaqueta y verifique que no queden sectores de cobre más que los correspondientes al circuito.

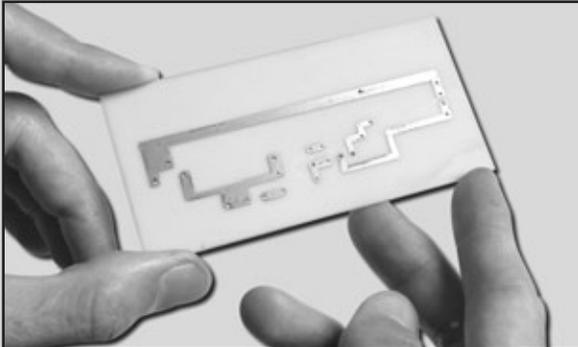
PASO A PASO /2 (cont.)

5

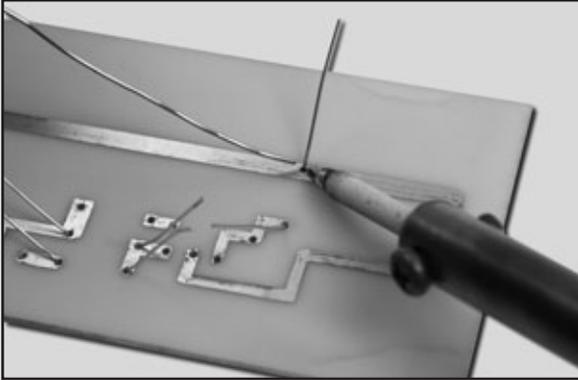


Retire la plaqueta del recipiente y lávela varios minutos con agua. Recuerde que el **percloruro férrico** es un ácido, con lo cual deberá tener mucho cuidado al manipularlo. Seque la plaqueta y retire la tinta del marcador indeleble con una lana de acero. Luego, limpie la superficie con papel tissue humedecido en alcohol fino.

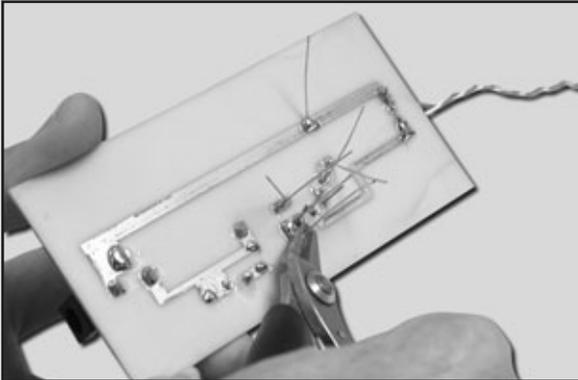
6



Una vez que tiene la plaqueta lista, debe verificar que las pistas hayan quedado correctamente formadas, del mismo modo que las islas. Para una revisión más exhaustiva utilice un multímetro en la función de continuidad o midiendo resistencia. En el caso de que exista un corto entre dos pistas, será necesario eliminar el cobre excedente con un cúter o herramienta similar.

PASO A PASO /2 (cont.)**7**

Con la plaqueta en condiciones, coloque los componentes más pequeños, como las resistencias y los diodos. Luego dé vuelta la plaqueta y aplique la soldadura. Siempre es recomendable que el soldador tenga una buena temperatura para trabajar mejor con la aleación de estaño.

8

Luego, siga con los componentes más grandes, como los capacitores, transistores, integrados y llaves. Esta práctica facilitará el proceso de soldadura. Finalmente, debe cortar con el alicate el alambre excedente de los terminales de los componentes.

MATERIAL PARA SOLDAR

El estaño es el elemento que se utiliza para realizar la soldadura. En realidad, no se trata de estaño solamente, sino de una aleación de **60% de estaño y 40% de plomo**. Además de estos dos materiales, posee una resina, la cual permite realizar una buena soldadura, protegiendo a las superficies de la temperatura del soldador. Físicamente es un alambre de textura blanda. Se vende en carretes y existen distintos espesores, como de **0,5 mm, 1 mm**, etc., dependiendo del tamaño del área a soldar.

PROCESO DE SOLDADO

El proceso de soldado consiste en unir, tanto mecánica como electrónicamente, un componente electrónico con la correspondiente pista de cobre, empleando un soldador y estaño.

Una vez que el soldador alcanzó la temperatura de operación, se deberá tener la precaución de que la punta del instrumento esté limpia. Para ello, se puede emplear un cepillo o un trozo de tela de jean. Nunca se deben usar materiales que rayen la punta. Las partes que se vayan a soldar deben estar limpias y libres de impurezas. Una buena práctica es estañar previamente las partes a soldar.

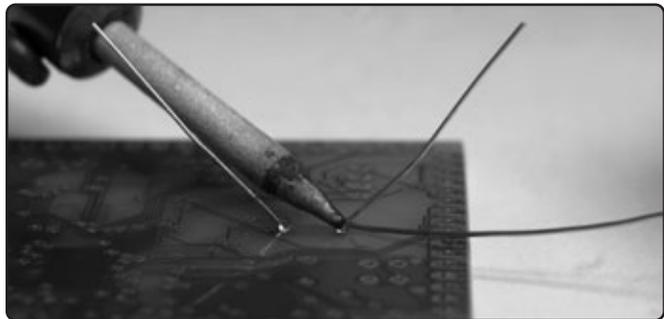
Los soldadores empleados son de baja potencia y manejan cerca de 30 Watts

Ahora sí estamos listos para soldar. Para hacerlo, tomamos con una mano el soldador y, con otra, un trozo de estaño. Calentamos entre 2 y 3 segundos el área a soldar y sin quitar el soldador aplicamos el alambre de estaño en la zona. Rápidamente quitamos el estaño y por último el soldador, con el fin de permitir que se enfríe la soldadura. No debemos forzar el enfriamiento, ya que esto puede derivar en una mala soldadura.

Dependiendo del tamaño del área a soldar, variará la cantidad de estaño a utilizar. Si aplicamos poca cantidad, si bien conducirá la electricidad, la soldadura no va a tener una adecuada resistencia mecánica, con lo cual, puede desoldarse fácilmente. Si aplicamos estaño en exceso, corremos el riesgo de poner en corto las pistas del circuito impreso al desbordarse el estaño. En general, con unos pocos milímetros es suficiente (**Figura 12, 13, 14 y 15**).

FIGURA 12.

Soldar es sencillo, pero requiere de experiencia. Es importante cumplir con las buenas prácticas, como mantener limpia la punta del soldador, aplicar el calor adecuado y usar la correcta cantidad de estaño.



Se debe aplicar el calor justo y necesario, ya que si nos excedemos, es probable que se dañen los componentes o que se levanten las pistas del circuito impreso. Por otro lado, si aplicamos poco calor, se puede realizar una soldadura “fría”, la cual a simple vista es opaca, y tendrá poca resistencia mecánica y baja conductividad eléctrica.

DESOLDADO

Existen varios métodos para desoldar componentes electrónicos. Uno de ellos es mediante el uso de un **desoldador (chupador de estaño)**. Este dispositivo es básicamente una bomba de succión, formada en general por un cilindro de aluminio el cual tiene en su interior un émbolo accionado por un resorte.

Posee una punta por la cual se succiona el estaño y un pulsador que libera el resorte que desplaza el

émbolo y produce la succión.

El procedimiento de uso es bastante simple. Primero se prepara el desoldador, accionando el émbolo. Luego se apoya la punta del desoldador sobre el estaño que necesita ser quitado. Seguidamente, se apoya la punta del soldador sobre el área a ser desoldada. (**Figura 16**)

Luego de unos pocos segundos, cuando se funde el estaño, se acciona el pulsador del desoldador, para producir la succión del estaño. Este proceso se deberá repetir si aún quedan restos de estaño.

En este capítulo, aprendimos cómo realizar circuitos impresos y sus características. Además hicimos las primeras conexiones en el protoboard, valiéndonos de las ventajas que aporta trabajar sobre este. También, analizamos todo sobre el proceso de soldado.

SOLDADO DE INTEGRADOS SMD

01. Debemos limpiar bien el footprint con alcohol isopropílico y luego aplicar el flux en gel.

Flux
Jeringa

02. Debe preestañarse la superficie de los pads depositando una delgada capa de estaño en la punta del soldador.

Integrado SMD

03. Se barren las dos hileras en forma de pinceladas. No debemos excedernos en la cantidad de estaño.

04. Luego de limpiar otra vez con alcohol y aplicar flux, se debe colocar el componente SMT sobre el footprint, ejerciendo una ligera presión.

Soldador

Pinza

06. Se aplica flux y se realiza el soldado definitivo depositando una pequeña gota de estaño sobre el primer pin de una hilera. Luego se esparce sobre los demás usando el soldador como un pincel.



05. Se sueldan 2 pines diagonalmente opuestos, apenas apoyando el soldador. El preestañado se fundirá debajo de los pines.

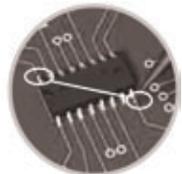


FIGURA 13. En esta infografía, encontramos las diferentes técnicas de soldado.

SOLDADO DE COMPONENTES THROUGH HOLE

01. Se inserta el componente sobre la cara. Se flexionan los alambres del componente, para que no se caiga de la placa al soldarlo.

02. Se debe precalentar el PAD y la base del alambre donde se llevará a cabo la soldadura.

03. Soldado: el estaño debe apoyarse sobre el PAD y la cara opuesta a la punta del soldador.

04. Se debe rodear el PAD con el soldador, para que el estaño derretido se adhiera al alambre.

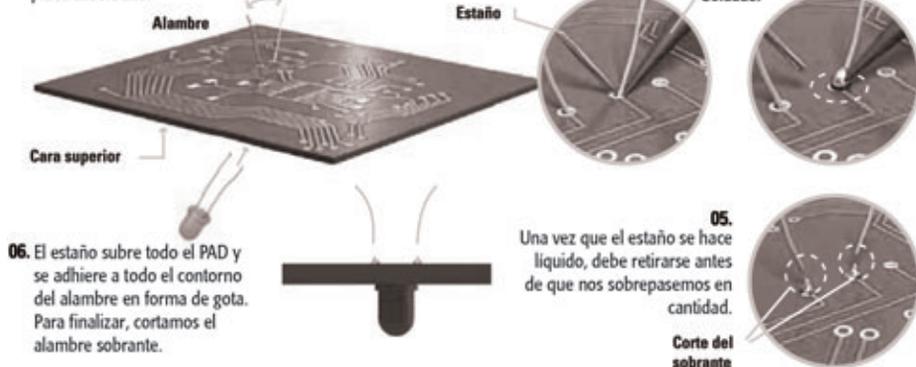


FIGURA 14. En estos pasos, analizamos cómo realizar el soldado de componentes through hole.

SOLDADO DE COMPONENTES SMD

01. Se calienta el footprint SMD donde se soldará el componente. Una delgada película de estaño quedará adherida sobre él.

02. Estañamos apenas la punta del soldador, y depositamos una pequeñísima cantidad de estaño sobre uno de los contactos del componente.

03. Apoyamos el componente sobre el footprint y lo presionamos levemente con la pinza. Aplicamos el soldador sobre el contacto para que el componente quede unido.

04. Pasamos el contacto opuesto, y luego lo soldamos con una pequeña cantidad de estaño, retirando siempre hacia arriba el soldador.

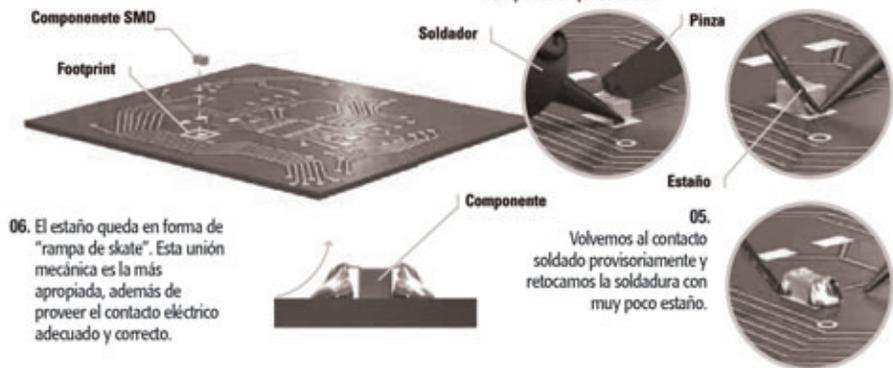


FIGURA 15. Al seguir este procedimiento, aprenderemos a soldar componentes SMD.

TÉCNICAS DE DESOLDADO DE DISTINTOS TIPOS DE COMPONENTES

DESOLDADO DE COMPONENTES E INTEGRADOS THROUGH - HOLE

Es necesario, antes que nada, calentar bien el punto por soldar; fundir el estaño y succionarlo con el desoldador. A veces hay que derretir una pequeña cantidad de estaño sobre el soldador anterior.



Deberemos retirar velozmente la punta del soldador y succionar el estaño. El estaño succionado restante se irá liberando por el pico cada vez que se accione la corredera del soldador. El PAD queda finalmente abierto y sin dañarse por sobretemperatura.



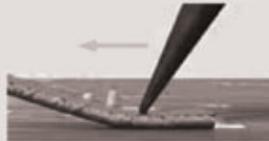
En general se procede de la misma manera pin por pin. Lo mejor es calentar toda la hilera de pines y se usa una pinza de fuerza para extraer el componente en cuestión.

DESOLDADO DE COMPONENTES SMD

Con la punta del soldador preestañada o aplicando una pequeñísima cantidad de estaño sobre las soldaduras, derretimos cada unión una vez, hasta asegurarnos de que el estaño fluya de manera correcta.



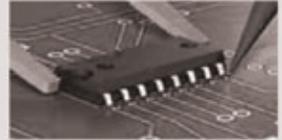
Mientras lo hacemos, ejercemos presión sobre los costados para mover el componente. Podemos sujetar el componente con la pinza fina por su cuerpo, pero quizás dificulte la maniobra dependiendo del circuito. Lo más fácil es trabajar simplemente con el soldador.



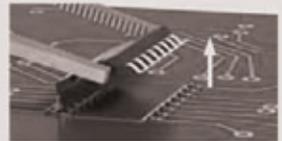
Hay que calentar ambas uniones, derretiendo una y pasando rápidamente a la otra. Luego de quitar el componente, conviene limpiarlo con cinta de desoldar.

DESOLDADO DE INTEGRADOS SMD

Aplicamos flux sobre las hileras soldadas de pines. Puede depositarse un poco de estaño para ayudar a derretir el estaño sólido cuando se aplique el soldador.



El impreso debe estar bien afirmado para poder hacer fuerza con una pinza de sujeción. Se debe intentar calentar toda la hilera al mismo tiempo, utilizando la mayor área posible del soldador. A medida que afloja el estaño, levantar primero una hilera y luego, la otra.



Para finalizar el proceso, luego de quitar el integrado conviene limpiar el footprint con cinta de desoldar (solder wick) para eliminar así, excesos de estaño en la superficie.

FIGURA 16. Vemos de qué manera realizar el soldado de integrados SMD.



HISTORIA DEL PROCESO DEL SOLDADO

El primer proceso de soldadura fue la **soldadura de fragua**, que predominó hasta el siglo XIX. Se desarrollaron luego la **soldadura por arco** y la **soldadura a gas**, seguidas por la **soldadura por resistencia**. A principios del siglo XX, las técnicas de soldado se multiplicaron.

Multiple choice

► **1** ¿Cuáles de las siguientes vías son conexiones internas en impresos multicapa?

- a- Blind vía.
 - b- Inner vía.
 - c- Foot vía.
 - d- Core vía.
-

► **2** ¿Cuáles de las siguientes son vías ciegas que conectan una capa exterior con una interior?

- a- Blind vía.
 - b- Inner vía.
 - c- Foot vía.
 - d- Core vía.
-

► **3** ¿Cómo se llama el área de material conductor en un PCB designado para el montaje de componentes?

- a- Internal layer.
 - b- Four Layer PCB.
 - c- Corona.
 - d- Pad.
-

► **4** ¿Cómo se llama la capa interna de un PCB multicapa?

- a- Internal layer.
 - b- Four Layer PCB.
 - c- Corona.
 - d- Pad.
-

► **5** ¿De qué manera se denomina el impreso que cuenta con cuatro capas de interconexión?

- a- Internal layer.
 - b- Four Layer PCB.
 - c- Corona.
 - d- Pad.
-

► **6** ¿Cómo se denomina el anillo circular remanente luego de la perforación de un pad?

- a- Internal layer.
 - b- Four Layer PCB.
 - c- Corona.
 - d- Core.
-

Respuestas: 1 b, 2 a, 3 d, 4 a, 5 b, 6 c.

Capítulo 3

Instrumentos de medición



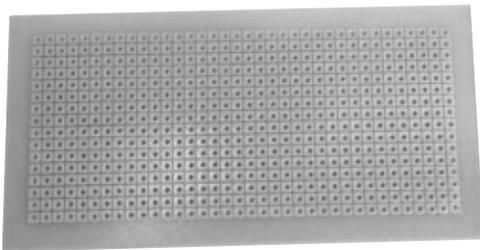
En este tercer capítulo, explicaremos cuáles son las medidas que podemos realizar sobre un circuito.

Instrumentos de medición

En esta capítulo explicaremos cuáles son las medidas que podemos realizar sobre un circuito, cuál es la manera apropiada de hacerlo y qué instrumentos necesitamos.

Tomar 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 donde la indicación aparece en forma numérica.

Los segundos –por definición de la norma **IEC 51**– son aquellos en los cuales la indicación resulta de relacionar la posición de un índice respecto de una escala graduada. Lo que diferencia a un instrumento analógico de uno digital son los procesos que se realizan en la adquisición de la señal a 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.



Instrumentos analógicos

En este apartado, conoceremos las nociones elementales inherentes a los instrumentos analógicos. Analizaremos sus parámetros y especificaciones más relevantes. La presencia de una escala graduada y de un índice o aguja para la indicación de resultados son datos más que suficientes para reconocer, en forma inmediata, un instrumento analógico. El corazón de todo instrumento de medición analógico en continua es el elemento de imán permanente y bobina móvil, también conocido como **D'Arsonval**.

Los analógicos son instrumentos en los que se establece un campo magnético en el espacio existente (entrehierro) entre la bobina móvil y el imán permanente (**Figura 1**). La bobina móvil es solidaria con el índice (aguja de indicación) que se desplaza sobre la escala graduada. Dicho campo magnético tiene dirección radial y uniforme. Esto conlleva a una relación matemática entre la **cupla** (par de fuerzas que genera el movimiento del índice) y la **señal** que se detecta.

ALCANCE DE TENSIÓN DEL INSTRUMENTO ANALÓGICO

Describiremos a continuación cómo se utiliza en los voltímetros analógicos, el instrumento de D'Arsonval como núcleo. Si llamamos **I_m** a la intensidad de corriente máxima que circula por la bobina del galvanómetro, y **R_g** a la resistencia eléctrica que presenta dicha bobina, al aplicar la ley de Ohm, podemos determinar el alcance de tensión **U_m** del instrumento básico. Se denomina alcance de un instrumento al máximo valor de medida –valor de fondo de escala–

que puede indicar bajo una determinada configuración. Ahora bien, ¿qué pasaría si necesitáramos realizar medidas de tensiones mayores a las que permite el instrumento básico de D'Arsonval?

Para resolver esto, es necesario intercalar otra resistencia **Rs** (denominada resistencia multiplicadora) en serie con la bobina. También tendremos que aplicar una tensión **Us** mayor, para establecer una corriente **Im** que produzca la misma deflexión del índice. De este modo, hemos cambiado el alcance de tensión del instrumento de **Um** a **Us**.

Todo voltímetro analógico de continua incorpora el instrumento de D'Arsonval como núcleo

CIFRA EN OHM/VOLT

Quando se habla de **cifra en Ohm/Volt**, se hace referencia a la indicación de la sensibilidad del instrumento. Recordemos que **Im** es la intensidad de



FIGURA 1.
Observamos un multímetro analógico. En su frente se destacan los valores de medición y el switch para alterna y continua.



INSTRUMENTO DE D'ARSONVAL

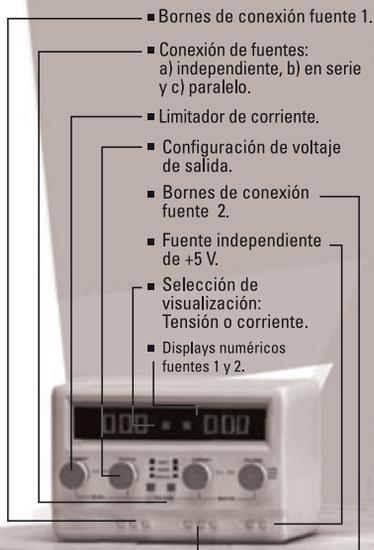
Es un miliamperímetro cuya indicación es sensible al valor medio de la corriente que circula por su bobina. Al ejercer una cupla antagónica de igual magnitud a la de la excitación, se consigue detener el índice sobre la escala graduada.



INFOGRAFÍA 3: INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

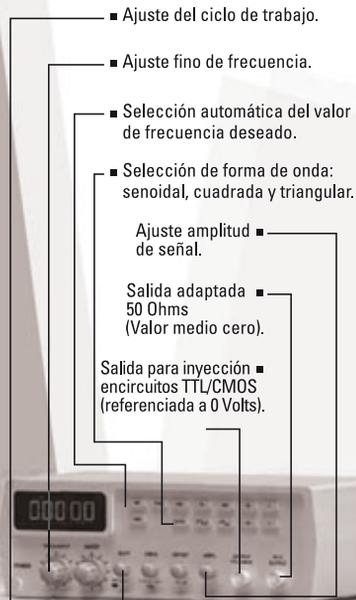
Fuente variable regulada

Instrumento que se utiliza para la prueba y excitación de circuitos de continua. En general estos instrumentos, nos brindan tensiones de trabajo de $\pm 5\text{ V}$, $\pm 12\text{ V}$ y una fuente continua de 0 a 25 V con salidas desde 5 hasta 10 A. Poseen sistemas de limitación de corriente. Si aumenta la corriente hasta el límite configurado, la fuente cortará automáticamente.



Generador de señales

Fuente de señales de distintas formas de onda, amplitud, frecuencia y ciclo de trabajo. Nos permite excitar circuitos de prueba de manera sencilla, sin la necesidad de construir un circuito oscilador.



Tester digital o multímetro

Permite realizar las medidas más habituales, en alterna y en continua, con muy buena exactitud. Es posible medir diferencias de tensión, intensidad de corriente, resistencia y comprobar continuidad eléctrica. Incorpora funciones de prueba de diodos, capacitómetros y medición de ganancia hfe de transistores bipolares.

- Conector para mediciones como amperímetro hasta 200 mA (con fusible).
- Conector para mediciones como amperímetro hasta 10 A. (SIN fusible).
- Amperímetro de alterna: 20 mA a 10 A de corriente eficaz.
- Amperímetro de continua: Alcances de 2 mA a 10 A.
- Sección comprobación de continuidad, prueba de diodos y óhmetro (200 Ohm-200 MOhm)

- Voltímetro de alterna. Alcance: ■ 700 V eficaces
- Voltímetro de continua: ■ alcances de 200 mV a 1000 V

Display de indicación numerica.

- Conector V/Ohm/f para medición de tensión.
- Conector de tierra COM

Tester digital o multímetro

Permite realizar las medidas más habituales, en alterna y en continua, con muy buena exactitud. Es posible medir diferencias de tensión, intensidad de corriente, resistencia y comprobar continuidad eléctrica. Incorpora funciones de prueba de diodos, capacitómetros y medición de ganancia hfe de transistores bipolares.

- Canal 1.
- Pantalla digital de visualización.

Conector para fuente de disparo externa. ■
Sección Horizontal: Selección de la base de tiempos (Time/Div). Posicionamiento origen de traza.

Sección de Trigger: Selección de tipo y nivel de disparo

Sección Vertical: Configuración de Volts/división para ambos canales. Posición del cero.

Selección de cursores y funciones varias

Canal 2. ■



corriente máxima admisible por el instrumento de **D'Arsonval**. Para el voltímetro se cumple la siguiente ecuación: $I_m = U_m / R_g = U_s / R_i = cte$, donde **Ri** es la resistencia interna del voltímetro para un determinado alcance.

Llamaremos resistencia interna de un voltímetro a la suma de las resistencias **Rs** (multiplicadora) y **Rg** (del devanado de la bobina): $R_i = R_s + R_g$.

Al cociente **Ri / Us** se lo denomina **cifra en Ohm/Volt** y es una indicación de la sensibilidad del instrumento. A mayor cifra en Ohm/Volt, estaremos en presencia de un instrumento de mayor calidad.

AMPERÍMETRO ANALÓGICO

Un razonamiento similar al anterior se emplea para utilizar el instrumento de D'Arsonval como **amperímetro** de distintos alcances. En estos casos, se hace uso de una resistencia derivadora **Rshunt** (denominada resistencia de Shunt) en paralelo con el instrumento básico, conformando un divisor de corriente. Ante la excitación de una corriente **Is**, la resistencia derivadora Rshunt se elige de manera que, a través de la bobina de resistencia **Rg**, circule **Im**, por la simple aplicación de la **Ley de Ohm**.

Otro índice o parámetro de fabricación característico de los instrumentos analógicos es el denominado **índice de clase C**

ÍNDICE DE CLASE DE UN INSTRUMENTO ANALÓGICO

Otro índice o parámetro de fabricación característico de los instrumentos analógicos es el denominado **índice de clase C**, el cual nos permite calcular el error intrínseco del instrumento. Se define así al error que se comete sistemáticamente por la utilización del instrumento en la obtención de una medida. Es propio del instrumento. Dado el índice de **clase C**, el error intrínseco (**Ei**) del instrumento se obtiene al despejar la siguiente ecuación: **Ei = C x (Valor de fondo de escala)** (Figura 2).



FIGURA 2. Los instrumentos analógicos son precisos, pero debemos saber que siempre hay un margen de error en la medición.

EL MULTÍMETRO DIGITAL

Se denomina multímetro a aquel instrumento que nos permite configurarlo como **voltímetro**, **amperímetro** y **óhmetro** (instrumento de medición de valores de resistencia). Las versiones digitales incorporan funciones de **capacímetro**, **frecuencímetro** (hasta 20 KHz), de medición de **hfe** (ganancia), de transistores y de termocuplas, para medir temperaturas sobre superficies. A estas funciones extra se les suman las utilidades de comprobación de **continuidad eléctrica** y **prueba de diodos**.

Podemos destacar también que con multímetros digitales es posible realizar medidas, no solo de

voltajes y de **corrientes continuas**, sino también de **señales alternas** que se ajusten a los alcances del instrumento (**Figura 3**). Algunos multímetros más completos incorporan la función “**autorango**”, es decir, el instrumento selecciona automáticamente el rango, sin necesidad de intervención de la persona.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Un multímetro digital está formado por distintos bloques funcionales que conforman las etapas de tratamiento de la señal a medir. La primera etapa está compuesta por un amplificador atenuador construido a partir de amplificadores operacionales.

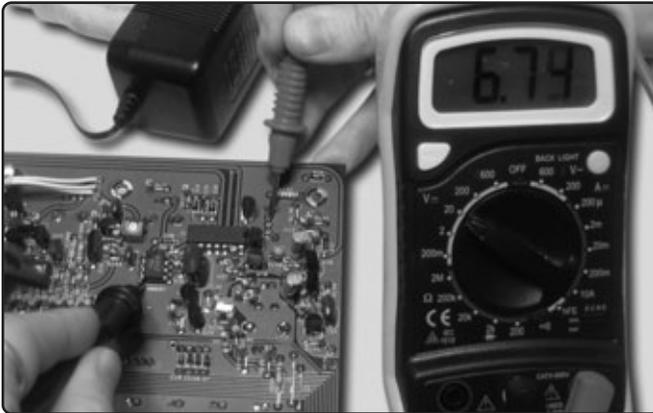


FIGURA 3.
Un multímetro digital nos permitirá realizar la mayoría de las mediciones necesarias en la práctica: medidas de tensión AC y DC, corriente AC y DC, capacidad, resistencia y comprobación de continuidad.



CONSEJO PARA INSTRUMENTOS ANALÓGICOS

Siempre conviene medir lo más próximo posible al fondo de escala, para que el error relativo tenga menor peso. El error relativo mínimo que podemos obtener es el que se comete cuando se mide a fondo de escala.

El bloque atenuador, además de actuar como selector de rango, proporciona una elevada resistencia de entrada, para minimizar el error de inserción en las medidas de voltaje (**Figura 4**).

El bloque siguiente corresponde a un acondicionador de señal, que adapta la salida del amplificador atenuador al rango de trabajo del conversor A/D (generalmente, de **12 bits** y del tipo doble-rampa). Para mediciones de alterna, se deriva la entrada a circuitos rectificadores que convierten la señal a un valor de continua. Lo que resta, simplemente, es la etapa de procesamiento de la salida digital del conversor A/D, que permite la visualización del resultado en el display numérico (**Figura 5**).

USO DEL MULTÍMETRO DIGITAL

Aprenderemos a realizar dos mediciones sobre un circuito: la medida de diferencia de tensión entre dos puntos y la intensidad de corriente por una rama.



FIGURA 4. Observamos la rueda de selección de un multímetro digital con los alcances y tipos de medición que se pueden realizar.

El multímetro es el instrumento que permite realizar la mayoría de las mediciones de un circuito

Antes de empezar, realizaremos unas comprobaciones de rutina. Primero, nos aseguraremos de que el **tester** tenga buena carga de batería. Algunos testers muestran el nivel de batería en el display. Pero también podemos darnos cuenta de que la batería está baja, porque el pitido que genera el instrumento —cuando medimos continuidad— es débil.

Verificaremos, también, que el **fusible** de protección del multímetro no se encuentre cortado. Generalmente, el fusible queda expuesto cuando retiramos la tapa trasera del tester. Además, controlaremos que las puntas y los cables de las puntas estén en buenas condiciones. Por último, al realizar las medidas, tomaremos la precaución de no tocar con nuestros dedos las partes metálicas de las puntas de medición; Las tomaremos siempre por su mango plástico, para no afectar las medidas y también por seguridad. De todas maneras, en este caso, los valores de tensión y corriente manejados son completamente

Cómo funciona un multímetro digital

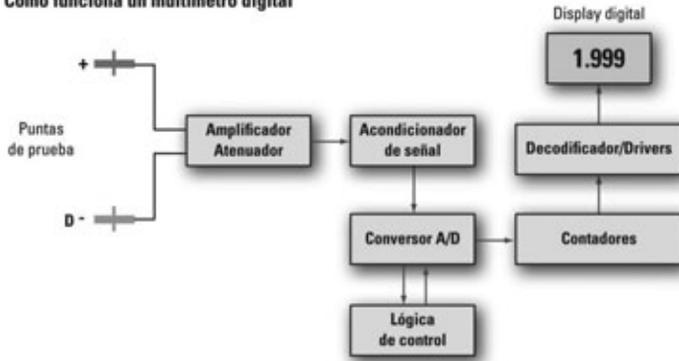
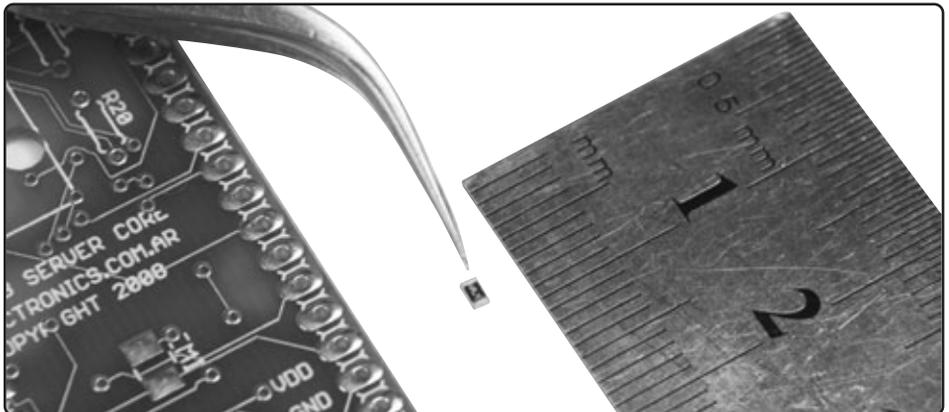


FIGURA 5. Este es el esquema constructivo interno de un multímetro digital. Se observan todas las etapas involucradas hasta la visualización de la medida en el display numérico.

inocuos. El circuito en cuestión se puede armar sencillamente con una **batería** de **9 V** y dos **resistencias comerciales** de **3,3 KOhm**.

Para medir una diferencia de tensión, ubicamos en el circuito los bornes de la **resistencia R2**. Debemos

asegurarnos, previo a la medición, de que el alcance seleccionado sea el adecuado, para no dañar al tester y poder registrar la medida. La tensión a medir será aproximadamente de **4,5 V**. Luego, el alcance que se deberá seleccionar con la rueda será el de **20 V** para la "sección de continua".



Para medir una diferencia de **tensión positiva**, debemos ubicar la **punta roja** del tester digital sobre el borne superior de la resistencia **R2**. Debido al sentido de la circulación de corriente, este borne será el de valor tensión positivo. La masa o retorno del multímetro (**COM**) se ubicará sobre el otro borne, que corresponde a la tierra del circuito, es decir, nos "colgamos" en paralelo de la resistencia **R2** (**Figura 6**).

El tester configurado como voltímetro en su condición ideal actúa como un circuito abierto. Presenta, de este modo, una impedancia infinita cuando se conectan las puntas en paralelo con los bornes a medir. Esto no es así en la realidad. La resistencia interna (R_i) del tester tiene un valor definido que derivará corriente para sí, disminuirá la caída sobre R_2 y afectará, así, la medida.

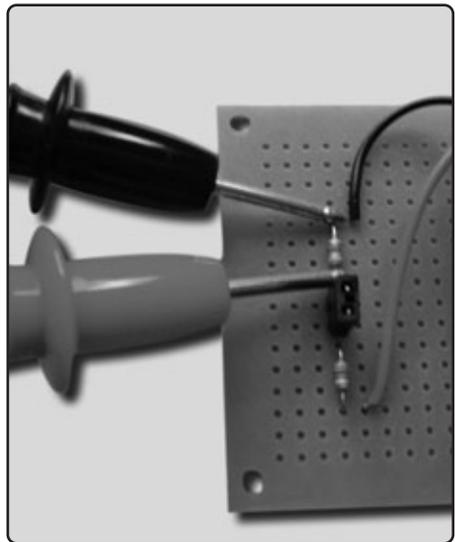


FIGURA 6. Al colocar las puntas al revés, la medida arrojará un valor negativo en el multímetro.

A esto se lo llama error de inserción. Por suerte, se los puede calcular en forma exacta. Para nuestro caso, hacemos las cuentas como se ve en la **Figura 7**.

Para realizar una medición de corriente, ahora configuraremos el multímetro como amperímetro. La primera diferencia con respecto a la medición de voltaje es que el tester deberá colocarse en serie con la corriente a medir. Así, nos vemos obligados a abrir el circuito para intercalar el multímetro. La corriente por medir será de **1,36 mA**.

Luego, el alcance a seleccionar será el de **2 mA** para la sección de corriente continua. Para efectuar la medición, debemos cambiar la posición del cable de **punta rojo (vivo)**. Ahora, se ubicará en la entrada (**mA**) del tester, protegida por el fusible de **200 mA**.



Algunos testers muestran el nivel de batería en el display

Las puntas del tester deben colocarse de manera tal que la roja se conecte con la entrada de corriente a medir, y la negra, con el punto de salida. Registraremos así un valor positivo de corriente. Si invirtiéramos las puntas, el signo de la indicación en el display cambiaría. El amperímetro ideal es visto como un cortocircuito (**resistencia cero**) por el circuito. Pero la resistencia interna del amperímetro, aunque muy pequeña, se suma a la equivalente del circuito, y se opone también al paso de la corriente. Por lo tanto, la corriente medida tiene un valor menor al real. El cálculo de dicho error de inserción se ve en la **Figura 8**.

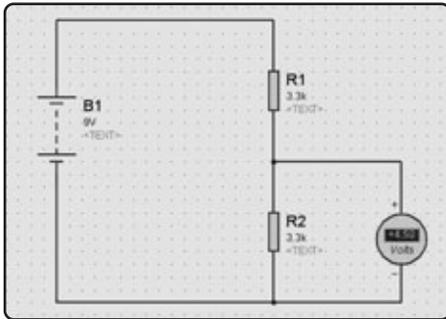


FIGURA 7.

Rinterna voltmetro = 1 Mohm

Vverdadero = $9\text{ V} * [(3.3\text{ k} + 3.3\text{ k}) / 3.3\text{ k}] = 4.5\text{ V}$

Vmedida = $[9\text{ V} / (R1 + R2 // Ri)] * (R2 // Ri) = [9\text{ V} / (3.3\text{ k} + 3.289\text{ k})] * (3.289\text{ k}) = 4.4925$

%error = $(\text{Verdadero} - \text{Vmedida}) / \text{Verdadero} =$

0.75% Menor al 1%.!!!

Cargador de baterías Ni-Cd

En este apartado realizaremos la comprobación de continuidad, y la medición de parámetros de componentes, voltajes y corrientes en funcionamiento normal. Haremos las mediciones pertinentes para la comprobación del funcionamiento del circuito cargador de baterías de Ni-Cd. Para tal tarea, utilizaremos un multímetro digital típico, de **3 ½ dígitos**. Todas las mediciones que llevaremos a cabo serán de continua, ya que el circuito no posee tensiones ni corrientes de alterna, salvo en el circuito de fuente, que no analizaremos aquí.

Primero, haremos ciertas comprobaciones sin alimentación, relacionadas con la seguridad eléctrica,

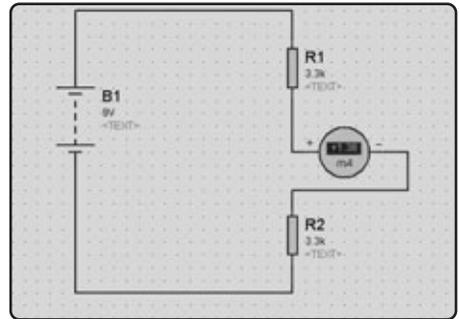


FIGURA 8.

Rinterna amperímetro = 100 Ohm (ejemplo)

Iverdadera = $9\text{ V} * [(3.3\text{ k} + 3.3\text{ k})] = 1.3636\text{ A}$

Imedida = $[9\text{ V} / (R1 + R2 + Ri)] = 9\text{ V} / [3.3\text{ k} +$

$3.3\text{ k} + 100\text{ Ohm}] = 1.3433$

%error = $(\text{Iverdadera} - \text{Imedida}) / \text{Iverdadera} =$

1.49 %

conexión y buen funcionamiento de los componentes del circuito. Las otras mediciones se harán con el circuito cargador alimentado a **12 V de continua** (Figura 9).

COMPROBACIONES DE CONTINUIDAD

Realizaremos una comprobación de rutina, para la cual se empleará el multímetro en el modo **detección de continuidad**. En este modo, no importa la posición de las puntas. Mientras haya conexión, la alarma sonora se activará indicando que existe continuidad eléctrica. La punta de medición roja debe conectarse al borne **V/Ohm** del multímetro y, la negra, a la tierra (**COM**). La comprobación consiste en asegurarnos de que haya continuidad eléctrica en los bornes que deben estar conectados a la masa del circuito.

Tomando como referencia la **Figura 9**, hacemos base en **C** (GND a la entrada del circuito) con cualquier

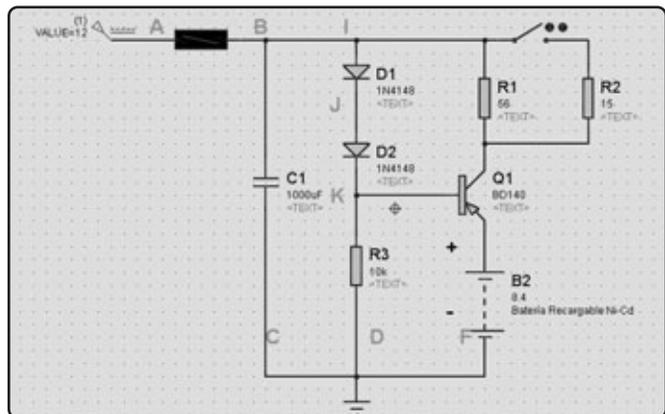
No importa el orden con que se conecten las puntas sobre el circuito para medir continuidad

punta, y recorreremos los puntos **D** (borne a masa de la resistencia de 10k) y **F** (borne negativo de la batería sobre el circuito). La alarma sonora indicará la existencia de continuidad eléctrica.

PARÁMETROS DE COMPONENTES

Ahora, vamos a medir ciertos parámetros de los componentes utilizados, que nos indicarán si se encuentran en buen estado. Salvo la medición del **hfe** (ganancia) del transistor **PNP**, las otras dos se pueden realizar con el circuito ensamblado. Las mediciones son las siguientes:

FIGURA 9.
Observamos el diseño del circuito donde se marcan los puntos de referencia para las mediciones.

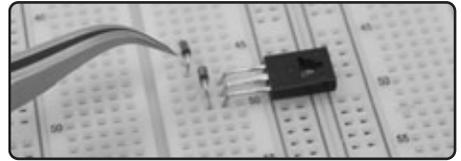


- Medición del umbral de los diodos (I y J de la **Figura 9**, en la página anterior).
- Medición de las resistencias de selección de velocidad de carga.
- Medición del h_{fe} (ganancia) del transistor PNP.

La utilidad de comprobación de diodos se encuentra casi siempre en la misma posición de la rueda que la detección de continuidad. Al posicionar la punta roja **V/Ohm** sobre el ánodo del diodo (**I**) y la punta **COM** sobre el cátodo (**J**), observaremos, en pantalla del multímetro, un valor en **mVolts**, que indicará la tensión umbral del diodo (**cercano a los 600 mV**).

Si invertimos las puntas de medición, el tester deberá indicar infinito, mostrando el número 1 en el bit más significativo. Esto es así ya que, ahora, la corriente que inyecta el tester para realizar la medición se encuentra con el diodo en inversa. Luego, el multímetro ve un circuito abierto y la medición no se efectúa por no poder establecerse la corriente.

A continuación, pasaremos a medir las resistencias de conmutación, cuyos valores se encuentran calcula-



dos para el establecimiento de dos intensidades de corriente fijas: **15 mA** y **45 mA**. Para llevar a cabo estas mediciones, emplearemos el multímetro digital como **óhmetro**. Siempre con la punta roja en el borne **V/Ohm** y la negra en la tierra común **COM**, medimos a ambos extremos de las resistencias del circuito. Es suficiente la selección del alcance más bajo de **200 Ohm**. La medición del h_{fe} del transistor bipolar es muy sencilla de realizar, aunque no todos los multímetros incorporan esa funcionalidad.

Una vez insertado el componente en el zócalo, se visualiza en pantalla la ganancia del transistor. El **BD140** es un transistor bipolar PNP, por lo que debe insertarse en el zócalo correspondiente. Esta es una función que mide el parámetro **h_{fe}** de transistores bipolares. No debe usarse para hacer medidas de transistores del tipo **FET**, ya que puede dañarse (**Figura 10**).

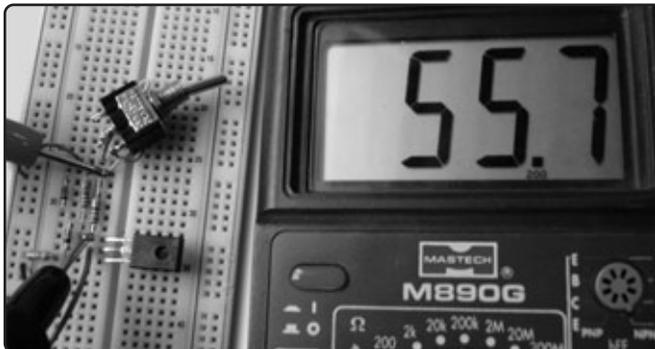


FIGURA 10.
Con el circuito sin alimentar, es posible utilizar el multímetro como óhmetro y estimar el valor de las resistencias.

Mediciones con el circuito alimentado

Hasta el momento, aprendimos a tomar medidas. Ahora, realizaremos algunas mediciones elementales pero, en esta ocasión, lo haremos con el circuito alimentado con 12 V.

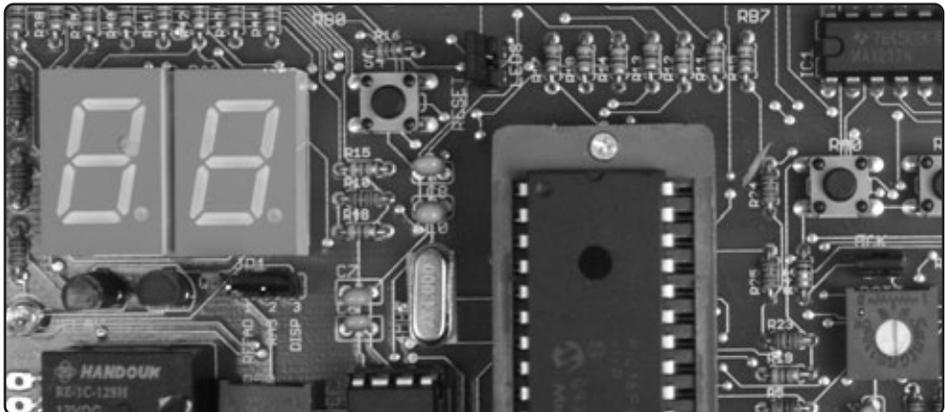
Realizaremos una medición de voltaje sobre los diodos **D1** y **D2**. Una vez que se han realizado todas las mediciones anteriores, podemos proseguir a alimentar el circuito con los **12 V de continua**. Mediremos, ahora, la caída de tensión de “on” de ambos diodos en conducción. Estos diodos tienen como función polarizar, en forma permanente, la juntura **Emisor-Base** del transistor **PNP**.

Como todos sabemos, establecida **IB**, **IC** queda únicamente determinada a través de la ganancia **hfe**

del transistor de **unión bipolar**: **IC = hfe x IB**. Vamos a verificar, mediante dos rápidas medidas, que efectivamente encontremos 1,2 V sobre los diodos, polarizando la juntura del PNP. También veremos qué valor de tensión encontramos sobre la **juntura E-B**.

Como primer paso, seleccionaremos el alcance de **2 V** del instrumento, corriendo la rueda de selección hacia la posición indicada. Luego, colocaremos la punta roja sobre el **ánodo (I)** del diodo 1. Efectuaremos la medida, posicionando ahora la **punta COM** sobre el **cátodo (K)** correspondiente al diodo 2. Como era previsto, la medida arrojará un valor de tensión fijo cercano a los **+1,2 V**.

Para medir la corriente, ponemos el cable rojo en el borne (mA) del tester



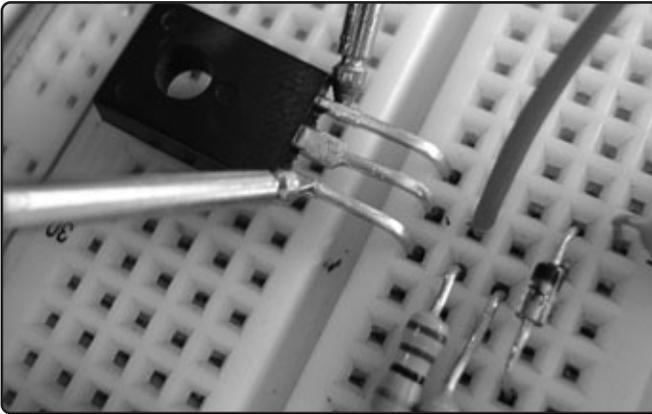


FIGURA 11.
Los diodos polarizan la junta del transistor en forma permanente. Con esta configuración del tester, podremos medir la caída de tensión sobre la junta E-B (emisor-base).

Si procedemos de la misma manera, pero ahora ubicamos las puntas para medir la diferencia de **tensión E-B (emisor-base)**, comprobamos una caída cercana a **1 V**. Notemos que colocamos las puntas siguiendo el sentido de la corriente de base, es decir, saliendo de la misma. Por eso se ubica la punta negra **COM (-)** del tester sobre la base y la roja sobre el emisor que está a un potencial superior (**Figura 11**).

MEDICIÓN DE LA CORRIENTE DE CARGA IC

A continuación, pasemos a la medición de la corriente **I_c** de carga del circuito, que es la correspondiente al colector del transistor **PNP** y es la que se utilizará para cargar la batería cuando se la conecte en los bornes indicados. Como el transistor **BD140** se comporta como una fuente de corriente, siempre entregará por su colector una intensidad de carga constante, independientemente de la tensión que exista en bornes de la batería. Por cálculo, se estima que esta será de **15 mA** con la llave abierta y de **45 mA** con la llave en cortocircuito.

Ahora, necesitaremos dos alcances de continua para completar las mediciones.

Para realizar una medición de corriente, debemos desconectar el cable de punta roja del borne (**V/Ω/f**) del multímetro y posicionarlo en el borne marcado como (**mA**), por el que pueden circular hasta **200 mA** sin destruir el fusible de protección. Si necesitáramos medir una corriente mayor a este valor, colocaríamos el cable de punta roja en el borne marcado **20 A**, lo que indica la máxima corriente que soporta el instrumento en esa conexión que, por otra parte, no está protegida por fusible.

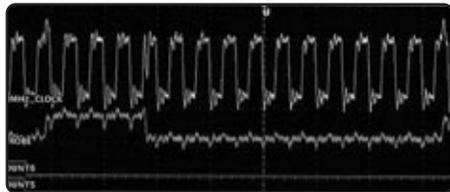
Debido a que la resistencia interna **R_i** del tester en modo amperímetro es muy pequeña, no debe apreciarse un cambio radical en la corriente de colector o de carga. Procediendo así, tomamos la lectura del instrumento para ambas posiciones de la llave y usamos el alcance apropiado para cada una. Vale destacar que debemos posicionar las puntas del multímetro de manera que coincida la punta roja

con el borne de entrada de corriente (+), y el negro COM con el de salida (-).

MEDICIÓN SOBRE LA BATERÍA DURANTE LA CARGA

Por último, debemos monitorear el valor de tensión en carga que toma la batería a medida que transcurre el tiempo. Para ello, posicionaremos el tester en paralelo con la batería en carga cada 15 minutos.

El tiempo de carga dependerá, principalmente, del parámetro **mA/h** de la batería en cuestión, pudiendo llegar a varias horas. Espaciaremos la toma de muestras en el tiempo, para no reiterar demasiado las mediciones. Siempre tenemos que comprobar que la tensión registrada no se escape del valor nominal **+10%** que establecimos como límite. Cuando detectemos que el valor de tensión alcanzó el **10%** del valor nominal de entrega de tensión de la batería, desconectaremos el circuito y consideraremos que la carga se ha realizado.



Para medir la corriente, debemos desconectar el cable rojo del borne (V/ Ω /f) y colocarlo en el borne (mA)

El osciloscopio

Es uno de los instrumentos de medición más utilizados por los profesionales. Veamos de qué se trata y cuáles son las claves que necesitamos saber para emplearlo. El osciloscopio es un instrumento que permite reproducir gráficamente las variaciones de señales de tensión a través del tiempo, en una pantalla. De este modo, es posible analizar, con gran detalle, distintas formas de onda y comprender el funcionamiento de un circuito (**Figura 12**). Este elemento es una herramienta esencial en cualquier laboratorio o taller de electrónica y en otras áreas también, por ejemplo, la militar y la médica.

MEDICIONES CON OSCILOSCOPIO

El concepto básico de este instrumento es que representa formas de onda en dos dimensiones.



OSCILOSCOPIO DE MUESTREO

Es un instrumento utilizado para analizar señales periódicas de muy alta frecuencia, mayor aún que el ancho de banda (osciloscopio analógico) o la tasa de muestreo (osciloscopio digital), y de muy baja amplitud, generalmente, de hasta 3 V pico a pico.



FIGURA 12.
Es posible utilizar el osciloscopio para analizar distintas formas de onda individualmente, o también para observar y comparar dos o más, y ver el modo en el que interactúan entre sí.

El eje vertical, o **eje Y**, se usa en general para representar la tensión de entrada, mientras que el horizontal, o **eje X**, se emplea usualmente como eje de tiempo. Así, tendremos en pantalla una representación temporal de la señal de tensión aplicada a la entrada. En los osciloscopios duales y en los multicanales, es factible representar dos o más señales en pantalla en forma simultánea, lo cual resulta práctico para comparar distintas formas de onda y analizar su interacción.

Aunque la representación temporal de formas de onda es la aplicación más común en los osciloscopios, también es posible representar de manera gráfica el comportamiento de una variable respecto de otra, o funciones paramétricas. Un aplicación de este último caso son las **figuras de Lissajous**, mediante las cuales podemos determinar gráficamente algunos parámetros y relaciones de dos formas de onda de manera simultánea.

TIPOS DE OSCILOSCOPIOS

Más allá de que la filosofía de funcionamiento de estos instrumentos es la misma, existen diferentes

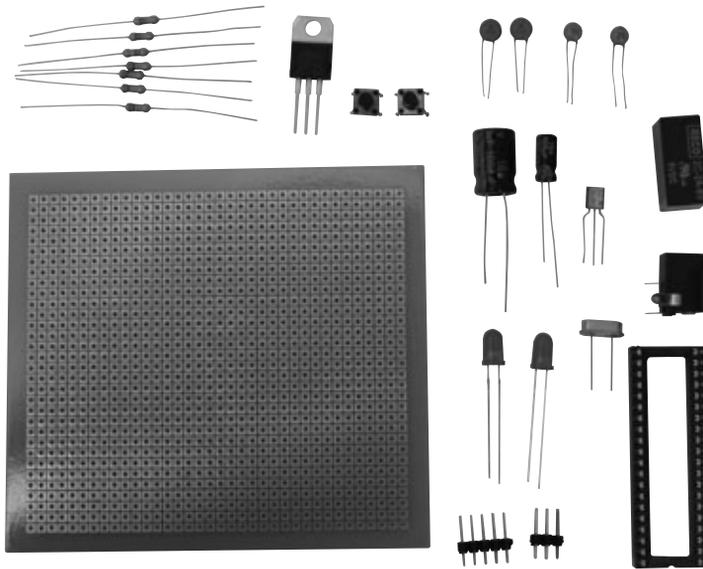
tipos, lo que nos permite clasificarlos en categorías. Una de las más importantes es si son analógicos o digitales. A su vez, dentro de estos, tenemos subcategorías, como por ejemplo, los osciloscopios con persistencia y los de muestreo.

OSCILOSCOPIO ANALÓGICO

Utiliza el principio de deflexión electrostática de un haz de electrones, para crear las gráficas en un Tubo de Rayos Catódicos (TRC). Aquí, las tensiones aplicadas a las placas deflectoras X e Y producen un punto que se mueve en la pantalla. En el eje horizontal, esto es controlado por una base de tiempos, mientras que, en el eje vertical, la deflexión es proporcional a la amplitud de la señal de entrada.

OSCILOSCOPIO DE ALMACENAMIENTO DIGITAL (DSO)

Es la forma convencional de los osciloscopios digitales y emplea pantallas del tipo raster, como las usadas en los monitores de PC para representar las gráficas. El equipo convierte la señal de entrada a un formato digital, por medio de técnicas de conversión



analógico-digital, para luego guardar esta información y procesar la señal. La limitante está en la velocidad de la conversión.

OSCILOSCOPIO DE FÓSFORO DIGITAL (DPO)

Con poco más de una década en el mercado, es una variación muy versátil del DSO, que utiliza una arquitectura de procesamiento en paralelo para permitir

el análisis de señales que resultarían prácticamente imposibles con un DSO. Se especializa en el muestreo de fenómenos transitorios que ocurren en el inicio de los sistemas digitales (pulsos, glitches y errores de transición).

Las puntas de prueba son las encargadas de entregarnos la mejor señal

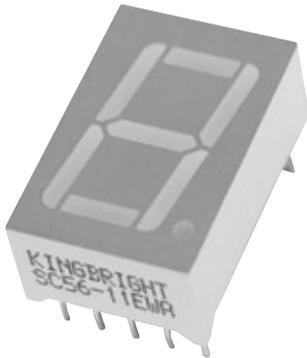
Funcionamiento del osciloscopio

Hasta el momento hemos conocido las características principales del osciloscopio. En este apartado, veremos los principios elementales de su funcionamiento. En el osciloscopio, una señal con forma de rampa proveniente de la base de tiempos, produce

el movimiento del haz en el sentido horizontal. La señal a medir, convenientemente acondicionada, ocasiona el movimiento en sentido vertical. La base de tiempos se sincroniza con un instante de la señal a medir y está calibrada de modo de hacer corresponder el desplazamiento del haz con una medida temporal y visualizar la señal en la pantalla.

ANCHO DE BANDA

En un **osciloscopio analógico**, la respuesta en frecuencia del amplificador vertical ocasiona una atenuación gradual de las señales de alta frecuencia. Por ejemplo, un osciloscopio de 20 MHz puede visualizar correctamente una señal senoidal de 20 MHz, pero puede mostrar señales de mayor frecuencia, solo que serán atenuadas por el amplificador vertical.



En el caso de un **osciloscopio digital**, existe una frecuencia de muestreo, que es la que determina la cantidad de muestras de la señal que el osciloscopio toma para reconstruirla. El fabricante especifica además el ancho de banda de forma similar al osciloscopio analógico. Para poder visualizar de manera correcta una señal, debemos garantizar que sus componentes más importantes entren en el ancho de banda que puede mostrar el osciloscopio.

DISPARO

La base de tiempos debe sincronizarse con la señal a visualizar para que siempre arranque la visualización en el mismo instante. Para esto, el osciloscopio incorpora un circuito de comparación que genera un pulso de sincronismo interno basado en la observación del nivel de la señal y el sentido (ascendente o descendente) en el que lo cruza. Esta comparación puede hacerse además con una señal externa. Existen, también, otros modos de trabajo en los que se fuerza un disparo aún sin señal, para ver señales sin variaciones, o se lo demora por un cierto tiempo, para evitar redisparos no deseados en señales complejas.

LOS OJOS DEL OSCILOSCOPIO

Las puntas de prueba son las encargadas de entregarnos la mejor señal. Veamos, entonces, cuáles son las características que deben tener para arrojar resultados precisos.



KARL FERDINAND BRAUN

El físico alemán Karl Ferdinand Braun fue el inventor del osciloscopio de rayos catódicos. Lo realizó en el año 1897, y también descubrió que ciertos cristales actuaban como rectificadores, convirtiendo la corriente alterna en continua.

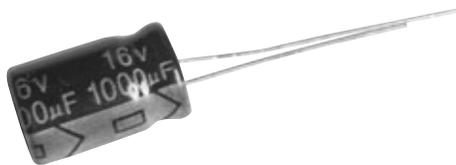
Muchas veces, perdemos de vista la importancia que tienen las puntas de prueba, cuando evaluamos integralmente las condiciones de medición.

Debemos tener presente que ellas conforman los "ojos" de nuestro osciloscopio. Si no son capaces de entregarnos la mejor calidad de señal posible, resulta poco probable que obtengamos buenos resultados de la señal bajo prueba. Idealmente, las puntas deberían ser "transparentes" para el equipo, queriendo significar con esto que la señal presente en el punto de prueba del circuito es "vista" por el osciloscopio, sin ningún tipo de interferencia o distorsión, tanto para el instrumento como para el circuito bajo prueba.

CALIBRACIÓN

Aunque no siempre lo hacemos, para garantizar una buena medición es fundamental efectuar una calibración de las puntas antes de ser usadas. De este modo, obtendremos una respuesta plana dentro del espectro de frecuencias (es decir, todo el espectro es tratado de igual forma).

Para ello, es posible utilizar la señal de calibración del osciloscopio, midiéndola con la punta a calibrar. Esta es una onda cuadrada de una amplitud y frecuencia estable y conocida. Debemos ajustar el pequeño potenciómetro incluido en la punta de prueba, hasta que la señal se vea perfectamente cuadrada:



La atenuación x10 de las puntas lógicas se emplea para disminuir el efecto de carga de la punta sobre el circuito

sus bordes no deben aparecer redondeados o con sobreimpulsos. Las puntas de prueba pueden tener una atenuación fija, o contener una llave conmutadora para seleccionarla. Estas atenuaciones vienen prefijadas en valores **x1** (sin atenuación) y **x10** (con atenuación). Veremos, aquí, la manera en que estas señales son presentadas en la pantalla de nuestro osciloscopio y la forma de interpretarlas.

Los osciloscopios digitales tienen características que ayudan a la interpretación de la señal, tal como la indicación automática de la frecuencia y el nivel de tensión de la señal mostrada.

Primero, observemos cómo está configurada la pantalla del instrumento. Se ve que está dividida, formando una retícula de **10x8** cm, con dos ejes centrales subdivididos cada **2 mm**. Los circuitos internos del osciloscopio están calibrados de manera tal que la representación gráfica de la amplitud y el tiempo de la señal en pantalla pueden leerse directamente a través de la retícula, contando simplemente la cantidad de divisiones que ocupa.

Esto es posible porque los mandos de amplitud (**eje vertical**) y base de tiempos (**eje horizontal**) están

ajustados a ganancias prefijadas, relativas a cada división. Están expresadas en V por división (**V/div**) y, en segundos por división (**s/div**), respectivamente. Algunos osciloscopios incluyen también, en uno de los costados de la pantalla, una escala expresada en porcentaje. Particularmente, se indican los valores **0%**, **10%**, **90%** y **100%**. Estas marcas están para facilitar una lectura directa del tiempo de los flancos de subida y bajada de una determinada señal. Recordemos que estos parámetros se miden, justamente, entre el **10%** y el **90%** del valor pico a pico de la señal.

Entonces, si ajustamos la amplitud de la señal para que su valor pico a pico coincida con las marcas **0%** y **100%**, podremos obtener una lectura del tiempo de dichos parámetros directamente desde donde la señal cruza las marcas **10%** y **90%**. Solamente debemos contar las divisiones que ocupa y multiplicar por la base de tiempo seleccionada (**Figura 13**).

Cualquiera sea el tipo de osciloscopio que utilicemos, debemos tener presente que se trata de un instrumento de precisión que tiene sus limitaciones.

Si bien para cada área de especialización existe un osciloscopio que se adapta mejor, la mayoría de las aplicaciones no profesionales pueden resolverse mediante uno analógico de **20 MHz**, siendo un **DSO** de **100 MHz** apropiado para gran cantidad de tareas profesionales.

CLIPS DE MASA

Las puntas del osciloscopio vienen con un clip de puesta a masa que es removible. Este será conectado a un punto de prueba del circuito para proveer la referencia común a ambos. En muchos casos no existe mayor inconveniente, pero cuando trabajamos con potencias o señales de muy alta frecuencia, deberemos tener el menor camino posible desde la señal hasta la punta de prueba, por lo que el clip de masa se conecta directamente al punto de masa más próximo al elemento a medir. Esto nos asegurará una muy buena performance desde el punto de vista eléctrico.

Cabe destacar que la masa del osciloscopio está vinculada al terminal de tierra del enchufe, y suele ser además un punto de puesta a tierra.

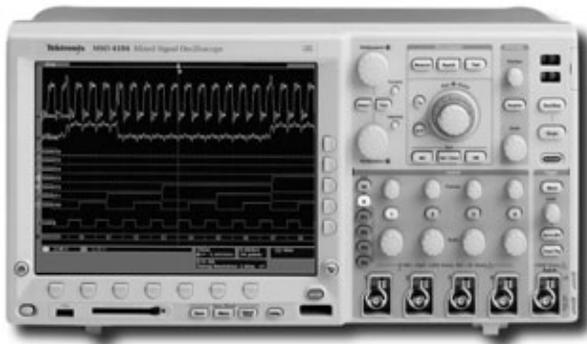


FIGURA 13.

Los circuitos internos del osciloscopio están calibrados de forma tal que la gráfica mostrada puede ser interpretada a través de las divisiones y marcas que posee la pantalla.

MEDICIONES DE FORMAS DE ONDA

Toda señal que se repite en el tiempo es periódica. Posee parámetros que la definen y que son inherentes a su naturaleza: la amplitud, la frecuencia o el período y su fase. Veamos cada una de ellas:

- **Amplitud:** es la diferencia entre el valor máximo de la señal (positivo o negativo) y el valor tomado como referencia (masa del circuito). Su unidad es el Volt (**V**) o el Ampere (**A**), dependiendo de si estamos analizando formas de onda de tensión o de corriente, respectivamente.
- **Período y frecuencia:** la frecuencia de una señal se expresa con la letra **f** y la unidad que la representa es el Hertz (**Hz**). Indica la cantidad de ciclos u oscilaciones de una señal periódica que ocurren en un intervalo de tiempo de un segundo. El período se expresa con la letra **T** y su unidad es el

segundo (**s**). Existe una relación unívoca entre ambos los parámetros: la frecuencia es la inversa del período. A continuación vemos la fase.

- **Fase:** este parámetro se define para señales periódicas, en donde un ciclo completo de la señal corresponde a 360° (**deg**) o 2π radianes (**rad**). La fase de una señal en un determinado instante es la fracción de ciclo transcurrido desde su inicio. Cuando comparamos dos señales periódicas idénticas, puede ocurrir que no coincida en el tiempo el paso por dos puntos equivalentes de ambas señales.

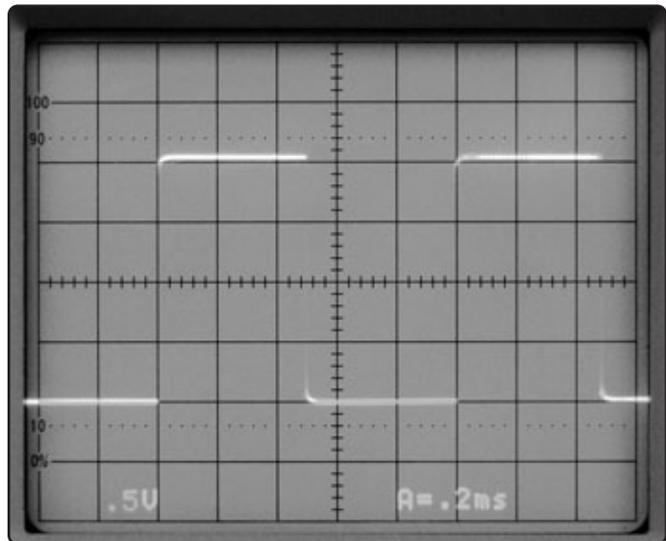
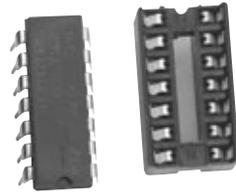


FIGURA 14.

Señal cuadrada bajo medición. Se utiliza la retícula calibrada para medir la amplitud y la frecuencia o período de la señal.

Medición de tensión y frecuencia

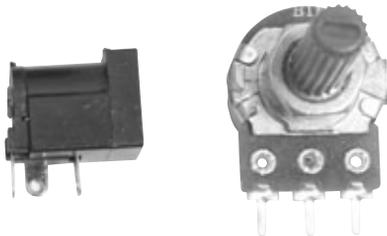
La medición de estos parámetros de la señal bajo análisis puede efectuarse a través de la retícula que posee la pantalla del osciloscopio. Hoy en día, la mayoría de los osciloscopios incorporan diversas funciones que nos ayudan a obtener una lectura más rápida y precisa de la señal en pantalla. Nos muestran información de la diferencia de tensión o de tiempo entre dos puntos, y otros datos relevantes de la señal (**Figura 14**).

MEDICIÓN DE TENSIÓN

En primer lugar, ajustamos la posición vertical del canal hasta que el piso o el techo de la señal coincidan con alguna división horizontal de la retícula, y contamos cuántas divisiones verticales ocupa.

A este valor, lo multiplicamos por el valor de ganancia del canal seleccionado y obtenemos, así, el valor de tensión pico a pico de la señal. En nuestro caso, la señal ocupa 4 divisiones verticales exactas, y como la ganancia del canal está en 0,5 V/div, tenemos:

$$V = 4 \text{ div} \cdot 0,5 \frac{\text{V}}{\text{div}} = 2 \text{ Volt}_{\text{pico a pico}}$$



La amplitud es la diferencia entre el valor máximo de la señal y el valor tomado como referencia de masa

MEDICIÓN DE FRECUENCIA

Procedemos de forma similar a la medición de tensión. Ajustamos la posición horizontal del canal hasta que uno de los flancos (puede ser el ascendente o el descendente) coincida con alguna división vertical de la retícula. Luego, contamos cuántas divisiones horizontales ocupa un período de la señal.

A este valor, lo multiplicamos por la base de tiempo seleccionada y obtenemos, así, el período. Si hacemos la inversa del período, podemos inferir el valor de la frecuencia de la señal. En nuestro caso, la señal ocupa 5 divisiones horizontales exactas y, como la base de tiempo del canal está en 0,2 ms/div, tenemos:

$$T = 5 \text{ div} \cdot 0,2 \frac{\text{ms}}{\text{div}} = 1 \text{ ms}$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 1000 \frac{1}{\text{s}} = 1 \text{ kHz}$$



Multiple choice

► **1** ¿Cómo se llama el instrumento que se utiliza para la prueba y excitación de circuitos de corriente continua?

- a- Osciloscopio digital.
 - b- Tester digital o multímetro.
 - c- Fuente variable regulada.
 - d- Generador de señales.
-

► **2** ¿Cómo se llama el instrumento que nos permite excitar circuitos de prueba de manera sencilla, sin la necesidad de construir un circuito oscilador?

- a- Osciloscopio digital.
 - b- Tester digital o multímetro.
 - c- Fuente variable regulada.
 - d- Generador de señales.
-

► **3** ¿Cómo se llama el instrumento que permite realizar las medidas más habituales, en alterna y en continua, con muy buena exactitud?

- a- Osciloscopio digital.
 - b- Tester digital o multímetro.
 - c- Fuente variable regulada.
 - d- Generador de señales.
-

► **4** ¿Cómo se denomina el instrumento que nos permitirá analizar de manera directa, forma de onda, amplitud y frecuencia de señales periódicas?

- a- Osciloscopio digital.
 - b- Tester digital o multímetro.
 - c- Fuente variable regulada.
 - d- Generador de señales.
-

► **5** ¿Cuál es la forma convencional de los osciloscopios digitales, que emplea pantallas del tipo raster?

- a- Osciloscopio de fósforo digital.
 - b- Osciloscopio analógico.
 - c- Osciloscopio de almacenamiento digital.
 - d- Ninguno de los anteriores.
-

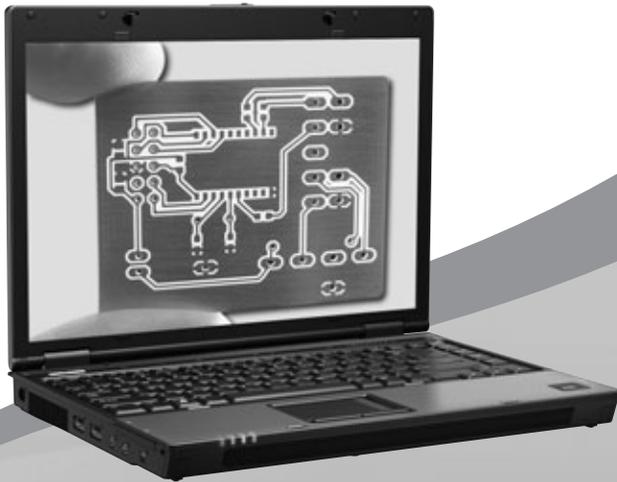
► **6** ¿Cuál es el osciloscopio que utiliza el principio de deflexión electrostática de un haz de electrones, para crear las gráficas en un Tubo de Rayos Catódicos?

- a- Osciloscopio de fósforo digital.
 - b- Osciloscopio analógico.
 - c- Osciloscopio de almacenamiento digital.
 - d- Ninguno de los anteriores.
-

Respuestas: 1 c, 2 d, 3 b, 4 a, 5 c, 6 b.

Capítulo 4

Diseño de circuitos impresos



Conoceremos las características del software para la creación, edición y gestión de proyectos electrónicos.

Diseño de circuitos impresos en la PC

Conoceremos las características, funciones y limitaciones de algunos de los paquetes de diseño asistido por computadora para la creación, edición y gestión de proyectos electrónicos.

En esta clase, abordaremos los conceptos teóricos y prácticos que nos introducirán por completo en el mundo de la creación de diseños de circuitos impresos. Además, conoceremos las ventajas que existen sobre el método tradicional de trabajo, y los diferentes módulos, herramientas y áreas de trabajo que forman parte del paquete **CadSoft EAGLE**. Haremos hincapié en las bibliotecas de símbolos que vienen incluidas, en la edición y creación de nuevos componentes y en la generación de **PCBs** mediante métodos manuales, automáticos y mixtos. A modo informativo, conoceremos las limitaciones de la versión gratuita, el uso de reglas de ruteo y los diseños mediante capas. Culminaremos esta clase con un proyecto que nos guiará paso a paso hacia la creación de una placa correspondiente a un cargador de baterías Ni-Cd.

Un circuito impreso sirve como soporte físico y base de conexión para los componentes electrónicos

Recordemos que un circuito impreso es una placa o plaqueta de material aislante, generalmente construida 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 (**Figura 1**).

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*, **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 (**Figura 2**).

MÉTODO DE DISEÑO TRADICIONAL

Tradicionalmente, realizar el diseño de una placa de circuito impreso era 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 al 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

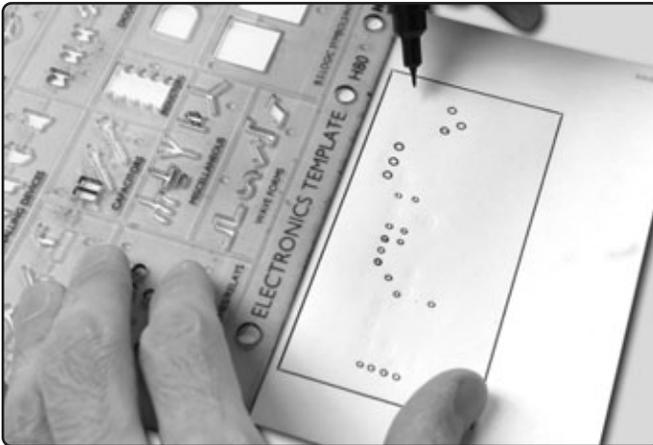


FIGURA 1.
Observamos el método manual de creación de un diseño de circuito impreso. Para esta labor, se utilizaban herramientas comunes de dibujo técnico y el trabajo era artesanal.

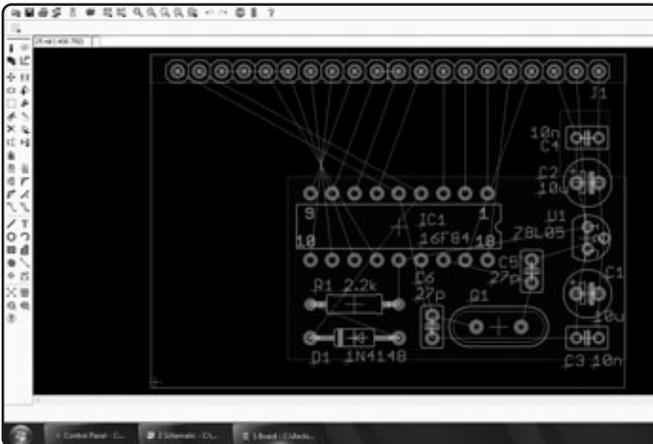


FIGURA 2.
Diseño de un prototipo con microcontrolador, realizado en una placa de circuito impreso de una sola cara utilizando el aplicativo Board, incluido en el paquete CadSoft EAGLE.

tamaño de los componentes. El segundo paso consistía en diagramar las conexiones eléctricas. Una vez concluido esto, se pasaba el dibujo en limpio, preferentemente con papel vegetal y tinta china.

También se utilizaba un método en el cual se recortaban y pegaban trozos de pistas, curvas y terminales, previamente diseñados sobre mylar. Esto llevaba el nombre de su mayor fabricante: Bishop.

Para terminar, 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 donde este no se incluya, 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 generalmente 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 (**Figuras 3 y 4**).

Los programas de diseño de circuitos impresos están conformados por un entorno que incluye varios módulos

Las diferencias entre el diseño manual y el diseño 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. Sin embargo, la optimización toma importancia a la hora de realizar el posicionamiento y el conexionado de los componentes. Esto 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 talastrado y de corte por control numérico.

EL MÓDULO DE CAPTURA DE ESQUEMÁTICOS

Este es el módulo encargado de llevar a cabo la captura del diagrama eléctrico, es decir, el proceso de



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.

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

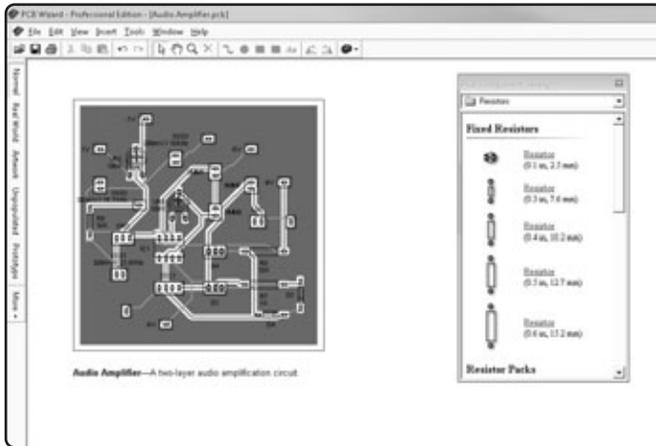


FIGURA 3.
Entorno de diseño PCB Wizard. Permite diseñar PCBs de hasta dos caras. Es ideal para usar en ambientes educativos o para aficionados que realizan placas simples.

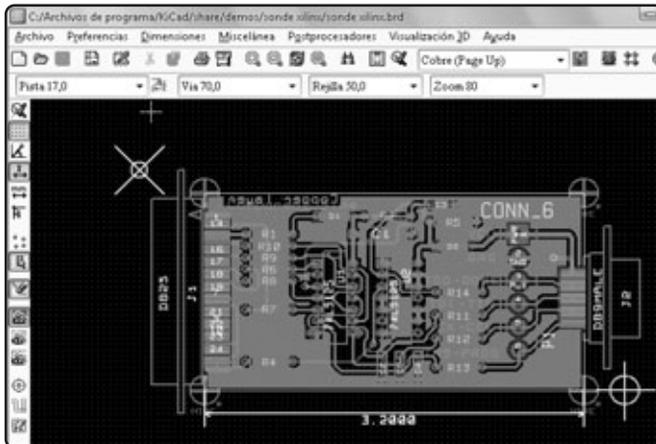


FIGURA 4.
Entorno de diseño KiCAD. Es un completo set de herramientas de software libre, aplicado a la creación, edición y gestión de proyectos de diseño.

datos útiles para otros programas de diseño. Usualmente, es posible 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 (**Figura 5**).

Es preciso que el software de diseño cuente con un sistema de control que evite errores

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.

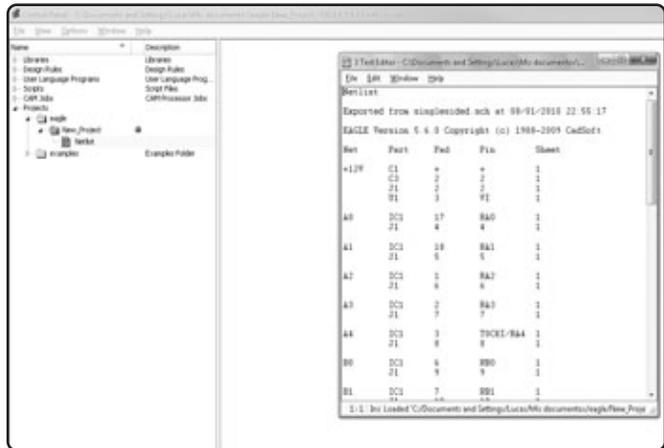


FIGURA 5.

El archivo netlist realizado con CadSoft EAGLE. En él, se encuentran detallados todos los componentes que forman el circuito, con sus valores, pines y nodos de conexión.



ARCHIVOS NETLIST

Es una lista de los nodos (nets). Un nodo se define como un punto de conexión común entre dos o más elementos. Según el archivo netlist, este puede incluir información variada, como el formato físico de los trazos de circuito impreso y las propiedades de cada componente.

Por ejemplo, conexiones hechas entre los polos positivo y negativo de la fuente de alimentación o pines sin conexión eléctrica (**Figura 6**). Generalmente, se encuentran disponibles dos tipos de verificación: **ERC** (*Electrical Rules Check - Chequeo de Reglas Eléctricas*) y **DRC** (*Design Rule Checking - Chequeo de Reglas de Diseño*).

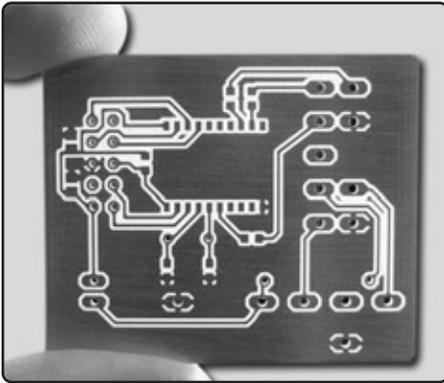


FIGURA 6. Una vez diseñado y probado en la computadora, el circuito deja de ser virtual para pasar a ser real.

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. Desde allí, se pueden generar o editar circuitos esquemáticos (archivos **.SCH**), **diseños de circuitos impresos** (archivos **.PCB**), librerías de componentes (archivos **.LBR**), scripts (archivos **.SCR**) y programas en lenguaje de usuario (archivos **.ULP**).

El Panel de control utiliza la vista en estructura de árbol para navegar a través de los archivos del sistema: librerías, scripts, proyectos, programas escritos en lenguaje de usuario y trabajos **CAM** (*Computer Aided Manufacturing - Fabricación asistida por computadora*). A la derecha de la estructura, se visualiza la descripción del ítem seleccionado (**Figura 7**).

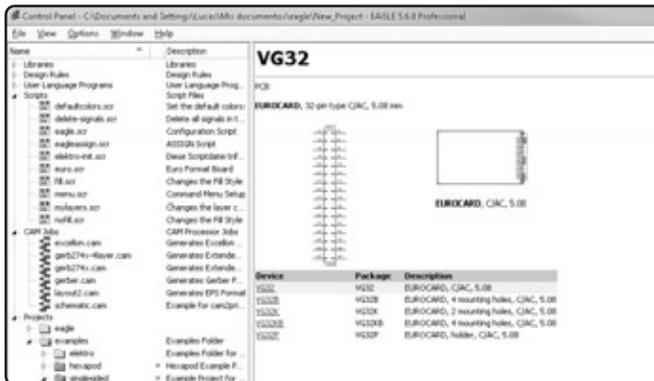


FIGURA 7. El Panel de control de EAGLE permite gestionar todos los archivos generados por sus distintos módulos, gracias al uso de una estructura de árbol.

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 impresos, y **Library**, un completo editor de librerías (**Figura 8**).

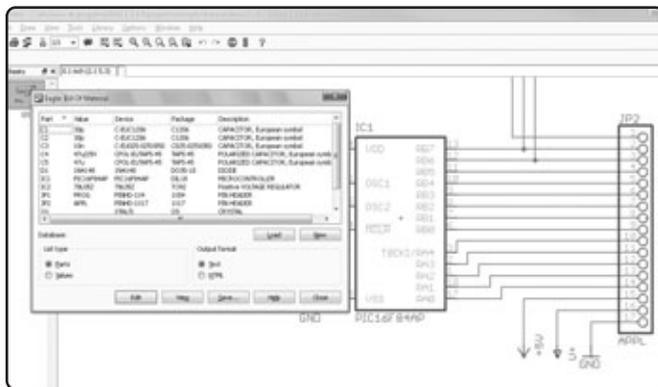
También posee un editor de textos para crear los archivos script o programas **ULP** y un procesador **CAM**. Este último módulo permite generar los datos necesarios para realizar la fabricación de las placas de circuito impreso. Puede producir archivos, por ejemplo, para controlar estaciones de taladrado,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

Interfaz de los módulos

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 menú encontramos una barra de **Parámetros**. En este espacio, aparecerán distintas funciones y propiedades de acuerdo con la herramienta elegida. Una de las barras más importantes es **Herramientas**. Desde ella, es posible acceder a los botones que nos permitirán realizar y editar los esquemas y diseños de circuito impreso.

FIGURA 8.

El módulo de captura Schematic ejecutando una aplicación realizada en el lenguaje ULP. En este caso, se trata de un generador de listados de componentes con posibilidades de exportación a formato HTML.



SOBRE ULP

EAGLE incorpora un lenguaje de programación llamado **ULP**. Se trata de una herramienta flexible, que permite tener un completo acceso a las estructuras de datos internas y escribir pequeños programas para añadir funcionalidades que resuelvan todo tipo de situaciones.

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. Está delimitada por un rectángulo que equivale a la clásica hoja de papel en donde, de forma manual, antiguamente se dibujaban los 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 (**Figura 9**). Estos símbolos generalmente se encuentran normalizados, es decir que respetan las medidas y los formatos físicos de los componentes, pero CadSoft no asegura que esto sea realmente así.

El usuario de EAGLE dispone de una barra de Menú donde se encuentran las funciones de cada módulo

Es un punto a 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 **www.cadsoftusa.com**, o utilizar el editor de librerías para crear nuevos componentes.

DISEÑO DE UN CIRCUITO ESQUEMÁTICO

El primer paso a seguir para crear un circuito impreso es la captura del diagrama esquemático. Como ya sabemos, EAGLE dispone de la herramienta

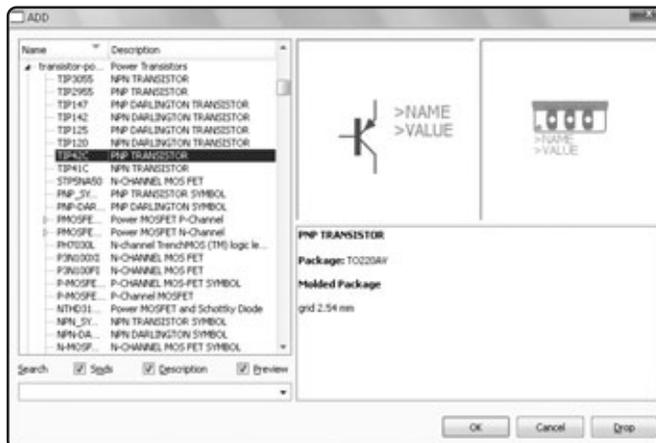


FIGURA 9. Explorando las librerías. Al utilizar la función Add, se ejecuta un diálogo que permite escoger un componente. Podemos ver el nombre, la descripción, el símbolo eléctrico, y el correspondiente encapsulado.

Schematic para realizar el dibujo. Lo abrimos desde **Control Panel/File/New/Schematic**. A continuación, se desplegará en pantalla la ventana del Editor de esquemas, en la cual podemos empezar a dibujar nuestro circuito.

El primer paso es escoger 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 (**Figura 10**).

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

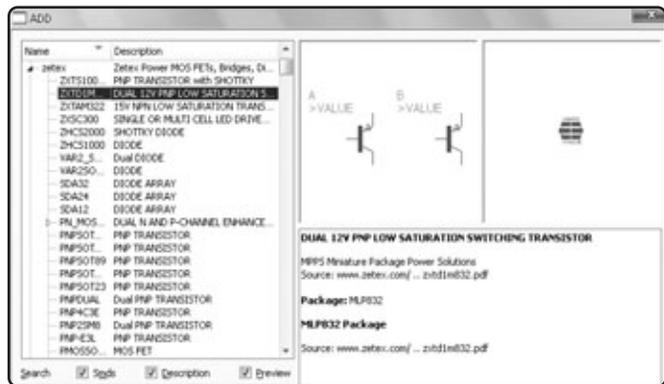
moverlos juntos. Para rotar objetos o cambiar su orientación, contamos con los botones **Mirror** y **Rotate**.

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.

Por último, será necesario nombrar cada componente y configurar el valor correspondiente. Con los botones **Name** y **Value**, respectivamente, podremos realizar estas acciones.

FIGURA 10.

A través del botón **Add** accedemos a la ventana de Selección de componentes. En ella podemos navegar una por una las librerías instaladas en el sistema, ver los componentes y escoger el adecuado para utilizar en nuestro esquema.



VERIFICACIÓN DE ERRORES

EAGLE cuenta con una poderosa herramienta para detección de errores de diseño y eléctricos. Tenemos dos botones: **ERC** permite aplicar las reglas de diseño eléctrico, y el segundo botón, **Errors**, se utiliza para mostrar los errores encontrados.

Creación de librerías

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 a 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 **Symbol1**, 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.

Con los pines creados, posicionados y nombrados, podremos dibujar el componente

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.

Con los pines creados, posicionados y nombrados, podremos dibujar el componente. En la barra de **Herramientas**, pulsamos el botón **Wire**, seleccionamos la capa **94Symbols** 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, **95Names**, **96Values**, **97Info**, entre otras.



¿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.

El segundo paso en la creación de una nueva librería es la realización del encapsulado (**Figura 11**). 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 **Device** para que se despliegue la ventana en la cual podremos darle un nombre y confirmar su creación.

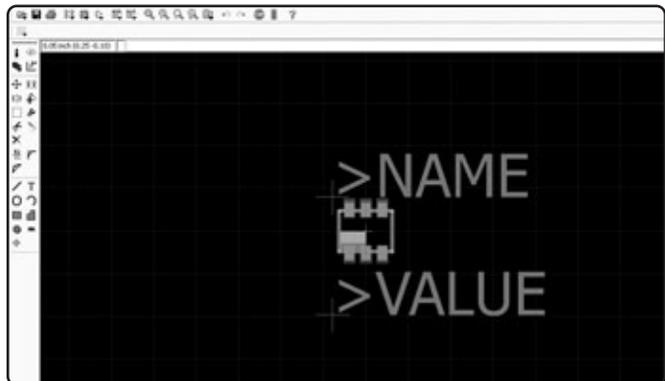
En la barra de **Herramientas**, encontramos el botón **Add**, que permite añadir un símbolo a nuestro dispo-

Con el Editor de librerías, es posible crear y editar librerías de componentes, símbolos y encapsulados.

sitivo. Al pulsarlo, se desplegará una ventana donde veremos el símbolo creado anteriormente. 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 anteriormente.

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.

FIGURA 11.
Mediante el Editor de encapsulados es posible crear o modificar el encapsulado correspondiente.



Generación del circuito impreso

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 Ni-Cd, 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.

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 a 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** (**Figura 12**).

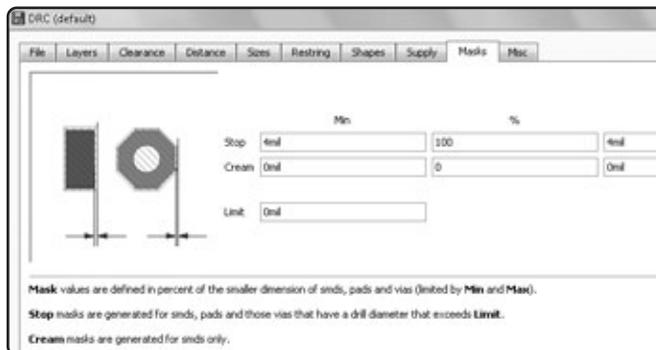


FIGURA 12.
Configuración de las reglas de diseño (DRC). Con este diálogo, es posible definir todos los parámetros referentes al diseño: tamaños, separaciones, distancias y terminación de las figuras son algunos de los disponibles.

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.

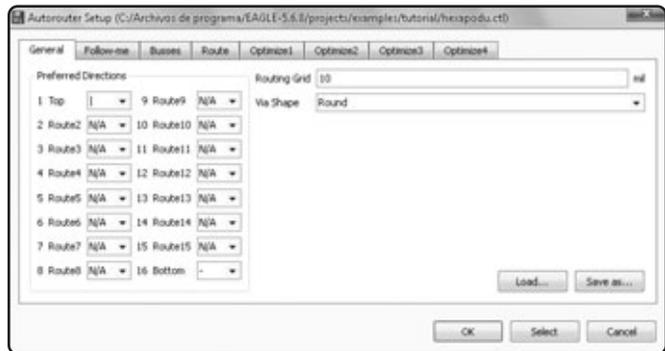
Al invocar el modo de autoruteo mediante el botón **Auto** de la barra de **Herramientas**, se despliega en pantalla una ventana con varias pestañas de configuración. En la pestaña **General**, es posible definir la cantidad de capas a emplear. En la versión gratuita, el máximo es de dos capas: superior (*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, diagonales 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. Dependiendo de la complejidad del esquema, será el tiempo que tarde en lograr el objetivo (**Figuras 13 y 14**).

FIGURA 13.

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.



REGLAS DE DISEÑO (DRC)

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

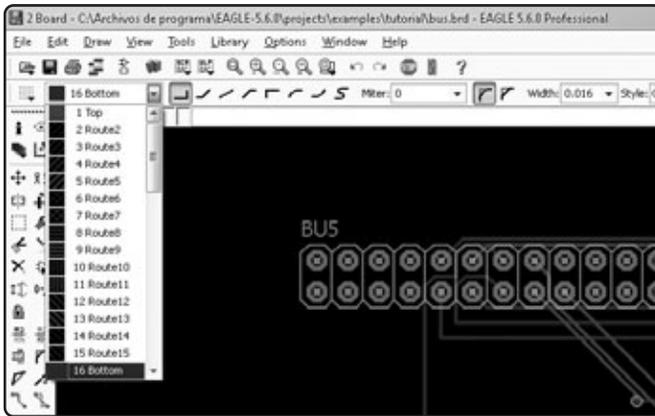


FIGURA 14.
Placa generada mediante la función de autoruteo utilizando dos capas, superior e inferior. Para realizar las conexiones entre pistas de diferentes capas, se emplean las Vías.

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.

CÓMO UTILIZAR CADSOFT EAGLE

La idea de este **Paso a paso 1** es familiarizarnos con las opciones principales del programa, para poder orientarnos en la utilización de sus aplicaciones fundamentales. 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.

DISEÑO DE UN PCB

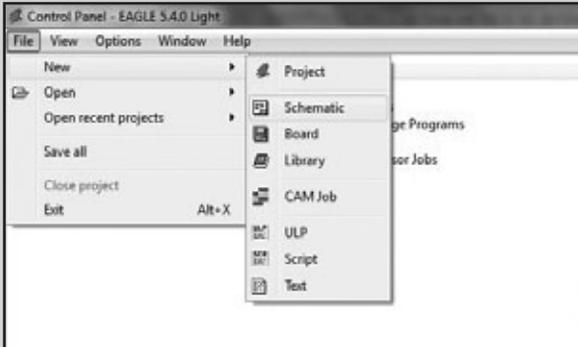
Veremos un ejemplo de cómo utilizar EAGLE para la construcción de un esquema de circuito sencillo y práctico, correspondiente al conocido cargador de baterías (**Paso a paso 2**).

Realizaremos el diseño de una placa de circuito impreso (**PCB - Printed Circuit Board**) para el cargador de pilas Ni-Cd, que desarrollamos en el **Capítulo 2**. 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.

PASO A PASO / 1

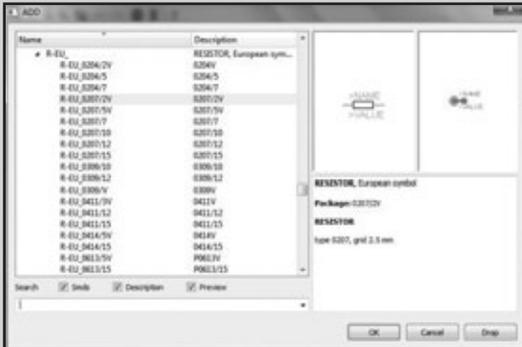
Cómo utilizar CadSoft EAGLE

1



Cuando ejecute el programa CadSoft EAGLE, aparecerán diversas opciones en la barra superior de la pantalla. Por el momento, vaya a la opción **File/New/Schematic**, que servirá para crear un nuevo esquema de circuito. Si desea abrir un esquema que haya guardado anteriormente, vaya a **File/Open/Schematic** y busque el archivo.

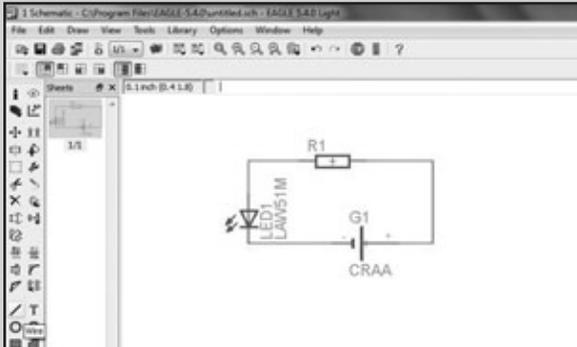
2



Verá un panel blanco que corresponde a la ventana principal y la barra de herramientas a la izquierda de la pantalla. Por ahora, usará la herramienta **Add**, que permitirá agregar nuevos componentes. Al hacer clic con el mouse sobre esa opción, se abrirá una ventana con una amplia lista de componentes. Seleccione el adecuado y haga clic en **OK**.

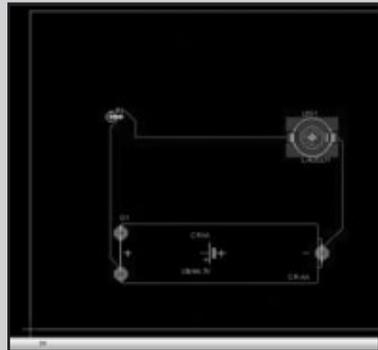
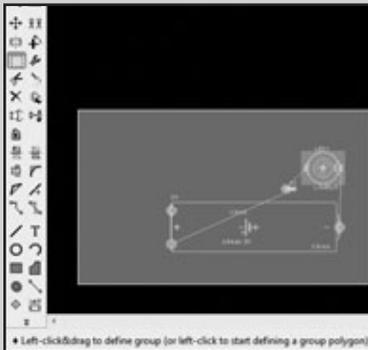
PASO A PASO /1 (cont.)

3



Use la herramienta **Net** para trazar las líneas. La herramienta **Rotate** posibilitará rotar cada componente cada vez que sea necesario. Cuando termine, haga clic en la opción **Board**, ubicada en una de las barras superiores. Verá un mensaje que le preguntará si desea crear el diseño de la placa a partir del esquema del circuito. Haga clic en **Yes**.

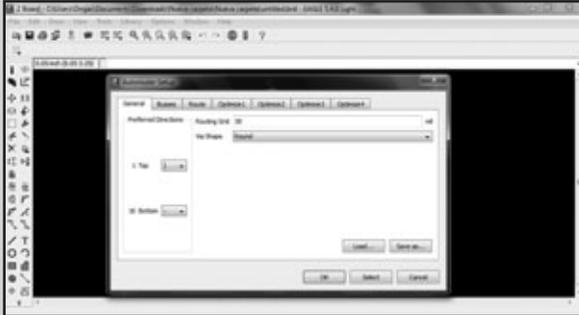
4



Tiene tres elementos: el panel principal de color negro, el dibujo del circuito y el sombreado de color blanco, que indica la zona delimitada para la placa, donde debe mover los componentes. Utilice **Group** para sombreado el circuito y presione **Move** para mover los objetos. Pulse la tecla **CTRL** y haga clic con el botón derecho para arrastrarlo hacia el panel principal.

PASO A PASO /1 (cont.)

5

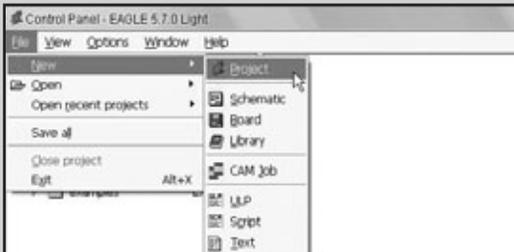


En la barra superior, seleccione **Tools/Auto**. Aparecerá un cuadro con las opciones del autorroteo. Haga clic en **Ok** y verá cómo el circuito se ordena de una forma particular que, por ahora, deberá considerarse como la más conveniente. Puede grabar el esquema de la placa desde **File/Save** y elegir su ubicación en el disco duro.

PASO A PASO /2

Diseño de un PCB para el circuito cargador de baterías Ni-Cd

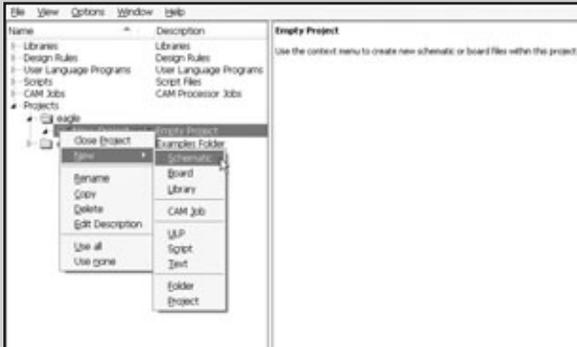
1



Abra un nuevo proyecto para comenzar con la creación del circuito. En la barra superior, haga clic en **File**. Se desplegará un submenú con opciones. Seleccione **New**, luego, **Project**.

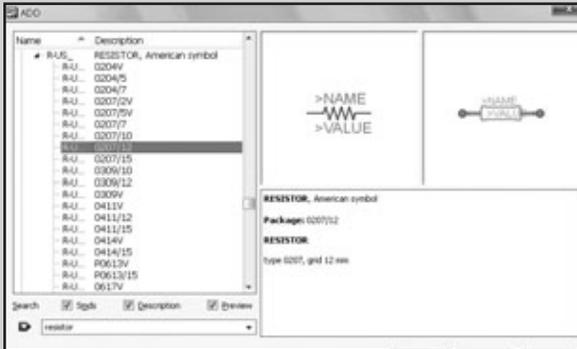
PASO A PASO /2 (cont.)

2



Una vez creado el nuevo proyecto, el cursor se posicionará sobre la carpeta en cuestión. Puede cambiarle el nombre o eliminarlo. Haga clic con el botón derecho del mouse sobre el proyecto y se desplegará un menú de diálogo. Seleccione la opción **New** y, luego, **Schematic**, que le servirá para crear un nuevo esquema del circuito.

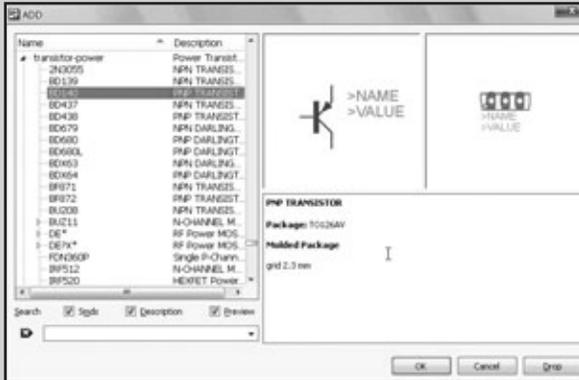
3



Ahora, seleccione los componentes necesarios para el circuito. Como vio anteriormente, debe agregarlos mediante la opción **Add**. Tiene que adicionar tres resistores, entonces, busque por resistor y seleccione aquél que se acerca mejor a lo que tiene, en este caso, en **R-US_207/12**. Repita esta operación para el capacitor electrolítico y los diodos **1N4148**.

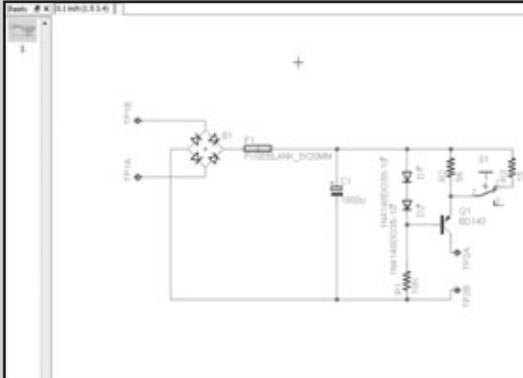
PASO A PASO /2 (cont.)

4



A continuación, necesita seleccionar el transistor BD140, que encontrará dentro de la sección de transistores de potencia. Para seleccionarlo, tiene que seguir el mismo procedimiento del paso anterior. Recuerde que la opción **Add** le permite adicionar el componente elegido.

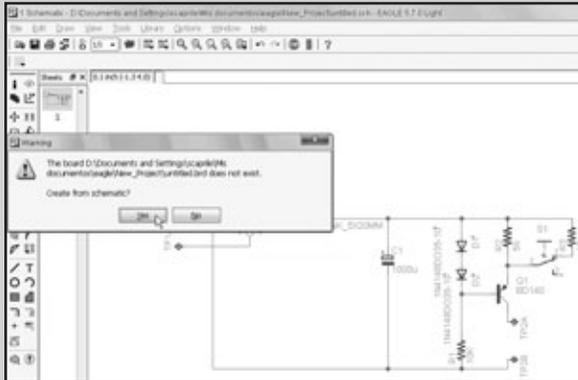
5



Realice el esquema del circuito. Para girar los componentes, utilice la herramienta **Rotate**, ubicada en la barra de la izquierda de la pantalla. Para trazar las líneas use la opción **Net**; de este modo, unirá cada uno de los componentes, formando la configuración deseada del circuito.

PASO A PASO /2 (cont.)

6



Una vez que haya terminado el dibujo del esquema, proceda seleccionar la opción **Board**, ubicada en la barra debajo del menú. Aparecerá un mensaje informativo que le preguntará si desea generar una placa a partir del esquemático del circuito. Haga clic en **Yes**.

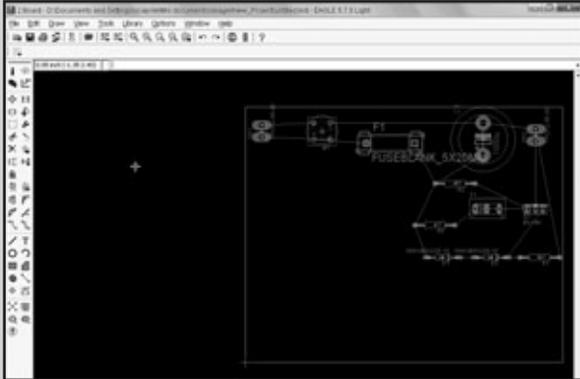
7



Ahora, se encuentra en el modo **Board**. En él, podrá observar, por un lado, los componentes y, por el otro, la placa a diseñar. Lo que tiene que hacer es mover los componentes dentro de la placa. Para ello, utilice la herramienta **Move**. Las líneas amarillas indican las conexiones que se transformarán en pistas (ratsnest).

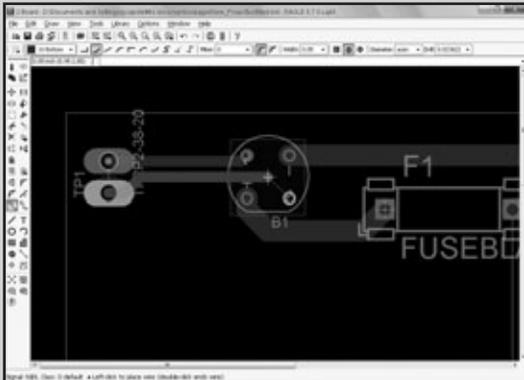
PASO A PASO /2 (cont.)

8



Queda acomodar de manera óptima los componentes. El posicionamiento deberá responder a la manera natural de seguir las pistas, lo cual se ve en el ratsnest, agrupando de forma de minimizar sus vueltas y recorridos. Luego, podrá comenzar a realizar el ruteo.

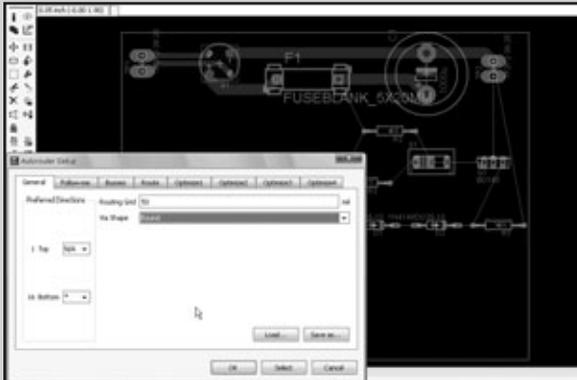
9



Con la herramienta **Route**, haga clic sobre las líneas amarillas, que servirán como guías para el trazado de las pistas. El zoom puede resultar útil para observar mejor la tarea. Debe rutear con pistas gruesas aquellas que, por ejemplo, transportan mayor corriente.

PASO A PASO /2 (cont.)

10



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

11



Teniendo todo listo para imprimir, vaya a la barra de herramientas y elija **File/Print setup**. Se abrirá una ventana en donde podrá modificar el tamaño de la hoja y otras propiedades de impresión. También tiene la posibilidad de elegir la posición en la hoja y de cambiar el color de las pistas dibujadas. Cuando esté todo listo, vaya a **File/Print**.

Limitaciones de la versión freeware

La versión freeware de EAGLE es suficiente para la confección de un circuito PCB, sin embargo, no tiene toda la potencia de la versión comercial.

Explicamos, anteriormente, cuáles son los usos que podemos darle al programa EAGLE en su versión freeware, es decir, sin costo y con uso ilimitado. En general, cuenta casi con la misma funcionalidad que la versión de pago, salvo 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.
- Solamente podemos emplear dos capas para el diseño de la placa, denominadas top y bottom. No podemos usar capas internas.
- No incluye la posibilidad de soporte técnico vía telefónica o fax.

De todas maneras, para nuestros propósitos, la versión freeware es muy completa, ya que nos permitirá abordar toda clase de proyectos a nivel educativo

La versión freeware del programa solamente se puede utilizar con fines educativos, no comerciales

y no será más que suficiente para estudiar los contenidos que se desarrollan en 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, solamente se lo puede conseguir en inglés. Sin embargo, cuenta con la ventaja de ser compatible con varios sistemas operativos:

- **Microsoft:** Windows 2000, XP, Vista y Windows 7.
- **Linux:** solo compatible con Linux Kernel versión 2.6.
- **Mac:** Mac OS X 10.4

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.



ACTUALIZACIONES

Una de las ventajas que ofrece la versión profesional de EAGLE es la posibilidad de realizar actualizaciones desde su web oficial, en www.cadsoftusa.com/upload.htm. Esto es importante, ya que existen sitios no oficiales que ofrecen este programa sin el soporte necesario.

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 (**Figura 15**). La dirección del sitio es **www.eaglecentral.ca/forums**.

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 (**Figura 16**).

- **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:** como mínimo, de 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 consuma 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 45°.
- **Conectores de entrada y salida:** tienen que colocarse alejados entre sí, en lo posible, ubicados en extremos opuestos, para evitar que se produzca 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.

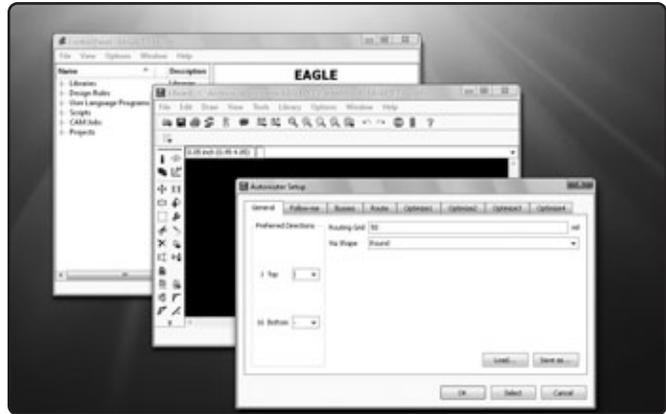
EAGLE permite configurar diversos parámetros para las reglas de ruteo y puede testear su cumplimiento mediante la opción **[DRC]** (*Design Rule Check*).



FIGURA 15.

El programa no tiene una versión en castellano, pero sí encontraremos versiones disponibles para diferentes sistemas operativos.

FIGURA 16.
Panel con diversas
opciones para configurar
el ruteo automático.
Los parámetros pueden
guardarse en un archivo
y, posteriormente,
cargarse desde allí.



Sistema métrico y mils

Haremos una comparación entre dos sistemas de unidades, que nos servirán como herramientas para distintas mediciones de las partes de 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”, lo cual se desprende de que la velocidad de la luz ha sido determinada en 299792458 m/s y elimina la necesidad de mantener dicha barra a temperatura constante. Un milímetro es la milésima parte de un metro (mili metro).



AUTORUTEO O RUTEO AUTOMÁTICO

Una de las opciones interesantes es la del autoruteo. Una vez que nosotros hayamos completado el diseño del circuito en la placa, esta opción nos optimizará la posición de los diversos componentes en base a los parámetros establecidos previamente como reglas de ruteo.

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 la 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 alternativas. 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.

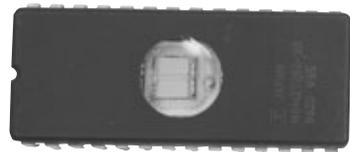
TIPOS DE ENCAPSULADOS MÁS COMUNES

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: protección del componente, accesibilidad, comodidad y facilidad para el montaje y desmontaje, y disipación de calor, entre otras.

Algunos de los encapsulados más comunes para circuitos integrados son los siguientes:

Hablar de mils significa referirse a la milésima de una pulgada

- **DIP (Dual Inline Package):** es un encapsulado que cuenta con dos filas de pines (o patitas), las cuales se insertan dentro de un zócalo de la placa del circuito. El integrado es más pequeño que el encapsulado exterior. Si bien esto puede ser visto como una desventaja en términos de tamaño ocupado, es cierto, también, que facilita su instalación en una placa.
- **SOP (Small Outline Package):** se diferencian de los DIP en la terminación de los pines y en su menor tamaño. En los SOP, los pines están doblados de forma tal que no se incrustan en un zócalo, sino que se son soldados en la placa, lo cual implica una dificultad mayor para removerlos o instalarlos.
- **PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier) o QFJ (Quad-Flat-J-Leg Chipcarrier):** ambos nombres refieren al mismo tipo de encapsulado. Su forma puede ser cuadrada o rectangular y los pines se disponen a sus cuatro lados. La ventaja principal de estos encapsulados es que se aprovechan los cuatro costados para realizar conexiones.



Multiple choice

► **1** ¿Cuál es el primer paso que debemos seguir para crear un circuito impreso?

- a- Agrupar los elementos.
 - b- Generar las conexiones.
 - c- Capturar el diagrama esquemático.
 - d- Ubicar los componentes.
-

► **2** ¿Cómo se llama la herramienta para dibujar nuestro circuito?

- a- **Schematic.**
 - b- Move.
 - c- Net.
 - d- Erc.
-

► **3** ¿Qué botón nos permite explorar las librerías?

- a- Add.
 - b- Move.
 - c- **Net.**
 - d- Erc.
-

► **4** ¿Con qué botón se pueden ubicar los componentes en el lugar apropiado?

- a- Add.
 - b- Move.
 - c- **Net.**
 - d- Erc.
-

► **5** ¿Qué botón nos permite aplicar las reglas de diseño eléctrico?

- a- Add.
 - b- Move.
 - c- **Net.**
 - d- Erc.
-

► **6** ¿Con qué botón realizamos las conexiones eléctricas entre los elementos?

- a- Add.
 - b- Move.
 - c- **Net.**
 - d- Erc.
-

Respuestas: 1, c, 2, a, 3, a, 4, b, 5, d, 6, c.

Capítulo 5

Simulación de circuitos en la PC



En este capítulo, explicaremos qué es la simulación de circuitos y su utilidad en el proceso de diseño.

Diseño y simulación

En este capítulo explicaremos qué es la simulación de circuitos, su utilidad en el proceso de diseño y cómo simular un circuito visto en el **Capítulo 2**, utilizando el software ISIS. Un paso necesario en el proceso de diseño de un circuito es asegurarnos de que este se comporte de acuerdo con las especificaciones dadas. Estas pruebas se llevan a cabo modificando la señal de entrada o variando las condiciones de operación, como la temperatura.

Todo el proceso requiere de un tiempo considerable y es costoso, ya que involucra diversos equipos de laboratorio. Afortunadamente, podemos realizar estas pruebas usando la simulación de circuitos por computadora. De este modo, se reducen los costos y el tiempo empleado en las pruebas. Para nuestro caso, se trata, más que nada, de validar, mediante la simulación, el funcionamiento elemental del circuito para, luego, abocarse a la construcción de un prototipo.

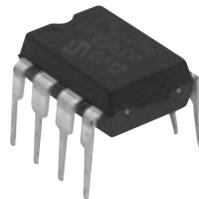
Veremos las herramientas de simulación de circuitos electrónicos que nos permitirán observar su funcionamiento sin construirlo físicamente. Los circuitos electrónicos se vuelven cada día más complejos, pero también más eficientes. El proceso de diseño puede llegar a ser muy complicado. En la actualidad, existen sistemas electrónicos que poseen miles y hasta millones de transistores, por lo que el análisis de su funcionamiento sería imposible de realizar manualmente. Por esta razón, se crearon herramientas de simulación de circuitos por computadora, tales como

La simulación de circuitos permite evaluar su comportamiento real y predecir sus características

SPICE (*Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis*), que permite al diseñador simular el comportamiento real de dichos circuitos y predecir sus características. Gracias a ellas, se acortan drásticamente los tiempos de diseño y se disminuyen los costos (**Figura 1**).

PROCESO DE DISEÑO

El proceso se inicia con el enunciado del problema y las especificaciones, etapa en la cual el diseñador comienza con el desarrollo de una solución abstracta que se transformará en un circuito. El diseño se evalúa mediante un modelo que simula su operación, para verificar la respuesta del circuito frente a diversos estímulos de entrada. El modelo se simula y se revisa las veces que sean necesarias, hasta obtener los resultados deseados. También se evalúan las diferentes opciones de diseño y la manera en que cada una incide en los costos.



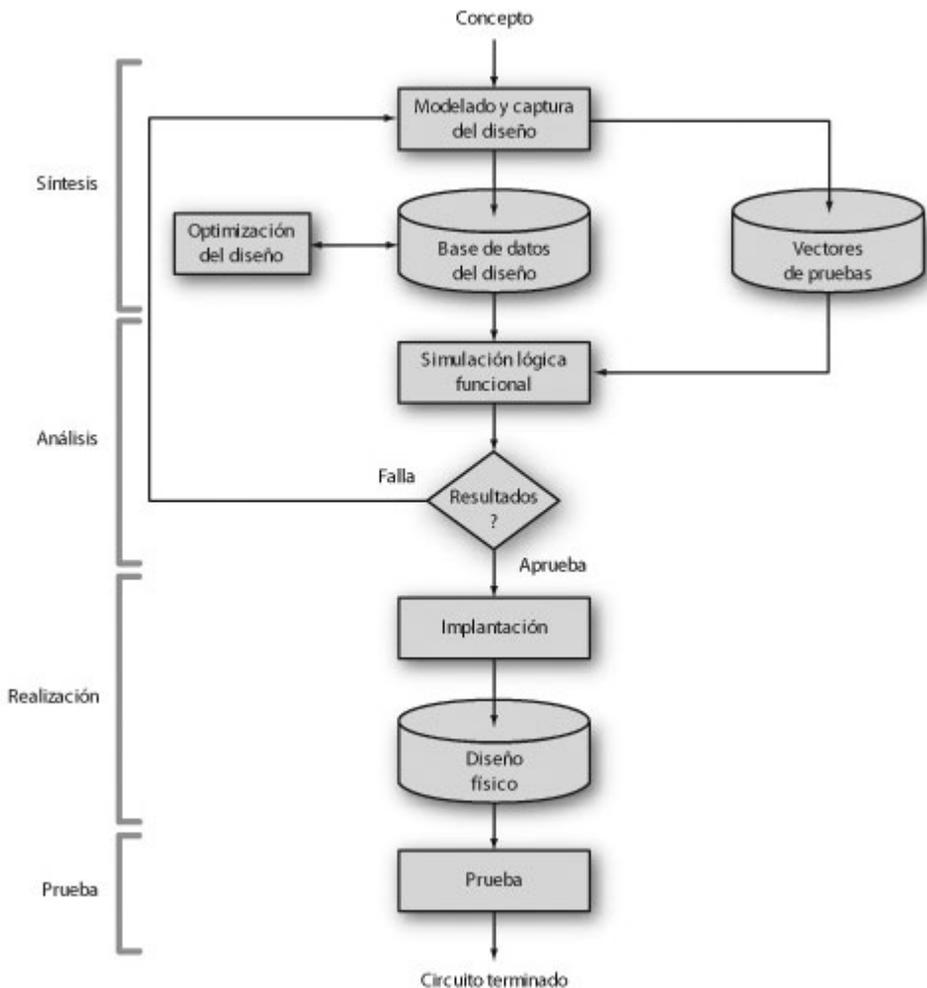


FIGURA 1. Diagrama en bloques del proceso de diseño de un circuito electrónico. Consta, básicamente, de cuatro etapas: síntesis, análisis, realización y prueba. Vemos que la simulación del circuito se encuentra dentro de la etapa de análisis.

Una vez validado el diseño, se desarrolla e implementa el diseño físico. Por último, se prueba el circuito terminado, y los resultados de la prueba se comparan con el comportamiento modelado para detectar posibles fallas (**Figura 2**).

VENTAJAS DE LA SIMULACIÓN DE CIRCUITOS

La simulación de circuitos por computadora nos permitirá realizar las siguientes acciones:

- En primer lugar, podemos observar el funcionamiento del circuito antes de construirlo.
- Realizar mediciones difíciles (debido al ruido eléctrico), no factibles (por no disponer del equipamiento adecuado) o inapropiadas (el circuito de prueba podría dañarse).
- Emplear componentes ideales para realizar una aproximación a un circuito electrónico, proporcionando una respuesta más simple de calcular.

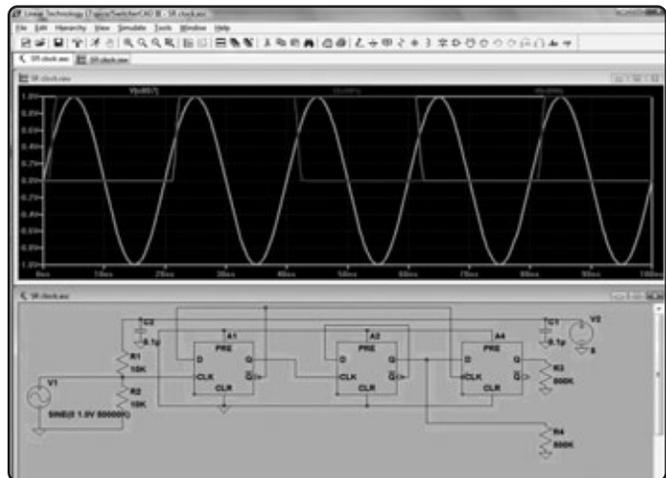
- Cambiar los parámetros de los modelos de los dispositivos semiconductores para efectuar simulaciones en distintas condiciones, como análisis de corriente continua o alterna.
- Por último, podemos observar la dependencia de la temperatura, la generación de ruido, el efecto de capacitancias intrínsecas y las propiedades físicas del dispositivo por simular.

MODELADO DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

Los programas de simulación de circuitos electrónicos utilizan modelos matemáticos para predecir el comportamiento real de un dispositivo o circuito.

El modelo es la representación de un sistema con un grado de abstracción determinado, en tanto que la abstracción es el proceso por el cual se aísla conceptualmente una propiedad de un objeto: comportamiento, entrada/salida y estructura.

FIGURA 2.
Captura de un software de simulación.
Cuando no disponemos de las herramientas de medición, como el osciloscopio o el generador de funciones, la simulación resulta de gran utilidad.



El modelo se simula y se revisa las veces que sean necesarias

Para realizar el modelo matemático, un dispositivo es reemplazado por un bloque que contiene expresiones matemáticas capaces de describir su funcionamiento. Estas pueden estar, por ejemplo, en función de la corriente o de las tensiones del circuito. Un modelo matemático muy utilizado es el de la función transferencia, en el cual, a través de un cociente, se relaciona la respuesta de un sistema a una señal de entrada. A partir de los modelos matemáticos, las suposiciones en el comportamiento de cada componente y sus interconexiones (nodos), el programa realiza la simulación (**Figura 3**).

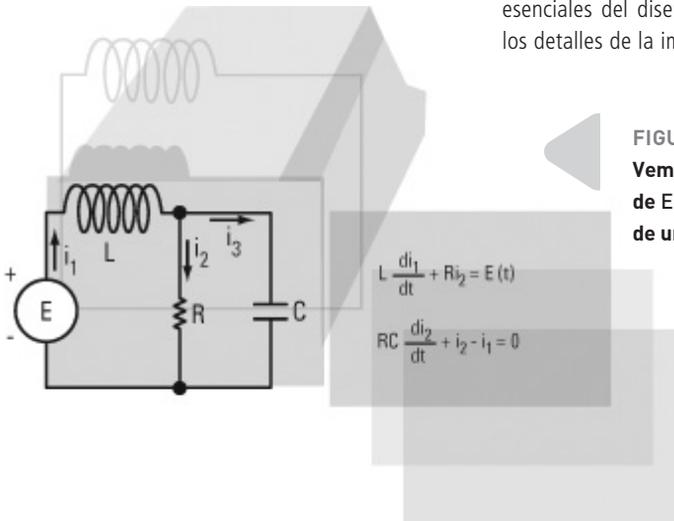


FIGURA 3.
Vemos aquí el modelo matemático de Ebers Moll y sus ecuaciones de un transistor TBJ de unión NPN.

Simulación lógica funcional

En este apartado veremos en qué consiste el proceso de simulación y cómo el software emplea los modelos matemáticos de los componentes para realizarlo. La simulación de un circuito electrónico tiene tres propósitos: la verificación lógica, el análisis de desempeño y el desarrollo de pruebas. El proceso de diseño comienza con un modelo abstracto que solo describe el comportamiento o la función deseada del circuito, sin especificar sus componentes reales. En esta parte se utiliza la simulación funcional, que es el proceso de simular la relación entre las entradas y las salidas del circuito sin hacer referencia a la implementación, es decir, reflejando solo la funcionalidad de sus módulos. Esto permite deducir las características esenciales del diseño, sin tener que ocuparse de los detalles de la implementación.

LA LISTA DE RED

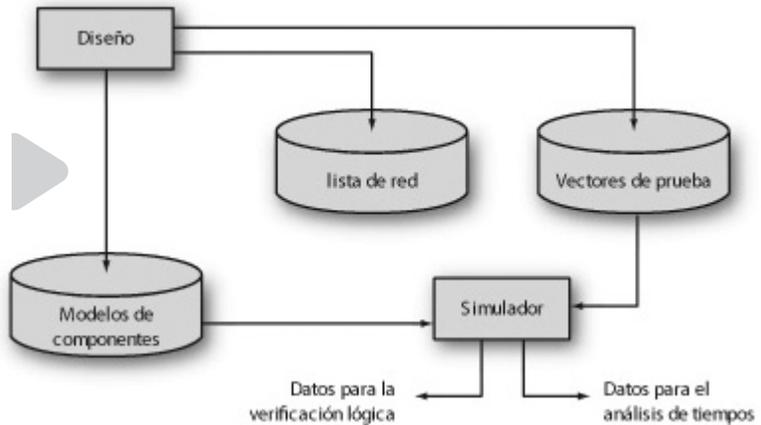
En los programas de captura de esquemático, el modelo del circuito es tomado por el simulador en forma de lista de red (*netlist*). La **netlist** es un archivo de texto generado por el software de captura de esquemático que posee información relativa a los dispositivos integrantes del diseño y sus interconexiones.

La netlist se basa en el proceso de reemplazo de todos los módulos del circuito no primitivos, por las redes de elementos primitivos que representan. Se denomina componente primitivo a aquel que no se

La simulación lógica consiste en simular los componentes del circuito que se expresan en ecuaciones

forma con elementos menores. De esta manera, cada dispositivo se representa por un símbolo gráfico, que se usará para dibujar el esquema, y un modelo asociado, que describe su comportamiento (**Figuras 4 y 5**).

FIGURA 4.
Un diagrama en bloques del entorno del proceso de simulación lógica.



SIMULACIÓN DE COMPONENTES DIGITALES

En los circuitos que involucran componentes digitales, la información se utiliza para realizar la simulación lógica. Esta simula los componentes del circuito que se expresan en términos de ecuaciones lógicas, utilizando los modelos obtenidos en las librerías del software.

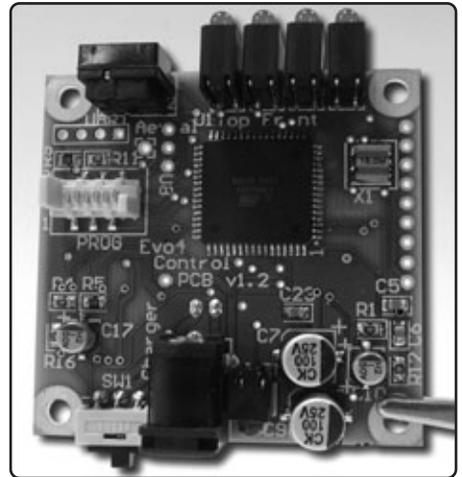
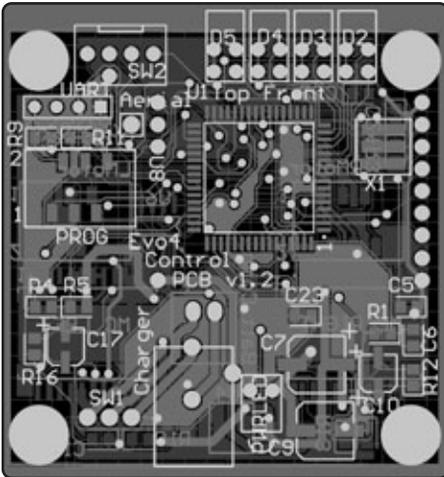


FIGURA 5. En estas dos imágenes, vemos el modelo virtual y físico del mismo circuito.

PROGRAMAS DE SIMULACIÓN

Los programas de simulación de circuitos para PC parten de un software de captura de esquemas. Se trata de una herramienta gráfica interactiva con la que un diseñador dibuja un diagrama de circuito que debe ser procesado por el motor de simulación. Poseen librerías de los modelos matemáticos que describen a los componentes. Veamos los más populares.

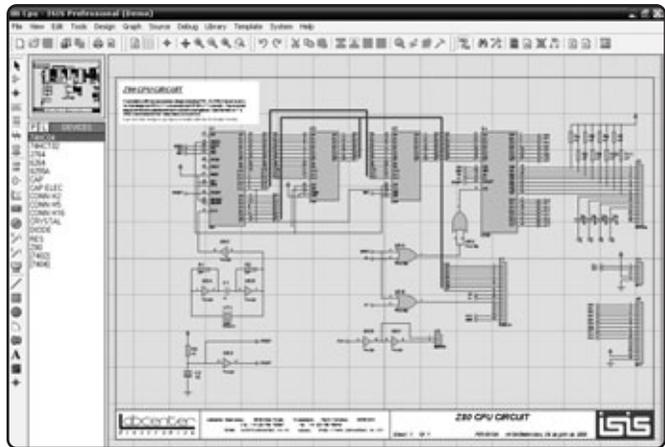
PROTEUS

Es un entorno integrado para el diseño y el desarrollo de circuitos electrónicos. Es de licencia propietaria, pero posee una versión de prueba con limitaciones. Para la elaboración de esquemáticos, cuenta con el software ISIS, que incorpora una librería de más de 6000 modelos de dispositivos digitales y analógicos (Figura 6). Una vez dibujado el diagrama, podemos hacer la simulación a través del módulo **ProSPICE**,

basado en el conocido estándar de simulación **SPICE** (Figura 7). A diferencia de los tradicionales simuladores de circuitos basados en gráficos, ProSPICE ofrece una completa animación interactiva. Permite emplear componentes interactivos tales como LEDs, displays de siete segmentos y motores.



FIGURA 6.
Captura de ISIS, el editor de esquemáticos de Proteus. En cuanto a la edición, el usuario puede seleccionar el ancho de las líneas, los estilos de relleno, los colores y las fuentes.



Incluye, además, varios instrumentos virtuales: amperímetros, voltímetros, osciloscopios y generadores de señales, que funcionan de manera similar a los que se pueden encontrar en el mundo real.

Para esquemas electrónicos grandes, ProSPICE permite la simulación parcial de un diseño, para no tener que dividir y probar un esquema por partes. Una característica que se destaca en él es la inclusión de modelos de simulación **VSM** (*Virtual System Modeling*). Esta técnica permite la simulación completa de esquemas electrónicos con microcontroladores, incluida toda la electrónica asociada y con velocidades cercanas al tiempo real.

ORCAD

El paquete de diseño y desarrollo de circuitos electrónicos del software **OrCAD** incluye el módulo **PSPICE A/D** para los procesos de simulación. Es también de licencia propietaria. Mediante el programa **OrCAD Capture** es posible dibujar el esquemático

del circuito para luego simularlo en **PSPICE A/D** (Figura 8). Incluye simulación de componentes, tanto electrónicos como digitales. El software de captura de esquemático posee un servicio opcional llamado **CIS** (*Component Information System*), el cual otorga acceso a las librerías de componentes de las compañías de semiconductores más importantes.

El módulo PSPICE A/D posee una gran cantidad de modelos, tales como **IGBTs** (*Insulated Gate Bipolar Transistor*), convertidores A/D y D/C y moduladores de ancho de pulso. Además, permite diseñar y generar modelos de transformadores e inductores. Tiene integración con el software de simulación **Simulink**, de **Matlab**.

El módulo PSPICE A/D posee una gran cantidad de modelos

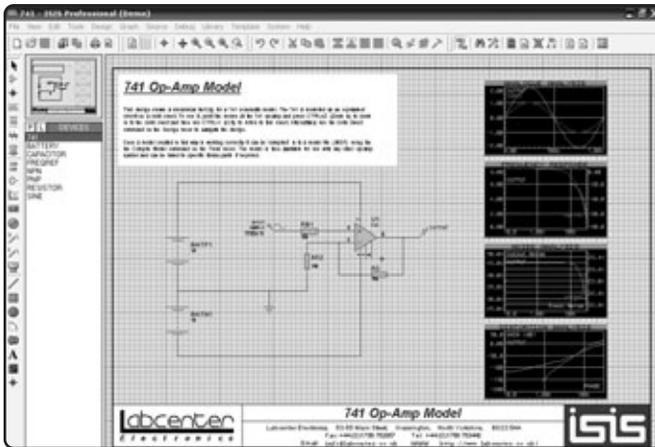


FIGURA 7.
 Captura de una simulación de ProSPICE, de Proteus. El programa brinda la posibilidad de utilizar modelos de componentes suministrados por los fabricantes.

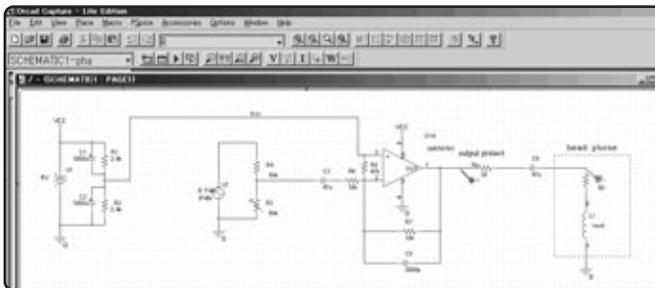


FIGURA 8.
 Captura del programa PSpice A/D, que forma parte del paquete OrCAD. Colocando voltímetros virtuales sobre el esquemático, visualizamos las señales involucradas.

ALTium DESIGNER

Es un conjunto de programas para el diseño electrónico en todas sus fases. No se trata de un grupo de

paquetes sueltos, como una suite, sino de un solo programa. Su versión **Device Intelligence** incluye un simulador **SPICE** compatible con los modelos



OTROS PROGRAMAS I

Además de los mencionados, existen otros programas de simulación. Uno de ellos es **GEDA**, para Linux, de licencia GNU, que actualmente no cuenta con compatibilidad para Windows. Utiliza un motor de simulación llamado **NGSPICE**.

habitualmente proporcionados por el fabricante. Permite simular cualquier tipo de dispositivos, incluyendo microcontroladores, aunque está orientado al desarrollo y la simulación de **FPGAs** (*Field Programmable Gate Array*). Es de licencia propietaria y no cuenta con soporte en español (**Figura 9**).

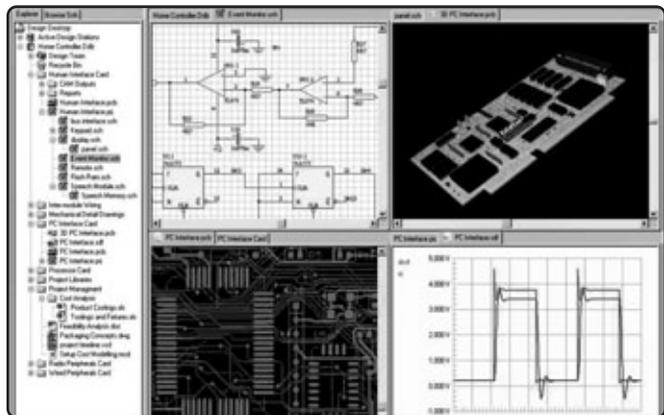
ISIS es un software para el diseño y la simulación de circuitos impresos por computadora

Software ISIS

En este apartado describiremos el uso del módulo ISIS, correspondiente a la versión **Proteus 6**, en la confección de esquemas circuitales. El software ISIS forma parte del paquete de productos de software Proteus, de la empresa Labcenter Electronics.

Se trata de una aplicación CAD (*Computer Aided Design*) que ofrece una solución completa para el diseño, la simulación y la elaboración de circuitos impresos. El paquete Proteus está compuesto de los siguientes módulos:

FIGURA 9.
Captura del software Altium Designer.
Por un lado, vemos el esquemático y las señales involucradas.
Por el otro, las pistas de PCB y la placa en tres dimensiones.



OTROS PROGRAMAS II

Electronic Workbench Multisim, de la empresa **National Instruments**, es muy popular. Su estética se asemeja a la de un laboratorio virtual y se utiliza frecuentemente como una herramienta para la enseñanza y el aprendizaje de la teoría de circuitos electrónicos.

- **ISIS (Intelligent Schematic Input System):** diseña los esquemáticos de los circuitos.
- **VSM (Virtual System Modeling):** es el módulo de simulación funcional de los circuitos.
- **ARES (Advanced Routing Modeling):** se ocupa del diseño de los circuitos impresos (PCBs).

ENTORNO ISIS

El entorno ISIS es una herramienta gráfica de diseño de esquemáticos para circuitos impresos, que también incorpora funciones de simulación. Como podemos imaginar, ya sea para simular con el entorno **VSM** o para confeccionar un impreso con **Ares**, primero necesitamos crear un esquemático a partir de los componentes seleccionados para el diseño.

También es posible crear nuestros propios componentes, asignando pines y seleccionando encapsulados para el diseño de impresos, así como su modelización para simulación (**Figura 10**).

Otra característica importante es que se cuenta con la posibilidad de gestionar proyectos jerárquicos. Es decir, que un componente creado puede representar un circuito completo en su interior, conformando un proyecto con varios niveles jerárquicos. Además, admite anidar múltiples hojas de esquemáticos. Resulta cómodo trabajar de esta manera

con proyectos de mayor complejidad. Por último, con ISIS podemos simular nuestros diseños en tiempo real mediante su menú de funciones **Debug**, de la barra de herramientas, o desde la barra de simulación ubicada en la parte inferior de la pantalla.

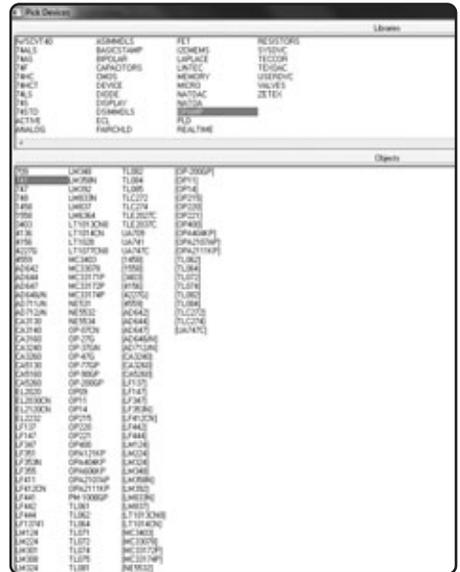


FIGURA 10. Vemos aquí el conjunto de librerías que ofrece la suite para simulación y confección de impresos.



LOS COMPONENTES DE ISIS

Encontramos varios tipos de fuentes de señal, conectores, switches, llaves, relés y demás elementos necesarios en la confección de un circuito. Elementos como voltímetros, amperímetros, osciloscopios y simuladores de interfaces nos brindan una excelente versatilidad.

Área de trabajo

Vamos a conocer a fondo cómo configurar y movernos en nuestra área de trabajo, la distribución de las barras de herramientas y las ventanas auxiliares para el diseño. Una vez que abrimos ISIS, nos encontramos con la hoja de diseño, que será nuestro lugar de trabajo. Notamos, en primer lugar, la presencia de una **grilla**, cuyo espaciado es configurable, y que nos permitirá trabajar con un “paso” más fino o más grueso a la hora de mover componentes o trazar líneas de conexión. Desde el menú principal podemos realizar las siguientes configuraciones:

- Configuración del tamaño del área de trabajo: **System/Set sheet sizes.**
- Cambiar el espaciado de la grilla: **View/Snap.**
- Activar/desactivar la visualización de las distintas barras: **View/Toolbars.**

Las barras lateral y superior poseen los accesos a las diferentes herramientas para agilizar el trabajo

BARRAS DE ACCESO RÁPIDO

En la parte superior de la pantalla están el **Menú principal** y las **Barras de acceso rápido** para funciones de visualización, impresión y herramientas varias. Sobre la izquierda, se ubican las ventanas y las barras de botones para el diseño. Las barras de botones y ventanas ubicadas a la izquierda de la pantalla nos ofrecen varias funciones importantes para confeccionar circuitos.

Las **Barra de funciones y ventanas** se ubican en la parte superior de la hoja de trabajo, y contienen funciones generales, opciones y herramientas de proyecto. Veamos en detalle cada una de estas opciones en las **Guías Visuales 1 y 2.**



SOBRE NETLIST

La **Netlist** es el archivo con el detalle de conexión entre los componentes de un diseño que Ares debe interpretar. Su información ayuda con el diseño del PCB al unir automáticamente los componentes del esquemático confeccionado en ISIS, a través de líneas de guía virtuales.

GUÍA VISUAL /1

Barra de funciones y ventanas



- 1 **Ventana de vista completa:** desde aquí podremos visualizar la totalidad del proyecto y movernos sobre toda la hoja, haciendo clic sobre el punto donde queremos centrar la vista.
- 2 **Ventana de componentes y librerías:** en ella aparecen las opciones correspondientes a cada menú de trabajo. Por ejemplo, el menú **Component** explora las librerías y muestra los dispositivos del proyecto.
- 3 **Barra de simulación:** contiene las teclas **Run**, **Step**, **Pause** y **Stop** para la simulación temporal de los circuitos.
- 4 **Barra de rotación de componentes:** se utiliza para modificar la orientación de los componentes con el fin de facilitar su posicionamiento e inserción en los circuitos que se diseñen. Podemos rotar a derecha e izquierda y espejar los dispositivos en forma vertical y horizontal.
- 5 **Barra de dibujo:** permite agregar figuras 2D a nuestros diagramas. También podemos incluir texto con los distintos estilos de formato asignados para referencias, indicadores y dispositivos de las librerías.
- 6 **Barra de diseño electrónico:** está destinada a la inserción de dispositivos, tales como generadores de señal de todo tipo, instrumentos de medición para simulación en tiempo real, puntas de medición de corriente/tensión y terminales de conexión entre distintas hojas de trabajo, entre otras.
- 7 **Barra de modos de trabajo:** esta barra contiene algunas de las opciones más utilizadas. El botón **Component**, para listado de los componentes del proyecto y la exploración de librerías; la opción **Wire Label**, para darles nombre a las líneas de conexión; **Buses Mode**, para la inserción de buses, y el modo instantáneo de configuración de los dispositivos.

GUÍA VISUAL /2

Barras de acceso rápido



- 1 **Barra de manejo de archivos:** aquí podemos encontrar las funciones típicas para crear un nuevo proyecto, guardar información, importar y exportar, y las opciones de impresión.
- 2 **Barra de visualización:** ofrece las opciones de zoom, centrado de la hoja de trabajo, vista de hoja completa y selección del área por visualizar. También podemos habilitar/deshabilitar la grilla y el botón de actualización de vista.
- 3 **Barra de edición:** incluye las funciones de **Undo** y **Redo**, **Copy**, **Cut** y **Paste** de elementos individuales. También, las opciones de copiado, movimiento, desbloqueo y eliminación de objetos agrupados (opciones tagged). Además, vemos la función de conversión de un grupo en elemento de librería y el botón **Pick/Update Device Symbol**, para búsqueda de componentes.
- 4 **Barra de proyecto:** incluye el botón de búsqueda de dispositivos por propiedades internas (**Matched property**) y todas las opciones relacionadas con proyectos multihoja y jerárquicos: retorno y cambio de hoja de diseño, movimiento por la estructura jerárquica y eliminación de hojas. También están los botones de acceso rápido a la confección del reporte de materiales (**Bill of materials**), chequeo de conexión eléctrica (**Electrical rules check**) y generación de la Netlist para el diseño de impresión en Ares.

DESPLAZAMIENTO POR EL ÁREA DE TRABAJO

Para movernos sobre el área de trabajo disponemos de varias opciones, que detallamos a continuación:

• Herramienta **Re*centre Display**

Es el botón marcado con una **X** que se encuentra en la barra de acceso rápido. Al presionarlo, el cursor

toma la forma de una mira telescópica. Moviéndonos hasta el lugar donde centraremos la vista, presionamos el botón izquierdo para realizar el trabajo.

• Herramienta **Zoom**

Utilizando el scroll del mouse, podemos acercar o alejar la vista de la región centrada en la posición del puntero. También podemos hacerlo con la

opción **Zoom to Area**, de la solapa **View** del menú principal, o desde la barra de acceso rápido, con la opción **View selected Area**.

- **Ventana de vista completa**

La ventana de vista completa muestra, en forma minimizada, el aspecto de todo el diseño. Haciendo clic con el puntero del mouse sobre la zona donde queremos centrar la visualización, lograremos movernos por la hoja. El recuadro verde muestra la zona visible en la hoja de trabajo. Esta puede modificarse haciendo zoom con el scroll del mouse o mediante **View selected Area**, de la barra de visualización, en la parte superior (**Figura 11**).



- **Tecla Shift y mouse**

Si combinamos esa tecla con el movimiento del mouse, lograremos un desplazamiento muy veloz. Esta combinación funciona cuando tenemos maximizada la visualización y el área de trabajo no entra en la pantalla del monitor. Es la forma más rápida de movernos por el proyecto.

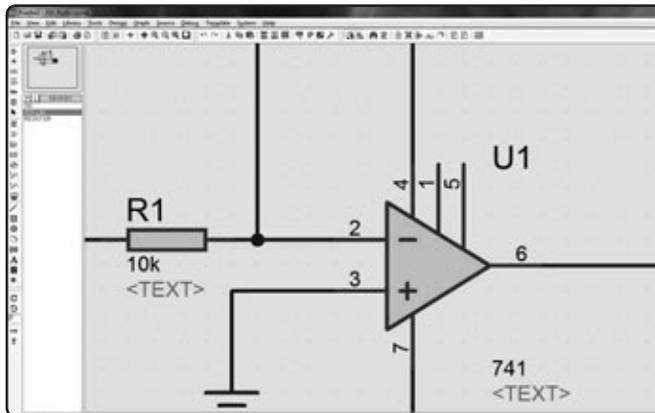


FIGURA 11.
Observamos un recuadro de color verde en la ventana de vista completa, que demarca la zona visualizada en la hoja de trabajo.



MEDICIÓN DE DISTANCIAS

Es posible medir distancias relocalizando el origen de la hoja por medio del botón **Enable/Disable Manual Origin Specification**, de la barra de visualización de acceso rápido ubicada en la parte superior de la hoja.

Diseño en ISIS

Luego de explorar el área de trabajo, pasaremos a explicar el proceso de inserción de componentes desde las librerías de ISIS y las distintas formas de hacerlo.

Este programa cuenta con una gran librería de componentes donde, además de la forma esquemática tradicional, se muestra la forma física o footprint del elemento seleccionado. Además, ISIS ofrece la aplicación **ProSPICE**, que permite el uso de instrumentos virtuales para la visualización del comportamiento de las señales de los circuitos.

Para la construcción del esquemático del amplificador inversor, vamos a seleccionar los componentes

dentro de las librerías de ISIS. Luego, los colocamos en la ventana de trabajo y realizamos la unión entre ellos por medio de las pistas. Finalmente, dejamos conectado un **osciloscopio** para visualizar la señal de salida.

LIBRERÍAS DE COMPONENTES

ISIS nos ofrece unas completas librerías, no solo para confección de impresos, sino también para simulación (**Figura 12**). Entre ellas, podemos encontrar componentes estándar, como resistencias, capacitores, transistores, diodos, etc. Además, se incluyen diversos integrados clasificados por fabricante: microcontroladores, memorias, amplificadores operacionales, **ICs** varios y **CPLDs**, entre otros.

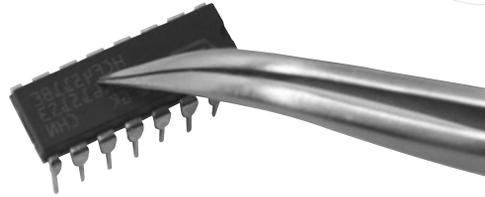
FIGURA 12.
A la derecha se observa la ventana de librerías, el esquemático del amplificador 741 y su correspondiente footprint para el diseño de impresos.



ESQUEMÁTICO Y FOOTPRINT

El esquemático hace referencia al símbolo normalizado que se utiliza para representar gráficamente componentes electrónicos: el footprint del componente electrónico, la forma física que este ocupará en una placa electrónica, y la disposición de perforaciones y pads.

ProSPICE permite el uso de instrumentos virtuales para visualizar las señales de los circuitos



INSERCIÓN DE COMPONENTES

Desde la barra de modos de trabajo, presionamos el primer botón, que corresponde a la opción **Component**. Haciendo clic sobre **Pick Device**, se abrirá el menú de librerías, con los distintos componentes disponibles.

Allí podemos seleccionar una categoría del menú **Library**. Una vez hecho esto, desde la lista **Objects** es posible elegir cuáles de los componentes que forman parte de ella utilizaremos.

Otra manera de acceder a las librerías es mediante el botón **Pick or update device/symbol** o desde el menú principal, desplegando la solapa **Library**, donde se ubica el comando denominado **Pick Device/Symbol** (Figura 13).

La ventana que se despliega, en ambos casos, corresponde a un buscador de texto por cadena de caracteres. Se debe seleccionar el tipo de componente o dispositivo por buscar y el modo de comparación: coincidencia exacta, solo del comienzo, que contenga el texto, solo fin del texto, etc. Luego, escribiendo en el campo el nombre del componente o texto correspondiente, las coincidencias aparecerán listadas en la ventana. Como en el caso anterior, al hacer doble clic sobre un componente, este se añadirá a la lista del proyecto.

Cerrando las ventanas de selección y volviendo a la hoja de trabajo, solo resta insertar el componente desde la lista de proyecto que fuimos armando. Para hacerlo, desde la lista de proyecto de la ventana de componentes, seleccionamos el dispositivo que

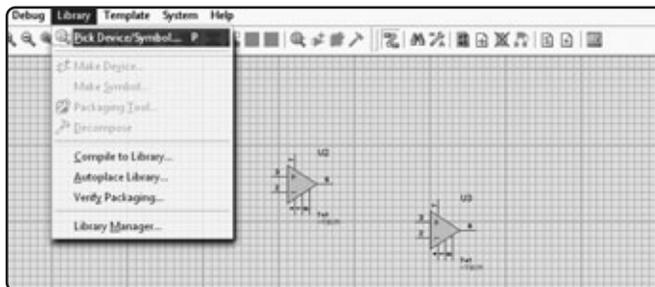


FIGURA 13.
Otra forma de realizar la búsqueda e inserción de componentes es accediendo al menú **Library/Pick Device Symbol**.

queremos insertar usando el botón izquierdo del mouse. Lo veremos en la ventana principal, pero para insertarlo en la hoja, debemos hacer clic con el botón izquierdo del mouse en algún punto del área de trabajo.

Para eliminar un componente, hacemos doble clic con el botón derecho del mouse. Con el primer clic, el componente se selecciona y se marca en rojo. Si volvemos a hacer otro clic derecho, este se quitará de la hoja, pero no de la lista de proyecto.

Por último, contamos con la posibilidad de rotar el componente y espejarlo a nuestra comodidad, utilizando las opciones de la barra de rotación, sobre la izquierda de la pantalla. Observamos cinco posibilidades: rotar 90° a la derecha, rotar 90° a la izquierda, rotar un ángulo específico, reflejar horizontalmente y reflejar verticalmente.

Podemos utilizarlas antes de posicionar el componente sobre la hoja o una vez que este ya fue

insertado, marcándolo en rojo con el botón derecho del mouse y presionando el botón de la rotación deseada (**Figura 14**).

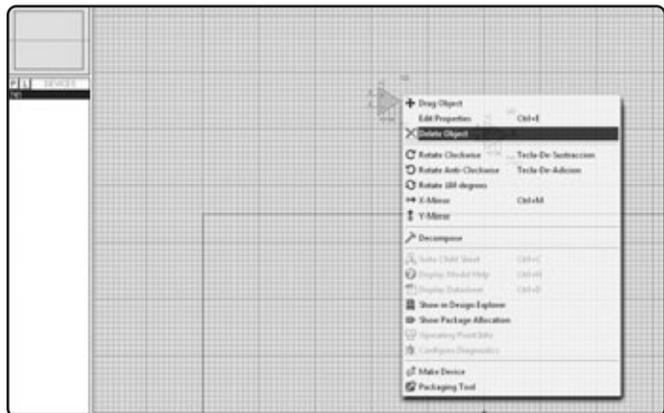
Diseño de un circuito

Estamos en condiciones de diseñar nuestro primer circuito con ISIS. Para el ejemplo, elegimos una etapa de ganancia a amplificador operacional con un sencillo LM741.

Utilizando los conceptos anteriormente descritos, presionamos el botón **Components** y, luego, con el botón **P** de la herramienta **Pick**, seleccionamos los dispositivos que usaremos en el proyecto. Estos son:

- El **componente 741** de la librería **OPAMP**.
- Un resistor de la librería **ASSIMDL5**.
- Un potenciómetro **POT-LIN** de la librería **Active**.

FIGURA 14.
Con el botón derecho del mouse, es posible seleccionar los componentes para realizar distintas acciones. En este caso, elegimos Delete Objet, para eliminarlo.



Primero debemos configurar nuestros componentes. En este caso, asignamos al resistor y al potenciómetro un valor de **10 K?**. Para hacerlo, podemos utilizar el botón de configuración instantánea de la barra de modos de trabajo. También podemos presionar el botón derecho del mouse sobre el cuerpo del componente y, luego, el botón izquierdo sobre el mismo marcado de rojo.

INSERCIÓN DE MASA Y ALIMENTACIÓN

Desde la barra de diseño electrónico, presionamos el botón **Inter-sheet Terminal**. Sobre la ventana de componentes, aparecerán varias opciones, entre ellas, el conector de **Ground**. Sobre la ventana, seleccionamos esta opción con el botón izquierdo del mouse. Por último, con el puntero del mouse nos dirigimos hacia algún lugar de la hoja de trabajo y, presionando el botón izquierdo del mouse, insertamos la masa del circuito.

Necesitamos también alimentación para el circuito y para simular la entrada de señal que queremos

amplificar/atenuar. Sobre la misma barra de diseño electrónico, ahora presionamos el botón **Generator**. Seleccionando la opción **DC** y presionando el botón izquierdo del mouse sobre la hoja de trabajo, insertamos dos fuentes de continua al proyecto. Para la señal de entrada, utilizamos el dispositivo **SINE**, que es una fuente sinusoidal (**Figura 15**).

Resta configurar cada uno de los dispositivos. Una vez más, marcándolos de rojo con el botón derecho del mouse, abrimos una ventana de configuración. Para las fuentes DC, configuramos los valores de tensión 5 V y -5 V para los pines del LM741 (7) y (4), respectivamente. La fuente sinusoidal tendrá una amplitud de 2 V y una frecuencia de 1 KHz (**Figura 16**).

Necesitamos también alimentación para el circuito y para simular la entrada de señal

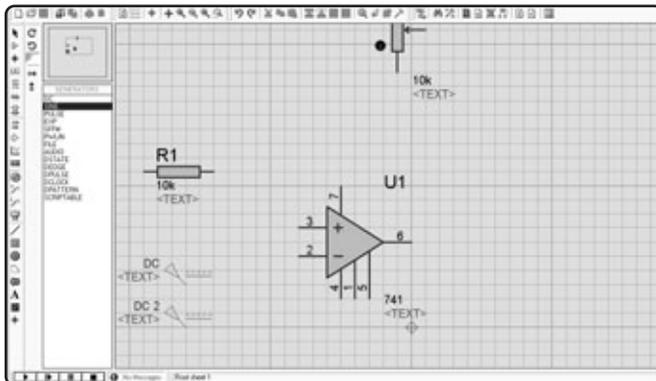


FIGURA 15.
Observamos los dos fuentes de alimentación de continua para el proyecto, denominadas DC1 y DC2.

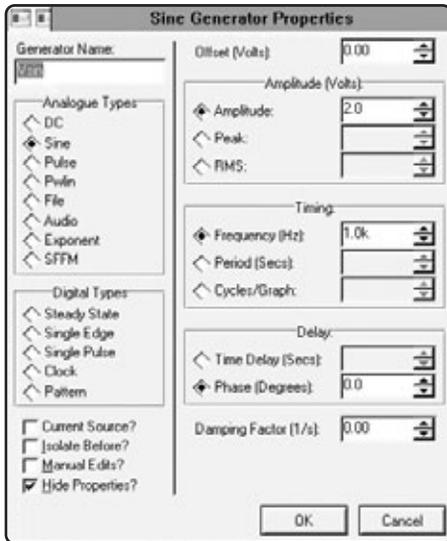


FIGURA 16. Aquí se muestra la ventana de configuración de la fuente sinusoidal elegida para la entrada de señal del amplificador operacional. Esta tendrá una amplitud de 2 V y una frecuencia de 1 KHz.

CABLEADO DE DISPOSITIVOS

Ahora solo resta unir los componentes para conformar el circuito. Para hacerlo, trazaremos las líneas de conexión con el botón izquierdo del mouse, siempre partiendo de un pin.

Vamos a notar que el cursor cambia a una cruz cuando nos ubicamos con el puntero encima de un pin. Presionando una sola vez el botón izquierdo del mouse, comenzamos a trazar las líneas, desde ese punto hacia el pin destino del circuito. Volviendo a presionar el botón izquierdo sobre el pin destino, se

Los instrumentos virtuales se seleccionan desde la opción INSTRUMENTS

realizará el trazado automático de la línea, siguiendo el camino más corto, pero sin pasar por encima de ningún componente u otra traza. Continuamos así hasta completar las conexiones y lograr que el circuito quede completamente armado.

INSTRUMENTOS DE SIMULACIÓN

Realizaremos una simulación de funcionamiento en tiempo real muy sencilla. Para este fin, utilizaremos un osciloscopio que debemos seleccionar desde el botón **Instruments**, de la barra de diseño electrónico (**Figura 17**).

Una vez insertado el osciloscopio, como cualquier otro dispositivo, conectamos su **Canal A** a la salida del amplificador operacional, es decir, en el pin (6). Luego, presionamos el botón **Run** de la barra de simulación y corremos nuestro diseño. Automáticamente se abrirá una ventana con la pantalla del osciloscopio virtual. Allí configuramos la sección vertical en 1 V/división, y la horizontal, en 500 us/división. Manejando el potenciómetro insertado, veremos cómo amplificar la señal para valores mayores a 10 KOhm y atenuarla para valores inferiores, siguiendo la relación de amplificación: $* RB / RA$. Para este caso, $RB = RV1$ y $RA=R2$. Finalmente, presionando el botón **Stop** de la barra de simulación, la detenemos (**Figura 18**).

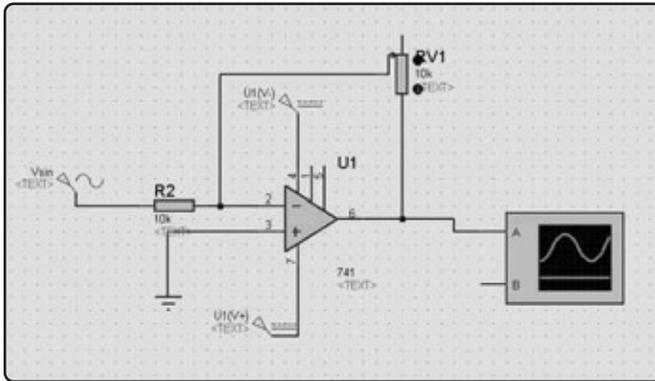


FIGURA 17.
Este es el circuito completo que debemos seguir para confeccionar el ejemplo.

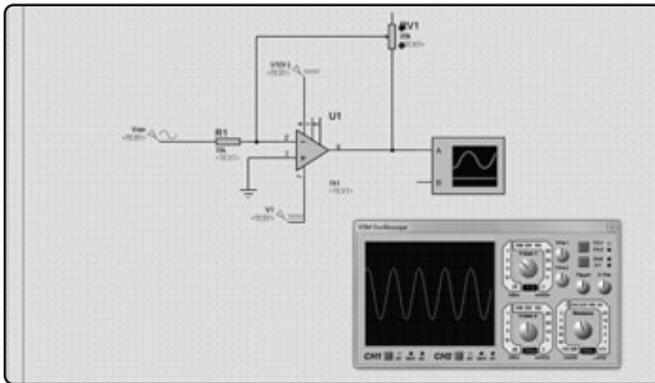


FIGURA 18.
Vemos aquí la simulación correspondiente al instrumento Osciloscopio de ISIS. Observamos cómo la señal de salida se amplifica para valores del potenciómetro mayores a 10 K, mediante la relación $(-RV1 / R2)$.

SIMULADOR DEL CARGADOR DE BATERÍAS

En el **Paso a paso 1** aprenderemos paso a paso cómo realizar la simulación del cargador de baterías que se detalló en el **Capítulo 1**. Daremos nuestros primeros pasos en la simulación de circuitos electrónicos. Este proceso puede realizarse en ISIS, sin necesidad de abrir otro programa. Para efectuar este procedimiento, construiremos el esquemático del cargador

de baterías, luego colocaremos los instrumentos de medición para ver su funcionamiento y, finalmente, realizaremos la simulación del circuito, para ver la curva de salida correspondiente.



PASO A PASO /1

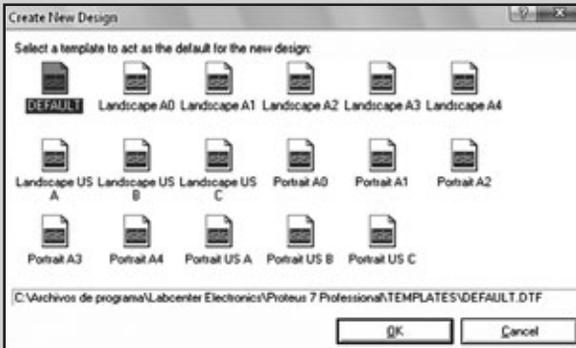
Simulación del cargador de baterías

1



El primer paso es crear un nuevo diseño. Puede realizarlo desde la pestaña **File**, ubicada en la Barra de menús, o también mediante la herramienta **New File/ From Default Template**, que se encuentra en la Barra de archivos. En esta oportunidad, lo hará desde la opción **File/New Design**.

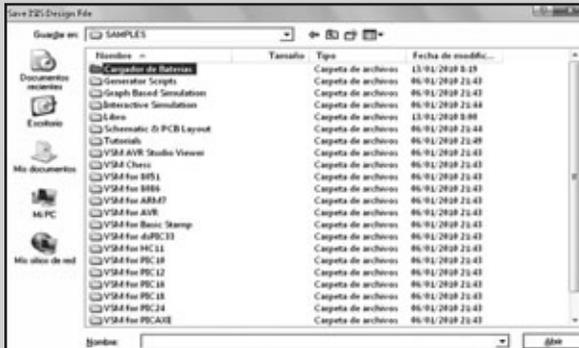
2



Al entrar en ese menú, se abre la ventana emergente **Create New Design**, donde se ofrecen varias plantillas para realizar el diseño. Estas se utilizan para hacer presentaciones de informes impresos con rótulos, como nombre de los archivos, día de presentación, nombre del diseño, autor, revisión y hora. Para su caso seleccione **Default** y presione **Ok**.

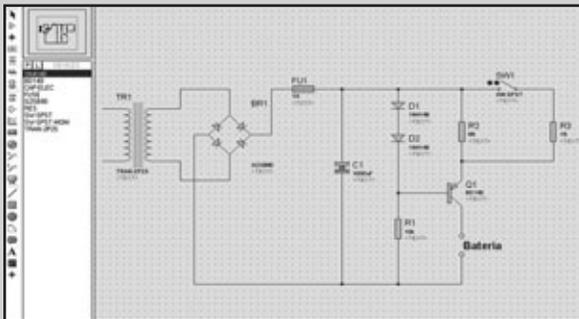
PASO A PASO /1 (cont.)

3



Una vez que ha generado un nuevo diseño, es recomendable crear una carpeta con el nombre del proyecto. Puede recurrir al comando **Save Design**, en la Barra de menús. Para este ejemplo, use **File/Save Design**. Aparece la ventana emergente **Save ISIS Design File**, que tiene las herramientas necesarias para crear la carpeta donde alojará el archivo de diseño. Cree la carpeta que se llamará **Cargador de baterías**, dentro de ella, guarde el diseño; presione **ok**.

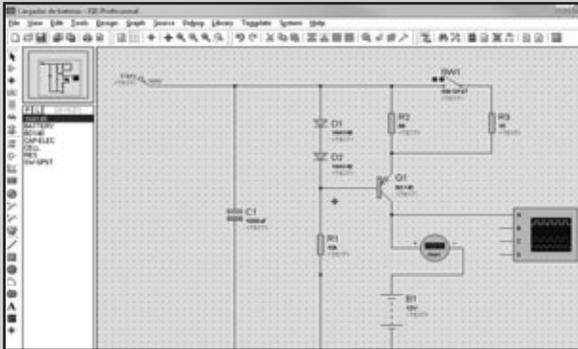
4



En este paso comparará el circuito original con el que va a simular. En el que simulará, no precisa el fusible, ya que en este caso no habrá ningún exceso de corriente. También va a reemplazar el puente rectificador y a colocar una fuente de corriente continua, lo que le permitirá ver el funcionamiento del cargador.

PASO A PASO /1 (cont.)

5



El circuito por simular no está conectado a la red domiciliaria, de modo que puede reemplazar el transformador, el circuito rectificador y el fusible. El puente rectificador se sustituye por una fuente de continua de 24 V. Coloque una batería de 12 V y saque el fusible, ya que no tiene modelo de simulación. Agregue el amperímetro y coloque un osciloscopio para visualizar la forma de la señal.

6



Debe ubicar los componentes que desea volcar. Presione el botón **P** para que se despliegue la ventana **Pick Devices**, en la cual tiene que buscar los distintos componentes del cargador de baterías.

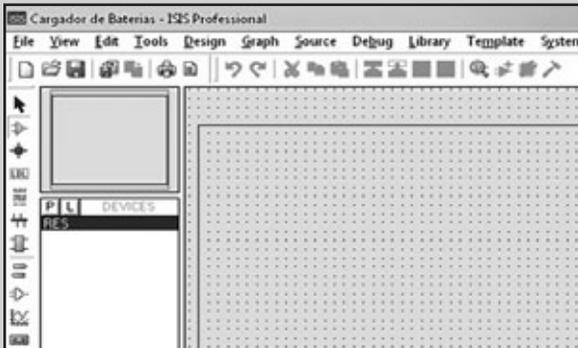
PASO A PASO /1 (cont.)

7



Ahora pondrá los resistores que lleva el circuito. Para hacerlo, coloque la clave **Resistor** en el cuadro de diálogo **Keywords** de la ventana **Pick Devices**. En **Pick Devices/Category** seleccione **Resistors**. En **Sub-category** elija **Generic**, y en **Manufacturer** deje la opción **All Manufacturers**. Presione **OK** para colocar el componente en la ventana de trabajo.

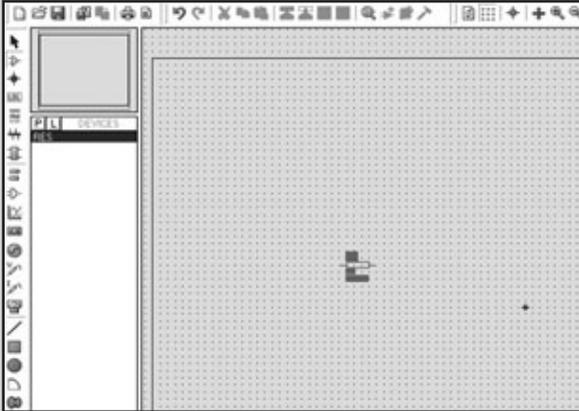
8



El circuito que va a simular tiene tres resistores. Una vez que seleccione un componente –en este caso, los resistores–, se lo carga en la ventana **Componentes y librerías**, con lo cual no es necesario volver a elegirlo. Para colocar los resistores que faltan, seleccione **Res** en la misma ventana.

PASO A PASO /1 (cont.)

9



Haga clic en la ventana principal de trabajo para ubicar el componente. Desplácese con él por la ventana, una vez que elija dónde ponerlo, haga otro clic para fijarlo.

10



Para darles valores a las resistencias, elija el icono **Selection Mode**, en la ventana **Edición**. Luego, posicione sobre los resistores y haga clic con el botón derecho del mouse. Se abre una ventana emergente donde tiene que elegir **Edit Properties**.

PASO A PASO /1 (cont.)

11

Component Reference: R1 Hidden:

Resistance: 10k Hidden:

Model Type: ANALOG Hide All

PCB Package: RES40 ? Hide All

Other Properties:

Exclude from Simulation Attach hierarchy module

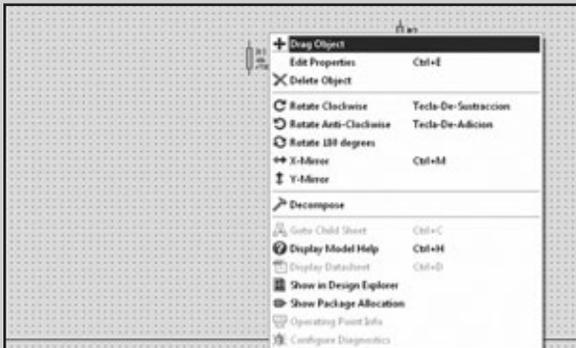
Exclude from PCB Layout Hide common pins

Edit all properties as text

OK Help Cancel

Aparece la ventana **Edit Component**, en la cual puede dar valores a los componentes, como nombre, valor de resistencia, tipo de modelo, tipo de PCB, y otras propiedades. Configure el primer resistor: en la ventana **Component Reference** coloque la denominación **R1**, y en **Resistance** ingrese el valor **10K**. Para **R2** coloque una **Resistance** de **66**, y para **R3**, de **15**.

12



Si necesita mover la resistencia o cualquier otro componente, pase a **Selection Mode**, en la ventana **Edición**. Luego, haga clic derecho sobre el resistor y, en la ventana emergente, seleccione **Drag Object**. Esto permitirá mover el objeto a la posición deseada.

PASO A PASO /1 (cont.)

13



Ahora va a colocar el capacitor, para lo cual debe realizar los mismos pasos que con el resistor. Cuando busque en **Pick Devices**, coloque la clave **Capacitor** en **Keywords**. En **Sub-category** ponga **Generic**, y en **Results**, elija **CAP-ELEC**. Luego, presione **Ok**. El valor de capacidad será de **1000 ÷ F** y los pasos para asignarlo son los mismos vistos para darle valores al resistor.

14

El circuito tiene dos diodos **1N4148**. Para encontrarlos, vaya a la ventana **Componentes y librerías**, y seleccione **Pick From Libraries**. En el cuadro de diálogo **Keywords** coloque la clave **1N4148**, y en **Results** seleccione **1N4148**. Presione **Ok**. Regrese a la ventana para seleccionar el diodo y colocarlo en el área de trabajo.

15



Ubique el transistor **BD140**, para lo cual tiene que elegir **Pick From Libraries** en la ventana **Componentes y librerías**. En el cuadro de diálogo **Keywords** coloque la clave **BD140**; en **Results** seleccione **BD140** y presione **Ok**. Coloque el transistor en la ventana de trabajo utilizando los comandos de rotación y reflexión.

PASO A PASO /1 (cont.)

16



Es el momento de colocar el switch. Para hacerlo, diríjase a **Pick Devices/Keywords** y coloque la clave **sw-spst**. Debe seleccionar el que tiene la descripción **Latched Action** y no el **Moment Action**. La diferencia entre ellos es que el primero tiene los botones de bajada y subida, mientras que el segundo tiene un solo botón para ambas tareas.

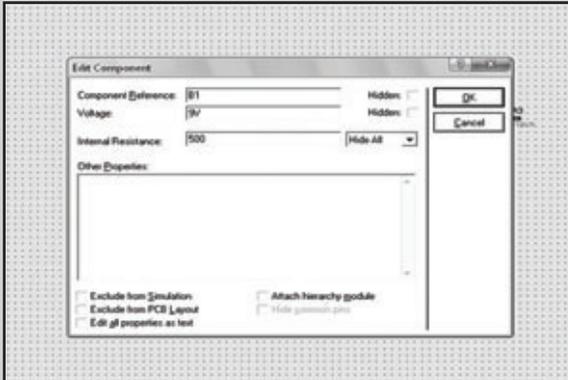
17



Ahora pase a la batería. Para encontrarla, vaya a **Pick From Libraries/Pick Devices**. En el cuadro de diálogo **Keywords** coloque la clave **Battery**; en **Results** seleccione **Battery** con la descripción **DC Voltage Source** y presione **Ok**. La batería es **DC Voltage Source**, ya que permite cargar parámetros de baterías que hay en el mercado.

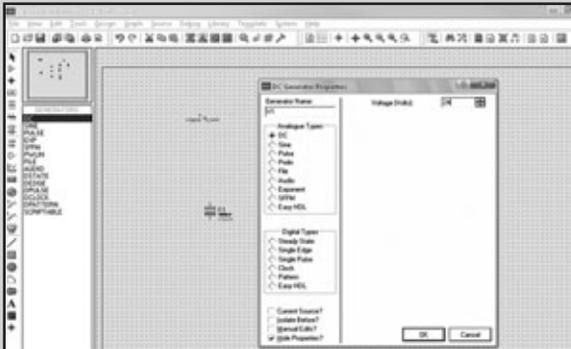
PASO A PASO /1 (cont.)

18



Para configurar la batería, diríjase a la ventana emergente **Edit Component**. En la casilla **Voltage** coloque (9V); en **Internal Resistance** escriba **500**, sin necesidad de colocar la unidad, ya que, por defecto, se toma ohmio (Ω); y, finalmente, pulse **Ok**.

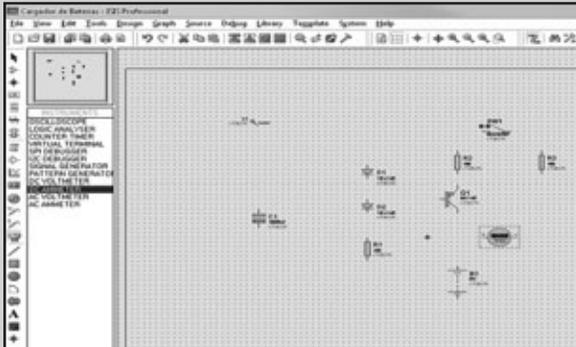
19



Ahora coloque la fuente de alimentación, para lo cual debe seleccionar **Generator Mode** en la ventana **Edición**. Finalmente elija **DC** en la ventana **Componentes y librerías**. Para configurar la fuente, vaya a **Edit Component**, en **Generator Name** coloque **V1** y en **Voltage** opte por **24**. Presione **Ok**.

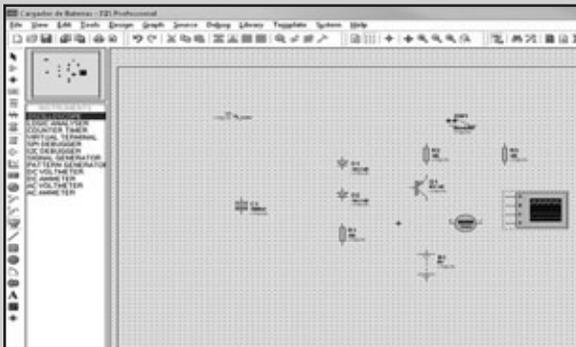
PASO A PASO /1 (cont.)

20



Para medir la corriente que cargará la batería, se necesita un amperímetro que se colocará entre esta y el transistor. Cuando se cierra el interruptor, el circuito trabaja con una corriente mínima de carga de **20 mA**, que se visualizará en el amperímetro, mientras que cuando se abre, esta es próxima a 0 mA. Para encontrar el amperímetro vaya a **Virtual Instruments Mode** de la ventana **Edición** y, en **Componentes y librerías**, elija **DC ammeter**.

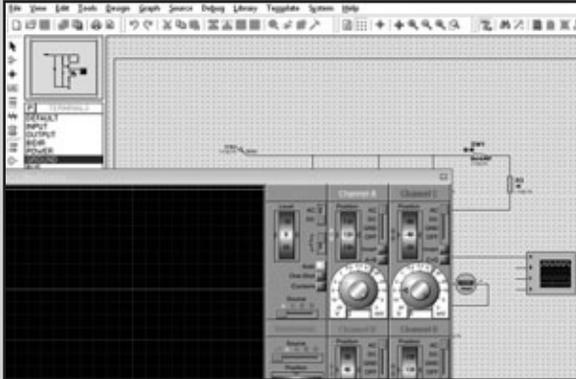
21



Para observar cómo la batería se va cargando en función del tiempo, utilice el osciloscopio, que debe buscar en **Virtual Instruments Mode**. Conéctelo en uno de los pines del circuito, y una el pin del colector del transistor **BD140** al **canal A** de ese elemento.

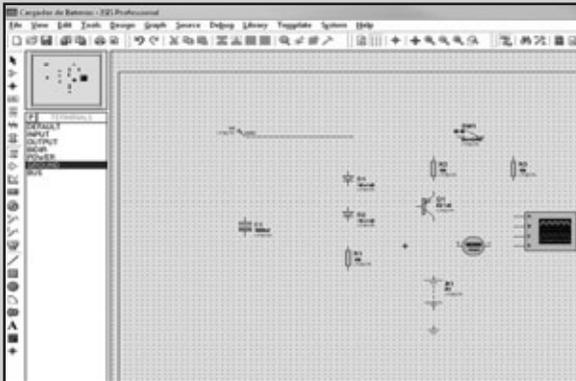
PASO A PASO /1 (cont.)

22



Antes de realizar las conexiones eléctricas, coloque la masa, que está en **Terminals Mode**, de la ventana **Edición**. Finalmente, seleccione **Ground** y póngala en la ventana de trabajo.

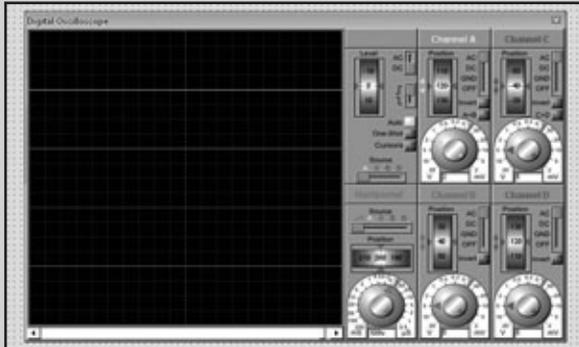
23



Para conectar los componentes eléctricamente, debe posicionarse en los extremos de ellos. Esto provocará que el cursor en formato de lápiz blanco pase a color verde. Entonces, haga clic sobre cada uno de los extremos que desea interconectar. Para suspender el proceso, pulse **Esc**.

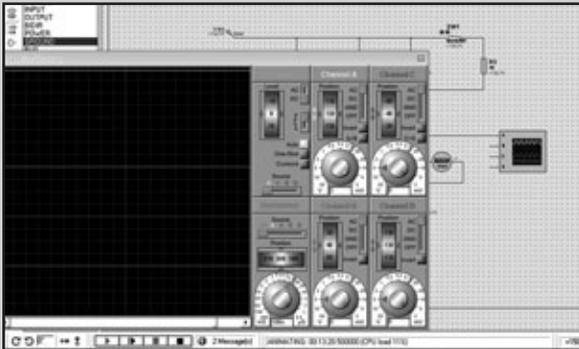
PASO A PASO /1 (cont.)

24



Los comandos de simulación se encuentran en la barra del mismo nombre. Esta tiene cuatro comandos: **Play**, **Step**, **Pause** y **Stop**. **Play** corre la simulación sin pausas, en tanto que **Step** trabaja paso a paso en tramos de tiempo predefinidos y permite el uso de herramientas de depuración. Presione **Play** para comenzar con la simulación.

25



El osciloscopio virtual funciona de modo similar al real. Es por eso que va a configurar el atenuador vertical o amplitud y la base de tiempo horizontal. La amplitud es independiente para cada canal; el A tiene el nombre **Channel A** y dentro de él debe elegir el tipo de señal de entrada que quiera medir. En este caso déjelo en **AC**, que es la opción predefinida.

Simulación de código con ISIS

Con Proteus podemos simular código ensamblado de microprocesadores para visualizar el funcionamiento de un microcontrolador mientras se ejecuta el código correspondiente.

La simulación de código ensamblado es una de las herramientas que han facilitado el trabajo con los microcontroladores, ya que permite probar su comportamiento antes de implementar estos elementos en la protoboard o en la placa. Este proceso nos ahorra tiempo de desarrollo porque podemos depurar el circuito sin temor a equivocarnos, considerando que todo el desarrollo y la prueba de diseño se realiza en un programa de computadora. Recordemos que VSM (*Virtual System Modeling*) es capaz de trabajar con archivos de código Assembler de algunos de los siguientes fabricantes de microprocesadores: AVR, PIC, 8051, HC11, ARM/LPC200 y Basic Stamp. Además, integra la simulación de circuitos electrónicos tradicionales con modelos de animación de componentes electrónicos y microprocesadores que conforman el circuito.

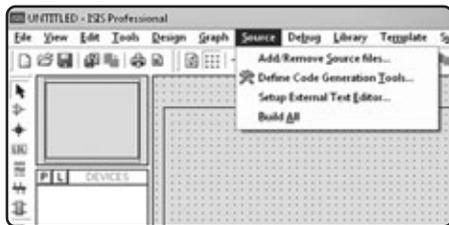
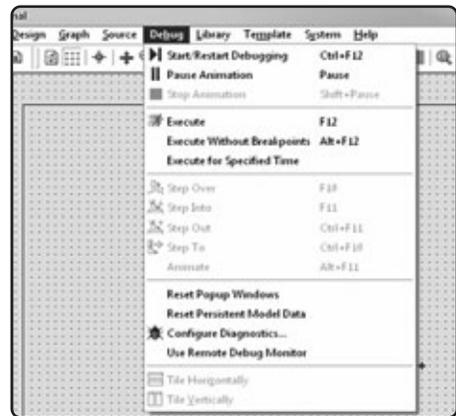


FIGURA 19. Ubicación de Source para poder leer el código Assembler, y de Debug para ver el funcionamiento del programa y los distintos registros del microprocesador.

La simulación de código ensamblado permite depurar el circuito antes de su implementación real

Es importante destacar que la potencia de Proteus radica en que puede simular en un solo software todo el hardware necesario para un proyecto con microcontroladores. Por lo tanto, no solo posibilita el procesamiento del código Assembler, sino que también nos permite trabajar en tiempo real con su propio hardware, usando Display LCD, LEDs, teclados, puertos RS232, etc.

Todas estas opciones están incorporadas en ISIS a través de **Source** y **Debug** (Figura 19), ubicadas en



la barra de **Menú**. En la primera se incluyen las funciones que nos permiten cargar el código, el tipo de microcontrolador y la herramienta generadora de código. También se pueden cargar las herramientas destinadas a hacer el ensamble entre el código realizado y el microcontrolador, para su posterior compilación. En **Debug**, en cambio, se ofrecen las herramientas que nos permiten ver los registros del microcontrolador, el código fuente, la memoria de datos y la memoria EPROM, entre otras características que analizaremos más adelante.

Limitaciones de las versiones

Proteus ofrece diferentes versiones que presentan algunas limitaciones. Veamos cuáles son y sus características. La versión de Proteus que se distribuye sin costo es la denominada Lite, que incluye ISIS y Ares. El primero sirve para dibujar los esquemáticos de los circuitos, por lo que contiene todas las herramientas para tal fin; en tanto que el segundo se usa para desarrollar las placas electrónicas, con lo cual incorpora toda la librería de componentes y sus encapsulados con limitaciones en autoruteador de placas.

En Proteus es posible trabajar con instrumentos virtuales gracias a la implementación de ProSPICE Lite. Esta aplicación se utiliza para simular instrumentos que podemos tener en un taller, como el voltímetro, el amperímetro y el osciloscopio, entre otros. Veamos a continuación las diferencias principales entre la versión Profesional y la versión Lite de este programa:

- No hay integración entre ISIS y Ares en la versión Lite del software.
- ISIS Lite no implementa el verificador de las reglas de conexiones eléctricas (ERC).
- En la versión **Ares de Proteus Lite** no se pueden generar archivos Gerber o Excellon, necesarios para la producción de circuitos impresos.
- La versión de **Proteus Lite ProSPICE** no tiene limitaciones en cuanto a la complejidad de los circuitos que se analizan.
- Proteus Lite no incluye modelos VSM, sino que los necesarios deben comprarse aparte. A su vez, la simulación VSM está limitada a los ejemplos que vienen en esta versión. Es posible realizar cambios al código fuente suministrado en los ejemplos de Proteus Lite, el cual no debe superar 1k.

Más allá de estas restricciones, la versión Lite es una excelente herramienta para complementar nuestro estudio de la electrónica tanto analógica como digital.



MÁS SOBRE PROTEUS

En lo que respecta a la parte analógica, Proteus tiene toda la potencia necesaria para analizar circuitos con componentes pasivos, como resistores, capacitores e inductores; y activos, como diodos, transistores y amplificador operacional.

Multiple choice

► **1** ¿Cómo se llama el encargado de diseñar los esquemáticos de los circuitos?

- a- ISIS.
 - b- VSM.
 - c- ARES.
 - d- Ninguno de los anteriores.
-

► **2** ¿Cómo se llama el módulo de simulación funcional de los circuitos?

- a- ISIS.
 - b- VSM.
 - c- ARES.
 - d- Ninguno de los anteriores.
-

► **3** ¿Cuál es el módulo Se ocupa del diseño de los circuitos impresos?

- a- ISIS.
 - b- VSM.
 - c- ARES.
 - d- Ninguno de los anteriores.
-

► **4** ¿Cómo se llama la herramienta que nos permite agregar figuras 2d a nuestros diagramas?

- a- Ventana de componentes y librerías.
 - b- Barra de dibujo.
 - c- Barra de simulación.
 - d- Barra de modos de trabajo.
-

► **5** ¿Cómo se llama la herramienta que contiene los para la simulación temporal de los circuitos electrónicos?

- a- Ventana de componentes y librerías.
 - b- Barra de dibujo.
 - c- Barra de simulación.
 - d- Barra de modos de trabajo.
-

► **6** ¿Cómo se llama la herramienta que contiene las opciones correspondientes a cada menú de trabajo?

- a- Ventana de componentes y librerías.
 - b- Barra de dibujo.
 - c- Barra de simulación.
 - d- Barra de modos de trabajo.
-

Respuestas: 1 a, 2 b, 3 c, 4 b, 5 c, 6 a.

Capítulo 6

Fuentes de alimentación



Estudiaremos qué es y para qué sirve una fuente de alimentación y cuáles son los diferentes tipos.

Las fuentes de alimentación

La fuente de alimentación es la encargada de proveer la tensión adecuada para el correcto funcionamiento de un circuito. Con diseño simple o complejo; reguladas, estabilizadas, lineales, conmutadas, fijas o variables; con circuitos integrados o con componentes discretos, las fuentes de alimentación están presentes en todos los aparatos electrónicos.

Algunas veces menospreciadas por su simpleza aparente, todo taller de este rubro debe contar con una. En particular, los modelos de laboratorio brindan tensión estabilizada y regulada, junto con protección y regulación de corriente. Con ellos, es posible limitar la corriente máxima que se le entregará al circuito, de modo que, aun bajo una falla grave, este se mantenga dentro de condiciones seguras para él y para los usuarios. En estas páginas veremos qué es y para qué sirve una fuente de alimentación, y cuáles son los diferentes tipos y especificaciones para alimentar cualquier circuito electrónico. Las fuentes son necesarias para alimentar los sistemas electrónicos. Es por eso que resulta clave conocerlas a fondo (**Figura 1**)

La energía eléctrica que llega a través de la red domiciliaria lo hace en forma de **corriente alterna**. Esto se debe a que los procesos de generación, transmisión y conversión de electricidad son más simples y eficientes en esta modalidad. En algunos países, se provee de una tensión alterna de **50 Hz**, cuyo valor eficaz es de **220 V**. En otros, se trabaja a **60 Hz** y **110 V**. Sin embargo, casi todos los circuitos electrónicos requieren una tensión

Las fuentes son necesarias para alimentar los sistemas electrónicos

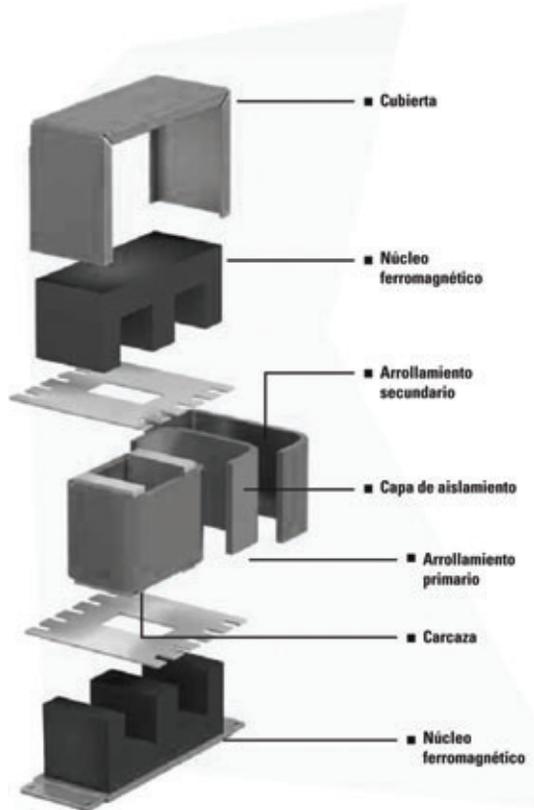


FIGURA 1. Una fuente convierte energía AC en energía DC. Las tensiones DC logradas deben ser filtradas y reguladas.

continua para funcionar. La fuente de alimentación es, entonces, el dispositivo capaz de convertir la tensión alterna de la red de suministro en tensión continua. Las fuentes se clasifican, básicamente, en **lineales** y **conmutadas**, aunque también existen otras variantes. A continuación, haremos una introducción al tema para, luego, entrar en mayor detalle (**Figura 2**).

- **Fuentes lineales:** tienen un diseño simple, y su circuito posee las siguientes etapas: transformador, rectificador, filtro, regulación y salida. Más adelante estudiaremos en profundidad este tipo de fuentes.
- **Fuentes conmutadas** (switching): utilizan circuitos convertidores de nivel de tensión formados por bobinas y capacitores. La regulación se produce a través de dispositivos de estado sólido, como transistores y **MOSFETs**, entre otros, que operan como llaves. Una fuente de computadora es un ejemplo de fuente conmutada (**Figura 3**).

Una fuente convierte la tensión alterna de la red de suministro en tensión continua



FIGURA 2. Una fuente de alimentación de laboratorio o banco de pruebas. Tiene la ventaja de poder funcionar como fuente de tensión o de corriente.



FIGURA 3. Una fuente de PC de tipo ATX. Es conmutada, y su circuito resulta bastante más complejo que el de una lineal.

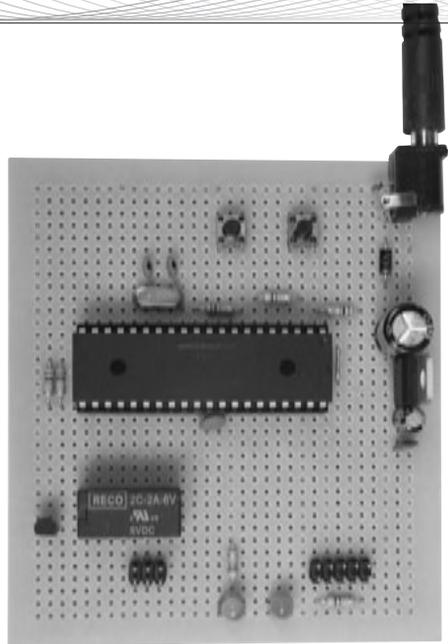


BATERÍAS

Son una fuente de alimentación lineal formada por celdas electroquímicas que almacenan la energía eléctrica suministrada para, luego, entregarla al dispositivo en cuestión. Los tipos de baterías más habituales son la de plomo y ácido sulfúrico y la de Ni-Cd.

ESPECIFICACIONES DE LAS FUENTES

La primera especificación de una fuente es su tensión de salida, que suele ser de 12 V. La segunda, y prácticamente la más importante, es la corriente máxima de salida. Para entender esta característica, debemos pensar que el circuito o dispositivo electrónico que utilizará la fuente "demanda" la corriente necesaria para funcionar, y la fuente se la entrega. Si utilizamos una fuente que puede entregar una **corriente mayor** a la que el dispositivo precisa, éste funcionará correctamente. En cambio, si es menor, el funcionamiento del circuito se verá afectado, lo que se conoce como **sobrecarga**. La corriente máxima de salida multiplicada por el voltaje de salida da como resultado la potencia máxima que la fuente puede entregar, medida en Watts. Podemos ver otras especificaciones importantes en la **Tabla 1**.



ESPECIFICACIÓN	DETALLES
Ripple	Es la ondulación residual que permanece luego del proceso de rectificación y filtrado.
Regulación de línea	Mide la variación en la salida nominal de la fuente cuando ocurre una variación en la tensión de entrada. Puede deberse a un cambio en la tensión alterna de la red o al ripple, en caso de un filtrado deficiente.
Regulación de carga	Mide la variación en la salida nominal de la fuente al estar sometida a variaciones en la carga conectada a ella.
Estabilidad en temperatura	Mide la variación de la tensión continua de salida respecto a las variaciones de temperatura, ya sea del ambiente o debido al calentamiento interno de la fuente.
Eficiencia	Es una medida de cuánta energía de la que utiliza la fuente para cumplir su función es realmente entregada a la carga. El resto se pierde en forma de calor.

TABLA 1. Detallamos aquí otras especificaciones de las fuentes.

PROTECCIÓN

En caso de sobrecarga o cortocircuito, en circuitos sencillos, es común el empleo de un fusible: un finísimo cable dentro de un pequeño tubo de vidrio o plástico que interrumpe el funcionamiento de la fuente, ya que se funde si fluye una corriente peligrosa para la integridad del equipo. En aparatos más complejos, se utiliza un circuito de protección contra sobrecarga, que se activa solo si se intenta exceder el límite de corriente permitido. Una configuración frecuente es la de limitación de corriente **foldback**. Aquí, al ocurrir la sobrecarga, se disminuyen tanto la corriente como el voltaje de salida, con el fin de reducir la disipación de potencia del elemento regulador y de los otros componentes del circuito de la fuente.

Fuentes lineales y conmutadas

Analizaremos y compararemos los dos tipos de fuentes de alimentación, que se clasifican de acuerdo con la manera de transformar una tensión alterna en otra continua.

Las fuentes de alimentación son necesarias para alimentar casi todos los sistemas electrónicos



Las fuentes de alimentación son necesarias para alimentar casi todos los sistemas electrónicos, tanto digitales como analógicos. La mayoría se diseñan para cumplir con alguno o con todos los requerimientos siguientes:

- **Regulación de salida:** la tensión de salida debe permanecer constante dentro de los límites prefijados. Las posibles causas de variación son los cambios en el voltaje de entrada o en la carga manejada por la salida de la fuente.
- **Aislación galvánica:** la salida debe estar eléctricamente aislada de la entrada. De este modo, se evita la interacción entre la salida de la fuente y la tensión de la red de distribución, y se aumenta la seguridad eléctrica.
- **Múltiples salidas:** generalmente se prefiere tener múltiples salidas (positivas y negativas) que difieran en cuanto a especificaciones de voltaje y corriente.

LA FUENTE LINEAL

Para llevar la tensión de línea al rango de tensión de salida deseado, y obtener aislamiento galvánico, la fuente lineal utiliza un transformador de **50 Hz** (Figura 4). La tensión alterna de salida del transformador ingresa en un circuito rectificador formado por diodos, para convertirse en una tensión continua pulsante. Luego, un circuito que actúa como filtro aplanar la señal para que esta ingrese (o no) en un **regulador de tensión**. Este último proporciona una tensión continua y disminuye las variaciones que posee la señal que sale del filtro (ripple). Estas variaciones están directamente relacionadas con la frecuencia de **50 Hz** de la señal de línea. La regulación del voltaje de salida se logra a través de un sistema de control por realimentación; es decir, la salida es registrada y comparada con una referencia, que es, en general, el valor de tensión deseado. Según el resultado de esta comparación, el regulador ajusta la tensión de salida.

La aislación galvánica evita la interacción entre la salida de la fuente y la tensión de línea

LA FUENTE CONMUTADA

A diferencia de la fuente lineal, la conmutada utiliza las etapas en el siguiente orden: rectificador, conmutador, transformador, un segundo rectificador, filtro, regulador y salida. La tensión alterna de entrada se convierte en una tensión continua no regulada, empleando un rectificador similar al de la fuente lineal (Figura 5).

La transformación de tensión continua de un nivel a otro se logra por medio de circuitos convertidores como el **flyback**. Estos poseen dispositivos de estado sólido, como transistores y MOSFETs, entre otros, que operan como llaves, completamente encendidos o apagados.

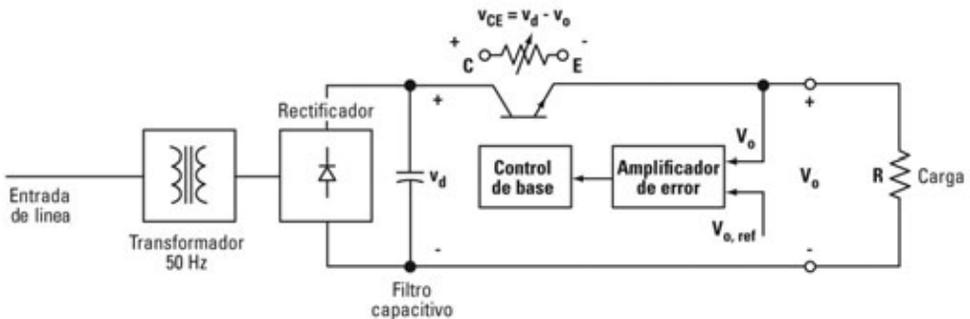


FIGURA 4. Diagrama en bloques de una fuente lineal. Vemos cómo el transistor controla la tensión de salida de la fuente a través de una realimentación. Dependiendo de la salida, el transistor actúa como regulador ajustando su resistencia.

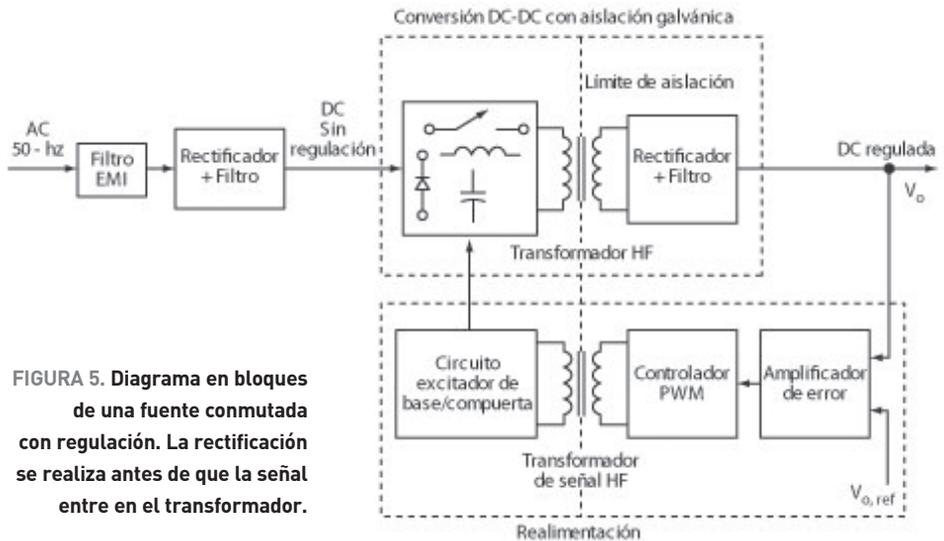


FIGURA 5. Diagrama en bloques de una fuente conmutada con regulación. La rectificación se realiza antes de que la señal entre en el transformador.

Para obtener este comportamiento, se utiliza la técnica de **PWM** (*Pulse Width Modulation*), que consiste en conmutar una llave a una frecuencia constante (por lo tanto, a un período constante) y ajustar la fracción del período en que la llave permanece encendida, para lograr, así, controlar el voltaje promedio de salida.

Para obtener el **aislamiento galvánico**, los circuitos convertidores recurren a transformadores de alta frecuencia, ya que la conmutación se realiza a este nivel. La etapa final del convertidor consiste en otro rectificador, que, junto con un circuito integrador, formado por dispositivos que almacenan energía —como bobinas y capacitores—, produce una tensión continua a la salida.

Al igual que la fuente lineal, la regulación del voltaje de salida se consigue a través de una reali-

mentación, porque la salida es registrada y comparada con una referencia, que es el valor de tensión deseado. Según el resultado de esta comparación, el controlador PWM ajusta la fracción de período que la llave permanece encendida para estabilizar la salida de la fuente.



Comparación entre fuentes lineales y conmutadas

Ahora que ya hemos estudiado el funcionamiento de ambos tipos de fuentes, analicemos sus ventajas y desventajas.

Las ventajas de las fuentes lineales tienen que ver con los siguientes aspectos:

- Poseen un diseño simple, por lo que es viable construirlas de forma casera.
- Para aplicaciones que manejan potencias menores a 10 W, el costo de los componentes es menor que en las fuentes conmutadas.
- Tienen mejor inmunidad a las radiaciones electromagnéticas.
- No son un generador importante de EMI (*Electro Magnetic Interference*), por lo que no afectan el funcionamiento de otros equipos.

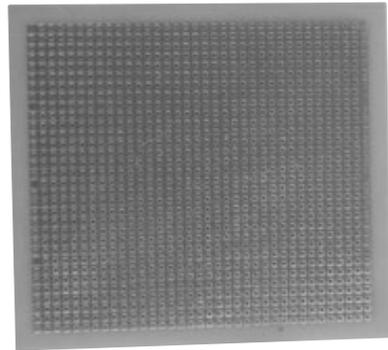
Como contrapartida, las **desventajas de las fuentes lineales** son:

- Poseen muy baja eficiencia en aplicaciones normales (entre 30% y 60%). Los valores se incrementan a medida que aumentemos la potencia de la fuente.

- Solo funcionan como reductor de tensión, dado que cada regulador lineal tiene una única salida.

Por otra parte, las **fuentes conmutadas** tienen sus ventajas, que se relacionan con los siguientes aspectos:

- Su eficiencia se encuentra entre un 70% y un 90%, porque el transistor de potencia funciona como llave y no trabaja en su zona activa.
- El transformador de aislamiento es de alta frecuencia (mayor a 15 KHz), por lo que su tamaño y peso se ven disminuidos de manera considerable.
- Pueden funcionar como reductor, elevador o inversor de tensión con múltiples salidas, porque la tensión de entrada es conmutada y ubicada en un elemento magnético. De este modo, permiten modificar la relación de transformación entre entrada y salida.



LA ELECCIÓN ADECUADA

Si queremos utilizar una fuente de pequeña potencia y bajos niveles de ruido, y además estamos interesados en realizarla nosotros mismos, la lineal es la mejor opción. Pero, si preferimos la eficiencia y la reducción de espacio, optaremos por una fuente conmutada.

Finalmente, describiremos algunas desventajas de este tipo de fuentes:

- Tienen un diseño complejo, que requiere de amplios conocimientos y experiencia en electrónica de potencia. Su diseño, construcción y puesta a punto pueden demandar mucho tiempo.
- El ruido es mayor que en las fuentes lineales. Tanto la entrada como la salida producen radiaciones electromagnéticas, por lo que precisan filtros EMI.

Los aspectos detallados hasta el momento son las principales ventajas y desventajas de estas fuentes. Podemos completar esta información con el material complementario de la obra.

Etapas de una fuente de alimentación lineal

Hasta el momento hemos visto las características de una fuente de alimentación lineal. En estas páginas, estudiaremos en detalle sus tres primeras etapas: transformador, rectificador y filtro, a través de los cuales la tensión alterna de línea se convierte en continua.

EL TRANSFORMADOR

En una fuente lineal, el transformador se encarga de reducir la tensión alterna de la red de distribución a un nivel aceptable para el circuito rectificador. Además, proporciona aislación galvánica. Su funcionamiento se basa en el fenómeno de inducción electromagnética. Está compuesto por dos bobinas devanadas en un núcleo de hierro. La de entrada se denomina deva-

El transformador reduce la tensión alterna de la red a un nivel aceptable para el circuito rectificador

nado primario, y la de salida, devanado secundario. El cociente entre los voltajes en las terminales de ambas bobinas (relación de transformación) es directamente proporcional al cociente de las vueltas de los devanados de las bobinas. Esto significa, por ejemplo, que la tensión de línea de 220 V se verá reducida a 20 V si el número de vueltas del secundario es la décima parte del número de vueltas del primario. Como la potencia se mantiene, la corriente que pasa por el primario será la décima parte de lo que circule por el secundario, según la carga. Para fuentes lineales, el transformador más frecuente es el que posee un núcleo de tipo E-I. Este se emplea en aplicaciones en las cuales bajar los costos es más importante que minimizar el flujo magnético que puede interferir en el funcionamiento del resto del circuito. Para disminuir este efecto se utilizan transformadores toroidales, en los que el núcleo tiene forma de anillo, sobre el cual se bobinan primario y secundario. El flujo magnético queda confinado en el núcleo, y las interferencias son mínimas.



¿CÓMO ELEGIR?

La elección de un transformador a partir de un voltaje y una corriente de salida dados es, en principio, simple, pero en la práctica nos llevará a un proceso de prueba y error (**Figura 6**).

Si queremos calcular la tensión de salida del transformador necesaria para una tensión de fuente adecuada, debemos tener en cuenta la caída de voltaje que existe en el rectificador de potencia. Los rectificadores tienen un valor de referencia a una determinada corriente; para circuitos chicos se puede tomar 1 V como referencia por cada diodo. Hay que buscar una relación de transformación tal, que la tensión de salida del transformador se encuentre por encima de la tensión de salida de la fuente. Un valor mayor que 3 V será suficiente. Si vamos a utilizar un regulador en la

salida, no es conveniente excedernos con esta diferencia de tensiones, ya que cuanto mayor sea esta, mejor será la disipación en el regulador.

Un detalle para tener en cuenta es que el fabricante nos proporciona el dato de tensión de salida del transformador en valor eficaz, por lo que debemos multiplicarlo por la raíz cuadrada de 2 (relación entre valor pico y valor eficaz), con el fin de obtener el valor pico de alterna.

EL RECTIFICADOR

Se denomina rectificador a cualquier dispositivo eléctrico que presente una resistencia pequeña a la corriente en un sentido, y una resistencia grande en el opuesto. Este dispositivo es capaz de convertir una forma de onda de entrada sinusoidal, cuyo valor medio es cero, en una forma de onda continua pulsante, con su correspondiente valor medio. Para la rectificación se utilizan uno o más diodos. Estos semiconductores permiten el paso de una corriente en un sentido y lo bloquean en el otro. Estudiaremos aquí las configuraciones de rectificación más habituales.



FIGURA 6.

Un transformador toroidal. En este caso, el flujo magnético queda concentrado uniformemente en el núcleo, lo que minimiza las interferencias al resto del circuito.



FUENTES SIN TRANSFORMADOR

Estas proporcionan una alternativa de bajo costo. Su funcionamiento se basa en el principio de impedancia: utilizan un capacitor para reducir el voltaje de entrada, y para proporcionar una tensión de salida continua emplean un diodo zener.

EL RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA

Esta configuración de rectificación consiste en interponer un diodo entre la fuente de tensión (el secundario del transformador) y la carga que representa el circuito por alimentar (**Figura 7**). Cuando la tensión de la fuente está en su semiciclo positivo, el sentido de la corriente es favorable

y esta circula. Si consideramos que no existe caída de tensión en el diodo, la forma de onda de la tensión en la carga es igual a la del secundario durante todo el semiciclo. En cambio, si la tensión de fuente se encuentra en su semiciclo negativo, el diodo bloquea la corriente y, entonces, el voltaje en la carga es nulo.

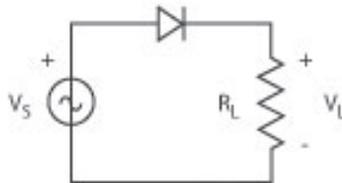
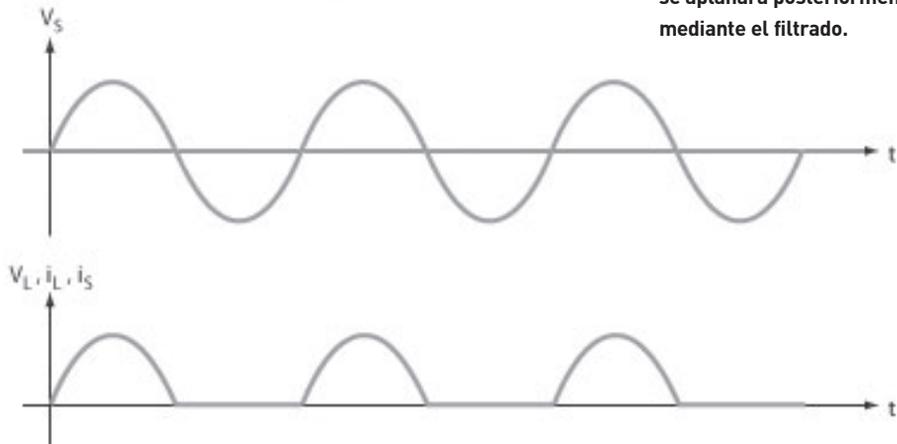


FIGURA 7.

Un circuito rectificador de media onda, y sus señales de entrada y salida.

La forma de onda de salida se aplanará posteriormente mediante el filtrado.

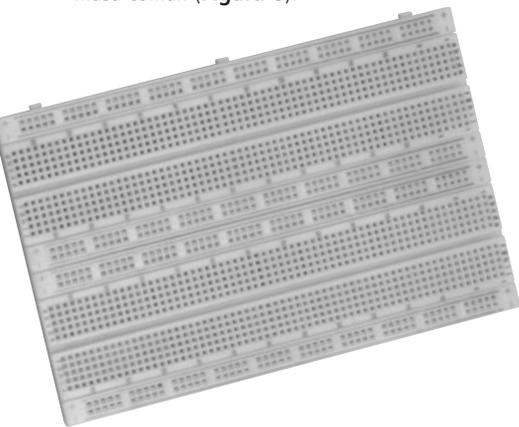


DESVENTAJAS DEL RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA

El rectificador de media onda no permite utilizar toda la energía disponible, debido a que, en los semiciclos negativos de la tensión del secundario del transformador, el diodo bloquea la corriente y no llega energía a la carga.

LOS RECTIFICADORES DE ONDA COMPLETA

Existen dos tipos de rectificadores de onda completa. El primero se logra utilizando dos fuentes en contrafase en vez de una sola, y colocando en cada una de ellas un rectificador de media onda. Se emplea un transformador con doble devanado en el secundario, tomándose el punto medio como masa común (**Figura 8**).



El rectificador de onda completa del transformador de punto medio emplea dos fuentes en contrafase en vez de una sola

Cuando la señal de alterna de entrada está en su semiciclo positivo, el diodo **D1** conduce, y el **D2**, no. Entonces, la tensión de entrada queda aplicada directamente a la carga a través de **D1** y con una polaridad positiva. Cuando la forma de onda de entrada se encuentra en su semiciclo negativo, estará en el semiciclo positivo en el bobinado en contrafase; entonces conduce **D2**, por lo cual otra vez se aplica una tensión de fuente positiva a la carga. En este caso no existe magnetización neta permanente en el transformador y, además, se aprovecha la totalidad de la forma de onda de entrada.

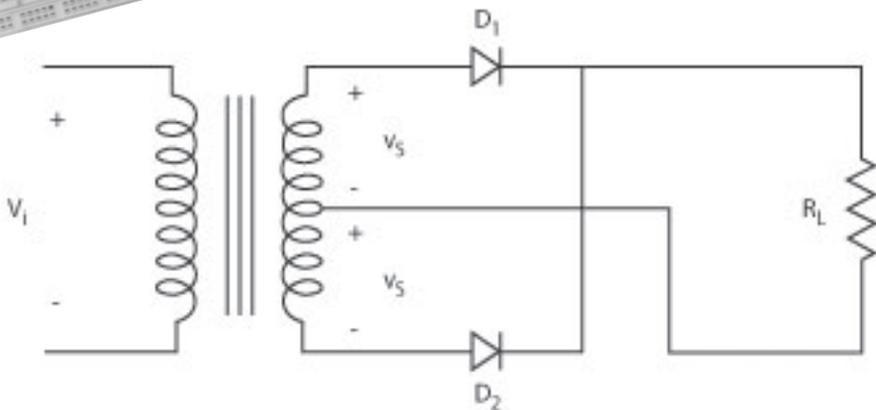


FIGURA 8. Un rectificador de onda completa con un transformador con doble devanado secundario, también llamado transformador de punto medio.

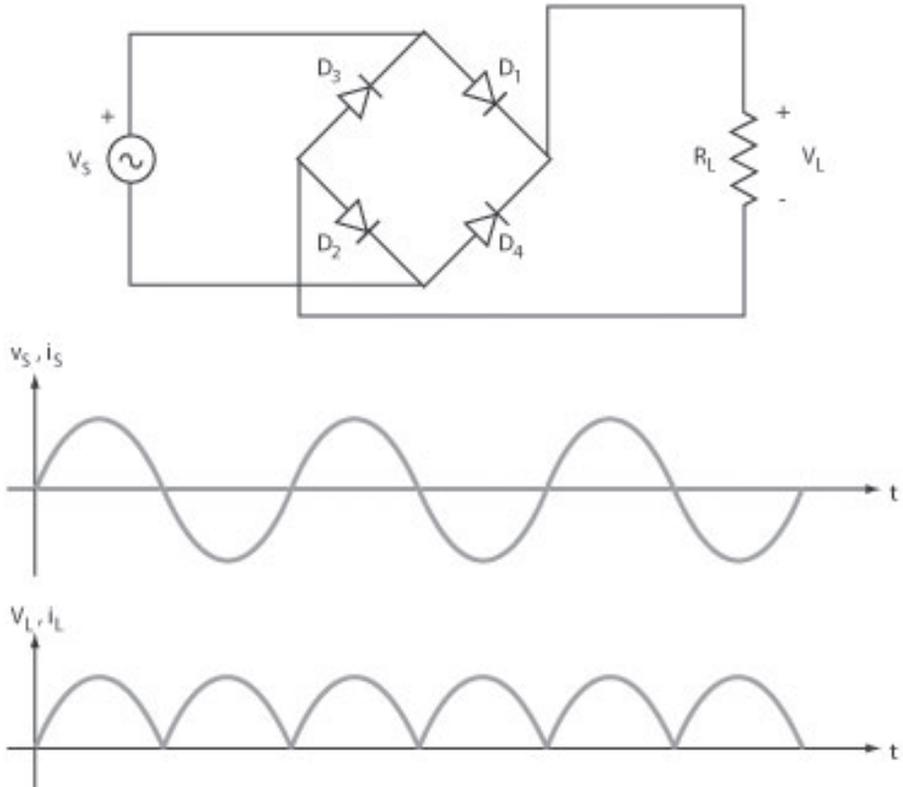


FIGURA 9. Un circuito rectificador de onda completa tipo puente. Vemos cómo, al ser un rectificador de onda completa, se aprovecha toda la energía disponible.

RECTIFICADOR PUENTE DE GRAETZ

Se compone de un arreglo de cuatro diodos intercalados entre la fuente de tensión y la carga (**Figura 9**). Cuando la salida del secundario es mayor que 0, los diodos **D1** y **D2** quedan polarizados en forma directa. Por lo tanto, permiten la conducción de corriente, mientras que los diodos **D3** y **D4** no conducen. Si los tomamos como elementos ideales y, por lo tanto, despreciando la caída de tensión entre sus terminales, la

forma de onda de la tensión en la carga es igual a la del secundario durante todo el semiciclo. Cuando la entrada pasa a su semiciclo negativo y, por lo tanto, es ahora menor que 0, **D3** y **D4** son los que conducen, en tanto que **D1** y **D2** bloquean el paso de corriente a través de sus terminales. Como resultado, el secundario queda "conectado al revés", y la forma de onda de la tensión en la carga es la del secundario invertida, durante todo el semiciclo.



FIGURA 10.

Un puente rectificador de diodos integrado. Los cuatro diodos vienen dentro de él y así se logra una disminución en el tamaño del puente. Además, este tipo de encapsulado mejora la disipación de los diodos.

Una ventaja de los rectificadores tipo puente es que utilizan transformadores con devanado simple en el secundario, de modo que resultarán más económicos que un rectificador con transformador de doble devanado (Figura 10). En cuanto a las especificaciones de los diodos, estos deben ser capaces de disipar la potencia máxima necesaria y un margen de seguridad. Los diodos rectificadores se clasifican

según su corriente promedio y el voltaje pico inverso. El valor medio de la corriente por el diodo es la mitad del de la carga, porque conduce sobre uno de los semiciclos solamente. La tensión inversa máxima sobre el diodo es lo que hay en el capacitor: valor de pico, más el pico inverso en el transformador; es decir, dos veces el valor de pico.

FILTROS DE SALIDA

Las formas de onda de salida de los circuitos rectificadores necesitan un filtrado para alimentar un circuito electrónico. Para este fin, se utiliza un circuito integrador que funciona como si fuera un filtro **pasabajos** para eliminar el ripple (Figura 11). Por lo general, este filtrado se lleva a cabo colocando un capacitor en paralelo con la carga. El funcionamiento de este sistema se basa en que el capacitor almacena energía durante el período de

El filtrado a la salida de la fuente se lleva a cabo, por lo general, colocando un capacitor en paralelo con la carga



UN DATO IMPORTANTE

Para el caso del rectificador de onda completa, el funcionamiento es similar al de media onda, con la diferencia de que la caída de la tensión del capacitor debido a su descarga está con el pico negativo rectificado, donde comienza a cargarse otra vez.

conducción del diodo, y la entrega a la carga en el período de no conducción. De esta manera, se prolonga el tiempo durante el cual circula corriente por la carga, y se disminuye notablemente la componente de alterna residual (ripple). Para explicar el filtrado, supongamos un rectificador de media onda con un capacitor en paralelo con la carga. Vamos a considerar que la resistencia de carga es infinita. El capacitor se cargará a la tensión máxima del secundario del transformador, y mantendrá esta tensión porque no existe ningún camino por el que pueda descargarse, ya que el diodo impide la circulación de corriente en sentido inverso. De este modo, el filtrado es perfecto.

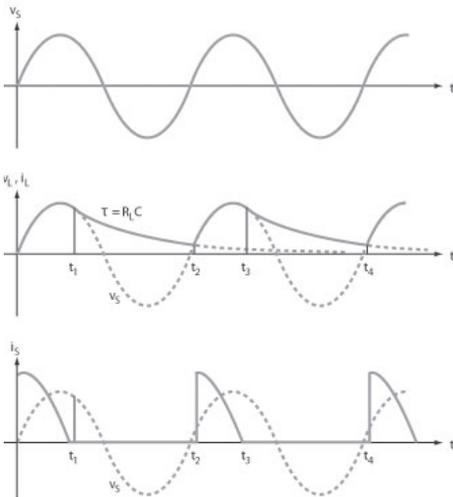


FIGURA 11.

Señal de entrada a un rectificador con filtro de capacitor, tensión, y corriente por la carga y por el diodo. La constante de descarga es $\tau = R \times C$.

Si suponemos que la carga es finita, el capacitor se descargará a través de ella, porque ahora cuenta con un camino para hacerlo. Cuanto mayor sea el valor de capacidad del capacitor, menor será su caída de tensión por la descarga (disminuye el ripple). Cuanto menor sea la resistencia de carga, mayor será esta caída (aumenta el ripple) **Figura 12.**

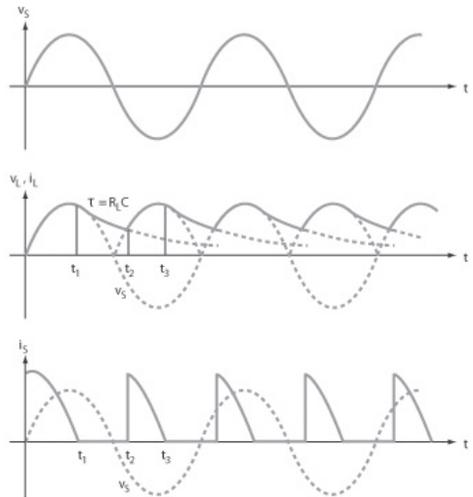
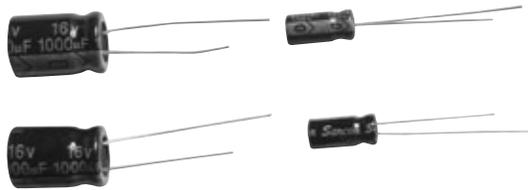


FIGURA 12.

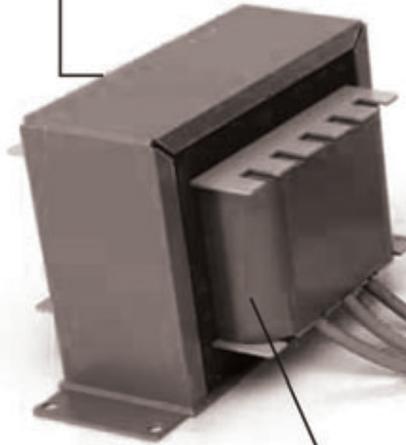
En el diagrama podemos visualizar las formas de onda de entrada y salida de un rectificador de onda completa con filtro.



INFOGRAFÍA 1

■ **Primario del transformador
220 / 110 VAC**

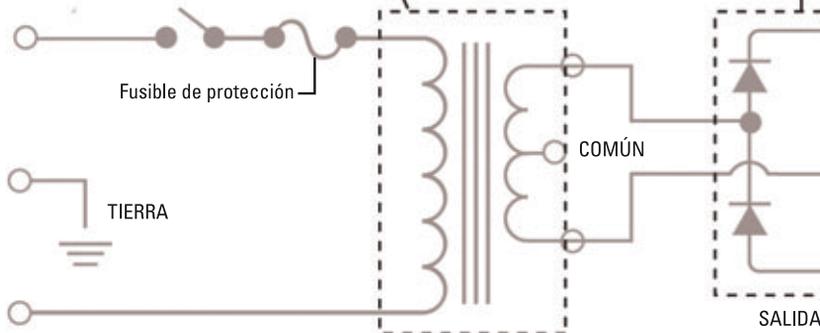
■ **Capacitor electrolítico de filtro**
3300 uf / 35 V (max). Siempre el
tensión de aplicación máxima el
de la salida del puente rectificad



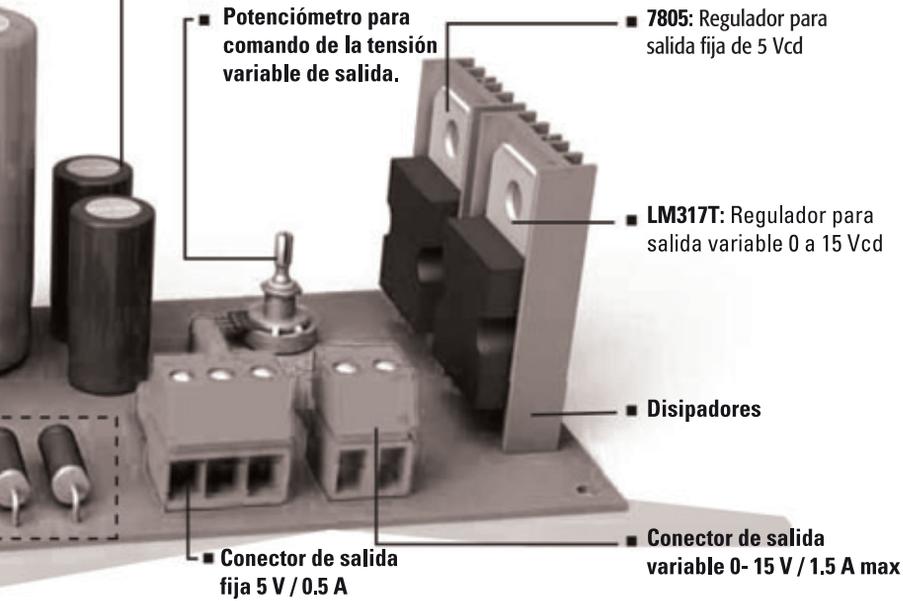
**Transformador
secundario:
18 VAC / 2A**



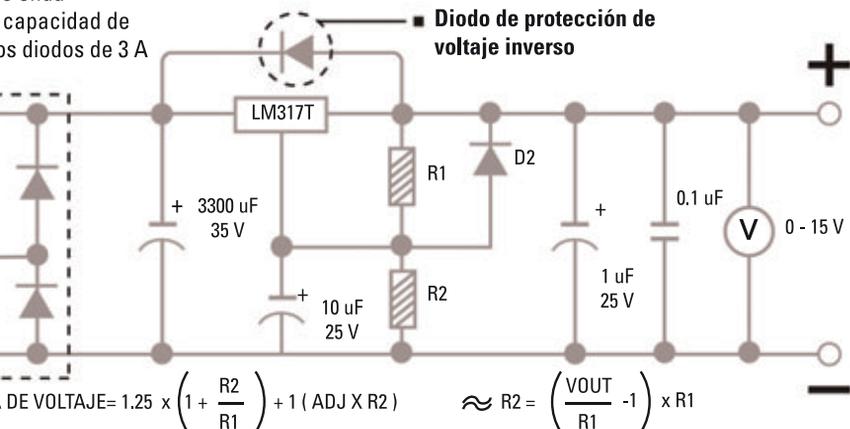
Rectificador de
completa con
corriente de lo



grado:
regir para
doble
or.



e onda
capacidad de
os diodos de 3 A



Diseño de una fuente de alimentación

En estas páginas conoceremos cuáles son las características que debemos tener en cuenta para diseñar una fuente de alimentación.

Tomemos como ejemplo un circuito que consume una corriente de **800 mA** (0,8 A) y debe ser alimentado con una tensión de **12 V**. Con estos valores, podemos calcular la potencia consumida. Recordemos que potencia **W (Watt) = I (Ampere) x E (Volt)**. Por lo tanto, el consumo será de **0,8 A x 12 V = 9,6 W**.

Nuestro transformador deberá suministrar una potencia mayor; por razones de confiabilidad, recomendamos que sea del doble.

Para pequeñas potencias, también podemos seleccionar el transformador especificando la corriente. En nuestro caso, uno de **2 A** sería más que suficiente; **2 A x 12 V = 24 W**.

Con respecto a la tensión, si bien necesitamos **12 V**, debemos dejar cierto margen para que el circuito regulador pueda operar. La tensión rectificadora será el valor de pico de la tensión alterna; es decir, el

producto de su valor eficaz (**12 V**) por la raíz cuadrada de **2**, casi **17 V**. A esta cifra debemos restarle la caída de tensión en los rectificadores.

Si utilizamos un rectificador en puente de onda completa (cuatro diodos), en cada ciclo de la tensión alterna estarán involucrados dos diodos. La caída de tensión por diodo será cercana a **1,2 V**. Tenemos, entonces: **17 V - 2,4 V = 14,6 V**. Esta será la tensión resultante cuando la fuente consuma cierta cantidad de corriente. Dado que debemos regular este valor a **12 V**, utilizaremos un regulador fijo de tipo **7812**.

Según las características del regulador, se necesita una tensión de entrada mínima de **14,6 V**, que asegure una regulación de la tensión de salida. Debemos dejar un poco de margen y aumentar la tensión de salida del transformador; uno de **14 V** y **20 W** será adecuado.

Los rectificadores deberán soportar la corriente media. Como utilizamos un rectificador en puente, cada diodo conduce la mitad del tiempo, y la corriente media es la mitad de la que pide la carga (**0,4 A**). Entonces, para el rectificador en puente vamos a elegir cuatro diodos de **1 A** como mínimo. El **1N4002** es perfecto para nuestros propósitos, ya que maneja **1 A** y una tensión de pico inversa de **100 V**.

UN DATO IMPORTANTE

Sobredimensionar un transformador nunca está de más. Siempre debemos considerar la peor de las situaciones, que es el trabajo continuo y al máximo de su potencia. Conviene duplicar la corriente necesaria para dejar un margen de seguridad.

TENSIÓN DE RIZADO O RIPPLE

A la salida del rectificador disponemos de una tensión positiva pulsante, no apta para aplicar a ningún circuito electrónico. El capacitor de filtro se cargará con los picos o pulsos de la tensión de salida del rectificador, y mantendrá esa tensión durante la ausencia de estos. De este modo, obtenemos una tensión continua pura, que es la que finalmente aplicaremos al regulador de tensión (**Figura 13**).

Por cada ampere de consumo se requieren aproximadamente **2000 μF** para el capacitor de filtro

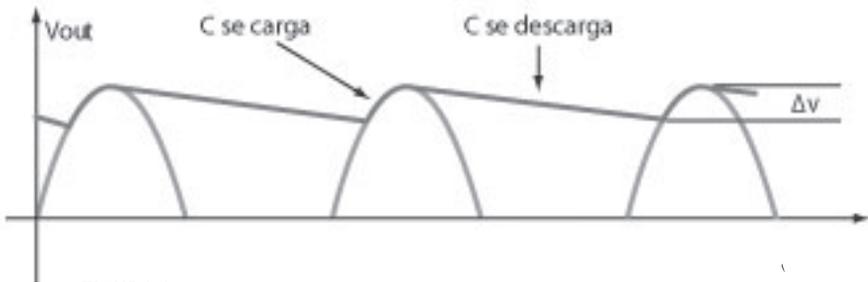
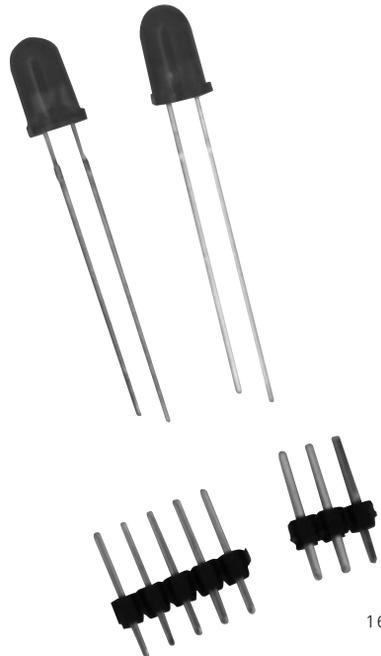
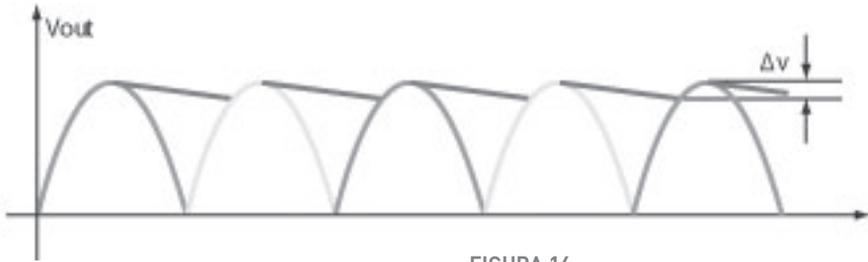


FIGURA 13.

V_{out} es el voltaje en el capacitor. Este se carga en el flanco creciente del ciclo hasta llegar al pico; a partir de allí, se descarga en el circuito. Circuito rectificador de media onda.

Ahora bien, debido a que un capacitor mantiene su carga durante un tiempo determinado, su capacidad debe ser lo suficientemente alta para que la tensión no decaiga entre los picos de la tensión pulsante de la salida del rectificador. Esto es lo que se conoce como rizado o ripple, y es la caída de tensión (Δv) entre los "valles" de los picos de la tensión pulsante (**Figura 14**). Si conectamos un osciloscopio a una tensión con ripple, veremos una línea con pequeñas deformaciones repetitivas.





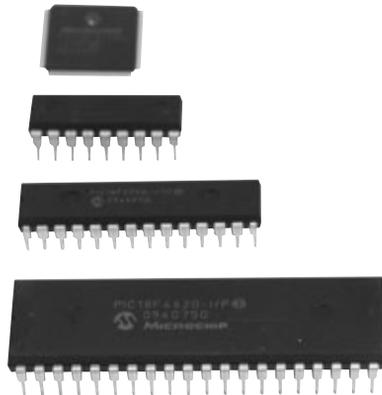
Algunos circuitos son más inmunes que otros al rizado, pero éste sería un factor inadmisibles en un amplificador de audio, ya que escucharíamos de fondo un leve zumbido producido por el ripple de la fuente.

El cálculo del capacitor se realiza estimando cuánto se puede dejar caer la tensión (ΔV) en el tiempo que tarda en recargarse (Δt), dada la corriente (I) que pide el circuito: $C = I \times \Delta t / \Delta V$. Una regla empírica dice que, para onda completa, por cada amperio de consumo se requieren unos **2000 μF** . La tensión que debe soportar el capacitor tiene que ser superior a la tensión rectificadora; se recomienda que sea cercana al doble.

Volviendo al ejemplo anterior, un capacitor de **2200 μF** y **25 V** será suficiente, ya que consumimos casi **1 A (0,8 A)**, pero debido a que disponemos de un transformador de 2 A, podríamos aprovechar mejor la corriente extra y colocar un capacitor de **4700 μF** y **25 V**.

FIGURA 14.

En esta imagen vemos los beneficios de la rectificación de onda completa, que, a diferencia de la de media onda, tiene menor ripple porque los ciclos están juntos entre sí y el capacitor se recarga en la mitad de tiempo.



MÁS SOBRE EL RIPPLE

Con la rectificación de onda completa, en el mismo tiempo tenemos dos pulsos de la corriente rectificadora en contraste con el rectificador de media onda, que sólo proporciona uno. Esto significa que, con el mismo capacitor en onda completa, habrá menor ripple.

Los reguladores de voltaje



Son los dispositivos encargados de mantener un voltaje estable a lo largo del tiempo, independientemente del consumo y de los cambios de voltaje a su entrada.

En electrónica hay muchas maneras de hacer lo mismo, pero se opta siempre por la solución más segura y económica sobre la base de las necesidades del circuito.

REGULADORES FIJOS

Existen dos tipos de reguladores: en paralelo y en serie. Los primeros son utilizados cuando la demanda de corriente es baja. En ellos se emplean diodos **zener**, que tienen la propiedad de conducir cierta corriente cuando están polarizados de forma inversa y se supera determinado nivel de voltaje (**Figura 15**).

Pongamos como ejemplo un diodo zener de **5,1 V**. Si aplicamos entre ánodo y cátodo un voltaje que

supere los **5,1 V**, el diodo comenzará a conducir corriente, manteniendo entre sus terminales una tensión cercana a **5,1 V**. Debido a que estos diodos tienen un límite en la conducción de corriente, se les agrega en serie con la tensión una resistencia limitadora de corriente, que se calcula considerando la corriente que requiere el circuito al cual se conecta, más la necesaria por el diodo para mantener la tensión de zener.

Existen dos tipos de reguladores: en paralelo y en serie

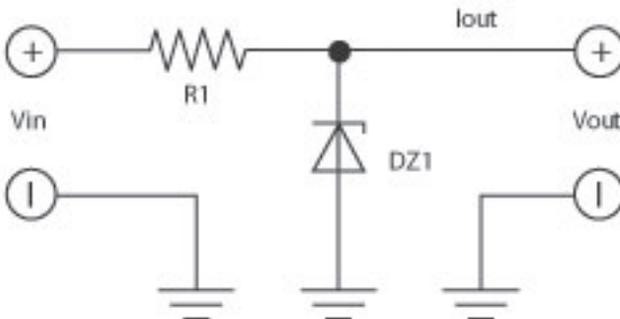


FIGURA 15.

El diodo zener deja pasar cierta corriente por sí mismo para que las variaciones de V_{in} (entrada) y la corriente de carga I_{out} (consumo) no modifiquen el voltaje V_{out} .

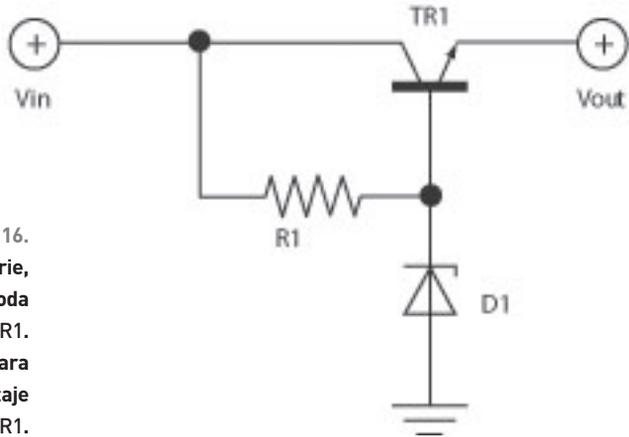
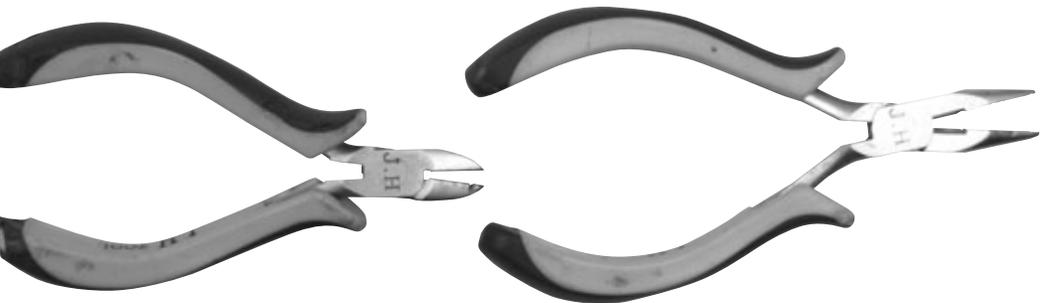


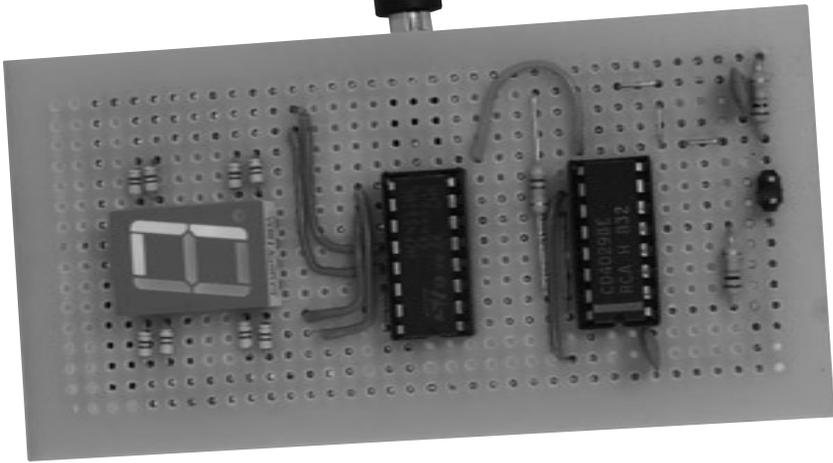
FIGURA 16.

En los reguladores serie, el componente que soporta toda la corriente es el transistor TR1. El diodo zener es usado para dar una referencia de voltaje a la base de TR1.

Por ejemplo, precisamos alimentar un circuito con **5,1 V** que consume una corriente de **20 mA**, y disponemos de una tensión de **14 V**. Escogemos el diodo **zener 1N4733**, que es de **5,1 V** y es capaz de disipar **1 W**. El fabricante dice que requiere, como mínimo, una corriente de **1 mA** para regular. Para asegurarnos la regulación, debemos considerar las peores condiciones, y ellas son: que la tensión de entrada disminuya

(por ejemplo, que baje a **12 V**) y que el circuito consuma, por momentos, el doble de corriente (**40 mA**). A partir de estos valores calculamos la resistencia serie: **[Voltaje de entrada (el más bajo) - voltaje del zener] / [corriente de consumo del circuito (la máxima) + corriente mínima necesaria por el zener]=**
(12 V - 5,1 V) / (0,040 A + 0,001 A) = 168 Ohms





Ahora supongamos que desconectamos la carga (el circuito) del diodo zener. Entonces, toda la corriente circulará por el diodo y, en el peor caso, la máxima tensión de entrada será de $(14\text{V} - 5,1\text{V}) / 168\text{ Ohms} = 53\text{ mA}$, correspondiente a una potencia de $5,1\text{ V} \times 53\text{ mA} = 270\text{ mW}$, dentro de los parámetros de operación del diodo.

En circuitos donde se requiere mayor corriente, se apela a la regulación en serie. En este caso, se utilizan transistores conectados en serie con la tensión, y se polarizan con un elemento de referencia fija como el diodo zener.

Por último, están los reguladores integrados, como el **7805**, que en su interior tiene un circuito similar al

En circuitos donde se requiere mayor corriente, se apela a la regulación en serie

regulador serie, pero con compensaciones por temperatura y protecciones contra cortocircuitos. Utilizan tres terminales: entrada, masa y salida.

Para el ejemplo anterior de la fuente de **12 V**, podremos utilizar un regulador **78T12**, que soporta hasta **3 A**. De este modo, aprovecharemos el máximo potencial del transformador.



SOBRE ZENER

Existen diodos zener de cientos de Watts. Sin embargo, su uso está restringido a ciertos circuitos de control de potencia. En nuestro caso, sólo los usaremos cuando necesitemos mantener estable un voltaje de baja corriente en determinado punto de un circuito.

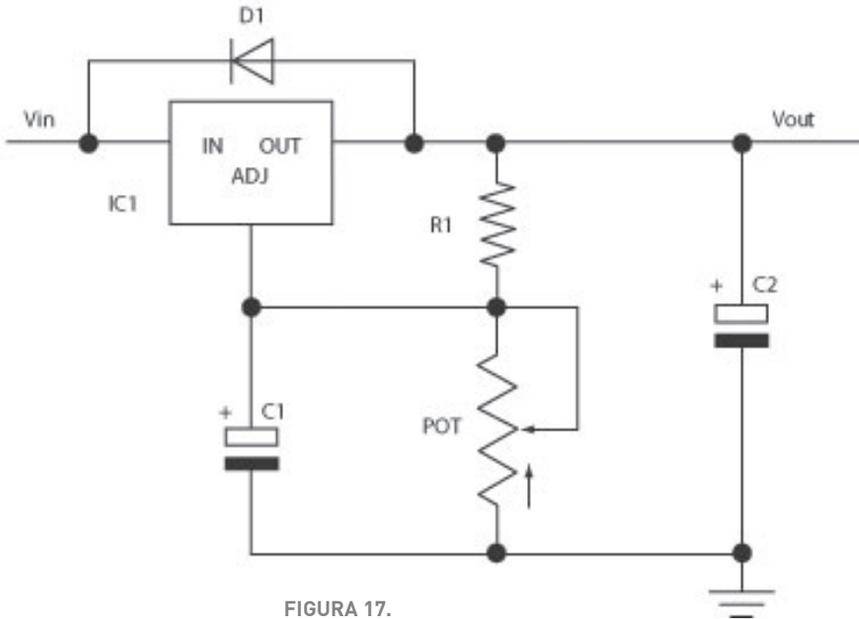


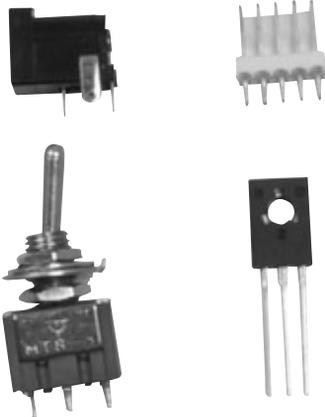
FIGURA 17.

El terminal de ajuste (adj) del LM317 se ocupa de regular su tensión de salida.

LOS REGULADORES VARIABLES

Como su nombre lo indica, estos reguladores permiten obtener una gama continua de distintos voltajes. Gracias a ellos es posible construir una fuente de alimentación universal. Como en el caso de los reguladores fijos, los reguladores variables pueden construirse a partir de componentes discretos o por medio de circuitos integrados (CI) especializados. A continuación, veremos un regulador variable construido en torno al CI LM317 (Figura 17).

El CI LM317 cuenta con tres terminales: uno es utilizado como entrada de la tensión sin regular, y otro, como salida regulada. Un tercer terminal es el encargado de controlar la tensión de salida. En la hoja de datos del fabricante encontraremos los múltiples usos de este versátil regulador.



FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA EL TALLER

Es indispensable contar con una fuente de alimentación para realizar todas las prácticas del curso y, además, utilizarla en todos los montajes que necesitemos probar.

La siguiente fuente de alimentación está diseñada para que sea un elemento de gran valor para el técnico. Fue concebida teniendo en cuenta los múltiples voltajes que se utilizan habitualmente en electrónica digital. No desaprovecharemos la oportunidad de construir una fuente que sirva para la mayoría de los circuitos digitales. Las tensiones de salida son **3.3 V**, **5 V**, **12 V** y una corriente de **1 A**.

Como en cada uno de los proyectos, lo primero que debemos tener en claro es el esquemático que especifica detalladamente las características y componentes de la fuente de alimentación que vamos a desarrollar (**Paso a paso 1**). Tomando como ruta este esquemático, evitaremos cometer errores (**Figura 18**).

En primer lugar debemos contar con todos los elementos necesarios para armar la fuente de alimentación. En nuestro caso aplicaremos los reguladores estudiados. Para los **12 V** y **5 V** emplearemos reguladores fijos **7812** y **7805** respectivamente. Para los **3,3 V** utilizaremos el versátil regulador variable **LM317** y ajustaremos el **preset** (potenciómetro de ajuste) para **3,3 V** de salida.

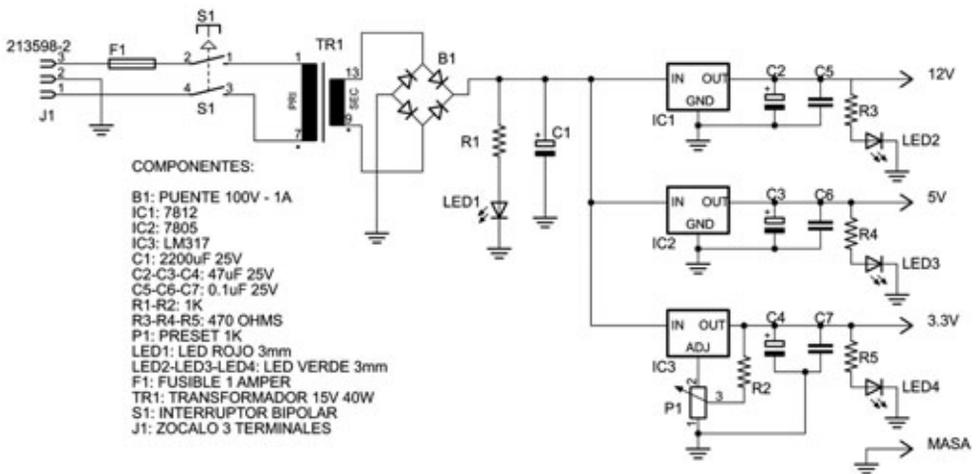


FIGURA 18.

El costo de realizar una fuente de un voltaje múltiple es casi el mismo que el de una fuente de voltaje único.

PASO A PASO /1

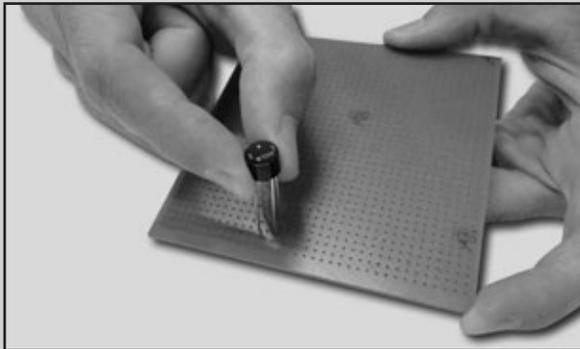
Fuente de alimentación para el taller

1

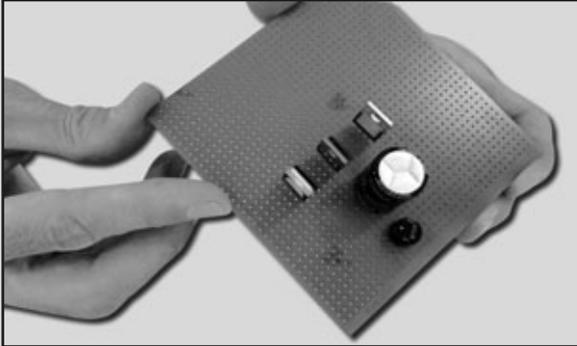


El primer paso es definir el transformador necesario. Para este fin, basta con saber cuál será el voltaje máximo que pretende extraer de la fuente. En este caso, será de **12 V** y, según lo visto en párrafos anteriores, el transformador debe proveer **14 o 15 V** de salida. Como hay varias salidas, use uno de **40 W** aproximadamente.

2



Comience por colocar el puente rectificador en la tarjeta de circuito impreso universal. Recuerde la polaridad indicada en la superficie del encapsulado, entendiendo que los símbolos ~ son las entradas de corriente alterna; + y - indican positivo y negativo respectivamente.

PASO A PASO /1 (cont.)**3**

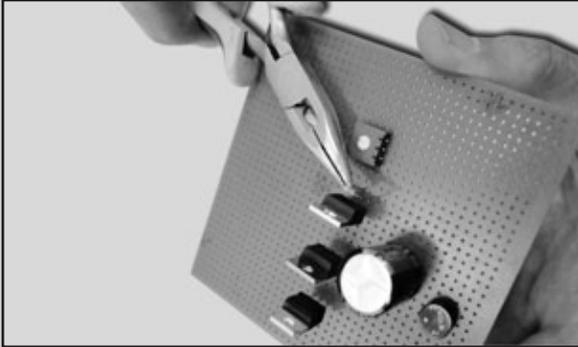
Ahora coloque el capacitor principal de filtro con el terminal positivo orientado hacia el mismo terminal de salida del puente rectificador. Inserte los reguladores fijos **7812** y **7805**, como indica la imagen. De esta manera, las conexiones que deberá efectuar serán las más cortas. Introduzca el **LM317** en el PCB según la fotografía.

4

Es momento de girar el PCB y comenzar con la soldadura de los componentes. Suelde uno a uno los terminales hasta finalizar con todos. En este momento, puede comenzar con la conexión entre ellos y, en algunos casos, podrá emplear los mismos terminales de los componentes como conexiones, soldándolos en todo su recorrido para evitar desconexiones por vibraciones.

PASO A PASO /1 (cont.)

5



Ahora introduzca el preset y la resistencia de **1K**. Gire nuevamente el PCB y suelde estos componentes. Realice las conexiones del preset y la resistencia según el esquemático. No confunda los terminales del **LM317**, ya que el primero de la izquierda es el de ajuste, el del medio es la salida, y el de la derecha, la entrada.

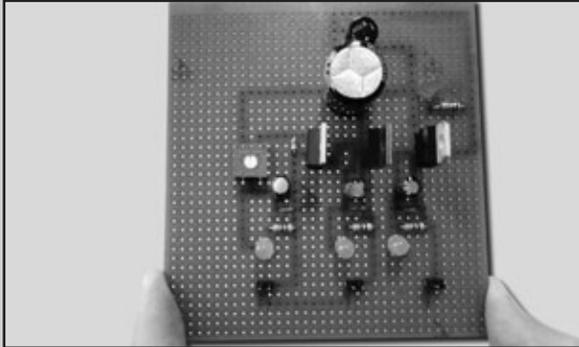
6



Coloque ahora los capacitores de desacople de salida, que consisten en uno de **10 μF 25 V** y otro de **0.1 μF** . Preste especial atención a la polaridad de estos. Por norma, los terminales más largos en los capacitores electrolíticos corresponden al terminal (+). Lo mismo ocurre con los LEDs.

PASO A PASO /1 (cont.)

7



Ahora agregue las resistencias limitadoras de corriente para los LEDs. La de **1 K** es solo para el LED conectado a la salida del rectificador y, el resto de **470 Ohms**, para las salidas reguladas. Gire el PCB y suéldelas. Luego, agregue los LEDs dejándolos a una distancia de **1 cm** del PCB para que sean más visibles.

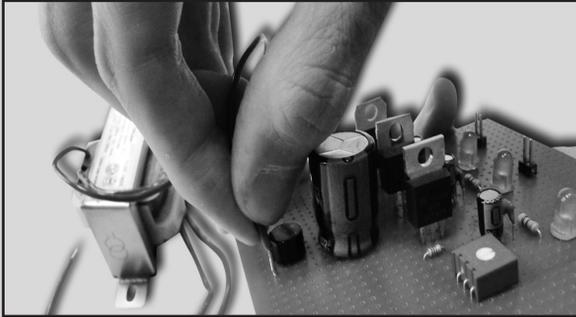
8



Conecte el transformadora a un interruptor y al cable para conectar a la toma de red eléctrica. Puede agregar un fusible en caso de cortocircuito. Agregue unos pines terminales al PCB para conectar las salidas de tensión a los bornes de un gabinete que escoja para la fuente. Finalice todas las conexiones según el esquemático.

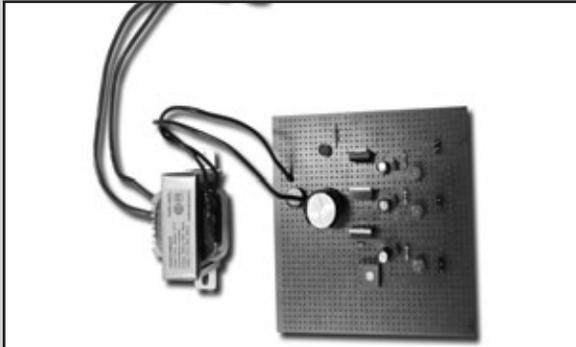
PASO A PASO /1 (cont.)

9



Conecte el secundario del transformador al PCB. Verifique con la ayuda de un multímetro configurado para medir continuidad, si no existe algún cortocircuito y si las conexiones están correctas. Preste especial atención al primario del transformador, que sea efectivamente el primario de este y no el secundario. Tome todos los recaudos antes de que su ansiedad lo lleve a conectar precipitadamente la fuente.

10



Ahora tiene la fuente armada, los componentes montados al PCB y el transformador con sus cables rojos listos para enchufar a la red eléctrica. Luego, solo tiene que encender el interruptor. Si nota algo fuera de lo común, como humo o un ruido anormal, desconecte inmediatamente todo y revise con detenimiento todo el circuito. Si todo funciona bien, deberá ver iluminarse los LEDs.

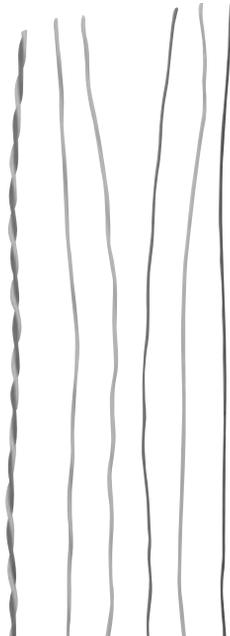
PASO A PASO /1 (cont.)

11



Conecte el multímetro a la salida de **3,3 V** para medir voltaje y, con un destornillador, ajuste el preset para obtener exactamente **3,3 V** en la pantalla del multímetro. Verifique que las salidas de **5 y 12 V** indiquen esos voltajes o aproximados **+/-0,1 V**.

En este último capítulo, estudiamos las características principales de las fuentes lineales y conmutadas conectadas a la red domiciliaria. Además analizamos los bloques constitutivos de una fuente de alimentación y sus características fundamentales. Realizamos el diseño de una fuente de alimentación simple, partiendo de las características de operación de un circuito electrónico. Vimos el armado de una fuente de taller que nos proveerá de las tensiones más comunes para trabajar con proyectos de Electrónica Digital.



Multiple choice

► **1** ¿Cómo se denomina la ondulación residual que permanece luego del proceso de rectificación y filtrado?

- a- Regulación de carga.
 - b- Estabilidad.
 - c- Eficiencia.
 - d- Ripple.
-

► **2** ¿Cómo se denomina lo que mide la variación de línea en la salida nominal de la fuente cuando ocurre una variación en la tensión de entrada?

- a- Regulación de línea.
 - b- Regulación de carga.
 - c- Estabilidad.
 - d- Eficiencia.
-

► **3** ¿Cómo se denomina la variación de carga en la salida nominal de la fuente al estar sometida a variaciones en la carga conectada a ella?

- a- Regulación de línea.
 - b- Regulación de carga.
 - c- Estabilidad.
 - d- Eficiencia.
-

► **4** ¿Cómo se denomina la variación de la tensión continua de salida respecto a las variaciones de temperatura, ya sea del ambiente o debido al calentamiento interno de la fuente?

- a- Regulación de línea.
 - b- Regulación de carga.
 - c- Estabilidad.
 - d- Eficiencia.
-

► **5** ¿Cómo se llama la medida de cuánta energía de la que utiliza la fuente para cumplir su función es realmente entregada a la carga?

- a- Regulación de línea.
 - b- Regulación de carga.
 - c- Estabilidad.
 - d- Eficiencia.
-

► **6** ¿Cómo es el costo de las fuentes de alimentación respecto de las que si tienen?

- a- Más del doble.
 - b- Menos del doble.
 - c- Igual.
 - d- Menor.
-

Respuestas: 1 d, 2 a, 3 b, 4 c, 5 d, 6 d.

Apéndice

El mercado laboral

En este apéndice,
veremos las principales salidas laborales
que nos brinda la Electrónica Digital.

El mercado laboral

La electrónica brinda en la actualidad un abanico de posibilidades laborales muy diverso. El alcance del mercado laboral hoy en día es inabarcable, ya que siempre existirá la industria que necesite digitalizar sus máquinas, desarrollar nuevas creaciones electrónicas o adaptar distintas tecnologías entre sí. Cada día es más frecuente encontrarnos en la industria o en el hogar con máquinas y dispositivos conectados a Internet. En el sector agropecuario se han realizado importantes adelantos, añadiendo unidades de control electrónico para



La electrónica brinda en la actualidad un abanico de posibilidades laborales muy diverso

optimizar el desempeño de las máquinas de siembra y cosecha. Muchas de estas innovaciones han sido creadas por hobbistas o técnicos electrónicos. Si bien el mercado actual y la masificación de los dispositivos electrónicos redujeron considerablemente sus costos y, en muchos casos, los hicieron descartables, existirán siempre aplicaciones que justifiquen la intervención de un técnico electrónico. Estas aplicaciones se cuentan por miles y son las que, a modo de resumen, expondremos en detalle a continuación.

- **Ecología:** incluimos este sector ya que, con el correr de los años, será excluyente el reemplazo de antiguos sistemas eléctricos/electrónicos por sus semejantes actuales de menor consumo. En este sentido, podremos incursionar en el desarrollo de sistemas de reemplazo con los componentes actuales del mercado.

▶ LA ELECTRÓNICA EN LA PRÁCTICA

Se efectúan diferentes tareas en la práctica diaria de la electrónica. Estas son: diagnosticar el funcionamiento de circuitos integrados, reparación y reemplazo de los pequeños componentes que forman parte de los circuitos estudiados en este libro.

- **Sector industrial:** toda industria en el mundo repara y renueva anualmente sus máquinas y equipos. Estos incluyen sistemas electrónicos de medición, sensores y actuadores.
- **Sector Informático:** dispositivos de hardware de PC, sistemas UPS (*Uninterruptible Power Supply* - **Sistema Ininterrumpido de Energía**), estabilizadores de tensión, control remoto Bluetooth, placas de capturas analógicas-digitales, entre otras opciones. Todos ellos son susceptibles de ser reparados o modificados mediante la Electrónica.
- **Telemetría y Posicionamiento:** el control a distancia realizó grandes avances en las últimas décadas. Desde controles térmicos, de suelo, posicionamiento por medio de GPS (*Global Positioning System* - **Sistema de Posicionamiento Global**) o de riego remoto y mediciones de alturas en ríos. Todos estos equipos podrán ser reparados e incluso construidos y desarrollados desde cero.

Integrar significa,
en términos electrónicos,
vincular o unir
dos o más dispositivos
electrónicos entre sí

- **Electromedicina:** se construyen y reparan permanentemente sistemas de baja complejidad, como incubadoras, esterilizadores y nebulizadores.
- **Seguridad:** en el campo de la seguridad, el técnico puede volcarse al diagnóstico y la reparación de alarmas, enlaces con el propietario, enlaces policiales y monitoreo.

Lo detallado hasta el momento es solo una muestra de las posibilidades laborales y de creaciones electrónicas posibles. Algunas áreas requerirán hacer un estudio particular, pero los principios electrónicos serán siempre los mismos. Por ejemplo,



SECTOR AUTOMOTRIZ

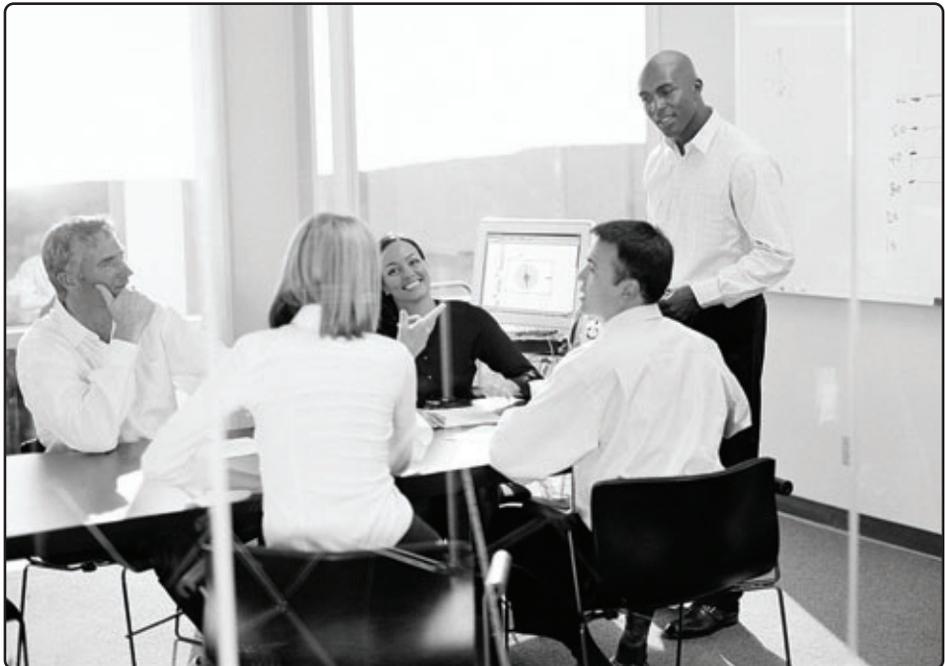
Además de todos los sectores que detallamos, no debemos olvidarnos de la industria automotriz, en donde los sistemas electrónicos tomaron gran relevancia debido a las múltiples modificaciones que se realizaron en términos de controles de manejo, confort y motorización.

una compuerta siempre será una compuerta, pero dependiendo del uso que le demos, será la acción que realice en cada caso.

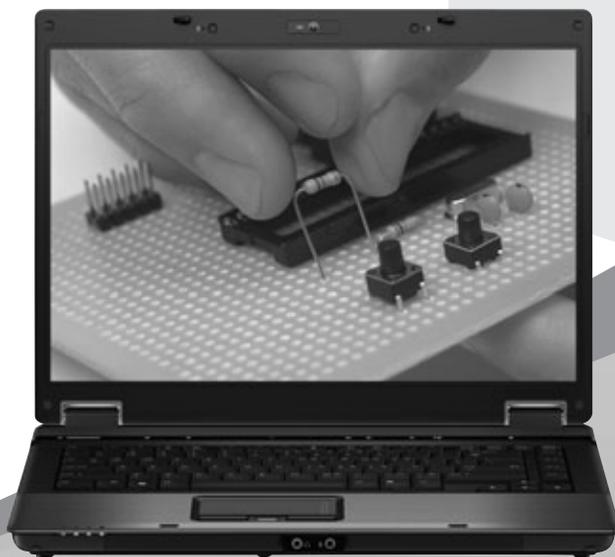
INTEGRACIÓN

Integrar significa, en términos electrónicos, vincular o unir dos o más dispositivos electrónicos entre sí, pero que cumplen funciones perfectamente definidas por separado. Hoy en día, existen miles de circuitos electrónicos con aplicaciones específicas a precios muy económicos. En muchas ocasiones, será conveniente integrar estos circuitos a nuestras necesidades en lugar de desarrollarlos y

fabricarlos desde cero, ya que seguramente el costo y el tiempo resultante serán inaceptables. Como ejemplo, supongamos que disponemos de un sistema de control de temperatura en un horno, que activa una **alarma visual** (luz) cada vez que se supera una determinada temperatura. Nosotros deseamos agregarle otro sistema para que, además, envíe un mensaje de texto **SMS** a un teléfono móvil cuando esta condición ocurra. Para ello, deberemos integrar, al sistema del horno, nuestro dispositivo SMS que permita la conexión a Internet y pueda enviar el mensaje a través de la prestadora de telefonía móvil, que dependerá de cada país en particular.



Servicios al lector



Encontraremos información adicional relacionada con el contenido que servirá para complementar lo aprendido.

Índice temático

▶ A

Aislación galvánica	147
Alicate de corte al ras	20
Alicate	18
Altium designer	87
Amperímetro analógico	60
Amplitud	76
Ancho de banda	73
Ares	89

▶ B

Banco de trabajo	16/17
Barras de acceso rápido	92
Barras de funciones y ventanas	91
Baterías	145
Bomba succionadora de estaño	20

▶ C

Cable UTP	30
Cableado de dispositivos	98
Cajones	16
Calibración	74/75
Canal	30
Cargador de baterías Ni-Cd	65/66/67
Chupador de estaño	51
Cinta desoldante	20
Circuito impreso en detalle	44/45
Circuito impreso universal	39/42/43
Clips de masa	75
Componentes discretos	14

Componentes primitivos	14
Comprobaciones de seguridad	66
Control de errores	84/85
Creación de librerías	89/90

▶ D

D'Arsonval	56/57
Descarga a tierra	15/18
Desoldado	51
Destornillador	19
Diseño de una PCB	93
Disparo	73

▶ E

Eficiencia	146
Encapsulados	105
Esquema circuital	27
Estabilidad de temperatura	146
Estaño	20/50

▶ F

Falsos contactos	31
Fase	76
Figuras de Lissajous	71
Flux	20
Flyback	148/149
Footprints	27
Fuentes conmutadas	145/148
Fuentes lineales	145/148
Función de ruteo automático	92

G

GEDA	87
Herramienta Re*centre Display	92
Herramienta Zoom	92

I

IEC 485	56
Índice de clase	60
Instrumentos de simulación	98
Interfaz de los módulos	86/
Interrupción térmica bipolar	17

K

Karl Ferdinand Braun	73
----------------------	----

L

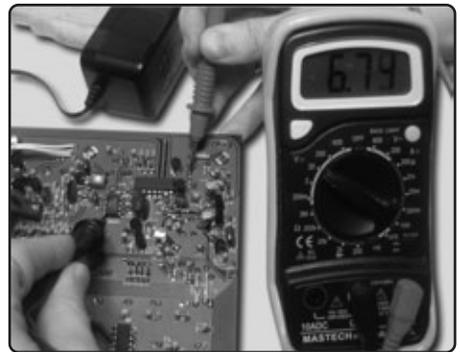
Lámpara con lupa	16
Líneas de alimentación	30

M

Manejo de capas	93
Masa circuital	30
Matafuego	18
Medición de frecuencia	77
Medición de tensión	77
Mediciones de forma de onda	76
Módulo de CAD	84
Multímetro digital	61/62/63/64/65

O

Orcad	86
Osciloscopio analógico	71
Osciloscopio de almacenamiento digital	71
Osciloscopio de fosforo digital	72
Osciloscopio	70/71/72/73/74/75/76



P

Pads	39
Pasta para soldar	20
Perfboard	39
Pinza bruselas	19
Pinza de fuerza	18
Pinza de punta	18
Pistas	39
Pspice A/D	86
Pulsera antiestática	17
Punta lógica	22
PWM	149

▶ **N**

Rectificador de media onda	153
Rectificador de onda completa	154
Rectificador puente de Graetz	155
Rectificador	152
Reglas de ruteo	103
Regulación de carga	146
Regulación de línea	146
Regulación de salida	147
Retorno de corriente	30
Ripple	146/161/162
Ruteo	27



▶ **S**

Señales digitales	12
Simulación de código	112/113
Simulador del cargador de baterías	99/100/101/102/103/ 107/108/109/110/111
Simulink	86
Sistema métrico	104/105
Soldadura para electrónica	45/46/47/48/49
Soldante	20
Sonda	22
Stripboard	39
Surco central	30

▶ **T**

Taller	16/17/18
Toma-corriente	17/18

▶ **U**

ULP	86
UPCB	43

▶ **V**

Ventana de vista completa	92
Vías	39/42
Virtual System Modeling	86

CLAVES PARA COMPRAR UN LIBRO DE COMPUTACIÓN

1 SOBRE EL AUTOR Y LA EDITORIAL

Revise que haya un cuadro "sobre el autor", en el que se informe sobre su experiencia en el tema. En cuanto a la editorial, es conveniente que sea especializada en computación.

2 PRESTE ATENCIÓN AL DISEÑO

Compruebe que el libro tenga guías visuales, explicaciones paso a paso, recuadros con información adicional y gran cantidad de pantallas. Su lectura será más ágil y atractiva que la de un libro de puro texto.

3 COMPARE PRECIOS

Suele haber grandes diferencias de precio entre libros del mismo tema; si no tiene el valor en tapa, pregunte y compare.

4 ¿TIENE VALORES AGREGADOS?

Desde un sitio exclusivo en la Red, un Servicio de Atención al Lector, la posibilidad de leer el sumario en la Web para evaluar con tranquilidad la compra, y hasta la presencia de adecuados índices temáticos, todo suma al valor de un buen libro.

5 VERIFIQUE EL IDIOMA

No solo el del texto; también revise que las pantallas incluidas en el libro estén en el mismo idioma del programa que usted utiliza.



usershop.redusers.com

VISITE NUESTRO SITIO WEB

- » Vea información más detallada sobre cada libro de este catálogo.
- » Obtenga un capítulo gratuito para evaluar la posible compra de un ejemplar.
- » Conozca qué opinaron otros lectores.
- » Compre los libros sin moverse de su casa y con importantes descuentos.
- » Publique su comentario sobre el libro que leyó.
- » Manténgase informado acerca de las últimas novedades y los próximos lanzamientos.

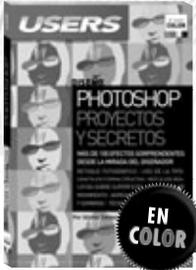
TAMBIÉN PUEDE CONSEGUIR NUESTROS LIBROS EN KIOSCOS O PUESTOS DE PERIÓDICOS, LIBRERÍAS, CADENAS COMERCIALES, SUPERMERCADOS Y CASAS DE COMPUTACIÓN.



LLEGAMOS A TODO EL MUNDO VÍA »OCA * Y **

* SOLO VÁLIDO EN LA REPÚBLICA ARGENTINA // ** VÁLIDO EN TODO EL MUNDO EXCEPTO ARGENTINA

usershop.redusers.com // usershop@redusers.com



Photoshop: proyectos y secretos

En esta obra aprenderemos a utilizar Photoshop, desde la original mirada de la autora. Con el foco puesto en la comunicación visual, a lo largo del libro adquiriremos conocimientos teóricos, al mismo tiempo que avanzaremos sobre la práctica, con todos los efectos y herramientas que ofrece el programa.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 320 páginas / 978-987-1773-25-1



WordPress

Este manual está dirigido a todos aquellos que quieran presentar sus contenidos o los de sus clientes a través de WordPress. En sus páginas el autor nos enseñará desde cómo llevar adelante la administración del blog hasta las posibilidades de interacción con las redes sociales.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 352 páginas / 978-987-1773-18-3



Administrador de servidores

Este libro es la puerta de acceso para ingresar en el apasionante mundo de los servidores. Aprenderemos desde los primeros pasos sobre la instalación, configuración, seguridad y virtualización; todo para cumplir el objetivo final de tener el control de los servidores en la palma de nuestras manos.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 352 páginas / ISBN 978-987-1773-19-0



Windows 7: Trucos y secretos

Este libro está dirigido a todos aquellos que quieran sacar el máximo provecho de Windows 7, las redes sociales y los dispositivos ultraportátiles del momento. A lo largo de sus páginas, el lector podrá adentrarse en estas tecnologías mediante trucos inéditos y consejos asombrosos.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 352 páginas / ISBN 978-987-1773-17-6



Desarrollo PHP + MySQL

Este libro presenta la fusión de dos de las herramientas más populares para el desarrollo de aplicaciones web de la actualidad: PHP y MySQL. En sus páginas, el autor nos enseñará las funciones del lenguaje, de modo de tener un acercamiento progresivo, y aplicar lo aprendido en nuestros propios desarrollos.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 432 páginas / ISBN 978-987-1773-16-9



Excel 2010

Este manual resulta ideal para quienes se inician en el uso de Excel, así como también para los usuarios que quieran conocer las nuevas herramientas que ofrece la versión 2010. La autora nos enseñará desde cómo ingresar y proteger datos hasta la forma de imprimir ahorrando papel y tiempo.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 352 páginas / ISBN 978-987-1773-15-2



¡Léalo antes Gratis!

En nuestro sitio, obtenga GRATIS un capítulo del libro de su elección antes de comprarlo.



Técnico Hardware

Esta obra es fundamental para ganar autonomía al momento de reparar la PC. Aprenderemos a diagnosticar y solucionar las fallas, así como a prevenirlas a través del mantenimiento adecuado, todo explicado en un lenguaje práctico y sencillo.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 320 páginas / ISBN 978-987-1773-14-5



PHP Avanzado

Este libro brinda todas las herramientas necesarias para acercar al trabajo diario del desarrollador los avances más importantes incorporados en PHP 6. En sus páginas, repasaremos todas las técnicas actuales para potenciar el desarrollo de sitios web.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 400 páginas / ISBN 978-987-1773-07-7



AutoCAD

Este manual nos presenta un recorrido exhaustivo por el programa más difundido en dibujo asistido por computadora a nivel mundial, en su versión 2010. En sus páginas, aprenderemos desde cómo trabajar con dibujos predeterminados hasta la realización de objetos 3D.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 384 páginas / ISBN 978-987-1773-06-0



Windows Seven Avanzado

Esta obra nos presenta un recorrido exhaustivo que nos permitirá acceder a un nuevo nivel de complejidad en el uso de Windows 7. Todas las herramientas son desarrolladas con el objetivo de acompañar al lector en el camino para ser un usuario experto.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 352 páginas / ISBN 978-987-1773-08-4



Photoshop

En este libro aprenderemos sobre las más novedosas técnicas de edición de imágenes en Photoshop. El autor nos presenta de manera clara y práctica todos los conceptos necesarios, desde la captura digital hasta las más avanzadas técnicas de retoque.

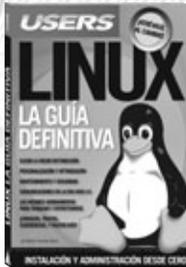
→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 320 páginas / ISBN 978-987-1773-05-3



Grabación y producción de música

En este libro repasaremos todos los aspectos del complejo mundo de la producción musical. Desde las cuestiones para tener en cuenta al momento de la composición, hasta la mezcla y el masterizado, así como la distribución final del producto.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 320 páginas / ISBN 978-987-1773-04-6



Linux

Este libro es una completa guía para migrar e iniciarse en el fascinante mundo del software libre. En su interior, el lector conocerá las características de Linux, desde su instalación hasta las opciones de entretenimiento, con todas las ventajas de seguridad que ofrece el sistema.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 320 páginas / ISBN 978-987-26013-8-6



Premiere + After Effects

Esta obra nos presenta un recorrido detallado por las aplicaciones audiovisuales de Adobe: Premiere Pro, After Effects y Soundbooth. Todas las técnicas de los profesionales, desde la captura de video hasta la creación de efectos, explicadas de forma teórica y práctica.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 320 páginas / ISBN 978-987-26013-9-3



Office 2010

En este libro aprenderemos a utilizar todas las aplicaciones de la suite, en su versión 2010. Además, su autora nos mostrará las novedades más importantes, desde los minigráficos de Excel hasta Office Web Apps, todo presentado en un libro único.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 352 páginas / ISBN 978-987-26013-6-2



Excel Paso a Paso

En esta obra encontraremos una increíble selección de proyectos pensada para aprender mediante la práctica la forma de agilizar todas las tareas diarias. Todas las actividades son desarrolladas en procedimientos paso a paso de una manera didáctica y fácil de comprender.

→ COLECCIÓN: PASO A PASO
→ 320 páginas / ISBN 978-987-26013-4-8



C#

Este libro es un completo curso de programación con C# actualizado a la versión 4.0. Ideal tanto para quienes desean migrar a este potente lenguaje, como para quienes quieran aprender a programar desde cero en Visual Studio 2010.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 400 páginas / ISBN 978-987-26013-5-5



200 Respuestas Seguridad

Esta obra es una guía básica que responde, en forma visual y práctica, a todas las preguntas que necesitamos contestar para conseguir un equipo seguro. Definiciones, consejos, claves y secretos, explicados de manera clara, sencilla y didáctica.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 320 páginas / ISBN 978-987-26013-1-7



¡Léalo antes Gratis!

En nuestro sitio, obtenga GRATIS un capítulo del libro de su elección antes de comprarlo.



Funciones en Excel

Este libro es una guía práctica de uso y aplicación de todas las funciones de la planilla de cálculo de Microsoft. Desde las funciones de siempre hasta las más complejas, todas presentadas a través de ejemplos prácticos y reales.

→ COLECCIÓN: 200 RESPUESTAS
→ 368 páginas / ISBN 978-987-26013-0-0



Proyectos con Windows 7

En esta obra aprenderemos cómo aprovechar al máximo todas las ventajas que ofrece la PC. Desde cómo participar en las redes sociales hasta las formas de montar una oficina virtual, todo presentado en 120 proyectos únicos.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 352 páginas / ISBN 978-987-663-036-8



PHP 6

Este libro es un completo curso de programación en PHP en su versión 6.0. Un lenguaje que se destaca tanto por su versatilidad como por el respaldo de una amplia comunidad de desarrolladores, que lo convierten en un punto de partida ideal para quienes comienzan a programar.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 368 páginas / ISBN 978-987-663-039-9



200 Respuestas: Blogs

Esta obra es una completa guía que responde a las preguntas más frecuentes de la gente sobre la forma de publicación más poderosa de la Web 2.0. Definiciones, consejos, claves y secretos, explicados de manera clara, sencilla y didáctica.

→ COLECCIÓN: 200 RESPUESTAS
→ 320 páginas / ISBN 978-987-663-037-5



Hardware paso a paso

En este libro encontraremos una increíble selección de actividades que abarcan todos los aspectos del hardware. Desde la actualización de la PC hasta el overclocking de sus componentes, todo en una presentación nunca antes vista, realizada íntegramente con procedimientos paso a paso.

→ COLECCIÓN: PASO A PASO
→ 320 páginas / ISBN 978-987-663-034-4



200 Respuestas: Windows 7

Esta obra es una guía básica que responde, en forma visual y práctica, a todas las preguntas que necesitamos conocer para dominar la última versión del sistema operativo de Microsoft. Definiciones, consejos, claves y secretos, explicados de manera clara, sencilla y didáctica.

→ COLECCIÓN: 200 RESPUESTAS
→ 320 páginas / ISBN 978-987-663-035-1



Office paso a paso

Este libro presenta una increíble colección de proyectos basados en la suite de oficina más usada en el mundo. Todas las actividades son desarrolladas con procedimientos paso a paso de una manera didáctica y fácil de comprender.

→ COLECCIÓN: PASO A PASO
→ 320 páginas / ISBN 978-987-663-030-6



101 Secretos de Hardware

Esta obra es la mejor guía visual y práctica sobre hardware del momento. En su interior encontraremos los consejos de los expertos sobre las nuevas tecnologías, las soluciones a los problemas más frecuentes, cómo hacer overlocking, modding, y muchos más trucos y secretos.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 352 páginas / ISBN 978-987-663-029-0



Access

Este manual nos introduce de lleno en el mundo de Access para aprender a crear y administrar bases de datos de forma profesional. Todos los secretos de una de las principales aplicaciones de Office, explicados de forma didáctica y sencilla.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 320 páginas / ISBN 978-987-663-025-2



Redes Cisco

Este libro permitirá al lector adquirir todos los conocimientos necesarios para planificar, instalar y administrar redes de computadoras. Todas las tecnologías y servicios Cisco, desarrollados de manera visual y práctica en una obra única.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 320 páginas / ISBN 978-987-663-024-5



Proyectos con Office

Esta obra nos enseña a usar las principales herramientas de Office a través de proyectos didácticos y útiles. En cada capítulo encontraremos la mejor manera de llevar adelante todas las actividades del hogar, la escuela y el trabajo.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 352 páginas / ISBN 978-987-663-023-8



Dreamweaver y Fireworks

Esta obra nos presenta las dos herramientas más poderosas para la creación de sitios web profesionales de la actualidad. A través de procedimientos paso a paso, nos muestra cómo armar un sitio real con Dreamweaver y Fireworks sin necesidad de conocimientos previos.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 320 páginas / ISBN 978-987-663-022-1



¡Léalo antes Gratis!

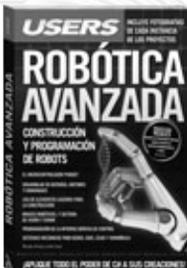
En nuestro sitio, obtenga GRATIS un capítulo del libro de su elección antes de comprarlo.



Excel revelado

Este manual contiene una selección de más de 150 consultas de usuarios de Excel y todas las respuestas de Claudio Sánchez, un reconocido experto en la famosa planilla de cálculo. Todos los problemas encuentran su solución en esta obra imperdible.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 336 páginas / ISBN 978-987-663-021-4



Robótica avanzada

Esta obra nos permitirá ingresar al fascinante mundo de la robótica. Desde el ensamblaje de las partes hasta su puesta en marcha, todo el proceso está expuesto de forma didáctica y sencilla para así crear nuestros propios robots avanzados.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 352 páginas / ISBN 978-987-663-020-7



Windows 7

En este libro encontraremos las claves y los secretos destinados a optimizar el uso de nuestra PC tanto en el trabajo como en el hogar. Aprenderemos a llevar adelante una instalación exitosa y a utilizar todas las nuevas herramientas que incluye esta versión.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 320 páginas / ISBN 978-987-663-015-3



De Windows a Linux

Esta obra nos introduce en el apasionante mundo del software libre a través de una completa guía de migración, que parte desde el sistema operativo más conocido: Windows. Aprenderemos cómo realizar gratuitamente aquellas tareas que antes hacíamos con software pago.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 336 páginas / ISBN 978-987-663-013-9



Producción y edición de video

Un libro ideal para quienes deseen realizar producciones audiovisuales con bajo presupuesto. Tanto estudiantes como profesionales encontrarán cómo adquirir las habilidades necesarias para obtener una salida laboral con una creciente demanda en el mercado.

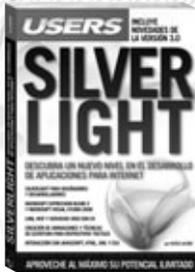
→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 336 páginas / ISBN 978-987-663-012-2



Webmaster Profesional

Esta obra explica cómo superar los problemas más frecuentes y complejos que enfrenta todo administrador de sitios web. Ideal para quienes necesiten conocer las tendencias actuales y las tecnologías en desarrollo que son materia obligada para dominar la Web 2.0.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 336 páginas / ISBN 978-987-663-011-5



Silverlight

Este manual nos introduce en un nuevo nivel en el desarrollo de aplicaciones interactivas a través de Silverlight, la opción multiplataforma de Microsoft. Quien consiga dominarlo creará aplicaciones visualmente impresionantes, acordes a los tiempos de la incipiente Web 3.0.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 352 páginas / ISBN 978-987-663-010-8



Flash Extremo

Este libro nos permitirá aprender a fondo Flash CS4 y ActionScript 3.0 para crear aplicaciones web y de escritorio. Una obra imperdible sobre uno de los recursos más empleados en la industria multimedia que nos permitirá estar a la vanguardia del desarrollo.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 320 páginas / ISBN 978-987-663-009-2



Hackers al descubierto

Esta obra presenta un panorama de las principales técnicas y herramientas utilizadas por los hackers, y de los conceptos necesarios para entender su manera de pensar, prevenir sus ataques y estar preparados ante las amenazas más frecuentes.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 352 páginas / ISBN 978-987-663-008-5



Vista avanzado

Este manual es una pieza imprescindible para convertirnos en administradores expertos de este popular sistema operativo. En sus páginas haremos un recorrido por las herramientas fundamentales para tener máximo control sobre todo lo que sucede en nuestra PC.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 352 páginas / ISBN 978-987-663-007-8



101 Secretos de Excel

Una obra absolutamente increíble, con los mejores 101 secretos para dominar el programa más importante de Office. En sus páginas encontraremos un material sin desperdicios que nos permitirá realizar las tareas más complejas de manera sencilla.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 336 páginas / ISBN 978-987-663-005-4



Electrónica & microcontroladores PIC

Una obra ideal para quienes desean aprovechar al máximo las aplicaciones prácticas de los microcontroladores PIC y entender su funcionamiento. Un material con procedimientos paso a paso y guías visuales, para crear proyectos sin límites.

→ COLECCIÓN: MANUALES USERS
→ 368 páginas / ISBN 978-987-663-002-3



USERS

PRESENTA...

¡EL PRIMER EBOOK USERS!

Sí, ya podés leer Hackers al descubierto en tu PC, notebook, Amazon Kindle, iPad, en el celular...

CONSEGUILO
DESDE CUALQUIER
PARTE DEL MUNDO

A UN PRECIO
INCREÍBLE

¿QUÉ ESTÁS
ESPERANDO?



¡LEELO
DONDE
QUIERAS!

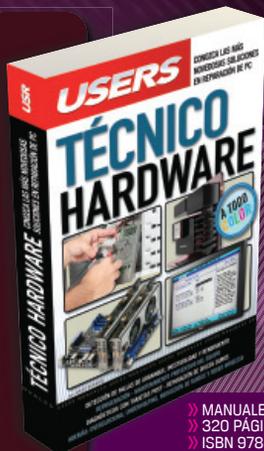
INGRESA YA A USERSHOP.REDUSERS.COM Y ENTERATE MÁS

CONÉCTESE CON LOS MEJORES LIBROS DE COMPUTACIÓN

LLEGAMOS A TODO EL MUNDO
VÍA  Y 

 usershop.redusers.com
 usershop@redusers.com

* SOLO VALIDO EN LA REPUBLICA ARGENTINA // ** VALIDO EN TODO EL MUNDO EXCEPTO ARGENTINA



CONOZCA LAS
MÁS NOVEDOSAS
SOLUCIONES EN
REPARACIÓN DE PC

- » MANUALES USERS
- » 320 PÁGINAS
- » ISBN 978-987-1773-14-5



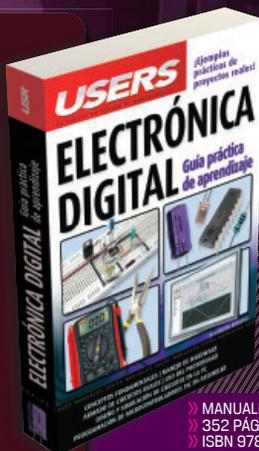
EL LIBRO DE
HARDWARE IDEAL
PARA QUIENES
NO ADMITEN
LOS LÍMITES

- » MANUALES USERS
- » 320 PÁGINAS
- » ISBN 978-987-1347-90-2



PROGRAMA
APLICACIONES
Y APRENDA LOS
MÚLTIPLES USOS
DE LOS PICS

- » MANUALES USERS
- » 368 PÁGINAS
- » ISBN 978-987-663-002-3



LOS MEJORES
PROYECTOS PARA
ARMAR CON SUS
PROPIAS MANOS

- » MANUALES USERS
- » 352 PÁGINAS
- » ISBN 978-987-1347-73-5

ELECTRÓNICA PRÁCTICA

En este libro recorreremos los conceptos básicos de la electrónica y sus aspectos prácticos. Entraremos en el taller y veremos en detalle las herramientas y los instrumentos imprescindibles. Además, conoceremos en profundidad el análisis, la construcción y la simulación de circuitos en la PC.

DENTRO DEL LIBRO ENCONTRARÁ

El taller electrónico ■ Las herramientas ■ Circuitos electrónicos ■ Protoboard ■ Construcción de circuitos impresos ■ Técnicas de soldado ■ Instrumentos de medición ■ Uso del multímetro digital ■ El osciloscopio ■ Diseño de circuitos impresos ■ Diseño y simulación ■ Simulación del cargador de baterías ■ Diseño de una fuente de alimentación ■ Los reguladores de voltaje



ADEMÁS

MICROCONTROLADORES

Funcionamiento, programación y aplicaciones prácticas

PROYECTOS CON MICROCONTROLADORES

Aprenda a desarrollar sus propias aplicaciones

NETWORKING CON MICROCONTROLADORES

Descubra cómo acceder remotamente a sus equipos

SOBRE LA COLECCIÓN: ELECTRÓNICA

- Aprendizaje guiado mediante explicaciones claras y concisas
- Proyectos prácticos basados en necesidades reales
- Consejos de los profesionales
- Infografías y procedimientos paso a paso
- Producciones fotográficas profesionales

ELECTRONICS FROM SCRATCH



In this book we will learn the basics of Electronics as well as the practical aspects to bear in mind when dealing with analysis, simulation and construction of electronic circuits.

Furthermore, we will be trained on how to use tools and electronic measuring instruments.

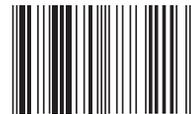
RedUSERS.com

Nuestro sitio reúne a la mayor comunidad de tecnología en América Latina. Aquí podrá comunicarse con lectores, editores y autores, y acceder a noticias, foros y blogs constantemente actualizados. Además, podrá descargar material adicional de los libros y capítulos gratuitos, o conocer nuestras otras publicaciones y acceder a comprarlas desde cualquier parte del mundo.

Si desea más información sobre el libro: Servicio de atención al lector usershop@redusers.com

NIVEL DE USUARIO			
BÁSICO	INTERMEDIO	AVANZADO	EXPERTO

ISBN 978-987-1773-21-3



9 789871 773213 >