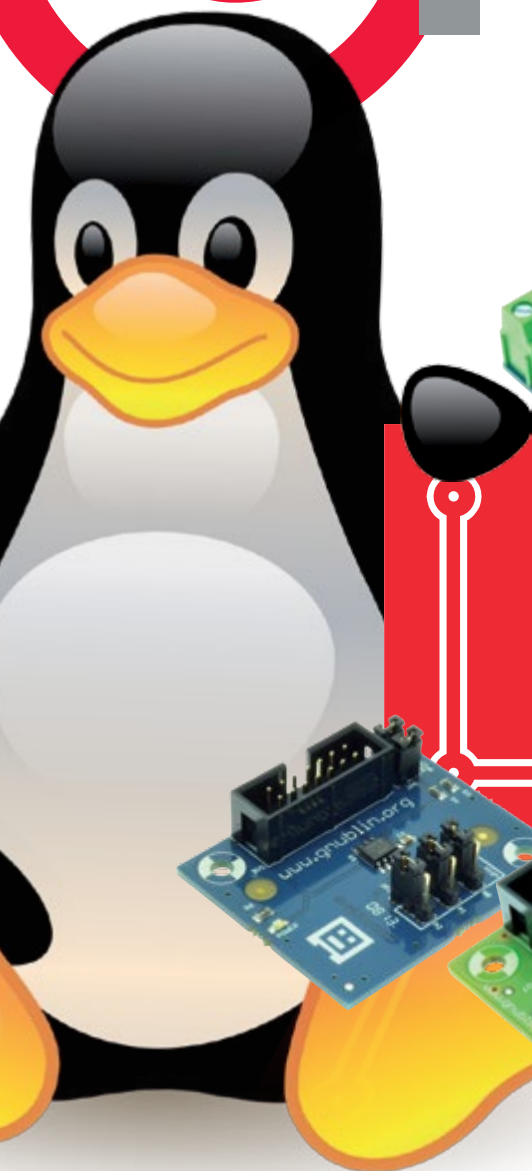


# elektor

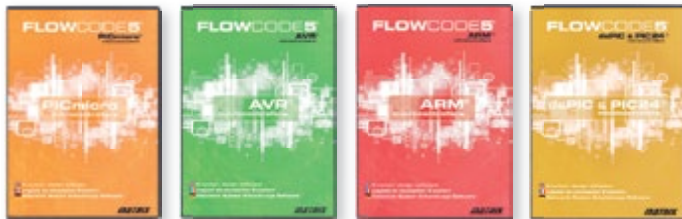


● **Q-Watt 200 watos Compactos** | Enlace RF con Código Manchester | **Placas de expansión GnuBlin** | **Software ElektorCardioscopio** | Fotodetector de movimiento con Arduino | **Termómetro USB** | Programación con Mono ● **Trucos y Consejos** ● **Medidor pH/CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> en sangre**



# Desarrollando y aprend

## FLOWCODE5



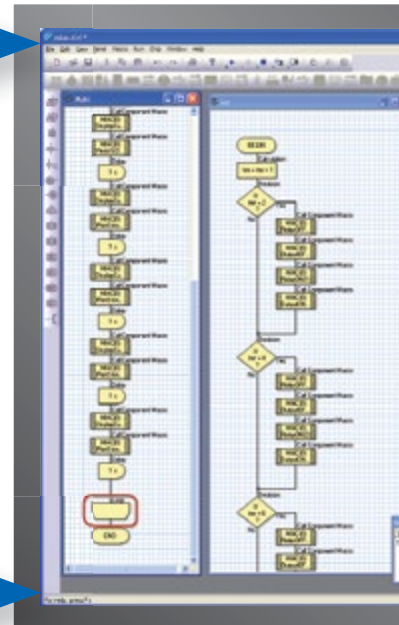
Flowcode es uno de los lenguajes de programación gráfico más avanzados del mundo para microcontroladores (PIC, AVR, ARM y dsPIC/PIC24). La gran ventaja de Flowcode es que permite a aquellos con poca o nula experiencia en programación crear sistemas electrónicos complejos en minutos.

[www.elektor.es/flowcode](http://www.elektor.es/flowcode)

## ... para electrónica



Los E-blocks son pequeñas placas de circuito que contienen cada una de ellas bloques de electrónica que se pueden encontrar típicamente en sistemas electrónicos o embebidos. Hay una gama de más de 40 circuitos independientes; de sencillas placas de LED a placas más complejas como programadores de dispositivos, Bluetooth y TCP/IP. Los E-blocks se pueden agrupar para formar una amplia variedad de sistemas que pueden ser utilizados para la enseñanza/aprendizaje de electrónica y la realización rápida de prototipos de sistemas electrónicos complejos. Están disponibles diferentes gamas de software complementario, currículo, sensores e información de aplicaciones.



## ... para control industrial



El MIAC (Matrix Industrial Automotive Controller) es una unidad de control de grado industrial que se puede utilizar para controlar una amplia gama de diferentes sistemas electrónicos incluyendo la detección, monitorización y automoción. Internamente el MIAC se basa en un potente dispositivo PICmicro de la serie 18 que se conecta directamente al puerto USB y se puede programar con Flowcode, C o Ensamblador. Con la unidad se suministra Flowcode. MIAC se suministra con interfaz industrial bus CAN estándar que permite conectar en red varios MIAC.

## Flowkit

La nueva herramienta Flowkit proporciona la depuración en circuito (In Circuit Debug o ICD) para una serie de aplicaciones Flowcode para proyectos con PIC y AVR:

- Arranca, para, pausa o ejecuta paso a paso tus programas Flowcode en tiempo real
- Monitoriza el estado de las variables en tu programa
- Altera el valor de las variables
- Depura en circuito tus proyectos Formula Flowcode, ECIO y MIAC



# Trabajando con Flowcode 5



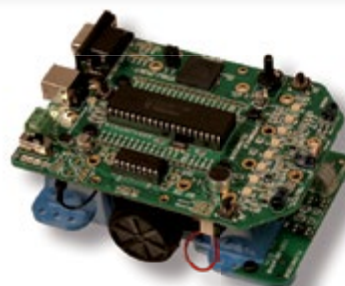
## Nuevas características en Flowcode 5

Flowcode 5 incorpora nuevas características que facilitan el desarrollo incluyendo:

- Nuevas vistas del código C y personalización
- Mejoras en la simulación
- Búsqueda y reemplazo
- Nuevas características y tipos de variables, constantes y variables de puerto
- Documentación automática del proyecto
- El nuevo explorador de proyecto hace más sencillo crear código
- Implementación de marcadores para la navegación por el programa
- El completo rediseño del sistema de interrupciones permite a los desarrolladores acceder a más prestaciones del chip
- Navegación por iconos en errores de compilación y advertencias
- Desactivación de iconos de funciones
- Anotaciones mejoradas
- Enlaces mejorados a medios de apoyo
- Soporte para módulos de expansión MIAC y MIAC bus

## ... para robótica

Formula Flowcode es un vehículo robot de bajo coste que se emplea para enseñar y aprender robótica además de facilitar una plataforma para competir en certámenes de robótica. Entre las especificaciones del buggy Formula Flowcode están la programación directa con USB, sensores para seguimiento de líneas, sensores de distancia, 8 LED en la placa, sensor de sonido, altavoz y puerto de expansión E-blocks. El buggy es adecuado para una amplia gama de ejercicios de robótica, desde el simple seguimiento de una línea a la resolución completa de un laberinto. La expansión mediante E-blocks permite añadir displays, conexiones con Bluetooth o Zigbee y GPS.



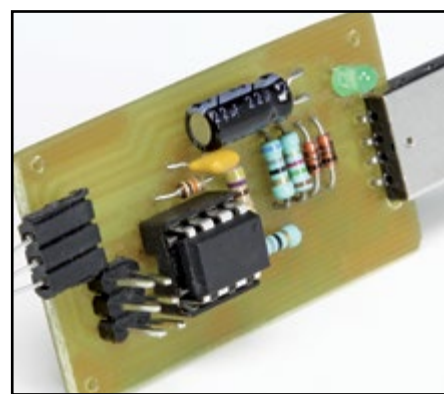
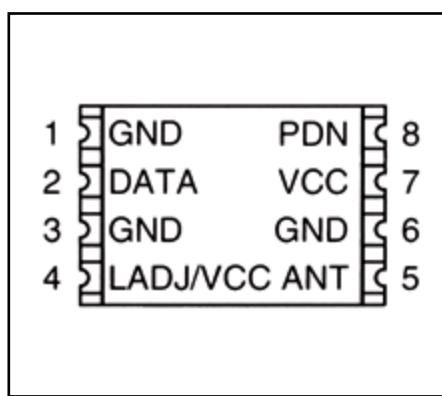
## ... para proyectos USB

Los dispositivos ECIO son potentes microcontroladores programables con 28 o 40 pines con formatos DIL estándar (0.6"). Se basan en los microcontroladores PIC serie 18 y en los ARM serie 7. El ECIO es perfecto para su uso doméstico por los estudiantes, incluso en proyectos y montar sistemas embebidos completamente integrados. El ECIO se puede programar con Flowcode, C o Ensamblador y las nuevas rutinas USB en Flowcode permiten un desarrollo ultra rápido de proyectos USB incluyendo HID USB, esclavos USB y bus serie USB (solo PIC). El ECIO se puede incorporar en tus propias placas para dotar a tus proyectos de la capacidad de ser programados mediante USB.



**Más información, productos y descargas  
gratuitas disponibles en  
[www.elektor.es/eblocks](http://www.elektor.es/eblocks)**





## Comunidad

### 14 Elektor World

- El hombre CAN
- Tomar la foto
- ¿Dónde estamos?
- El fantasma del castillo
- Desde el pedal al sillín
- Desde el plotter Mondrian a JVE CNC

## DesignSpark

### 18 Utilizando las Librerías

Neil Gruending continúa con sus consejos sobre la suite de software de diseño DesignSpark. Este mes nos revela unas formas rápidas de trabajar con bibliotecas (librerías).

### 22 Enlace Modular de RF usando Código Manchester (1)

Exploramos el uso de los módulos de radio Lynx para montar un enlace inalámbrico seguro de

medio alcance (>200 m) entre dos PCs o sistemas microcontroladores. Este mes comenzamos con una descripción de la parte hardware.

## Proyectos

### 30 Placas de Expansión Gnublin

Gracias a que se utiliza Linux como capa de abstracción común, Raspberry Pi, la placa Linux de Elektor e incluso la nueva BeagleBone Black pueden usar las placas de expansión descritas en este artículo: Módulo de Relés, Módulo de Temperatura, Módulo Display, Módulo de Motores Paso a Paso y Extensor E/S.

### 34 Q-watt: etapa de potencia de audio compacta

Fans del audio, he aquí un diseño de los afamados Laboratorios de Audio de Elektor totalmente analógico, muy potente y con muy baja distorsión. Está basado en el circuito

integrado de Texas Instruments LME49881, y tiene transistores bipolares complementarios en la etapa de salida.

### 44 ElektorCardi♥scopio Android (2)

Gran parte de la potencia y versatilidad del ElektorCardioscopio se debe al ingenioso software desarrollado para este proyecto. Este mes describimos como el microcontrolador PIC24 hace solo lo que le ha mandado el médico.

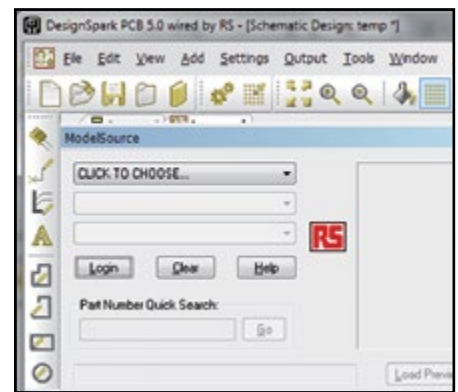
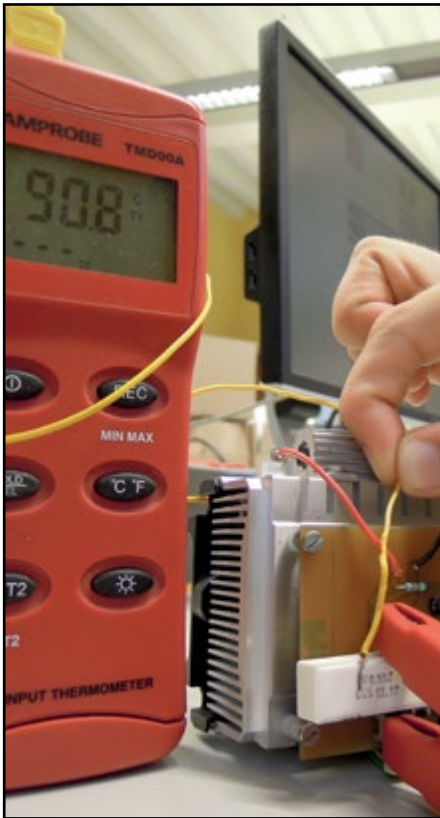
### 54 Fotodetector de movimiento con Arduino

Una lámpara nocturna que se encienda cuando alguien pase por delante, un LED IR, un par de resistencias, un condensador y un Arduino con algo de software es todo lo que necesitas para hacer fotos con detección de movimiento.

### 58 Termómetro USB

Si queremos conectar nuestra propia electrónica a un PC, entonces





entra en juego el USB. Pero en el PC hará falta el driver adecuado. He aquí una elegante solución a este problema.

#### 64 Programación con Mono

Con el framework de código abierto "Mono" podemos desarrollar aplicaciones para Windows, Linux, Mac OS e incluso para smartphones iPhone y Android.

#### ● Labs

#### 12 Consejos y Trucos

Una guía para tener éxito en Elektor.Labs y, desde allí, a la publicación en la revista.

#### 16 90 Grados y Subiendo

Los componentes se calientan y tocarlos puede ser algo realmente peligroso, en algunos casos no hay manera de evitar ponerles un disipador, como descubrió por la malas uno de los miembros junior de nuestro laboratorio.

#### ● Industria

#### 8 Noticias & Nuevos Productos

Una selección de las noticias recibidas de la industria electrónica, los laboratorios y las organizaciones.

#### 74 Nuevos Requerimientos Funcionales para las Resistencias

Los dos objetivos principales de los diseños aeronáuticos son incrementar la eficiencia del combustible y cumplir con las regulaciones anti-polución. La modesta resistencia puede ser muy útil, pero depende de sus especificaciones.

#### ● Tech the Future

#### 70 Internet @ su Capa Física

Ha crecido la preocupación sobre la tasa de crecimiento de los datos frente a la estructura de hardware que soporta Internet, particularmente en los IXs. ¿Está justificada esta inquietud?

#### ● Magazine

#### 78 Retrónica: Sistema Analizador PHM22 de Radiometer

En los años 60 se necesitaba un montón de equipos y mucha paciencia para realizar un sencillo análisis de sangre en los laboratorios de los hospitales. Editor de la Serie: Jan Buiting.

#### 81 Hexadoku

El rompecabezas mensual de Elektor con un toque electrónico.

#### 82 Próximo mes en Elektor

Un vistazo a los contenidos de la próxima edición de Elektor.



Volumen 34, Número 399, Septiembre 2013  
Depósito Legal: GU.3-1980 31/12/2006  
ISSN 0211-397X

Editor:  
Elektor International Media Spain, s.l.  
Jerez de los Caballeros, 2  
28042 – Madrid, España  
Teléfono: +34 91 101 9395  
Fax: +34 91 101 9396  
Internet: [www.elektor.es](http://www.elektor.es)

Elektor se publica 10 veces al año con edición doble para Enero/  
Febrero y Julio/Agosto.

Suscripciones:  
Elektor International Media Spain, s.l.  
Apartado de Correos 62011  
28042 – Madrid, España  
Teléfono: +34 91 101 9395  
Internet: [www.elektor.es/miembros](http://www.elektor.es/miembros)  
Email: [suscripciones@elektor.es](mailto:suscripciones@elektor.es)

Oficinas Centrales:  
Elektor International Media b.v.  
P.O. Box 11 NL-6114-ZG Susteren  
The Netherlands.  
Teléfono: +31 (0)46 4389444,  
Fax: (+31) 46 4370161

Publicidad:  
Elektor International Media Spain, s.l.  
Apartado de Correos 62011  
28042 – Madrid, España  
Teléfono: +34 91 101 9395  
Fax: +34 91 101 9396  
Internet: [www.elektor.es](http://www.elektor.es)  
Email: [publicidad@elektor.es](mailto:publicidad@elektor.es)  
Tarifas y condiciones de publicidad disponibles  
bajo petición.

**Derechos de autor**  
Los circuitos descritos en esta revista son exclusivamente para uso doméstico. Los derechos de autor de todos los gráficos, fotografías, diseños de circuitos impresos, circuitos integrados programados, discos, CD-ROM's, portadores de software y los textos de los artículos publicados en nuestros libros y revistas (que no sean anuncios de terceros) están registrados por Elektor International Media BV y no pueden ser reproducidos o difundidos de ninguna forma ni por ningún medio, incluidas fotocopias, escaneos o grabaciones, parcial o totalmente sin la previa autorización escrita del Editor. También será preciso disponer del citado permiso antes de almacenar cualquier parte de esta publicación en sistemas de recuperación de cualquier naturaleza. Los circuitos, dispositivos, componentes, etc., descritos en esta revista pueden estar protegidos bajo patente. El Editor no acepta responsabilidad alguna en ausencia de identificación de la citada patente(s) u otra protección. La presentación de diseños o artículos implica que el Editor está autorizado a modificar los textos y los diseños presentados y a utilizar los contenidos en otras publicaciones y actividades de Elektor International Media. El Editor no garantiza la devolución del material a él enviado.

**Renuncia**  
Los precios y descripciones de los productos relacionados con la publicación están sujetos a modificación. Excluidos errores y omisiones. Las opiniones expresadas a lo largo de los distintos artículos, así como el contenido de los mismos, son responsabilidad exclusiva de sus autores. Así mismo, el contenido de los mensajes publicitarios es responsabilidad de los anunciantes. Los precios y descripciones de los elementos relacionados con la publicación están sujetos a cambios. Están excluidos los errores u omisiones.

© Elektor International Media b.v. 2012

## Frutos del Bosque, Héroes Italianos, Pingüinos y Huesos Tejanos

Desde que Steve Wozniak montó un sistema basado en el microprocesador 6502, y Steve Jobs, literalmente, creó un mercado para él, la gente con inclinaciones tecnológicas nos hemos deleitado en crear y oír nombres, si no con cierto encanto, que sonarán bien: apple, raspberry, acorn, penguin, Captain Zilog, KIM, Junior. Estoy convencido de que un buen número de los nombres dados a los sistemas y plataformas de microprocesadores desde los primeros tiempos de la computación han ayudado significativamente desmitificar el arte de la programación y a mirar la línea de comandos durante horas en un monitor CRT de 15 pulgadas apuntalado con cajas de pizza.

La comunidad Linux en particular ha puesto su mira en dar nombres de producto creativos a cada nueva versión de “su” sistema operativo. Donde los “hombres trajeados” simplemente añaden el siguiente número mayor detrás del nombre de producto, una letra “b”, o un año, los seguidores del Pingüino Tux vienen con nombres que esperarías encontrar en los libros de Tolkien.

Las principales plataformas con propósito educativo y niveles de entrada claramente definidos son Raspberry Pi y Arduino, ambas ampliamente tratadas en Elektor.Magazine y Elektor.POST. Sin embargo, en buena tradición ingenieril, hay más donde elegir en mercado diversificado. La placa Linux Embebido de Elektor se une este mes a una gama de placas de ampliación mediante su conector “Gnublin” (que será un joven duende ejecutando GNU's No Unix). Las misma placas, estamos orgullosos de decir, se conectan fácilmente a la Raspberry Pi y – como acabamos de descubrir – a la BeagleBone Black.

Dale un vistazo al artículo de la página 32 para ver como nuestro módulos para controlar relés, displays, motores paso a paso, dispositivos de E/S y sensores de temperatura se pueden conectar los últimos sistemas microcontroladores embebidos ejecutando Linux como la capa de abstracción. Dejar la abstracción y la fantasía aparte nunca fue tan fácil aunque Penguin, Beagle y Gnome parecen llevarse muy bien, al menos en esta edición de Elektor. Esperemos que ninguna criatura inadaptada con mal nombre, como T-Roll o CEO2B aparezca en escena.

¡Más criaturas y creaciones en esta edición!

*Eduardo Corral, Editor*



## El Equipo

Editor:	Eduardo Corral ( <a href="mailto:e.corral@elektor.es">e.corral@elektor.es</a> )
Redacción Internacional:	Harry Baggen, Thijs Beckers, Jan Buiting, Wisse Hettinga, Denis Meyer, Jens Nickel, Clemens Valens
Equipo de diseño:	Thijs Beckers, Ton Giesberts, Luc Lemmens, Raymond Vermeulen, Jan Visser
Diseño gráfico y preimpresión:	Giel Dols, David Márquez, Mart Schroijen
Director online:	Daniëlle Mertens
Director de marca:	Wisse Hettinga
Director general:	Don Akkermans



### Spain

Eduardo Corral  
+34 91 101 93 95  
e.corral@elektor.es



### USA

Hugo Vanhaecke  
+1 860-875-2199  
h.vanhaecke@elektor.com



### Germany

Ferdinand te Walvaart  
+31 46 4389417  
f.tewalvaart@elektor.de



### France

Denis Meyer  
+31 46 4389435  
d.meyer@elektor.fr



### Netherlands

Harry Baggen  
+31 46 4389429  
h.baggen@elektor.nl



### United Kingdom

Wisse Hettinga  
+31 (0)46 4389428  
w.hettinga@elektor.com



### Italy

Maurizio del Corso  
+39 2.66504755  
m.delcorso@inware.it



### Sweden

Wisse Hettinga  
+31 46 4389428  
w.hettinga@elektor.com



### Brazil

João Martins  
+31 46 4389444  
j.martins@elektor.com



### Portugal

João Martins  
+31 46 4389444  
j.martins@elektor.com



### India

Sunil D. Malekar  
+91 9833168815  
ts@elektor.in



### Russia

Nataliya Melnikova  
+7 (965) 395 33 36  
Elektor.Russia@gmail.com



### Turkey

Zeynep Köksal  
+90 532 277 48 26  
zkoksal@beti.com.tr



### South Africa

Johan Dijk  
+27 78 2330 694 / +31 6 109 31 926  
j.dijk@elektor.com



### China

Cees Baay  
+86 21 6445 2811  
CeesBaay@gmail.com

## Nuestras redes



## Te conectamos con



## Empresas Colaboradoras



Eurocircuits  
[www.elektorpcbservice.com](http://www.elektorpcbservice.com) . . . . 17



National Instruments  
[www.ni.com/es](http://www.ni.com/es) . . . . . 77



Circuit Cellar  
[www.circuitcellar.com](http://www.circuitcellar.com) . . . . . 2



Soclutions  
[www.soclutions.com](http://www.soclutions.com) . . . . . 9

## ¿No eres patrocinador aún?

Ponte en contacto con nosotros en [publicidad@elektor.es](mailto:publicidad@elektor.es) (+34 911019395)  
para reservar tu propio espacio en la próxima edición de nuestra revista



# MOSFET Super-Junction con nuevo encapsulado de elevada eficiencia



*El TO247-4, 4-terminales, ayuda a mejorar el rendimiento medioambiental en modo activo.*

STMicroelectronics, uno de los mayores fabricantes de productos semiconductores, ha introducido el primer MDmesh V Super-Junction MOSFET con una nueva tecnología de encapsulado que incrementa la eficiencia de la circuitería eléctrica en electrodomésticos, televisores, ordenadores (PC) y fuentes de alimentación de modo conmutado.

El encapsulado TO247-4 4-lead ofrece una conexión de fuente directa usada sólo para control de conmutación, mientras que los modelos convencionales aportan una conexión tanto para conmutación

como para potencia. La carga extra contribuye a aumentar la eficiencia de conmutación y reducir las pérdidas de energía con el objetivo de permitir una operación con frecuencias más elevadas en fuentes de alimentación más compactas. ST ha desarrollado este encapsulado en colaboración con Infineon, que también ha lanzado sus propios dispositivos Super-Junction, proporcionando la flexibilidad de una segunda fuente para los usuarios. "El TO247-4 es una alternativa económica que requiere una mínima modificación de la distribución de PCB a la hora de reemplazar un dispositivo TO-247 estándar, lo que simplifica su adopción en sistemas de alimentación. Los nuevos MOSFET MDmesh con este encapsulado aportan mejoras en rendimiento medioambiental de equipos al aumentar la eficiencia energética en modos activos", señala Maurizio Giudice, Director de Marketing de la División de Transistores de Potencia de STMicroelectronics. Este novedoso encapsulado se caracteriza por una construcción interna que implementa una conexión Kelvin a la fuente. Dicha conexión evita la inductancia de la

fuentes de alimentación principal y elimina hasta un 60 % de las pérdidas de conmutación para que los diseñadores puedan usar frecuencias superiores que requieren componentes de filtrado más compactos. La combinación de este encapsulado con la tecnología MDmesh Super-Junction de ST alcanza una de las mayores eficiencias de conducción por área de silicio y logra el máximo ahorro energético posible. El STW57N65M5-4 es el primer MOSFET MDmesh con encapsulado TO247-4. Este transistor incrementa la eficiencia energética en circuitos de Corrección de Factor de Potencia (PFC) activa y convertidores eléctricos full-bridge o half-bridge de una amplia variedad de productos de electrónica de consumo e industrial. El STW57N65M5-4 también destaca por su inmunidad al ruido para reducir la vulnerabilidad a la interferencia electromagnética (EMI), elevado ratio de tensión para aumentar los márgenes de seguridad, alta capacidad  $dv/dt$  y 100 % avalanche tested para garantizar el uso en diseños ruggedizados.

[www.st.com](http://www.st.com)

# Fuentes de alimentación con modelos de baja tensión de salida de TDK-Lambda

*Fuentes de alimentación de 5 y 7.5 V con características avanzadas y elevada eficiencia para cubiertas 1U*

TDK Corporation ha anunciado la ampliación de la serie TDK-Lambda GWS500 con la incorporación de dos modelos de baja tensión de salida. Al combinar la misma eficiencia, densidad de potencia y características de standby y que el resto de unidades de la familia, las novedades de 5 y 7.5 V están especialmente indicadas para integrarse en cubiertas 1U.

Las aplicaciones típicas para estas dos nuevas fuentes de alimentación se encuentran en entornos industriales, destacando ATE, automatización, broadcast, comunicaciones, test & medida e instrumentación. Promediada a un máximo de 500 W, la



serie TDK-Lambda GWS500 se compone de fuentes de alimentación AC-DC con refrigeración mediante ventilador que tienen unas dimensiones de 105 x 218 mm y una altura de 41 mm y una densidad de potencia de hasta 8.7 W por pulgada cúbica. Los nuevos modelos poseen salidas nominales de 5 V (80 A) y 7.5 V (67 A) para complementar a las disponibles de 12,

24, 36 y 48 V en el resto de fuentes de alimentación de la serie. Estas salidas se pueden ajustar mediante compensador trim pot o fuente de tensión externa.

Todas las unidades GWS500 operan desde una entrada de 85 a 264 Vac con corrección de factor de potencia activa para garantizar compatibilidad con el estándar EN61000-3-2 e integran protección ante elevación de tensión, temperatura y corriente.

La serie TDK-Lambda GWS500, con Marcado CE de acuerdo a las directivas LV y RoHS, también supera los estándares EN55022 y CISPR22 Clase B (EMC conducida y radiada) y CSA / IEC60950-1 Edición 2 y UL / EN60950-1 (seguridad).

[www.tdk-lambda.com](http://www.tdk-lambda.com)

## Los nuevos osciloscopios digitales ISO-TECH de RS Components ofrecen medidas precisas a un precio reducido



*Los osciloscopios digitales compactos de 2 canales, permiten realizar medidas de forma rápida e intuitiva en diferentes ámbitos como: educación, servicio técnico, mantenimiento y aplicaciones de producción.*

RS Components (RS) y Allied Electronics (Allied), marcas comerciales de Electrocomponents plc, el mayor distribuidor de productos y servicios de electrónica y mantenimiento a nivel mundial, presentó la serie IDS-6000A-U de osciloscopios digitales de 2 canales para uso general de la marca ISO-TECH.

Con anchos de banda que van desde los 70 MHz a los 150 MHz, la serie IDS6000A-U dispone de un display LCD TFT en color, de 5.7 pulgadas para mejorar y simplificar la medición y mejorar la experiencia del usuario. Con un diseño compacto y ergonómico y un peso de sólo 2,5 kg, la serie IDS6000A-U dispone de modos de muestreo dobles, longitud de registro de 4.000 puntos, velocidad de muestreo en tiempo real de 250 MSa/s, una velocidad de muestreo en tiempo equivalente de 25 GSa/s que ofrece al usuario flexibilidad a la hora de procesar las señales. Diversos modos de adquisición y un máximo de 27 funciones de medidas automáticas permiten al usuario medir con exactitud las propiedades exactas de las distintas formas de onda.

La serie IDS-6000A-U proporciona un control remoto completo o captura de datos a través de un host USB y de las interfaces del dispositivo. Es compatible con PictBridge, que, conectado a una impresora compatible mediante un cable USB, facilita la impresión con botón pulsador. Está diseñado para optimizar el equilibrio de rendimiento entre la longitud de registro y la velocidad de muestreo. Su tecnología MemoryPrime permite obtener 2M puntos de datos de forma de onda, optimizando el equilibrio del rendimiento entre la longitud de memoria

y la velocidad del muestreo. Para sacarle el máximo partido a esta tecnología se utilizan las funcionalidades de *página horizontal*, u "Horizontal Page Skip" y *ajuste de tiempo* "Set Time".

Mediante la incorporación de un menú en árbol de uso sencillo, la serie IDS-6000A-U ha sido diseñada para facilitar su utilización en aplicaciones que abarcan desde laboratorios y centros de enseñanza, hasta test de productos y control de calidad, servicios de mantenimiento, soporte post-venta, desarrollo y mejora de productos.

La serie IDS-6000A-U forma parte de la gama de productos de prueba y medida de ISO-TECH, una marca propia de RS Components que ofrece una excelente relación calidad-precio, con el mismo rendimiento y especificaciones de las marcas con precios superiores.

[es.rs-online.com](http://es.rs-online.com)

Publicidad

**HA NACIDO EL MÓDULO LINUX**  
(y ya está listo)

- **SEGURO**
  - Todas las claves se gestionan en un cripto-procesador "embebido".
  - Apps Seguras: Proteja sus aplicaciones frente a accesos no autorizados.
  - Disponible un sistema de ficheros encriptados.
- **EXPANDIBLE**  
Añada nuevas funcionalidades de forma sencilla.
- **INTEGRADO**  
1 ó 2 puertos Ethernet integrados.

[www.soclutions.com/products/linux-module](http://www.soclutions.com/products/linux-module)

# Condensadores electrolíticos de aluminio para electrónica de automoción

*Los nuevos diseños de carga axial ofrecen mayor capacidad de corriente de rizado con menor volumen que soluciones single-ended.*

TDK Corporation empresa representada en España por Anatron, S.A., ha anunciado una nueva serie de condensadores electrolíticos de aluminio de carga axial EPCOS para electrónica de automoción. Estos componentes rugerizados, compatibles con la directiva RoHS, se distinguen por elevada capacidad de corriente de rizado y alta resistencia de vibración.

Gracias a los bajos valores de Resistencia Serie Equivalente (ESR) y a la reducción de la resistencia térmica interna, el self-heating de la serie B41689 es significativamente menor. Esto permite incrementar la capacidad de corriente de rizado un 50 por ciento en comparación con series de carga axial estándar.



Como consecuencia, se requieren menos condensadores conectados en paralelo para hacer frente a requerimientos extremos. Así, se contribuye a reducir costes y aumentar la fiabilidad.

Esta serie de condensadores de carga axial logra la misma capacidad de corriente de rizado de condensadores single-ended con un 60 por ciento menos de volumen.

Los nuevos modelos han sido desarrollados para operar en rango de temperatura de -55 a +150 °C y alcanzar una vida útil de 10.000 horas (a +125 °C). También destacan por estar promediados para 25, 40 y 63 VDC y ofrecer una capacitancia de 270 a 4500 µF.

El diseño mecánico optimizado permite elevada estabilidad con vibración de hasta 40 g. Todos los modelos de la nueva serie se encuentran disponibles en varios diseños mecánicos, como condensadores soldering star o de carga axial con láminas double-sided.

Las aplicaciones para estos condensadores rugerizados incluyen sistemas de gestión de motor e inyección de combustible, controladores de caja de cambios, dirección asistida y unidades de control para ventiladores, limpiaparabrisas y bombas de aceite o agua.

[www.anatron.com](http://www.anatron.com)

# Magnetómetro monochip de tres ejes para Smartphones y dispositivos de navegación

*El LIS3MDL completa el portfolio de ST de sensores magnéticos, de aceleración y giroscópicos para incrementar la flexibilidad de diseño.*

STMicroelectronics, uno de los mayores fabricantes de productos semiconductores, ha ampliado su portfolio de sensores MEMS con un nuevo magnetómetro de tres ejes que aporta elevado rendimiento en un encapsulado diminuto (2 x 2 x 1 mm).

La combinación de formato compacto y altas prestaciones es ideal en teléfonos móviles, tablets o dispositivos de navegación. Este magnetómetro standalone se adecua perfectamente a aplicaciones de navegación en interiores, donde calcula dead-reckoning cuando la señal del satélite no se encuentra disponible.

El modelo LIS3MDL ofrece la flexibilidad de implementar detección de movimiento y posición en productos con limitaciones de tamaño, como Smartphones y dispositivos de navegación.



El magnetómetro también puede trabajar con otros sensores MEMS de ST, como acelerómetros o giroscopios de tres ejes

para proporcionar soluciones con hasta nueve grados de libertad (DOF).

Usando el software iNEMO Engine Sensor Fusion de ST, los diseñadores pueden aumentar las capacidades de localización-detección al integrar sensores miniaturizados adicionales para sensado multiple-DOF (M-DOF). Este software permite coordinar cualquier combinación de sensores para crear sistemas M-DOF de alta calidad en servicios de localización, juegos y soluciones de navegación.

Por ejemplo, al añadir un sensor de presión MEMS (para sensado de altitud) se contribuye a mejorar la precisión y el soporte de la funcionalidad de un Smartphone.

[www.st.com](http://www.st.com)



## Fuentes de alimentación programables de 800 W

*Unidades Z+800 para aplicaciones standalone o de sistema con posibilidad de montaje en rack 2U.*

TDK Corporation ha ampliado su serie TDK-Lambda Z+ de fuentes de alimentación DC programables con la introducción de la gama Z+800 con un mayor rango de potencia.

Estas unidades de 800 W, que ofrecen las mismas características que los modelos Z+200 y Z+400 de menor potencia, responden a las necesidades de fuentes de alimentación benchtop de elevada calidad en entornos de investigación y desarrollo (I+D). Al compartir el formato de las fuentes Z+200 y Z+400, la gama Z+800 exhibe una densidad de potencia extremadamente alta y está especialmente indicada en montaje en rack 2U (ATE y OEM) o aplicaciones integradas, como test y medida, Semiconductor Burn-in, pruebas de componentes, diodos láser, fuentes de calor, amplificadores RF y electroimanes. Los modelos de la serie Z+800 se



encuentran disponibles con tensiones de salida de hasta 100 Vdc y corrientes de salida de hasta 72 A. Estas fuentes de alimentación pueden operar en modos de tensión y corriente constantes y aceptan

una entrada universal (85 – 265 Vac). También es posible crear sistemas de mayor potencia mediante la conexión de hasta seis unidades en paralelo con corriente activa compartida. Y, para incrementar la tensión de salida o proporcionar una salida bipolar, se pueden conectar dos unidades en serie.

Todos las fuentes de alimentación Z+800 se pueden programar a través del panel frontal o de forma remota, usando los interfaces USB, RS232 / 485 o analógicos integrados en cada equipo. También existe la opción de contar con interfaces de programación LAN, GPIB (IEEE488) y aislados.

Los modelos Z+800, con Marcado CE y cinco años de garantía, cumplen los estándares EN55022-B, FCC 15-B y VCCI-B para EMI conducida y radiada y poseen las aprobaciones de seguridad UL / EN / IEC61010-1 y UL / EN60950-1.

[www.tdk-lambda.com](http://www.tdk-lambda.com)

## Controladores de corriente / tensión off-line

*El FT838D y el FT838NB son ideales en aplicaciones con fuentes de alimentación AC / DC.*

Fremont Micro Devices, empresa representada en España por Anatron, S.A., ha anunciado dos circuitos integrados (IC) controladores de fuente de alimentación AC/DC de elevado rendimiento.

Estos dispositivos son ideales en aplicaciones con fuentes de alimentación en modo conmutación off-line, incluyendo cargadores de batería y adaptadores para teléfonos móviles, PDA y reproductores MP3.

El FT838D y el FT838NB, que suponen las últimas incorporaciones al catálogo de soluciones de Gestión de Potencia de



Fremont Micro Devices, se encuentran disponibles en tres versiones diferentes con capacidad de compensación de cable del 3, 6 y 9 por ciento.

La tecnología de la representada de Anatron permite una respuesta dinámica rápida sin ruido en todo el rango opera-

tivo de aplicaciones con salida de 1 a 18 W.

Funciones como Under Voltage Lock-out y Leading Edge Banking con una corriente operativa de 500  $\mu$ A ayudan a reducir el consumo de energía y mejorar la fiabilidad de sistema.

Estos controladores también destacan por un control start up (2  $\mu$ A) que minimiza la pérdida de potencia durante la operación y permite un arranque rápido.

El FT838D se suministra en un encapsulado SOT23-5, mientras que el FT838NB está disponible en un encapsulado SOP-8.

El FT838D se suministra en un encapsulado SOT23-5, mientras que el FT838NB está disponible en un encapsulado SOP-8.

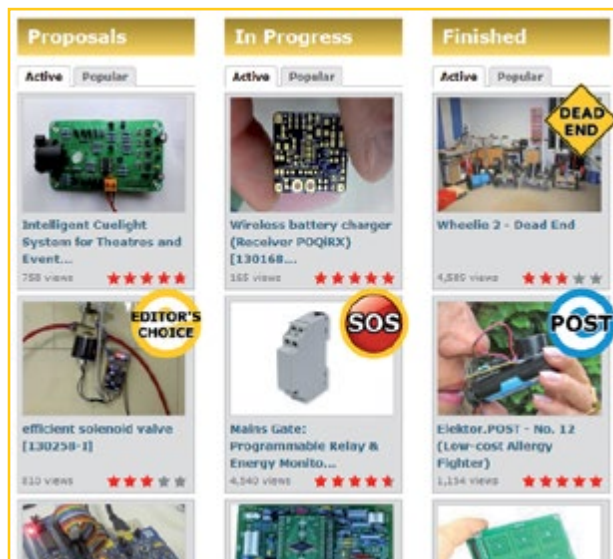
[www.anatron.com](http://www.anatron.com)

# Consejos y trucos



**Clemens Valens**  
(Elektor .Labs)

El verano se ha terminado, los proyectos ya se han hecho, ahora toca documentar todo en Elektor.Labs. Estos son algunos consejos y trucos para sacar más provecho de vuestras publicaciones “en línea”.



## Iconos

Seguimos mejorando la página web Elektor.Labs añadiendo herramientas útiles. Se trata de un proceso evolutivo que, tan pronto como descubrimos nuevas necesidades, se van añadiendo. Una de las últimas incorporaciones viene en forma de iconos, que probablemente ya hayáis visto en la página principal. Actualmente se pueden usar cuatro iconos para llamar la atención de un determinado proyecto. Dos de estos iconos, el icono de Post azul y el icono amarillo de elección del Editor, están controlados por los editores de Elektor. Los iconos de “Dead-end” y “SOS” (Sin Salida y Ayuda) están disponibles para todos los remitentes (‘posteadores’). Se pueden activar para que otros usuarios sepan que necesitáis ayuda o que estáis atascados. Tenéis que tener en cuenta que cuando se activa el icono ‘Dead-end’, vuestro proyecto puede ser movido a la columna de Finalizados, así que hay que usarlo con cuidado.

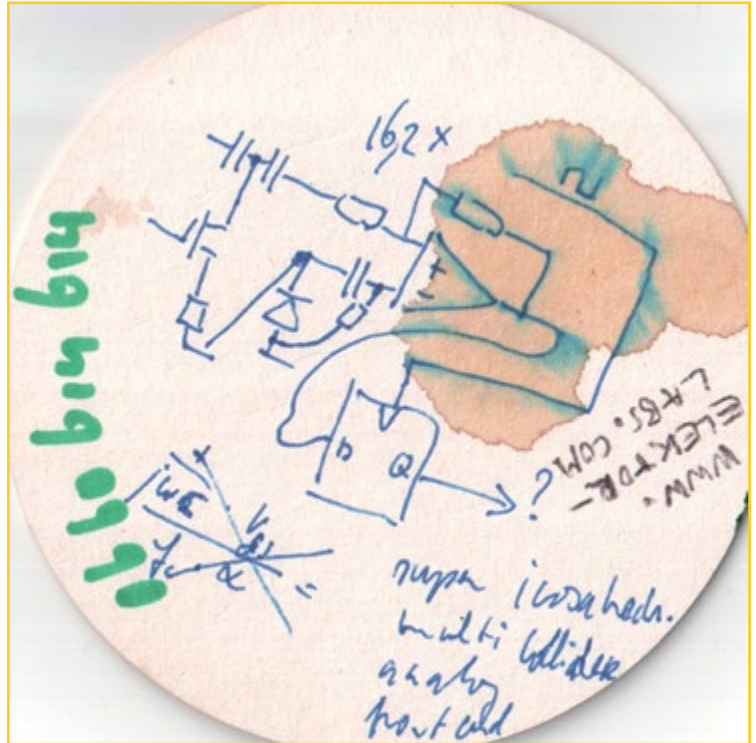
La página principal de Elektor.Labs ahora dispone de iconos.



Aquí es donde podéis activar un icono para vuestro proyecto.

## Visibilidad del proyecto

Aunque pensemos que las ilustraciones de la cabecera de los proyectos son opcionales, os recomendamos encarecidamente que subáis una foto o un dibujo cualquiera, por la sencilla razón de que los proyectos bien ilustrados tienen una prioridad más alta y están en las primeras posiciones de las listas. Cada vez que actualicéis vuestro proyecto (al pulsar sobre el botón Guardar), éste es movido a la parte superior de la lista *si tiene una foto en el encabezado del proyecto*. La página web ofrece una bonita imagen por defecto de un garabato en una esfera de cartón (o “posavasos para la bebida”, como preferiréis), pero es ignorada por el mecanismo de calificación.



No debéis olvidar reemplazar la fotografía de cabecera del proyecto que viene por defecto por una buena foto de vuestro proyecto. Mejorará la visibilidad de vuestro proyecto.

[www.elektor-labs.com](http://www.elektor-labs.com)

## Usuarios activos

Algunas personas son muy activas en Elektor.Labs y eso nos gusta mucho. Como estos usuarios son importantes para nosotros, hemos elaborado un mecanismo de puntuación que nos permita identificar ‘posteadores’ activos de una manera objetiva. De vez en cuando en Elektor regalamos algo de hardware, libros u otras cosillas, y los usuarios activos serán los primeros de la lista en recibir estos regalos. El sistema de puntuación es simple: la publicación de un proyecto vale cuatro puntos, la contribución vale dos puntos y cada comentario un punto. Por supuesto, el siguiente paso en el que estamos trabajando, es para que los resultados estén visibles en la página.

PD: Tenéis que tener en cuenta que la calificación no está totalmente automatizada, están involucradas personas reales, por lo que la publicación de proyectos, aportes o comentarios basura (en resumen, Spam), no os llevará a ninguna parte. Incluso podemos llegar a bloquearos el acceso.

## Contraseñas y direcciones de correo electrónico

Este es un tema espinoso y, comprensiblemente, seguimos recibiendo preguntas al respecto. Lo más importante que debéis saber como miembros de Elektor es que, por razones históricas, actualmente contamos con dos sistemas independientes, con dos dominios de acceso diferentes. Estamos trabajando en la unificación de todo, pero, por desgracia, eso lleva su tiempo. El dominio Elektor.com [de, nl, fr, es], Elektor.Post y la cuenta Elektor.Store no es el mismo que el dominio Elektor.Labs y la cuenta Elektor.Magazine. Podéis hacernos las cosas más sencillas utilizando la misma dirección de correo electrónico y contraseña de ambas cuentas, pero no es obligatorio.

Si queréis cambiar la dirección de correo electrónico sólo tenéis que contactar con nosotros enviando vuestras direcciones de correo electrónico antiguas y las nuevas a [service@elektor.com](mailto:service@elektor.com) o [labs@elektor.com](mailto:labs@elektor.com) y nosotros lo haremos en vuestro nombre.



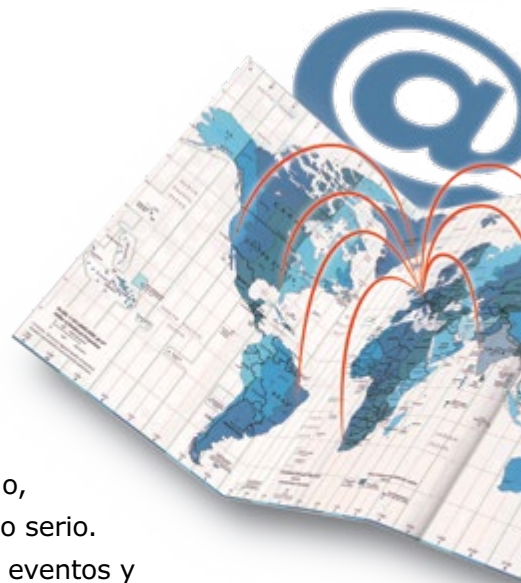
Dos cuentas requieren dos juegos de credenciales de registro.



# Elektor World

Compilado por  
**Wisse Hettinga**

Cada día, cada hora, cada minuto, en todo momento, los diseñadores y aficionados no dejan de idear, ajustar, crear ingeniería inversa y desarrollar nuevos productos electrónicos, principalmente como diversión pero, de vez en cuando, lo que resulta divertido se convierte en un negocio serio. Elektor World crea conexiones con algunos de los eventos y actividades, tanto por diversión como por negocios.



## **El Hombre CAN**

En la preparación de un proyecto sobre CAN, Jan Visser, miembro del equipo de los laboratorios de Elektor, invitó a su desarrollador, Hugo Stiers, a asistir a nuestras instalaciones para tratar algunos problemas con el diseño. Esta visita acabó con una tarde dedicada al Mundo CAN! Hugo es un experto en el mundo CAN y, previamente, un instructor con los camiones DAF. Es el tipo de técnico que sólo cree en lo que sus manos pueden tocar, por lo que trajo un montón de cajas, PCBs, cables y portátiles que le daban soporte en el campo de pruebas.

Ver a Hugo y a Jan trabajando juntos en este proyecto fue un gran placer. En apenas un momento, crearon su propio "mundo de cables", donde el tiempo parecía no existir. El resultado de varias horas de concentración: ¡todo funcionaba como debía! Jan terminó los detalles finales del proyecto CAN, que ha sido publicado en alguna parte de esta entrega. Gracias Hugo, por visitar los laboratorios de Elektor.

## **Tomar la foto**

¿Aún estás valorando qué puedes hacer con Arduino? Huib Theunissen, socio de uno de los miembros de nuestro equipo, nos sorprendió con una serie de fotografías de "un único disparo", todas ellas temporizadas y disparadas con una placa Aduino. Ha utilizado el total de las seis salidas de la placa para disparar gotas de diferentes líquidos de colores, una escopeta de aire comprimido que dispara balines, el flash y el disparador de su cámara. Después de sincronizar estos eventos de forma meticulosa durante un segundo, se toma una bonita fotografía.

Huib selecciona esta fotografía para nuestros lectores, 'The Speed of Life' ('La Velocidad de la Vida'), con la que ganó su primer premio en el concurso de Nikon. ¡Felicidades Huib! Buscad más información sobre este trabajo en [www.facebook.com/druppelfotos](http://www.facebook.com/druppelfotos). Ahora os toca a vosotros pensar en hacer algo chulo con Arduino.



## 🇬🇧 ¿Dónde estamos?

Estamos en 'The Kite' ('El Milano'), en Oxford, un local situado al lado de la estación de tren que ofrece algunas habitaciones en su parte superior para los cansados viajeros. El Responsable del Servicio al Cliente, Johan Dijk, y yo estábamos inmersos en una agradable reunión con representantes de RS Components, tratando de cómo conseguir que la propuesta de borrador que estábamos realizando acabase en un contrato firmado. La chica de detrás de la barra no pudo evitar escucharnos por casualidad y se ofreció a ayudarnos: "Os puedo ayudar con una cerveza (apuntando hacia la barra) y haceros una foto con ella en la mano como prueba... ¡Y aquí estamos!



## 🇳🇱 El Fantasma del castillo

Nos sorprendimos un poco al encontrar a gente de la LPI (League of Paranormal Investigators, es decir, Liga de Investigadores de lo Paranormal) andando por el castillo... ¡a la caza de un fantasma! Estaban buscando restos sobrenaturales de soldados franceses que murieron en el castillo y el espíritu de Entgen Luyten, la última bruja "oficial" de Holanda. La historia cuenta que ella se ahorcó en una celda del castillo. Mart, nuestro fotógrafo, siguió a los cazadores de fantasmas, tomó algunas fotografías... y captó algo poco usual. Usando el flash de la cámara fue capaz de capturar el verdadero espíritu cazador... ¡"Allí, justo delante de ti"!



## 🇳🇱 Desde el pedal al sillín

Los holandeses están orgullosos de ser una nación que ama la bicicleta. Durante el día todo va bien, pero cuando cae la noche nos peleamos para conseguir que las luces de nuestras queridas bicicletas funcionen y evitar una multa importante por parte de la policía. La mayoría de las bicicletas están equipadas con pequeñas dinamos. De esta manera, la energía del pedal se utiliza para generar la electricidad para nuestras luces. Pero la contrapartida es que siempre hay algo roto y terminamos intentando evitar ser parados por la policía. Wouter Eisema, del Hanzehogeschool de ingeniería, se nos presentó con una solución completamente diferente. El calor de nuestro sillín (o más precisamente, el de nuestro trasero), se convierte en electricidad mediante elementos 'peltier' que controlan los LEDs montados en la parte trasera del sillín. ¿iNo es algo interesante!? Estamos pensando la publicación del proyecto completo en un futuro próximo.

## 🇳🇱 Desde el plotter Mondriaan a JVE CNC

En 1987 publicamos un plotter DIY de tres colores, llamado Mondriaan. Entre la mucha gente que montó este proyecto estaba Jonas Vos, un joven artista. Fue su primer proyecto con Elektor y su primer paso en hacer arte usando máquinas. Ahora, profesor de la academia Jan van Eyck de Maastricht, ha decidido construir su propia máquina CNC: ¡la más grande! Esta máquina procesa todo tipo de materiales en un área XYZ de 180x240x80 cm. Los estudiantes pueden usar esta máquina para procesar objetos enormes. En la foto podemos ver a Jonas con su máquina y trabajando con ella.

Más información en la página de la academia Jan van Eyck: [www.janvaneyck.nl](http://www.janvaneyck.nl)





# 90 Grados y Subiendo

**Thijs Beckers**  
(Editor Adjunto)

No era sólo la temperatura fuera del Castillo de Elektor la que subió significativamente este verano. Mientras comprobaba su prototipo del circuito de prueba de pilas, que iba a ser publicado muy pronto, el miembro del laboratorio Tim Uiterwijk se vio sorprendido al medir la temperatura de una resistencia serie de 7 W (el gran hombre blanco de la imagen que sujeta el termómetro sensor) y ver que estaba ibastante por encima de los 90°!

Esto no era lo esperado, ya que la energía disipada calculada ( $P_{\text{diss}}$ ) estaba por debajo de los 7 W, y la potencia que podía disipar la resistencia bobinada estaba de acuerdo con sus especificaciones. La potencia disipada se podía calcular fácilmente usando la conocida fórmula:

$$P_{\text{diss}} = I^2 \times R.$$

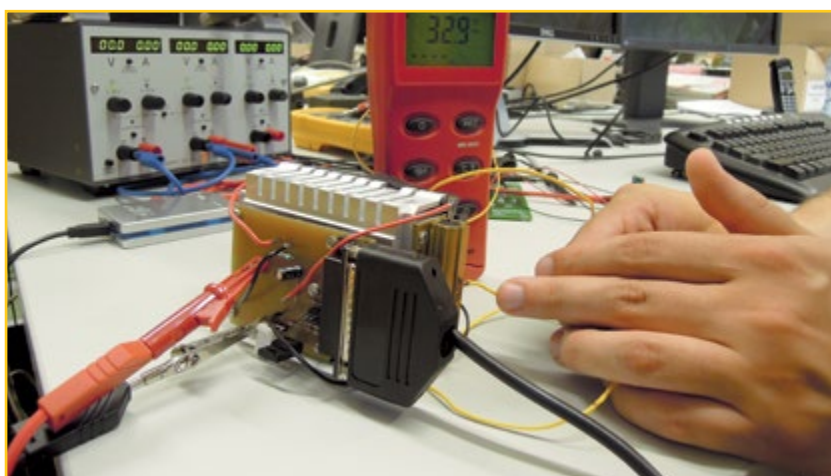
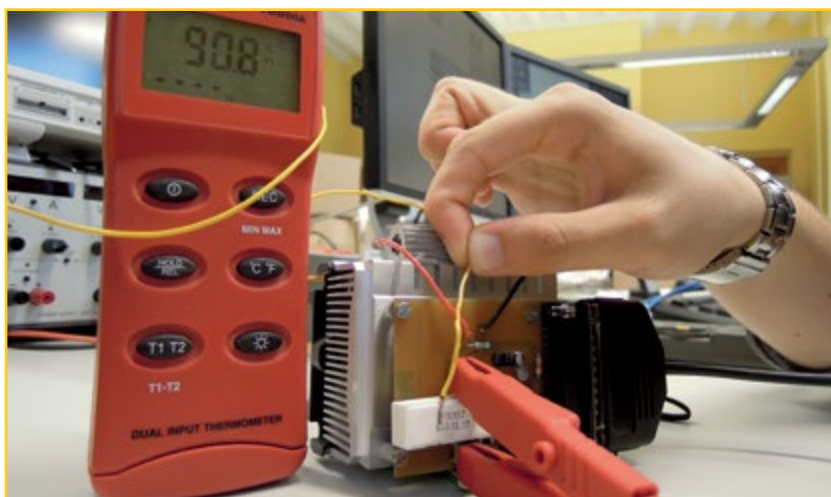
Aunque el límite superior de la corriente a través de esta resistencia se había calculado que fuese de 8 A, durante la prueba había sido limitada a 4.5 A. Así pues, en este caso (con  $I = 4.5 \text{ A}$  y  $R = 0,1 \Omega$ ), con sólo  $(4.5^2 \times 0,1) \approx 2$  vatios, esta resistencia cerámica relativamente grande se había calentado *muy rápido*. Demasiado caliente, realmente. En general, en nuestros laboratorios consideramos que no es buena práctica trabajar con cualquier componente que supere una temperatura corporal de 80°C. Por lo tanto, se tuvo que encontrar una solución.

Como podemos ver en la imagen, el circuito está montado sobre un radiador. Este radiador es un refrigerador “estándar” de CPU (con ventilador), diseñado para un procesador Intel P4. Debido principalmente a su flujo de aire activo, este tipo de radiador alardea de una resistencia térmica con el aire muy baja: del orden de 0,40 K/W. Por lo tanto, son excelentes para disipar gran cantidad de calor: dependiendo del modelo de CPU en el PC se puede llegar a generar fácilmente los 125 W, por lo que, obviamente, tiene que ser capaz de trabajar con estos rangos. Además, ya había montada sobre el radiador otra resistencia tipo “shunt” (en la parte superior de la foto de arriba), pero había espacio suficiente para montar una segunda.

Tim intercambio la resistencia cerámica con una resistencia de potencia bobinado de encapsulado de aluminio, capaz de soportar hasta 50 W, y montó ambas resistencia de potencia en las caras del radiador donde el flujo de aire era más elevado. Ver la foto de abajo. Esta solución demostró ser adecuada, donde la resistencia de potencia que antes se calentaba el exceso, ahora sólo alcanzaba los 33 °C en idénticas circunstancias. Con una corriente máxima (limitada por programa) de 8 A, la resistencia se calentaba ahora hasta unos 50 °C, lo que cumplirá con las normas de “nada por encima de los 80°”, disponiendo aún de un cierto margen de trabajo. En teoría, la resistencia de 50 W debería ser capaz de trabajar con corrientes de hasta 22 A y con temperaturas de hasta 250 °C (!), Pero estos extremos nunca se alcanzarán en nuestra aplicación.

Problema resuelto. Manteneos atentos en nuestras próximas ediciones donde pronto encontraréis un artículo publicado con el esquema eléctrico completo y una descripción del circuito.

(130055)





Calidad Profesional  
Servicio de Calidad  
Pedido Seguro



**Elektor PCB Service de un vistazo:**

- ➔ 4 servicios específicos de panel compartido y 1 servicio sin agrupamiento
- ➔ Servicio gratuito de verificación de datos de PCB online
- ➔ Calculadora de precios online
- ➔ Sin pedido mínimo
- ➔ Sin cargos por filmación o puesta en marcha

Entrega a  
partir de  
2 días  
laborables



# Utilizando las Librerías

**Neil Gruending**  
(Canadá)

Hasta ahora, los artículos anteriores sobre trucos y consejos de DesignSpark han tratado sobre cómo instalar y configurar DesignSpark desde una nueva perspectiva de instalación. En esta entrega vamos a ver cómo utilizar las librerías para crear un esquema y un diseño de PCB en DesignSpark.

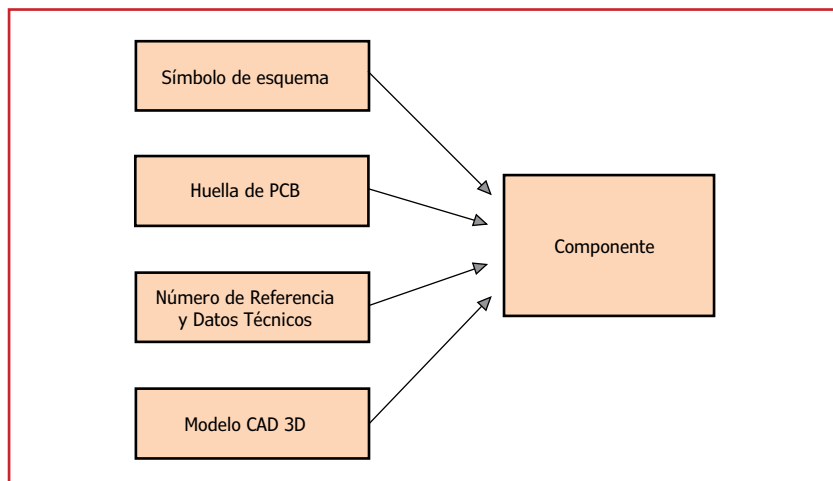


Figura 1.  
Propiedades de un  
componente necesarias para  
el programa de diseño.

## ¿Qué son las librerías?

Cuando creamos bloques de títulos de esquemas, empezamos creando un símbolo en la librería de símbolos esquemáticos y, a continuación, creamos un componente en la librería de componentes que hace referencia a ese símbolo esquemático. Esto fue un ejemplo de un componente de documentación esquemática que no necesita ninguna información de diseño de placa de circuito impreso (o PCB en inglés) asociada. Pero seguramente os gustaría crear componentes que incorporen la información tal y como se muestra en la **Figura 1**. El símbolo esquemático se almacena en el archivo de librería de símbolos de esquemas (\*.ssl), la huella de la PCB se almacena en una librería de símbolos de PCBs y el modelo CAD en 3D se almacena en un archivo de librería en 3D (\*.pkg). El componente de nivel superior se almacena en una librería de componentes (\*.cml), junto con el número de referencia del fabricante y toda la información técnica. La librería de componentes también almacena las referencias a las otras librerías que son necesarias para completar el componente. DesignSpark utiliza diferentes archivos para los diferentes tipos de librerías de datos, para que

sea más fácil reutilizar la información de diseño en múltiples componentes. Por ejemplo, podríamos crear varios componentes de resistencia creando un símbolo esquemático y a continuación, reutilizarlo en los otros componentes. Como todos los componentes se basan en el mismo símbolo, cualquier cambio que hagamos en él se extenderá automáticamente a los componentes que lo utilizan. Esto mismo es válido también para las huellas de las PCBs y los modelos CAD en 3D. La página web de DesignSpark tiene un buen tutorial sobre las librerías y cómo se utilizan, ver [1].

## Cómo se organizan

Las librerías que vienen con DesignSpark generalmente se instalan en "C:\Users\Public\Documents\DesignSpark PCB 5.0\Library" y son un buen ejemplo de cómo se organiza una gran librería de componentes, ordenados por fabricante. Personalmente, prefiero organizar mis librerías por tipo de componente, ya que también uso las librerías como una base de datos de los números de referencia de los componentes. Por ejemplo, en mi librería tengo el modelo de transistor 2N3904, pero tiene múltiples referencias de fabricante asociados, de esta forma no tengo que recordar qué fabricante de transistores he usado anteriormente. También hago lo mismo y reutilizo los símbolos esquemáticos y huellas de las PCBs, por lo que éstas van dentro de las librerías genéricas, las cuales dejan la estructura de mi librería de la siguiente manera:

- Librería de componentes agrupados (transistores, resistencias, condensadores, etc.).
- Una librería genérica de símbolos de esquemas (símbolo de resistencia, símbolo de condensador, etc.).
- Una librería genérica de huellas de PCBs de montaje superficial (huella 0603, huella LQFP, etc.).
- Una librería genérica de huellas de PCB's 'through hole' (huella DIP, huella de resistencia de 1/4W, etc.).

Así pues, ahora que ya hemos hablado de las librerías, vamos a aprender cómo usarlas comenzando con ModelSource.

## ModelSource

Por si no lo conocéis, ModelSource es una base de datos de componentes "en línea" que está

disponible para su uso en diversos paquetes software de PCBs, incluyendo DesignSpark. Me gusta que DesignSpark se conecte directamente con ModelSource para poder encontrar los componentes sin salir de la aplicación (un tutorial está disponible en [2]). También es un gran recurso para encontrar huellas de PCBs que cumplen con la norma IPC, las cuales, a su vez, cumplen con las directrices de fabricación estándar. Para abrir ModelSource en DesignSpark hacemos 'clic' en el botón ModelSource o vamos a 'View-> ModelSource Bar' y veremos la pantalla de ModelSource como la que se muestra en la **Figura 2**. Vamos a buscar un transistor NPN MMBT3904 de montaje superficial, usando el motor de búsqueda paramétrico. Pulsamos sobre "CLICK TO CHOOSE" e introducimos los datos de acceso, si es necesario. Para encontrar una lista de los transistores bipolares disponibles vamos a 'Semiconductors->Discrete Semiconductors->Bipolar Transistors', que enumera los 740 transistores diferentes que hay, como se muestra en la **Figura 3**.

Ahora vamos a reducir los resultados de búsqueda añadiendo algunos filtros a las columnas de datos. Para 'Transistor Type' ('Tipo de transistor') seleccionamos 'NPN', 'Mounting Type' ('Tipo de Montaje') con 'Surface Mount', 'Package Type' ('Tipo de Encapsulado') en 'SOT-23' y 'Maximum Collector Emitter Voltage' ('Tensión Colector-Emisor Máxima') en '40V'. El segundo transistor listado es un MMBT3904, que es exactamente el que estábamos buscando. Después de pulsar el botón 'Load Preview', tendremos la siguiente pantalla donde ModelSource nos mostrará el símbolo esquemático, la huella PCB y algunos parámetros de diseño claves del componente (ver **Figura 4**). También podemos buscar componentes usando el campo 'Part Number Quick Search' ('Búsqueda Rápida por Referencia del Componente'), si ya conocemos una parte de dicha referencia. Ahora que ya hemos encontrado nuestro transistor, pulsamos sobre 'Use Component' para usar el componente en nuestro diseño y DesignSpark descargará el componente en una librería, en el directorio de librerías descargadas (podemos encontrar el camino completo en la pestaña de directorios, en el Gestor de Librerías). DesignSpark nos dirá el nombre de la librería donde ha sido descargado el componente. Ahora ya podemos añadir el transistor a nuestro diseño cogiéndolo y arrastrándolo desde la ventana de ModelSource hasta nuestro diseño, o bien, pulsar el tradicional botón de la barra de herramientas 'Add Component' ('Añadir Componente').

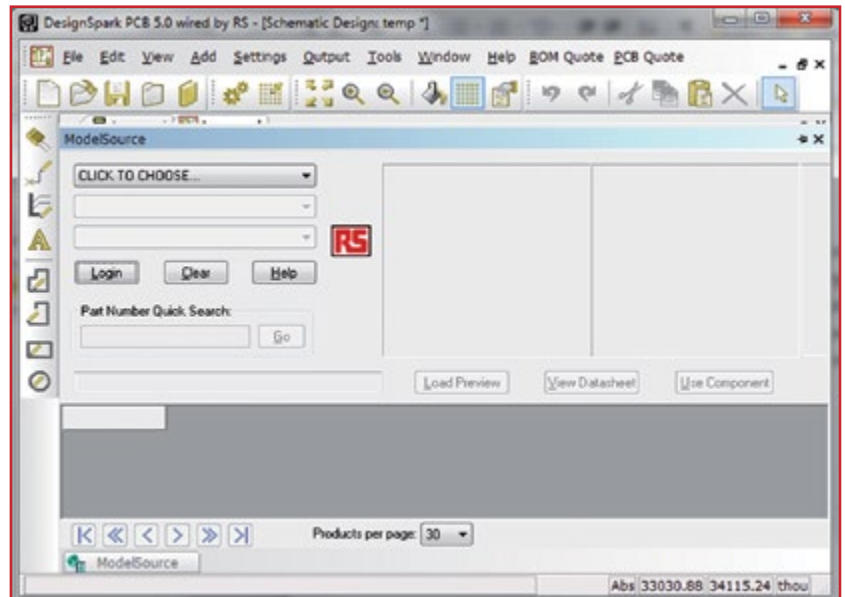


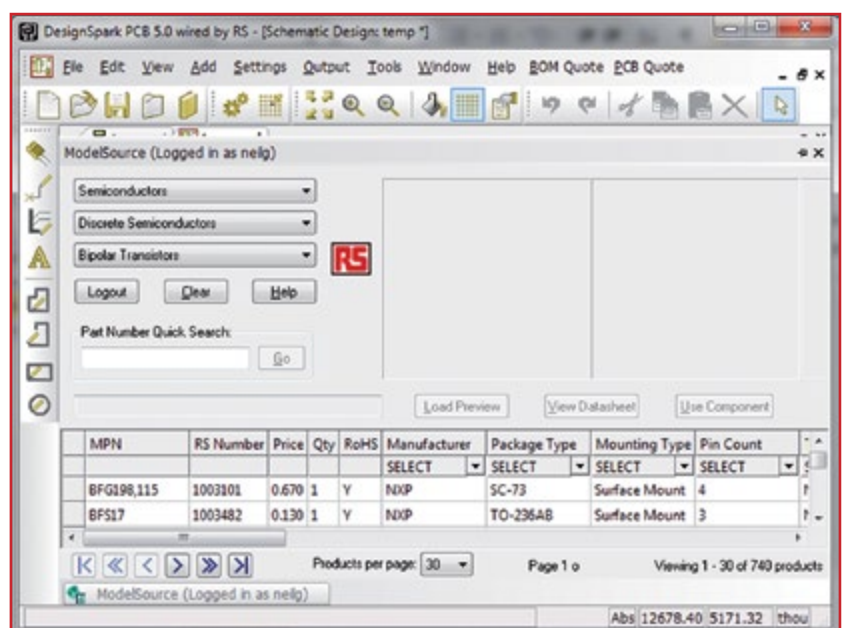
Figura 2.  
Captura de pantalla de ModelSource justo después de abrirla.

Pero, ¿qué haremos cuando ModelSource no tenga el componente que queremos o nosotros queramos cambiar algún parámetro del componente? Por ejemplo, yo cambiaría el componente MMBT3904 que hemos encontrado para tener un símbolo esquemático más convencional que nos muestre el emisor. Es el momento de utilizar nuestras propias librerías personalizadas.

### Librerías personalizadas

Siempre me gusta crear mi propio conjunto de librerías, pero ello conlleva un montón de tra-

Figura 3.  
Captura de pantalla de ModelSource mostrando los resultados de la búsqueda.





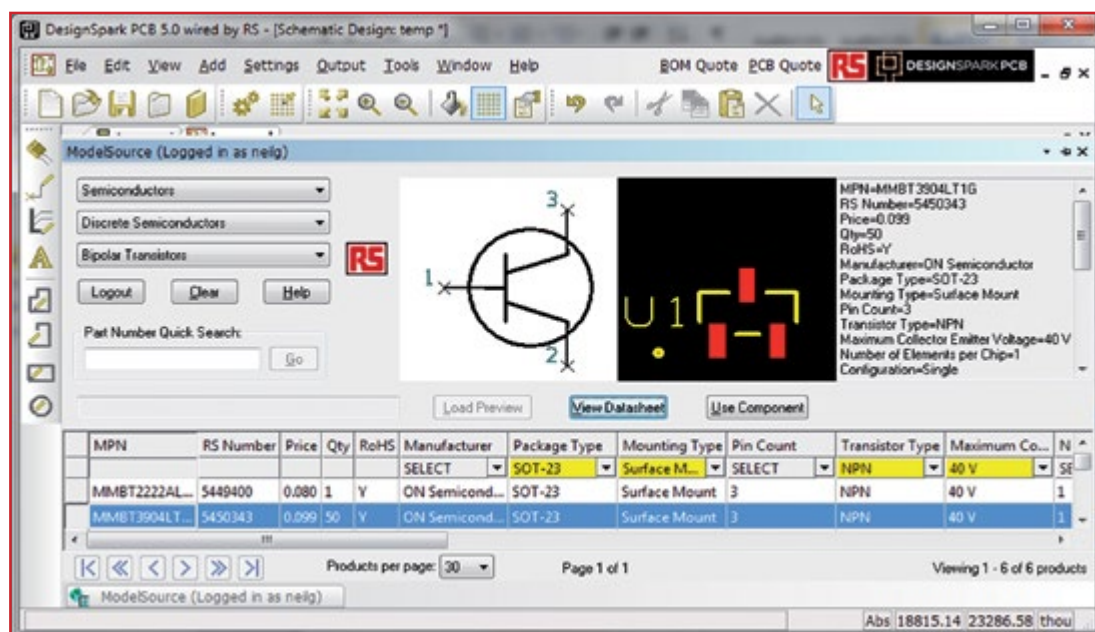


Figura 4.  
Información detallada de un transistor en ModelSource.

bajo. Así que copio los componentes de otras fuentes, cuando es posible, y luego los modifico. Para nuestro ejemplo del MMBT3904, eso significaría copiar la información que se ha descargado del componente en nuestras propias librerías, utilizando el Gestor de Librerías y, después, editar el componente según sea necesario. Éste es también un buen momento para verificar todo de nuevo en caso de que encontremos un error.

La parte más importante de la configuración de nuestras propias librerías es la de usar atributos comunes para todos los componentes, por

lo que es posible generar informes como la Lista de Materiales (BOM). Por ejemplo, yo prefiero almacenar toda la información de fabricación de un componente en la librería de componentes. Esto significa que, generalmente, tengo múltiples referencias de fabricantes de un componente, por lo que uso los atributos como se muestra en la **Figura 5**, en la que he añadido tres referencias de fabricante adicionales. Debemos tener en cuenta que, si queremos usar la función de presupuestos de la Lista de Materiales de DesignSpark, tenemos que rellenar otros atributos del componente.

## Conclusión

Las librerías ModelSource y DesignSpark son un gran recurso para crear nuestro propio conjunto de librerías y nos puede ahorrar una cantidad significativa de tiempo. En este momento ya podemos crear un esquema eléctrico y, la próxima vez, os contaré algunos trucos para editar un esquema y cómo generar una lista de materiales.

(130207)

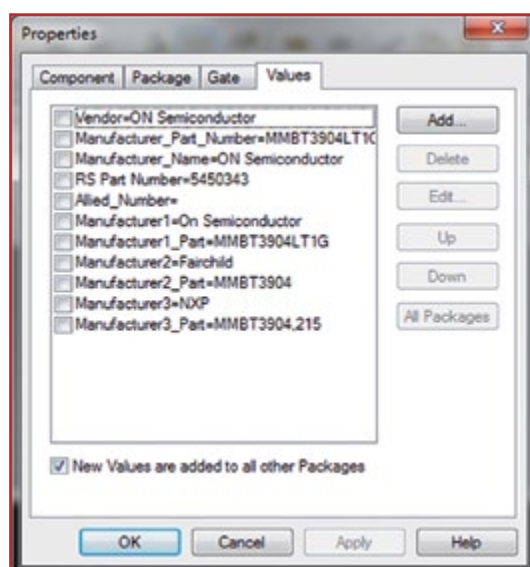


Figura 5.  
Atributos útiles de un componente.

## Referencias en Internet

- [1] [www.designspark.com/tutorial/components-library-structure-library-manager](http://www.designspark.com/tutorial/components-library-structure-library-manager)
- [2] [www.designspark.com/eng/tutorial/components-downloading-from-modelsource-building-up-libraries](http://www.designspark.com/eng/tutorial/components-downloading-from-modelsource-building-up-libraries)

# [The **CC** Weekly <Code/> Challenge is underway!]

Each week, you'll find a new snippet of **source code** that contains one error.

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main (int argc, char *argv[])
4 {
5     char chr;
6     int i;
7
8     for (i = 0; i < argc; ++i) {
9         printf ("Argument %d: '%s'\n", i, argv[i]);
10    }
11 }
```

sample code only

If you can find the error, you could be a winner!

Follow *Circuit Cellar* on Facebook and Twitter for information about each week's challenge, prizes, and winners announcements.



@circuitcellar  
@editor\_cc



circuitcellar

For complete details, visit  
**[circuitcellar.com/cc\\_weekly\\_code\\_challenge](http://circuitcellar.com/cc_weekly_code_challenge)**

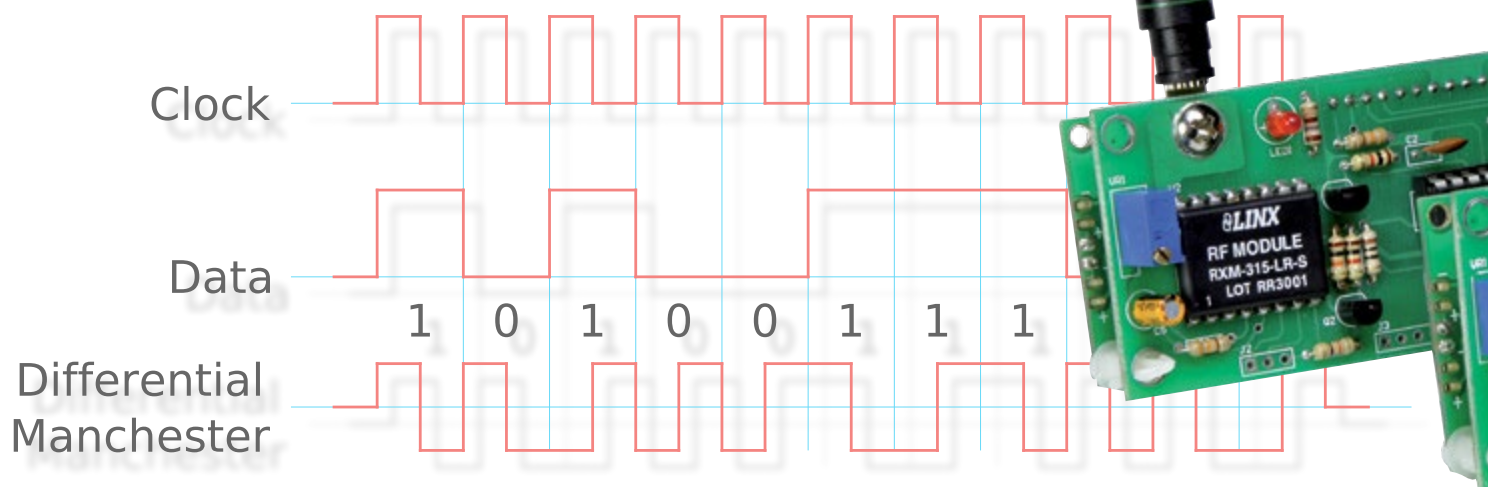
SPONSORED BY





# Enlace Modular de RF usando Código Manchester (1)

## Parte 1: Hardware



**Marcelo Maggi** (USA)

Cuando tenemos la necesidad de enviar datos a un punto distante sin usar una conexión por cable, bien porque la infraestructura del edificio no permite usar un par trenzado para enlazar ambos extremos, o bien porque uno o ambos de los circuitos conectados están pensados para su uso portátil o, sencillamente, inalámbrico, existen varias formas de solucionar el problema, y cada una de ellas tiene sus pros y sus contras. Vamos a investigar, solucionar y soldar.

En este artículo vamos a describir un método de enviar datos por radiofrecuencia (RF), en las bandas ISM de 315 MHz o 433 MHz, a una velocidad de transmisión de datos máxima de 5000 bps, usando componentes de bajo coste, pero muy fiables, e implementando un protocolo asequible para RF, el Código Manchester, que alcanza distancias que superan los 200 m.

Se han diseñado dos unidades de propósito general, una para la transmisión (TX) y otra para la recepción (RX), listas para ser usadas en cualquier aplicación con tan sólo adaptar el código del microcontrolador que contienen.

### Introducción al TX, el RX y las antenas

Crear una conexión de datos de RF implica una parte hardware y una software (o 'firmware') en ambos extremos, es decir, en el TX y en el RX. La primera entrega de este artículo describirá la parte hardware.

Diseñar un circuito de RF fiable con componentes discretos no es un trabajo sencillo y, normalmente, los resultados están lejos de las expectativas, es decir, son mucho peores. Por fortuna, Linx Technologies ya se ha encargado de esta difícil tarea ofreciendo unos módulos de RF completos y encapsulados en un paquete híbrido.



## Transmite 5.000 bps a más de 200 m

Hay un amplio rango de frecuencias usadas, pero nos centraremos en las bandas de 315, 418 y 433 MHz para la finalidad de este artículo, ya que hay tres bandas principales libres disponibles, dependiendo del lugar donde vivamos.

La **Figura 1** muestra el módulo transmisor y su asignación de terminales, tal y como se muestra en las hojas de características de dicho módulo (disponible en [1]). La

**Figura 2** es una copia del anterior pero, ahora, describiendo el módulo receptor.



Sólo hay unos pocos terminales activos. El módulo receptor tiene más terminales, aunque la mayoría de ellos no están conectados (NC). De acuerdo con las hojas de características, sólo necesitamos una antena para su funcionamiento básico, además, obviamente, de la tensión de alimentación regulada. Hablando de antenas, este es otro elemento muy importante, pero muchas veces olvidado, de un buen enlace de RF. De nuevo otra vez, Linx Technologies proporciona una solución con su división de antenas, Antenna Factor. Usaremos la antena monopolo de  $\frac{1}{4}$  de longitud de onda, de altura reducida. La **Figura 3** muestra la antena para la banda de 315 MHz en la parte superior de sus hojas de características.

La frecuencia óptima de trabajo viene indicada por una banda coloreada en el cuerpo de la antena. Una banda verde indica la frecuencia de 315 MHz, mientras que una banda azul y una banda roja representan las frecuencias de 418 MHz y 433 MHz, respectivamente.

### Diseñando el transmisor (TX)

El módulo TX simplemente transmite cualquier señal que llegue a su terminal DATA, con un

par de restricciones, por supuesto, pero no tienen ninguna inteligencia incluida, es decir, no hay sincronización de datos, ni código de protección, etc. El usuario tiene que implementar/proporcionar estos elementos.

Vamos a echar una ojeada al esquema eléctrico del circuito del módulo TX que se muestra en la **Figura 4**. El circuito es bastante simple y solo existe una única conexión entre los dos componentes principales, el microcontrolador y el módulo TX: el terminal B0 (RB0/INT, terminal 6) del microcontrolador está conectado a la entrada DATA del módulo TX. El resto de componentes son necesarios para el correcto funcionamiento de los dos módulos principales, pero no juegan un papel activo en la verdadera transmisión de datos. Por ejemplo, los componentes C1, C2, C3, C7 y C8 son condensadores cerámicos de desacoplo, de 0,1  $\mu$ F. La resistencia R5 está pensada para

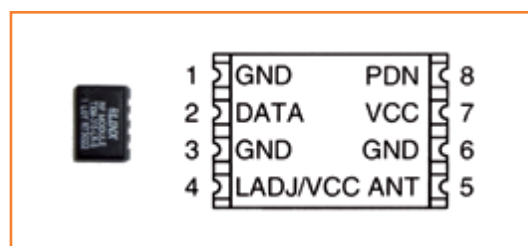


Figura 1.  
El módulo TX de Linx, con la distribución de terminales de sus hojas de características. Sólo se necesitan unas pocas conexiones para conseguir que el modulo funcione.

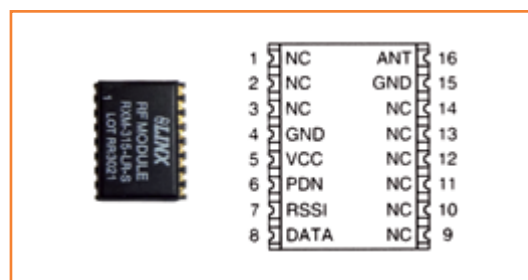


Figura 2.  
El módulo RX de Linx con su distribución de terminales. Una gran cantidad de terminales no están conectados.



Figura 3.  
La antena utilizada es de Antenna Factor del tipo  $\lambda/4$ .

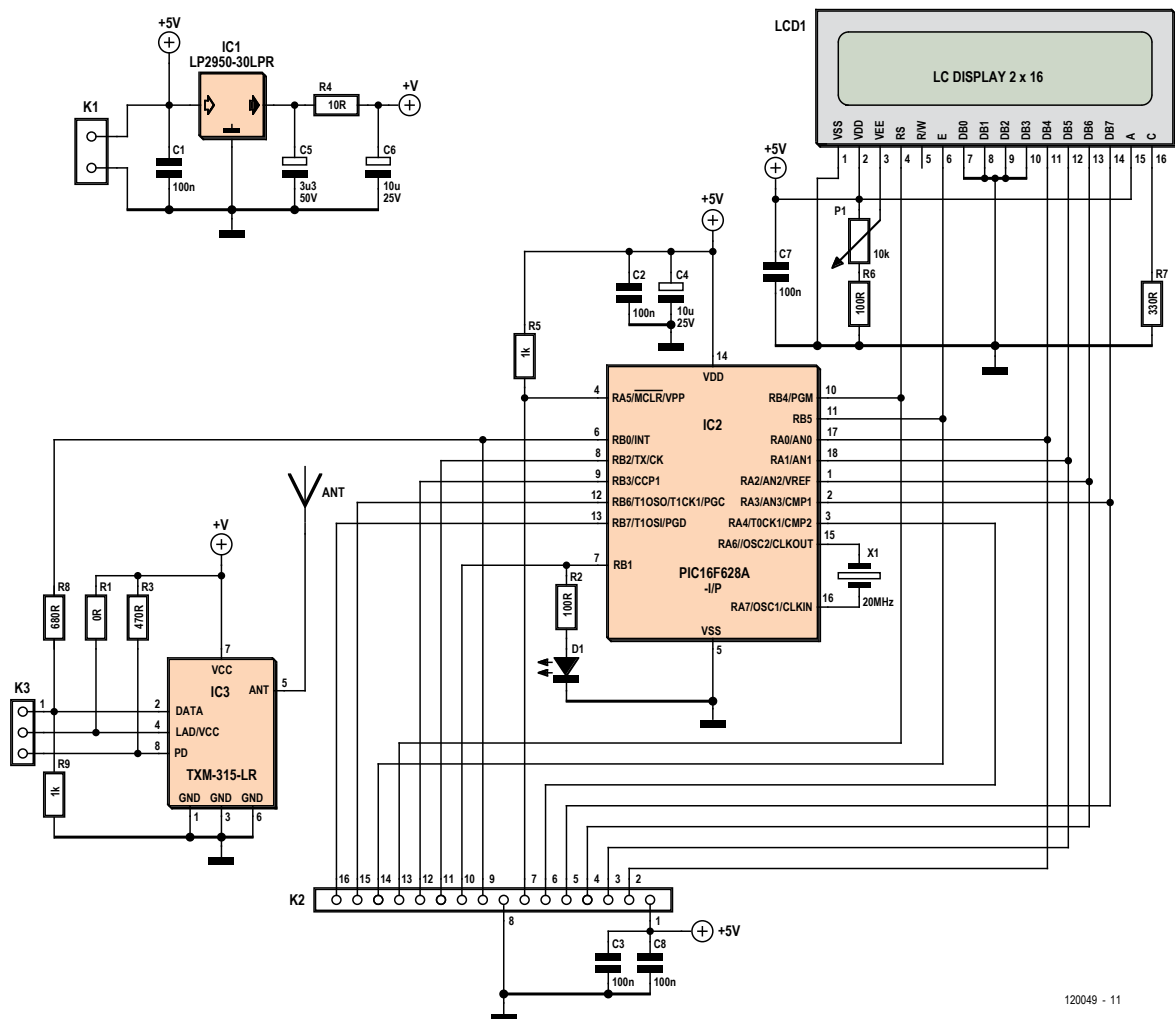


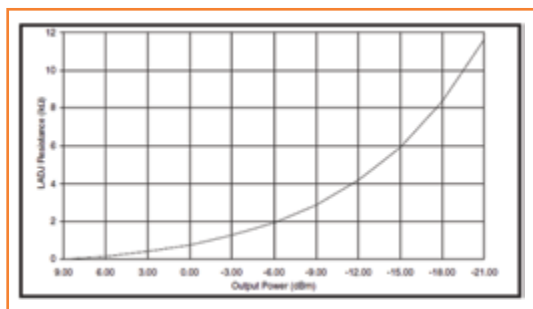
Figura 4.  
Esquema eléctrico del  
transmisor, con un PIC que  
controla la pantalla LCD y la  
conexión de datos.

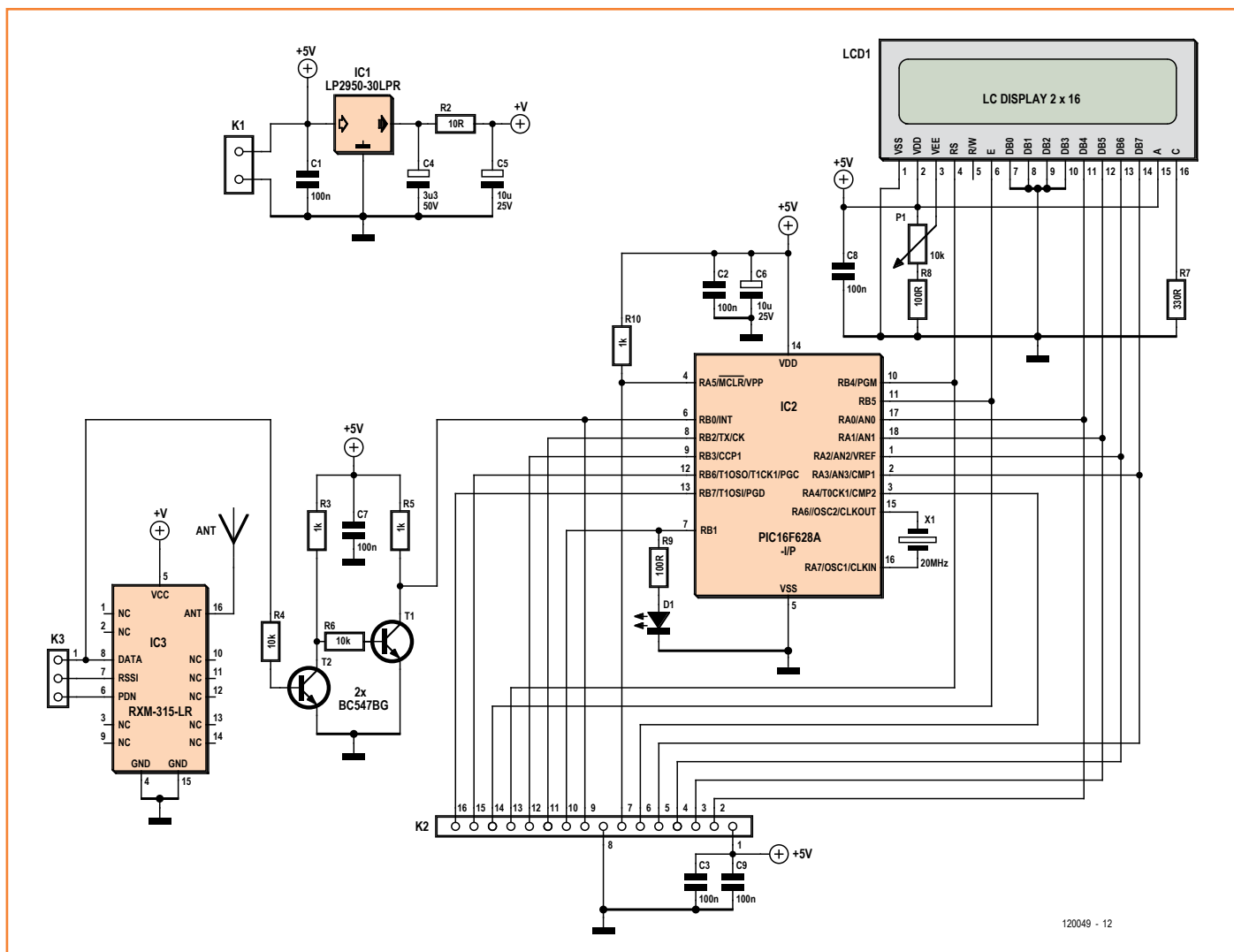
mantener a microprocesador trabajando (el terminal 4 es el terminal de reset). El oscilador es un cristal de cuarzo estándar de 20 MHz. El módulo TX trabaja con una tensión de alimentación de 3 V. Por lo que, la salida de nuestra fuente de alimentación externa de 5 V

se aplica, en un primer momento, a un regulador de tensión fija del tipo LP2950-30LPR, el cual proporciona una tensión estable de 3,0 V a dicho módulo. Los componentes C1, C5, C6 y R4 se añaden para darle una estabilidad tradicional a dicha tensión, como recomiendan las hojas de características del módulo.

Hay dos resistencias adicionales conectadas al módulo TX. R3 conecta el terminal PD a la línea de alimentación de 3 V, manteniéndolo a nivel alto. Si su nivel es bajo, este terminal colocará al módulo TX en su estado de 'baja corriente', en el que no es capaz de transmitir. R1 es un simple puente de un hilo (0  $\Omega$ ). Sin embargo, cuando la potencia de transmisión es superior a la que se nos está permitida, de acuerdo con la normativa local aprobada para los transmisores

Figura 5.  
La potencia de salida del  
transmisor puede ajustarse  
con R3.





120049 - 12

de la banda ISM, es posible disminuir la potencia de transmisión ajustando esta resistencia. Con  $0\ \Omega$  se selecciona la máxima potencia de transmisión, esta se reducirá incrementando el valor de la resistencia, tal y como se muestra en la **Figura 5**.

Como el transmisor trabaja con 3V, la tensión en sus terminales de entrada de datos no debe exceder este nivel. Por este motivo se han añadido las resistencias R8 y R9, que forman un divisor de tensión efectivo.

Para el microcontrolador hay disponibles un gran número de opciones. El microcontrolador PIC de Microchip seleccionado es un miembro de las sub-familia de PICs de 18 terminales. El PIC16F628A es una versión de 3.5 KB, pero también podemos usar el modelo PIC16F648A, una versión de 7 KB

con una SRAM y una EEPROM más grandes, que puede almacenar programas mayores. Podemos usar incluso el “viejo y fiable” PIC16F84A, una verdadera ventaja cuando estamos familiarizados con él.

Como podemos ver en el esquema eléctrico, el acceso a los terminales más importantes del microcontrolador y del módulo TX es por medio de los conectores K2 y K3, que permiten un control total del funcionamiento si así se necesita. Por ejemplo, reinicio del microcontrolador, datos externos de entrada que van a ser enviados por el transmisor, etc. En el módulo TX, tanto los datos transmitidos como el estado de potencia y de baja corriente, pueden ser controlados por el usuario. K3 permite incluso el uso de microcontroladores totalmente diferentes,

Figura 6.  
El esquema eléctrico del receptor se parece muchísimo al del transmisor.



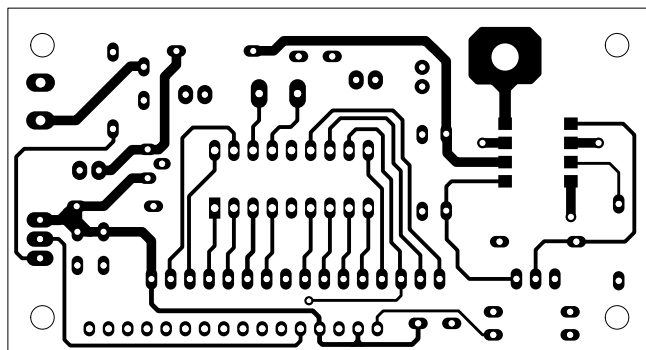


Figura 7. Diseño de la cara superior de cobre de la PCB del TX.

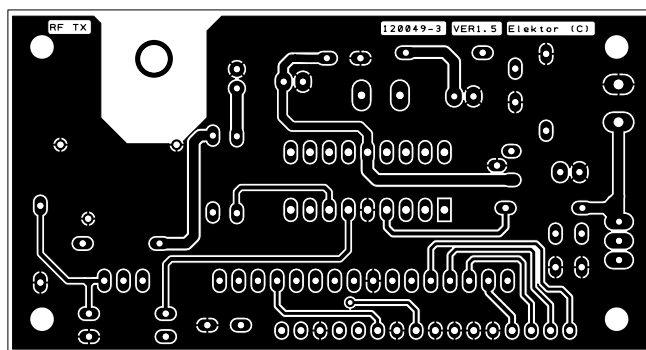


Figura 8. Diseño de la cara inferior de cobre de la PCB del TX.

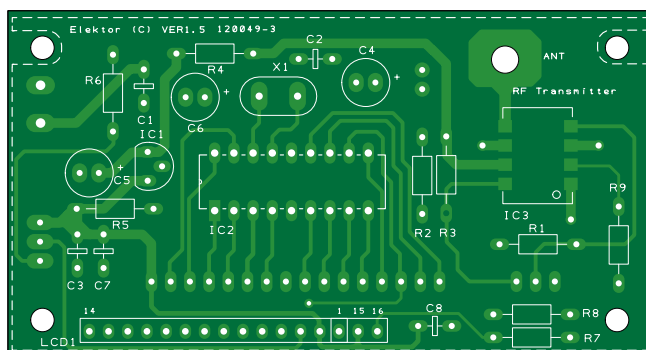


Figura 9. Diseño componentes de la PCB del TX.

como los Atmel. Solamente tendremos que retirar el PIC de su zócalo y controlar el módulo TX directamente usando K3 (recordando usar el cambio a 3 V). Debemos asegurarnos de proporcionar la tensión de alimentación de 5 V necesaria para el funcionamiento y de que se han tomado todos los cuidados necesarios para conseguir un funcionamiento fiable del módulo TX.

Una nota final: aquellos que tengan pocos conocimientos de circuitos de RF deben evitar probar cualquier circuito de RF de más de 10 MHz sobre una placa de montaje rápido de prototipos. El resultado, si lo hay, será cuando menos algo caprichoso. Sin embargo, esta unidad montada en su PCB puede montarse perfectamente en una placa de prototipos ya que todos los elementos relacionados con la RF están al cuidado del propio módulo TX.

## Diseñando el receptor (RX)

Echemos una ojeada al esquema eléctrico de la **Figura 6**. Podemos ver varias configuraciones

## Lista de materiales

### Transmisor

#### Resistencias

R1 = 0Ω  
R2, R6 = 180Ω  
R3 = 470Ω  
R4 = 10Ω  
R5, R9 = 1kΩ  
R7 = 330Ω  
R8 = 680Ω  
P1 = 10kΩ preset multivuelta

#### Condensadores

C1, C2, C3, C7, C8 = 100nF  
C4, C6 = 10μF 25V  
C5 = 3.3μF 50V

#### Semiconductores

IC1 = LP2950-30LPR  
IC2 = PIC16F628A-I/P  
IC3 = TXM-315-LR, Linx Technologies (418 o 433 MHz, la versión más adecuada)  
LCD1 = 2x16 caracteres, DEM16217, Elektor Store #120061-71

#### Varios

ANT = ANT-315-PW-LP, Linx Technologies  
K1 = bloque terminal de 2 terminales para PCB, con tornillos y paso 5 mm  
K2 = conector SIL de 16 terminales, paso 2,54 mm (0,1")  
K3 = conector SIL de 3 terminales, paso 2,54 mm (0,1")  
X1 = cristal de cuarzo de 20 MHz.  
PCB #120049-1

que ya nos son “familiares”: gran cantidad de condensadores de desacoplo (C2, C3, C7, C8 y C9), una fuente de alimentación de 3 V similar a la que está presente en el diagrama del transmisor TX (el módulo RX también trabaja con 3 V), un condensador de cancelación de ruido en los terminales de alimentación del microcontrolador (C6), la resistencia R10 que evita el reinicio del microcontrolador, y un cristal de cuarzo que trabaja a 20 MHz. Cuando tratemos el programa que maneja los datos en la segunda entrega, veremos la importancia de que ambos microcontroladores, el del transmisor y el del receptor, trabajen a la misma frecuencia. Los conectores que dan acceso a la circuitería desde el exterior tienen una distribución similar. La única diferencia es que en el módulo RX está disponible una salida RSSI (received signal strength indicator, es decir, indicador de intensidad de señal recibida). La señal analógica RSSI (muy útil para implementar un circuito silenciador o ‘squellch’) está conectada al terminal central de K3 en lugar de al terminal de ajuste de la

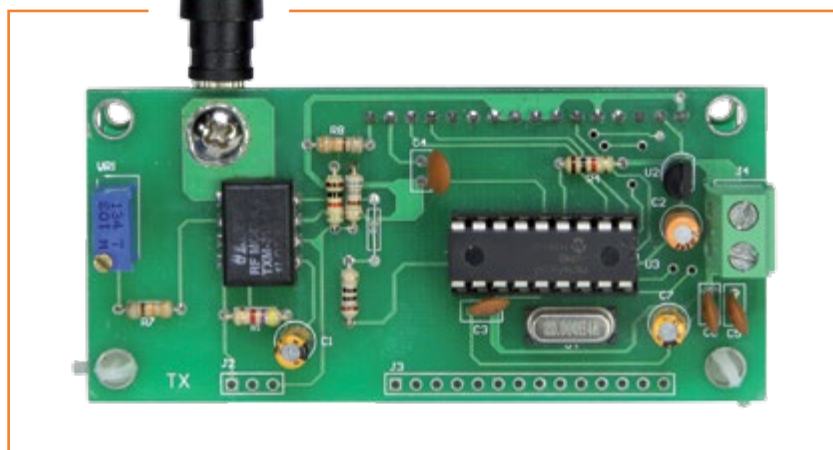


Figura 10. Nuestro primer prototipo aún necesita algunos cambios.

## Lista de materiales

### Receptor

#### Resistencias

R1 = no montada.  
R2 = 10Ω  
R3, R5, R10 = 1kΩ  
R4, R6 = 10kΩ  
R7 = 330Ω  
R8, R9 = 180Ω  
P1 = 10kΩ preset multivuelta

#### Condensadores

C1, C2, C3, C7, C8, C9 = 100 nF  
C4 = 3.3μF 50V  
C5, C6 = 10μF 25V

#### Semiconductores

IC1 = LP2950-30LPR  
IC2 = PIC16F628A-I/P  
IC3 = RXM-315-LR, Linx Technologies (418 o 433 MHz, la versión más adecuada)  
LCD1 = 2x16 caracteres, DEM16217, Elektor #120061-71  
T1, T2 = BC547B

#### Misceláneos

ANT = ANT-315-PW-LP, Linx Technologies  
K1 = bloque terminal de 2 terminales para PCI, con tornillos y paso 5 mm  
K2 = conector SIL de 16 terminales, paso 2,54 mm (0,1")  
K3 = conector SIL de 3 terminales, paso 2,54 mm (0,1")  
X1 = cristal de cuarzo de 20 MHz  
LCD1 = 2x16 caracteres, DEM16217, Elektor #120061-71  
PCB #120049-2

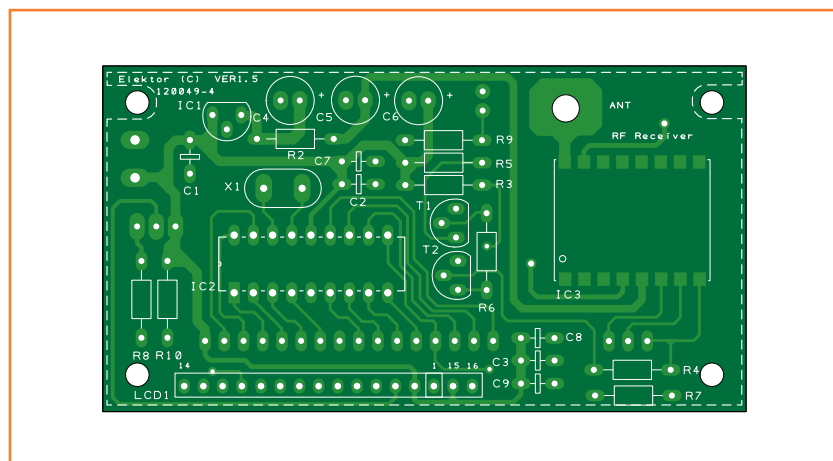


Figura 11. Diseño de componentes de la PCB del RX.

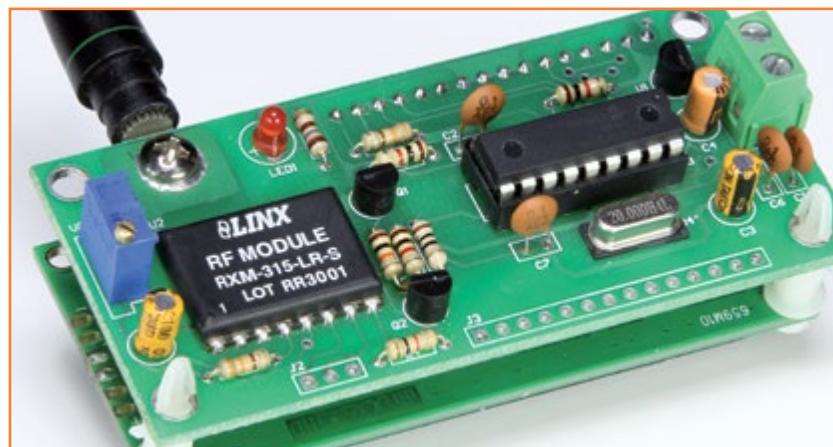


Figura 12. La pantalla LCD se monta en la trasera en el prototipo del Módulo Receptor.



potencia transmitida (que, lógicamente, no está disponible en el módulo receptor).

Los componentes R9 y D1, conectados al terminal 7 (RB1) de IC2, permiten que se ejecute una rápida verificación de si el enlace de RF está funcionando. Un programa muy sencillo permite que el transmisor envíe el comando para activar el terminal RB7 en la parte del receptor. Si el

convertor de nivel inversor, pero entonces el programa tendría que estar tratando con la señal invertida. No queríamos complicar las cosas. Es cierto, si estuviésemos diseñando para una producción en masa, el director financiero (CFO) se habría opuesto a nuestra solución.

---

## Se monta fácilmente en una placa de montaje rápido

---

comando es transmitido y recibido correctamente, el LED se encenderá. Volveremos a ver esto con más detalle cuando describamos el software. Los transistores T1 y T2 forman un verdadero convertor de nivel no inversor a partir de la salida de 3 V del módulo RX hacia la entrada de 5 V del microcontrolador.

Dos notas:

- Sí, el microcontrolador podría estar trabajando con 3 V. Pero para mantener el diseño lo más universal posible, ha sido diseñado para microcontroladores de 5 V, lo que permite el uso de viejos PICs que tan sólo trabajan con 5 V.
- Podríamos habernos ahorrado un transistor y un par de resistencias con haber implementado un

Al igual que sucede con el módulo TX, podemos usar cualquier microcontrolador que queramos. Sólo tenemos que retirar el PIC original de su zócalo y usar las tres líneas del módulo RX. La PCB está pensada para montarse 100% sobre una placa de montaje rápido y conectarla con el resto de nuestros diseños usando un conector.

### Montando el transmisor (TX)

Linx Technologies fabrica los módulos TX en tres frecuencias, que son compatibles a nivel de terminales, por lo que pueden ser intercambiables fácilmente. Como ya hemos mencionado anteriormente, el diseño de circuitos de RF requiere unas precauciones especiales para



poder obtener las prestaciones deseadas. Aunque Linx Technologies ha hecho un gran esfuerzo para proporcionar unos módulos fiables y muy estables, debemos seguir sus recomendaciones en lo referente al diseño de la PCB para conseguir las máximas prestaciones.

Hay tres recomendaciones claves que debemos seguir:

1. Se debe implementar un plano de masa en la cara opuesta del módulo.
2. Ninguna pista debe correr directamente por debajo del módulo y ningún elemento conductor debe estar colocado dentro de un radio de 3,8 mm de la cara superior y los laterales del módulo.
3. La longitud de la conexión de la antena debe ser lo más corta posible.

Con estas recomendaciones en mente, vamos a comenzar el diseño de la PCB alrededor de la zona del módulo TX y el resto de los componentes deben ir colocados de manera adecuada. La **Figura 7** muestra la distribución de los componentes de la PCB para el circuito TX completo visto desde la cara de componentes, mientras que la **Figura 8** muestra la vista desde la cara de cobre (soldaduras). Hay que destacar la posición aislada del módulo TX, el plano de masa en la cara de cobre y sólo unas pocas pistas en la cara de componentes. Como se ha recomendado, la longitud de la conexión de la antena es muy corta. La propia antena se fija sobre la placa con un tornillo. Una pequeña gota de estaño es una buena opción para hacer una conexión eléctrica segura y una fijación mecánica robusta. La separación entre terminales de K2 y K3 es de 0,1" (2,54 mm), por lo que el circuito se puede conectar fácilmente sobre una placa de montaje rápido.

En la **Figura 9** se muestra la distribución de componentes. La placa mide 85 × 46 mm. La **Figura 10** muestra el primer prototipo del circuito. El microcontrolador está montado en un zócalo para poder retirarlo con facilidad. Esto permitirá que la reprogramación del microcontrolador con el 'firmware' actualizado sea sencilla.

## Montando el receptor (RX)

Todas las advertencias que hemos establecido para el montaje del módulo TX se aplican también

al módulo RX: un gran plano de masa en la cara de soldadura, separación razonables del módulo de los otros componentes, y una conexión de la antena lo más corta posible (antena atornillada y soldada).

Podemos descargar toda la información de las PCBs de los módulos RX y TX de este artículo en la página web [2]. La serigrafía de componentes del módulo receptor se muestra en la **Figura 11**. El tamaño de la placa es idéntico al del módulo transmisor.

La separación entre terminales de 2,54 mm para los conectores, es exactamente la misma que la del módulo TX y compatible al 100 % para usar en placas de montaje rápido de prototipos. Al igual que para el transmisor, Linx Technologies presenta una oferta de receptores para las tres diferentes bandas de frecuencia ISM de VHF.

En la **Figura 12** podemos ver nuestro primer prototipo del receptor, también con el microcontrolador montado sobre un zócalo para una fácil reprogramación.

Aunque puede parecer obvio, no hay nada de malo en volver a insistir: para que un enlace de RF funcione, todos los componentes de RF: módulo TX, antena TX, módulo RX y antena RX, DEBEN estar ajustados a la misma frecuencia. Está claro que la antena no discrimina entre transmisión y recepción, por lo que se ha usado el mismo modelo para los módulos TX y RX.

Nota: aunque estas antenas son bastante buenas, no son perfectas. Es posible que queramos limitar la potencia en el lado del transmisor (y, a veces, la eficiencia de la antena) para cumplir o estar por debajo del nivel permitido por la normativa local. En el lado del receptor, también solemos querer amplificar la eficiencia lo máximo posible. Podéis hacer vuestros experimentos libremente con antenas rectas monopolo de 1/4 de longitud de onda (es decir, varillas) en caso de que necesitemos alcances más grandes.

Con esto concluye la primera parte de este artículo. En la próxima entrega veremos la segunda y última parte que trata sobre el software, que ha sido desarrollado como una verdadera solución de propósito general.

(120049)

## Enlaces en Internet

[1] [www.linxtechnologies.com](http://www.linxtechnologies.com)

[2] [www.elektor.es/120049](http://www.elektor.es/120049)

# Placas de Expansión Gnuublin

## Herramientas para la línea de comandos y una API para C/C++, para la placa Linux de Elektor y Raspberry Pi

**Benedikt Sauter**  
(Alemania) [1]

En la última entrega presentamos una placa de relés que podía conectarse tanto a la placa Linux de Elektor como a la Raspberry Pi y otros kits de desarrollo. Pero ésta sólo era un ejemplo de la gran variedad de placas de expansión diseñadas por el equipo de Embedded Projects. Ahora, cerramos el círculo con unas herramientas prácticas para la línea de comandos y una API para C/C++ útil en nuestras propias aplicaciones.

Una vez nos ponemos de acuerdo en las especificaciones del conector, resulta fácil combinar a voluntad placas de controladores y de expansión. Con el conector Gnuublin de 14 pines de la placa Linux de Elektor, que también podremos encontrar con la denominación de “Embedded Extension Connector” en la placa Xmega-Webserver de la próxima edición, de la cual ya hemos hablado [2]. En este artículo no sólo presentamos otras placas de expansión, sino que también queremos mostrar lo sencillo que es implementar estas extensiones en Linux.

Para probar las funciones rápidamente, el equipo de desarrollo ha diseñado un pequeño programa para la línea de comandos para cada módulo. Para desarrollar nuestras propias aplicaciones

también ofrecemos una completa API para C/C++ [3]. Ésta se basa en los drivers de dispositivo estándar para I2C, SPI, GPIO, ADC y demás; con ellos, el desarrollo de aplicaciones no debería ser muy complicado. Es más, ciertos dispositivos (por ejemplo un motor paso a paso) son muy cómodos de controlar, con simples llamadas a funciones (**figura 1**). Actualmente el equipo está trabajando en una API para Python, de la que puede obtenerse más información aquí [4].

### Concepto

Linux es una buena capa de abstracción para desarrollar aplicaciones independientes del procesador utilizado. Simplemente se desarrolla la aplicación “para Linux”. Las nuevas placas de desarrollo, disponibles en [www.elektor.es/gnuublin](http://www.elektor.es/gnuublin), aplican este concepto a proyectos con motores, displays, sensores de temperatura, relés y demás. Las placas se conectan fácilmente a la placa Linux de Elektor mediante un cable plano:

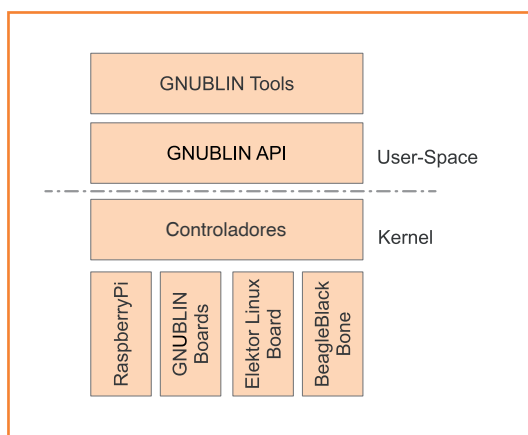


Figura 1.  
Gracias a la API Gnuublin ya no tendremos que lidiar con los drivers de dispositivo del SPI y el I2C, así como otros especiales.

- Module-Relay (incorpora ocho relés) (130212-91, **figura 2**)
- Module-Temperature (sensor de temperatura) (130212-95, **figura 3**)
- Module-LCD 4x20 (display alfanumérico de cuatro líneas) (130212-92, **figura 4**)
- Module-Step (driver para motor paso a paso) (130212-93, **figura 5**)

- Module-IOExpander (16 entradas y salidas digitales) (130212-94, **figura 6**)
- Module-Extension (display, pulsadores, reloj en tiempo real, zumbador y expansión de puertos) (120596-91, **figura 7**)

Para conectar muchas placas de expansión, en Elektor está disponible una placa distribuidora de referencia 130212-71 (**figura 8**).

Como ya se dijo en la anterior edición, también existe un adaptador para conectar distintas placas de expansión a la popular Raspberry Pi (130212-72). Y ahora también está disponible el adaptador para la el BeagleBone Black (130212-74).

### Herramientas para la línea de comandos

La línea de comandos es el alfa y el omega a la hora de trabajar con una placa Linux. Con ella podemos lanzar aplicaciones, detenerlas, configurar Linux, leer mensajes del sistema y mucho más. Para las placas de expansión GnuBlin y algunas funciones internas de la placa Linux, el equipo ha desarrollado sus propias pequeñas herramientas. En la línea de comandos introducimos gnuBlin y pulsamos "Tab", con lo que se listarán todos estos mini-programas. En la **tabla 1** puede verse un pequeño resumen.

Las herramientas son muy prácticas para llevar a cabo un primer test, de modo que podamos asegurarnos de que el hardware está conectado correctamente. Esto nos ahorra la típica búsqueda interminable de errores en el software, para llegar a la conclusión de que lo que pasaba era que la alimentación estaba desconectada. Claro, itodo el mundo lo sabía! ;)

### La API para C/C++

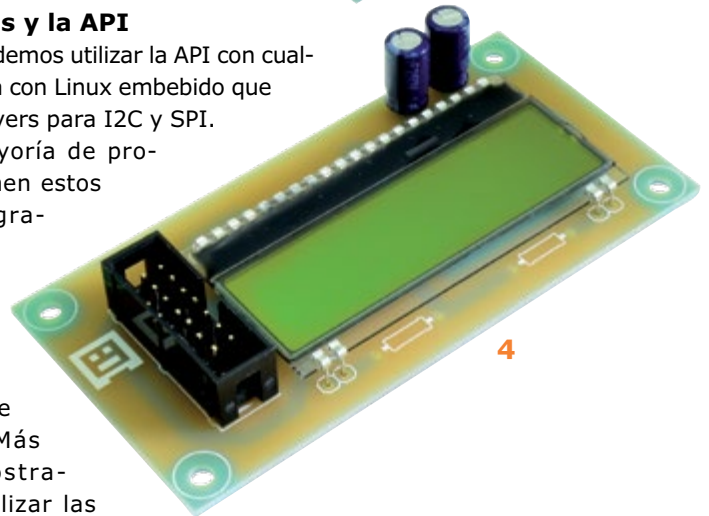
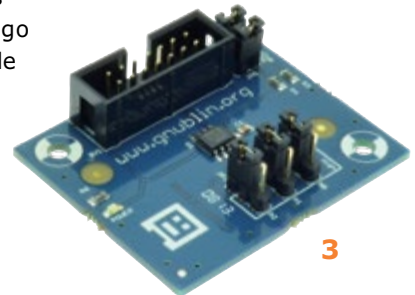
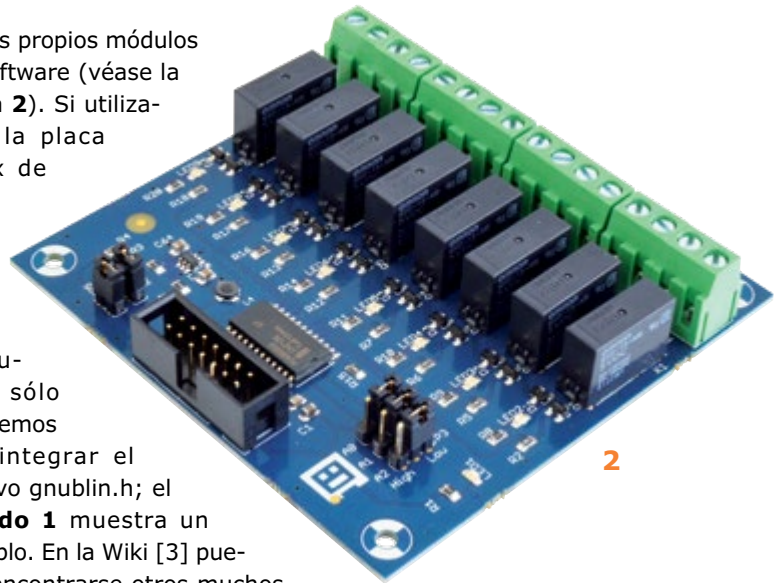
Una vez conectados y probados los módulos podremos dar comienzo al desarrollo de aplicaciones. Con la API para C/C++ mencionada las llamadas a funciones son muy fáciles de asimilar, pues por ejemplo no requieren ni punteros ni estructuras. Todos los puertos y placas de expansión disponen

de sus propios módulos de software (véase la **tabla 2**). Si utilizamos la placa Linux de Ele-

ktor / GnuBlin, sólo tendremos que integrar el archivo gnuBlin.h; el **listado 1** muestra un ejemplo. En la Wiki [3] pueden encontrarse otros muchos ejemplos de código. El código fuente de la API completa puede consultarse en [5]. En [3] también podemos leer cómo construir un entorno de desarrollo adecuado para trabajar con la API.

### Instalación de las herramientas y la API

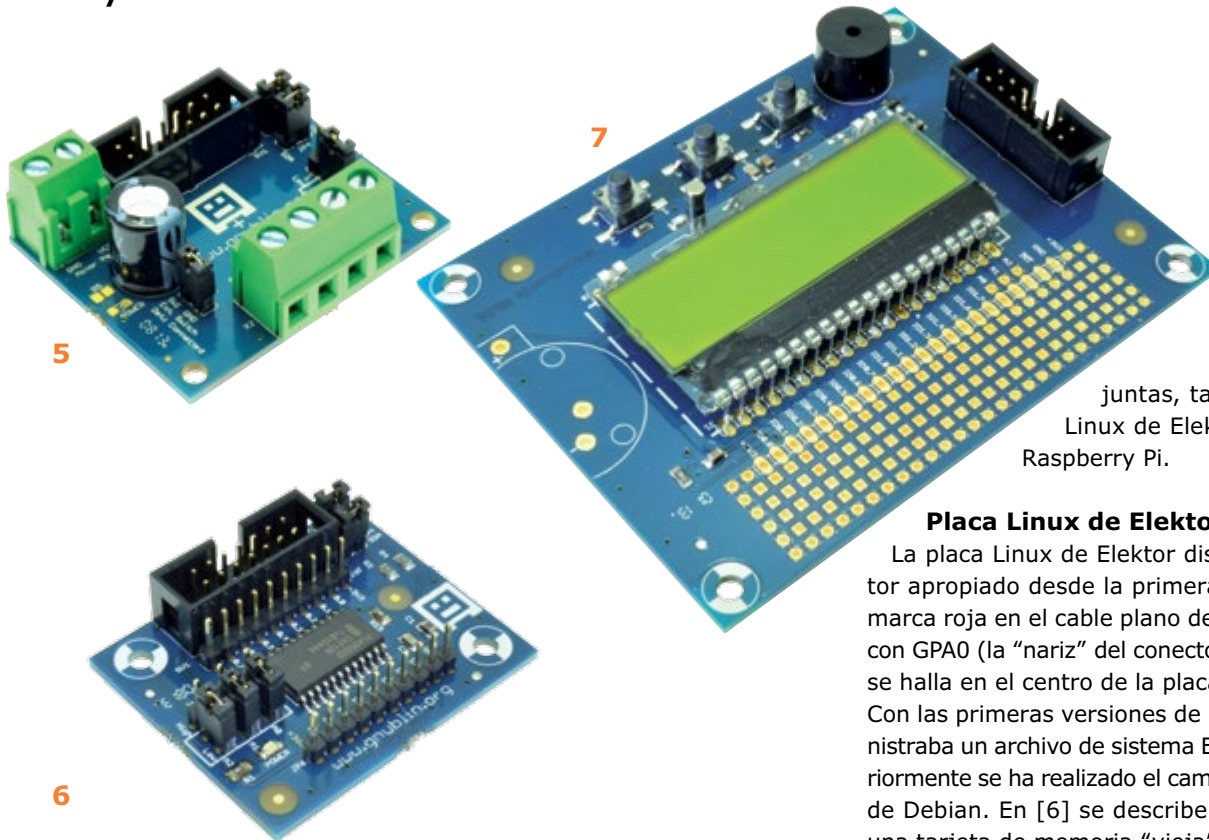
En principio podemos utilizar la API con cualquier otra placa con Linux embebido que cuente con drivers para I2C y SPI. Ya que la mayoría de procesadores tienen estos puertos integrados, el acceso a ellos casi siempre se lleva a cabo mediante un driver de dispositivo. Más adelante mostramos cómo utilizar las herramientas y la API



**Tabla 1. Herramientas GnuBlin para la línea de comandos (extracto).**

Herramienta	Ejemplo de llamada	Descripción
gnublin-lm75	Sin comando	Salida de la temperatura
gnublin-relay	gnublin-relay -p 1- o 1	Activar relé 1
gnublin-adcint	gnublin-adcint -c 1	Muestreo del ADC interno, canal 1
gnublin-step	gnublin-step -p 3000	Mover el motor paso a paso a la posición 3000





juntas, tanto con la placa Linux de Elektor como con la Raspberry Pi.

## Placa Linux de Elektor

La placa Linux de Elektor dispone del conector apropiado desde la primera generación. La marca roja en el cable plano debe corresponder con GPA0 (la "nariz" del conector del cable plano se halla en el centro de la placa).

Con las primeras versiones de la placa se suministraba un archivo de sistema ELDK, pero posteriormente se ha realizado el cambio a una imagen de Debian. En [6] se describe cómo actualizar una tarjeta de memoria "vieja".

Compilar las herramientas para la placa de desarrollo en la placa Linux lleva apenas cinco minutos. También hemos preparado un paquete con Debian, mediante el cual resulta muy fácil instalar las herramientas.

Primero habrá que descargar el paquete con Debian. Una vez en el PC lo guardamos en una tarjeta SD utilizando un lector de tarjetas.

Si la placa está conectada a Internet también es posible descargar el paquete a través de la línea de comandos:

```
wget https://github.com/embeddedprojects/gnublin-api/raw/master/gnublin-tools.deb
```

La instalación de las herramientas se realiza mediante:

```
root@gnublin:~# dpkg -i gnublin-tools.deb
```

Si queremos eliminar el paquete otra vez, entonces habrá que introducir:

```
root@gnublin:~# dpkg -r gnublin-tools
```

## Raspberry Pi

Para poder utilizar los módulos de software en la Raspberry Pi, lo mejor es conectar directamente con el repositorio del código fuente. La Raspberry Pi ha de estar encendida y conectada a

### Listado 1. Controlando un componente I<sup>2</sup>C

```
#define BOARD_GNUBLIN
// #define BOARD_RASPBERRYPI

#include "gnublin.h"

int main()
{
    gnublin_i2c i2c;

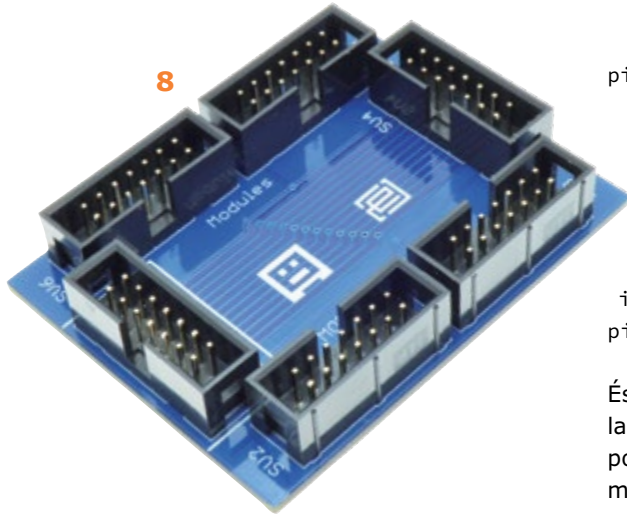
    i2c.setAddress(0x42);           //i2c slave address

    char buffer[8];
    char RxBuf[8];

    buffer[0]=0x22;

    i2c.send(buffer,5);
    i2c.send(0x12, buffer, 2);    //send 2 bytes register 0x12

    i2c.receive(RxBuf, 3);        // read 3 bytes
    i2c.receive(0x23, RxBuf, 3);  // read from register
}
```



```
pi@raspberrypi ~ $ make && sudo make install
```

La API necesita los siguientes drivers:

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo modprobe
spi-bcm2708
pi@raspberrypi ~ $ sudo modprobe
i2c-bcm2708
pi@raspberrypi ~ $ sudo modprobe i2c-dev
```

Éstos están incluidos ya en la versión actual de la distribución de la Raspberry Pi. Opcionalmente podemos añadir los drivers en el archivo “/etc/modules” (por cada línea, un módulo):

```
spi-bcm2708
i2c-bcm2708
i2c-dev
```

Con las pequeñas herramientas para la línea de comandos pueden probarse rápidamente las placas de expansión conectadas.

(130212)

### Enlaces de Internet

- [1] [sauter@embedded-projects.net](mailto:sauter@embedded-projects.net)
- [2] [www.elektor.es/130157](http://www.elektor.es/130157)
- [3] <http://wiki.gnublin.org/index.php/API>
- [4] [http://en.gnublin.org/index.php/API\\_Python](http://en.gnublin.org/index.php/API_Python)
- [5] <https://github.com/embeddedprojects/gnublin-api>
- [6] <http://en.gnublin.org/index.php/GNUBLIN-Elektor>

Internet. Con “git” es posible clonar el repositorio inmediatamente. Si no tenemos “git” instalado en la RPi, entonces tendremos que introducir el siguiente comando:

```
pi@raspberrypi ~ $ sudo apt-get install git
```

Posteriormente podemos cargar el repositorio:

```
pi@raspberrypi ~ $ git clone https://github.
com/embeddedprojects/gnublin-api.git
```

Ahora saltamos a este directorio...

```
pi@raspberrypi ~ $ cd gnublin-api
```

...y allí compilamos e instalamos los programas, los ejemplos y la API:

**Tabla 2. Objetos de la API (extracto).**

Módulo	Puerto	Descripción
gnublin_gpio	interno	
gnublin_adc	interno	Por el momento sólo en la placa Linux de Elektor (no en la Raspberry Pi)
gnublin_i2c	I2C	Bus I2C estándar
gnublin_spi	SPI	Dispositivos SPI estándar
gnublin_pwm	interno	Por el momento sólo en la placa Linux de Elektor
gnublin_module_lm75	I2C	Sensor de temperatura
gnublin_module_relay	I2C	Placa de relés
gnublin_module_pca9555	I2C	Expansión de puertos con 16 entradas/salidas digitales
gnublin_module_step	I2C	Motor paso a paso
gnublin_module_lcd	I2C	Display de 4x20 caracteres

# Q-Watt: etapa de potencia de audio compacta

## Mucha potencia con poca distorsión

Buenas noticias para todos los aficionados al audio: presentamos nuevo circuito totalmente analógico desarrollado íntegramente en el castillo de Elektor. A pesar del sencillo diseño de esta etapa de potencia y de contar con sólo un par de transistores de potencia, puede suministrar más de 200 W sobre 4  $\Omega$  con unas cifras de distorsión extremadamente bajas gracias a la utilización de un integrado especial de audio.

**Ton Giesberts**  
(laboratorio de Elektor)

Hay una larga tradición de amplificadores de potencia de audio en Elektor. Piensa en los exitosos diseños antiguos como son el Edwin y el Ekwin, con los que miles de aficionados de audio están familiarizados desde pequeños. En los últimos años hay más silencio alrededor de este diseño, pero esto no quiere decir que ya no haya interés. Al contrario, a mucha gente le gusta soldar de vez en cuando y construir ellos mismos un amplificador (de potencia) de alta

calidad, que disponga además de una perfecta calidad de sonido.

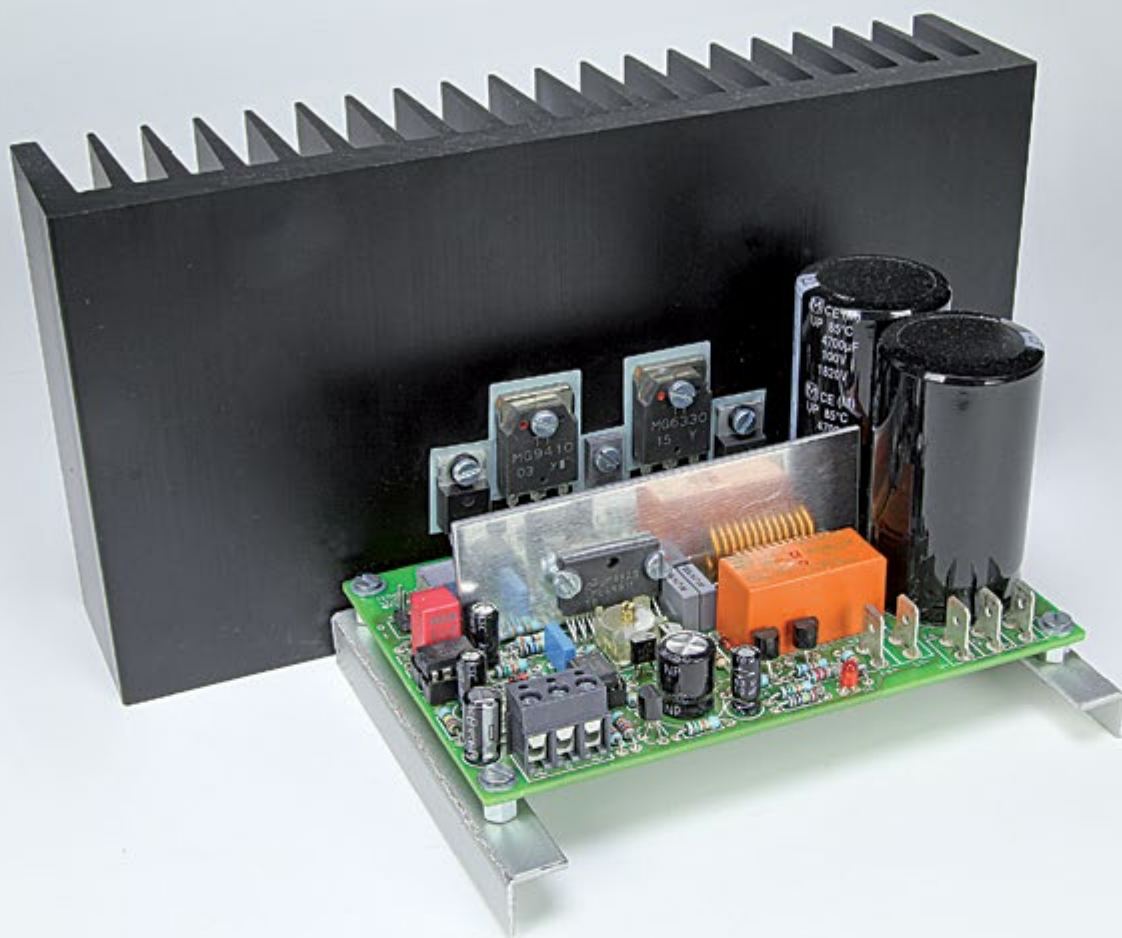
Como en el área de las etapas de potencia de audio discretas casi no queda nada original por desarrollar, esta vez hemos optado por una configuración semi-discreta que ofrezca la ventaja de que es fácil de reproducir y además es muy compacta. Seleccionando cuidadosamente todos los componentes se puede realizar una etapa de potencia con excelentes especificaciones y calidad de sonido.

### Resultados de medición

(Medidos con una alimentación que consta de un transformador de red 2 x 40 V/500 VA (Nuvotem 0500P1-2-040), condensadores de almacenamiento externos 4 x 10.000  $\mu$ F/100 V)

• Sensibilidad de la entrada:	0,88 V (137 W/8 $\Omega$ , THD+N = 0,1%) 0,91 V (145 W/8 $\Omega$ , THD+N = 1%)
• Impedancia de entrada:	15 k $\Omega$
• Potencia continua de salida:	137 W en 8 $\Omega$ (THD+N = 0,1%) 145 W en 8 $\Omega$ (THD+N = 1%) 220 W en 4 $\Omega$ (THD+N = 0,1%) 233 W en 4 $\Omega$ (THD+N = 1%)
• Potencia pico/música: (alimentación DC $\pm$ 56,8 V)	218 W en 8 $\Omega$ (THD+N = 10%) 175 W (8 $\Omega$ , THD + N = 1%) 165 W (8 $\Omega$ , THD + N = 0,1%) 395 W (4 $\Omega$ , THD + N = 10%) 316 W (4 $\Omega$ , THD + N = 1%) 299 W (4 $\Omega$ , THD + N = 0,1%)
• Ancho de banda de potencia:	2,1 Hz...125 kHz (50 W/8 $\Omega$ )
• Slew rate:	26,7 V/ $\mu$ s
• Tiempo de subida:	2,4 $\mu$ s
• Relación señal/ruido: (Referencia 1 W/8 $\Omega$ )	> 94 dB (lineal, B = 22 Hz...22 kHz) > 97 dBA
• Distorsión armónica + ruido: (B = 80 kHz)	0,0033% (1 kHz, 1 W/8 $\Omega$ ) 0,0006% (1 kHz, 50 W/8 $\Omega$ )





- Distorsión intermodulación:  
(50 Hz : 7 kHz = 4 : 1)

0,006% (20 kHz, 50 W, 8 Ω)  
0,0047% (1 kHz, 1 W/4 Ω)  
0,0009% (1 kHz, 100 W/4 Ω)  
0,009% (20 kHz, 100 W/4 Ω)

- Distorsión IM dinámica:  
(onda cuadrada 3,15 kHz +  
seno 15 kHz)

0,002% (1 W/8 Ω)  
0,0009% (50 W/8 Ω)  
0,003% (1 W/4 Ω)  
0,0026% (100 W/4 Ω)

- Factor de atenuación

0,0033% (1 W/8 Ω)  
0,0022% (50 W/8 Ω)  
0,0045% (1 W/4 Ω)  
0,0027% (100 W/4 Ω)

- Rendimiento:  
(Alimentación DC)

560 (1 kHz/8 Ω)  
311 (20 kHz/8 Ω)

- Protección DC:
- Offset DC de la salida:
- Retardo de conexión:

70,6% (8 Ω, THD+N = 0,1%)  
72,5% (8 Ω, THD+N = 1%)  
68,5% (4 Ω, THD+N = 0,1%)  
70,5% (4 Ω, THD+N = 1%)  
+0,55 V/-0,86 V  
0,2 mV (0,6 mV máx.)  
6 s

### Antecedentes

Todo empezó con el filtro de medición para clase D publicado en la edición de julio/agosto de 2011. Fue diseñado en el laboratorio de Elektor para poder medir las grandes tensiones de salida de hasta 70 V<sub>eff</sub> de los amplificadores clase D.

Sin embargo, nunca llegamos a probar el filtro con estas tensiones tan altas debido a la falta de una etapa de potencia adecuada. Pero un diseñador de Elektor sabe cómo resolverlo, así que se empezó a diseñar un amplificador de alta tensión completamente discreto con 23

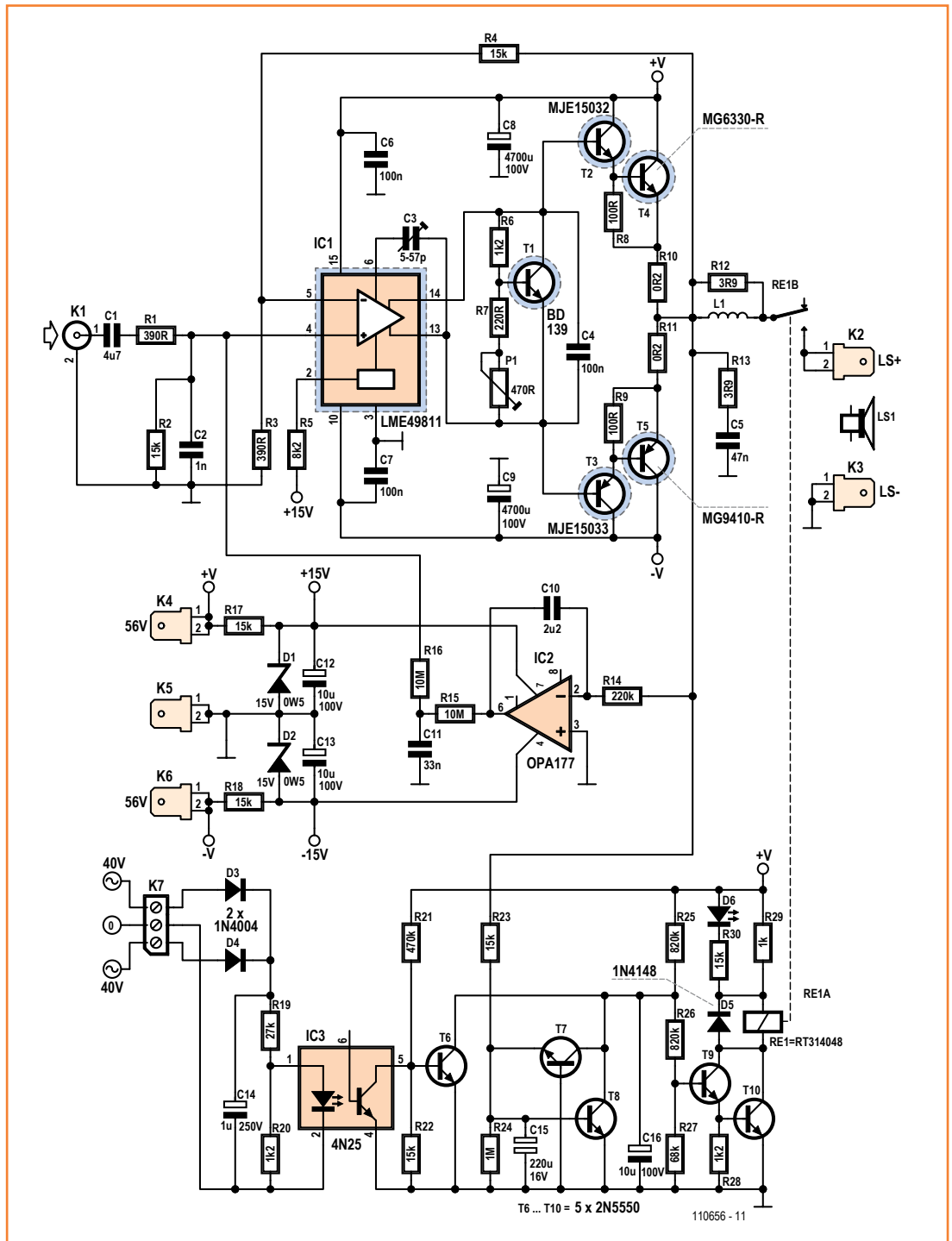


Figura 1.  
El esquema de la etapa de potencia compacta. A pesar del humilde diseño las especificaciones de este amplificador son realmente perfectas!

transistores de alta tensión (MJE340, MJE350, MPSA42 y MPSA92), que tenían que funcionar con una alimentación simétrica de  $\pm 110$  V. El diseño fue un desastre, y resultó muy complejo. Se diseñó incluso una placa impresa para un primer prototipo. Es entonces cuando te preguntas otra vez ¿por qué tienes que hacer tanto esfuerzo para probar únicamente un filtro?

Las especificaciones del diseño no eran pan comido. El amplificador tenía que ser capaz de proveer una señal de salida de hasta 20 kHz a 70 V<sub>eff</sub> con una distorsión extremadamente baja. La impedancia del filtro de medición ascendía a 1 k $\Omega$  mínimo, así que serían necesarios picos de corriente de salida de 100 mA (preferiblemente más).

A continuación buscamos una alternativa más sencilla como es un circuito integrado que pueda suministrar una tensión de salida tan alta con suficiente potencia. Así encontramos el LME49811 de Texas Instruments. El título de la hoja de datos '*Audio Power Amplifier Series High Fidelity 200 Volt Power Amplifier Input Stage with Shutdown*' sonó prometedor. Las especificaciones mencionadas eran perfectas, sólo que no nos quedaba claro si los resultados de medición mostrados estaban hechos con o sin una etapa de potencia externa. Pero nos parecía que valía la pena construir un amplificador con este integrado.

### Los transistores correctos

El siguiente paso era la selección de los transistores de potencia (T4/T5) para la etapa de potencia. Una de las características más importantes de un transistor de potencia para utilizarlo en un amplificador de audio es un amplio área de funcionamiento seguro (safe operating area o SOA). Finalmente encontramos algunos buenos ejemplares en Semelab, el MG6330-R (NPN) y la versión complementaria MG9410-R. Con una tensión colector/emisor de 200 V, estos modelos pueden soportar más de 600 mA de corriente de colector. Este es el caso cuando el amplificador funciona a máximo volumen sin ninguna carga. Por esta razón es posible una configuración clase AB con un área clase A relativamente grande. La amplificación de la corriente continua de estos transistores de potencia tiene una curva casi lineal hasta algunos amperios (algo menos que con la versión PNP) y esto es un buen punto de partida para una etapa de potencia lineal. Para los transistores driver (T2/T3) valen requisitos comparables. Los tipos elegidos MJE15032 (NPN) y MJE15033

(PNP) son aptos para tensiones de hasta 250 V y también aquí la amplificación de la corriente tiene una curva casi lineal. Los transistores driver y de potencia tienen unos límites de frecuencias bastante altos: 30 MHz para los MJE, 60 MHz para el MG6330-R y 35 MHz para el MG9410-R. Se utiliza un BD139 común para la configuración de la corriente de polarización.

### Versión de audio

Cuando uno de los redactores vio el diseño, la primera pregunta fue si no se podía adaptar para utilizarse como un 'sencillo' amplificador de audio. De esta manera llegas a mucha más gente que con un amplificador de medición para tensiones de salida altas. Sí, esto se puede hacer perfectamente adaptando el diseño mínimamente. Hay que dimensionar algunos componentes y bajar la tensión de alimentación. Todo esto dio como resultado el esquema mostrado en la **figura 1**. Con una tensión de alimentación más baja ( $\pm 56$  V, proporcionada por un transformador de 2x40 V ~ secundario) la etapa de potencia puede proveer bastante más potencia con sólo un par de transistores de potencia complementarios (más de 300 W de potencia pico en 4  $\Omega$ ).

Aparte del LME49811 (IC1), la etapa de potencia que consta de 4 transistores (T2...T5) y el regulador de la corriente de polarización con 1 transistor (T1), sólo se requieren algunos componentes adicionales para completar el conjunto.

La red de realimentación R4/R3 está dimensionada de tal manera que la sensibilidad de entrada asciende a 1 V<sub>eff</sub> para una amplificación máxima de  $\pm 55$  V con una tensión de alimentación de  $\pm 60$  V. Este es un valor que cualquier preamplificador moderno puede proveer fácilmente. Los valores de las resistencias se han elegido de tal forma que la disipación de R4 quede justo por debajo de 0,25 W con la amplificación máxima. Para que la supresión de modo común en la entrada del LME49811 fuera óptima se dimensionaron las resistencias R1 y R2 igual que las resistencias R3 y R4, lo que hace que la impedancia de entrada ascienda a unos 15 k $\Omega$ . El ancho de banda de la señal de entrada viene limitado por un lado por el condensador de entrada C1 (el punto de inflexión se encuentra teóricamente en 2,2 Hz) y en la parte alta por C2. Con eso se consigue que el amplificador no tenga ningún problema con señales de entrada demasiado rápidas (limitación de slew rate) y así suprime también posibles interferencias HF. Para la compensación de frecuencia del integrado sólo se



requiere un único condensador (C3). Para facilitar la realización de experimentos se ha colocado en la placa un condensador ajustable con PTFE como dieléctrico (una elección perfecta para audio). Por otra parte la placa también es apta para la utilización de condensadores mica plateados con un paso de 5,9 mm. Durante las pruebas resultó que una configuración de 1/3 del valor (cerca 18 pF) proporcionaba los mejores resultados de prueba. Para la configuración de la tensión continua del amplificador se encargó un regulador DC construido alrededor de IC2. Este compara la tensión de salida con la referencia de masa y lo corrige a partir de la diferencia medida de la entrada no invertida del LME49811 (terminal 4) con una corriente muy pequeña. La corrección se hace sobre la entrada no invertida debido a las impedancias más altas en este punto (en la entrada invertida, R3 determina en gran parte la impedancia y esta es de sólo 390  $\Omega$ ). La velocidad de regulación se encuentra en algunas décimas de segundo. Para el operacional de regulación se optó por un OPA117, debido a sus perfectas especificaciones DC (la corriente bias y el offset son 2,8 nA y 60  $\mu$ V máximo). Con eso la tensión máxima teórica de offset del amplificador de potencia podría ascender a 0,6 mV (inapreciable para los altavoces conectados), pero en nuestro prototipo sólo llegó a ser de 0,2 mV.

El operacional para la corrección DC tiene su propia alimentación  $\pm 15$  V, derivada de la tensión de alimentación principal con la ayuda de algunas

resistencias y diodos zener (R17/R18/D1/D2). A tensiones de alimentación más bajas habrá que adaptar el valor de R17 y R18. Con eso hay que tener también en cuenta una corriente adicional de 1,5 mA que consume IC1 a través del terminal 2 de la línea de +15 V.

En la salida del amplificador se ha incorporado una red Zobel (R13/C5). Este se encarga de que el amplificador también permanezca estable con una carga inductiva o ninguna. La bobina añade una protección adicional contra cargas capacitivas. La resistencia R12 atenúa posibles oscilaciones o saltos. En la placa se ha colocado R12 dentro de L1 para ahorrar espacio.

En la placa también se han ubicado dos grandes condensadores de almacenamiento de 4700  $\mu$ F. Para eso se han utilizado tipos con una baja ESR. Al constructor del amplificador le queda por montar el transformador de red externamente, un rectificador y 4 condensadores de 10.000  $\mu$ F/100 V.

Para el transformador se optó por un modelo de dos devanados secundarios de 40 V. Para el prototipo del laboratorio de Elektor utilizamos un transformador barato de 500 W donde la tensión de salida bajaba bastante fuerte con cargas más grandes. Con una versión más estable se pueden alcanzar mayores potencias de las que vienen en las especificaciones.

## Protección

Por supuesto que deseamos que el amplificador siempre siga funcionando correctamente, pero

## Líneas de alimentación

En una etapa de potencia fluyen picos muy elevados de corriente. Para amortiguar la tensión de alimentación, aparte de los dos condensadores externos, se han montado también dos condensadores electrolíticos adicionales con una ESR baja en la placa cerca de los transistores de potencia.

Para un amplificador de potencia de audio es esencial que las líneas de alimentación hacia y en la placa no puedan producir campos magnéticos de interferencia que puedan conducir a una mayor distorsión mediante la inducción de corrientes en el bucle de realimentación y otras partes del amplificador. Una manera de suprimir este efecto indeseado es juntar al máximo las tres líneas de alimentación y desacoplarlas lo más cerca posible de la etapa de potencia. Por las pistas de alimentación de la placa fluyen corrientes rectificadas de media onda debido a la configuración clase AB aplicada. Colocando las pistas de alimentación positiva y negativa lo más próximas entre sí, la forma de todo el campo magnético producido será casi como una senoide y causará menos distorsión. En una placa de doble cara se pueden colocar estas pistas en ambos lados justo una encima de la otra.

Estas consideraciones de diseño son muy importantes en amplificadores de potencia con cifras de distorsión muy bajas. También la masa en forma de estrella es muy importante, en este caso se encuentra al lado de C5. En este punto se juntan las líneas de masa, realimentación, red Zobel, salida del altavoz y alimentación. La placa de circuito impreso está específicamente diseñada para ser utilizada como amplificador mono. Para hacer un amplificador estéreo simplemente tendrás que construir dos placas y montarlos juntos con la alimentación en una caja (preferiblemente 2 alimentaciones separadas).

cualquier circuito electrónico puede romperse (especialmente etapas de potencia de audio...). La temperatura de los transistores de potencia puede subir bastante (hasta por encima de 70 °C) especialmente a máxima potencia y esto puede acortar bastante la vida útil de estos semiconductores. Nuestra experiencia es que generalmente un transistor defectuoso forma un cortocircuito. Si en ese caso no hay ningún fusible que se haya saltado, la salida del amplificador recibirá una tensión continua muy alta, y por supuesto no queremos hacerle este daño a nuestros valiosos altavoces. Por eso no puede faltar una protección DC en ninguna etapa de potencia de audio.

Después de la conexión del amplificador se necesita un par de segundos para la estabilización de la tensión continua. Como de costumbre, el altavoz está conectado a la salida a través de un relé. Este relé sólo se puede accionar si están presentes las tensiones de alimentación del amplificador y la salida del amplificador no lleva tensión continua. En este caso sólo se vigila la tensión de alimentación positiva utilizándola también como alimentación para el circuito de protección (T6...T10). Si no hay tensión de alimentación, entonces el relé no puede recibir ninguna tensión para la bobina. La protección DC consta de 2 transistores y un filtro paso bajo (R23/C15) con una constante de tiempo de 3,3 s. Quizás parece muy bajo, pero cuanto más alta sea la tensión DC en salida más rápido entra a

conducir T7 o T8 y descargar al C16. T8 empezará a conducir con un offset DC en la salida de más de 0,55 V y desconectará el relé a través de T9/T10. T7 reaccionará con un offset de más de 0,85 V. Además de eso, también monitoriza la presencia de las tensiones secundarias del transformador para desconectar el relé directamente al desconectar el transformador de red o cuando salte un fusible. Para evitar un bucle de masa, la presencia de las tensiones secundarias del transformador se transmite a T6 del circuito de protección a través del optoacoplador IC3. D3 y D4 funcionan junto con IC4 como rectificador de doble fase para el LED del optoacoplador. El divisor de tensión R19/R20 está dimensionado de tal forma que el LED se apaga directamente al desaparecer una de las tensiones del transformador.

El condensador C16 junto con las resistencias R25 y R26 determina el tiempo de retardo del relé después de conectar la tensión de alimentación (cerca de 6 segundos).

Para el relé se ha seleccionado una versión de 48 V. Este está conectado a la tensión de alimentación de 56 V a través de una resistencia en serie de 1 k $\Omega$  (R29). Si es difícil de encontrar un relé de 48 V, entonces también se puede utilizar una versión de 24 V. En este caso hay que utilizar un valor de 2,2 k $\Omega$ /1 W para la resistencia R29.

El circuito de protección está dimensionado para una tensión de alimentación de  $\pm 56$  V. En caso de utilizar una tensión más baja habrá que modificar

## Refrigeración

Tanto los transistores drivers/de potencia como IC1 tienen que ir provistos de suficiente refrigeración. En el integrado esto se ha hecho con la ayuda de un disipador de aluminio de 2 mm de grosor de 2,5 x 8 cm, que se fija al integrado con 2 tornillos y sus correspondientes tuercas. Este disipador es suficiente para evacuar los cerca de 2 W que disipa el integrado con una tensión de alimentación de unos  $\pm 56$  V.

En la elección del disipador de los transistores de potencia se llegó a un compromiso entre dimensiones y la amplificación máxima estimada del amplificador. Si partimos de una amplificación máxima continua, entonces sería necesario un disipador más grande o una refrigeración forzada, pero en la práctica ocurre rara vez. Por eso se optó por unas dimensiones suficientes como para aguantar la potencia completa durante unos periodos cortos (algunos minutos). Encontramos una buena solución en un disipador de Fischer Elektronik. No es realmente pequeño, pero para asegurar que no haya sobrecalentamiento con potencias de salida más elevadas es necesaria una baja resistencia térmica. El disipador elegido con una altura de 10 cm tiene una resistencia térmica de 0,7 K/W. Como ilustración: con una tensión de alimentación estabilizada de  $\pm 56,8$  V el amplificador puede proveer casi 300 W (con una distorsión de 0,1%) en una carga de 4  $\Omega$ . Con un rendimiento del 68,5% significa que tienen que disiparse unos 137 W. En una señal sinusoidal continua la temperatura subirá a más de 90 °C por encima de la temperatura ambiental con el amplificador a plena potencia! También las resistencias del emisor R10 y R11 (de 5 W) se encuentran al borde de lo que pueden aguantar. Pero como ya hemos comentado, esto no ocurrirá con un uso normal con música. Como información: ¡No existe casi ningún fabricante de amplificadores de audio que dimensione sus disipadores para una potencia máxima continua!

## Lista de materiales

### Resistencias:

(5%/0,25 W, a menos que se indique lo contrario)  
 R1,R3 = 390  $\Omega$   
 R2,R4,R17,R18,R22,R23,R30 = 15 k $\Omega$   
 R5 = 8k2  
 R6,R20,R28 = 1k2  
 R7 = 220  $\Omega$   
 R8,R9 = 100  $\Omega$   
 R10,R11 = 0 $\Omega$ 2, 1%, 5 W, baja inducción (Vishay Dale LVR05R2000FE73)  
 R12,R13 = 3 $\Omega$ 9, 5%, 5 W  
 R14 = 220 k $\Omega$   
 R15,R16 = 10 M $\Omega$   
 R19 = 27 k $\Omega$   
 R21 = 470 k $\Omega$   
 R24 = 1 M $\Omega$   
 R25,R26 = 820 k $\Omega$   
 R27 = 68 k $\Omega$   
 R29 = 1 k $\Omega$   
 P1 = 470  $\Omega$  potenciómetro de ajuste, horizontal

### Condensadores:

C1 = 4 $\mu$ 7/63 V, MKT, paso 5/7,5 mm  
 C2 = 1 nF/400 V, MKT, paso 5/7,5 mm  
 C3 = condensador de ajuste 5...57 pF/250 V, tumbado (Vishay BCcomponents BFC280908003)  
 C4,C6,C7 = 100 nF/100 V, paso 5/7,5 mm  
 C5 = 47 nF/400 V, paso 5/7,5 mm  
 C8,C9 = 4700  $\mu$ F/100 V, paso 10 mm, snap-in, diámetro 30 mm (Panasonic ECOS2AP472DA)  
 C10 = 2 $\mu$ 2/63 V, paso 5/7,5 mm  
 C11 = 33 nF/63 V, paso 5/7,5 mm  
 C12,C13,C16 = 10  $\mu$ F/100 V, paso 2,5 mm, diámetro 6,3 mm  
 C14 = 1  $\mu$ F/250 V, paso 2,5 mm, diámetro 6,3 mm  
 C15 = 220  $\mu$ F/16 V bipolar, paso 5 mm, diámetro 10 mm

### Bobina:

L1 = 450 nH, 13 espiras de hilo de cobre esmaltado de 1,5 mm, 7 mm diámetro interior.

### Semiconductores:

D1,D2 = diodo zener 15 V/0,5 W  
 D3,D4 = 1N4004  
 D5 = 1N4148  
 D6 = LED rojo, 3 mm  
 T1 = BD139  
 T2 = MJE15032  
 T3 = MJE15033  
 T4 = MG6330-R  
 T5 = MG9410-R  
 T6...T10 = 2N5550  
 IC1 = LME49811TB/NOPB  
 IC2 = OPA177GPG4  
 IC3 = 4N25

### Varios:

K1 = conector SIL de 2 vías, paso 2,54 mm  
 K2...K6 = conector Faston para montaje sobre placa, paso 5,08 mm  
 K7 = clema para montaje en placa de 3 vías, paso 5 mm  
 RE1 = relé para montaje sobre placa, SPCO, 16 A, bobina 48 V/5,52 k $\Omega$  (TE Connectivity/Schrack RT314048)  
 Plaquitas de aislamiento TO-220 para T1...T3, Kapton MT-film, 0,15 mm, 6 kV  
 Plaquitas de aislamiento TO-3P para T4,T5, Kapton MT-film, 0,15 mm, 6 kV  
 Arandela de aislamiento TO-220 para T2,T3  
 Disipador 0,7 K/W (por ejemplo Fischer SK 47/100 SA)  
 Disipador de aluminio para IC1 de 2mm de espesor y 2.5x8 cm  
 Placa 110656-1, ver [www.elektor.es/110656](http://www.elektor.es/110656)

### Alimentación (para 1 etapa de potencia):

Transformador de red 2 x 40 V/ 500 VA secundario (por ejemplo Nuvotem 0500P1-2-040)  
 Rectificador 200 V/35 A (por ejemplo GBPC3502 (Fairchild))  
 4 condensadores electrolíticos de 10.000  $\mu$ F/100 V (2 unidades en paralelo por cada línea de alimentación)

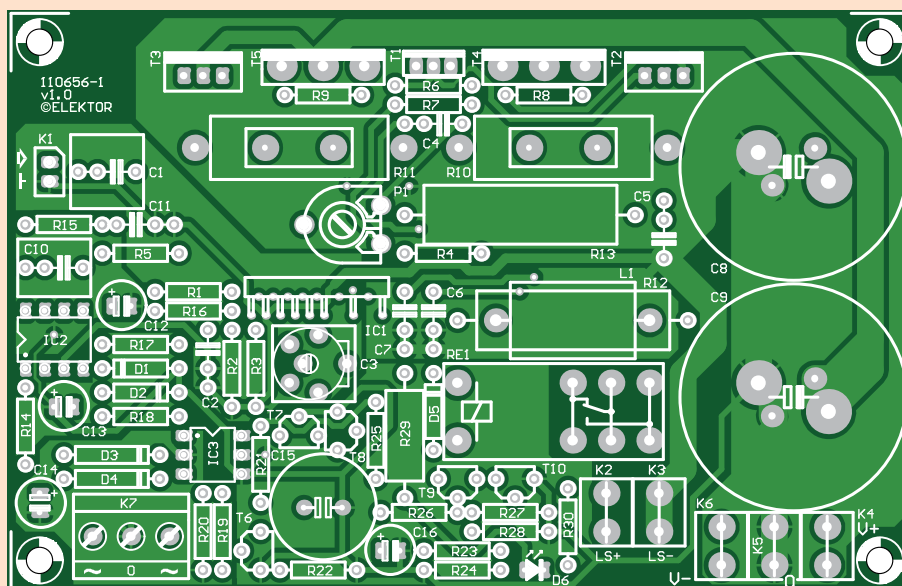


Figura 2.  
 La placa contiene la etapa de potencia completa con condensadores de alimentación más circuito de protección y retardo.



algunas resistencias. Esto también vale para las resistencias de realimentación si la sensibilidad de entrada debe mantenerse cerca de 1 V. Ten en cuenta que el LME49811 tiene que amplificar 20 veces como mínimo (26 dB).

### Construcción

La **figura 2** muestra el diseño de la placa de circuito impreso de este amplificador. Tal y como ya prometía el título, todo ha quedado muy compacto.

La construcción de la placa no es nada difícil, sin embargo hay algunos puntos que hay que tener en cuenta. La mayoría de los componentes se sueldan directamente a la placa, con la excepción de T1...T5, IC1 y los condensadores de alimentación C8 y C9. Para la interconexión de la alimentación y el altavoz hay que soldar conectores faston (6,3 x 0,8 mm) en la placa.

La bobina L1 consta de 13 espiras de hilo de cobre esmaltado de 1,5 mm, envueltos sobre un taladro de 7 mm. Asegúrate de que los terminales sean lo suficientemente largos como para poder montar la bobina un poquito por encima de la placa. Los extremos de la bobina tienen que ir en el centro de la bobina hacia abajo. Entonces se coloca la resistencia R12 dentro de L1 y sus terminales se doblan de tal manera que quepan bien en los agujeros correspondientes de la placa. Coloca los dos componentes en la placa al mismo tiempo y asegúrate de que la bobina quede 'flotando' por encima de la placa y de que la resistencia quede correctamente en el centro de la bobina (ver **figura 3**).

Antes de seguir adelante, has de saber que caja vas a utilizar. Entonces sabrás cómo hay que fijar los disipadores y la placa en la caja. Lo más práctico es fijar dos abrazaderas de aluminio al disipador sobre la que se monta la placa. De esta manera se pueden realizar bien los trabajos en la placa, también cuando ya están montados los transistores sobre el disipador.

La placa tiene que estar montada contra el disipador, de modo que los terminales de los transistores se encuentren lo más cerca posible de los respectivos islotes de la placa. Con un alicate se doblan los terminales de T1...T5 formando una curva plana en forma de S de modo que los terminales vengán un poquito hacia delante y entren correctamente en los agujeros de la placa sin tensiones mecánicas. La primera curva tiene que ir lo más cerca posible del encapsulado. No dobles nunca los terminales



Figura 3.  
Toma detalle de la bobina de salida L1 con la resistencia de potencia R12 dentro.

directamente, sino que coloca en el encapsulado una plaquita metálica contra los terminales para evitar microcortes en el encapsulado. La segunda curva se debe hacer por los agujeros de la placa. La **figura 4** muestra cómo queda. Se pueden colocar provisionalmente las plaquitas de aislamiento de los transistores entre transistor y disipador para la localización de la posición exacta de la segunda curva. Pero esto no es tan crítico, sólo si se utilizan plaquitas de aislamiento de cerámica. Después de que los transistores estén firmemente fijados contra el disipador, se sueldan los terminales en la placa.

Luego continuamos con IC1. Primero se atornilla un disipador de 2 mm de aluminio de 2,5 x 8 cm con 2 tornillos y tuercas contra el integrado. Monta el disipador de manera que quede un

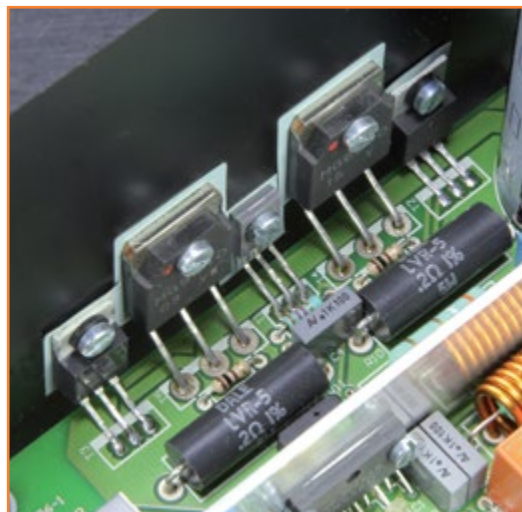


Figura 4.  
A todos los terminales de los transistores del disipador se les provee de 2 curvas para que queden exactamente en los agujeros correspondientes sin ninguna tensión mecánica.

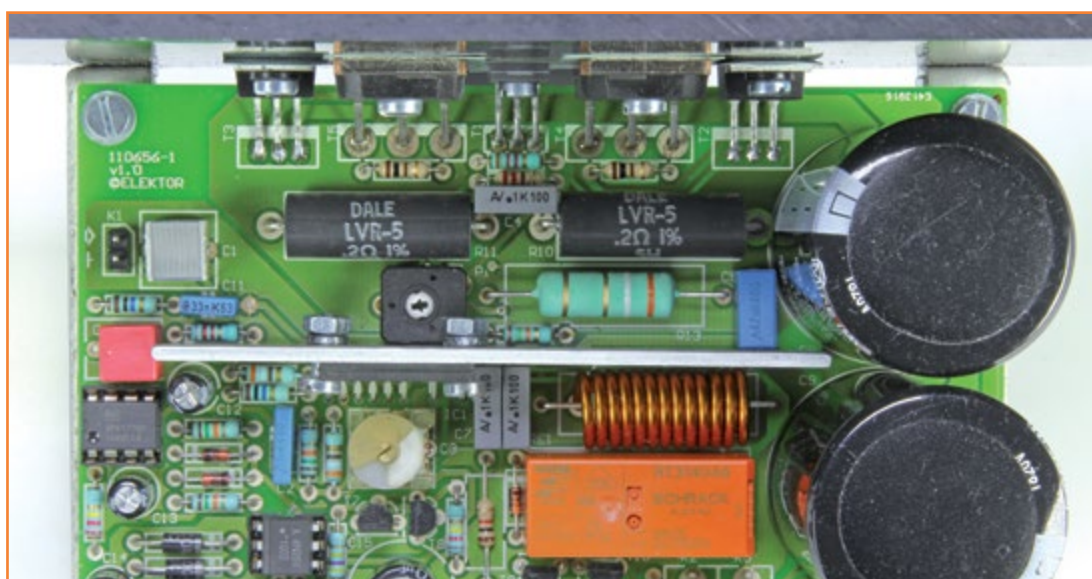


Figura 5.  
En la placa hay justo el espacio suficiente para el disipador que se debe montar sobre IC1.

poquito por encima de la placa impresa al colocar el integrado, de forma que no entre en contacto con R1, R4 y R5. Importante: ¡La parte posterior metálica de IC1 está conectada con la tensión de alimentación negativa! Si no utilizas material aislante para IC1, ¡todo el disipador llevará la tensión de alimentación negativa! Aquí también aconsejamos utilizar una plaquita de aislamiento por seguridad. Sueda a continuación el integrado a la placa. En la placa hay justo el espacio suficiente para este disipador (ver **figura 5**). Dobra un poquito L1 apartándolo del disipador. Finalmente se pueden colocar los dos condensadores de almacenamiento C8 y C9. Así no molestan en las tareas anteriores.

## Probar

Antes de conectar el amplificador directamente a la alimentación hay que ajustar primero la corriente de polarización de la etapa de potencia. Para eso utiliza primero dos resistencias de potencia de  $47\ \Omega/5\ W$  puestas en serie con las conexiones de la alimentación. Si algo fallara (por ejemplo, un cortocircuito en alguna parte), no se dañará el propio amplificador. En el peor caso las dos resistencias se convierten en humo. También puedes utilizar una fuente de alimentación estabilizada con limitación de la corriente, pero la mayoría no dispondréis de una capaz de suministrar tensiones de  $\pm 56\ V$ . Coloca en serie con la línea de alimentación positiva un medidor de corriente. Antes de conectar la tensión de alimentación gira primero P1 completamente hacia la izquierda y

no olvides conectar los devanados secundarios del transformador con la clema K7. Después de conectar, la corriente que pasa por la línea de alimentación positiva tiene que ascender a unos 30 mA (con el relé de salida activado). Gira P1 lentamente hacia la derecha hasta que la corriente se incremente en 30 mA, en total 60 mA. Esta corriente baja de polarización es más que suficiente. Cuando la temperatura del disipador suba, la corriente de polarización también subirá ligeramente. Sin embargo, ésta se suele quedar por debajo de los 90 mA. Con potencias de salida muy elevadas la temperatura de la unión de los dos transistores de potencia subirá mucho más rápidamente que la temperatura del disipador, de modo que el transistor de corriente de polarización no puede compensarlo por completo. Esto conduce a una subida momentánea de la corriente de polarización hasta unas decenas de mA, pero al bajar la temperatura, bajará igual de rápido. Realmente esto es un pequeño extra adicional en este amplificador: Podrías decir que el ajuste de clase A de la etapa de potencia aumenta con la potencia de salida proporcionada. ¡Qué disfrutes con la construcción y uso de esta etapa de potencia compacta!

(110656)

**Más detalles (en inglés) sobre esta etapa de potencia se encuentran disponibles en:**

[www.elektor-projects.com/project/110656-simple-audio-power-amplifier.13247.html](http://www.elektor-projects.com/project/110656-simple-audio-power-amplifier.13247.html)

## Algunas características medidas

Aparato de medición: Audio Precision System Two Cascade Plus 2722 Dual Domain

### Gráfico A

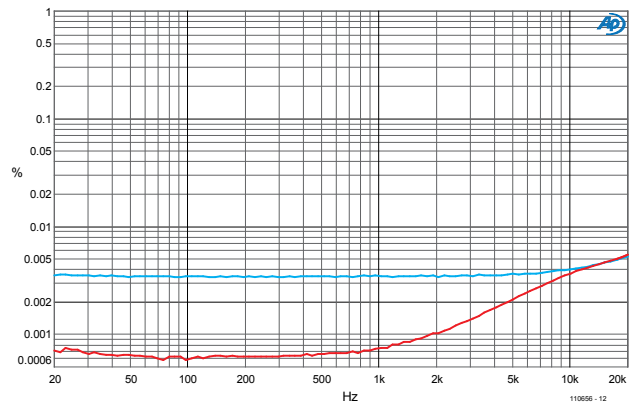
THD+N con una potencia de salida de 1 W/8  $\Omega$  y 50 W/8  $\Omega$ , B = 80 kHz. La curva en 1 W contiene principalmente ruido (THD+N = 0,0034%). Justo antes de los 20 kHz la distorsión asciende algo por encima del ruido (THD+N = 0,0052%). A 50 W (esto es exactamente 20 V, de modo que se puedan comparar bien estos resultados con los datos de la medición de la hoja de datos del LME49811) el nivel de ruido es mucho más bajo en relación a la tensión de la salida. Ahora se puede ver que la distorsión a altas frecuencias aumenta antes. A 1 W la distorsión se mantiene todavía por debajo del ruido. La distorsión por encima de 10 kHz es casi igual que la curva de 1 W. No se muestra la característica a 100 W porque es casi idéntica a la de 50 W. La distorsión es muy baja en todas las potencias de salida hasta justo por debajo del nivel de clipping.

### Gráfico B

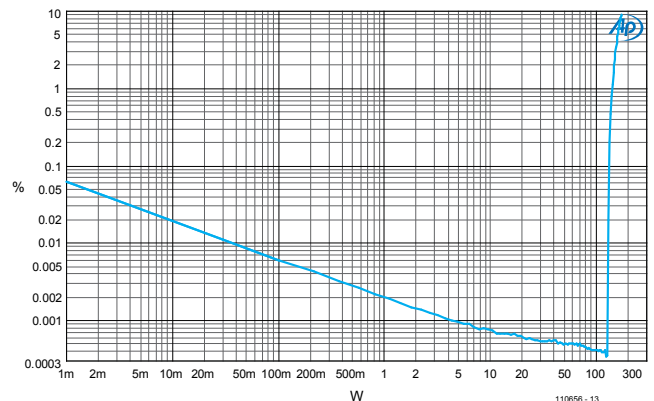
THD+N como función de la potencia de salida (1 kHz/8  $\Omega$ , B = 22 kHz). Se ha reducido el ancho de banda de medición para hacer más visible el aumento de la distorsión. También aquí vemos que la distorsión queda extremadamente baja mientras el nivel de ruido baja con el aumento de la tensión de salida. A 127 W se alcanza el punto de clipping y por encima aumenta rápidamente la distorsión. A 137 W el THD+N alcanza un valor del 0,1% (todavía muy útil para una buena reproducción del sonido). Si realmente sobrecargamos el amplificador, puede producir incluso 174 W al 10% THD. Aquí hay que recalcar que la tensión de alimentación del transformador (barato) de red utilizado baja bastante en plena sobrecarga (a 10% THD bajaba hasta  $\pm 51,5$  V). Utilizando un transformador con una tensión de salida más estable podemos llegar a más potencia de salida.

### Gráfico C

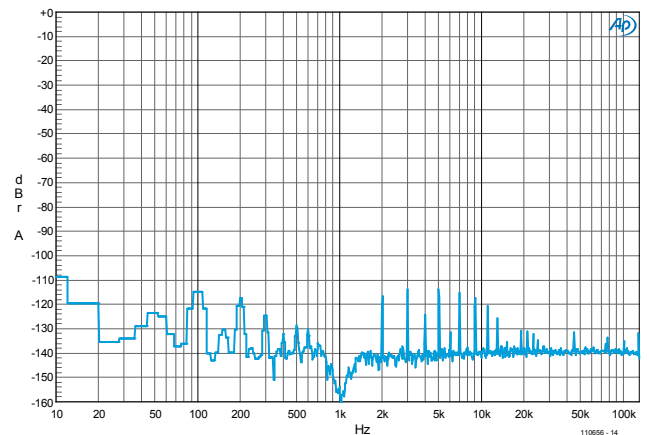
FFT de 1 kHz a 50 W/8  $\Omega$  (20 Veff). Los niveles de armónicos residuales en la tensión de alimentación y los armónicos de 1 kHz quedan en unos niveles extremadamente bajos, en la práctica nunca serán audibles. El tercer armónico queda en -113,8 dB, es decir 0,0002% THD+N queda con esta potencia en 0,0006% (B = 80 kHz).



A



B



C



# elektorcardi♥scopio Android

## 2ª parte

## sin hilos, sin botones: Bluetooth & pantalla táctil

**Marcel Cremmel**  
(en cooperación con  
Raymond Vermeulen)

Tras de la descripción de los elementos que componen nuestro nuevo interfaz para ECG para tableta o teléfono móvil táctil Android que iniciamos en la edición especial de julio-agosto de 2013, nos ocuparemos aquí de las funciones del PIC y de cómo se ejecuta su programa, antes de abordar la propia aplicación Android. Sin entrar en detalles, vamos a contar lo suficiente para animar a nuestros lectores a apropiarse del código y a lanzarse a su vez en el desarrollo de aplicaciones bajo Android.

### ¿Qué hace el PIC24?

#### Adquisición y transmisión de las muestras (ver Figura 5)

Se utilizan tres módulos físicos integrados en el  $\mu\text{C}$ :

- El módulo CAN de 10 bits y su multiplexor analógico.

- La UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*), para la comunicación con el módulo Bluetooth (BT).
- El *Timer1* para producir las señales P2HZ y CAL.

El multiplexor analógico del módulo CAN permite la conversión de las tres entradas analógicas DI,

DII y BATT\_LEV. Esta última señal es producida por un divisor resistivo por 2 (R16/R17) a partir de la tensión de las pilas.

El módulo CAN está configurado en modo *autoconversión* y *autoscan*: asegura la selección, el muestreo y la conversión de las tres entradas sin intervención del procesador.

La frecuencia de muestreo de 2 kHz es más que suficiente para la adquisición de una señal ECG.

Los resultados de las conversiones son almacenados en tres



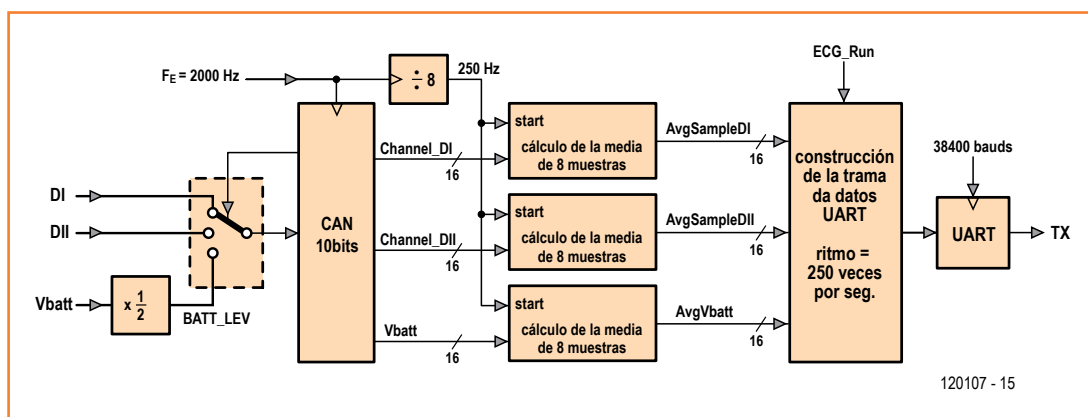


Figura 5.  
Adquisición y transmisión de las muestras de DI y DII.

## De todo corazón, es bueno para el PIC

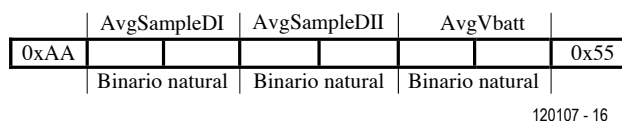


Figura 6.  
Formato de la trama de la UART.

variables codificadas sobre 16 bits: Channel\_DI, Channel\_DII y Vbatt.

Al final de cada una de las tres conversiones, es decir a una frecuencia de 2 kHz, una interrupción (\_ADC1Interrupt) efectúa los siguientes tratamientos:

- Cada 8 muestras, es decir, a un ritmo de 250 Hz: calcula los valores medios de **AvgSampleDI**, **AvgSampleDII** y **AvgVbatt**. Este tratamiento permite reducir el efecto de señales parásitas puntuales.
- Construcción y transmisión de la trama serie asíncrona de datos hacia el módulo BT.

La **Figura 6** representa el formato adoptado por esta trama de 8 octetos. Los datos están encuadrados por los octetos 0xAA y 0x55. Servirán para que el terminal Android realice la sincronización de la trama y, a su vez, a identificar y a retener las muestras. El valor de las muestras está comprendido entre 0x0000 y 0x03FF (conversión sobre 10 bits en binario natural), con lo que es imposible una falsa sincronización.

### Selección de las constantes de tiempo de auto-cero (ver Figura 7)

Esta función lógica adapta permanentemente la velocidad de alineamiento de las señales DI y DII

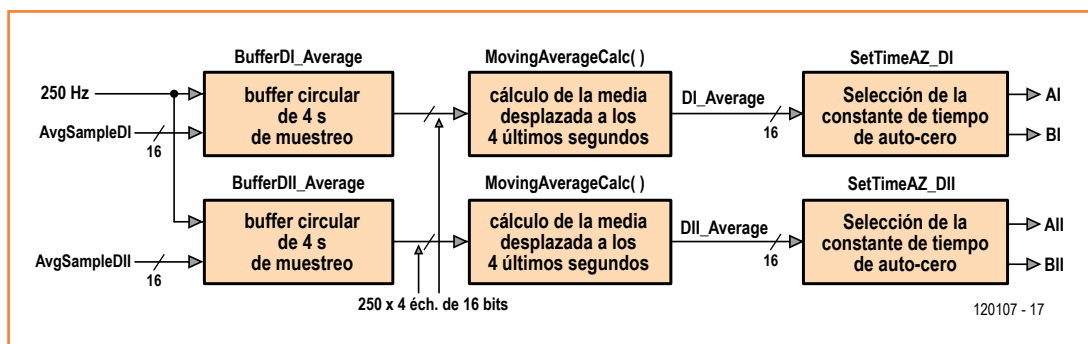
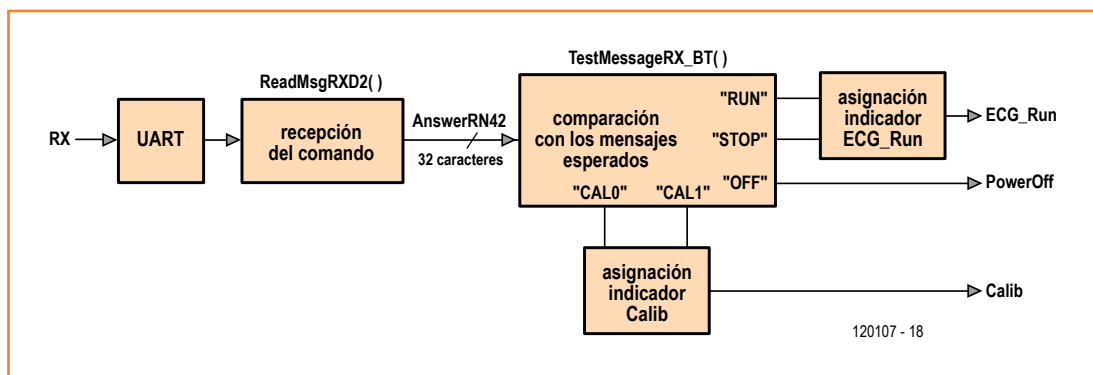


Figura 7.  
Selección de las constantes de tiempo de auto-cero.

NB : La numeración de las ilustraciones y de los enlaces continúa con la de la primera parte de este artículo.

Figura 8.  
Recepción de las órdenes desde una tableta o un teléfono Android.



(ver el apartado “Esquemas a corazón abierto” del primer artículo), de manera que se establezca cada ECG lo más rápidamente posible.

Para ello, la función **MovingAverageCalc()** calcula la media deslizante de las señales digitales **AvgSampleDI** y **AvgSampleDII** durante un tiempo de 4 s. Los resultados **DI\_Average** y **DII\_Average** son comparados con los valores de reposo esperados, para elegir, a través de AI y BI o AII y BII, una constante de tiempos de “auto-cero” tanto más rápido cuanto más grande sea la separación.

Recordemos lo que significa la expresión “media deslizante”. Las muestras **AvgSampleDI** y **AvgSampleDII** son almacenadas en un bucle circular de 4 s, es decir, aquí de  $4 \times 250 = 1000$  palabras de 16 bits. Así pues, la función **MovingAverageCalc()** calcula a un ritmo suficiente la media aritmética de las 1000 últimas muestras del bucle. La última muestra corresponde al instante del cálculo y, por lo tanto, **se desliza** con el tiempo.

## Recepción de las órdenes desde el terminal (ver Figura 8)

Pocas órdenes provienen del usuario a través del terminal:

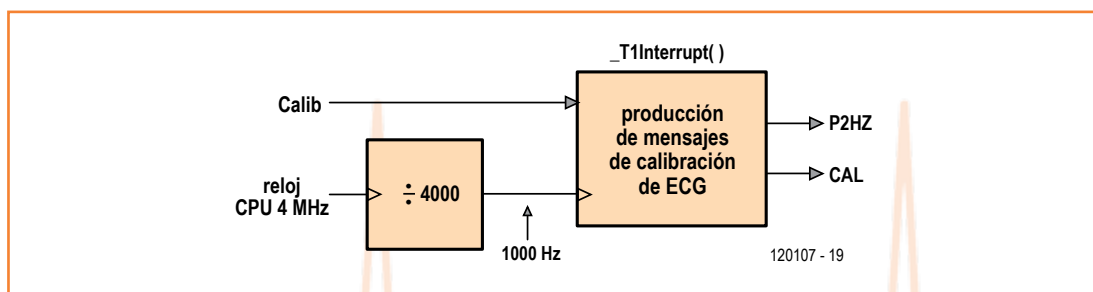
- Un comando Run/Stop para validar o bloquear la transmisión de tramas de datos.

- La desconexión del interfaz. Señalar que la puesta en funcionamiento sólo se puede hacer a través del botón pulsador M/A del interfaz.
- Los comandos **CAL0** y **CAL1** para controlar la generación de las señales de calibración.

El módulo UART se encarga de la conversión serie/paralelo de cada octeto del mensaje recibido. Las funciones de recepción de octetos generadas en las bibliotecas de *Microchip* no utilizan las interrupciones. Para evitar los bucles de espera de estas funciones, que ocupan inútilmente el procesador, utilizamos la interrupción de recepción de la UART. La función asociada, **\_U2RXInterrupt**, acumula los caracteres recibidos en una pila de tamaño suficiente (256 octetos). Estos caracteres son leídos sin pérdida de tiempo por la función **ReadMsgRXD2()**. La variable de cadena de caracteres, **AnswerRN42**, se ve afectada cada vez que se recibe un mensaje completo (con la secuencia terminal = CR-LF). La función **TestMessageRX\_BT()** compara después esta cadena con cada una de los comandos esperados.

Esta función afectará a su vez al indicador **ECG\_Run** de validación de la transmisión de las tramas de datos (ver **Figura 5**), a la señal /PowerOff de desconexión y al indicador **Calib** de validación de la generación de la señal de calibración.

Figura 9.  
Generación de las señales de calibración.





# iHaced vuestros propios electrocardiogramas en vuestra tableta o en vuestro teléfono táctil!

## Producción de las señales de calibración (ver Figura 9)

Las señales P2HZ y CAL actúan sobre el multiplexor analógico IC9 (ver **Figura 3**, F2) para sustituir periódicamente las tensiones recogidas por los electrodos, por una señal de calibración de 1 mV de amplitud. La frecuencia de la señal P2HZ es de 2 Hz y su ciclo de trabajo del 20%, próxima a la de una señal ECG. La señal producida por el  $\mu\text{C}$  es atenuada por la red R21-R22-R65 para obtener 1 mV de amplitud y un valor medio nulo. La señal CAL pasa a nivel lógico 1 durante 10 s cada minuto, si el usuario ha validado su generación desde la tableta o desde el teléfono. Estas señales son generadas por un secuenciador implantado en el  $\mu\text{C}$ . Dicho secuenciador está constituido por:

- Un divisor de frecuencia por 4000, realizado por un grupo de componentes (el módulo *Timer1*).
- Una función lógica de interrupción **\_T1Interrupt**, activada 1000 veces por segundo. Si el indicador **Calib** está activado, las variables de conteo se incrementan y se comparan con unas constantes para producir las señales P2HZ y CAL.

## Estado de la conexión Bluetooth (ver Figura 10)

En ausencia de la conexión BT es inútil convertir las señales ECG y transmitir las. La señal STATUS, producida por el módulo BT, proporciona esta información: conexión establecida (1) o interrumpida (0).

La función de interrupción **\_CNInterrupt** es activada con cada cambio de estado de la señal STATUS y, en consecuencia, afecta al indicador **ECG\_Run** y al bit ADON de validación del conversor A/D (ver **Figura 5**). La elección de una función de interrupción evita la monitorización periódica de la señal STATUS y, como consecuencia, una pérdida de tiempo del procesador.

## Desarrollo de la ejecución del programa del PIC

La arquitectura del programa es clásica (contrariamente la aplicación Android, como se verá).

Después de la inicialización, se ejecutan las operaciones siguientes:

- Inicialización de las variables, de los puertos de entrada/salida, del *Timer1* para la producción de las señales de calibración (ver más abajo) y del conmutador UART2 para comunicar con el módulo BT.
- Configuración del módulo BT para pasar a 38400 baudios.
- Inicialización del módulo CAN de 10 bits: frecuencia de muestreo de 2000 Hz, auto-conversión y auto-scan de las tres entradas analógicas.
- Validación de la interrupción CN.
- Finalmente, el programa entra en un bucle sin fin:
  - Llamada a **TestMessageRX\_BT()**: lectura y tratamiento de la posible orden recibida desde el terminal.
  - Llamada a **MovingAverageCalc()**: cálculo de la media deslizando **DI\_Average**.
  - Llamada a **SetTimeAZ\_DI()**: selección de la constante de tiempo de auto-cero de la vía DI.
  - Llamada a **MovingAverageCalc()** y a **SetTimeAZ\_DI()** para la vía DII.

Las funciones de cálculo de los valores medios están colocadas en un bucle sin fin, ya que sus tiempos de ejecución son bastante largos (26.800 ciclos de CPU, es decir, 6,7 ms). Según las reglas de programación, hay que evitar asignar tratamientos largos a las funciones de interrupción. En efecto, durante este tiempo las otras funciones de interrupción, de prioridad interior, no serán

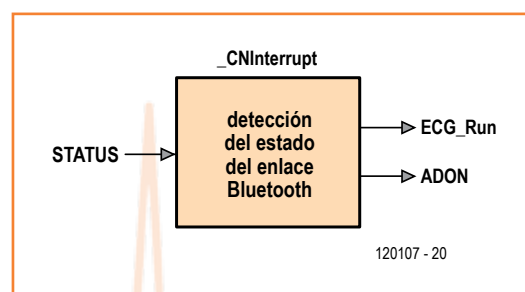


Figura 10. Detección del estado de la conexión *Bluetooth*.

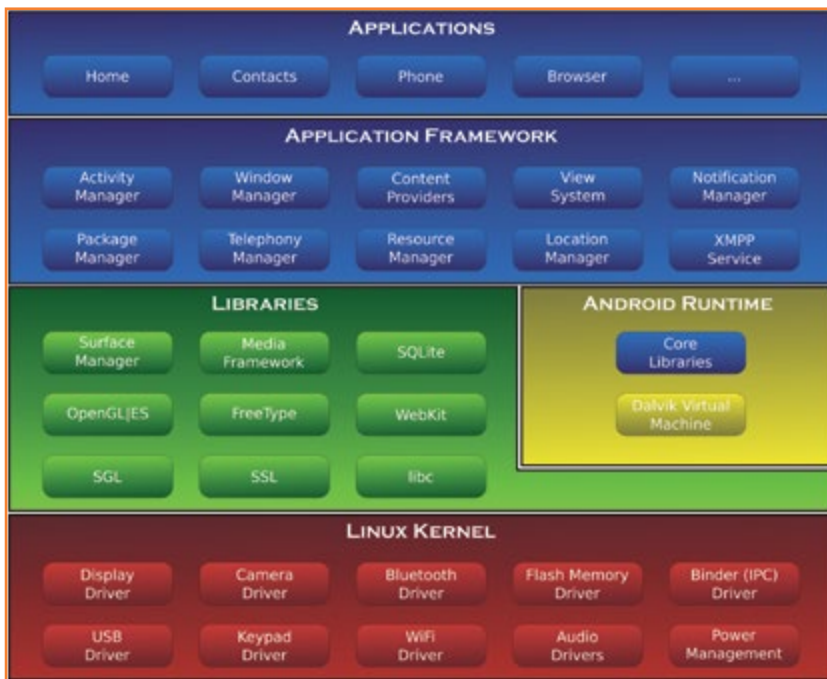


Figure 11.  
La arquitectura de un sistema Android. (cette image, reproduite ici en petit à titre indicatif, est téléchargeable sous forme de fichier à haute résolution).

Figura 12.  
Basta con deslizar-soltar sobre la pantalla (de la derecha) los elementos de la biblioteca de componentes elegidos en la paleta (de la izquierda).

ejecutadas, lo que podría suponer una debilidad (e incluso fallo) del programa. La frecuencia de ejecución del bucle sin fin es de unos 75 Hz, ritmo suficiente para el cálculo de las medias deslizando y de la selección de las constantes de tiempo de auto-cero.

## Interfaz hombre-máquina (IHM)

Como IHM, nos costará encontrar algo más cómodo (y más barato) que un terminal Android (o un *iPhone*). Elektor no se ha equivocado al publicar ya numerosos artículos en este mismo sentido e, incluso, un libro cuyo éxito confirma la fuerte demanda: *Android | Aprender a progra-*

*mar aplicaciones* de Stephan Schwark [4]. Invitamos a nuestros lectores, interesados sobre este tema, a descubrir, profundizar, e incluso criticar, el código del 'elektorcardioscopio' disponible en la página web de Elektor [3]. Como es imposible describir aquí, en algunas páginas, las 1900 líneas de código, daremos en este artículo bastante información para animar a nuestros lectores a sumergirse en el código fuente para que encuentren las funciones descritas. Los programadores experimentados podrán aportar las modificaciones y/o mejoras que deseen. El resto, es posible que encuentren aquí la motivación para lanzarse, a su vez, en el desarrollo de aplicaciones Android. Como el entorno gráfico deslizando fluido exige velocidad y como las prestaciones gráficas de las aplicaciones desarrolladas bajo *AppInventor* son mediocres, he tenido que renunciar a utilizar este entorno gratuito. Pero sí que lo recomiendo para otras aplicaciones más sencillas, como por ejemplo, el control de un robot *Mindstorm* con BT o para todos nuestros lectores que deseen iniciarse en la programación.

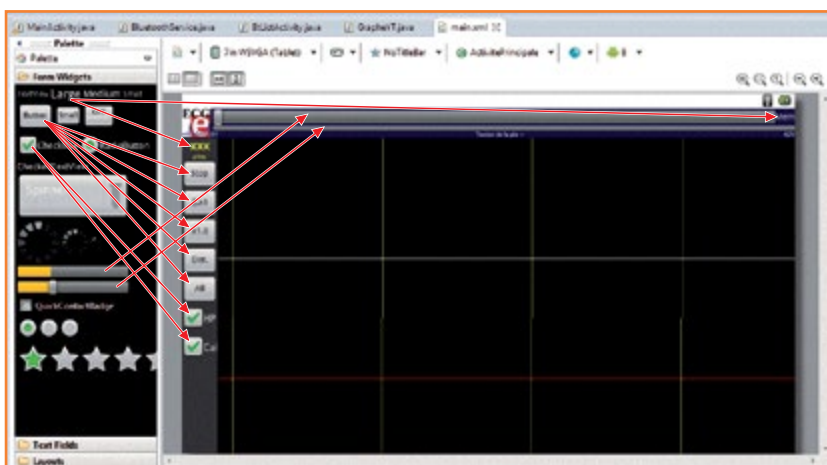
He optado por el entorno SDK Android de *Google*, también gratuito. Las herramientas del SDK (sobre PC, MAC o Linux) están incluidas en un IDE popular y gratuito: *Eclipse*. Su instalación completa es larga pero sencilla si se sigue el procedimiento descrito por Google.

Se necesitan buenos conocimientos en Java y en lenguaje orientado a objetos (como C++). Curiosidad junto con el gusto por el esfuerzo llevarán su aprendizaje al alcance de aquellos que saben ya escribir programas en C. Para ello, hay disponibles excelentes tutoriales [5] así como mis propios documentos que están en mi página web [6].

## Desarrollar para Android

El desarrollo de una aplicación para un sistema de explotación embebido como Android, requiere un buen conocimiento de su arquitectura (ver **Figura 11**). El usuario final sólo accede directamente a las aplicaciones instaladas en su terminal (la tecla superior de la ilustración).

El desarrollador puede utilizar estas aplicaciones para su propia aplicación, pero también dispone, sobre todo, de una rica colección de *APIs* (*Application Programming Interface*) escritas en Java para explotar los recursos de la tableta. Estas APIs están agrupadas en la zona de aplicaciones (*Application Framework*), y hacen llamada a las librerías (en C y C++) que residen dentro de un núcleo Linux.



La originalidad de Android es su motor de ejecución, basado en una máquina virtual (VM) *Dalvik VM*. El principio de funcionamiento está muy próximo a la máquina virtual Java (JVM) utilizada en un PC y en MAC: el compilador Java genera ficheros ejecutables en *bytecode*, independientemente del procesador utilizado. La VM, específica para cada equipo, ejecuta los programas *bytecode* de la aplicación, que se comportará de la misma manera que lo haría el ordenador 'copia'. Del mismo modo, en Android, el *bytecode* producido por el compilador, podrá ser ejecutado en todos los terminales, cualquiera que sea su procesador utilizado.

Cada aplicación Android se ejecuta en su propio proceso, con su propia instancia de máquina virtual. Dalvik ha sido escrito de manera que un único equipo pueda hacer funcionar eficazmente varias VM.

### Crear las pantallas

iCrear las pantallas de la aplicación, gracias a su SDK Android, antes incluso haber escrito la más mínima línea de código, es una etapa gratificante! El programador dispone de una librería de componentes gráficos que sólo tenemos que colocar las sobre la pantalla según nuestra conveniencia (ver **Figura 12**). Las flechas representan algunos ejemplos de "deslizar-soltar", entre la paleta de componentes y la pantalla. Ya tenemos la pantalla con su aspecto final, pero no hay ninguna actividad ya que, en este estado, i aún no ha sido escrita ni una sola línea de código!

### Eventos

Una aplicación en C siempre lleva asociada una función *main()* seguida de un bucle sin fin que, sucesivamente, hace llamada a las funciones principales a tratar, mientras que la arquitectura de una aplicación Android está basada en los **eventos**. En Java bajo Android, las funciones se ejecutan siempre a continuación de un evento (toque en la pantalla, recepción de un SMS, etc.) y nunca hay un bucle sin fin. Incluso la función de inicialización, en el momento del lanzamiento de la aplicación, se termina al final de su tratamiento y devuelve el control a Android. Así, el motor de ejecución puede ocuparse de otras aplicaciones en curso. Los **eventos** son gestionados por el sistema de explotación y son fáciles de utilizar en el entorno de desarrollo.

### Actividades

Una aplicación Android comporta tantas actividades como pantallas diferentes muestra durante su ejecución. Cada una de estas pantallas está

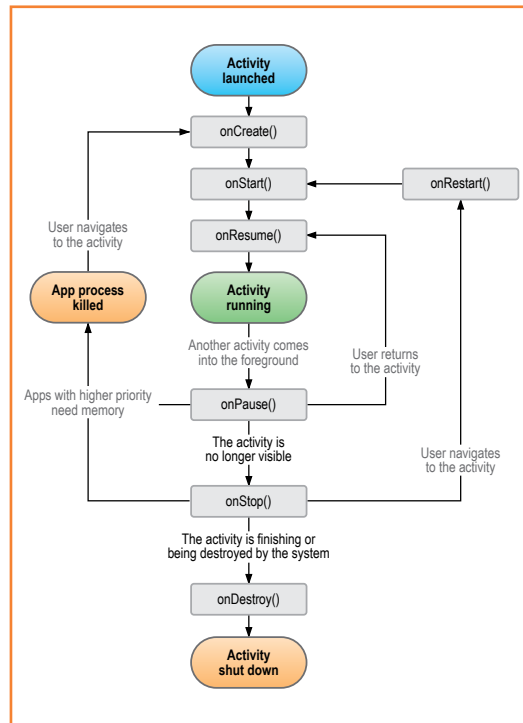


Figura 13.  
Ciclo de vida de una actividad.

constituida por botones, textos y gráficos cuyos tratamientos asociados forman parte de la actividad. Como Android es multitarea, una actividad conoce varios estados:

- Activa: la actividad se está ejecutando.
- Suspendida: está en pausa como consecuencia de la llegada de un evento de prioridad superior (por ejemplo, mostrar un SMS).
- Detenida: otra actividad toma el control. El sistema mantiene su estado para poder retomarlo más tarde, pero puede suceder que ponga fin a la aplicación detenida para liberar memoria del sistema.

La **Figura 13** se muestra el ciclo de vida de una actividad típica de un sistema multitarea. Nuestra aplicación ANDROECG conlleva tres actividades:

- **MainActivity** se inicia en el lanzamiento de la aplicación. Muestra la pantalla principal y los botones de control (ver capturas de pantalla) y crear los servicios necesarios para la aplicación.
- **BtListActivity** se inicia bajo demanda para mostrar la lista de periféricos BT emparejados y seleccionar el de nuestro interfaz.
- **FileListActivity** se inicia bajo petición de salvado los datos o de lectura de datos ECG.



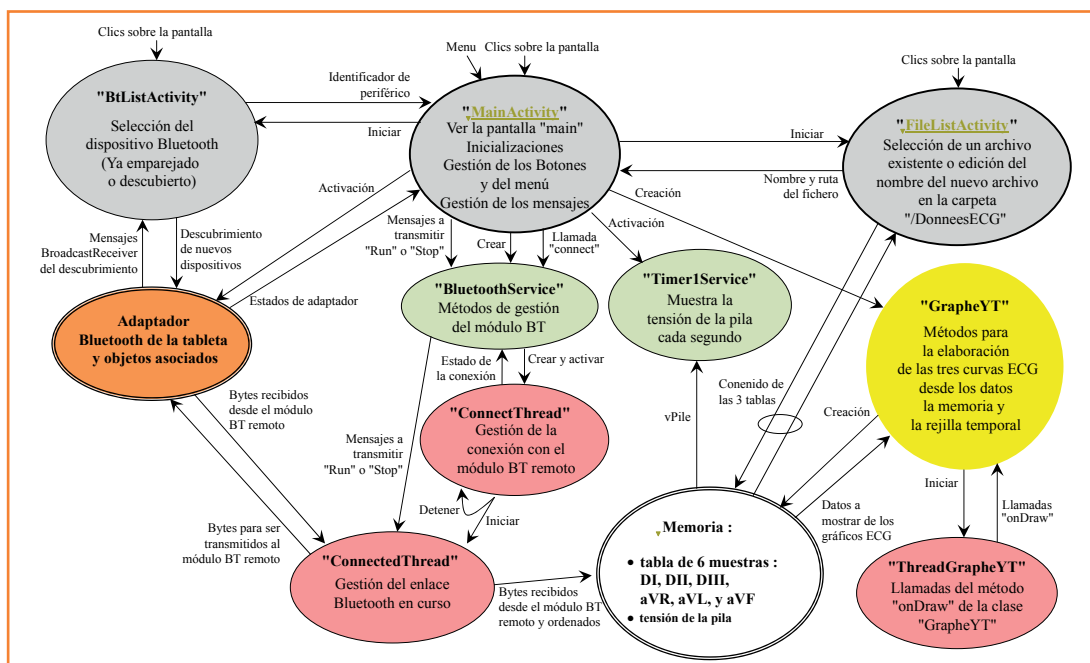


Figura 14.  
Organización de las actividades, servicios y threads de nuestra aplicación.

Muestra la lista de ficheros existentes, así como una ventana de edición para crear un fichero.

### Servicios

Se trata de tareas que se ejecutan en segundo plano y que no necesitan ni la pantalla y la acción del usuario. Los servicios se pueden comunicar con las actividades a través de los *Intents*.

En la aplicación ANDROECG, el servicio **BluetoothService**, por ejemplo, se ocupa de la gestión del módulo BT: establecer la conexión, emitir y recibir datos y romper la conexión. El servicio **Timer1Service** es tarea periódica encargada de mostrar la tensión de la pila cada segundo. En los parámetros de nuestro teléfono Android, el menú Aplicaciones da en todo momento la lista de los servicios en curso.

### Threads (tareas – hilos)

El *thread*, o tarea, es la base de la programación concurrente que consiste en desarrollar una aplicación donde las tareas, desde el punto de vista del usuario, se ejecutan simultáneamente. Cada una de las tareas reacciona independientemente de las otras a los eventos (tocar la pantalla, recepción de mensajes BT, etc.) y realiza las operaciones asociadas. Cada *thread* lleva asociado un método (función) *run()*, que hace un poco el papel de la función *main()* en C, pero en programación concurrente, con lo que, por lo tanto, hay tantos *run()* como *thread*. Por ejemplo, un servicio se ejecuta en

un *thread*. En el lanzamiento de una aplicación, Android crea el *thread* UI (**User Interface**) encargado de detectar todos los eventos utilizados por la actividad (por ejemplo, la acción sobre los botones) y de actuar en consecuencia. Cada actividad o servicio puede crear nuevos *threads* para realizar en ellos procesos específicos. Nuestra aplicación ANDROECG contiene los *threads* suplementarios siguientes:

- **ThreadGrapheYT**, se encarga de la presentación desplegable de los ECG. Para conseguir una buena fluidez se le asigna una alta prioridad.
- **ConnectThread** establece la conexión con el módulo BT distante.
- **ConnectedThread** gestiona la conexión BT en curso, principalmente la recepción y la transmisión de los datos.

### Organización de la aplicación ANDROIDECG

La organización de las actividades, servicios y threads de nuestra aplicación, así como las conexiones entre ellos (*Intents*), es menos complicado de lo que se podría pensar a primera vista (ver **Figura 14**). Observemos también las capturas de pantalla de la **Figura 15**.

**MainActivity:** Android creó esta actividad en el lanzamiento de la aplicación y ejecuta el método *onCreate()* (ver **Figura 13**). Esta efectúa todas

las inicializaciones necesarias y crea, entre otros, los servicios *BluetoothService* y *Timer1Service*. Los otros métodos (o funciones) de la actividad se ocupan de las acciones sobre los botones táctiles y de las funciones del menú. Los dos últimos métodos se encargan de los mensajes reenviados durante el cierre de las otras actividades y por los servicios, para reaccionar en consecuencia y/o informar al usuario (por ejemplo, pérdida de conexión BT).

**BtListActivity:** Esta actividad se crea cuando se pulsa sobre el botón del menú "Paired BT Devices" (ver **Figura 15**). Abre una nueva ventana e interroga al adaptador BT del terminal para terminar mostrando la lista de periféricos reconocidos (ver **Figura 16**). Un botón permite lanzar una nueva búsqueda. La ventana de la actividad se cierra con la elección del periférico, después del envío hacia la actividad principal, de un mensaje que contiene su identificador. La actividad principal inicia entonces el *BluetoothService* para establecer la conexión con nuestro interfaz ECG.

**BluetoothService:** Este servicio es creado por la actividad principal cuando el adaptador BT está activo. Se encarga de establecer la conexión y, después, gestionarla. Para ello, crea dos *threads*:

- **ConnectThread**, que es ejecutada con la elección del periférico. Este *thread* solicita al adaptador BT el establecimiento de una conexión con el perfil SPP. Cuando es el caso (esto puede durar varios segundos), este *thread* es suprimido antes de lanzar el siguiente.
- **ConnectedThread**, permanece activo durante todo el tiempo de conexión con el interfaz ECG. Principalmente, contiene los métodos *write* y *run* encargados, respectivamente, de la transmisión y de la recepción de los datos intercambiados en el módulo BT. El método *run* detecta en el flujo recibido cada trama de muestreo transmitida por el interfaz, a un ritmo de 250 Hz (ver **Figura 6**), para acceder en tiempo real a cada una de las seis tablas de muestreo. El tamaño de estas tablas permite registrar 10 minutos de actividad cardiaca. El *thread* es suprimido con la pérdida de la conexión o con el cierre de la aplicación.
- **GrpheyT:** declarada (es en el argot Java...) en la actividad principal, esta clase contiene las declaraciones de las variables y métodos necesarios para dibujar los ECGs. Podemos citar en particular:



Figura 15.  
Funciones del menú:  
conexión BT, salir, salvar  
releer los ECGs, borrar la  
memoria ECG.



Figura 16.  
La actividad **BtListActivity**  
muestra la lista de los  
periféricos emparejados y  
busca otros dispositivos en  
el rango.

## Algoritmo de refresco de las gráficas desplegables ECG

Para comprender bien el algoritmo tenemos que estar habituados al uso de las tablas que memorizan los 10 últimos minutos de actividad cardiaca:

- Cada una de las derivaciones DI, DII, DIII, aVR, aVL y aVF contiene su propia tabla de 10 minutos de muestras.
- Cada uno se ve afectado por una nueva muestra ECG con cada trama de datos recibida por el módulo BT, es decir, 250 veces por segundo.
- En uso normal (cursor Men a la derecha), la última muestra recogida debe mostrarse siempre en el extremo derecho de la pantalla.
- Para obtener un gráfico desplegable dinámico, la función de presentación (*onDraw*) representa las últimas muestras memorizadas en las tablas, comenzando por la última. De algún modo, no retrasamos en el tiempo.

La velocidad de deslizamiento es también de 250 píxeles por segundo (Zoom x1). ¿Cuál es el trabajo solicitado a los procesadores del terminal Android para mostrar un ECG desplegable? En este ejemplo, el tamaño del gráfico ECG es de 722 x 403 píxeles. En estas condiciones, con cada llamada al método *onDraw* tenemos que:

- borrar el total de la pantalla, es decir, los  $722 \times 403 = 290.966$  píxeles.
- Dibujar los nombres de las derivaciones.
- Dibujar los ejes que se desplazan con las curvas.
- Dibujar hasta tres ECGs, es decir, para que cada uno de los 722 segmentos de la derecha.
- ¡Calcular el ritmo cardiaco y mostrarlo!

Todo esto... El número de instrucciones ejecutadas por el procesador, ayudado en ciertos casos por su coprocesador gráfico, es gigantesco. Además, para obtener un despliegue fluido, la frecuencia de llamada al método *onDraw* debe ser iligeramente superior a 10 Hz! Hace algunos años, un gran PC de sobremesa no era capaz de mantener este ritmo de trabajo. Hoy día, una de estas pequeñas maravillas que tenemos en los bolsillos, consigue hacerlo fácilmente ocupándose además de otras aplicaciones activas...

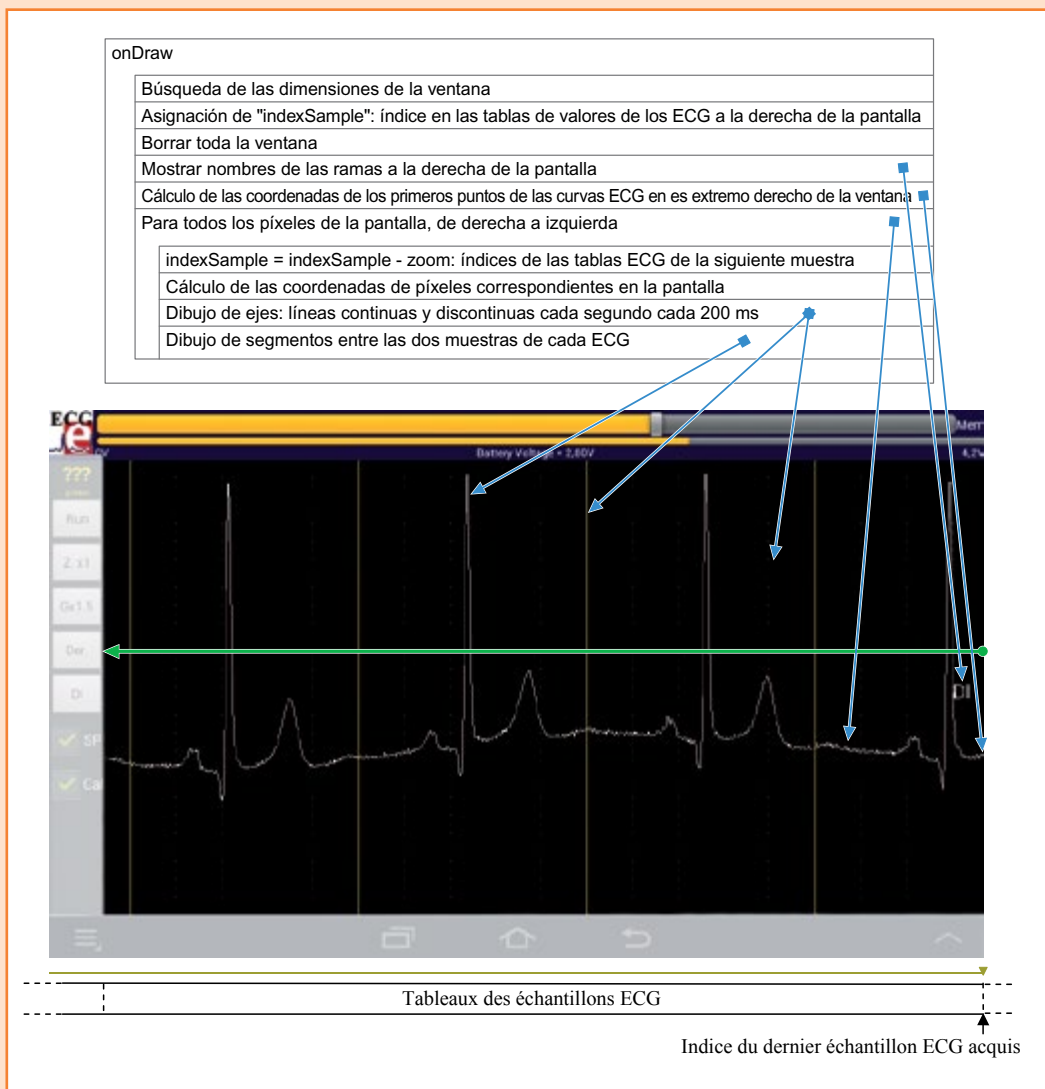


Figura 17. El algoritmo de "refresco" de la gráfica.



- Las 6 tablas utilizadas para memorizar 10 minutos de gráficas ECGs.
- El método *onDraw()*, llamado periódicamente por el *thread ThreadGrapheYT*, encargado de dibujar las ECGs elegidas, así como los ejes (ver **Figura 17** en el apartado correspondiente).

---

## Mamá, mamá, ¡no tengo nada en el corazón!

---

**ThreadGrapheYT** se ejecuta con la creación de la clase *GrapheYT*, en el lanzamiento de la aplicación. En su método *run* contiene la llamada al método *onDraw* citado más abajo. Se le ha asignado una prioridad elevada para obtener una buena fluidez de los gráficos desplegables. En cualquier caso, la frecuencia de ejecución de su método *run* viene determinada por el propio sistema Android. Si otros *threads* solicitan fuertemente el uso de la CPU del terminal, la presentación de los gráficos puede hacerse de modo discontinuo.

**Timer1Service:** Esta clase crea un servicio que ejecuta, cada segundo, una tarea relativamente sencilla: mostrar la tensión de la pila del interfaz bajo la forma numérica y gráfica (mostrada en la parte alta de la pantalla).

**FileListActivity:** Esta actividad se crea cuando el usuario ha elegido almacenar o leer ECGs registrados desde el menú. Una nueva ventana muestra la lista de los ficheros existentes, así como un cuadro para editar el nombre del nuevo fichero (ver **Figura 18**). La ventana y la actividad se cierran con la elección del fichero, después del envío hacia la actividad principal del mensaje que contiene su nombre y la naturaleza de la operación (*save* o *load*). A continuación, la actividad principal realiza la operación solicitada.

### Tengo el corazón que me va a estallar

Sin haber agotado el tema, ya estamos al final de la descripción del 'elektorcardioscopio'. El mes próximo pasaremos por fin a la práctica, con la realización, los ajustes y un modo de uso. En lo referente al interfaz, se hará muy rápido ya que el circuito, perfectamente a punto, ya está dis-

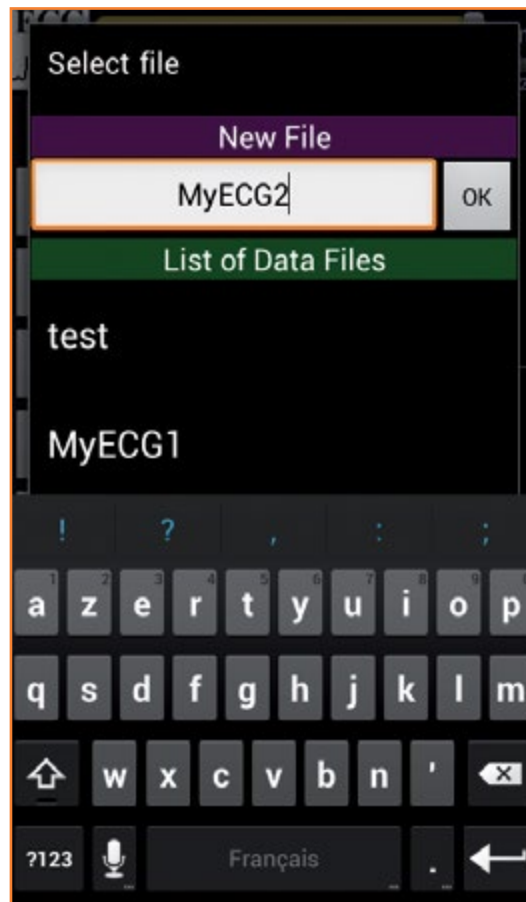


Figura 18.  
Elección del fichero para el almacenamiento o la lectura de los ECG registrados.

ponible en nuestro servicio **elektorPCBservice**, bajo la forma de un módulo ensamblado, listo para su uso [5]. Los ajustes no exigen ninguna experiencia en particular, pero no nos olvidaremos de interesarnos por los electrodos, ya que la idea de este equipo bonito y sofisticado es la de disponer de ECGs al alcance de todos.

(130227)

### Enlaces en Internet

- [3] [www.elektor.es/120107](http://www.elektor.es/120107) y [www.elektor.es/130227](http://www.elektor.es/130227)
- [4] Android Apss| programming step by step, de Stephan Schwark (inglés)  
[www.elektor.es/android](http://www.elektor.es/android)
- [5] El Sitio del Cero  
<http://www.siteduzero.com/informatique/tutoriels/apprenez-a-programmer-en-java> o <http://goo.gl/OVZQY>
- [6] Página web del autor  
<http://electronique.marcel.free.fr/>
- [7] [www.elektorpcbservice.com/](http://www.elektorpcbservice.com/)

# Fotodetector de movimiento con Arduino



Una lámpara de noche que se encienda cuando alguien pase por delante, un LED IR, un par de resistencias, un condensador y un Arduino con algo de software: eso es todo lo que necesitas para hacer fotos con detección de movimiento.

**Rolf Blijleven**  
(Holanda)

El Arduino me parece algo como el Lego: puedes construir todo tipo de cosas. Es divertido e instructivo y además el resultado es algo útil. Luego lo utilizas durante un tiempo y si ya no te gusta lo desmontas y vuelves a construir otra cosa.

Ya había construido así un mando a distancia por infrarrojos con un Arduino para mi Nikon D80. No porque un mando a distancia como ese fuera muy caro, sino porque construir algo uno mismo es mucho más divertido y con un Arduino abres más perspectivas. Además resultó ser facilísimo: Un LED IR, una resistencia y un poco de software que encontré en Internet, no hace falta más. Una

ventaja notable de un Arduino por encima de una plataforma embebida es que puedes encontrar una enorme riqueza en firmware, simplemente en internet.

Después quería que el mando a distancia disparara con un sensor de movimiento. En un hiper de bricolaje o en internet puedes encontrar todo tipo de bonitas soluciones, pero generalmente con adaptador de red. Eso no es lo que quería, tenía que funcionar sin cable. Casualmente vi en un supermercado una lamparita de noche con pilas y con detector de movimiento por 2,65 € (**figura 1**). No te juegas nada. Iba con las compras de la semana.

## Hackear la lámpara de noche

Lo primero que haces es mirar lo que hay dentro. Era mejor de lo que esperaba. No había SMD complicados o – peor – COB, sino integrados con terminales, resistencias y condensadores normales, un sensor PIR y un fotodiodo.

El integrado llevaba escrito TL0001. Busqué un poquito en Google y efectivamente existía una hoja de datos [1]. En chino, pero eso no es ningún problema: simplemente era cuestión de cortar el texto y pegarlo en Google Translate. Eso dio como resultado un español malísimo, pero por lo menos se entiende lo que pone. Incluso había una *Application Note* con algo que quizás no fuera exactamente lo mismo que mi lamparita, pero por lo menos se parecía mucho.

La lamparita de noche hacía tres cosas que no quería: sólo funcionaba en la oscuridad, daba un pulso de varios minutos mientras necesitaba un pulso mucho más corto y conectaba tres LED brillantes cuando pasabas por delante.

Lo último tenía fácil solución. Los tres LED compartían una resistencia en serie. Eliminé dos y sustituí la resistencia en serie por una con un valor más alto (2,2 k $\Omega$ , A en la **figura 2**), de modo que el LED restante todavía se encendía con un disparo pero mucho menos brillante.

Luego vino la función *inhibit* durante la luz del día. En el esquema de ejemplo (**figura 3**) R3 es una fotorresistencia. No la veía por ninguna parte, pero sí un fotodiodo, también una cosa que tiene una resistencia más baja a medida que recibe más luz. Así que lo sustituí por una resistencia bastante alta (220 k $\Omega$ , B en la figura 2). Esto funcionaba: También se encendía la lamparita a plena luz cuando me movía.



Figura 1.  
Puedes encontrarla en un hipermercado o tienda de todo a 100: una baratísima lamparita de noche con detector de movimiento.

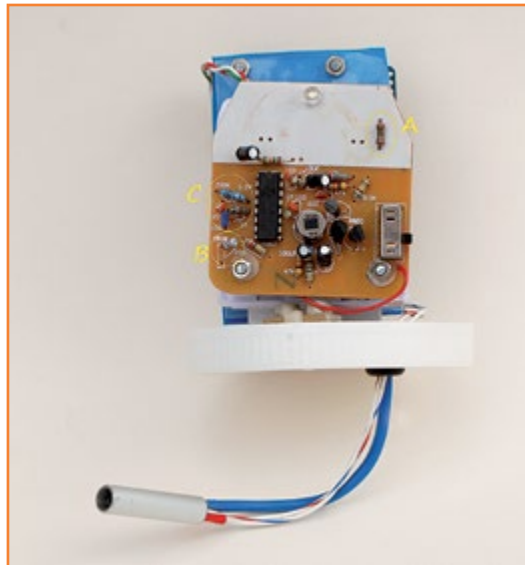


Figura 2.  
La misma lamparita de noche con algunas modificaciones.

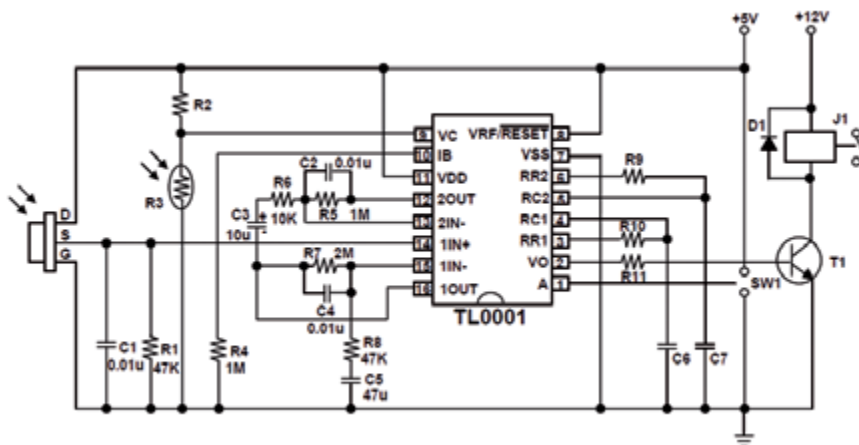


Figura 3.  
Un esquema de ejemplo de la hoja de datos del TL0001 de la compañía china Treasure Link Technology. Aunque se parece muchísimo, el circuito de la lamparita de noche no coincide exactamente con este esquema.

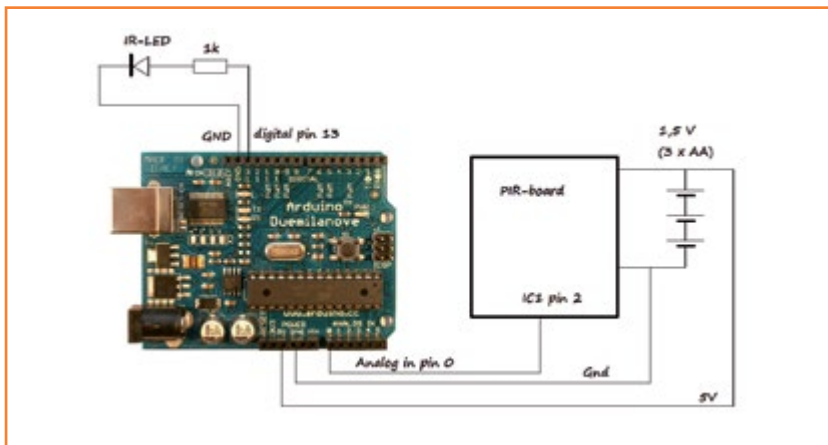


Figura 4.  
El circuito completo con el Arduino, LED IR y placa PIR (anteriormente lamparita de noche).

Ya sólo me quedaba la duración del pulso. La lamparita se mantenía conectada durante unos cinco segundos. Eso era un tiempo RC, ¿pero qué era R y qué C? Ya había observado que la lamparita no se podía volver a encender directamente después de que la luz se hubiera apagado. Así que tenía que haber otro tiempo RC para parar momentáneamente nuevos disparos (*trigger-inhibit*). Ahora sí que tenía que leer la hoja de datos de verdad. Y efectivamente lo ponía. Traducido mecánicamente desde el chino:

*"se puede adaptar el tiempo de retardo de la parte exterior de la salida Tx al tamaño de R9 y C7, con un valor de Tx  $\approx 24576 \times R9C7$ ; causado por el tiempo de bloqueo externo Ti. R10 y C6 del tamaño del valor de corrección de Ti  $\approx 24 \times R10C6$ ."* ¿Claro verdad?

Ahora es el momento de un poquito de ingeniería inversa: no se trata de hacer un diseño de placa a partir de un esquema, sino al revés: hacer un esquema a partir de una placa impresa. Esto va mucho más rápido si puedes ver los dos lados de la placa juntos, el uno al lado del otro. Una fotocopia de la cara de cobre nos dio una solución. Con un poco de trabajo de dibujo, de cálculo y de soldadura identifiqué a R9/C7 y R10/C6 y los sustituí por 'mejores' valores. Eso es lo que pensé. Sólo, que no funcionaba. Al menos, la lamparita había perdido por completo el tino. Mientras estaba verificando todo otra vez, advertí un texto en la hoja de datos: *"BISS0001 chip es completamente compatible con él."* Y efectivamente: la hoja de datos del BISS0001 contenía las fórmulas exactas:  $Tx \approx 24576 \times R10C6$  y  $Ti \approx 24 \times R9C7$ . ¡En la hoja de datos china estaban intercambiados R10 y C6 con R9 y C7! Con  $R10C6 = 1 \text{ k}\Omega \times 100 \text{ nF}$  y  $R9C7 = 270 \text{ k}\Omega \times 1 \text{ nF}$  obtienes  $Tx \approx 24 \text{ ms}$  y  $Ti \approx 0,5 \text{ s}$  (C en la figura 2). Perfecto. No había sido necesario sustituir a C7.

Un intento de aumentar la amplificación del sensor PIR producía una ganancia limitada. La amplificación constaba de dos etapas. 1IN+, 1IN- y 1OUT en el integrado, son del operacional (ver hoja de datos), cuya amplificación es más o menos igual a  $R7/R8$ . Con 1 M/12 k conseguí 84 (era 40 con los 2 M/47 k originales). Por supuesto que el PIR no se hace más sensible con esto, pero las señales más pequeñas se amplifican más. El resultado era que las señales más grandes se topaban con la tensión de alimentación. La segunda etapa también era un operacional con una amplificación igual a  $R6/R5$ , originalmente 100, pero con 15 k para R6 se cambió a 67. Con esto se solucionó el problema de clipping. El resultado fue que dentro de casa el sensor detectaba movimiento a una distancia un poquito mayor, pero eso no dice mucho. Los sensores PIR detectan las *diferencias* de temperatura especialmente bien.

Un gato que pasea por delante con un frío glacial se detecta a más metros que el mismo gato paseando por delante en un día de verano caluroso.

La salida del integrado es el terminal 2. Este está soldado a una pista ancha de cobre. Así que es fácil conectarla a un hilo. Con dos hilos adicionales para +5 V (¡detrás de un interruptor!) y masa, la lamparita de noche se convirtió en una placa PIR. No está mal para una inversión de 2,65 € y un tiempo estudiando.

Me puedo imaginar que en tu barrio venden justo otro tipo de sensores de aproximación o lamparita de noche, pero la historia contada anteriormente muestra, en todo caso, un método con el que se puede averiguar el funcionamiento y modificar algunos puntos en el circuito.

## El burro de carga Arduino

Resultó ser más fácil tratar la conexión de la placa PIR a una entrada analógica del Arduino que a la de una entrada digital. La cámara se controla utilizando una salida digital del Arduino para un LED IR con una resistencia en serie. Las tres pilas AAA de la lamparita de noche también sirven de alimentación para el Arduino. Luego el circuito es la sencillez misma (ver **figura 4**).

La temporización del patrón IR del disparador de la cámara es tomada de [2] y [3]. En movimiento, a algunos metros del sensor PIR genera un disparo en la cámara, que también se encuentra a algunos metros del LED IR. Eso también traspasa el cristal, así que puedes dejar la cámara dentro y el sensor/mando a distancia fuera. Yo monté el LED IR sobre un trozo de cable eléc-



trico grueso, de modo que puedes doblar el LED en otra dirección a la que mira el sensor PIR. Mi cámara, una Nikon D80, resultó tener características inesperadas. Si colocas la cámara en modo control remoto IR, espera un tiempo al comando IR. Si no llega entonces desconecta automáticamente el modo IR. Cualquier comando después de este intervalo es ignorado. Para mi aplicación (fotografía de la naturaleza) era algo indeseado. Se puede ajustar el tiempo de espera de la cámara a un máximo de 15 minutos. Por eso el firmware emite un comando 'imantente despierto!' si no se detecta ningún movimiento durante 14 minutos. Así la cámara puede esperar durante días hasta que pase por delante un animal poco común. También puedes reducir o aumentar este intervalo. Sin placa PIR puedes crear también videos tipo time lapse de, por ejemplo, flores que crecen y que se abren.

Para adaptar ese intervalo de alguna manera comprensible al código hacían falta algunos cálculos. Utilizamos Timer1, un temporizador de 16 bits que calcula desde 0 a 65536 máximo. Si permitimos que el temporizador se inicie con un timerPreload de 3036, entonces cuenta  $65536 - 3036 = 62500$  pulsos cada vez y luego genera un interrupción. El Duemillennove funciona a 16 MHz; esto se convierte en 15625 Hz con un prescaler de 1024, así obtenemos una interrupción del timer2 cada  $62500/15625 = 4$  segundos (las imprecisiones del reloj no se toman en consideración). En el código viene así:

```
#define four_sec 1
#define twelve_sec 3 * four_sec
#define minute 5 * twelve_sec
#define quarter 14 * minute
```

Es un cuarto de hora de 14 minutos, porque con 15, mi cámara justo se desconectaba del modo IR. Con timeCounter controlamos el tiempo. En la rutina de servicio de la interrupción damos el valor inicial timerPreload (=3036) e incrementamos timeCounter. Entonces el valor del contador por cuatro es el tiempo transcurrido en segundos.

```
ISR(TIMER1_OVF_vect) {
    TCNT1 = timerPreload;
    timeCounter +=1;
}
```

En el bucle principal hacemos una foto si hay un disparo del sensor PIR o si ha transcurrido un cuarto de hora.

```
if (val > 200 || timeCounter == quarter ) {
    timeCounter = 0;
    takePicture();
    delay(500);
}
```

Se puede descargar el código fuente del firmware de este proyecto gratuitamente del sitio web de Elektor [5]. El fichero binario tiene un tamaño de tan sólo 4 kB, así que a un Arduino con 32 kB de memoria flash le queda bastante espacio para tus propias ampliaciones. Por ejemplo, generar un disparo con sonido también es una posibilidad.

(130265)

## Enlaces web

- [1] [www.treaslink.com/UploadFiles/2010531152721141.pdf](http://www.treaslink.com/UploadFiles/2010531152721141.pdf)
- [2] [www.e-ele.net/DataSheet/BISS0001.pdf](http://www.e-ele.net/DataSheet/BISS0001.pdf)
- [3] [www.bigmike.it/ircontrol](http://www.bigmike.it/ircontrol)
- [4] <http://luckylarry.co.uk/arduino-projects/arduino-ir-remote>
- [5] [www.elektor.es/130265](http://www.elektor.es/130265)

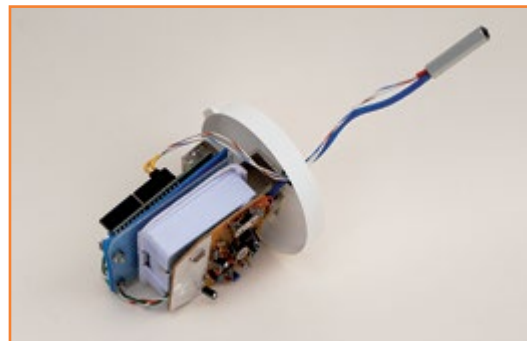


Figura 5. El Arduino y la placa PIR con portapilas, montados espalda contra espalda en un trozo de perfil L.



Figura 6. El conjunto ubicado en una caja resistente al agua.

# Termómetro USB

## Lectura de dispositivos externos vía USB

Ing.  
Michael Odenwald  
(Alemania)

Para los electrónicos, el puerto serie RS232 siempre ha sido una especie de conector universal estilo McGyver. Sin embargo, en los últimos años esto ha ido cambiando poco a poco, ya que cada vez menos PCs modernos incorporan el mítico conector D-sub de nueve pines. Si queremos conectar nuestra propia electrónica a un PC, entonces entra en juego el USB. Pero en el PC hará falta el driver adecuado. He aquí una elegante solución a este problema.

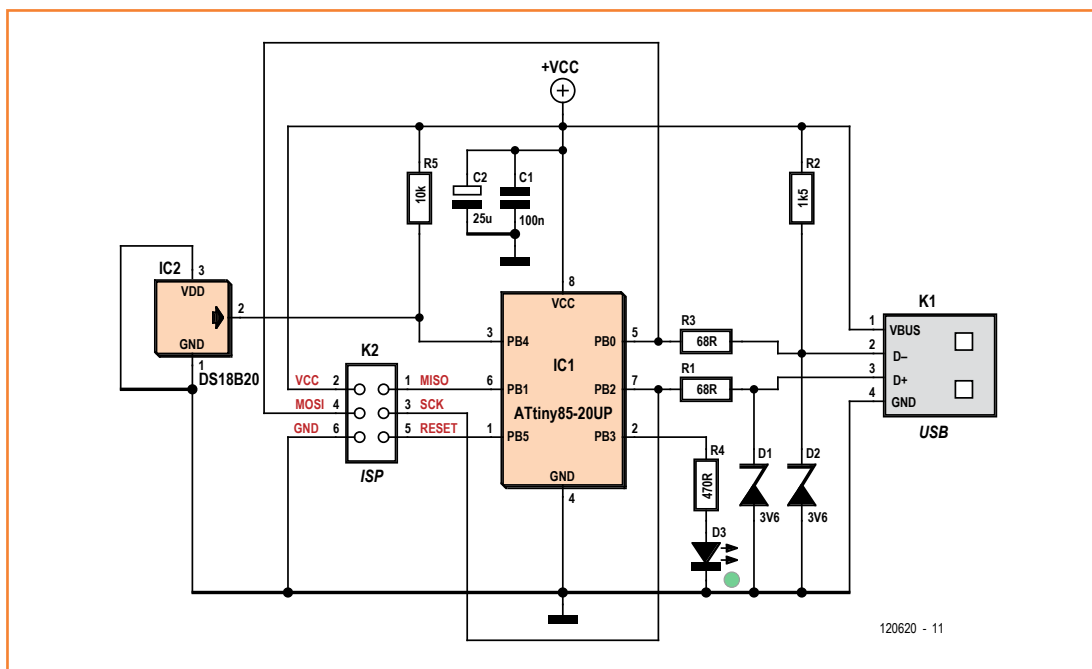


Figura 1.  
El sencillo circuito del  
termómetro USB.

El desarrollo de drivers de sistema, incluyendo distintos sistemas operativos, es de todo menos fácil. Para colmo, cosas como las firmas digitales no hacen sino complicar la cadena “dispositivo USB / driver / sistema operativo / interfaz de usuario”. En proporción, el esfuerzo es considerable, especialmente cuando se trata de proyectos pequeños. Por este motivo normalmente se utilizan puertos COM virtuales, pero tienen ciertos inconvenientes a la hora de configurarlos, y no podemos beneficiarnos de todas las características que ofrece el USB. La clase de dispositivo USB-HID (**H**uman **I**nterface **D**evice) es un modo USB soportado

casi siempre y por casi cualquier dispositivo, muy útil para prototipos o pequeñas series por su comodidad. Pero no sólo los ratones y teclados se benefician del USB-HID (véase el **cuadro**). El estándar USB [1] especifica también “otros dispositivos”. Y bien podría tratarse de sensores y actuadores de cualquier tipo.

Ya que todo sistema operativo actual incorpora por defecto su propio driver USB-HID, es lógico pensar que podemos utilizarlos a conveniencia. Para ello “sólo” tendremos que desarrollar el correspondiente programa de usuario según el sistema operativo.

## Captura de datos

Mediante el USB-HID pueden tomarse medidas externas con el PC fácilmente. Un buen ejemplo es la medida de la temperatura. Como soporte inteligente para generar los datos basta un pequeño microcontrolador de la serie ATtiny. En el circuito de la **figura 1** se muestra un ATtiny85-20 (IC1). Principalmente se utiliza para manejar correctamente la pila (*stack*) del protocolo USB y la comunicación, así como el muestreo y tratamiento de los datos del sensor. IC1, al igual que el sensor de temperatura IC2, se alimenta directamente desde el conector USB K1 a 5 V. El microcontrolador utiliza un PLL interno para trabajar a 16,5 MHz, de modo que podemos ahorrarnos el oscilador de cuarzo pues el “tempo” será suficiente para el USB.

IC2 es un sensor de temperatura con el bus *1-Wire* del tipo DS18B20 de Dallas Semiconductor (actualmente Maxim Integrated). Si nos preguntamos por qué VDD está conectado a GND: se trata del *parasite power mode* [2], mediante el cual IC2 se alimenta por la línea de datos, manteniendo así la disipación de calor al mínimo. Se han incorporado dos resistencias de protección R1 y R3 en el conector USB, que limitan la corriente de las líneas de datos en caso de cortocircuito. Los diodos Zener de 3,6 V D1 y D2 se encargan de limitar el nivel de las líneas de datos del USB durante un funcionamiento normal. Para la enumeración USB, la resistencia R2 indica al host (el PC) que se trata de un dispositivo de baja velocidad (*low speed device*) cuya tasa de transferencia máxima es de 1,5 Mbit/s.

Los condensadores C1 y C2 sirven como buffer y para desacoplar la tensión de alimentación en el conector USB. K2 es el conector ISP necesario para programar los controladores AVR. El LED D3 indica que el dispositivo se encuentra en un ciclo de medida, que con la resolución máxima del sensor de temperatura dura unos 750 ms.

## Firmware

El firmware del termómetro USB está codificado en C. Podemos compilarlo y volcarlo a la memoria flash del microcontrolador mediante WinAVR [3]. El stack del USB se ha implementado con ayuda del software V-USB [4]. Las funciones de muestreo para el sensor de temperatura se sirven de una librería de Martin Thomas [5]. Tras la inicialización del hardware y el stack de software del USB tiene lugar la enumeración USB. Posteriormente el software pasará al modo

## Clase de dispositivos USB-HID

La clase de dispositivos HID (**H**uman **I**nterface **D**evice) es una definición parcial del estándar USB, que describe dispositivos de interfaz de usuario. Los más típicos son el teclado, el mouse y el joystick. El estándar USB contempla, aparte de estos dispositivos HID “obvios”, también algunos “sistemas especiales”. Éstos pueden ser sensores, dispositivos de medida o incluso teléfonos y cascos. También forman parte de este grupo otros gadgets “no tan útiles”, que funcionan vía USB.

Los dispositivos USB-HID tienen la ventaja de que sus drivers asociados ya forman parte del sistema operativo y, al menos en el caso de Windows, Linux y OS X, se cargan automáticamente y se asignan automáticamente al propio dispositivo, sin necesidad de hacer nada más.

Pero también tienen sus inconvenientes: la velocidad de transferencia no es especialmente alta, y hay un número determinado de endpoints USB, por los que pueden transmitirse pocos datos.

de funcionamiento interno, diseñado como una máquina de estados. Los distintos estados de este “autómata finito” son: protocolo USB, muestreo del sensor y espera. Estos se van sucediendo según un tiempo definido.

El ciclo completo tarda 10 s. En este intervalo no cambia el valor muestreado (que está a disposición del host). Por lo tanto, el tiempo Der USB-HID-Descriptor.

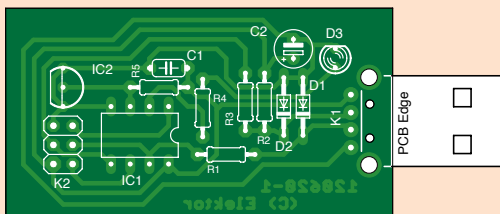
```
/*
 * The USB Hid report descriptor
 */
PROGMEM char usbHidReportDescriptor[33] =
{
    0x06, 0x00, 0xff,          // USAGE_PAGE (Generic Desktop)
    0x09, 0x01,                // USAGE (Vendor Usage 1)
    0xa1, 0x01,                // COLLECTION (Application)
    0x15, 0x00,                // LOGICAL_MINIMUM (0)
    0x26, 0xff, 0x00,          // LOGICAL_MAXIMUM (255)
    0x75, 0x08,                // REPORT_SIZE (8)
    0x85, 0x0a,                // REPORT_ID (10)
    0x95, 0x04,                // REPORT_COUNT (4)
    0x09, 0x00,                // USAGE (Undefined)
    0xb2, 0x02, 0x01,          // FEATURE (Data,Var,Abs,Buf)
    0x85, 0x14,                // REPORT_ID (20)
    0x95, 0x0a,                // REPORT_COUNT (10)
    0x09, 0x00,                // USAGE (Undefined)
    0xb2, 0x02, 0x01,          // FEATURE (Data,Var,Abs,Buf)
    0xc0                       // END_COLLECTION
};
```

Figura 2.  
Esquema de montaje de la placa.

## Lista de materiales

### Resistencias: (todas de 0,25 W)

R1, R3 = 68  $\Omega$   
R3 = 1k5  
R4 = 470  $\Omega$   
R5 = 10 k



### Condensadores:

C1 = 100 n, cerámico, paso 5 mm  
C2 = 25  $\mu$ /16 V, electrolítico, paso 2,5 mm

### Semiconductores:

IC1 = ATtiny85-20UP, 8 pines, encapsulado DIL (programado: 120620-41 [6])  
IC2 = DS1820, 3 pines, encapsulado TO92  
D1, D2 = ZF 3,6; Zener 0,5 W  
D3 = LED, verde, 5 mm

### Varios:

K1 = conector USB, tipo A, para montaje en placa  
K2 = conector tipo pin-header de 2x3 pines, paso 2.54 mm  
Placa 120620-1 [6]

mínimo que se tarda en recibir nuevos datos es de 10 s. La medida está controlada directamente por el microcontrolador y no hace falta iniciarla desde el PC. Así el sensor de temperatura tendrá tiempo de enfriarse de nuevo. La parte más importante del firmware es el siguiente descriptor USB-HID:

El descriptor contiene 33 bytes. Define las IDs de reporte posibles (10 y 20), con las cuales la aplicación se comunica con el termómetro. Los reportes son los llamados *feature reports*, formados por bloques de información de distintos tamaños (de 4 y 10 bytes). Un *feature report* puede contener valores leídos o que han de

## He aquí la clase central del termómetro USB

```
namespace WindowsApp
{
    /// <summary>
    /// Implementation of the usbDevice with service methods
    /// based on the class usbGenericHidCommunication
    /// </summary>
    class usbDevice : usbGenericHidCommunication
    {
        private int tval;

        /// <summary>
        /// Class constructor - place any initialisation here
        /// </summary>
        /// <param name="vid"></param>
        /// <param name="pid"></param>
        public usbDevice(int vid, int pid)
            : base(vid, pid)
        {
        }

        /// <summary>
        /// USB HiD Temperatur Modul Methode GetTemperatur()
        /// </summary>
        public int GetTemperatur()
```



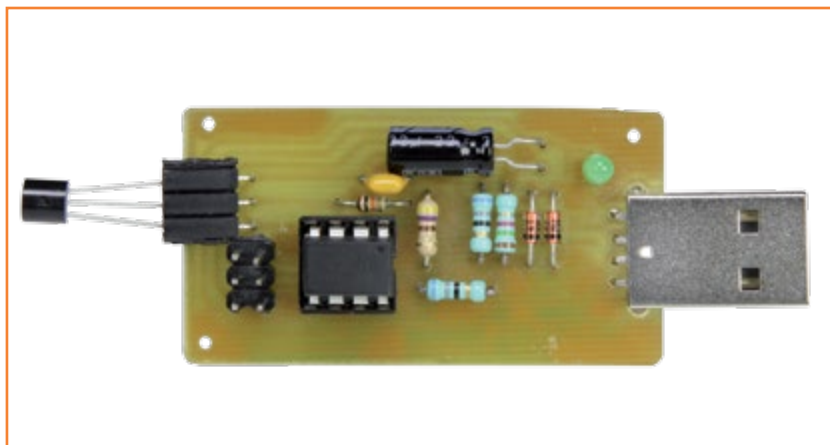
escribirse en el sistema USB-HID, aunque aquí sólo se trata de los primeros.

El ID de reporte 10 se utiliza para leer la temperatura y entrega de vuelta cuatro bytes. El ID de reporte 20 muestrea una cadena de caracteres para la identificación, la cual consta de 10 bytes con formato de fecha (aaaa-mm-dd: año-mes-día).

### Del montaje al driver

El circuito no tiene ningún misterio, y utiliza íntegramente componentes tradicionales. Montar la placa de la **figura 2** es un juego de niños. Los archivos del diseño de la placa pueden descargarse en la página web de este artículo [6]. La **figura 3** muestra los prototipos ya listos. Una vez terminemos el nuestro, no será necesario calibrar nada.

Tras el montaje y testeo de la placa, volcaremos el firmware al microcontrolador mediante el conector K2 con un programador AVR-ISP. Dicho firmware está disponible gratuitamente en [6] como código fuente o archivo hexadecimal. En los



bits de fuse hemos de prestar especial atención a desactivar el divisor de “/8” si utilizamos un ATTiny a estrenar, y configurar bien el reloj interno. Si los ajustes son correctos, en “low fuse” tendremos que poner el valor 0xE1 y en “high fuse” 0xDD, algo que debería ser posible con casi cualquier software de programación.

Figura 3.  
Prototipo del termómetro USB.

```
{
    // Declare a input buffer
    Byte[] inputBuffer = new Byte[5]; // we expect 5 byte; 1 x ReportID and 4 Byte temperature

    inputBuffer[0] = 10; // Read ReportID 10

    // Perform the Read Command
    bool success;
    success = getFeatureReport(inputBuffer);

    if (success == false)
    {
        Debug.WriteLine("Error during getFeatureReport");
        return tval; // Error during USB HiD_GetFeature Request so return the old value
    }

    tval = inputBuffer[1] << 24;
    tval |= inputBuffer[2] << 16;
    tval |= inputBuffer[3] << 8;
    tval |= inputBuffer[4];

    return tval; // Return the new value
}
}
```

El circuito puede conectarse al PC mediante el cable USB directamente tras programar el microcontrolador. El sistema operativo reconocerá entonces un nuevo dispositivo HID e instalará los drivers de sistema necesarios, ¡así de simple! No importa si se trata de Windows de 32 bits o de 64, OS X o Linux: el driver de sistema HID siempre está disponible, está firmado digitalmente y puede instalarse inmediatamente sin tener que preguntar. Unos segundos más tarde el circuito estará listo para ser utilizado.

## Aplicación

El programa (en Windows) para la lectura de los datos del termómetro USB y mostrar la temperatura está codificado en C#, y sirve bien

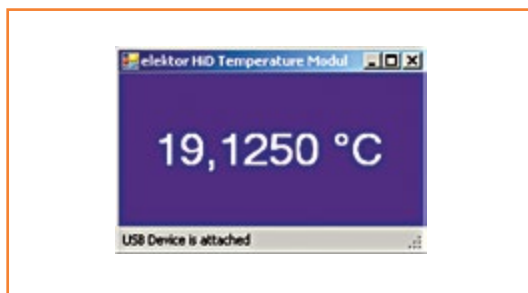


Figura 4.  
Representación de la temperatura en la aplicación para Windows.

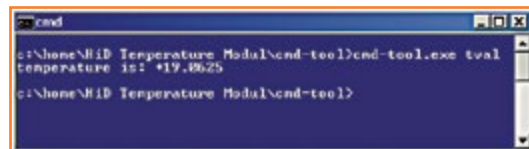


Figura 5.  
Salida de la temperatura vía línea de comandos.

como ejemplo para ilustrar cómo se realiza la comunicación con dispositivos HID. El software del host utiliza funciones "usbGenericHIDDevice" de esta librería [7], que incorpora las funciones API de Windows. El software puede compilarse con la versión *express* de Visual Studio 2010 [8]. Es importante que la clase base `usbGenericHidCommunication`, sea de la que parte la clase de nuestro propio dispositivo HID. En esta clase se implementan posteriormente los métodos a ejecutar.

He aquí la clase central del termómetro USB:

El dispositivo HID se identifica y llama mediante los parámetros Vendor ID = 0x0C7D y Product ID = 0x0011. Con el método `GetTemperatur()` se toma una lectura de la temperatura. El rango de medida del sensor abarca de -55 a +125 °C. Por este motivo, la temperatura se transmite como variable "signed longint", cuyo rango de valores

va de -550.000 a +1.250.000. Posteriormente el programa divide el valor entre 10.000. Como resultado obtenemos la temperatura con una resolución de 12 bits, o lo que es lo mismo, de 0,0625 °C. Pero no debemos sobrestimarla, ya que la precisión del sensor es como máximo de 0,5 °C. En la **figura 4** puede verse el programa que muestra la temperatura en Windows.

El código fuente de dicho programa, incluyendo la librería necesaria, puede descargarse en [6]. Aparte de este programa "típico" basado en ventanas la temperatura también puede averiguarse mediante la línea de comandos. Haciendo una llamada a este pequeño programa se suministra el resultado en formato texto (ver la **figura 5**). El código fuente correspondiente, junto con el programa compilado y la herramienta para Linux también están disponibles en [6].

## En definitiva...

Tanto el circuito del termómetro USB como su software correspondiente muestran un concepto práctico y sencillo para conectar un dispositivo USB-HID. Podemos adaptar ambos según nuestros propios diseños, y si no tenemos que transmitir muchos datos a gran velocidad, a partir de ahora ya sabremos cómo conectar (casi) cualquier dispositivo al PC.

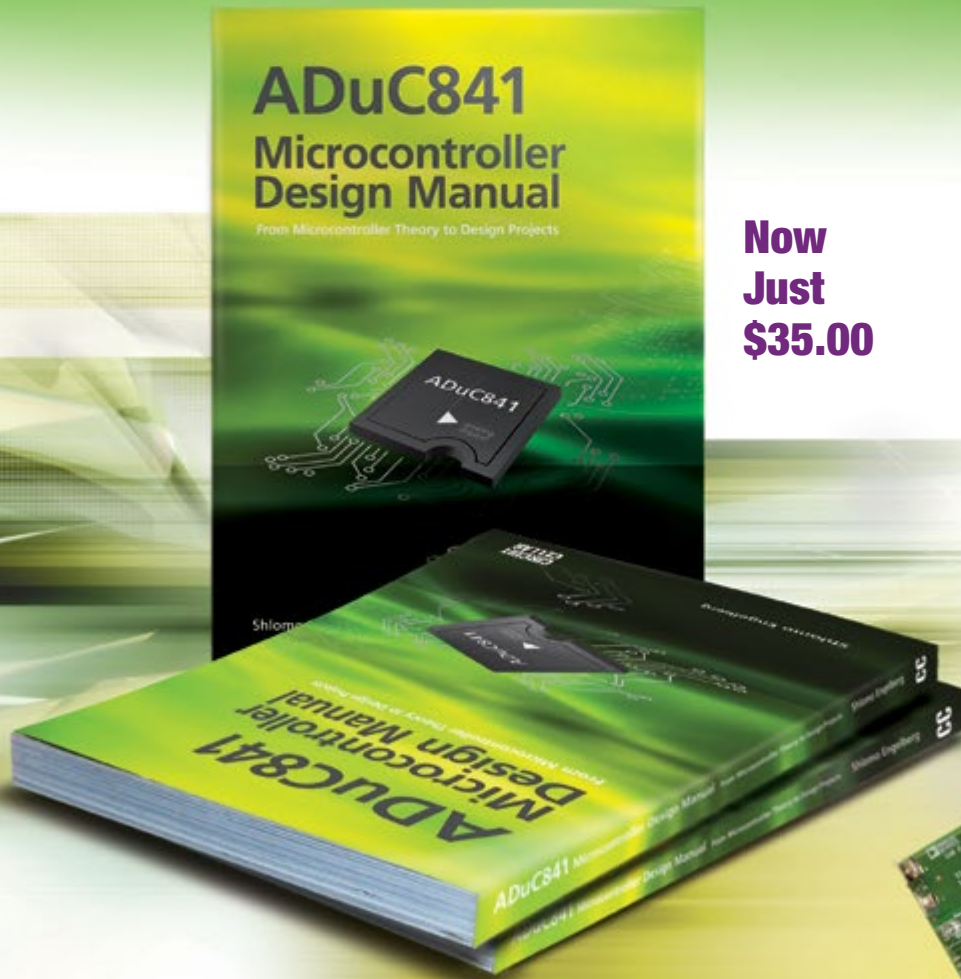
(120620)

## Enlaces de Internet

- [1] [www.usb.org/developers/hidpage/](http://www.usb.org/developers/hidpage/)
- [2] <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
- [3] <http://winavr.sourceforge.net/>
- [4] [www.obdev.at/products/vusb/index.html](http://www.obdev.at/products/vusb/index.html)
- [5] [www.siwawi.arubi.uni-kl.de/avr\\_projects/tempsensor/index.html](http://www.siwawi.arubi.uni-kl.de/avr_projects/tempsensor/index.html)
- [6] [www.elektor.es/120620](http://www.elektor.es/120620)
- [7] [www.waitingforfriday.com/index.php/Open\\_Source\\_Framework\\_for\\_USB\\_Generic\\_HID\\_devices\\_based\\_on\\_the\\_PIC18F\\_and\\_Windows](http://www.waitingforfriday.com/index.php/Open_Source_Framework_for_USB_Generic_HID_devices_based_on_the_PIC18F_and_Windows)
- [8] [www.microsoft.com/germany/express/products/windows.aspx](http://www.microsoft.com/germany/express/products/windows.aspx)

# ADuC841 Microcontroller Design Manual: From Microcontroller Theory to Design Projects

If you've ever wanted to design and program with the ADuC841 microcontroller, or other microcontrollers in the 8051 family, this is the book for you. With introductory and advanced labs, you'll soon master the many ways to use a microcontroller. Perfect for academics!



**Now  
Just  
\$35.00**

**Buy it today!**

**[www.cc-webshop.com](http://www.cc-webshop.com)**



# Programación con Mono

## Para Windows, Linux, Mac OS y Android

Los electrónicos cada vez tenemos que realizar más programas para PC. Por lo general no es ni deseable ni recomendable que nos limitemos a un solo sistema operativo. Con el framework de código abierto “Mono” podemos desarrollar aplicaciones para Windows, Linux, Mac OS e incluso para smartphones iPhone y Android. Este artículo da un vistazo general y muestra con un ejemplo cómo programar en Windows y Linux.

**Dr. Veikko Krypczyk**

El sueño de todo desarrollador de software es no tener que concebir la aplicación más que una vez, y que el diseño del entorno de usuario sirva como producto final para los principales sistemas operativos. Para un electrónico esto también supone una gran ventaja, pues si se diseña una aplicación para controlar hardware desde el PC, funcionará tanto en Microsoft Windows como en otros sistemas operativos (Linux o Mac OS).

### ¿Por qué Mono?

Antes una pequeña aclaración: no creemos que en el futuro vaya a existir una variante ideal totalmente independiente de la plataforma. ¡La generalización siempre es a costa de la especialización! Es importante encontrar el balance perfecto para nuestra aplicación y servirnos de las herramientas adecuadas. El *framework* “Mono” es compatible principalmente con el entorno .NET de Microsoft, pero puede utilizarse en otros muchos sistemas operativos. Una buena razón para utilizar Mono es la (creciente) popularidad de C#, proporcional a la de la plataforma .NET.

Las ventajas de .NET son su librería de clases (muy accesible), la posibilidad de elegir lenguaje de programación (C#, Visual Basic, Delphi...) y un eficaz entorno de desarrollo. Gozar de estas ventajas a la hora de desarrollar programas en otros sistemas operativos es el objetivo principal de Mono. Aparte, muchas de las partes del proyecto son de código abierto, con lo que podemos minimizar nuestra dependencia de Microsoft.

El proyecto Mono ya existe desde hace algún tiempo, en [1] podemos echar un vistazo a su historia. Mono está formado por los siguientes subproyectos [2]:

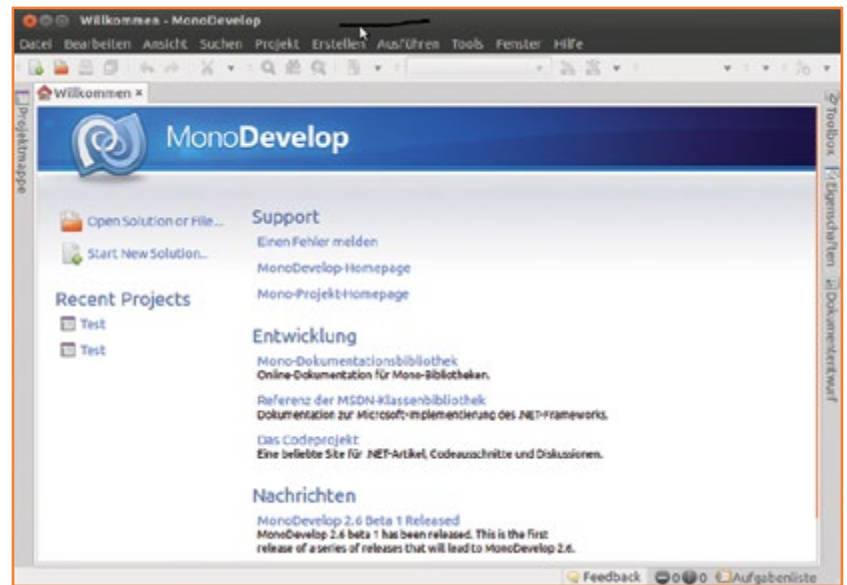
- Mono: elemento central. Como base técnica se utiliza el *framework* de .NET. Mono es gratuito para Windows y Linux.
- MonoTouch para iOS: este proyecto permite desarrollar apps para iPhone y iPad basadas en C#. Su uso está sujeto a licencias. Para probarlo podemos utilizar la edición de prueba (emulador), que es gratuita. Aparte hay tres versiones de pago disponibles: *indie* (\$299), *business* (\$999) y *enterprise* (\$1.899).



- Mono para Android: permite el desarrollo de apps para la plataforma Android. En cuanto a las versiones y su precio, es igual que Mono-Touch para iOS.

## Comenzando

Para trabajar satisfactoriamente con Mono hemos de tener algunos conocimientos previos: lo primero, estar familiarizado con los sistemas operativos que utilizaremos, por ejemplo Microsoft Windows y Linux. También es importante tener una base del lenguaje C#, cierta comprensión de la estructura de las aplicaciones con entornos gráficos de usuario, el uso de entornos de desarrollo integrados (IDE) y conocimientos básicos del *framework* de .NET. El desarrollo de programas para múltiples sistemas operativos no es apto para principiantes, y se recomienda aprender a utilizar primero la versión gratuita de Visual C# 2012 de Microsoft (ver las ediciones de Elektor de febrero y marzo de 2009 [3]). Una vez nos desenvolvamos bien con él podremos dar el



salto al desarrollo de aplicaciones multiplataforma. Y entonces Mono será una opción muy interesante.

Figura 1.  
Primera impresión de MonoDevelop (Version 2.8) en Ubuntu (Linux).

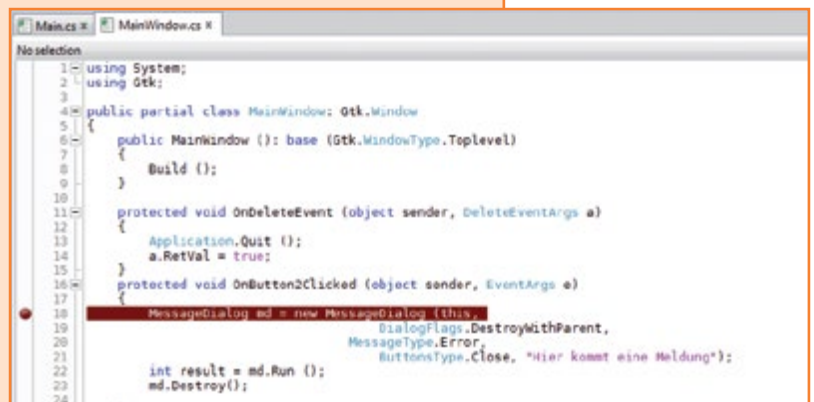
## Un vistazo al entorno de desarrollo

El entorno de desarrollo MonoDevelop Version 4 ofrece suficiente potencial para que pueda ser utilizado sin problemas. La estructura para el diseño de programas es similar a la de cualquier IDE. Destacamos algunos aspectos importantes:

- La creación de nuevos proyectos se hace mediante ARCHIVO > NUEVA SOLUCIÓN.
- En PROYECTO > OPCIONES pueden configurarse las preferencias del proyecto, por ejemplo el compilador.
- En COMPILAR o EJECUTAR se crea un build del proyecto/solución o se ejecuta directamente, pudiendo depurarlo o no.
- En el código fuente pueden fijarse breakpoints (ver la captura de pantalla). En estos puntos el programa se detiene durante la ejecución, y disponemos de toda la información posible, como el estado de las variables y los objetos.
- CONTROL DE VERSIONES: permite la gestión y supervisión de las versiones del programa.
- Las expansiones del IDE pueden instalarse, desinstalarse y gestionarse en HERRAMIENTAS > GESTIÓN DE ADD-ONS.

Antes de empezar un proyecto serio convendrá que nos familiaricemos con el IDE, por lo que habrá que practicar un poco con el diseño de interfaces.

Y como siempre, la regla de oro en estos casos es... guardar nuestro proyecto con regularidad!



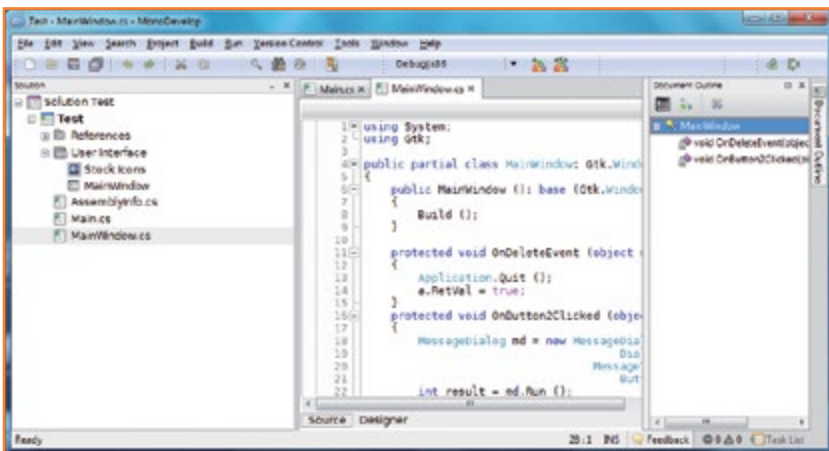


Figura 2. MonoDevelop 3.0 en Microsoft Windows.

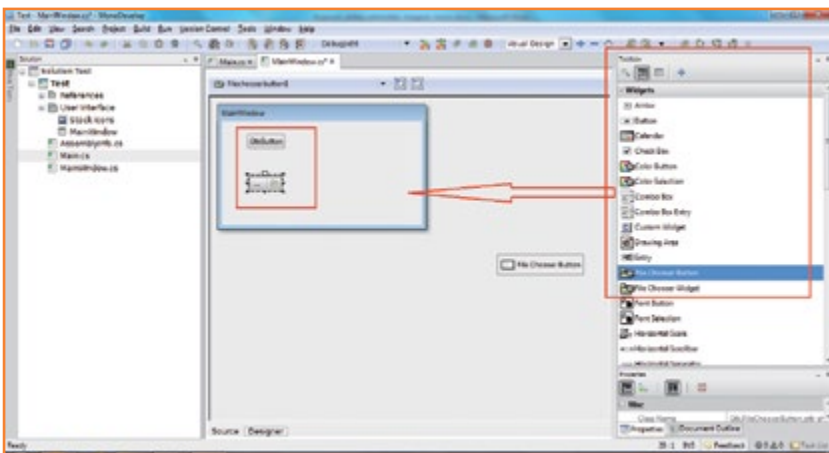


Figura 3. Uso del diseñador gráfico en MonoDevelop.

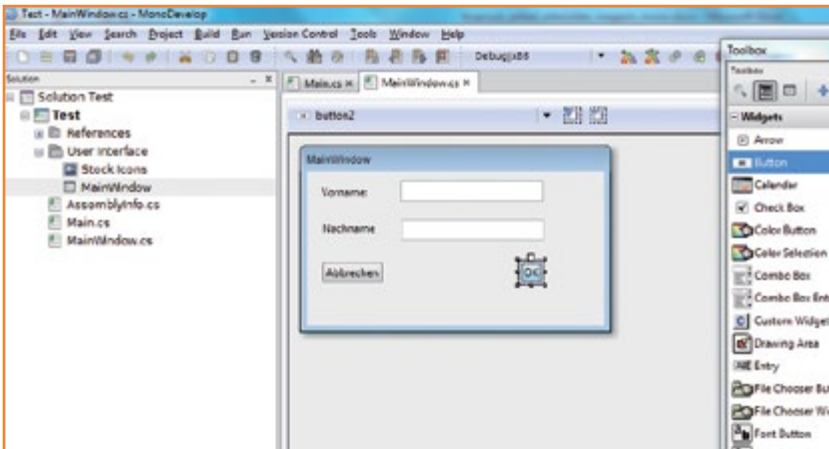


Figura 4. Diseñando el interfaz de usuario para el proyecto de prueba.

## Entorno de desarrollo

Mono en sí no es más que un equivalente del entorno de ejecución de .NET, y para el desarrollo de programas aún sigue siendo necesario un entorno de desarrollo. Por ello contamos con MonoDevelop, un entorno de desarrollo integrado (IDE) completo. Puede compararse con Visual Studio, tanto por su estructura como por su utilización y concepto (ver cuadro de texto). Las últimas novedades sobre MonoDevelop pueden encontrarse en este enlace [4].

## Instalación en Linux ...

Empezaremos a trabajar en Linux. Como sistema operativo hemos optado por Ubuntu, versión 12.04 LTS, pero lógicamente también sirve cualquier otra de sus distribuciones. Primero nos dirigimos al Ubuntu Software Centre, en el buscador introducimos MonoDevelop y lo instalamos. Ubuntu recopila automáticamente los paquetes necesarios de Internet y ejecuta la instalación sin necesidad de supervisión alguna. Hemos de tener en cuenta que la versión más actual de MonoDevelop aún no está disponible para todos los sistemas operativos soportados a modo de paquete precompilado, lo cual ocurre también en Ubuntu. Aquí contamos con la versión 2.8, que es aceptable. Si por el contrario queremos utilizar la versión más actual, en la página está disponible el código fuente.

Tras la instalación pasamos directamente a la primera prueba. Iniciamos MonoDevelop (**figura 1**). Después creamos un nuevo proyecto en Archivo > Nueva solución. En la ventana de diálogo ahora nos dirigimos a C#, y seleccionamos un proyecto GTK#2.0. No hemos de olvidar darle un nombre a nuestro proyecto y especificar un directorio de trabajo. En la siguiente ventana nos permite seleccionar la versión del GTK#. Optamos por la más actual (2.8). Mono es capaz de trabajar con distintos entornos gráficos, como por ejemplo GTK, Qyoto o Qt4Dotnet. Pero la pregunta ahora es cuál de las bibliotecas nos viene mejor. En la página del proyecto podemos encontrar algunas indicaciones [5]. Para los siguientes experimentos utilizaremos la librería GTK#. GTK+ (GIMP Toolkit) se trata de un entorno universal para diseñar interfaces gráficos de usuario [6]. Consta de un completo set de herramientas, por ejemplo para el diseño de bloques de diálogo. GTK+ está programado en C++ y en principio fue ideado para ser utilizado en este lenguaje. La “conversión”

entre el *framework* de Mono o el lenguaje C# se realiza mediante un *wrapper*. Como resultado, tenemos GTK en Mono (C#), GTK#.

### ... y Windows

Ahora mostraremos cómo instalar Mono y MonoDevelop en Microsoft Windows. La instalación completa requiere la versión más actual de GTK. Para Windows, la versión disponible del paquete de instalación de MonoDevelop es la 4. Tras ejecutarlo nos llevaremos una grata sorpresa. El IDE es moderno y elegante, recuerda un poco a Visual Studio 2010 (**figura 2**) (lo cual no es de extrañar). En Windows también crearemos nuestro primer proyecto de prueba, en C# seleccionamos GTK 2.0. Mediante el diseñador gráfico (**figura 3**) es posible crear rápidamente un interfaz de usuario básico.

### Primera prueba

En el formulario principal hemos situado únicamente dos etiquetas, dos campos de texto (entry) y dos botones (**figura 4**). No obstante, primero hemos de especificar el *layout container* correspondiente. Para que los elementos de control tengan una posición absoluta, seleccionamos un *container* de tipo *fixed*. La conexión entre el interfaz de usuario y la lógica del programa se realiza mediante las llamadas señales. Éstas se corresponden con la unión de eventos en WindowsForms. Se unen al hacer click en la señal. Si hacemos doble click en el IDE sobre la señal se generará el debido código. Podemos decir que esto es como “darles vida”. En el ejemplo, al pulsar en OK aparecerá un mensaje (MessageBox). El **listado 1** muestra el código fuente asociado. Una peculiaridad de GTK es que los objetos han de eliminarse manualmente. Los detalles sobre la sintaxis de la librería GTK# pueden consultarse aquí [7]. Tras compilar la aplicación, la ejecutamos como estaba previsto (**figura 5**). La estructura de directorios básicamente se corresponde con las que se generan con Visual Studio; entre otros, genera como es lógico un archivo ejecutable.

Ahora nuestro mini-proyecto será testado en Linux. Para ello basta con que nos llevemos la aplicación a un sistema con Ubuntu. Basta con lanzar el ejecutable (**figura 6**). Esto se hace mediante el menú contextual (botón derecho del mouse), con la opción EJECUTAR CON MONO-RUNTIME.

#### Listado 1: código fuente de la aplicación de prueba

```
protected void OnButton2Clicked(object sender, EventArgs e)
{
    MessageDialog md = new MessageDialog (this,
    DialogFlags.DestroyWithParent,
    MessageType.Error,
    ButtonsType.Close,
    „Aquí el mensaje deseado“);
    int result = md.Run();
    md.Destroy();
}
```

### Portando la aplicación

Si hemos de rediseñar completamente una aplicación, a la hora de programar conviene tener en cuenta si queremos que pueda ser ejecutada en múltiples sistemas operativos. Es posible que la aplicación ya exista en .NET (o sea, para el sistema operativo Windows), por lo que si es posible realizar un *port*, convendrá considerarlo ya que podría ser más fácil. Las clases del *framework* de .NET son reemplazadas por sus equivalentes en Mono. Para facilitar y asegurar el éxito de la tarea está disponible la herramienta Mono

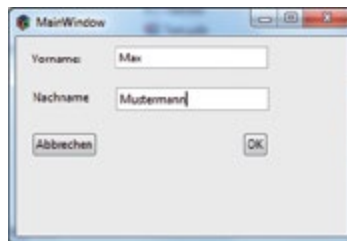


Figura 5.  
Aplicación de prueba en  
Windows 7.

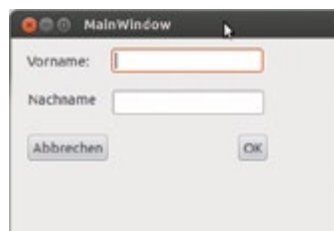


Figura 6.  
Aplicación de prueba en  
Linux.

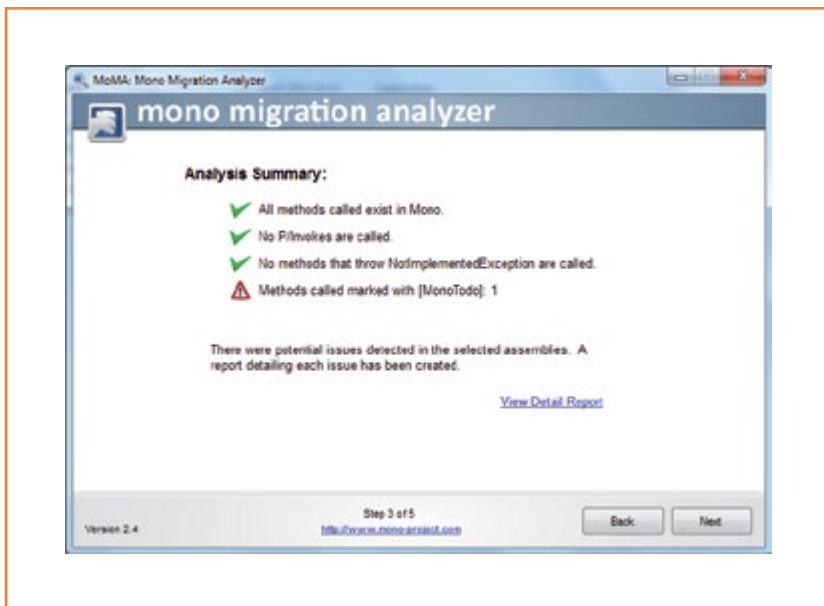


Figura 7.  
El Mono Migration Analyzer (MoMA) sirve de ayuda al portar aplicaciones a Mono.

Migration Analyzer (MoMA). Tras seleccionar un archivo ejecutable o un dll se iniciará el análisis (figura 7).

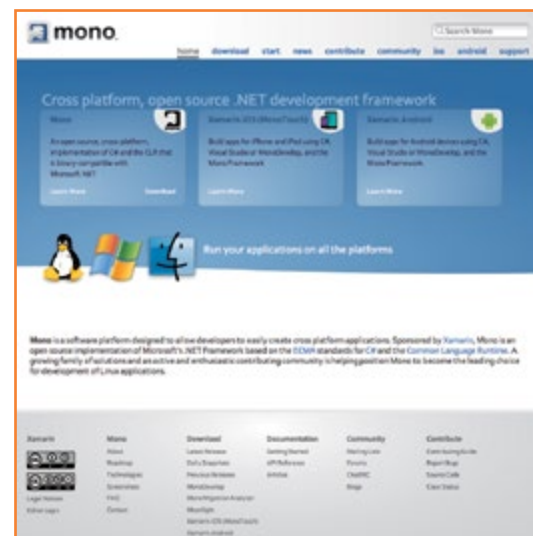
Si se presentan dificultades, el desarrollador tendrá que reemplazar algunas partes específicas del programa (por ejemplo las llamadas directas a la API) por los correspondientes métodos en Mono. Posteriormente se realizará el proceso definitivo para obtener el *port*.

## Mono para múltiples sistemas

Si ya hemos trabajado con Mono habremos visto que el *framework* tiene aún más que ofrecer. Mono puede utilizarse también para crear apps para las plataformas móviles Android e iOS. No obstante, antes de adquirir las licencias necesarias (ver más arriba) conviene familiarizarse

completamente con Mono. Para ello lo mejor es practicar con la versión *open source* para PC. Para los electrónicos, indudablemente es una opción muy buena, por ejemplo para controlar hardware externo.

(120490)



## Enlaces de Internet

- [1] [http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto\\_Mono](http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto_Mono)
- [2] [www.mono-project.com/Main\\_Page](http://www.mono-project.com/Main_Page)
- [3] [www.elektor.es/080668](http://www.elektor.es/080668)
- [4] <http://monodevelop.com/>
- [5] [www.mono-project.com/Gui\\_Toolkits](http://www.mono-project.com/Gui_Toolkits)
- [6] [www.gtk.org/overview.php](http://www.gtk.org/overview.php)
- [7] <http://bottle.shangorilla.com/1.1/handlers/monodoc.aspx?link=T%3AGtk.MessageDialog>

## Sobre el autor

El Dr. Veikko Krypczyk estudió administración de empresas e ingeniería informática, especializándose en el desarrollo de algoritmos para solucionar problemas de logística. Es autor técnico y consultor, ayudando a empresas en todo lo relacionado con el desarrollo de software, y es un experto programador. En su tiempo libre, de vez en cuando también “pone a calentar el soldador” y “cacharrea” con uno u otro proyecto.

Son bienvenidas preguntas y sugerencias, es posible ponerse en contacto con él a través de su email: [info@it-fachartikel.de](mailto:info@it-fachartikel.de). Para más información: <http://it-fachartikel.de>.



# RFID

## MIFARE and Contactless Cards in Application

**NUEVO  
LIBRO**

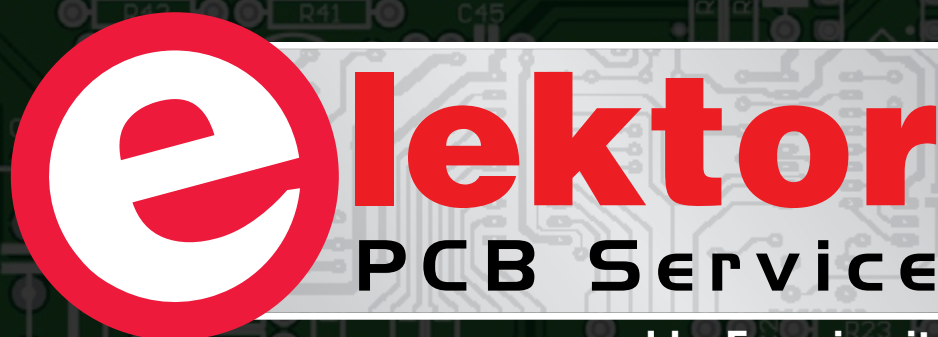


MIFARE es la tecnología RFID más ampliamente utilizada, y este libro (en inglés) facilita una amplia y práctica introducción al ella. Entre otras cosas, los capítulos iniciales tratan los fundamentos físicos, los estándares relevantes, el diseño de antenas RFID, consideraciones de seguridad y criptografía. Se describe en detalle el diseño completo del hardware y el software de un lector. El firmware del lector y el software para PC asociado soportan la programación con cualquier lenguaje .NET. El programa para PC desarrollado especialmente, "Smart Card Magic.NET", es un sencillo entorno de desarrollo que soporta el envío de comandos a una tarjeta al hacer clic con un ratón, y también tiene a habilidad de crear scripts C#. Alternativamente, se pueden seguir todos los ejemplos utilizando Visual Studio 2010 Express Edition. Finalmente, se presentan la mayoría de los estándares API para lectores de tarjetas inteligentes.

484 páginas • ISBN 978-1-907920-14-1  
€49.90

**-10% para  
miembros  
GREEN**

Más información y pedidos en [www.elektor.es/rfid](http://www.elektor.es/rfid)



powered by Eurocircuits

**25% de descuento en las PCBs nuevas de Elektor**

¡Aprovechate ahora: Elektor PCB Service ofrece siempre un descuento durante los 90 días posteriores al lanzamiento de las nuevas placas de Elektor!

En [www.elektor.es/pcb](http://www.elektor.es/pcb) encontrarás todas las PCBs de Elektor



# Internet @ su Capa Física

**Tessel Renzenbrink**  
(Editora TTF de Elektor)

Internet consiste en, aproximadamente, 40.000 redes administrativamente separadas e interconectadas entre sí. ¿Cómo funciona este sistema de sistemas en su capa física? ¿Es tan “falsa” y poco fiable como parecen pensar algunas corporaciones que se cuelgan en sus conexiones privadas? ¿Puede manejar el crecimiento continuo de los volúmenes de datos? ¿Se está ampliando para alcanzar los miles de millones de personas mal conectadas de los países en vías de desarrollo? Vamos a preguntar a los especialistas.

Traté estas cuestiones en una entrevista con Henk Steenman, CTO (Chief Technology Officer o Director de Tecnología) de la Amsterdam Internet Exchange (AMS-IX) y James Cowie, co-fundador y CTO de Renesys, una compañía de análisis y medida de Internet.

## Intercambio en Internet

A principios de los años 90 la mayor parte del tráfico local europeo de Internet estaba ‘rutado’ sobre cable submarino, a través del Atlántico, hasta Virginia, EE. UU. Allí, el MAE-East, uno de los primeros Intercambios de Internet (Internet Exchanges o IXs) del mundo, alojaba las conexiones físicas para encaminar el tráfico de una red a otra. Para muchos pequeños Proveedores de Servicios de Internet (ISPs) europeos, era el único punto de intercambio disponible.

En 1997 veinte competidores de ISPs y portadores del tráfico crearon AMS-IX para interconectar sus redes localmente [1]. AMS-IX rebajó el coste de intercambio de datos, redujo el tiempo de latencia y alivió la congestión de tráfico en el ‘intercambiador’

americano que estaba pesadamente sobrecargado. Henk Steenman ha sido la parte de la empresa holandesa sin ánimo de lucro desde el principio. Con su ayuda, AMS-IX ha crecido hasta ser uno de los puntos de intercambio de Internet más grandes en el mundo. Constantemente, en una estrecha carrera por el primer lugar con el DE-CIX de Frankfurt, AMS-IX alcanza actualmente el segundo lugar, con 595 redes participantes y tráfico que alcanza su punto máximo en 2,3 Tb por segundo.

## Inteligencia en Internet

Renesys es una compañía americana que recoge y analiza los datos, tanto sobre la estructura lógica como sobre la estructura física de Internet [2]. “El mapa lógico nos dice cómo Internet cree que debería ser encaminado el tráfico”, dice James Cowie. “Básicamente dice, si necesitamos contactar a esta persona y nosotros estamos en cualquier sitio, qué cadena de organizaciones nos ayudaría a llegar hasta allí. El mapa físico es más detallado e implica conocer qué direcciones IP, qué ‘routers’ (gestores de tráfico), están conectados unos con

otros y cuáles de ellos realmente son los más útiles en el tráfico cercano a su destino. Tomamos medidas activas de millones de puntos de cientos de sitios de Internet por todo el mundo para hacer un mapa exacto de lo que Internet está haciendo. “Usamos esta información para clientes que necesitan conocer cómo usar Internet con eficacia como una herramienta de negocio. La gente tiende a estudiar su propia parte de Internet con mucho cuidado. Pero nadie se preocupa de lo que está en el horizonte. Una de las cosas que proporcionamos es esta gran imagen porque, cada vez más, las compañías tienen un interés global en ello. Internet no es un sistema gestionado, por lo que proporcionamos un poco de esa falta de transparencia.”

### Capa física

“Es interesante lo que aprendemos sobre la capa física a partir de la red lógica y de las lecturas de rendimiento en los sensores”, dice Cowie. “Hay un buen ejemplo de un caso donde vimos que un cierto número de redes en Irán e Iraq desaparecían simultáneamente. Pensamos que eso era extraño por lo que, al día siguiente, analizamos los medios físicos para ver cuál de ellos podría haber sido. Sucedió que ahí hay un gasoducto que va, desde Irán, a través de la frontera de Turquía y llega a los mercados europeos de energía. El gaseoducto requiere un gran esfuerzo en negociaciones ya que tienes que tener los derechos de paso, la seguridad del mismo y soterrar las tuberías. Es entonces cuando la gente se da cuenta de que también pueden poner la fibra óptica al lado del gaseoducto, ya que su coste marginal es prácticamente cero. Esta debe haber sido la razón en este caso porque ese día, había explotado una bomba en el camino que había roto las tuberías.” “Lo más alentador es que Internet no se ve permanentemente perjudicado por esto, ya que Internet trabaja con cosas como estas todo el tiempo. Probablemente, había otra ruta de fibra óptica que podía ser usada y que también falló. Así pues, en nuestros datos vemos un problema y, a continuación, una recuperación. Internet es mucho más resistente a los daños, incluso si estos son enormes.”

### Regulación de los gobiernos

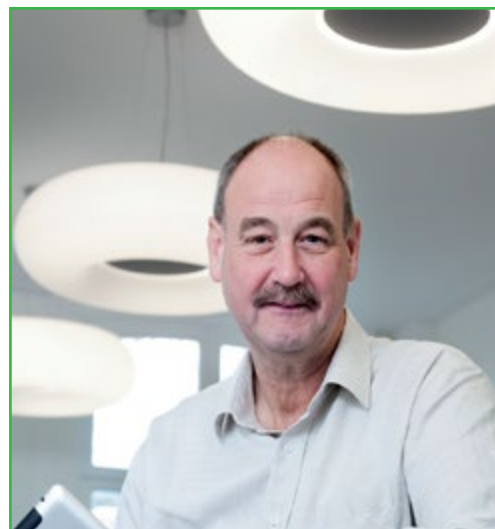
Los gobiernos en todo el mundo quieren cada vez más regular Internet a nivel de usuario final. Pregunté a los dos especialistas si ellos ven la misma tendencia a nivel de la infraestructura. Cowie: “El ITU, la agencia de Naciones Unidas responsable de la normalización de telecomuni-

caciones globales, se ‘durmió en los laureles’ durante una ventana crítica de inflación, donde Internet fue más allá de algo que podría haber sido ligeramente regulado. Lo cual, en mi opinión, fue un magnífico golpe de suerte ya que, ahora, se ha hecho mucho más difícil reencauzar las cosas con efectos retroactivos.

Siempre es posible que el intervencionismo del estado genere una carga reguladora que vaya en aumento, ya que siempre trabajamos en la misma jurisdicción. Pero creo que los gobiernos se han dado cuenta que la fluidez de Internet hace posible que los servicios de IT lleguen a cualquier parte. La gente va a estar poco dispuesta a hacer cosas que hagan que su mercado local sea menos favorable desde un punto de vista de la inversión.

A menudo la gente me pregunta si su parte de Internet puede ser desconectada, como pasó durante los apagones en Egipto y Siria. Creo que en Europa Occidental y los Estados Unidos no hay realmente muchas amenazas en Internet. Internet ha crecido de forma tan sorprendente y diversa en estos sitios que, en términos de posibilidad de ser atacados o que la gente sea desconectada de Internet, realmente ya no puede suceder. Están una fase más allá.”

El CTO de AMS-IX tampoco está por la labor de incrementar la normativa: “Actualmente los reguladores holandeses mantienen su distancia con respecto a AMS-IX, pero esto podría cambiar. Si la normativa y la burocracia nos fueran impuestas, sería a costa de la flexibilidad y simplicidad con las que trabajamos en nuestro funcionamiento. Una de nuestras cualidades más importantes es que somos servidores neutros de servicios IX, lo que significa que cualquier ISP se puede conectar al tráfico de intercambio. Nos gustaría propagar nuestra neutralidad tanto como sea posible



Henk Steenman, CTO de AMS-IX.



James Cowie, CTO de Renesys.



y tengo miedo de que, si el Gobierno interviene, perdamos parte de todo esto.”

### **Inundación de datos**

AMS-IX se encuentra con que el volumen de tráfico de duplica, aproximadamente, cada dos años. El desafío para Henk Steenman y sus colegas es encontrar soluciones técnicas de enfrentarse a este crecimiento. “Ahora estamos implementando el equipamiento de Ethernet de 100 Gb/s, que ya está en funcionamiento desde el año pasado”, nos dice Steenman. “Hasta ahora hemos usado el estándar de 10 GbE, con lo que hemos aumentado la velocidad de transferencia de nuestra red en un factor 10. Como uno de los intercambiadores mayores, nos estamos enfrentando siempre contra el límite de lo que técnicamente es posible. Estamos participando en el cuerpo del estándar IEEE, donde se está desarrollando el siguiente estándar, que va a ser 400 GbE. La velocidad de transferencia de datos de cada nuevo estándar de Ethernet siempre se ha ido incrementando en un factor de 10, pero, sencillamente, la tecnología no está lista para hacer el salto a 1 Tb. Aunque en términos de crecimiento realmente podríamos utilizarla. Por otra parte, el crecimiento es una calle de doble sentido, el tráfico no puede crecer más rápido de lo que permite la infraestructura disponible, con lo que no preveo ninguna escasez seria.”

James Cowie tampoco está preocupado con la capacidad. “Si miramos la cantidad total de la fibra óptica submarina que interconecta los distintos continentes, sólo una parte muy pequeña de ella está realmente en funcionamiento y disponible para su uso. Hay una enorme cantidad de ancho de banda de reserva. Y, dentro de los continentes, sobre todo en Europa, hay cantidades asombrosas de ancho de banda disponibles que podrían ser activadas si el tráfico crece. No creo que esto vaya a representar un problema alguna vez.”

### **Separación digital**

En la mayoría de los países desarrollados una infraestructura de Internet bien establecida proporciona conexiones rápidas y baratas. Sin embargo, en los países en vías de desarrollo la infraestructura se ha quedado atrás, causando una separación digital. ¿Se está cerrando esa distancia?

James Cowie: “La tendencia es que los países que tenían lo mínimo en Internet hacen todo lo posible y rápido para que Internet llegue realmente. Africa Oriental es un ejemplo perfecto. El

único Internet que había estado disponible estaba muy limitado, siendo la mayor parte del mismo por conexiones vía satélite, que son muy lentas y súper caras. Hasta que los cables submarinos llegaron a tierra. Dentro de tres meses podríamos ver el mercado entero darse la vuelta. La gente anulaba sus contratos de satélite y los cambiaban a los de cable, al tiempo que las velocidades de transferencia de datos pasaron de decenas de kilobits por segundo a una red gigabit. Tan solo en el espacio de unas semanas y meses.

Lo que ha pasado allí es que últimamente la gente se ha saltado generaciones de tecnología. Es posible que nunca tengan un PC de sobremesa, sólo se preocupan por conseguir un ‘smartphone’. Sin haber tenido una evolución continua con todas las etapas por las que ha pasado Europa Occidental, han conseguido la mejor tecnología a los precios más bajos. Realmente es algo muy positivo. La separación digital todavía es bastante profunda pero Internet es un gran nivelador.”

Henk Steenman: “Ahora que las redes están creciendo rápidamente en Africa Oriental, lo siguiente necesario en términos de infraestructura es el IXs regional. En Kenia, por ejemplo, la mayor parte del tráfico local destinado a los países vecinos es ‘rutado’ vía Europa por la falta de un punto de intercambio regional bien establecido. Se enfrenta al mismo problema que nos motivó a establecer AMS-IX en los años 90. Así pues, hemos pensado: “Hemos hecho esto antes, ¿por qué no hacer esto otra vez?” Estamos desarrollando ahora un IX en Mombasa, en la colaboración con la Asociación de Proveedores de Servicios de Telecomunicaciones Keniana (TESPOK), para mejorar la conectividad regional.”

Cuando pregunté a James Cowie donde creía él que Internet llegaría a partir de aquí, contestó: “Sí, esta es la parte donde dejo de hacer predicciones. La única cosa de la que podemos estar seguros es que será algo inesperado. Será algo completamente diferente. Siempre nos equivocamos. Adivino que la innovación va a venir de toda esta gente del Africa Oriental que está en Internet y que tiene la verdadera necesidad. Y será algo que nunca nos habría ocurrido a nosotros ya que, realmente, no necesitamos cosas. Nosotros tenemos la mayor parte de nuestras necesidades cubiertas. Así pues, será esta gente quien lo hará.”

(130130)

### **Referencias en Internet**

[1] [www.ams-ix.net](http://www.ams-ix.net)

[2] [www.renesys.com](http://www.renesys.com)



# elektor@labs

## Sharing Electronics Projects

Elektor.LABS es una comunidad online para apasionados de la electrónica. Un lugar donde compartir tus proyectos y tomar partido en aquellos que otros hayan creado. Se trata de un sitio en el cual discutir sobre desarrollos y electrónica en general.

El equipo de editores e ingenieros de Elektor te ofrecerá su apoyo hasta finalizar satisfactoriamente tus proyectos. Así mismo, te ayudarán a redactar un artículo para ser publicado en Elektor.MAGAZINE, ie incluso desarrollar un producto completo que puedes vender en Elektor.STORE!

Únete  
ya



¡Elektorízate! Visita [www.elektor-labs.com](http://www.elektor-labs.com)

# Nuevos Requerimientos Funcionales para las Resistencias

Dominique Vignolo  
(Vishay)

en aplicaciones  
aeronáuticas

Los diseños de los aviones actuales están siendo controlados por dos objetivos principales: incrementar la eficiencia del combustible del avión y cumplir con las regulaciones anti-polución. La modesta resistencia puede ser muy útil, siempre y cuando algunas de sus especificaciones claves tengan unas consideraciones más estrechas.

Para incrementar la eficiencia del combustible, se ha reducido el peso del avión reduciendo su cableado, algo que se puede conseguir acercando la electrónica al lugar donde realiza su función. Para cumplir con las regulaciones anti-polución, se están usando motores eléctricos para mover el avión en sus desplazamientos en tierra. Además del cambio de diseño, las nuevas exigencias presentadas a los fabricantes de los aviones han creado también nuevos requerimientos funcionales para los componentes electrónicos, incluyendo a las resistencias. En este artículo vamos a explorar los parámetros requeridos para diferentes tipos de resistencias, incluyendo carac-

terísticas de alta temperatura para condiciones severas de funcionamiento y estabilidad de larga duración.

## Una historia de componentes de altas temperaturas en aplicaciones aeronáuticas

A lo largo de los últimos ocho años, los fabricantes de aviones han usado componentes de altas temperaturas en un gran número de aplicaciones. Una de ellas ha sido los sistemas de monitorización de aterrizaje y frenado, donde se han medido las temperaturas de los frenos, usando puentes Wheatstone para monitorizar la

presión de neumático y del sistema hidráulico. En este tipo de aplicaciones, la electrónica estaba localizada en la rueda y, a lo largo de una hora, alcanzaron altas temperaturas.

En términos de prestaciones, estos sistemas requerían componentes con rangos de temperatura de funcionamiento de  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $+175\text{ }^{\circ}\text{C}$  pero que, rápidamente, tuvo que ser extendido hasta los  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . También se necesitaron componentes con una buena estabilidad en el tiempo, ya que las medidas tenían que permanecer estables a lo largo de la vida del avión. La deriva esperada, después de varios miles de horas de vida, no debía exceder un porcentaje determinado. Por último, los componentes tenían que mostrar un buen comportamiento durante la aceleración, con vibración y en entornos extremos. Se encontró que los componentes SMD eran los mejores para trabajar bajo estas condiciones.

Al igual que los sistemas de monitorización de frenado del avión, este sensor exigió componentes con un rango de temperaturas de  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , una buena estabilidad a lo largo del tiempo y un excelente comportamiento durante la aceleración, con vibración y en entornos extremos. La aplicación utilizó resistencias SMD tipo 'chip'.

### Nuevas regulaciones

Con las nuevas regulaciones, pensadas para la reducción de la polución y el ahorro de combustible, cada vez más están apareciendo aplicaciones de altas temperaturas. Por ejemplo, las temperaturas de los motores están siendo monitorizadas, por lo que éstos pueden ser controlados con un ordenador. Esto significa que la electrónica tiene que encontrarse dentro del motor, donde la temperatura puede llegar a ser muy alta. Teniendo en cuenta que la media de vida de un avión es de 25 a 30 años, la estabilidad de vida con carga de los componentes usados a altas temperaturas es un parámetro clave en aplicaciones aeronáuticas. El objetivo es encontrar el mejor compromiso entre controlar la

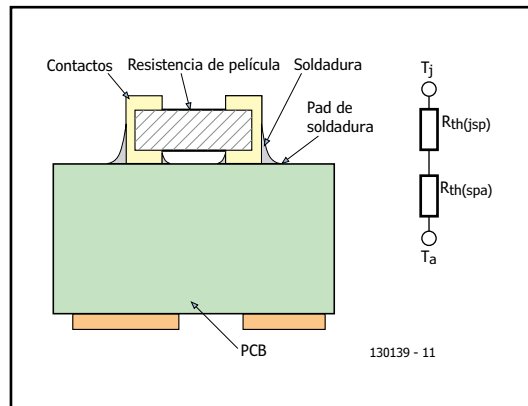


Figura 1.  
Parámetros térmicos para una resistencia tipo chip.

potencia y mejorar la estabilidad en el tiempo. De este modo, podrán usarse sensores para medir la temperatura de las turbinas de los helicópteros.

### Gestión térmica

En referencia a la **Figura 1**, los fabricantes de resistencias sólo tienen que ocuparse de la característica  $R_{th(jsp)}$  pero, además, tienen que considerar cuidadosamente la elección del material, el patrón de resistencia, las terminaciones, etc. Los fabricantes que también mejoren la estabilidad térmica, pueden ofrecer resistencias que puedan soportar temperaturas cada vez más altas, sin disminuir la deriva de forma significativa. Esto elimina las limitaciones sobre  $T_j$ .

Del control del resto de parámetros (en concreto,  $T_a$ ,  $P_d$  y  $R_{th(spa)}$ ) se encargan los diseñadores de ensamblaje del cliente. Los diseñadores tienen que tomar en consideración el espesor de la distribución de las pistas de cobre, los sistemas de ventilación y la interacción con los componentes que le rodean.

Una gestión térmica insuficiente puede llevar a fundir o reducir la fiabilidad de los puntos de soldadura; reducir las prestaciones del circuito impreso (e incluso quemarse); y disminuir las prestaciones de la resistencia tipo "chip".

**Tabla 1. Deriva del tiempo de vida después de 15.000 horas a varias temperaturas (datos experimentales).**

Tamaño	$R_{th(jsp)}$ ( $^{\circ}\text{C/W}$ )	PCB sCu	PCB Mcu
		$R_{th(ja)}$ ( $^{\circ}\text{C/W}$ )	$R_{th(ja)}$ ( $^{\circ}\text{C/W}$ )
0603	27	200	67
1206	20	110	60
2010	12	95	52
2512	11	95	51

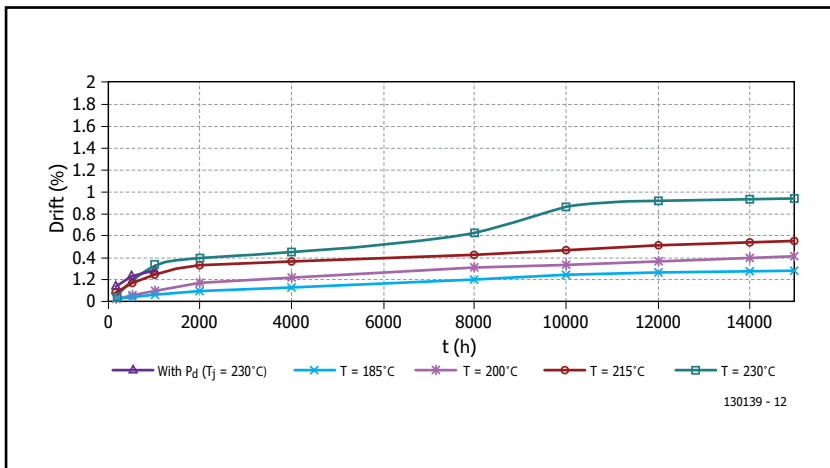


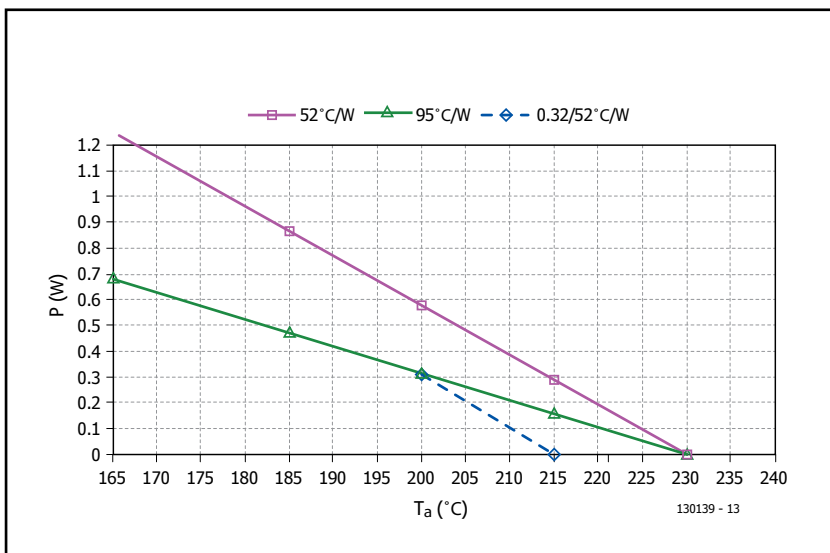
Figura 2.  
Desviación a alta temperatura con el tiempo.

## $R_{th(jsp)}$ y datos experimentales

Para usar el modelo térmico de más arriba, los fabricantes necesitan proporcionar una  $R_{th(jsp)}$  para componentes con terminaciones standard, además de los datos experimentales relevantes de las resistencias tipo chip de tamaños estándar montados en varias placas. Estas placas deben elegirse para representar el estándar y los mejores casos en términos de resistencia térmica. En los datos experimentales recogidos en la **Tabla 1** tenemos:

- PCI sCu — Una PCI con un espesor de 1,6 mm, de doble cara, con un espesor de cobre de 35  $\mu\text{m}$  (mínimo), con el cobre cubriendo, al menos, el 50 % de ambas caras.
- PCI MCu — Una PCI con un espesor de 1,6 mm, de doble cara, con un espesor de cobre

Figura 3.  
Ejemplo de una curva de deriva (P2010).



de 70  $\mu\text{m}$  (mínimo), con el cobre cubriendo, al menos, el 80 % de ambas caras.

Se hizo una representación gráfica de la temperatura frente a la deriva a lo largo del tiempo, representación que aparece en la **Figura 1**.

## Curva de deriva de un modelo térmico básico

La curva de deriva de la **Figura 2** es una representación de un modelo térmico básico:

$$T_c = T_a + R_{th} \times P_d$$

donde

$T_c$  = temperatura a ser controlada;

$T_a$  = temperatura ambiente;

$P_d$  = disipación de potencia máxima permitida;

$R_{th}$  = Resistencia térmica entre la superficie de la resistencia a la temperatura  $T_c$  y a la temperatura ambiente.

El modelo puede ser escrito como  $P_d = (T_c - T_a) / R_{th}$ .

Para la **Tabla 1** se obtuvo:  $R_{thja} = 52$  °C/W para una resistencia chip P2010 sobre una PCB MCu, y  $R_{thja} = 95$  °C/W para una resistencia chip P2010 en una PCB sCu.

## Uso de la curva de deriva

Con una  $T_{j\max} = +230$  °C, la disipación de potencia máxima de la resistencia a  $T_a = +200$  °C será de:

0,57 W para  $R_{thp} = 52$  °C/W — esto es para el *mejor encapsulado*.

0,32 W para  $R_{thp} = 95$  °C/W — esto es para el *encapsulado estándar*.

La primera manera de usar la curva de reducción es comprobar el rango de potencia máximo que se puede aplicar a una temperatura determinada. Por ejemplo, si un fabricante utiliza el *mejor encapsulado* (52 °C/W), la máxima potencia a +200 °C será de 0,57 W.

La segunda forma es la de reducir la deriva limitando la temperatura en la superficie de la resistencia. En este ejemplo, se usa el *mejor encapsulado*, pero el cliente limita la potencia 0,32 W. Esto desplaza hacia abajo la curva 52 °C/W, con lo que la temperatura de la unión será de +215 °C en lugar de los +230 °C que se tienen en la curva de 52 °C/W.



### Conclusión

De un análisis de las derivas inducidas por la temperatura, hemos apuntado algunas características específicas de nuestras resistencias de película delgada que les dan ventajas para aplicaciones de alta temperatura.

Las derivas irreversibles, además de la de la vida del componente bajo carga, son despreciables. La deriva de la vida con carga ('load-life') depende de  $T_j$  que, sin embargo, se consigue; por temperatura ambiente pura o por la suma de la temperatura ambiente y la disipación de potencia ( $T_j = T_a + R_{thja} \times P_d$ ). Esto es válido siempre que se den algunas limitaciones a  $P_d$  dadas en las hojas de características.

De un análisis de datos reales de estabilidad y derivas en función del tiempo para varias temperaturas, es obvio que hasta para una  $T_j$  de hasta +230 °C, las derivas están bajo control y son bastante previsibles a partir de procesos de datos fabricación.

Para ayudar a los diseñadores de encapsulados hemos desarrollado un modelo térmico que muestra las cifras de resistencia térmica necesarias para usar este modelo. Las curvas de deriva muestran cómo una buena gestión térmica lleva a minimizar la deriva de la vida del componente bajo carga.

De las anteriores curvas de deriva, está claro que la estabilidad de vida con carga de la resistencia o de la red de resistencias, se mejora controlando correctamente la temperatura en la superficie de la resistencia, aumentando así la vida de los componentes en condiciones de funcionamiento extremas. Tales condiciones se están haciendo mucho más comunes, ya que la electrónica de las aplicaciones aeronáuticas se va acercando a las funciones de dichas aplicaciones.

(130139)

Publicidad

## Todo un laboratorio de electrónica en un solo dispositivo USB



Con **NI myDAQ**, tu ordenador se convierte en el instrumento. Al instalar el controlador de hardware **NI ELVISmx** dispondrás de: Multímetro Digital, Osciloscopio, Generador de Funciones, Analizador Bode, Analizador de Señales Dinámicas, Generador de Forma de Onda Arbitraria, Generador de Salidas Digitales y Lector de Señales Digitales.

Ocho instrumentos de ingeniería para trabajar como y donde tu quieras.

**¡NI myDAQ por solo 149 Euros!**  
(incluyendo licencias de estudiante de LabVIEW y Multisim)

### Contenido del paquete:

Dispositivo NI myDAQ, DVD de instalación que contiene NI ELVISmx y NI DAQmx, así como las versiones para estudiante de LabVIEW y Multisim con sus licencias correspondientes, Cable USB, Puntas de prueba para el multímetro, Cable de audio (3,5 mm), Conector de tornillos con destornillador NI, Tarjeta informativa de iniciación, Tarjeta informativa de programas de ejemplo de TI, Bandeja de almacenamiento reutilizable.



Más información y pedidos en: [www.elektor.es/myDAQ](http://www.elektor.es/myDAQ)

¡Atención! Para poder adquirir el NI myDAQ deberás acreditar tu condición de estudiante.





# Sistema Analizador PHM22 / PH928a de pH / O<sub>2</sub> / CO<sub>2</sub> en Sangre de Radiometer

**Por favor, espere  
los resultados  
de su prueba de  
sangre**

**Seppo Lindeman**  
(Finlandia)

¿Es un instrumento verde brillante? No, más bien es gris verdoso. Pero fabricado por Radiometer, en aquel momento en Copenhague y este era su color favorito (¿y el único?) a lo largo de 50 años de producción de instrumentos de prueba electrónicos de alta calidad, hasta finales del siglo XX. La primera vez que me crucé con un equipo Radiometer fue en 1961, en mi primer trabajo en la empresa de televisión y radio Helvar, en Helsinki. Había muchos voltímetros y generadores de señal verdes, fabricados con válvulas, de la marca Radiometer por todas partes, fácilmente identi-

cables, por supuesto, ya que tenían tendencia a juntarlos en pequeños grupos cerca de las tomas de tensión AC. Sólo al final me di cuenta de que todos los instrumentos de Radiometer que tenían "ese" color verde eran instrumentos de prueba electrónicos o instrumentos médicos de analítica. Era el tiempo en que:

1. Los transistores entraban en competencia comercial con los tubos de vacío y nadie había oído hablar de la ESD (descarga electrostática).
2. Los transistores de germanio se rompían a menudo "de forma misteriosa".



3. Los amantes de los tubos de vacío bromeaban con los comentarios de que la única ventaja de los transistores sobre los tubos de vacío podría decirse que era que “ocupaban menos espacio en el cubo de basura cuando se rompían”. Más o menos en aquellas fechas.

### La delicia de Muppet Beaker (Teleñecos)

El analizador de los parámetros de la sangre pH/O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> tratado aquí no es un único instrumento, está formado por varios subconjuntos individuales. El primer modelo parece que fue fabricado en los años 50. Sin embargo, el equipo que tenemos aquí es ya de los años 60. Estos instrumentos aparecían en varios formatos, como modelos para montar en bancos o sobre carretillas móviles. La constelación de instrumentos que se muestra en la **Figura 1** está formada por un medidor de pH en sangre, modelo PHM22t, electrodos de cristal y de cloruro de mercurio (o calomelano); una Unidad Micro Electrodo, modelo PHA928a de Monitor de Oxígeno, con electrodo pO<sub>2</sub> y una célula termostato D616 controlada; un tonómetro y dos humidificadores de cristal; un termostato modelo VTS13; un medidor expansor de escala y dos botellas de gas.

### Medidor 22 de pH (versión 1966)

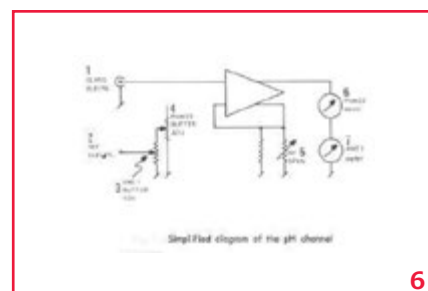
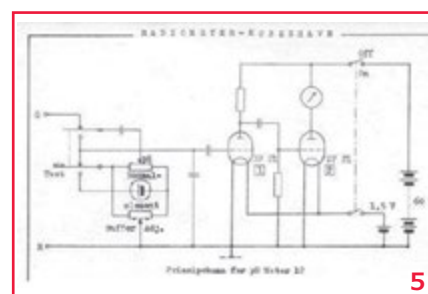
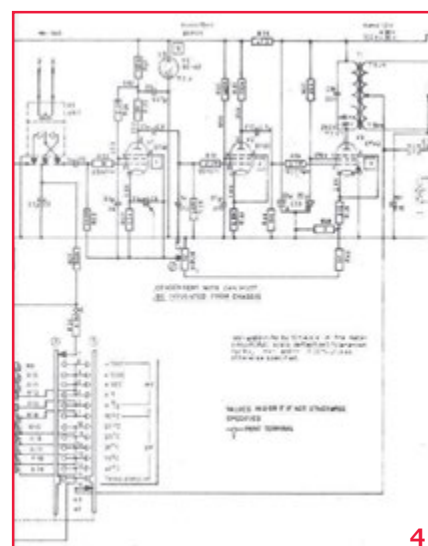
El corazón del sistema analizador es el PHM22t (modelo del año 1966) fotografiado por separado en la **Figura 2**. Hay cinco válvulas en el medidor (ver **Figura 3**). El esquema eléctrico del circuito mostrado en parte en la **Figura 4**, muestra siete secciones más o menos identificables: el amplificador de entrada, el “chopper” o conmutador, el amplificador AC, el demodulador, el medidor, la fuente de alimentación y el divisor de tensiones de compensación. Tres ficheros .jpg conforman el esquema eléctrico completo que puede ser descargado desde la referencia [2]. La relación de la tensión de salida del electrodo de cristal es de 61,54 mV pH<sup>-1</sup> a 37 °C (aprox. 100 °F). El medidor tiene una resolución de 0,001 pH, que equivale 61 µV. No es fácil construir un amplificador DC puro con válvulas y que se mantenga estable con este tipo de tensiones. Además, la corriente de salida del electrodo de cristal es tan baja que exige una impedancia de entrada del amplificador en el rango de los 50 a los 500 Mohmios. Si miramos la **Figura 5**, este es el principio de funcionamiento de un medidor de pH de Radiometer más viejo, el modelo PHM12. Incorpora válvulas configuradas como un amplificador de alta ganancia. También hay un elemento de referencia (‘Normal’) del tipo

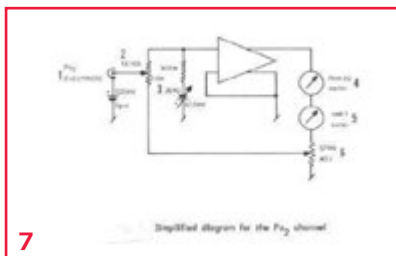
‘Weston Pair’. Antes de iniciar cualquier medida, el usuario tiene que pulsar el botón ‘Test’ y registrar la aguja de medida analógica con una marca en la escala. Esto es para establecer que cualquier desviación observada no es debida al amplificador.

### Dentro del PHM22t

El amplificador de entrada del medidor de pH comprende un circuito ‘chopper’ (circuito de conmutación controlada). El ‘chopper’ convierte la señal DC (corriente continua) de entrada en una señal CA (corriente alterna), que puede ser amplificada más fácilmente y sin oscilaciones. El ‘chopper’ es similar al Conversor Brown publicado en la sección Reetrónica de abril de 2013 [1]. El ‘chopper’ original de este medidor era mecánico pero, más tarde, fue cambiado al ‘chopper’ de la foto (VR7). Por desgracia, un zumbido por encima de los 50 Hz en un ‘chopper’ mecánico es casi seguro que fallará después de unos años, debido a problemas de contacto. El amplificador de AC es un amplificador de válvulas de 3 etapas con realimentación desde el cátodo de la etapa de salida al cátodo de la etapa de entrada. La salida del amplificador de AC está conectada al circuito demodulador a través de un transformador de acoplamiento. El demodulador convierte la señal AC en una señal DC prácticamente proporcional a la tensión directa en la entrada del medidor de pH (ver **Figura 6**).

Una cosa interesante a destacar afecta a V1, la primera válvula del PHM22t (no mostrada en la **Figura 4**). Su tensión de filamento es inferior a 6,3 V, debido a la resistencia serie de 3 Ω, R48, con lo que V1 es un rectificador. La intención es la de aumentar la impedancia de entrada de la válvula manteniendo el cátodo de la válvula ‘más frío’ de lo normal. En la parte negativa, el reducir la emisión de cátodo probablemente acortará la vida de la válvula, debido al ‘envenenamiento’ de cátodo. Cuando abrí la tapa trasera del medidor por primera vez, noté que una válvula brillaba más atenuada que las demás, y equivocadamente pensé que estaba defectuosa.



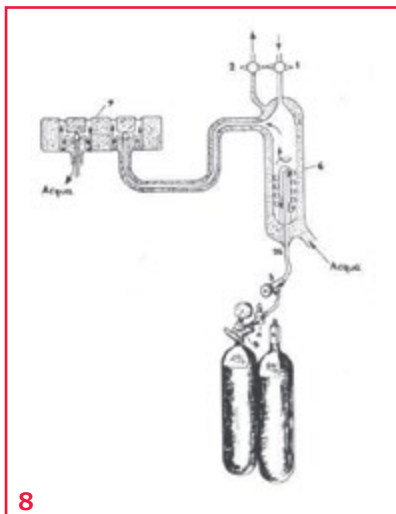


La tensión de alimentación DC del amplificador proviene de una válvula rectificadora de onda completa. La etapa de entrada desconecta la válvula estabilizadora de tensión de 85 V.

### Monitor de Oxígeno PHA928a

El monitor de oxígeno es un instrumento totalmente pasivo que sólo contiene circuitos de realimentación, que están conectados al interior del amplificador y de la circuitería de medida del medidor de pH, PHM22, y al medidor externo.

El electrodo  $pO_2$  funciona con una tensión de polarización de 630 mV, generados con una pila de mercurio de 1,35 V. Toda la circuitería de alrededor es de baja impedancia y baja corriente. La **Figura 7** muestra el diagrama simplificado del canal  $pO_2$ . Las **Figuras 6 y 7** muestran como un único medidor de pH puede ser usado para dos medidas diferentes.



### Niveles de dióxido de carbono ( $pCO_2$ )

La constelación del instrumento no dispone de un electrodo  $pCO_2$ . Los niveles de  $CO_2$  en la sangre son medidos indirectamente, usando tres muestras de sangre. La primera medida es la medida de pH. Las otras muestras son colocadas en cámaras separadas del tonómetro, que también aceptan una entrada de gas  $CO_2$  del 4 % y otra de gas  $CO_2$  del 8 % (ver **Figura 8**). Después de unos 4 minutos de proceso de equilibrado,

el pH de ambas muestras puede ser medido. El valor de  $pCO_2$  puede ser obtenido a partir del método de Astrup (y otros) método que usa el nomograma de Siggaard-Anderson de correlación de pH arterial y de  $pCO_2$  [3]. Hay muchos más datos a recoger del mismo nomograma, en términos de fisiología humana, pero aquí no somos estudiantes de medicina y ese tema está fuera del alcance de este artículo.

### Unidad Micro-Electrodo

La causa principal de resultados de medida no precisos es la deriva. Los electrodos son sensibles a la temperatura y a la concentración de estática, debido

a su impedancia muy alta. Las muestras de sangre dejan manchas en el cristal y también degradan (en un cierto grado) las membranas de polipropileno de los electrodos. Los componentes electrónicos también provocan derivas. Todos los electrodos están protegidos con 'cubiertas' de cristal y rodeados por agua controlada por el termostato. El agua es ligeramente salina, creando un escudo líquido alrededor del electrodo, como una tapa metálica protege un amplificador sensible (ver **Figura 9**).

Como la sensibilidad del electrodo está sujeta a cambios, es necesario hacer calibraciones usando soluciones de referencia para el pH, y líquidos cero y saturados para  $pO_2$ .

### 50 años después

Hoy día, los trabajadores de los laboratorios de hematología tienen un montón de ampollas de control a su disposición y tienen la comodidad de muchos sistemas de inspección de calidad. Nada que ver con lo que había disponible en los años 50 y 60, cuando el kit PHM22/PH928a de Radiometer se usaba en hospitales. Según nuestras informaciones, un hospital de Helsinki dirigía su propia inspección de calidad y calibración al "Estilo Retrónica": si hubiera habido un sentimiento tan grande de resultados de medida incorrectos del equipo PHM22/PH928a, los empleados de los laboratorios no habrían tardado en cambiar a su nueva y flamante marca Rolodex, llamarían por teléfono a cierta señora del personal de limpieza de hospital, y esperarían a que su turno comenzase. Ella era fuerte, vigorosa y siempre estaba sana, en pocas palabras: *Buena Conocida*. Una enfermera tomaría simplemente muestras de la sangre de la buena señora y las haría analizar. Si el personal de laboratorio pensara que los resultados del pH,  $pO_2$  y del  $pCO_2$  tenían sentido, entonces la totalidad de los elementos del analizador de sangre Radiometer sería declarada 'más allá de la sospecha' y buena para la mayoría de los pacientes (excepto, posiblemente, para un tal Michael Joseph Jackson, nacido en 1958).

(130132)

### Referencias en Internet

1. *La Maldición del Coleccionista*, Elektor Abril de 2013. [www.elektor.es/120753](http://www.elektor.es/120753)
2. [www.elektor.es/130132](http://www.elektor.es/130132)
3. [http://www.anaesthesia.med.usyd.edu.au/resources/lectures/acidbase\\_mjb/description.html](http://www.anaesthesia.med.usyd.edu.au/resources/lectures/acidbase_mjb/description.html)

**EST<sup>o</sup> 2004**

Retrónica es una sección mensual que trata sobre electrónica antigua, incluyendo diseños legendarios de Elektor. Contribuciones, sugerencias y peticiones son bienvenidas; por favor, enviad un "e-mail" a [editor@elektor.com](mailto:editor@elektor.com).



# Hexadoku

## Un rompecabezas con un toque electrónico

Es irrelevante si resolver nuestro popular rompecabezas Hexadoku te lleva 20 minutos o tres semanas, lo que realmente importa es el logro de conseguir resolver este enigma. Si crees que has tenido éxito al encontrar la solución en las casillas grises, envíanoslas online, y entrarás automáticamente en el sorteo de uno de los cuatro bonos. ¡Diviértete!

El Hexadoku utiliza los números hexadecimales de 0 a F. Rellena el diagrama de 16×16 casillas de modo que todos los números hexadecimales de 0 a F (es decir, 0...9, A...F) aparezcan una sola vez en cada fila, en cada columna y en el recuadro de 4×4 (marcados con líneas en negrita). Ya hay

algunos números rellenos en el crucigrama, que determinan su situación inicial. Entre todas las soluciones correctas recibidas, sorteamos cada mes un gran premio y tres premios de consolación. Para ello, debes enviarnos los números de las casillas en gris.

### ¡Resuelve el Hexadoku y gana!

Las soluciones correctas recibidas de los lectores de Elektor participan automáticamente en el sorteo de cuatro bonos para la tienda de Elektor, uno de **100 €** y tres de **50 €**. ¡Esperamos que estos premios animen a todos nuestros lectores a participar!

### ¡Participa!

Por favor, envíanos tu solución (los números de las casillas grises) por correo electrónico a **hexadoku@elektor.es** – Asunto: hexadoku 09-2013 (por favor, cópialo exactamente). Incluye en el correo tu nombre completo y tu dirección. Envíalo antes del **1 de octubre de 2013**.

### Ganadores del sorteo

La solución del Hexadoku de Junio de 2013 es: **F9407**.

El **Bono de Eurocircuits de 100 €** es para: Ciril Zalokar (Eslovenia).

Y los **3 Bonos para libros Elektor de 50 €** son para: Arne Jansson (Suecia), Gerard Yvraut (Francia) y Philippe Monnard (Suiza).

¡Enhorabuena a todos!

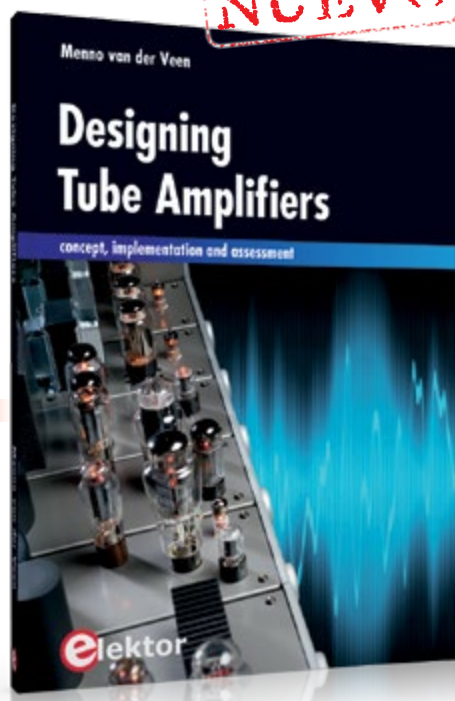
				1		F	4		C						
	F		A	9	2				7	E	B			6	
		0		6		D	3	5	F		8		2		
	2			4	7	0			9	A	B				C
	E	B	8	7	F				6	9	D	1	5		
3	5		D	A						2	C		E	B	
		1	4			C	D	E	8			2	3		
7		A				E			D				4		6
F		2				1			B				6		C
		5	B			6	7	8	E				0	9	
A	D		6	E						C	1		8	4	
	8	E	9	3	0					5	F	7	B	2	
	4			D	C	7			A	8	1				B
		7		F		A	B	0	5		6		C		
	A		1	0	3					B	7	5			9
				4		9	3		E						

5	F	D	4	9	0	2	A	6	7	3	B	E	1	8	C
C	E	6	3	D	8	1	5	F	9	4	0	7	A	B	2
7	B	2	8	6	3	E	4	A	C	1	5	F	D	0	9
A	9	0	1	7	B	C	F	8	2	D	E	3	4	5	6
F	4	C	D	3	6	5	8	B	E	7	2	A	0	9	1
0	3	8	6	A	7	4	B	C	D	9	1	2	5	E	F
E	7	5	2	F	9	0	1	4	6	8	A	B	3	C	D
9	1	A	B	C	E	D	2	0	F	5	3	4	6	7	8
4	C	3	7	5	F	6	D	E	1	2	8	0	9	A	B
8	A	F	5	B	1	7	9	3	0	6	D	C	E	2	4
2	6	1	9	E	C	A	0	7	4	B	F	5	8	D	3
B	D	E	0	2	4	8	3	5	A	C	9	1	F	6	7
3	2	4	F	0	A	B	6	9	8	E	C	D	7	1	5
D	8	7	C	1	5	9	E	2	3	A	4	6	B	F	0
1	5	9	A	4	2	F	7	D	B	0	6	8	C	3	E
6	0	B	E	8	D	3	C	1	5	F	7	9	2	4	A

Los empleados de Elektor International Media, sus empresas subsidiarias y/o editoriales asociadas no podrán participar en este concurso.

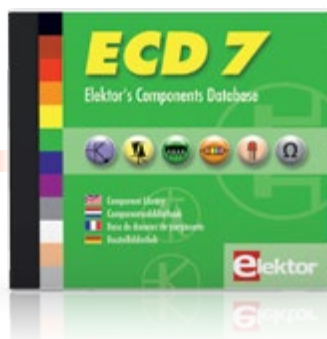
**NUEVO**

1

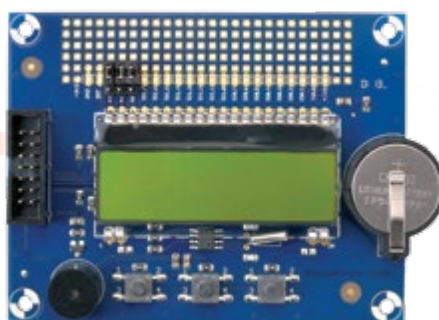


Oferta por tiempo limitado para socios GREEN  
**5€ DE DESCUENTO Y ENVÍO GRATUITO**  
[www.elektor.es/septiembre](http://www.elektor.es/septiembre)

2



4



3



**CONSEJO**

**¡Pide también el Kit de Componentes asociado!**  
[www.elektor.es/labworx](http://www.elektor.es/labworx)

## Concepto, implementación y evaluación

### 1 **Designing Tube Amplifiers**

Este libro (en inglés) trata los amplificadores de válvulas desde un punto de vista más que teórico. Se centra principalmente en la fase de diseño, cuando se trata de tomar decisiones acerca del propósito y los requisitos del amplificador, y plantea las siguientes cuestiones: ¿qué relación tienen éstos con los criterios tanto subjetivos como objetivos? ¿Qué circuitos suenan mejor y por qué? ¿Si queremos diseñar y sacar al mercado un amplificador, qué problemas cabe esperar? ¿Cual es el alcance y significado de las medidas? ¿Aún tienen sentido, o han perdido relevancia? Gracias a la enorme potencia computacional de los ordenadores, hoy en día podemos conocer más parámetros que nunca. Pero, ¿cómo se aplican estos nuevos métodos al diseño de amplificadores de válvulas? ¡El experto Menno van der Veen nos lo explica todo detalladamente!

**188 páginas • ISBN 978-1-907920-22-6 • 34,50 €**

## Más de 75.000 componentes

### 2 **CD Elektor's Components Database 7**

Este CD-ROM te permite acceder fácilmente a los datos sobre más de 75.000 componentes. Consta de ocho bases de datos que comprenden circuitos inte-

grados, transistores, diodos y optacopla dores. Incluye once aplicaciones de cálculo de, por ejemplo, resistencia serie de diodos zener, reguladores de tensión y AMV's. ECD facilita el acceso a los datos unos de 11.100 circuitos integrados, 37.000 transistores, FET, tiristores y triacs, 25.100 diodos y 2.000 op to acopladores. Todas las aplicaciones son totalmente interactivas, permitiendo al usuario añadir, editar y completar los datos de los componentes.

**ISBN 978-90-5381-298-3 • 29,50 €**

## LabWorX 2

### 3 **Mastering Surface Mount Technology**

LabWorX es una colección de libros (en inglés) cada uno de los cuales trata un tema particular de la electrónica. Este segundo volumen, Mastering Surface Mount Technology (Dominando la Tecnología de Montaje Superficial), te introduce en un curso intensivo de técnicas, consejos y conocimientos para introducir la Tecnología de Montaje Superficial en tu flujo de trabajo. Incluso si tienes presupuesto también puedes poner en marcha tus diseños con avanzados componentes de pequeño tamaño. Además de explicar la metodología y equipamiento, se presta atención a la tecnología de los componentes y a las técnicas de soldadura. Varios proyectos te introducen paso a paso en el manejo de componentes de montaje superficial y las

técnicas necesarias para realizar montajes SMT satisfactoriamente. Se revelan muchos consejos y trucos prácticos para poner la tecnología de montaje superficial al alcance de todos sin arruinarse.

**282 páginas • ISBN 978-1-907920-12-7 • 34,50 €**

## Placa de expansión Linux

### 4 **Unidad de control Linux**

Esta placa de ampliación fue desarrollada para impulsar nuestra de artículos sobre Linux Embebido y la correspondiente placa GNUblin. Tiene un display, botones, un reloj de tiempo real y 16 GPIOs. Devotos de Linux, ir calentando vuestros soldadores. ¡En la "placa de expansión Linux" encontraremos todo lo necesario para controlar varios proyectos!

**Módulo SMD - Placa montada y comprobada + LCD1, X1, K1..K4, BZ1, BT1 para montar**  
**Art.# 120596-91 • 34,95 €**

## Presentación en vídeo de 140 minutos y más

### 5 **DVD Feedback in Audio Amplifiers**

En esta clase magistral tratamos algunos aspectos de la realimentación en los amplificadores de audio. El objetivo de esta Masterclass (en inglés), aunque no completamente exenta de matemáticas, es propor-



cionar una visión y comprensión de los temas involucrados. El presentador, Jan Didden, proporciona una visión clara de los beneficios que pueden obtenerse de la realimentación y su hermana, la corrección de errores; pero también de sus limitaciones y desventajas. ¡Recomendado para diseñadores y buenos aficionados al audio!

ISBN 978-907920-16-5 • 29,95 €

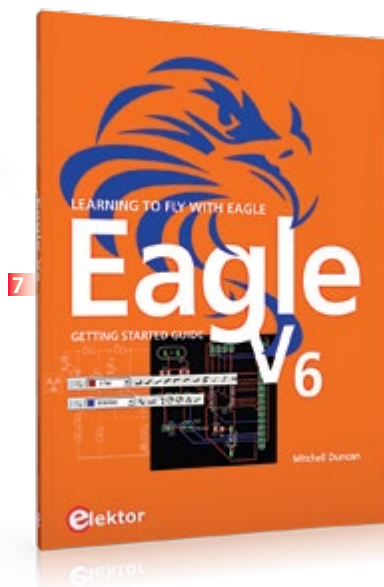
#### Placa Linux de Elektor

### 6 Simplificando Linux Embebido

A día de hoy se puede encontrar Linux corriendo en todo tipo de dispositivos, incluso en máquinas de café. Muchos entusiastas de la electrónica estarán ansiosos de usar Linux como base de un proyecto para microcontrolador, pero la aparente complejidad del sistema operativo y el alto precio de las placas de desarrollo han sido hasta ahora un obstáculo. Elektor resuelve ambos problemas con un curso para principiantes acompañado por una tarjeta compacta y barata. Esta tarjeta incluye todo lo necesario en un proyecto embebido actual: un interfaz USB, una conexión para tarjetas SD y varias opciones más de expansión!

Placa montada y comprobada

Art.# 120026-91 • 64,95 €



#### Aprendiendo a volar con Eagle

### 7 Eagle V6 Getting Started Guide

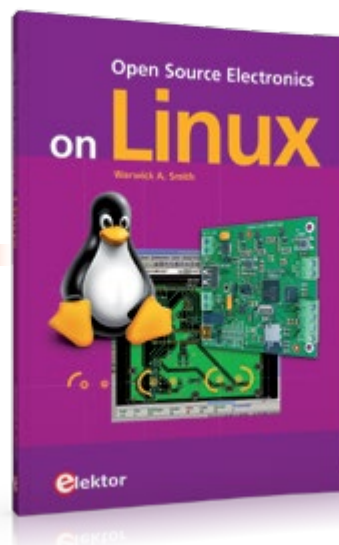
Ya seas un entusiasta de la electrónica o un profesional de la ingeniería, este libro facilitará al lector una introducción al uso del paquete de software de diseño EAGLE PCB de CadSoft. EAGLE es un paquete de software para el diseño eficiente de placas de circuito impreso asequible, potente y fácil de usar. Ofrece la misma funcionalidad y potencia a todos los usuarios por un coste menor que el de sus competidores. Después de leer este libro al tiempo que se practica con varios ejemplos, y se completan los proyectos, el lector debe sentirse capaz de afrontar retos más complejos.

208 pages • ISBN 978-1-907920-20-2 • 34,50 €

#### La puerta de entrada al código abierto

### 8 Open Source Electronics on Linux

Si alguna vez has querido aprovechar el creciente campo del software open source para la electrónica y las aplicaciones de uso diario, este libro (en inglés) es para ti. Utilizando el sistema operativo Linux, el autor, Warwick A. Smith, te guía a través del mundo del hardware y software abierto, enseñándote a utilizar las herramientas EDA y el software que están disponibles en línea para descargarlos gratuitamente. Los proyectos de hardware



que contiene se pueden construir con componentes fácilmente localizables, dentro de la comodidad de tu hogar, sobre placas de una sola cara, o fabricados profesionalmente con los archivos que tú generes. Open Source Electronics on Linux trata sobre el actual cambio del entusiasta de la electrónica en un acreditado, experto y exigente ingeniero capaz de construir y modificar sus creaciones, ya sea solamente en Linux o en conjunción con tu actual sistema operativo.

272 páginas • ISBN 978-1-907920-19-6 • 34,50 €

#### Contador de alfa, beta y gamma

### 9 Medidor de radiación mejorado

El dispositivo puede utilizarse con distintos sensores para medir la radiación gamma y alfa. Es apto para medidas durante largo tiempo y el análisis de probetas de baja actividad. En comparación con un contador Geiger, un fotodiodo ofrece valores de cero más bajos, y la radiación de pequeñas muestras se aprecia con mayor facilidad. Podemos testear probetas de forma más precisa que con un contador Geiger. Mediante un software de PC opcional puede obtenerse el espectro energético y sacar conclusiones del objeto a examen.

Kit de componentes incluyendo display y controlador programado

Art.# 110538-71 • 39,95 €

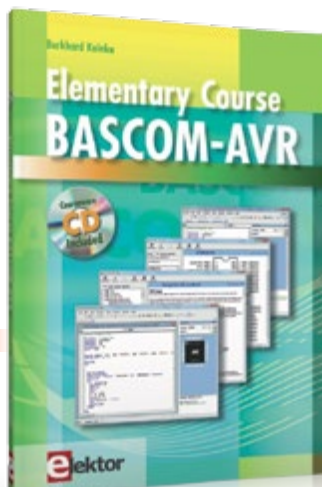




10



11



13

14



12

## Programación paso a paso

### 10 Android Apps

Este libro (en inglés) es una introducción a la programación de apps para dispositivos Android. El funcionamiento del sistema Android se explica paso a paso, con el objetivo de mostrar como se pueden programar aplicaciones personales. Se presenta una amplia variedad de aplicaciones basadas en buen número de ejemplos prácticos, desde programas de matemática simple, lectura de sensores y datos GPS, hasta programación avanzada para aplicaciones de Internet. Además de escribir aplicaciones en el lenguaje de programación Java, este libro explica también cómo se pueden programar aplicaciones empleando Javascript o scripts PHP. Cuando se trata de personalizar tu smartphone no deberías sentirte limitado por las aplicaciones que haya en la plataforma, ya que crear tus propias apps y programar dispositivos Android es más fácil de lo que piensas.

244 páginas • ISBN 978-1-907920-15-8 • 39,95 €

## Diseña tu propio integrado

### 11 Placa FPGA de Elektor

Uno de los componentes más polifacéticos y complejos de la electrónica actual es sin duda la FPGA, un laberinto de puertos y circuitos con la que se puede configurar tu propio circuito digital en un integrado, como si fuese de verdad tu propio chip. En esta serie mostramos cómo

cualquier electrónico puede iniciarse fácilmente en este tipo de lógica programada, con la ayuda de una placa FPGA de pruebas diseñada en el laboratorio de Elektor. ¿Miedo a las FPGA? Que va, ¡ya no con la ayuda de la placa FPGA de Elektor!

Módulo montada y comprobada

Art.# 120099-91 • 59,95 €

## Lectura ideal para estudiantes y ingenieros

### 12 Digital Signal Processing using Microcontrollers

Este libro (en inglés) sobre procesador de señales digitales (Digital Signal Processing o DSP) refleja la creciente importancia de las señales discretas en el tiempo y su uso habitual en los sistemas basados en microcontrolador. El autor presenta la teoría básica de DSP con un mínimo tratamiento matemático y enseña al lector como diseñar e implementar algoritmos DSP empleando populares microcontroladores PIC. La aproximación del autor es práctica y el libro está respaldado con muchos ejemplos prácticos y comprobados y con programas para los microcontroladores. El libro es la lectura ideal para estudiantes de todos los niveles y para ingenieros en ejercicio que quieran diseñar y desarrollar sistemas inteligentes basados en DSP.

428 páginas • ISBN 978-1-907920-21-9 • 49,90 €

## Curso Elemental

### 13 Elementary Course BASCOM-AVR

Los microcontroladores AVR son populares, fáciles de usar y extremadamente versátiles. En la revista Elektor ya hemos publicado muchas aplicaciones interesantes utilizando microcontroladores ATmega o ATTiny. La mayoría de estos proyectos desempeñan una función particular. En este libro (en inglés) nos centramos más en los aspectos relacionados con el software. Con muchos ejemplos prácticos mostramos cómo, utilizando BASCOM, puedes poner en marcha rápidamente tus ideas de diseño y ejecutarlas en silicio.

224 páginas • ISBN 978-1-907920-11-0 • 39,95 €

## Todos los artículos del año 2012

### 14 DVD Elektor 2012

El DVD-ROM "volumen anual" se encuentra entre los productos más populares de Elektor. Este DVD contiene todos los artículos editoriales publicados en el Volumen 2012 de las publicaciones en español, inglés, holandés, francés y alemán de la revista Elektor. Con el programa Adobe Reader suministrado, los artículos se presentan con el mismo diseño con el que originalmente los encontramos en la revista. Los DVD/CD-ROMs cuentan con un potente motor de búsqueda y dan la posibilidad de editar los diseños de las PCBs





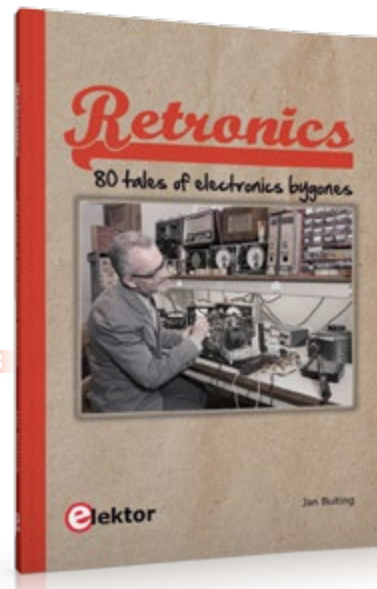
15



17



16



18

con un programa gráfico u obtener una copia impresa a resolución de impresora.

**ISBN 978-90-5381-273-0 • 27,50 €**

## 120 revistas de Elektor en español

### 15 **DVD Elektor desde 1998 a 2007**

Este DVD-ROM contiene la colección completa de la revista de electrónica Elektor editada en España entre los años 1998-2007. Las ediciones de Elektor, que ascienden a un total de 120 revistas publicadas durante esos 10 años, están en formato PDF y ordenadas cronológicamente por fecha de publicación (año/mes). El DVD contiene más de 2100 artículos imprimibles con alta calidad. Puedes abrir un documento PDF seleccionando el año de publicación y luego la edición deseada.

**ISBN 978-90-5381-241-9 • 59,00 €**

## El lujo de la precisión al alcance de todos

### 16 **Medidor LCR 0,05 %**

La remarcable precisión de este aparato y su asombrosa comodidad de uso son el resultado de un cuidadoso estudio. Funciona tan bien, detrás de su fachada depurada, que casi olvidaremos las sutilezas de las técnicas de medida usadas en el mismo. Para nuestros

lectores apasionados de las medidas, es la ocasión de soñar y de disfrutar. Si como a nosotros nos ocurre, los prodigios de las técnicas modernas ponen a nuestro alcance el poder maravillarnos, venid a 'tocar' las partes más pequeñas del voltio.

**Módulo Medidor LCR + módulo LCD**

**Art.# 110758-93 • 254,00 €**

## 10 interesantes lecciones

### 17 **PIC Microcontroller Programming**

En este libro (en inglés) aprenderemos a programar un microcontrolador utilizando JAL, un lenguaje para micros PIC gratuito, pero increíblemente potente, que goza de gran popularidad en el mundo del modelismo. Empezaremos literalmente desde un boceto, hasta ir afianzando poco a poco nuestros conocimientos. No se necesita formación previa: cualquiera puede iniciarse con este libro. Una vez superadas todas las lecciones, es decir, tras haber completado todos los ejercicios, nos sentiremos seguros para codificar nuestros propios programas para microcontroladores PIC, así como para entender programas escritos por otras personas. El software que acompaña a este libro puede descargarse gratuitamente, incluyendo el lenguaje de programación JAL.

**284 páginas • ISBN 978-907920-17-2 • 34,50 €**

## 80 cuentos de la electrónica del pasado

### 18 **Retronics**

Este libro (en inglés) es una recopilación de 80 entregas de Retronics publicadas entre 2004 y 2012. Las historias abarcan equipos de prueba clásicos, ordenadores prehistóricos, componentes ya olvidados, los proyectos de Elektor que alcanzaron un gran éxito, todo ello con el propósito de hacer que los ingenieros sonrían, se sienten, se opongan, babeen o experimenten el tufillo de la nostalgia.

Aunque muy diferentes en la material, todos los cuentos del libro se relatan con entusiasmo personal, porque Retronics trata del sentimiento en la ingeniería electrónica, construcción y reparación, ya sea una reminiscencia de un osciloscopio Tektronix de 1960 con señora de la limpieza como característica, o una caja PanSanitor de 1928 de dudoso uso médico.

**193 páginas • ISBN 978-1-907920-18-9 • 29,95 €**

Más Información en la página web de Elektor: **[www.elektor.es/store](http://www.elektor.es/store)**

Elektor International Media Spain, S.L.

Apartado de Correos 62011

28042 Madrid - España

Tel.: +34 91 101 93 95

Fax: +34 91 101 93 96

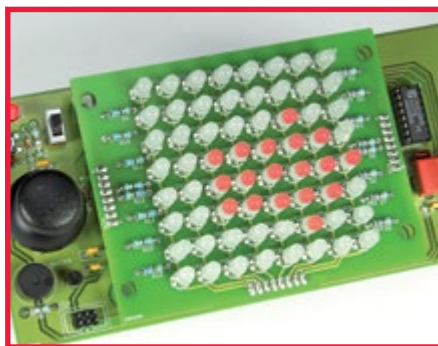
Email: [service@elektor.es](mailto:service@elektor.es)

## Próximo mes en Elektor



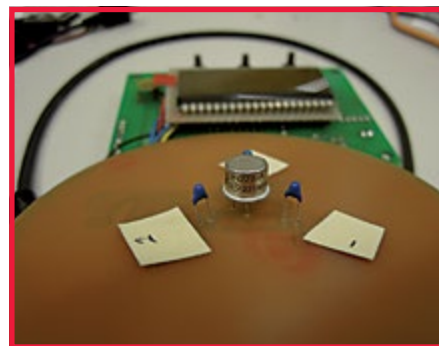
### Servidor Web Xmega

Debido a la falta de espacio en esta edición, hemos tenido que posponer la publicación de este proyecto hasta la revista de octubre de 2013. En términos de E/S tenemos 4 Leds, 4 pulsadores y un display (instalado separadamente). Para interconexión, puedes elegir entre RS485 y varios conectores UART/TTL, permitiendo por ejemplo conectar nuestro convertidor USB-TTL BOB. El Conector de Expansión Embebido hace a la placa muy versátil. La placa incorpora también un conector Micro SD, y hay sitio para un módulo TCP/IP que la permite funcionar como servidor web y otras aplicaciones de red.



### Matriz de 8x8 Leds bicolor con un ATmega328P

Este proyecto tiene por objetivo explicar la programación de microcontroladores Atmel de una forma sencilla. El uso de una matriz de 8x8 leds bicolor es principalmente por diversión. Esperamos que también ayude a comprender la forma en que funciona el desplazamiento de bits para controlar Leds. Además tenemos un acercamiento a la programación de juegos! Algunos conocimientos elementales de programación en C/C++ ayudarán aquí.



### Medidor de la Velocidad y Dirección del Viento

La forma más extendida de medir la velocidad y dirección del viento es con una veleta y un anemómetro. En este proyecto hemos elegido una aproximación diferente – sin partes móviles y empleando un circuito basado en caudalímetro másico térmico. Un elemento calefactor calienta el aire, el cual depende de la dirección del viento y la velocidad se detecta a través de un sensor fijado alrededor del elemento. Los valores medidos son interpretados por el software, una tarea nada sencilla.

Los títulos de los artículos y el contenido de la revista están sujetos a cambios; por favor comprueba el contenido en la sección Revista en [www.elektor.es](http://www.elektor.es).

# Hazte miembro GRATIS del Elektor.POST

- Lo último en electrónica y tecnologías de la información
- Videos, trucos, consejos, ofertas y más
- Proyecto exclusivo cada dos semanas, sólo para miembros GREEN
- Elektor tras la escena
- Cada viernes en tu bandeja de entrada



Regístrate hoy en [www.elektor.es/boletin](http://www.elektor.es/boletin)





# Elektor pasa a ser Digital

## !Hazte socio GREEN ahora!

### Como miembro GREEN obtendrás:

- 8 ediciones estándar digitales de Elektor
- 2 ediciones especiales digitales (enero/febrero y julio/agosto)
- Un mínimo del 10% de descuento en todos los artículos de Elektor.STORE
- Acceso completo a Elektor.LABS
- Acceso completo a Elektor.MAGAZINE; el archivo online de Elektor
- Recibir Elektor.POST en tu cuenta de email (incluyendo 25 proyectos extra cada año)
- Tu propia tarjeta GREEN CARD de socio ecológico



### OFERTA ESPECIAL

Precio normal: 92 €

Ahora un año por solo **50 €**

**¡y si eres menor de 25 años\* pagarás solo 25 €!**

\* Deberás facilitarnos algún documento que acredite tu edad.



Hazte socio GREEN ahora en [www.elektor.es/miembro](http://www.elektor.es/miembro)



Cada martes una oferta exclusiva en tu bandeja de entrada

# **¡ILLEGAN LAS SEMANAS LOCAS DE ELEKTOR!**

**DEL 21 DE JUNIO AL 21 DE SEPTIEMBRE DE 2013**

**LIBROS**

**KITS**

**AHORRA  
HASTA UN  
50%**

**CD/DVDs**

**MÓDULOS**

**SUSCRIPCIONES**

**Y MÁS...**

**APROVÉCHATE DE NUESTRAS  
OFERTAS SEMANALES DE VERANO**

¡Apúntate GRATIS a nuestro boletín semanal Elektor.POST para no perderte ninguna!\*

**[www.elektor.es/boletin](http://www.elektor.es/boletin)**

\*Si ya recibes Elektor.POST, no tienes que hacer nada más. Recibirás automáticamente las Ofertas de Verano.