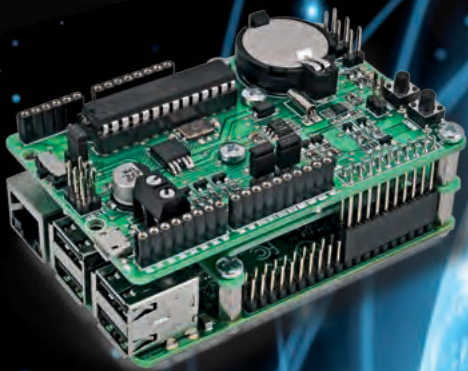


# **e**nueva **lectrónica** 3.0

**RANDA**  
la utilizamos



**SIGFOX**  
largo alcance para IoT

**Shield LCD**  
para Raspberry Pi



**Fuente de Alimentación de  
Corriente Constante**  
para pruebas de laboratorio



Revista mensual de diseño electrónico, actualidad científica y novedad tecnológica







# Haz ingeniería

National Instruments proporciona el hardware y el software que los estudiantes necesitan para experimentar, ir más allá de la teoría y de la simulación, y darse cuenta de lo que significa hacer ingeniería.

>> Aprenda cómo NI soporta la próxima generación de innovación en [ni.com/academic](http://ni.com/academic)

91 640 0085 ó 93 5820251



**Director**  
Eduardo Corral Muñoz  
ecorral@nuevaelectronica.com

**Redacción**  
Miguel Alberte, Ernesto Corral, Gabriele Daghetta, Paolo Gaspari, Boris Landoni, ...  
redaccion@nuevaelectronica.com

**Edita**  
Board and Book, s.l.  
Riaño, 3 – 28042 – Madrid, España  
Teléfono: +34 91 187 16 19  
www.boardandbook.com  
Info@boardandbook.com

**Contacto**  
Revista Nueva Electrónica  
Apartado de Correos 62048  
28080 – Madrid, España  
Teléfono: +34 91 187 16 19  
www.nuevaelectronica.com  
revista@nuevaelectronica.com

**Publicidad y marketing**  
publicidad@nuevaelectronica.com

**Suscripciones**  
suscripciones@nuevaelectronica.com  
Nueva Electrónica se publica 12 veces al año.  
Consulta las modalidades de suscripción en:  
www.nuevaelectronica.com

**Imprime**  
Grupo Cibeles

**Derechos de autor**  
Todos los contenidos de la revista están protegidos por derechos de autor. No se permite la reproducción, total o parcial, la traducción y, en general, la difusión por cualquier medio y en cualquier formato sin el permiso por escrito de la Editorial. Los circuitos, firmware y software que se describen en la revista son sólo para uso personal, queda prohibida la explotación comercial o industrial. El uso de los proyectos y programas publicados no incurrirá en ninguna responsabilidad por parte de la editorial.

**Algunos de los proyectos y contenidos publicados en Nueva Electrónica son propiedad de la revista italiana Elettronica In publicada por Futura Group srl.**

**Renuncia**  
Los precios y descripciones de los productos relacionados con la publicación están sujetos a cambios. Excluidos los errores u omisiones. Las opiniones expresadas en 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.

## CONTENIDOS

### 09

#### Embobados con lo embebido

sacando conclusiones tras **embeddedworld**2015

Estuvimos en embedded world en Núremberg. Después de electrónica en Múnich, pensábamos que nada nuevo íbamos a ver, pero pudimos acercarnos más a lo realmente interesante. En estas páginas te lo contamos.



### 13

#### Shield de Expansión LCD

para Raspberry Pi

Ya está aquí el shield de expansión LCD para Raspberry Pi que permite realizar una interfaz de control externa para nuestras aplicaciones sin necesidad de tener conectados constantemente video, teclado y ratón.

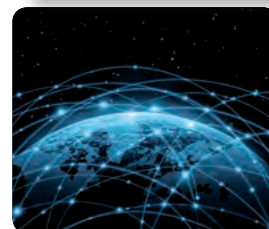


### 26

#### SIGFOX

tecnología de largo alcance para IoT

El Internet de las Cosas, Internet of Things o IoT, se convierte poco a poco en una realidad: a la búsqueda de una tecnología inalámbrica de largo alcance particularmente indicada para realizar redes wireless sencillas y económicas capaces de conectarse entre ellas millones de objetos inteligentes.



### 34

#### Fuentes Renovables

Las energías renovables son uno de los pilares fundamentales para la sostenibilidad de nuestro mundo. En esta sección dedicamos unas páginas a las realidades y proyectos que harán más habitable nuestro planeta para las generaciones venideras. Un nuevo material capaz de absorber el 90% de la radiación solar, autobuses se se mueven gracias a nuestros desperdicios ...



### 37

#### Ciencia y Tecnología

Noticias y curiosidades relacionadas con la Ciencia y la Tecnología. Este mes veremos, entre otras cosas, el monopatín de "Regreso al Futuro", el primer vuelo de la cápsula Orion, el robot submarino de la marina estadounidense con aspecto de atún o cómo una impresora 3D ha "impreso" su primera pieza en la ISS..

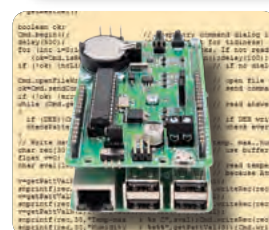


### 41

#### RandA

la utilizamos

Instalamos el software, comprobamos el funcionamiento de tarjeta y realizamos un Servidor Web, terminando con un ejercicio de programación. La vemos trabajar en la práctica.



### 49

#### Fuente de Corriente Constante de laboratorio

Un instrumento de laboratorio útil para alimentar y probar componentes electrónicos de manera controlada y sin riesgo de dañarlos.



## Transductor de fuerza piezoeléctrico con formato compacto para entornos adversos

El CFT de 25 kN ofrece alta sensibilidad y amplio rango de temperatura operativa.



**HBM**, fabricante de equipos y componentes para la medida de magnitudes mecánicas y pesaje, ha extendido su portfolio de productos piezoeléctricos con un nuevo transductor de fuerza nominal de 25

kN que, con un formato compacto, se caracteriza por elevada señal de salida y amplio rango de temperatura operativa.

El modelo CFT-25 kN responde a los requerimientos de precisión en la medición de fuerzas muy pequeñas en muy diversos entornos.

Con la misma carga a medir, el empleo de fosfato de galio durante la fabricación provoca una salida de señal el doble de alta que alternativas de cuarzo comercialmente disponibles, permitiendo así la medición segura de las fuerzas más bajas. El molesto "efecto del flujo" también se reduce a la mitad, dando lugar a resultados precisos. Estas propiedades son útiles, por ejemplo, en comprobaciones de interruptores y pulsadores o

durante la monitorización de fuerzas de la soldadura.

Los clientes que exponen sus productos a condiciones ambientales extremas, como en procesos de sellado y moldeado y pruebas de componentes, se benefician del rango de temperatura de -40 a +120 °C.

Con una altura de 26 mm y un diámetro de 20 mm, este transductor piezoeléctrico se puede integrar fácilmente en diversas aplicaciones. La conexión mecánica se realiza mediante una brida atornillada y la conexión eléctrica se lleva a cabo a través de un conector Microdot estándar convencional.

[www.hbm.es](http://www.hbm.es)

## Convertidores DC-DC eighth brick de 300 W con control digital

La serie iEH ofrece mejoras en respuesta dinámica y fiabilidad de sistemas de comunicaciones, medida y broadcast

**TDK Corporation** anuncia la introducción de la serie iEH de convertidores DC-DC eighth brick de 300 W. Utilizando control adaptable digital (no-lineal), estos nuevos modelos ofrecen mejoras en respuesta dinámica y estabilidad y fiabilidad de sistema con un menor número de componentes.

La serie iEH, que resulta ideal en comunicaciones, test y medida y broadcast, puede ofrecer tensiones de salida de 9,6, 10,2, 10,8 o 12 Vdc con corrientes de hasta 33 A desde una entrada nominal de 48 Vdc. El control digital también permite optimizar los componentes y alcanzar una eficiencia del 95,5 por ciento a la hora de entregar 265 W de poten-

cia de salida con una temperatura ambiente de +55 °C o 284 W con la placa base opcional, con un flujo de aire de 1 m/s.

Estos convertidores, con un formato eighth brick estándar (58,4 x 22,9 x 12,7 mm), se pueden conectar en paralelo para proporcionar potencia adicional mediante la opción de "compartir corriente" en modo droop.

Las unidades de la serie iEH se caracterizan por on/off remoto y protección ante elevación de corriente y tensión de salida, caída / subida de tensión de entrada y elevación de temperatura.

Todos los nuevos modelos tienen un aislamiento de entrada a salida de



2250 Vdc y de entrada a placa base de 1500 Vdc.

La serie iEH posee las certificaciones de seguridad IEC/EN 60950-1 y UL 60950-1 con Marcado CE para las directivas de Baja Tensión (LV) y RoHS2.

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

## Nuevas Fuentes de Alimentación Keithley Serie 2268

**Instrumentos de Medida, S.L.** presenta la nueva serie 2268 está formada por 6 unidades, todas ellas capaces de proporcionar hasta 850 W, con tensiones máximas de salida desde 20 a 150 V y corrientes máximas desde 5,6 hasta 42 A.

Son muy compactas, con anchura de 1/2 rack de 19 pulgadas y 1U de altura. Incorporan de serie las interfaces de comunicación más usadas: LAN, USB, GPIB, RS-232 y RS-485.

Pueden trabajar a V, I o Potencia

constante e incluyen funciones sofisticadas de protección tanto para la carga a la que se conectan como para las propias fuentes. Por ejemplo, pueden programarse retardos a la hora de pasar de V cte a I cte y viceversa, evitando el cambio de estado debido a transitorios inesperados o incluso haciendo que deje de suministrar energía bajo determinadas condiciones.

Incorpora dos entradas analógicas optoaisladas para programación

analógica y dos salidas auxiliares, de 5 y 15 V, para controlar dispositivos externos como relés, manejadores, eliminando la necesidad de usar tarjetas de E/S de control adicionales. Pueden paralelizarse hasta 4 fuentes para conseguir mayor corriente en configuración Maestro/Esclavo RS485 y hasta 2 fuentes en serie para duplicar el voltaje de salida.

[www.idm-instrumentos.es](http://www.idm-instrumentos.es)



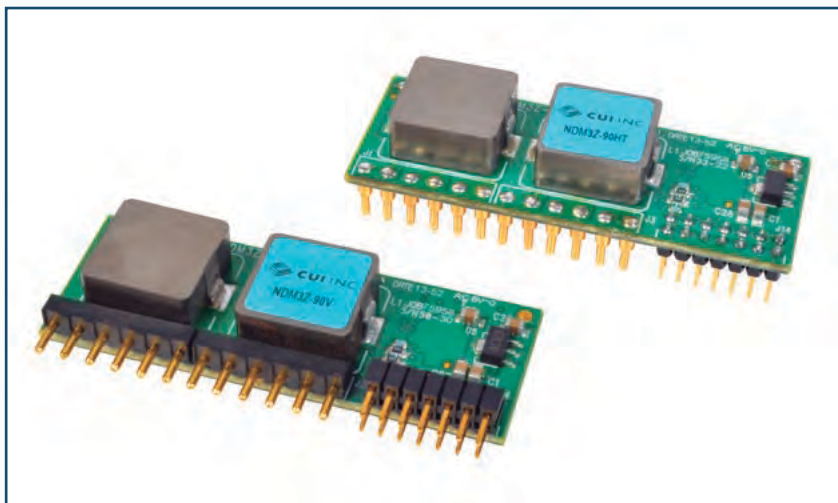
## CUI presenta la serie de módulos de 90 A Punto de Carga Digital (POL)

El POL de mayor corriente en el mercado cumple la creciente demanda de energía en aplicaciones de redes

CUI Inc anunció hoy el lanzamiento de su familia POL digital de mayor corriente hasta la fecha, desde la conferencia APEC (Applied Power Electronics Conference), en Charlotte, Carolina del Norte. Diseñado específicamente para satisfacer los crecientes requisitos de alimentación de los circuitos integrados más avanzados de hoy en día, el NDM3Z-90 es un módulo sin aislar con salida de 90 A en encapsulado vertical y horizontal de ultra bajo perfil. La serie ofrece niveles de potencia de referencia al tiempo que incorpora una serie de características digitales avanzadas, incluyendo rango programable de salida, intercambio de corriente activa, secuenciación de tensión, seguimiento de la tensión, sincronización y difusión de fase, inicio y paro suave programado, así como una serie de capacidades de monitorización.

El NDM3Z-90 utiliza el controlador de potencia digital de Intersil más nuevo, el ZL8801. Gracias a la tecnología ChargeMode™ Control del ZL8801, no se requiere compensación, permitiendo que los módulos equilibren de forma autónoma los trade-offs entre el rendimiento dinámico y la estabilidad del sistema de forma continua. Con esta característica, los diseñadores son capaces de saltarse la práctica tradicional de los márgenes empotrados para tener en cuenta factores como el envejecimiento de los componentes, las variaciones de fabricación, y la temperatura, lo que inevitablemente conducen a un mayor coste de los componentes y ciclos de diseño más largos. La función de compensación zero del NDM3Z permite que el módulo se configure dinámicamente a una estabilidad óptima en tiempo real a medida que cambian las condiciones.

Las series de 90 A ofrecen una eficiencia líder en su clase y una respuesta transitoria. Picos de eficiencia en el 91,4% en 12 Vdc de entrada a 1,0 Vdc de salida, 50% de carga. La eficiencia permanece alta hasta la carga completa a 88,7%. Para hacer frente a la creciente sensibilidad a fases de carga transitorias en CIs de hoy en día, el rendimiento se ha maximizado con la ayuda de la tecnología de la ZL8801 ChargeMode™,



que permite que el módulo responda a una etapa de carga transitoria en un solo ciclo de conmutación. En 12 Vdc de entrada a 1 Vdc de salida con una fase de carga de 45A (de 22,5 A a 67,5 A) y a una tasa de giro (slew rate) de 2 A /  $\mu$ s, la tensión de pico es un mero 28 mV con la capacitancia externa moderada necesario. Además de las métricas de rendimiento superior, el módulo es capaz de paralelizar 4 módulos repartiendo de la corriente activa a la salida de hasta 360 A.

El NDM3Z-90 está diseñado para cumplir el estándar "teraAMP™" para módulos POL digital de alta corriente recientemente anunciados por el consorcio de potencia industrial AMP Group (Architects of Modern Power™). El AMP Group™ tiene como objetivo proporcionar fuentes de alimentación de múltiples fuentes, pero técnicamente avanzadas y altamente eficientes para las arquitecturas de energía distribuida, ampliando la normalización para abrazar especificaciones eléctricas y rendimiento, incluyendo las funciones de monitorización, control y comunicaciones hechas posible gracias a la adopción de controladores digitales. Esto permite al AMP Group definir archivos de configuración comunes que permitan interoperabilidad plug-and-play entre los productos de sus firmas, que comprenden actualmente CUI, Ericsson Power Modules y Murata.

La serie NDM3Z-90 está disponible con un rango de entrada de 7.5 ~ 14

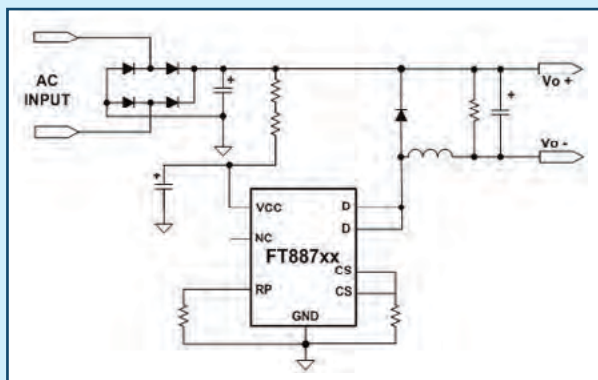
Vdc y un rango de salida programable de 0,6 ~ 1,8 Vdc. Todas las funciones digitales se pueden programar de forma dinámica a través de comandos PMBus o a través del simple y fácil de usar Novum ACE™ GUI de CUI. La familia 90 A está disponible en dos configuraciones compactas through-hole, una versión vertical que mide 50,80 (fondo) X 9,47 (ancho) X 19,10 (alto) mm y una versión horizontal que mide 50,8 x 19,1 x 9,7 mm. Para una mayor flexibilidad durante el proceso de desarrollo, los módulos tienen huella anidada para acomodar las necesidades de diseño dobles en el caso de que los requisitos de diseño cambien.

"Estamos muy contentos de anunciar el lanzamiento de nuestro módulo POL digital más potente", dijo Mark Adams, Vicepresidente de Energía Avanzada en CUI. "La densidad de potencia, respuesta transitoria, y la eficiencia son las preocupaciones principales para nuestros clientes, ya que tienen la tarea de diseñar el sistema de alimentación de circuitos integrados de vanguardia de hoy. Nuestra misión es ayudar a los ingenieros de estar un paso adelante con nuestra línea Novum Advanced Power" concluyó Adams. Las muestras de ingeniería están disponibles de inmediato.

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

## Drivers LED para aplicaciones de iluminación

La familia FT8870 simplifica el diseño en aplicaciones de backlighting y paneles de display plano.



**Fremont Micro Devices**, empresa representada en España, Portugal y Chile por Anatron, S.A., ha anunciado la familia FT8870 de controladores (drivers) de lado primario para aplicaciones con LED. Los cuatro primeros miembros de esta serie en estar disponibles son los modelos FT8870S (7 W), FT8870A (10 W), FT8870C (15 W) y FT8870CD (22 W). Estos dispositivos de elevada preci-

sión simplifican los diseños de sistemas de iluminación mediante LED al eliminar los componentes de feedback de lado secundario y del optoacoplador y han sido optimizados para aplicaciones de modo conmutado con buck no aislado, como backlighting y paneles de display plano.

Los drivers FT8870 integran un MOSFET de potencia de 500 W que contribuye a mejorar la fiabilidad de sistema y reducir costes y complejidad en el diseño.

Esta familia opera en modo de conducción boundary de corriente por inducción con tecnología de sensado de desmagnetización. Su baja corriente operativa no requiere bobina

auxiliar para sensado de corriente de salida y fuente de alimentación chip. Las funciones integradas como edge banking y compensación de línea ofrecen elevada eficiencia y bajo coste en aplicaciones de driver LED de corriente constante. Estos nuevos modelos tienen un sofisticado método de sensado con una precisión de corriente de LED y con una precisión del 3 por ciento. Las funciones de protección incluyen LED abierto / cortocircuito, compensación ante elevación de temperatura, cortocircuito de resistencia CS y VCC para volver a aumentar la fiabilidad y la seguridad de sistema. Los controladores FT8870S, FT8870A y FT8870C se presentan en encapsulado SOP-8, mientras que el FT8870CD se suministra en un DIP-8.

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

## Módulos Wi-Fi para M2M e Internet de las Cosas

Combinan el iChip™ Internet Controller de Connect One y el system-on-chip (SoC) Wi-Fi WICED de Broadcom.

DIODE, a través de su División de Comunicaciones - IoT, anuncia que, tras el acuerdo de colaboración entre su representada Connect One™ y Broadcom Corporation, compañía líder en soluciones de semiconductor para comunicaciones cableadas e inalámbricas, ofrecerá nuevos módulos Wi-Fi G2 de Connect One para aplicaciones M2M e Internet de las Cosas (IoT).

La combinación del iChip™ Internet Controller de Connect One y el system-on-chip (SoC) Wi-Fi WICED de Broadcom proporciona mejoras en funcionalidad y facilidad de integración a múltiples aplicaciones en automatización en el hogar, sanidad, seguridad, control industrial, smart grid, gestión de bienes y punto de venta.

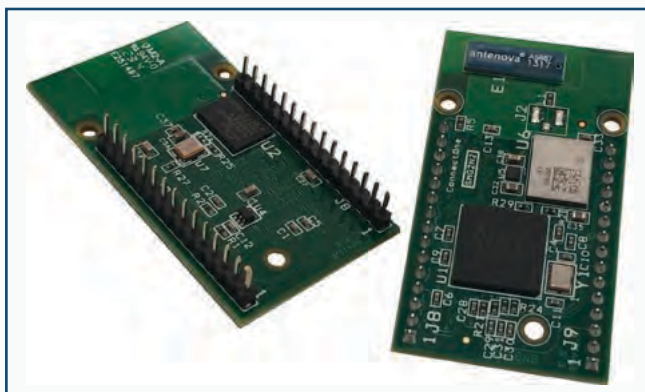
Basada en protocolos de Internet, seguridad, gestión y API, la línea de productos G2 de Connect One permite a los fabricantes de productos conectar y controlar sistemas IoT a través de Internet.

Los módulos G2 se caracterizan por

el SoC Wi-Fi BCM43362 de Broadcom, funcionalidad de banda base y MAC 802.11b/g/n con el objetivo de aportar el máximo rendimiento de sistema en conectividad IoT.

Estos módulos con iChip Internet Controller aportan múltiples interfaces de hardware, firmware y una suite completa de protocolos de Internet para modo cliente Wi-Fi y hasta ocho usuarios Wi-Fi en modos router o punto de acceso.

Por lo tanto, los diseñadores se benefician de conectividad inmediata sin necesidad de desarrollar un driver Wi-Fi, minimizando así el tiempo de llegada al mercado de soluciones IoT. "Esta colaboración con Broadcom nos ayuda a mejorar el rendimiento



y la funcionalidad sin incrementar el coste. Y, junto al soporte local de partners como DIODE, ofrecemos a los clientes una solución a prueba de futuros requerimientos", señala Erez Lev, General Manager de Connect One.

La línea de productos G2 para M2M e IoT incluye diversos modos operativos especiales, como routing, punto de acceso y puente Ethernet-to-Wi-Fi.

[www.diode.es](http://www.diode.es)



## Ericsson lanza un convertidor digital de punto de carga CC/CC de 90 A para equipos de redes de comunicación de alta demanda



Ericsson ha lanzado un nuevo módulo de potencia digital de punto de carga (POL) CC/CC 3E\* de 90 A de dos fases que ofrece un rendimiento libre de compensación y la capacidad de conectar fácilmente módulos en paralelo para proporcionar hasta 360 A a procesadores de red avanzados que requieren alto rendimiento en la entrega de potencia y altos niveles de software control para mejorar la flexibilidad. Estas capacidades avanzadas hacen al BMR465 estar listo para sistemas futuros de arquitecturas de potencia definidas por software (SDPA), que los arquitectos de sistemas de potencia prevén como el camino a seguir para alcanzar arquitecturas de red altamente eficientes, y optimizadas energéticamente para el año 2020.

El convertidor POL BMR465 puede funcionar como una unidad independiente de 90 A, así como siendo parte de un sistema de potencia más grande cuando las placas de procesador requieren una corriente más alta. Construido sobre una topología de dos fases, cuatro módulos BMR465 pueden ser conectados en paralelo entre sí para ofrecer hasta 360 A. Los módulos BMR465 pueden formar parte de un sistema de potencia multi-módulo y de múltiples fases (hasta ocho fases) que permita la difusión de fase, una reducción de la corriente de pico y también la cantidad de condensadores que se necesiten por los sistemas finales.

El BMR465 es totalmente compatible con los comandos PMBus y se ha integrado en el software Ericsson Power Designer, lo que hace que sea

fácil para los arquitectos de sistemas, simular y configurar sistemas completos multi-módulo y multifase antes de la implementación y con ello ganar un valioso tiempo de lanzamiento al mercado. Patrick Le Fèvre, Director de Marketing y Comunicación de Ericsson Power Modules, comenta: "La arquitectura de potencia definida por software se está viendo

en la industria como el mejor camino a seguir para optimizar el uso de energía en las redes de datos y hacerlos más eficientes energéticamente. La optimización de la energía a un nivel granular, fue el origen de la investigación de energía digital de Ericsson, que se inició en 2004. Ahora fabricado con una serie de innovaciones en la industria de energía digital, el BMR465 es la manifestación de nuestra determinación de apoyar a nuestros clientes en la actualidad con tecnologías destinadas para el futuro. Además, el BMR465 también cumple con el nuevo estándar 'teraAMP' del grupo de empresas del Architects of Modern Power (AMP), que garantiza a las múltiples fuentes de los clientes, productos interoperables".

Diseñado para ofrecer un rendimiento de vanguardia, el BMR465 integra técnicas de modulación "libres de compensación", que proporcionan automáticamente la estabilidad, la línea precisa y regulación de la carga y el buen rendimiento transitorio para una amplia gama de condiciones de funcionamiento. El control de carga no lineal garantiza que el lazo de control sea siempre estable y la respuesta al escalón de carga dentro de un solo ciclo de conmutación, que confiere estabilidad sin precedentes y reduciendo al mínimo los condensadores de filtrado, ahorrando coste y espacio en la placa.

Funcionando desde 7,5 V a 14 V de entrada, el BMR465 puede funcionar en un amplio rango de voltajes de nodo intermedio desde 8 V a 14 V, cumpliendo así con el esquema

dinámico de la tensión del bus (DBV) implementado en SDPA y reduciendo la disipación de potencia y ahorro de energía. La tensión de salida por defecto de fábrica es de 1,2 V, pero se puede ajustar desde 0,6 V a 1,8 V ya sea a través de una resistencia pin-strap o comandos PMBus. Como parte de SDPA, la escala de adaptable de voltaje (AVS) también se puede realizar a través de PMBus, ajustando la tensión de salida BMR465 a la tensión de núcleo optimizado según se requiera por el procesador.

Diseñado para aplicaciones críticas de potencia en empresas y equipos de redes de alta densidad, el tren de potencia BMR465 garantiza la máxima eficiencia y fiabilidad y se construye a partir de la última generación de semiconductores de potencia. Esto permite que el módulo suministre una eficiencia del 94,3% a media carga a 12 V de entrada 12V y 1,8 V de salida, junto con MTBF de 14.95 millones de horas (basado en Telcordia SR-332 Issue 2, Método 1.) El BMR465 está disponible en dos configuraciones mecánicas con respectiva con dimensiones "laydown" de 50,8 x 19,05 x 10,0 mm y System-in-Package (SIP) de 50,8 x 9,51 x 19,05 mm. Ambas configuraciones comparten las mismas entradas y salidas funcionales, lo que simplifica el diseño de placa cuando se combinan diferentes encapsulados para adaptarse a diferentes métodos de refrigeración. Disponible hoy en versión de montaje "through-hole", habrá una versión de montaje en superficie del BMR465 en un futuro próximo.

El BMR465 también cuenta con encendido monótono y suave arranque, entrada en sobretensión, protección de sobrecalentamiento, cortocircuito de salida y protección de sobretensión, y Power Good y pins de sentido diferenciales.

\* 3E - Rendimiento mejorado, Gestión de la Energía, y valor para el usuario final son los principales beneficios del rango de convertidores DC/DC 3E controlados digitalmente de Ericsson.

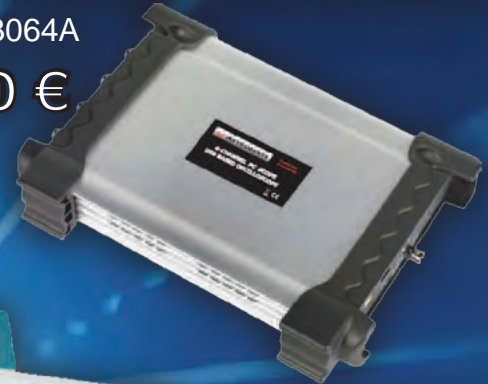
[www.ericsson.com](http://www.ericsson.com)

# Todo lo que necesitas para Tu Laboratorio



Generador  
arbitrario  
2 Ch y 10 MHz  
ref. AD8610  
600 €

Osciloscopio 60 MHz 4 Ch +  
Generador arbitrario 25 MHz  
ref. AD3064A  
720 €



Osciloscopio 200 MHz 2 Ch  
ref. DS2202A

600 €



Fuente de Alimentación  
Conmutada 0 a 30 Vcc  
ref. AL3003 - 0 a 3 A 62 €  
ref. AL3005 - 0 a 5 A 76 €

Osciloscopio portátil  
200 MHz 2 Ch  
ref. DS2202P

1200 €



Multímetros

16 €

DVM851



AD9804A



45 €

AD71B



248 €

está en [www.nuevaelectronica.com](http://www.nuevaelectronica.com)



# EMBOBADOS EN LO EMBEBIDO

## SACANDO CONCLUSIONES TRAS embeddedworld2015

JAIME GONZÁLEZ-ARINTERO BERCIANO

Alemania es sede de multitud de empresas de electrónica, y uno de los destinos predilectos de las multinacionales a la hora de establecerse en Europa. Y eso significa “ferias por doquier”. La oferta es igual de amplia que el país, y hay que seleccionar bien si no queremos andar de paseo por la Autobahn. Conducen a la misma velocidad a la que se mueve esta industria...

### LO BUENO, SI BREVE, DOS VECES BUENO

Con tan poco tiempo entre una y otra, la opinión general era que Embedded World (<https://www.embedded-world.de>) no podía añadir mucho a lo que ya vimos en Electronica 2014 el pasado mes de noviembre. Podríamos decir que “lo de Múnich es lo de Núremberg tras pasar por el filtro” (paso alto, afortunadamente). No me malinterpretéis, Electronica es un buen show, pero desde el punto de vista de la innovación, hay demasiada paja. Intenta abarcar tanto, para destronar como sea a las grandes ferias americanas, que lo esencial queda algo diluido. Por supuesto que estuvieron presentes los grandes, pero también cientos de pequeños distribuidores locales y fabricantes de componentes cuyo valor añadido es apenas nulo, y se dedican a competir por el precio. De hecho, había agentes chinos de paseo por la feria, cuya función era batir el precio de las listas de materiales... en tiempo real. Es decir, podíamos literalmente darles nuestras BOMs, y el número de unidades que queríamos fabricar, que ellos se encargaban de recorrer la feria hasta conseguir el mejor precio. Para que sirva de

comparación, decir que en Embedded World ese caso no existe, o no lo hemos visto.

Este año, a pesar de contar con la afluencia más multitudinaria de su historia, al equipo de Nueva Electrónica nos fue posible visitar todos los stands interesantes en una jornada sin sacrificar ninguno de los grandes nombres. 5 pabellones con más de 850 empresas, y un público de más 26.000 visitantes, principalmente del ámbito profesional.

### EMBEBIDO, O NO

Pero, ¿qué podemos esperar en Embedded World? Que no nos engañe el nombre. Todo lo que rodea a los sistemas embebidos y hace posible su existencia tiene cabida en esta feria. Esto incluye microcontroladores, M2M, comunicaciones, integrados de todo tipo, herramientas de diseño y simulación, displays, conectores, etc. Es decir, lo de “embedded” es un poco relativo. Obviamente, es la tendencia que está tomando este sector, y llegará el momento en el que hablar de sistemas embebidos se convierta en una obviedad. Este año en la organización se proclamaban así mismos



SensorTags de TI: módulos multi-sensor con BLE integrado.



como los adalides del Internet de las cosas: “we are the Internet of Things”. La mayoría de empresas asistentes cumplieron con esta premisa, aunque por fin la idea general comienza a desviarse del “Internet de las cosas banales”, y se centra más en un M2M puro, con aplicaciones industriales reales. Como ingenieros quizá no nos interese lo más mínimo que nuestra tostadora envíe datos a la nube (!?), pero sí supervisar el estado de cientos de sensores de forma inalámbrica, incluyendo partes mecánicas móviles y puntos inaccesibles. Eso sí cambia las reglas del juego.

Decir que Atmel iba a presentar su nueva gama “SAMA5D4 Xplained Ultra” es como no decir nada, y mejor ni nombremos las series de micros de Freescale porque parecen códigos de instalación del Windows XP... así que mientras planificaba esta crónica me prometí que sería algo más que un frío reporte técnico. Por lo general, las crónicas de ferias y exhibiciones suelen ser una retahíla de referencias ilegibles con nuevos productos, seguidas de especificaciones que poco importan si no seguimos de cerca al fabricante en particular. De modo que, he aquí algunas conclusiones.

### **POR DÓNDE VAN LOS PINES**

En palabras del escritor Stewart Brand, “una vez que una nueva tecnología te pasa por encima, si no eres parte de la apisonadora, eres parte de la carretera”. Por lo que hemos visto, está claro que nadie quiere ser parte de la carretera. El IoT (Internet of Things) actualmente es más bien una guerra de medios que de ideas. Novedades geniales hemos visto pocas, ya sea por falta de

creatividad, o porque los fabricantes tienen las manos atadas a las tecnologías actuales. Me explico: el concepto de beacons inalámbricos con sensores integrados, que se comunican vía BLE con un módulo principal, y éste a su vez con un servidor remoto (llamémoslo “nube”) sigue intacto. Hay variaciones, por ejemplo los nuevos SensorTag de Texas Instruments precinden del módulo principal, dejando la comunicación WiFi a un dispositivo con iOS o Android. Se han centrado en lo que mejor saben hacer, implementando la comunicación entre el sensor y la tablet/smartphone, y reduciendo al máximo el consumo energético. 10 sensores MEMS en una diminuta placa, por poco menos de 30 dólares (<http://www.ti.com/tool/cc2650stk>). “¡10 sensores por tag!”, habrás pensado. “¿Para qué demonios necesito tantos, si sólo quiero medir temperatura, o posición, o intensidad luminosa?”. Bueno, eso pensé yo. Tuvimos la oportunidad de charlar con un ingeniero de diseño de Broadcom, quienes han trabajado en una solución similar, y le preguntamos eso mismo. El WICED Sense Devkit (<https://www.broadcom.com/products/wiced/sense/>) incorpora 5 sensores MEMS y un SoC propietario de Broadcom (el BCM20737S) con stack Bluetooth Smart integrado, por unos 20€. Así que si sólo pretendemos utilizar uno de los sensores, nos olvidamos del resto, y punto. E igual ocurre con la solución de TI. Está visto que en la electrónica, a veces lo más asequible es matar moscas a cañonazos (y cuántas veces lo más barato es “plantar” un micro en lugar componentes discretos, ¿eh?).



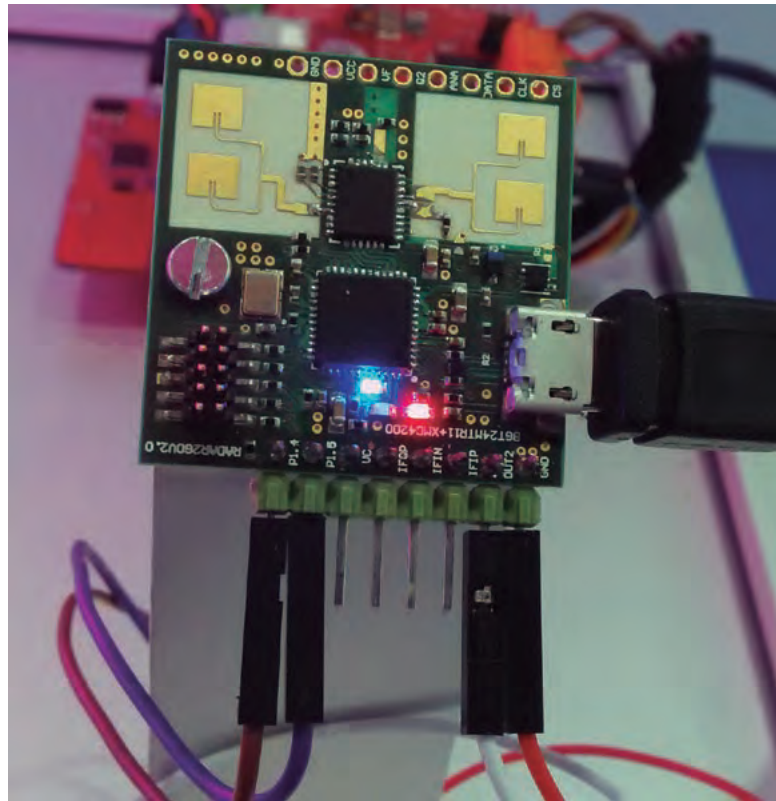
Aplicación con Radar2Go de Infineon. Posible sustituto de los sensores volumétricos tradicionales. Por fin las puertas automáticas se abrirán sólo si queremos entrar, y las luces se encenderán al entrar en la habitación, no sólo al detectar movimiento.

### ¿LA INSTRUMENTACIÓN DEL MAÑANA?

Haciendo hincapié en el concepto de “sensorización omnipresente”, me gustaría comentar la siguiente nota. Ya que casi todos los fabricantes están presentando módulos inalámbricos con sensores para monitorizar literalmente todo, teníamos curiosidad por saber lo que opinaban los que trabajan en instrumentación de verdad. Eso, y si la creciente oferta de osciloscopios USB de bajo coste y/o para tablet/smartphone ponía en riesgo a “los clásicos”. Tuvimos la ocasión de charlar con uno de los jefes de producto de la veterana firma Rohde&Schwarz (que también engloba Hameg, por cierto), y su visión fue bastante curiosa. Le preguntamos si R&S planeaba introducirse en el mundo de los USB o’scopes, y nos respondió con una negativa, y una pregunta: “No, ¿por qué? Creemos que han nacido muertos”. Para él, llegará el momento en que los osciloscopios también pasarán a mejor vida, o a un segundo plano. Cuando sea posible fabricar micro-sondas lo suficientemente asequibles para situarlas por todas partes (integradas en componentes, pines, placas, etc.), que envíen las lecturas directamente a una tablet o HID similar, casi en tiempo real, en opinión de este ingeniero ya no será necesario tocar aquí o allá con nuestras puntas de prueba. Los osciloscopios para trabajo de campo desaparecerían, y los de laboratorio perderían bastante importancia. Una visión radical pero no tan descabellada. En otra charla con un desarrollador de Teledyne LeCroy, éste nos explicaba cómo era preocupante la escasez de ingenieros de diseño analógico en la actualidad. La democratización de la electrónica ha favorecido en gran medida al mundo digital, y según su visión, llegaremos a un punto en el que las empresas de instrumentación busquen desesperadamente personal “analógico” o tengan que formarlo íntegramente por su cuenta. Sólo el tiempo (discreto o continuo) lo dirá...

### VUELTA AL COLE, Y RÁPIDO, Y GRATIS

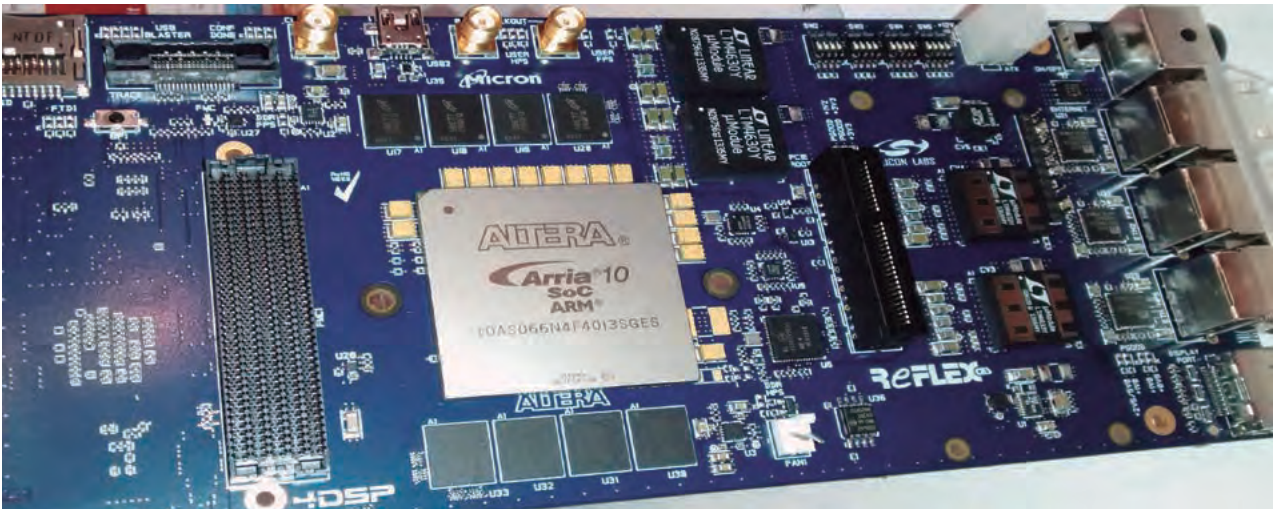
El hecho de que Embedded World sea más “esencial” que otras ferias tiene la ventaja de que los fabricantes se acercan más a los asistentes. En muchos casos, si estamos interesados en trabajar con un determinado kit de desarrollo, aquí “podemos pedirlo directamente en la barra”. Cypress, STMicroelectronics e Infineon



son algunos ejemplos de accesibilidad y buena promoción. La competencia salvaje ha hecho que el concepto de fabricante todopoderoso al cual le pedimos amablemente que nos venda una placa está cambiando, ahora son ellos los que se acercan a los ingenieros. En la feria los cursos gratuitos de iniciación abundaban, y en lugar de largos y aburridos seminarios se trataba de sesiones breves (como ejemplo, el entorno STM32Cube de ST: ponernos a desarrollar en poco menos de 10 minutos). En el caso del software, está claro que lo que prima es la velocidad, y bypassar ese salto tedioso de bucear entre hojas de datos cada vez que probamos un nuevo microcontrolador. Un buen ejemplo sería el Code Configurator para MPLAB X de Microchip.

### ¿ALGO MÁS? NOTAS FINALES Y CONCLUSIÓN

Los distribuidores tampoco quieren quedarse fuera de juego, y las comunidades online de electrónicos y las suites de diseño gratuitas proliferan. A parte de “las tradicionales” element14 de Farnell y DesignSpark de RS, ahora Mouser está apostando fuerte por su MultiSIM BLUE (<http://www.mouser.es/multisimblue>), desarrollado por National Instruments. Diseño de esquemáticos, SPICE, diseño de circuitos impresos y generación automática de BOMs. La versión gratuita, aunque con ciertas limitaciones, ya resulta atractiva. Suficientes motivos para echarle un vistazo.



Placa de desarrollo Alaric con Arria 10 SoC FMC, de ReFLEX CES. Me la pido para Reyes :)

Para los apasionados de las FPGAs, tanto Altera como Xilinx estuvieron presentes (y fardando a más no poder, con híbridos SoC+FPGA en la misma pastilla de silicio, entre otros). Aparte, la presencia de partners que implementan sistemas de estos dos fabricantes permite que podamos ver aplicaciones reales de éstos. Por ejemplo, con la empresa francesa ReFLEX CES: que se dedican a la fabricación de “bestias” más que placas de desarrollo... ¡al menos para la mayoría de los mortales! ;)

¿Y qué arquitectura impera? Respuesta fácil: ARM, ARM y ARM, obviamente. La compañía inglesa es omnipresente y son sin duda los favoritos del patio. Como nota aparte, decir que sorprendió la buena salud y el imponente abanico de producto de Freescale, considerando que estos últimos años se ha

visto un poco eclipsada por otros competidores. Lo que no sabíamos es que el sábado siguiente, NXP se haría con el fabricante tejano por la friolera de 11.000 millones de dólares.

En definitiva, Embedded World es un buen show, más esencial y selectivo que la media. Merece la pena ir tanto con mentalidad profesional, como de apasionado de la electrónica. Predomina el personal puramente técnico, permitiendo aprender mucho en poco tiempo. Continuamente se tiene la sensación de estar aprovechando la visita, lo cual lamentablemente no sucede en todas las ferias. Eso sí, aunque me tachen de pesado, había que decirlo: el WiFi, terrible. Ignoramos cómo pretendían los organizadores conectar todos esos beacons, tags y sensores a la nube... por telégrafo, quizá...





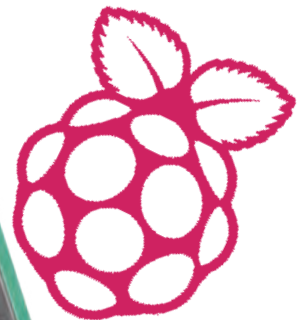
# SHIELD DE EXPANSIÓN LCD PARA RASPBERRY PI

La especificidad de un micro PC como Raspberry Pi respecto a un microcontrolador es aquella de poder desarrollar distintas tareas compartiendo los recursos. Además de los periféricos actualmente disponibles en la tarjeta, es posible añadir otros en una cadena casi infinita, cuyo límite viene dado por el uso de las líneas de comunicación, por la capacidad

de procesamiento y la memoria disponible. Mucho depende también de cómo son diseñadas y realizadas las aplicaciones, sobre todo en lo que se refiere a la capacidad de respetarse el uno al otro y de compartir los recursos utilizados sin obstaculizarse o creando "bloques" irresolubles (deadlock). Con esta visión comenzamos a presentar una

serie de shield de expansión especialmente fabricados para Raspberry Pi y diseñados de manera que puedan ser apilados el uno sobre el otro y ser utilizados a la vez. El shield de expansión LCD que presentamos hoy permite realizar una interfaz de control externa para nuestras aplicaciones.

Ya está aquí el shield de expansión LCD para Raspberry Pi que permite realizar una interfaz de control externa para nuestras aplicaciones sin necesidad de tener conectados constantemente video, teclado y ratón.



MARCO MAGAGNIN

# El integrado MCP23017

El integrado MCP23017 permite realizar un periférico de expansión con 16 canales de I/O digitales, controlables por medio de comunicaciones basadas en el bus I2C. Disponible en formato 28-PDIP, 28-SOIC y 28-SSOP, en nuestro circuito hemos adoptado la "cómoda" configuración de 28 pin PDIP. Los pines son visibles en **Fig. A**.

El sistema master, para controlar el integrado, debe ajustar correctamente los registros de configuración, cada uno de 8 bit, mediante los cuales es posible seleccionar la dirección de cada entrada (in o out) y la polaridad.

En el esquema de **Fig. B** es visible la arquitectura del integrado. Los pines de I/O están agrupados en dos puertos que controlan 8 pin cada uno: PORTA y PORTB. Mediante los registros de control IODIRA/B es posible establecer la dirección de funcionamiento de cada pin de I/O. La polaridad de cada puerta puede ser invertida interviniendo sobre el registro Polarity Inversion. Obviamente el sistema de control master es capaz de leer todos los registros.

## Registro de direccionamiento

El registro de direccionamiento del integrado MCP23017 tiene una longitud de 7 bit (**Fig. C**). Los cuatro bit más significativos deben ser ajustados al valor fijo "0100" e identifican el fabricante del chip. Los valores

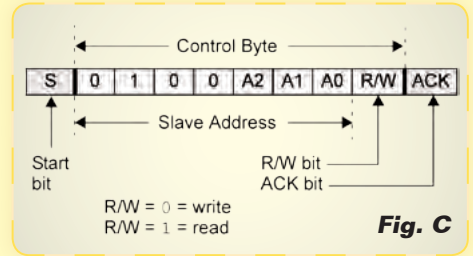
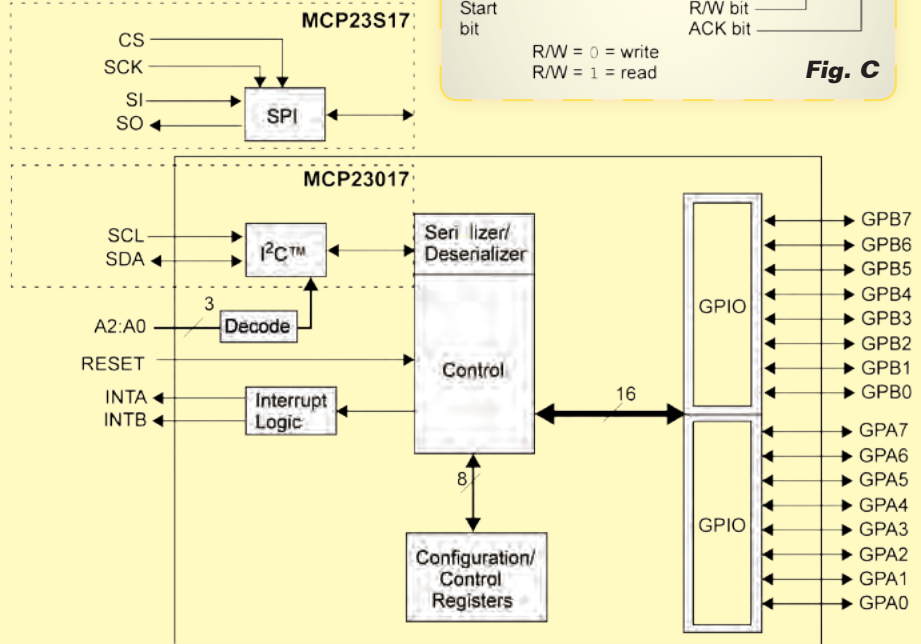
de los tres bit restantes son establecidos en base a los niveles de tensión asignados a los pines A1, A2 y A3 del integrado. Esta configuración permite direccionar sobre el mismo bus I2C hasta ocho integrados MCP23017 por un total de 128 pin de I/O. El último bit del registro de dirección permite ajustar el tipo de operación que se quiere ejecutar, "0" para ejecutar una operación de escritura de registros y "1" para ejecutar una operación de lectura.

## Registros de gestión

Para poder controlar el funcionamiento del integrado MCP23017 es necesario escribir y leer una serie de registros en una secuencia bien definida. Una panorámica de los registros disponibles la tenemos en **Fig. D**: la primera columna de la tabla indica el nombre del registro, la segunda columna, la dirección hexadecimal con el cual es posible leer o escribir el contenido del registro. Los registros IODIRA e IODIRB, de 8 bit cada uno, permiten ajustar cada pin de I/O sobre los puertos A o B como entrada o como salida. Para configurar el pin como entrada, el correspondiente valor del bit en el registro debe ser establecido a "1", mientras para configurarlo como salida debe ser establecido a "0". Los registros GPIOA y GPIOB permiten leer el estado de los pines de entrada de los respectivos puertos. Si el bit correspondiente a la posición del pin se

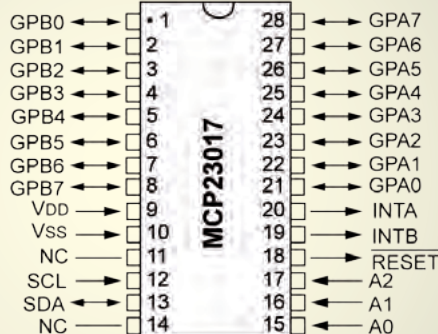
establece a "0", el pin está a nivel bajo, de otra manera se encuentra a nivel alto. Igualmente para ajustar los niveles de los pines configurados como salida es necesario componer los contenidos de los registros OLATA y OLATB de manera que el bit correspondiente a cada pin asuma el valor "0" en el caso se quiera poner a nivel bajo o "1" para ponerlo a nivel alto. Los registros IPOLA e IPOLB permiten ajustar cada pin de I/O de manera que trabaje con lógica invertida. Si el bit correspondiente a un determinado pin es ajustado a "1" los niveles serán presentados en lógica invertida. Los registros GPPUA y GPPUB permiten activar o no la resistencia interna de pull-up para cada pin de I/O. Si el bit correspondiente a un determinado pin se pone a "1" la resistencia de pull-up se activa. Finalmente, profundizaremos en la gestión de las interrupciones disponibles en el

**Fig. B**



**Fig. C**

**Fig. A**





**Fig. D - Mapa de la memoria que contiene los valores de los registros de control del integrado MCP23017.**

Register Name	Address (hex)	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	POR/RST value
IODIRA	00	IO7	IO6	IO5	IO4	IO3	IO2	IO1	IO0	1111 1111
IODIRB	01	IO7	IO6	IO5	IO4	IO3	IO2	IO1	IO0	1111 1111
IPOLA	02	IP7	IP6	IP5	IP4	IP3	IP2	IP1	IP0	0000 0000
IPOLB	03	IP7	IP6	IP5	IP4	IP3	IP2	IP1	IP0	0000 0000
GPINTENA	04	GPINT7	GPINT6	GPINT5	GPINT4	GPINT3	GPINT2	GPINT1	GPINT0	0000 0000
GPINTENB	05	GPINT7	GPINT6	GPINT5	GPINT4	GPINT3	GPINT2	GPINT1	GPINT0	0000 0000
DEFVALA	06	DEF7	DEF6	DEF5	DEF4	DEF3	DEF2	DEF1	DEF0	0000 0000
DEFVALB	07	DEF7	DEF6	DEF5	DEF4	DEF3	DEF2	DEF1	DEF0	0000 0000
INTCONA	08	IOC7	IOC6	IOC5	IOC4	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0	0000 0000
INTCONB	09	IOC7	IOC6	IOC5	IOC4	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0	0000 0000
IOCON	0A	BANK	MIRROR	SEQOP	DISSLW	HAEN	ODR	INTPOL	—	0000 0000
IOCON	0B	BANK	MIRROR	SEQOP	DISSLW	HAEN	ODR	INTPOL	—	0000 0000
GPPUA	0C	PU7	PU6	PU5	PU4	PU3	PU2	PU1	PU0	0000 0000
GPPUB	0D	PU7	PU6	PU5	PU4	PU3	PU2	PU1	PU0	0000 0000
INTFA	0E	INT7	INT6	INT5	INT4	INT3	INT2	INT1	INT0	0000 0000
INTFB	0F	INT7	INT6	INT5	INT4	INT3	INT2	INT1	INT0	0000 0000
INTCAPA	10	ICP7	ICP6	ICP5	ICP4	ICP3	ICP2	ICP1	ICP0	0000 0000
INTCAPB	11	ICP7	ICP6	ICP5	ICP4	ICP3	ICP2	ICP1	ICP0	0000 0000
GPIOA	12	GP7	GP6	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0	0000 0000
GPIOB	13	GP7	GP6	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0	0000 0000
OLATA	14	OL7	OL6	OL5	OL4	OL3	OL2	OL1	OL0	0000 0000
OLATB	15	OL7	OL6	OL5	OL4	OL3	OL2	OL1	OL0	0000 0000

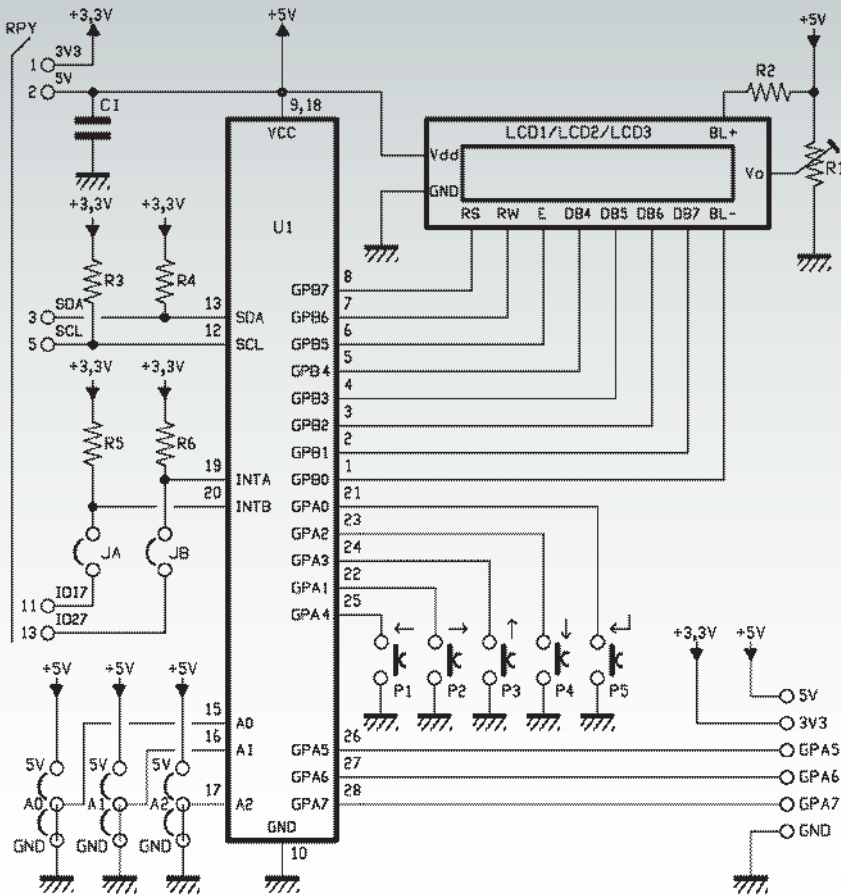
integrado MCP23017: los pines 19 y 20 del integrado están conectados a los terminales del módulo de gestión de las interrupciones, INTB para el banco B, INTA para el banco A respectivamente. En el integrado MCP23017 es posible configurar cada pin de manera que al variar su estado se active el pin de interrupción correspondiente al banco al que pertenece. De este modo, por parte del sistema de gestión master, no es necesario leer continuamente todos los pines para comprobar si alguno cambia de estado, es suficiente gestionar las interrupciones INTA y/o INTB para saber cuando se produce una variación en uno de los pines monitorizados. Después se lee el registro de estado del banco correspondiente y se identifica, comparándolo con los valores anteriores, cual o cuales han sufrido una variación. Antes de activar la monitorización de los pines con los registros GPINTENA y GPINTENB, es necesario configurar las condiciones en base a las cuales debe ser activada

la interrupción. Para hacer esto se utilizan las parejas de registros DEFVALA, DEFVALB y INTCONA, INTCONB. La primera pareja de registros permite configurar, para cada pin de los dos bancos, un nivel de referencia para controlar la activación de la interrupción. En cada caso esta configuración depende de la configuración de los registros INTCON. Si es configurado a "0" el bit correspondiente a un pin, la interrupción se activará cuando el pin tome el nivel "1", lo opuesto en el otro caso. La configuración de los bits de los registros INTCONA e INTCONB sin embargo permite ajustar si la interrupción debe ser controlada por las condiciones ajustadas en los registros DEFVAL, o simplemente a cada cambio de estado del nivel de los pines. Si se ajusta a "0" el bit correspondiente a un pin en el registro INTCON, la interrupción será activada con cada cambio de estado del pin, si se ajusta a "1", la interrupción será activada según las condiciones indicadas por

los registros DEFVAL. Las condiciones por las cuales es posible hacerse cargo de un interrupción desde los pines INTA e INTB dependen de la configuración del bit INTCOL (bit 1) del registro IOCON, que permite configurar distintas opciones de funcionamiento del integrado. El valor predefinido es "0" que significa que los pines de interrupción están normalmente a nivel alto que se convierte en bajo al activarse la interrupción. Para saber cuál de los pines monitorizados ha activado la interrupción si lee uno de los registros de la pareja INTFA, INTFB. El o los bit ajustados a "1" corresponden al o a los bit que han generado la interrupción. El nivel de los pines interesados se puede detectar leyendo el registro correspondiente INTCAPA o INTCAPB. Estos registros reflejan el estado de los pines en el momento de la interrupción y lo mantienen hasta que son leídos. En el datasheet del integrado encontraréis más información sobre su funcionamiento.

En este artículo describimos el hardware del shield de expansión, la librería que permite una notable simplificación del uso del shield y profundizaremos en el integrado MCP23017 usado como interfaz entre Raspberry Pi y los módulos LCD.

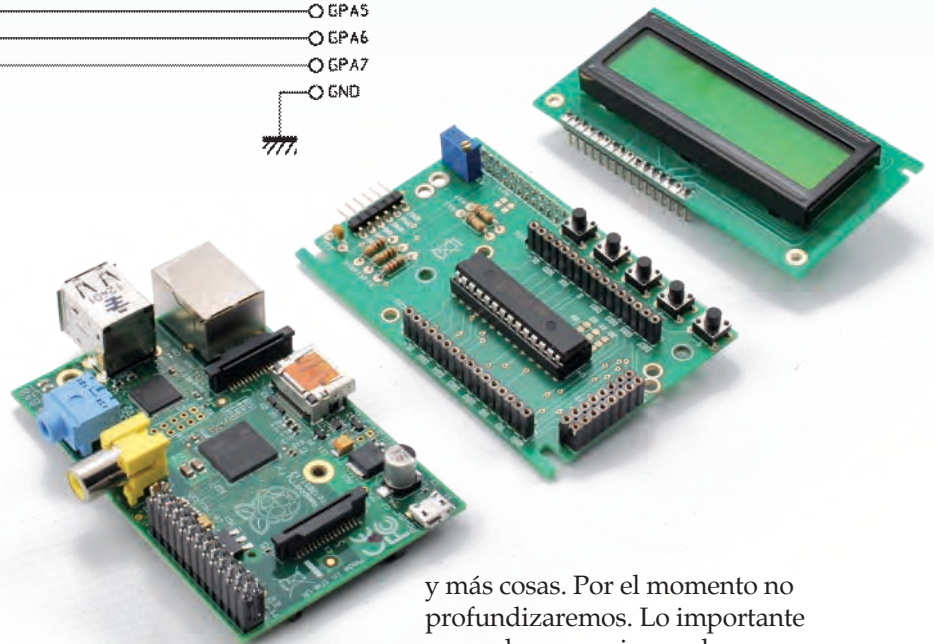
Antes de empezar la descripción, una nota sobre el desarrollo de aplicaciones. Hemos mencionado la necesidad de diseñar las aplicaciones destinadas a los sistemas embebidos y entre estos aquellos basados en el sistema operativo GNU/Linux, de manera que sean capaces de colaborar entre ellos utilizando los recursos disponibles de manera oportuna. Tomamos como ejemplo el shield descrito en este artículo que como veremos requiere el uso del bus I<sup>2</sup>C para la comunicación con Raspberry Pi. Si construimos una aplicación que gestiona el display LCD en exclusiva, el software a escribir equivale al que hemos escrito para un microcontrolador: un programa en un ciclo infinito que gestiona los pulsadores y que presenta sobre la pantalla lo escrito en base a la lógica predefinida. Sin embargo si queremos que el display LCD este en servicio respecto a una multitud de aplicaciones debemos gestionar las cosas de manera diferente. Supongamos por ejemplo que queremos utilizar siempre el shield como en el caso anterior, pero que sea capaz también de visualizar mensajes (provenientes de aplicaciones distintas que trabajan en concomitancia) como la llegada de una llamada telefónica, la variación de una entrada de I/O operada vía web, la falta de corriente o de conectividad de red o cualquier otra cosa que sea necesaria. En una arquitectura de este tipo, distintas aplicaciones funcionan simultáneamente sobre el sistema y al ocurrir eventos predefinidos,



requieren utilizar el bus de comunicación I<sup>2</sup>C hacia el LCD para comunicar su mensaje. Si una aplicación tiene ocupado ya el bus por un motivo cualquiera, las otras aplicaciones que requieren utilizar el mismo bus, encontrándolo ocupado (busy) no podrán hacer otra cosa que dar un error. La primera solución que podría venir en mente es realizar una única y enorme aplicación que gestione todas las necesidades de manera monolítica, un poco como en un enorme microcontrolador. Es intuitivo que este modo de proceder comporte más aspectos negativos que positivos: rigidez de la aplicación, dificultad de diseño, fabricación, mantenimiento y actualización, dificultad de temporización entre las distintas partes, fragilidad (si una parte, aunque insignificante va en bloque, cae toda la aplica-

ción). Para resolver una exigencia aplicativa de este tipo es necesario recurrir a las arquitecturas capaces de soportar aplicaciones concurrentes y colaboradoras, gestionar comunicaciones entre los distintos actores, basadas en servidores que orquestan el uso de recursos para compartir y donde las distintas exigencias aplica-

tivas deben ser realizadas como cliente que requieren el uso de los recursos "centralizados" mediante peticiones basadas en protocolos compartidos. Por ejemplo, supongamos que dos recursos utilicen de manera exclusiva los recursos que tienen asignados: el shield LCD que utiliza el bus I<sup>2</sup>C y un shield GSM/GPS que utiliza el puerto serie. Para cada uno de estos recursos es necesario realizar un "servidor" que gestione el recurso autónomamente y que acepte las peticiones de los distintos clientes sobre un canal de comunicación predefinido. Hay muchas alternativas posibles: socket TCP/IP, funcionalidad database, archivos simples



y más cosas. Por el momento no profundizaremos. Lo importante es que los mecanismos de comunicación sean capaces de gestionar correctamente el fenómeno, por ejemplo generando código o gestionando "semáforos" para coordinar correctamente las peticiones de los clientes. Los clientes cuando tienen necesidad de acceder a uno de los recursos gestionados centralmente no deben acceder directamente, pero si deben utilizar el canal de comunicación prede-



finido por aquel recurso con el protocolo y las modalidades previstas. En resumen, en el mundo embebido el diseño no debe ser realizado solo para una aplicación, debe tener en cuenta la arquitectura que se quiere realizar en su conjunto. ¿Mejor o peor respecto a los microcontroladores? Esta pregunta no tiene una respuesta definitiva. Depende de aquello que se quiere realizar y los requisitos asociados. Sin embargo seguramente nos encontraremos siempre más en las condiciones de integrar y hacer colaborar estos dos ambientes junto a otros como FPGA y PLC.

Tras esta premisa, volvamos a nuestro shield para el cual esta vez os presentamos un simple programa de uso, ya adaptado

para ser transformado según la arquitectura que os hemos anticipado.

#### **ESQUEMA ELECTRICO**

Para evitar utilizar la mayor parte de los pines de entrada/salida presentes en el conector de Raspberry Pi hemos utilizado el integrado de Microchip MCP23017 que ofrece 16 entradas/salidas digitales controladas mediante el bus I<sup>2</sup>C. De esta manera, utilizando de forma no exclusiva solo dos pines del conector de Raspberry Pi, podemos controlar una

pantalla LCD, interactuar con cinco pulsadores y gestionar tres entradas auxiliares.

La configuración base está pensada para realizar un sistema de menú en cascada que permite elegir entre jerarquías de opciones para después configurar parámetros o visualizar sets particulares de informaciones. En realidad, desde programa podemos utilizar los pulsadores y las entradas como mejor creamos. El shield está provisto de distintos conectores capaces de acoger distintos tipos de LCD y en particular los

## **Rapiro, un robot humanoide con el corazón en forma de frambuesa**

Entre las múltiples aplicaciones más o menos evidentes, desde los web-server a los sistemas de reconocimiento de matrículas, desde los media center a las estaciones meteorológicas, encontramos aquí una de las primeras aplicaciones en el campo de la robótica de la económica placa Linux Raspberry Pi: Rapiro, un pequeño robot humanoide completamente programable y, como tal, destinado principalmente al mundo "educacional". Rapiro dispone de 12 servomotores y es capaz de

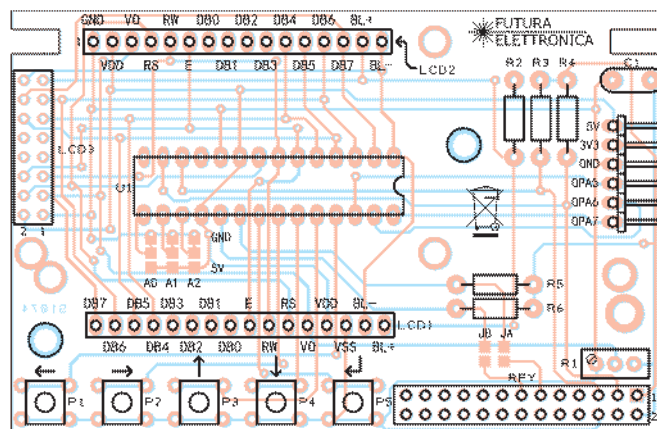
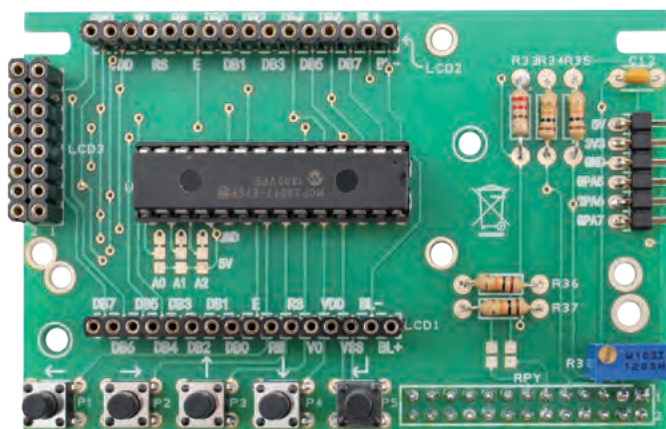


caminar, mover la cabeza y responder a los comandos vocales; en el interior, una tarjeta Raspberry Pi se ocupa de la gestión de todos los sistemas y de la conexión al controlador remoto, típicamente un smartphone. Para la conexión se utiliza un dongle Bluetooth y un programa específico para cargar sobre el smartphone.

El pequeño robot (alrededor de 30 centímetros de alto) dispone también de una cámara, ojos que se iluminan gracias a dos LED, sensor de distancia y altavoz.

Para el control de los servos se emplea una tarjeta compatible Arduino que garantiza la máxima flexibilidad al programar.

Según los defensores del proyecto (que lo han propuesto en Kickstarter y ya han recogido la financiación necesaria), Rapiro costará cuarta parte que los robots parecidos y una décima que otros robots humanoides basados en tarjetas Linux embebido. ([www.kickstarter.com](http://www.kickstarter.com)).



## Lista de Materiales:

- |                                       |                      |                               |   |
|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------|---|
| C1: 100 nF multicapa                  | P1 ÷ P5: Microswitch | - Torreta F/F 18 mm           | - Tira 16 pines hembra (2 pz.)              |
| R1: Potenciómetro multivuelta 10 kohm | U1: MCP23017-E/SOP   | - Tornillo 10mm 3 MA (2 pz.)  | - Conector Hembra 26 polos para RaspberryPi |
| R2: 100 ohm                           | Varios:              | - Zócalo 14+14                | - Circuito impreso                          |
| R3 ÷ R6: 10 kohm                      | - Display LCD        | - Tira 6 pines macho 90°      |   |
|                                       |                      | - Tira 8 pines hembra (2 pz.) |   |

siguientes modelos que, aun teniendo dimensiones diferentes, comparten la misma configuración de los pines de comunicación datos y comandos:

- LCD 16x2 retroiluminado (cod. 1446-ACM1602B-FL-YBW);
- LCD 16x2 retroiluminado blanco/negro (cod. 1446-LCD16x2WB);
- LCD 8x2 retroiluminado azul (cod. 1446- LCD8x2BN);

Volviendo al esquema eléctrico, el integrado MCP23017 que describimos más en profundidad en el recuadro dedicado, pone a nuestra disposición 16 líneas de I/O subdivididas en dos bancos de ocho líneas cada uno llamadas GPA y GPB.

El banco GPB está todo dedicado a la gestión del display LCD como sigue: los pin GPB1, GPB2, GPB3 y GPB4 están conectados a las cuatro líneas datos del LCD, respectivamente DB7, DB6, DB5 y DB4; el pin GPB5 controla la entrada ENABLE del LCD, el pin GPB6 la entrada R/W y el pin

GPB7 la entrada RS que permite seleccionar los registros de instrucciones y escritura.

Los cinco pulsadores están conectados a los pines del banco GPA: GPA0 al pulsador P5, GPA1 al pulsador P2, GPA2 al pulsador P4, GPA3 al pulsador P3 y GPA4 al pulsador P1.

La alimentación de 5V está conectada por el pin 2 del conector GPIO de Raspberry Pi y la masa está conectada al pin 6. El potenciómetro de ajuste de 10 kohm, conectado al pin V0 del LCD permite regular el contraste de la pantalla.

Las salidas INTA e INTB están conectadas mediante los puentes JB y JA a los GPIO27 y GPIO17 de Raspberry Pi, de manera que los deja disponibles a eventuales aplicaciones. Sobre el shield están disponibles en un conector de pines también los GPA5, GPA6 y GPA7, del banco GPA del integrado MCP23017, "avanzados" por la gestión de los pulsadores.

En el plano de montaje es posible ver la disposición de los com-

ponentes. Una única sugerencia, aparte de las típicas atenciones, es posicionar el doble conector de pines de manera que distancie el circuito impreso del shield del de Raspberry Pi para permitir el montaje "en paquete" en el caso que se quieras utilizar conjuntamente a otros shield.

La posibilidad de "empaquetamiento" viene dada por el hecho que el integrado MCP23017 está conectado al GPIO de Raspberry Pi únicamente con los pines necesarios para la comunicación PC y a la alimentación del shield. Todos los otros pines de Raspberry Pi son simplemente pasantes. Además, aunque también una buena parte de las I/O del integrado MCP23017 son utilizadas para la gestión del monitor LCD y los pulsadores de comando presentes en el shield, quedan 3 que están disponibles para eventuales usos personalizados.

## USO PRÁCTICO DEL SHIELD

Como primera operación monta-



mos uno de los posibles display LCD sobre el shield y después montamos el shield sobre el conector de Raspberry Pi, prestando atención a que la parte inferior del shield no quede en contacto con los conectores USB o Ethernet. En caso de duda protegemos los conectores mismos con cinta aislante. Conectamos los periféricos, red y alimentación a Raspberry Pi en la forma habitual y aplicamos tensión.

Para comunicar con el integrado MCP23017 es necesario utilizar el bus I<sup>2</sup>C y por consiguiente debemos activar el módulo de gestión del bus I<sup>2</sup>C que como ya sabréis si nos seguís desde hace un tiempo en la instalación predefinida de Raspbian esta deshabilitado.

Recordamos solo que para los artículos sobre la revista dedicados a Raspberry Pi hemos adoptado el sistema operativo Raspbian, en constante actualización y mejora y los instrumentos de gestión remota a través del protocolo SSH, Putty (o Kitty) y WINScp.

Ahora debemos habilitar el driver para la gestión del bus I<sup>2</sup>C, instalar la librería en Python para la gestión del LCD y realizar un primer programa de prueba para ver que todo funciona como debe. Recordamos brevemente el proceso para actualizar el sistema operativo y habilitar el driver para el bus I<sup>2</sup>C. Antes de nada damos los comandos (como usuario "root"):

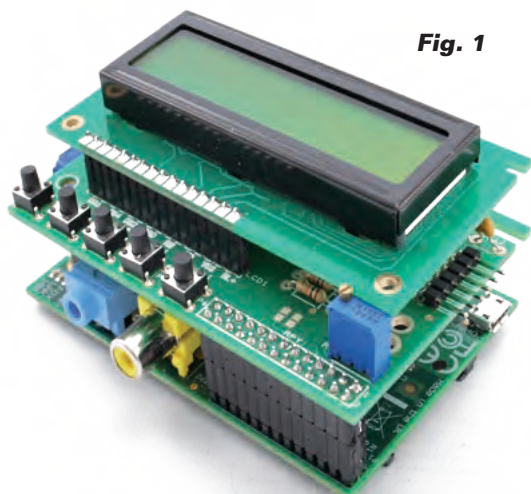


Fig. 1

```
192.168.0.43 - PuTTY
root@raspberrypi:~# nano /etc/modprobe.d/raspi-blacklist.conf
```

Fig. 2

```
192.168.0.43 - PuTTY
GNU nano 2.2.6 File: /etc/modprobe.d/raspi-blacklist.conf Modified
# blacklist spi and i2c by default (many users don't need them)
blacklist spi-bcm2708
#blacklist i2c-bcm2708
```

Fig. 3

```
192.168.0.43 - PuTTY
root@raspberrypi:~# nano /etc/modprobe.d/raspi-blacklist.conf
root@raspberrypi:~# modprobe i2c-dev
root@raspberrypi:~#
```

Fig. 4

```
192.168.0.43 PuTTY
root@raspberrypi:~# lsmod
Module              Size  Used by
i2c_dev              5620  0
snd_bcm2835         15846  0
snd_pcm              77560  1 snd_bcm2835
snd_seq              53329  0
snd_timer            19998  2 snd_pcm,snd_seq
snd_seq_device       6438  1 snd_seq
snd                  58447  5 snd_bcm2835,snd_timer,snd_pcm,snd_seq,snd_seq_d
evice
snd_page_alloc      5145  1 snd_pcm
evdev                9426  2
leds_gpio            2235  0
led_class             3562  1 leds_gpio
i2c_bcm2700           3759  0
root@raspberrypi:~#
```

Fig. 5

```
192.168.0.43 PuTTY
root@raspberrypi:~# lsmod
Module              Size  Used by
i2c_dev              5620  0
snd_bcm2835         15846  0
snd_pcm              77560  1 snd_bcm2835
snd_seq              53329  0
snd_timer            19998  2 snd_pcm,snd_seq
snd_seq_device       6438  1 snd_seq
snd                  58447  5 snd_bcm2835,snd_timer,snd_pcm,snd_seq,snd_seq_d
evice
snd_page_alloc      5145  1 snd_pcm
evdev                9426  2
leds_gpio            2235  0
led_class             3562  1 leds_gpio
i2c_bcm2700           3759  0
root@raspberrypi:~#
```

Fig. 6

```

192.168.0.43 - PuTTY
root@raspberrypi:~# nano /etc/modules

```

Fig. 7

```

GNU nano 2.2.6 File: /etc/modules Modified
# /etc/modules: kernel modules to load at boot time.
#
# This file contains the names of kernel modules that should be loaded
# at boot time, one per line. Lines beginning with "#" are ignored.
# Parameters can be specified after the module name.
snd-bcm2835
i2c dev

```

Fig. 8

```

192.168.0.43 - PuTTY
root@raspberrypi:~# apt-get install i2c-tools
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
Suggested packages:
  libi2c-dev python-smbus
The following NEW packages will be installed:
  i2c-tools
0 upgraded, 1 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 59.5 kB of archives.
After this operation, 223 kB of additional disk space will be used.
Get:1 http://mirrordirector.raspbian.org/raspbian/ wheezy/main i2c-tools armhf
3.1.0-2 [59.5 kB]
Fetched 59.5 kB in 1s (55.5 kB/s)

```

Fig. 9

```

After this operation, 223 kB of additional disk space will be used.
Get:1 http://mirrordirector.raspbian.org/raspbian/ wheezy/main i2c-tools armhf
3.1.0-2 [59.5 kB]
Fetched 59.5 kB in 1s (55.5 kB/s)
Selecting previously unselected package i2c-tools.
(Reading database ... 61438 files and directories currently installed.)
Unpacking i2c-tools (from ../i2c-tools_3.1.0-2_armhf.deb) ...
Processing triggers for man-db ...
Setting up i2c-tools (3.1.0-2) ...
root@raspberrypi:~#
root@raspberrypi:~#
root@raspberrypi:~# adduser pi i2c
Adding user `pi' to group `i2c' ...
Adding user pi to group i2c
Done.
root@raspberrypi:~#

```

Fig. 10

*apt-get update*  
*apt-get upgrade*

Para poner utilizable el módulo de gestión del bus I<sup>2</sup>C es necesario quitarlo de la blacklist y después “añadirlo” al conjunto de módulos conocidos del kernel.

Abrimos el archivo de configuración que contiene el listado de los módulos blacklisted con el comando (Fig. 2):

*nano /etc/modprobe.d/raspi-blacklist.conf*

Nano es un editor de texto mínimo que funciona en ambiente terminal.

Eliminamos el módulo I<sup>2</sup>C de la blacklist cancelando la línea o, como hemos hecho nosotros, comentándola con un “#” (Fig. 3).

Pulsamos Ctrl-X y después Y a la petición de guardar el archivo después de las modificaciones.

Ejecutamos un reboot para hacer efectivas las modificaciones.

Ahora debemos hacer que el módulo “liberado” sea cargado y se convierta en parte integrante del kernel. Para esta operación tenemos dos posibilidades: la primera nos permite cargar el módulo por comando, y tiene validez para todo el tiempo en el cual Raspberry Pi permanece encendido.

Al siguiente boot el módulo deberá ser recargado por comando. La segunda nos permite cargar el módulo directamente al boot del sistema operativo y tenerlo disponible a las aplicaciones justo después del boot, condición indispensable en un sistema servidor desatendido.

La primera posibilidad requiere el uso del comando *modprobe*. Escribimos (Fig. 4):

*modprobe i2c-dev*

Podemos ver el buen éxito de la



activación de los driver con el comando que muestra la lista de todos los módulos instalados (Fig. 5):

*lsmod*

Ya que en GNU/Linux todo (o casi) es un archivo, si vamos en la carpeta /dev vemos aparecer los archivos de conexión a los device i2c-0 e i2c-1 (Fig. 6).

El comando *modprobe* permite cargar y descargar los módulos en tiempo de ejecución y mantiene sus efectos mientras que Raspberry Pi permanece encendido. En caso de apagado, o solo de reboot, nuestro módulo deberá ser recargado manualmente.

Esta condición no es adecuada para funcionar con una aplicación independiente, que debe funcionar en modo automático. El comando *modprobe*, con la opción *remove*, puede ser utilizado también para desactivar un módulo cargado anteriormente.

*modprobe -r i2c-dev*

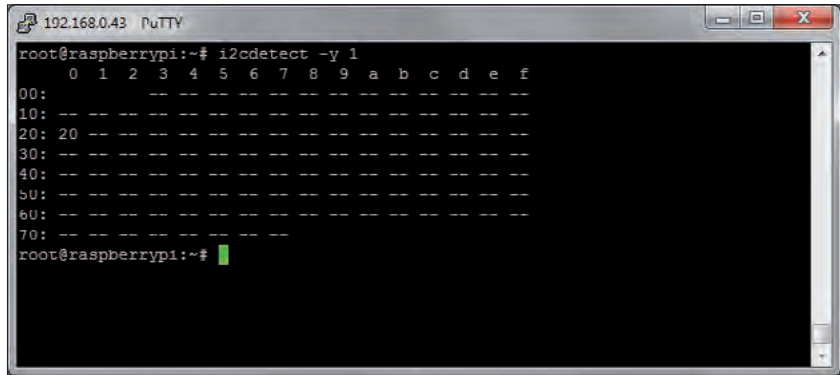
Si se desea que el módulo sea cargado al encender el Raspberry Pi es necesario habilitar la carga permanente del driver I<sup>2</sup>C que se realiza modificando oportunamente el archivo de configuración /etc/modules, que contiene la lista de los driver de carga en el momento del boot.

En caso contrario debemos recordarnos de cargar el módulo en cada encendido con *modprobe*. Para modificar el archivo podemos usar el comando:

*nano /etc/modules*

y añadir una nueva línea al archivo de configuración que contiene (Fig. 7)

*i2c-dev*



```
root@raspberrypi:~# i2cdetect -y 1
 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f
00: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
10: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
20: 20 -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
30: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
40: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
50: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
60: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
70: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
root@raspberrypi:~#
```

Fig. 11

Pulsar CTRL X y después Y para guardar las modificaciones en el archivo y salir (Fig. 8).

Ahora instalamos el paquete *i2c-tools* que nos proporciona una serie de funciones utilizables en la línea de comando para verificar el funcionamiento del bus I<sup>2</sup>C (Fig. 9):

*apt-get install i2c-tools*

Añadimos nuestro usuario *pi* al grupo I<sup>2</sup>C (Fig. 10):

*adduser pi i2c*

Ejecutamos el reboot de Raspberry Pi para activar las nuevas configuraciones con el comando *reboot*

Después que Raspberry Pi se ha reiniciado y os habéis reconectado con Putty o Kitty, comprobar si sobre el bus I<sup>2</sup>C esta visible el conversor ADC con el comando:

*i2cdetect -y 0 per Raspberry Pi rev. 1*

*o*

*i2cdetect -y 1 per Raspberry Pi rev. 2*

Deberéis obtener un resultado parecido a aquel visible en Fig. 11 donde la dirección 0x20 identifica el integrado MCP23017.

Ahora podemos instalar la librería de soporte al LCD. Utilizaremos la librería puesta a disposición con licencia BSD por Adafruit In-

dustries en el repositorio GitHub. El mejor procedimiento para descargarla es utilizar el instrumento de gestión de las versiones de software "git".

Para instalar "git" usamos el comando:

*apt-get install git*

después vamos a la carpeta home con el comando:

*cd /home*

creamos una carpeta para nuestro proyecto, por ejemplo:

*mkdir LCD*

nos posicionamos en la carpeta con el comando:

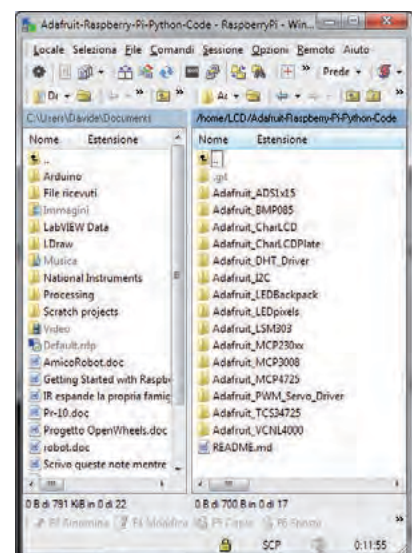
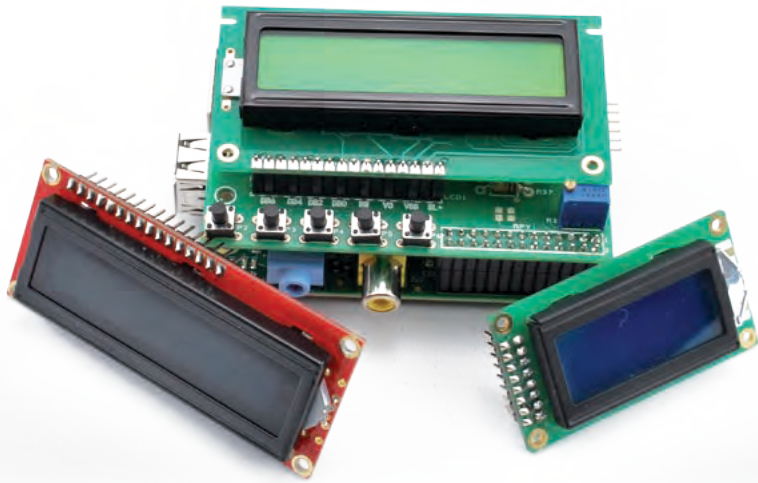


Fig. 12



CD LCD

y descargamos las librerías Python realizadas por Adafruit con el comando:

```
git clone https://github.com/adafruit/Adafruit-Raspberry-Pi-Python-Code.git
```

finalmente nos posicionamos en la carpeta que contiene la librería para la gestión del LCD con los comandos:

```
cd Adafruit-Raspberry-Pi-Python-Code
```

Podemos ver el contenido de la carpeta posicionándonos sobre la misma con WinSCP (Fig. 12). Nos posicionamos en la carpeta que contiene la librería Adafruit\_CharLCDPlate con el comando:

```
cd Adafruit_CharLCDPlate
```

Instalamos la librería para la gestión del protocolo I<sup>2</sup>C con el lenguaje Python:

```
apt-get install python-smbus
```

En este punto estamos casi listos para comprobar el funcionamiento del shield LCD.

En la librería Adafruit\_CharLCDPlate, los pines GPA6 y GPA7 se utilizan para la gestión de los colores de un LCD en color RGB. En nuestro caso, utilizando LCD monocromáticos, dejamos disponibles esos pines. Para poderlos utilizar es necesario modificar la librería de manera que se pueda utilizar los pines, por ejemplo, como entradas.

Para comprender las modificaciones, hacer referencia a las informaciones contenidas en el recuadro dedicado al integrado MCP23017. La librería contiene el código que expresa la clase Adafruit\_CharLCDPlate para la gestión de los display LCD. En el constructor

de la clase hemos modificado el ajuste inicial de los registros para hacer los pines GPA5, GPA6 y GPA7 de entrada, con resistencia de pull up interna y que funcionen en lógica invertida (valor “1” cuando el pin está a masa).

Podéis descargar la librería modificada en la dirección [www.nuevaelectronica.com](http://www.nuevaelectronica.com). En particular hemos modificado las siguientes líneas:

```

riga 99 [ 0b11111111, # IODIRA  R+G LEDs=outputs,
buttons=inputs orig. 0b00111111
riga 101 0b11111111, # IPOLA  Invert polarity on button
inputs orig. 0b00111111
riga 112 0b11111111, # GPPUA  Enable pull-ups on buttons
orig. 0b00111111

```

En la línea 425 hemos modificado el método *backlight* de manera que eliminamos el uso de los pines del banco GPA para la gestión del color.

```

def backlight(self, color):
    c = ~color
    # self.porta = (self.porta & 0b00111111) | ((c &
0b011) << 6)
    self.portb = (self.portb & 0b11111110) | ((c & 0b100)
>> 2)
    # Has to be done as two writes because sequential opera-
tion is off.
    # self.i2c.bus.write_byte_data(
    # self.i2c.address, self.MCP23017_GPIOA, self.
porta)
    self.i2c.bus.write_byte_data(
    self.i2c.address, self.MCP23017_GPIOB, self.portb)

```

Finalmente (línea 436) hemos añadido tres métodos para la lectura de los pines “avanzados” individuales.

```

# Read and return bitmask of pin A5
def buttonpin5(self):
    return (self.i2c.readU8(self.MCP23017_GPIOA) >>
5) & 1

# Read and return bitmask of pin A6
def buttonpin6(self):
    return (self.i2c.readU8(self.MCP23017_GPIOA) >>
6) & 1

# Read and return bitmask of pin A7
def buttonpin7(self):
    return (self.i2c.readU8(self.MCP23017_GPIOA) >> 7) & 1

```



Hemos preparado un programa de prueba modificando el programa de test incluido en la carpeta de la librería, obteniendo el programa visible en el **Listado 1**.

El programa, pulsando los botones presentes en el shield, permite obtener informaciones sobre el funcionamiento y el estado del sistema, sintetizados en el display LCD.

Copiar el programa en un archivo de nombre LCDProva.py, o descargarlo desde la web *www.nuevaelectronica.com*.

Recordar lanzar el comando:

```
modprobe i2c-dev
```

Posicionaros en la carpeta Adafruit\_CharLCDPlate y lanzar el programa con el comando:

```
python LCDProva.py
```

Deberíais ver el mensaje de apertura sobre el display LCD y después el menú de los pulsadores. Si no veis nada o la pantalla tiene un contraste excesivo, podéis regularlo mediante el potenciómetro R1

## Listado 1

```
#!/usr/bin/python

from time import sleep
from Adafruit_CharLCDPlate import Adafruit_CharLCDPlate
from subprocess import *

cmd_ip = "ip addr show eth0 | grep inet | awk '{print $2}' | cut -d/ -f1"
cmd_cpu = "mpstat | awk '$11 ~ /[0-9.]+/ { print 100 - $11}'"
cmd_dfh = "df -h | grep /dev/root | awk '{ print $2 }'"
cmd_dfh_p = "df -h | grep /dev/root | awk '{ print $5 }'"
cmd_ps = "ps -ef | wc -l"

def run_cmd(cmd):
    p = Popen(cmd, shell=True, stdout=PIPE)
    output = p.communicate()[0]
    return output

class CPU(object):
    def __init__(self):
        """Init a CPU status object"""
        stat_fd = open('/proc/stat')
        stat_buf = stat_fd.readlines()[0].split()

        self.prev_total = float(stat_buf[1]) + float(stat_buf[2]) + float(stat_buf[3]) + float(stat_buf[4]) +
float(stat_buf[5]) + float(stat_buf[6]) + float(stat_buf[7])
        self.prev_idle = float(stat_buf[4])
        stat_fd.close()

    def usage(self):
        """return the actual usage of cpu (in %)"""
        stat_fd = open('/proc/stat')
        stat_buf = stat_fd.readlines()[0].split()
        total = float(stat_buf[1]) + float(stat_buf[2]) + float(stat_buf[3]) + float(stat_buf[4]) + float(stat_
buf[5]) + float(stat_buf[6]) + float(stat_buf[7])
        idle = float(stat_buf[4])
        stat_fd.close()
        diff_idle = idle - self.prev_idle
        diff_total = total - self.prev_total
        usage = 1000.0 * (diff_total - diff_idle) / diff_total
        usage = usage / 10
        usage = round(usage, 1)
        self.prev_total = total
        self.prev_idle = idle
        return usage

def memUsage():
    free_fd = os.popen('free -b')
    free_buf = free_fd.readlines()[1].split()
    usage = (float(free_buf[2]) / (float(free_buf[1]))) * 100
    usage = round(usage, 1)
    return usage
```

(Continúa)

## Listado 1 – CONTINUACIÓN

```
cpu = CPU()

# Initialize the LCD plate. Should auto-detect correct I2C bus. If not,
# pass '0' for early 256 MB Model B boards or '1' for all later versions
lcd = Adafruit_CharLCDPlate()

# Clear display and show greeting, pause 1 sec
lcd.clear()
lcd.message("  RaspberryPi\n EleetronicaIn")
sleep(5)
lcd.clear()
lcd.message("\nP1=M P2=IP P3=CPU\nP4=DSK P5=Proc.")

# Poll buttons, display message & set backlight accordingly
btn = ((lcd.LEFT , 'Pulsante 1' , lcd.BLUE),
       (lcd.UP , 'Pulsante 2' , lcd.BLUE),
       (lcd.DOWN , 'Pulsante 3' , lcd.BLUE),
       (lcd.RIGHT , 'Pulsante 4' , lcd.BLUE),
       (lcd.SELECT, ' ' , lcd.ON))
prev = -1

while True:
    pin5 = lcd.buttonpin5()
    pin6 = lcd.buttonpin6()
    pin7 = lcd.buttonpin7()
    pinT = pin5 * 100 + pin6 * 10 + pin7
    pinS = ("000" + str(pinT))[-3:]

    for b in btn:
        if lcd.buttonPressed(b[0]):
            if b is not prev:
                print b[0]
                if b[0] == 0:
                    lcd.clear()
                    lcd.backlight(lcd.ON)
                    ps = run_cmd(cmd_ps)
                    lcd.message('\N.Processi %s\nP1=Menu pin %s' % (ps , str(pinS) ))
                elif b[0] == 1:
                    lcd.clear()
                    lcd.backlight(lcd.ON)
                    ipaddr = run_cmd(cmd_ip)
                    lcd.message('\IP %s \nP1=Menu pin %s' % ( ipaddr , str(pinS) ))
                elif b[0] == 2:
                    lcd.clear()
                    lcd.backlight(lcd.ON)
                    dfh = run_cmd(cmd_dfh)
                    dfh_p = run_cmd(cmd_dfh_p)
                    lcd.message('\DSK %s USED %s\nP1=Menu pin %s' % (dfh.strip(), dfh_p.strip() , str(pinS)))
                elif b[0] == 3:
                    lcd.clear()
                    lcd.backlight(lcd.ON)
                    cpul = float(cpu.usage())
                    lcd.message('\CPU %.2f%%\nP1=Menu pin %s' % (cpul , str(pinS)))
                elif b[0] == 4:
                    lcd.clear()
                    lcd.backlight(lcd.ON)
                    lcd.message("\nP1=M P2=IP P3=CPU\nP4=DSK P5=Proc.")
            prev = b
    break
```

hasta obtener un resultado satisfactorio. Como podéis ver, el listado es muy simple: la mayor parte del trabajo es desarrollado por los métodos proporcionados por la librería. A la apertura del programa importamos la clase `sleep`, para gestionar los retrasos de ejecución, la librería

`Adafruit_CharLCDPlate` y la librería `subprocess`. La primera instrucción del programa llama un método que permite determinar a qué revisión pertenece el Raspberry Pi en nuestra posesión y ajustar en consecuencia el bus I2C, 0 o 1. Después se envía el mensaje de apertura sobre el display y sucesivamente, con





Fig. 13



Fig. 14



Fig. 15



Fig. 16



Fig. 17

un retardo de un segundo, el mensaje de menú. Finalmente en el ciclo *while* se leen los valores de los tres pines de entrada y después se captura qué pulsador está accionado para ejecutar la función correspondiente con la presentación de los resultados sobre el display.

Los valores de los pines se presentan en el display abajo a la derecha de cada comando.

Con fines didácticos, en este programa de ejemplo, hemos querido presentar el resultado de algunos comandos que permiten recoger informaciones sobre el estado y/o el funcionamiento del sistema. Es inútil recordar que los mismos comandos pueden ser tecleados en la ventana terminal como comandos normales, obteniendo los mismos resultados. Los comandos son ejecutados lanzando procesos externos al programa en ejecución y recuperando el resultado al final de la ejecución (**Listado 1**).

En particular la presión del pulsador P2 llama al menú; el pulsador P3 muestra la dirección IP de Raspberry Pi y el estado de los tres pin de entrada adjuntos, P4 el uso de CPU, P5 el espacio ocupado sobre la SD Card o su disco - tanto en GB como en porcentaje - y P6 el número de procesos en ejecución sobre Raspberry Pi. Para modificar el estado

de los pines de entrada podéis utilizar experimentalmente y con mucha atención un cable con los terminales hembra/hembra a los extremos. Conectar un extremo del cable al terminal a masa y el otro terminal a uno de los pin de entrada. Pulsar uno de los pulsadores desde P3 a P6 y deberíais ver el estado de los pines abajo a la derecha (Fig 13, 14, 15, 16, 17).

En los próximos números os presentaremos otros shield de expansión y profundizaremos los modos de diseño y realización de programas que respeten el esquema de arquitectura descrito al inicio del artículo.

(178025) ■



Todos los componentes necesarios para realizar el proyecto descrito en estas páginas son fácilmente localizables en el mercado; el diseño del circuito impreso y el firmware pueden ser descargados gratuitamente desde la web de la revista ([www.nuevaelectronica.com](http://www.nuevaelectronica.com)). El shield LCD está también disponible como kit de montaje (cod. FT1074K) al precio de 17,00 Euros; el kit se suministra con el display LCD 16x2 retroiluminado (código ACM1602B-FL-YBW). Con este kit pueden ser utilizados también otros display como el modelo LCD 16x2 retroiluminado blanco/negro cod. LCD16x2WB (15,00 Euros) y el display LCD 8x2 retroiluminado azul cod. LCD8x2BN (7,50 Euros).

Precios IVA incluido sin gastos de envío.

Puede hacer su pedido en:

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

[pedidos@nuevaelectronica.com](mailto:pedidos@nuevaelectronica.com)

# TECNOLOGÍA DE LARGO ALCANCE PARA IoT: SIGFOX

ARSENIO SPADONI



El Internet de las Cosas, Internet of Things o IoT, se convierte poco a poco en una realidad: a la búsqueda de una tecnología inalámbrica de largo alcance particularmente indicada para realizar redes wireless sencillas y económicas capaces de conectarse entre ellas millones de objetos inteligentes.

Según las previsiones, antes del 2020 el número de dispositivos conectados en Red estará comprendido entre 20 y 65 millones: la mayor parte serán objetos capaces de interactuar con el ambiente circundante que intercambiarán datos entre ellos y con una infraestructura informática capaz de

mejorar los procesos productivos, la producción y distribución de la energía y la logística: proporcionar conectividad e inteligencia a los objetos permite optimizar los recursos disponibles haciendo nuestra existencia más placentera y menos fatigosa. Es el nuevo paradigma de esta década, comúnmente



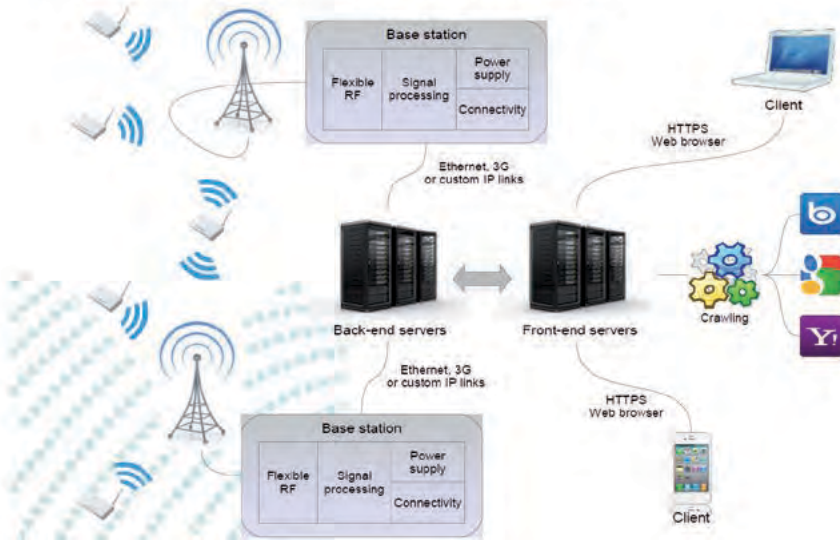


conocido como *Internet of Things*, que desplegará sus propios efectos en los próximos 5-10 años con todas sus implicaciones aún por descubrir, seguramente con algunos aspectos negativos pero con grandes oportunidades para las personas y las empresas que sepan aprovecharlas. Seguramente, solo como un

ejemplo, la persona que lee nuestro contador del gas desaparecerá (y esto representa un hecho negativo inmediato) pero mejorará la eficiencia del sistema creando nuevas oportunidades de trabajo. Cuando nos ocupamos de Internet of Things, el pensamiento corre inmediatamente a las redes wireless (2G/3G



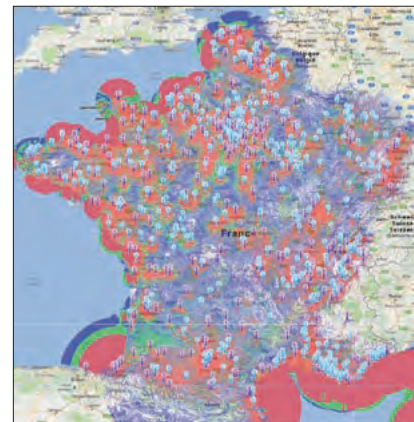
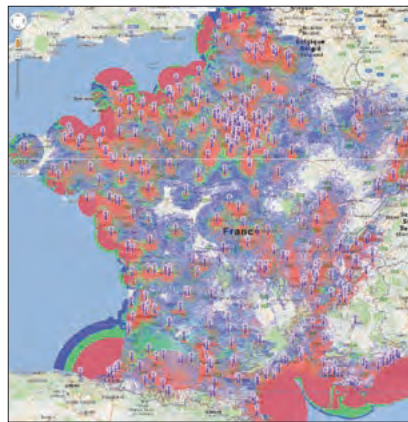
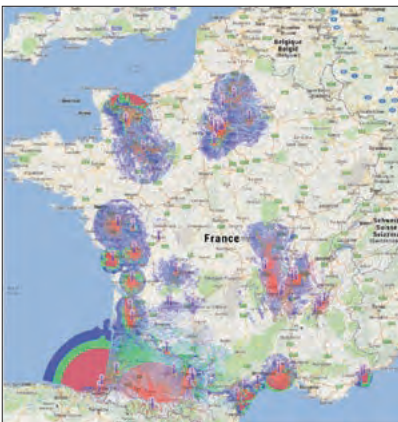
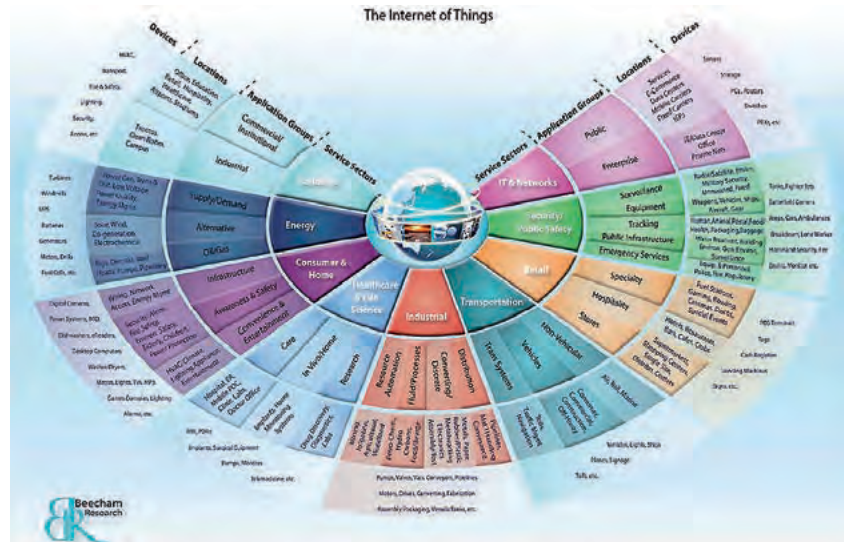
# An example : SIGFOX network



Los datos provenientes de la red SIGFOX se ponen a disposición del usuario vía Internet (mediante PC, smartphone o tablet) según el siguiente esquema.

IoT y M2M, (pensemos por ejemplo en la gestión de flotas); existen todavía otras tantas aplicaciones en las que esta tecnología no es apropiada, especialmente cuando el objeto a conectar debe consumir poquísimos ya que es alimentado mediante batería, debe transmitir pocas informaciones y quizás deba tener un coste muy bajo. Pensemos por ejemplo en un detector de humo para sistemas contra incendio o en un sensor de temperatura y humedad de un invernadero; el detector de humo debe enviar un par de mensajes al día para decir que esta "vivo" y en el caso de incendio una señal de alarma.

y ahora también LTE/4G) que todos nosotros estamos habituados a utilizar para las llamadas normales, para el envío de SMS y cada vez más para la conexión a los servicios de Internet, desde el correo electrónico a la navegación, al archivo de documentos. Todo a través de terminales inteligentes, desde los smartphone a las tablet, a los PC dotados de conexión inalámbrica. Seguramente la tecnología móvil es indispensable y muy útil en múltiples aplicaciones en ámbito



La cobertura de Francia a través de la red SIGFOX ha sido realizada en un solo año: de izquierda a derecha la cobertura a principio de 2013, en agosto y al final del 2013.



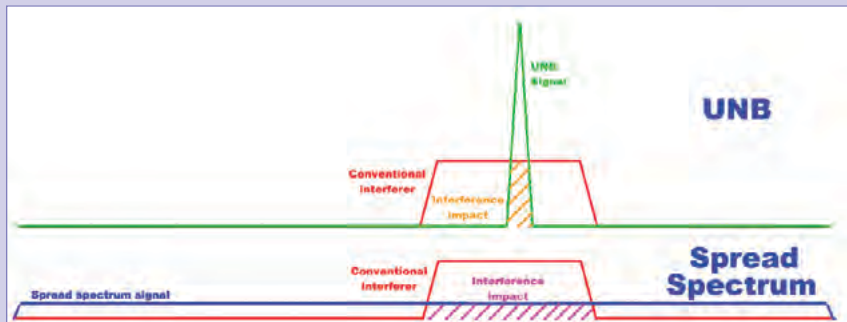
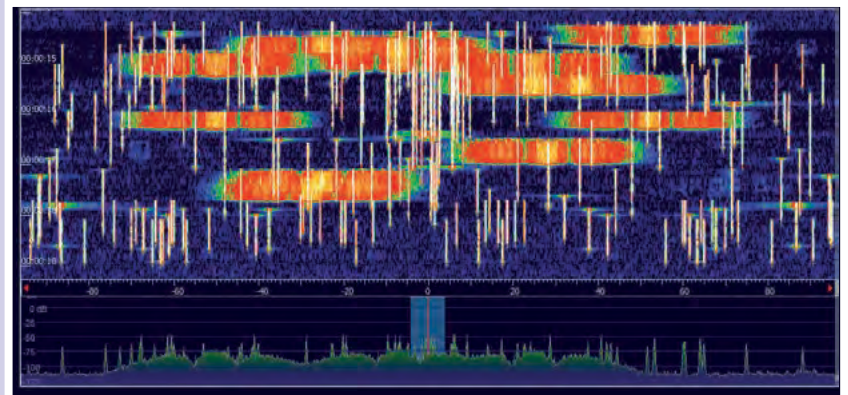
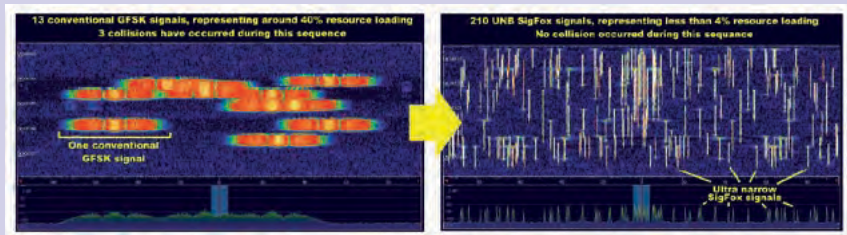
# Las tecnologías Ultra Narrow Band y Spread Spectrum



Para objetos de este tipo, que representan una gran parte de las "Cosas" a poner en red, es seguramente más adecuada una red realizada ad hoc, fácilmente escalable y además fácilmente implementable: y seguramente mucho más económica que una red GSM. Sin embargo, para transferir en el mundo real esta visión es necesario que el alcance de la conexión radio sea del orden de 3-30 kilómetros: solo así la red dedicada podrá ser realizada en poquísimos tiempo y con recursos particularmente contenidos.

Ya, ¿pero cómo se garantiza alcances de este tipo (long-range) con consumos reducidos y potencias de transmisión también contenidas, quizás tan bajas como para permitir el uso de frecuencias que no necesitan de ninguna concesión o licencia como por ejemplo los 868 MHz en Europa y los 915 MHz en los Estados Unidos?

Las investigaciones en este sector han llevado en los últimos 3-4 años a resultados extraordinarios que permiten a un único (y muy sencillo) receptor gestionar más de un millón de transmisores dentro de un radio de acción que puede ir desde algún kilómetro (en las áreas densamente urbanizadas) a 15-30 kilómetros en las áreas rurales. Pioneros en este campo han sido las sociedades Semtech ([www.semtech.com](http://www.semtech.com)) y SigFox ([www.sigfox.com](http://www.sigfox.com)) que han puesto a punto sistemas inalámbricos de bajo coste capaces de alcanzar estos increíbles resul-



Para aumentar el alcance de un sistema radio se pueden seguir dos caminos: aumentar la potencia del transmisor o mejorar la sensibilidad del receptor. En las aplicaciones IoT no es posible aumentar la potencia del TX que, al contrario, debe ser la más baja posible para reducir al mínimo los consumos energéticos. Desde este punto de vista, potencias del orden de 1-25 mW sobre frecuencias sub-1 GHz son aceptables. Con estas potencias y con una sensibilidad estándar del receptor del orden de -110 dBm (garantizada por la tecnología súper regenerativa o superheterodina) – el alcance, en cada caso, no supera los 30-300 metros. La sensibilidad de un receptor está fuertemente influenciada por el ruido intrínseco del dispositivo y por aquel presente en el éter. Para incrementar de manera significativa la sensibilidad (y por tanto el alcance del sistema), en los últimos años se han hecho notables pasos hacia adelante gracias al uso de dos tecnologías particulares: la denominada spread spectrum (utilizada en los dispositivos Lo-Ra de Semtech) y la Ultra Narrow Band utilizada por SigFox. En el caso

del UNB, el principal problema a resolver reside en la estabilidad de frecuencia del aparato mientras la desventaja es la banda de paso particularmente baja (en el caso de la tecnología SigFox los datos son transmitidos a 100 bit/segundo). Sin embargo, en el caso de aplicaciones IoT, los mensajes son mucho más breves para quien, incluso con esta velocidad, pueden ser enviados en un par de segundos. La otra gran ventaja reside en la posibilidad de gestionar por parte de un único receptor un número increíblemente alto de transmisores como demuestran los gráficos en los cuales se ven las emisiones de pocos TX convencionales (con ya algunas colisiones) equiparadas con las emisiones de 210 TX UNB sin ninguna colisión. De este gráfico se deduce que un receptor SigFox con tecnología UNB integrada con Cognitive SDR (además de garantizar una sensibilidad de incluso -126 dBm a la que corresponde un alcance de alrededor 1-10 km) es capaz de gestionar hasta 3 millones de dispositivos en el caso que cada uno de estos envíe 3 mensajes al día ocupando apenas el 8% del espectro del canal utilizado.

## Device SigFox



Desde su nacimiento, la red y el protocolo SigFox han sido soportados por dispositivos fabricados por la sociedad francesa Telecom Design que actualmente tiene en su catálogo los módulos TD1204, TD1205 y TD1208, gateway y transceptores operativos en la frecuencia europea ISM 868 MHz. A estos productos se han añadido los dispositivos Telit (LE51-868S, un gateway SigFox de 868 MHz) y el transceptor Silicon Labs Si446x capaz de trabajar entre 142 y 1050 MHz y por tanto funcionar tanto sobre la frecuencia europea ISM 868 MHz como sobre la americana de 915 MHz. A estas frecuencias, este compacto chip presenta una sensibilidad de -127 dBm y una potencia máxima de +16/+20 dBm (50-100 mW). Al lado de SigFox ha salido recientemente al terreno de juego Atmel, durante Electrónica 2014 ha anunciado y presentado el SoC ATA8520 que ha obtenido recientemente la homologación SigFox. El chip es capaz de trabajar entre 315 y 915 MHz y puede ser controlado a través de un interfaz SPI. El dispositivo – que contiene el stack SigFox y la correspondiente identificación unívoca de 32 bit, además del protocolo de seguridad AES – es capaz de asegurar un alcance comprendido entre 15 y 30 km, gracias a la elevada sensibilidad del receptor y a la potencia de salida de +14,5 dBm.

tados. La francesa SigFox (una start-up nacida en 2010) se ha comprometido principalmente en la creación de redes long-range que ya cubren naciones enteras, dejando a sociedades partner la producción de los dispositivos (chip y módulos) a utilizar para realizar los terminales; recientemente, a los productores de chip ya activos en este sector, se ha añadido Atmel que, con ocasión de la feria Electrónica 2014 presentó el primer SoC certificado SigFox, un dispositivo low-cost de dimensiones particularmente reducidas que seguramente dará un notable impulso a esta tecnología y a las redes en fase de realización.

Para aumentar el alcance de un sistema radio es posible actuar sobre la potencia del transmisor, sobre la sensibilidad del receptor o sobre ambos aspectos. En el caso de las aplicaciones para IoT la potencia emitida no puede superar los 10-25 mW para estar dentro de las normas que regulan el uso de las frecuencias ISM, pero sobre todo para contener los consumos. Es también verdad que, por volver al ejemplo del detector de humo, el transmisor permanece en funcionamiento durante unos pocos segundos al día, después de esto va en modo sleep consumiendo no más de algún nanoamperio, pero debemos considerar que en muchos casos la batería

La tecnología Lo-Ra (Long Range), desarrollada por la sociedad Semtech ([www.semtech.com](http://www.semtech.com)), ofrece sustancialmente las mismas prestaciones de la tecnología SigFox, siendo capaz de realizar una conexión inalámbrica de larga distancia (15 km en ambiente rural, 3 km en ambientes urbanos de alta densidad) para el envío de datos a baja velocidad. Sin embargo, al contrario de SigFox, que además de haber puesto a punto el protocolo y realizado una red que cubren ya algunas naciones, Semtech es un productor de silicio y no un distribuidor de servicios. Por tanto las redes IoT con tecnología Semtech serán realizadas por proveedores independientes; actualmente las sociedades que más han hecho desde este punto de vista son Kerlink, IMST, Multitech, Cisco y Link-Lab. Sin embargo en lo que se refiere a la gestión de la infraestructura de red, recientemente se ha movido IBM con su centro de investigaciones de Zúrich que ha puesto a punto el sistema LRSC (IBM Long-Range Signaling And Control) y ha creado una serie de redes demo. La infraestructura IT creada por IBM es muy eficiente en términos de dispositivos soportados: es escalable desde pocos a un gran número de dispositivos y esta optimizado para requerir la menor potencia posible permitida por la aplicación con las comunicaciones protegidas por un motor criptográfico.



debe garantizar una autonomía de 10-20 años. Por este motivo no es posible ir más allá de los valores de potencia citados. A este propósito hay que observar también que sobre las frecuencias ISM no es posible transmitir continuamente, ha de ser con





# El nuevo chip ATA8520



Derivado de la familia de los transceptores sub-GHz de Atmel, el nuevo ATA8520 está especialmente estudiado para funcionar con la red SigFox en cuanto implementa el stack además del ID unívoco de 32 bit que identifica todos los terminales conectados a la red SigFox.

	Atmel ATA8520
Sigfox protocol handling	Device internal
TX output power (max)	14.5dBm
Power supply	1.9-3.6V
Current consumption - TX active	32.7mA
Current consumption - OFF mode	5nA
BOM	1xQ, 2xL, 7xC
Control I/F	SPI @ 500kHz
ESD protection (HBM)	4kV

datos, comprendida entre cerca de 100 y 300 bit por segundo. Para la mayor parte de las aplicaciones esta baja velocidad no influye sobre las prestaciones de la red.

En este artículo nos ocuparemos de manera específica de la tecnología y de la red SigFox por dos motivos principales: la disponibilidad de una cobertura bastante amplia a nivel europeo con los primeros gateway y la disponibilidad de chip low-cost (como el de Atmel) con los cuales realizar las primeras aplicaciones interesantes.

## One Network A billion dream

Es este el eslogan de SigFox, la joven sociedad francesa que primero ha creído en una red destinada específicamente a los objetos. Una red simple, económica, escalable y rápidamente implementable. En la segunda página de este artículo vemos la configuración de esta red con una serie de gateway de radio capaces de dialogar con los objetos (un millón y más para cada gateway) que se encuentra en el área de cobertura radio. Los datos recibidos son enviados vía GSM o red fija a un sistema central de memoria

y elaboración y “distribuidos” a los Clientes mediante API de Internet capaces de automatizar la gestión de los dispositivos e implementar la integración de los datos.

La infraestructura es así de simple y poco costosa que, como se ve siempre en los mapas, la cobertura del territorio francés entero ha sido realizada en poco más de un año. Utilizando socios locales, SigFox ha completado la cobertura también en Holanda, España, Reino Unido y parte de Rusia y está firmando acuerdos con otras numerosas sociedades capaces de realizar infraestructuras en toda Europa y también en algunas zonas de los Estados Unidos.

Como último análisis, por tanto, una red dedicada destinada al IoT debe presentar las siguientes características:

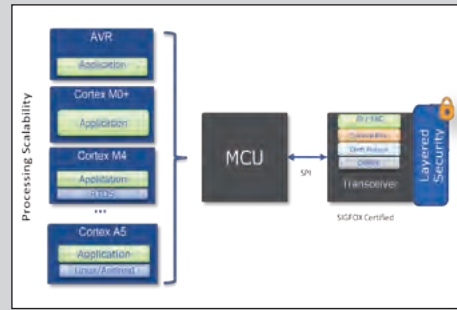
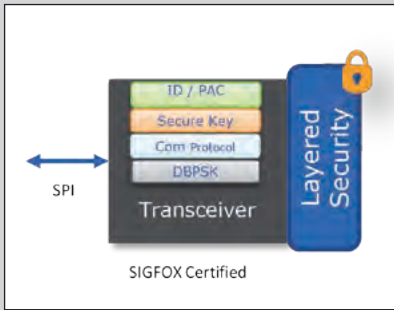
- Consumo de energía de los terminales muy bajo
- Elevado alcance de la conexión de radio para reducir el número de gateways
- Económica y fácilmente integrable y escalable
- Segura y fiable para evitar vulnerabilidad



Todos estos requisitos están plenamente garantizados por los dispositivos y por la infraestructura SigFox. Para la cobertura de Francia, por ejemplo, han bastado con menos de mil gateways. La posibilidad de disponer de una infraestructura dedicada para dar conectividad a cualquier objeto físico permite una multitud de oportunidades, desde la optimización de procesos existentes hasta la creación de negocios completamente nuevos.

El uso de objetos conectados no es ciertamente una novedad, pero el crecimiento del sector está acelerando rápidamente: se calcula que el IoT generará ingresos de 1200 millones para 2020 respecto a los 200 millones de hoy. Los objetos conectados son habitualmente muy simples, aislados y que funcionan con batería, con sensores que detectan determinados eventos o informaciones una decena o centena de veces al día y los envían a un sistema informático centralizado. Las informaciones pueden referirse a cualquier cosa, desde el consumo de energía, a la temperatura, humedad, posición, presencia, datos sanitarios y tantas otras más. El reto para





*Los recursos internos del dispositivo ATA8520 no son accesibles al usuario en cuanto ID/PAC, Secure Key, protocolo y modulación SPBSK son programados en fábrica. El sistema es escalable y puede ser controlado mediante diferentes procesadores en función también de las prestaciones que se quieren obtener.*

los proveedores tradicionales de conectividad de red está en su capacidad de proporcionar soluciones adecuadas a estos productos que habitualmente las tecnologías existentes no pueden proporcionar, tanto a lo que se refiere los consumos energéticos como lo que concierne a costes. Hoy en día resulta evidente que las aplicaciones ligadas a Internet of Things tienen requisitos muy distintos respecto a los móviles y los smartphone; en este último caso, se va hacia el camino de mayor ancho de banda y una mayor capacidad de procesamiento a expensas de la duración de la batería y de costes que resultan en cualquier caso elevados, impensables para infraestructuras con millones de objetos conectados. La otra posibilidad, la conectividad satélite, presenta los mismos problemas con costes elevados y consumos energéticos incompatibles con el desarrollo de redes extendidas low-cost. También las soluciones de conectividad de corto radio (Wi-Fi, ZigBee, etc.) presentan un elevado consumo energético y son muy complejas de gestionar. La conectividad Wi-Fi, por ejemplo, requiere la configuración de cada objeto mientras infraestructuras como

ZigBee requieren un elevado número de concentradores, con la consiguiente complejidad de instalación y mantenimiento e incluso mayor consumo energético. En conclusión, por tanto, se vuelve a las características de la red SigFox y más en general de los sistemas "low power long range" o LPWA (Low Power Wide Area) que resultan los más adecuados para un rápido desarrollo de infraestructuras IoT. Técnicamente también un sistema móvil GSM/GPRS/LTE podría ser definido long range, pero seguramente no es low power. Sin considerar el hecho que al contrario de los sistemas GSM y satélite, los dispositivos LPWA trabajan con frecuencias radio libres y no sujetas a concesión gubernamental. El rápido despliegue de soluciones destinadas al Internet of Things requiere por tanto infraestructuras dedicadas, con elevado alcance pero con consumos reducidos, del orden (en transmisión) de pocos milivatios para garantizar muchos años de funcionamiento sin mantenimiento de ningún tipo. Se calcula que un terminal SigFox con chip de última generación alimentado con dos baterías de 2.700 mA sea capaz de

funcionar alrededor de 20 años enviando 140 mensajes al día. Desde el punto de vista técnico, la red SigFox prevé el envío de un máximo de 140 mensajes por objeto conectado al día. Cada mensaje está formado por una carga útil de 12 byte; en el caso de datos más largos, los mismos se subdividen en más mensajes de manera que respeten los 12 byte previstos. Cada dispositivo es identificado por un ID de 32 bit y por PAC utilizable una sola vez para registrar el ID SigFox. Los nuevos dispositivos Atmel, y en particular el chip ATA8520, integra un TX de bajo consumo tanto en transmisión (apenas 32,7mA) como en modo OFF (apenas 5 nA); el chip puede funcionar con una tensión comprendida entre 1,9 y 3,2 V y es capaz de entregar una potencia RF de +14,5 dBm. Además el dispositivo integra el stack SigFox, el ID, el PAC y está preparado para un sistema criptográfico AES capaz de garantizar la máxima seguridad desde este punto de vista. La comunicación se produce a través de un puerto SPI y el chip requiere alrededor de 10 componentes externos para funcionar. En la configuración típica este dispositivo se controla con un micro AVR a 8 bit (ATmega328P). Son estos los componentes que utilizaremos en los próximos proyectos IoT long-range que tenemos en fase de diseño.

!Permanece atento!

(191022)

## Nanoshell: el nuevo material de silicio que absorbe el 90% de los rayos solares

Un equipo de estudiosos de la Universidad de San Diego-California ha desarrollado un material nanoshell de silicio recubierto de boruro con una superficie multiscala capaz de absorber y convertir en calor más del 90% de la luz solar capturada. El nuevo material a base de nanopartículas para plantas solares de concentración es capaz de resistir durante muchos años temperaturas superiores a 700°C, y es muy resistente al aire y a la humedad. El proyecto ha recibido una importante financiación del Programa Departamental SunShot Energía. "Hemos querido crear un material que absorba la luz solar de manera total, sin residuos", ha precisado Sungho Jin, docente del Departamento de Mecánica e Ingeniería Aeroespacial de la Universidad de San Diego, que ha desarrollado este nuevo material en colaboración con el profesor Liu Zhao-wei del Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática. El nuevo material, creado para poder aplicarse en



plantas solares de concentración, se compone por tanto de una superficie "multiescala", que almacena y absorbe la luz, creada utilizando partículas de varias dimensiones que oscilan entre 10 nanómetros y 10 micrómetros.

[www.jacobsschool.ucsd.edu](http://www.jacobsschool.ucsd.edu)

## Un escáner italiano para monitorizar el clima

El Instituto Nacional de Óptica del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (Ino-CNR) de Florencia y la empresa estadounidense Planetary Emissions Management Inc. (Cambridge, Massachusetts) se han unido para industrializar la tecnología láser Cnr que - permitiendo medir el dióxido de carbono con una sensibilidad y precisión nunca antes alcanzada por vía óptica - puede revelar el radiocarbono presente en la atmósfera en forma de  $^{14}\text{CO}_2$ . La tecnología tiene importantes repercusiones en la monitorización del clima mundial, la seguridad y la datación de los hallazgos arqueológicos.

"La nueva metodología se basa en una técnica espectroscópica de altísima sensibilidad denominada Scar (saturated-absorption cavity ring-down), que permite medir directamente el número de moléculas de  $\text{CO}_2$  que contiene el átomo de radiocarbono presente en la atmósfera", recuerda Paolo De Natale, director del Ino-Cnr y responsable del equipo investigador. "El instrumento patentado por nosotros tiene varias ventajas. Es portátil, ocupando un espacio casi 100 veces menor en comparación con los aparatos utilizados hasta aho-

## Un estadio completamente "pasivo" para el mundial de Qatar de 2022

Qatar Foundation, con motivo del mundial de fútbol de 2022, organizado en el país asiático, ha diseñado un innovador y tecnológico estadio pasivo, que permitirá a los espectadores de los partidos de fútbol gozar del espectáculo sin sufrir el clima abrasador del exterior, con prestaciones altamente ecosostenibles.

El estadio, construido por el equipo de Arup, será parte integrante de la Health

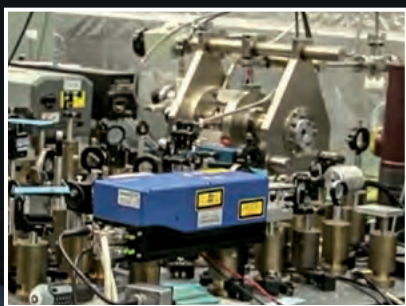




ra, y es al menos 10 veces más económico. Además puede usarse con diferentes tipos de moléculas”.

“La tecnología desarrollada por el Cnr es revolucionaria y capaz de proporcionar una medida verificable de las emisiones de CO2 producidas por los combustibles fósiles”, declara Bruno DV Marino, CEO de Planetary Emission Management Inc. “El nuevo sensor cambiará nuestro enfoque para la gestión de las emisiones de CO2, creando un sistema global de medida del dióxido de carbono esencial para la comprensión y la gestión de los cambios climáticos. Otras posibles aplicaciones incluyen la seguridad y la datación de los hallazgos arqueológicos, en los que el radiocarbono representa el indicador más fiable”.

[www.cnr.it](http://www.cnr.it)



and Wellness Precinct, el distrito futurista diseñado específicamente para la Copa del Mundo y tendrá una capacidad para 40.000 espectadores, que podrá reducirse a 25.000, gracias a un diseño modular especial que elimina cuando se desea las últimas filas de la instalación deportiva. Ocupándose del proyecto, Arup, trabaja para garantizar el enfriamiento pasivo y la sostenibilidad del estadio. “Con el uso de un innovador sistema informático para el análisis de la dinámica de fluidos – explica David Castro, Project Manager de Arup – hemos sido capaces de diseñar un estadio inteligente que utiliza medidas pasivas, para garantizar el enfriamiento, pese a las críticas condiciones climáticas, minimizando también por otra parte el consumo de energía”. El estadio también está equipado con un techo “green” con paneles fotovoltaicos y sistemas solares térmicos, con un sistema de reciclaje del agua y una serie de medidas para la reducción del consumo energético.

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

## En Gran Bretaña, el primer bio bus alimentado con los desechos orgánicos humanos

Los excrementos pueden llegar a ser muy útiles para la movilidad sostenible, como se demuestra por el clamor que está despertando en la opinión pública el primer “bio-bus” en funcionamiento en Gran Bretaña, alimentado con biometano producido a partir de residuos de alimentos y desechos orgánicos humanos.

El autobús con 40 asientos se utiliza como servicio de transporte al aeropuerto que cubre la ruta entre Bath y Bristol y se mueve gracias al gas derivado totalmente de los residuos de alimentos y los desechos humanos transformados después en las instalaciones de la empresa energética Geneco a Wessex Water, con una significativa reducción de las emisiones nocivas en comparación con el motor diésel, por ejemplo.

Un depósito de gasolina lleno es equivalente a los residuos orgánicos producidos por cinco personas en un año y es suficiente para recorrer 190 km.

“Los vehículos de gasolina tienen un papel importante para mejorar la calidad del aire en las ciudades del Reino Unido, pero el Bio Bus va más allá



siendo alimentado por las personas que viven en la zona, muy probablemente presentes habitualmente en el autobús”, dice Mohammed Saddiq, director de Geneco.

La empresa de energía Geneco es la primera compañía en utilizar este tipo de combustible generado a partir de los desechos humanos de 8.300 viviendas en Bristol, nombrada Capital Verde Europea 2015. Gracias al uso de la digestión anaeróbica el sistema produce 17 millones de toneladas de biometano al año.

[www.geneco.uk.com](http://www.geneco.uk.com)



## Solar Floating Island: el hotel green que flota sobre el Océano

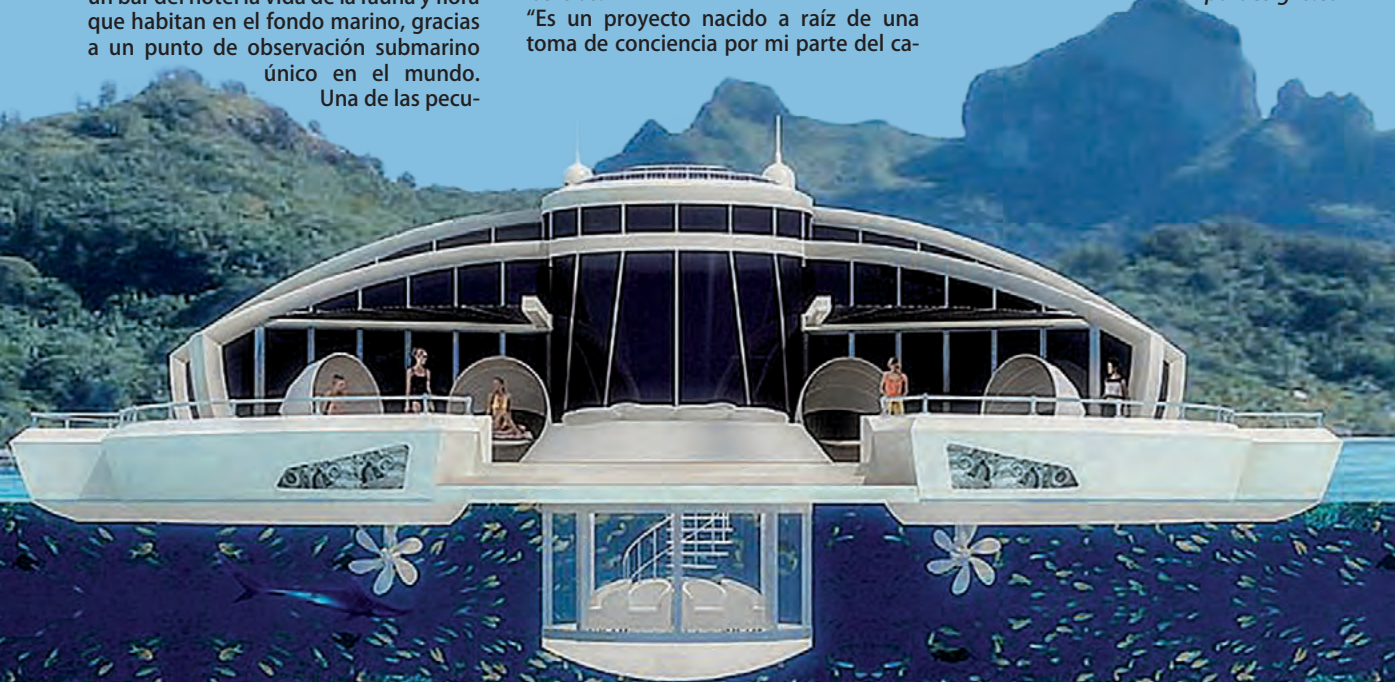
El estudio MPD Designs, dirigido por el italiano Michele Puzzolante, ha ideado un resort futurista en forma de platillo volante, que será construido en las Maldivas. El "Solar Floating Island" podría acoger a sus primeros huéspedes ya en el 2016, una vez que se ultime el proyecto. El complejo hotelero estará totalmente alimentado por energía solar obtenida a través de potentes paneles fotovoltaicos, resultando totalmente ecosostenible. Los clientes podrán contemplar en un bar del hotel la vida de la fauna y flora que habitan en el fondo marino, gracias a un punto de observación submarino único en el mundo. Una de las pecu-

liaridades del Solar Floating Island, cuyo precio para dormir una noche será de unos tres mil euros, es el de poder moverse sobre las aguas del océano, gracias a los motores eléctricos de los que está dotado y a una sala de control en la que se encuentra el timón. Este proyecto se ha presentado para ofrecer a las Maldivas una oportunidad para seguir siempre a la vanguardia del turismo, a pesar de los cambios climáticos que están provocando el crecimiento de las mareas en las islas.

"Es un proyecto nacido a raíz de una toma de conciencia por mi parte del ca-

lentamiento global, su impacto sobre el medioambiente y los riesgos de supervivencia de las especies que pueblan nuestro planeta", ha declarado Michel Puzzolante. "Cada vez más personas están dándose cuenta del hecho de que existe una solución y muchos inversores están empezando a interesarse por la energía solar. Además, el Gobierno apoya plenamente este tipo de tecnología verde", concluye

[www.mpd-designs.com](http://www.mpd-designs.com)



## Renault Twizy Cargo, el quad eléctrico para los repartos en ciudad

Renault sigue apostando por la movilidad eléctrica con Twizy Cargo, el pequeño vehículo comercial impulsado por un motor eléctrico, ideal para moverse por los centros históricos de las ciudades y en las zonas con tráfico limitado.

El vehículo, fruto de la colaboración entre Renault Tech y Renault Sport Technologies, destinado en particular a las empresas especializadas en repartos, tiene una capacidad de almacenamiento de 180 litros, con una capacidad de carga de 75 kg, accesible mediante una puerta con apertura a 90°, que sustituye el asiento del pasajero. Para Cargo están previstas dos versiones diferentes 45 y 80: la primera

tiene un motor de 9 CV y 33 Nm de par, equiparable según las leyes a un ciclomotor, mientras la versión de 80 tiene una unidad de 17 CV y 53 Nm de par y se conduce con el permiso B (o A1 de moto).

En cuanto a los costes, la Twizy Cargo 45 costará 8.090 euros, mientras la versión 80 costará 8.900 euros. El precio no incluye las baterías, que sin embargo podrán alquilarse por un precio mensual que ronda los 50 euros aproximadamente. Desde hace más de 25 años, Renault Tech diseña, produce y comercializa equipos para vehículos y ofrece servicios relacionados, para responder a las exigencias de clientes privados y profesionales, respetando



los estándares de calidad del Grupo. Renault Tech es una Business Unit 100% Renault, integrada en Renault Sport Technologies.

[www.renaultclub.it](http://www.renaultclub.it)



## Hendo, el primer hoverboard del mundo

Tony Hawk, el skater estadounidense, ha probado Hendo, el primer "hoverboard" realmente operativo, diseñado y desarrollado por la startup americana Arx Pax.

El hoverboard en cuestión pesa alrededor de 40 kg y es capaz de levantarse del suelo pocos centímetros. Permanecer en equilibrio sobre el skate en el aire no es fácil, como ha demostrado el mismo Hawk, que ha tenido muchos problemas para mantener el equilibrio en esa situación.

El coste de Hendo es de 10 mil dólares y con esta cifra se ha puesto a la venta en Kickstarter con óptimos resultados, ya que los 10 modelos de skate flotante en venta se compraron inmediatamente. Ciertamente sería lógico preguntarse quién podría ser realmente el comprador

del hoverboard (además obviamente de los fans de la trilogía de Regreso al Futuro), dado que para utilizarlo es necesario un pavimento metálico.

El hoverboard está dotado de motores en forma de disco que generan un campo magnético, que se opone a la superficie permitiendo al objeto, sobre el cual se instala el motor, levitar. El creador del primer hoverboard, Greg Henderson, ha

explicado cómo la levitación magnética además de emplearse en los trenes, podría revelarse utilísima en un futuro también para ensamblar edificios de manera más rápida de cómo es ahora, con el montaje de todo el conjunto gracias a la levitación magnética, aunque por el momento solo es una fantasía.

<http://hendohover.com>

## Primer vuelo experimental para la cápsula Orion de la NASA

Después de una serie innumerable de reenvíos a causa del mal tiempo, la cápsula Orion Multi-Purpose Crew Vehicle de la Nasa ultimó con éxito su primer vuelo experimental, efectuando dos vueltas alrededor de la tierra para después aterrizar frente largo de California.

Se trata del primer vuelo del nuevo programa espacial americano, después del Apolo y el Shuttle, que tiene como objetivo el envío de misiones humanas al espacio, con el objetivo final de llegar a Marte. Inicialmente el vehículo - desarrollado por Lockheed Martin - transportará a los astronautas a la Estación Espacial Internacional para después ser utilizado por misiones humanas en la Luna, los asteroides y Marte (después del 2030).

La nave fue lanzada desde



la base en Cabo Cañaveral, en Florida, por una lanzadera Delta IV, alcanzó una altura de 5.700 km y después de dos vueltas y media regresó a la atmósfera terrestre a la velocidad de 32.000 km/h, aterrizar frente a San Diego, en el sur de California, donde fue recuperada por la Marina de los EEUU. Durante esta fase, la más delicada de todo el vuelo, el escudo térmico alcanzó los 2.200 grados centígrados.

El vuelo duró 4 horas y media y fue constantemente seguido desde el Centro de Control de la NASA en Houston, Texas.

[www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)



## Gracias a los biochips de STMicroelectronics es posible un diagnóstico precoz del virus Ébola

El ambicioso objetivo era localizar el Ébola en la sangre de un paciente potencial de una manera rápida y en una fase muy precoz de la infección, para minimizar los riesgos de contagio. El objetivo ha sido realizado en pocas semanas gracias a los biochips de STMicroelectronics, corazón del dispositivo portátil de análisis genética que en menos de 75 minutos permite identificar la presencia del virus y ha sido realizado en colaboración con otras dos "excelencias" italianas del sector: la empresa Clonit y el Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas "L. Spallanzani".

El dispositivo portátil se basa en una técnica de biología molecular, el Real Time PCR. El próximo objetivo es optimizar el test para emplearlo en sujetos en riesgo, minimizando los riesgos de contagio durante la manipulación de la muestra biológica y reducir los costes. Se abre así camino a test diagnósticos rápidos para el "Ébola in primis" pero también para otros muchos virus, mucho más comunes que el Ébola.

La solución, un prototipo del kit, ha sido verificada con éxito por el Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas "L. Spallanzani" según estándares internacionales de comparación. El test permite identificar la presencia del virus con extrema sensibilidad incluso en muestras de sangre humana de pocos microlitros, diluidas hasta un millón de veces. La elevada sensibilidad permite por tanto revelar la presencia del virus ya en una fase extremadamente precoz de la enfermedad, reduciendo notablemente los riesgos de contagio.

El método se basa en la Real Time PCR (Polymerase Chain Reaction) y está compuesto de cuatro componentes fundamentales:

- Un extractor sobre el que se obtiene el RNA del virus presente en la sangre;
- Un microchip de silicio de las dimensiones de un sello de correos, desarrollado en los laboratorios de STMicroelectronics en Agrate Brianza y Catania, que actúa como reactor en miniatura reproduciendo, a escala milimétrica, el proceso entero de amplificación y revelación genética sobre el cual se analiza el RNA extraído, para posteriormente ser retro-transcrito en ADN y amplificado según la metodología de la RT PCR;
- Las sustancias reactivas específicas puestas a punto por CLONIT, que precargado en el chip, permiten eje-

cutar una Real Time PCR cuantitativa (carga viral) teniendo en cuenta todos los estándares y controles requeridos por las normativas de control de calidad internacionales;

- Un lector óptico portátil, desarrollado también en los laboratorios de STMicroelectronics, que releva la presencia de ADN del virus en la muestra analizada y envía los datos a un PC que los elabora de forma gráfica.

La rapidez (y las dimensiones reducidas del instrumento) puede resultar muy útil en situaciones de urgencia y para el diagnóstico sobre el terreno.

"Este test – subraya el director científico Giuseppe Ippolito – podrá tener importantes aplicaciones tanto clínicas como para la Sanidad Pública. De hecho, un diagnóstico rápido llevaría a la identificación de los pacientes con Ébola con la consiguiente actuación inmediata de medidas de aislamiento, y por tanto la reducción del riesgo de difusión de la infección en la comunidad y el inicio de un tratamiento idóneo para el paciente".

"Con la puesta a punto de esta técnica – afirma Valerio Fabio Alberti, comisario de INMI – el Instituto responde una vez más a la necesidad de la comunidad científica y del país de desarrollar tecnologías esenciales para afrontar las enfermedades infecciosas".

"Estamos orgullosos de poner nuestras capacidades innovadoras al servicio de la humanidad – ha declarado Andrea Cuomo, Corporate Vice President, Advanced Projects de STMicroelectronics – y de traer nuestra contribución a la lucha contra esta gravísima epidemia que está afectando a naciones enteras. Una vez más la investigación de STMicroelectronics demuestra la vocación por abrir nuevas perspectivas al mundo de la microelectrónica".

"Considero la realización de esta investigación biomédica italiana un ejemplo de colaboración entre entes Público y Privados", ha comentado Carlo Rocco, A.D. de Clonit.

Ahora los partners, en colaboración otros líderes del sector, tienen en el estudio un sistema integrado capaz por un lado de operar en un ambiente totalmente aislado del personal que realiza el análisis y por el otro de llevar a cabo un análisis en paralelo sobre un número considerable de muestras.

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

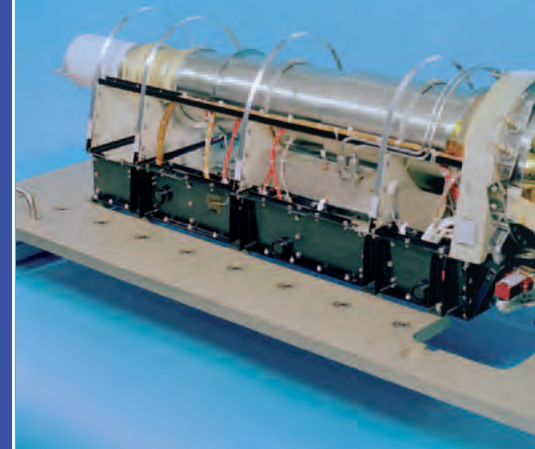
Con el proyecto SilentNemo, la Marina de los Estados Unidos (la Office on Naval Research) está intentando fabricar un robot que sea capaz de pasar inadvertido en aguas hostiles e inaccesibles, ofreciendo valiosas informaciones sobre los movimientos de las eventuales naves enemigas.

La sede operativa del proyecto Nemo, cuyo el prototipo que tiene la apariencia de un verdadero atún y que podría ser testado oficialmente el próximo año, es la Joint Expeditionary Base Little Creek de Virginia.

El dron acuático de la Marina estadounidense no tiene propulsores, se mueve imitando a los ejemplares marinos y se guía mediante control remoto utilizando un simple joystick, o programado para cumplir una misión preestablecida. El capitán Jerry Laderman, empleado en el proyecto ha concretado:

## Agua "pesada" en el cometa 67P

Tras el desembarco en el cometa 67P Chutymov-Gerasimenko del módulo Philae, continúa la misión Rosetta, que escoltará el cometa durante mucho tiempo hasta entender todos sus secretos. Entre los experimentos en curso, uno de los más interesantes concierne al estudio del vapor de agua emitido por el cometa que ha sido analizado por ROSINA (Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis), el espectrómetro a bordo del Rosetta, en el intento de





# Silent Nemo, el pez-robot creado por la Marina estadounidense

“Nuestro verdadero objetivo es utilizar millones de años de evolución de las especies marinas e incorporarlos en un dispositivo mecánico altamente tecnológico”.

Silent Nemo mide 1,5 metros de longitud y pesa 45 kg, es muy silencioso, se mimetiza perfectamente con otros peces sin levantar sospechas y podría incluso transportar explosivos. Observa todo lo que ocurre a su alrededor y lo graba gracias a una videocámara interna.

[www.navy.mil](http://www.navy.mil)



dar una respuesta a los interrogantes sobre la formación de los océanos de nuestro planeta. El instrumento ha analizado la abundancia isotópica de una muestra de vapor emitido por el cometa, descubriendo que las moléculas de agua en 67P tienen un porcentaje que triplica el deuterio de los océanos de la Tierra. El deuterio es un isótopo del hidrógeno: en su núcleo junto a un protón también hay un neutrón. Dos átomos de deuterio unidos a uno de oxígeno forman una molécula de agua más pesada respecto al agua terrestre. El agua de deuterio puede ayudar a los científicos a entender la historia de las formaciones y la evolución de la Tierra y de sus océanos. ROSINA está compuesta por dos espectrómetros de masa que pueden identificar moléculas en base

a su masa y un sensor de presión. Se ha desarrollado y fabricado por un consorcio internacional de institutos y empresas, guiado por el Instituto de Física de la Universidad de Berna.

[www.asi.it](http://www.asi.it)



## Imprimido el primer objeto en 3D en la ISS

En la imagen, el comandante de la Estación Espacial Internacional (ISS), Barry “Butch” Wilmore, muestra el primer objeto de la historia fabricado en el espacio con la técnica de la impresión aditiva. La impresora fue puesta en funcionamiento el 17 de Noviembre y la primera impresión se realizó el 25 de Noviembre de 2014, abriendo camino a una nueva era en las exploraciones espaciales.

El objeto, un frontal para el extrusor de la propia impresora, es uno de los 20 artefactos que serán impresos a bordo de Estación Espacial Internacional en las próximas semanas; posteriormente los objetos serán enviados a Tierra para un profundo análisis antes de instalar a bordo de la ISS una impresora 3D permanente.

“Esta es la primera vez que una impresora 3D se utiliza en el espacio y esta experiencia nos permitirá valorar las problemáticas ligadas al ambiente particular en el que la máquina funciona” ha afirmado Niki Werkheiser, project manager del International Space Station 3-D Printer en el NASA’s Marshall Space Flight Center en Huntsville, Alabama. “Conseguir imprimir el frontal significa que por lo menos la impresora tiene la fiabilidad necesaria para imprimir

piezas de recambio para sí misma” ha añadido “Con las próximas impresiones podremos valorar los efectos de la ausencia de gravedad de los objetos, regulando en consecuencia los ajustes de la máquina con el fin de obtener objetos perfectos”.

Antes del envío en junio de la impresora a la ISS, se habían efectuado con éxito una serie de test para valorar la capacidad de soportar las necesidades mecánicas durante el despegue y la posibilidad de funcionar también en ausencia de gravedad. El objetivo es obviamente el de crear piezas de recambio para la misma estación espacial, reduciendo la necesidad de abastecimiento de la Tierra con el objetivo de hacer la nave más independiente y segura.

[www.nasa.org](http://www.nasa.org)





# Nuestra misión es la divulgación de la electrónica



[WWW.OPEN-ELECTRONICS.ORG](http://WWW.OPEN-ELECTRONICS.ORG)

[WWW.ELETRONICAIN.IT](http://WWW.ELETRONICAIN.IT)



[WWW.FUTURASHOP.IT](http://WWW.FUTURASHOP.IT)



# UTILIZAMOS RANDA

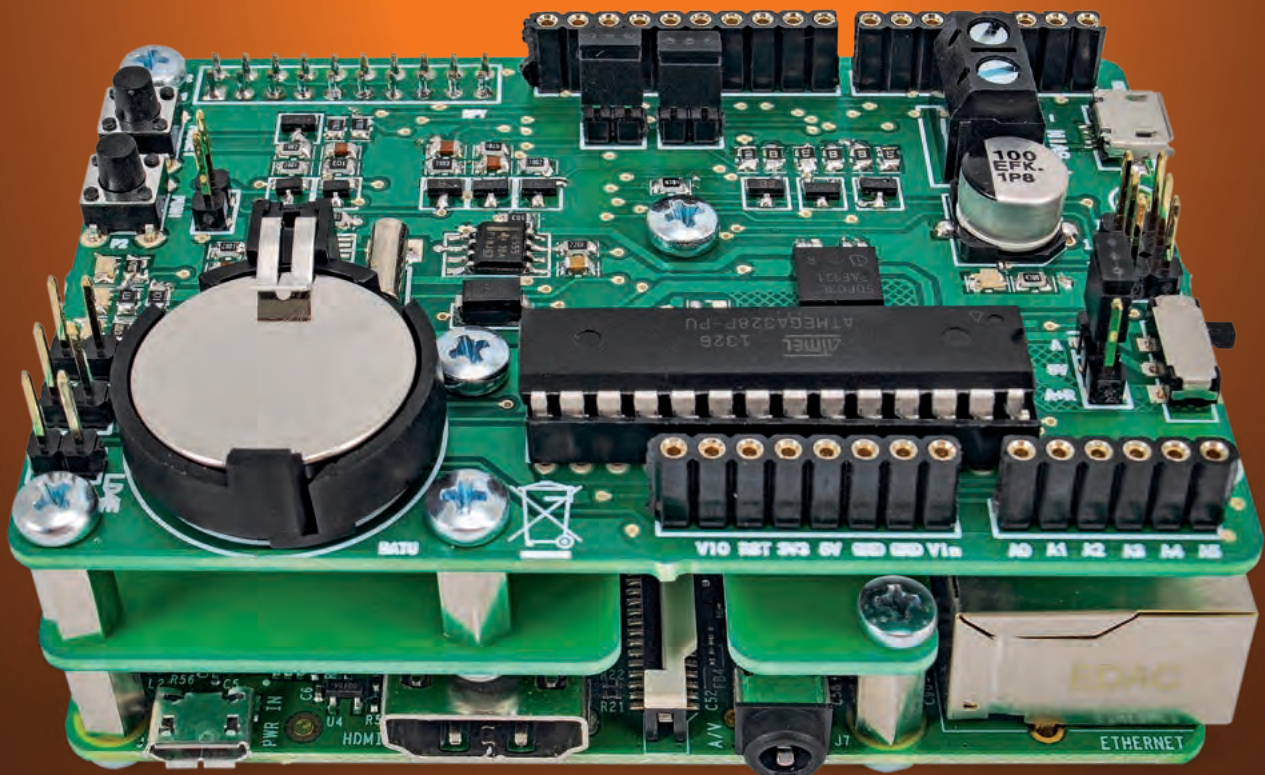
DANIELE DENARO

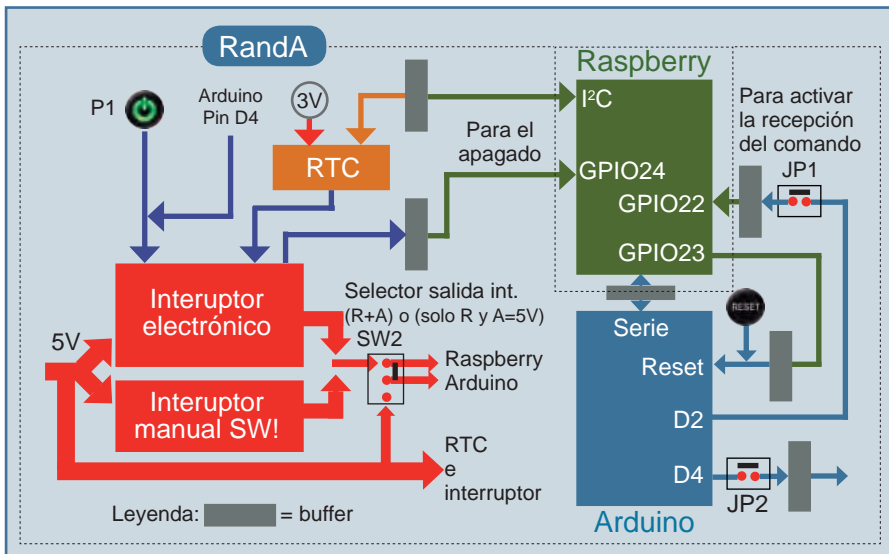
Instalamos el software, comprobamos el funcionamiento de tarjeta y realizamos un Servidor Web, terminando con un ejercicio de programación.

**S**i os perdisteis los anteriores artículos, resumimos brevemente que es RandA: se trata de una tarjeta que permite la integración física y funcional entre Raspberry Pi y Arduino, permitiendo utilizar la amplia oferta de shields disponibles para Arduino combinando el enorme potencial de Raspberry Pi. Además RandA incluye una gestión inteligente

de la alimentación y un reloj (en la Fig. 1a podéis ver el esquema funcional de RandA, mientras en la Fig. 1b encontráis los comandos y conexiones). Para controlar la tarjeta hemos previsto un set de software que se guarda en una SD-Card para insertar en el slot específico de Raspberry Pi; por tanto, la primera cosa que hay que hacer después de haber mon-

tado RandA y haberla fusionado con Raspberry Pi, es instalar en la SD el software necesario para el funcionamiento del sistema. De hecho, sin eso el hardware del interruptor electrónico, del reloj RTC y el mismo Arduino no podría colaborar con Raspberry Pi. Además en el software está incluida también aquella parte a instalar en vuestro PC para





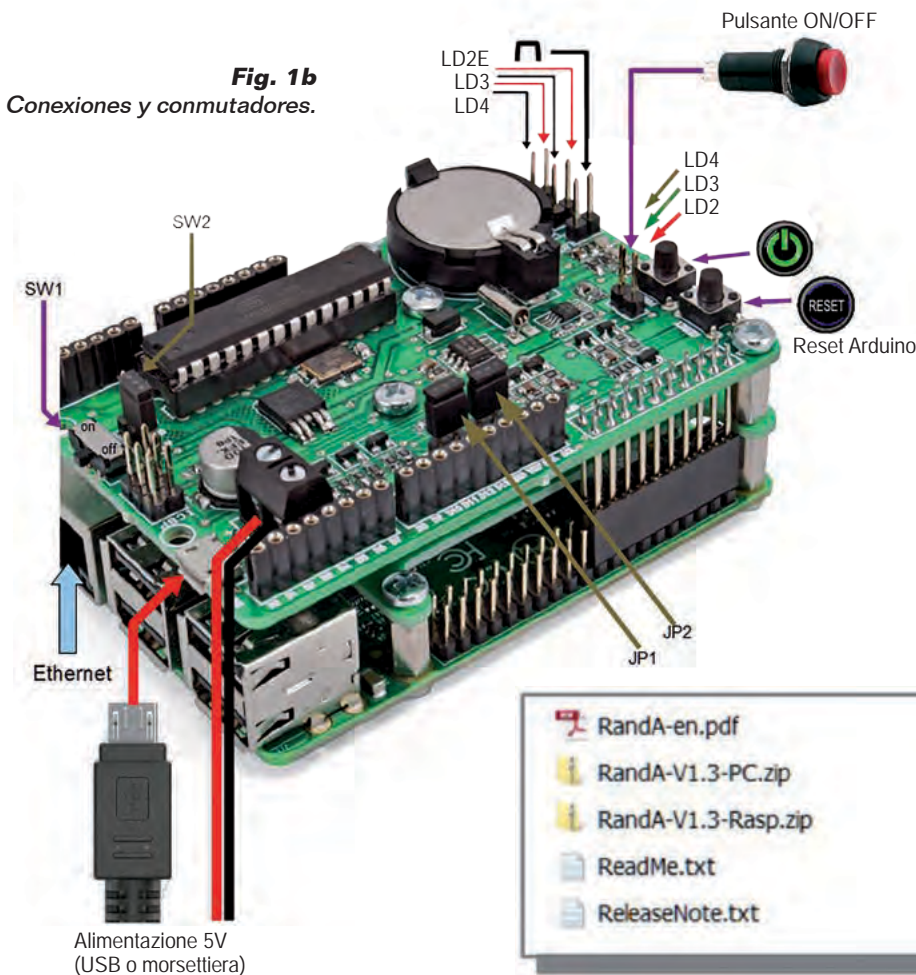
**Fig. 1a** - Esquema de bloques de RandA.

modificar el IDE de Arduino de manera que sea capaz de utilizar los puertos remotos y cargar los sketches en la RandA conectada en red. En realidad esta parte debéis instalarla también si tenéis la SD-Card ya configuraba que se vende en nuestra tienda.

En este caso la carpeta con los archivos de instalación la encontráis en el directorio `/home/pi/RandA`.

El software se puede descargar desde nuestra web junto a los archivos del proyecto; esta en formato de archivo comprimido (zip) y contiene a su vez dos archivos: uno para vuestro PC y uno para la Raspberry Pi sobre el cual está montada RandA.

Además contiene también un manual en Inglés (Fig. 2). El proceso a seguir para la instalación del software es el siguiente:



**Fig. 1b**

Conexiones y conmutadores.

1. extraer el archivo para PC, y desde este extraer a su vez los archivos que irán colocados en la carpeta "lib" del IDE de Arduino (utilizar solo la versión 1.0.5);
2. antes, por seguridad, renombrar los tres archivos que sustituiréis. El IDE de Arduino estará ahora ya modificado; completar la operación extra- trayendo la librería RAComm de la carpeta "libraries" y colocándola en la carpeta "libraries" del IDE modificado;



**Fig. 2** - Software de instalación "RandA-V1.3.zip".



3. extraer el archivo “RandAinstall.tar.gz” y el archivo “RandAinstall.sh” de la carpeta para Raspberry Pi.

En este punto debéis trabajar sobre Raspberry Pi. Ya que las instalaciones Raspbian (recordamos que el software está pensado para este entorno operativo) están configuradas con el server SSH ya activo, podemos conectarnos a Raspberry Pi vía LAN con un software que prevea este protocolo; en este artículo suponemos que utilizáis MobaXterm, que contiene también un X window server y una cómoda ventana FTP además de la consola de Linux.

Por esta razón, identificada la dirección LAN de Arduino (podemos identificarlo a través del router o a través de las utilidades que hacen el scanning de la red como “Advanced Ip scanner”), abrimos una sesión SSH con ella (Fig. 3). Vemos enseguida que al lado de la consola esta la ventana FTP.

Solo nos queda hacer la descarga de los dos archivos sobre Raspberry Pi: los podemos meter en la carpeta /home/pi. Antes de lanzar el script RandAinstall.sh es necesario hacerlo ejecutable con el comando:

```
“sudo chmod 777 RandAinstall.sh”
```

Ahora solo nos queda lanzar el script a través del comando (suponiendo que estamos en la dirección /home/pi):

```
“./RandAinstall.sh”
```

¡Y eso es todo! Recordamos que como al final el script instala Arduino IDE para Linux y “codeblocks” desde la web del software para Raspbian, debéis tener activa la conexión Internet. En el caso que no tuvierais cone-

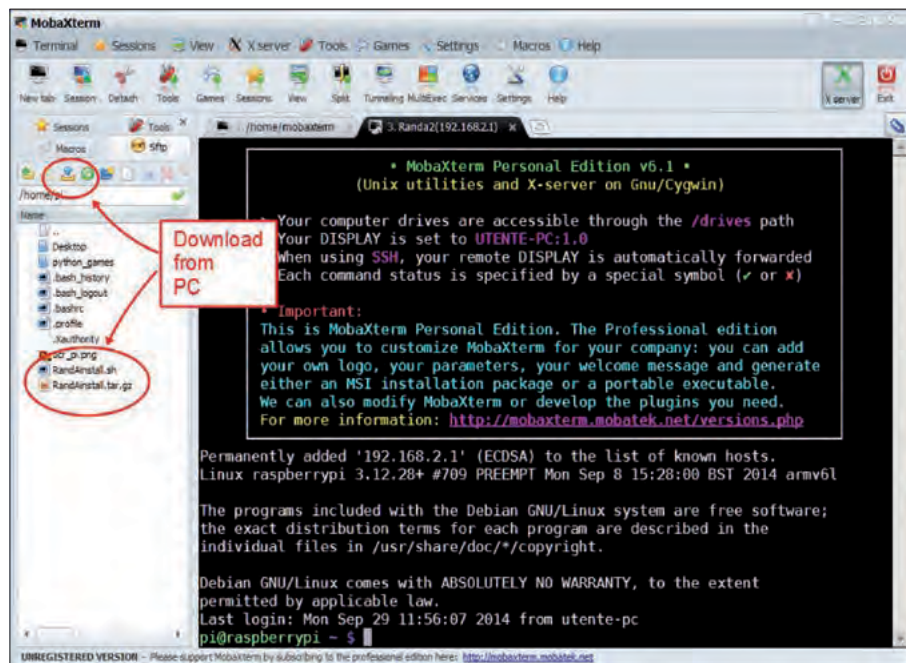


Fig. 3 - Consola MobaXterm.

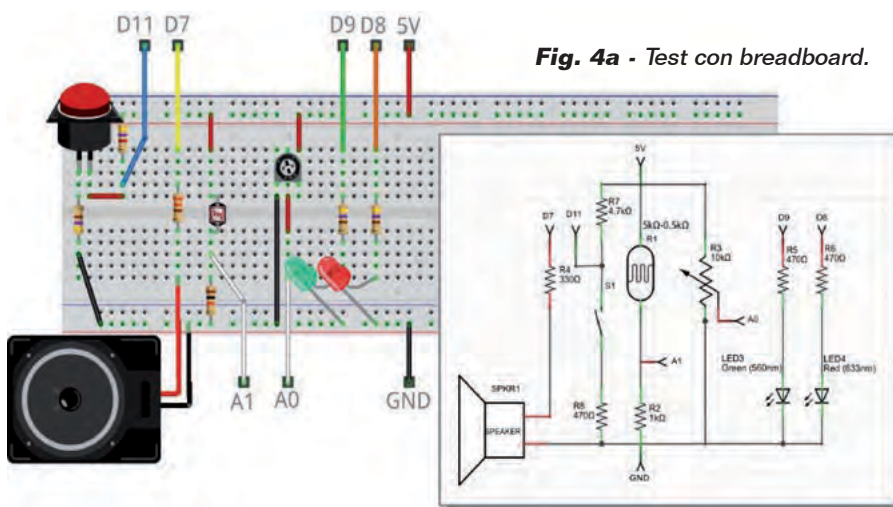


Fig. 4a - Test con breadboard.

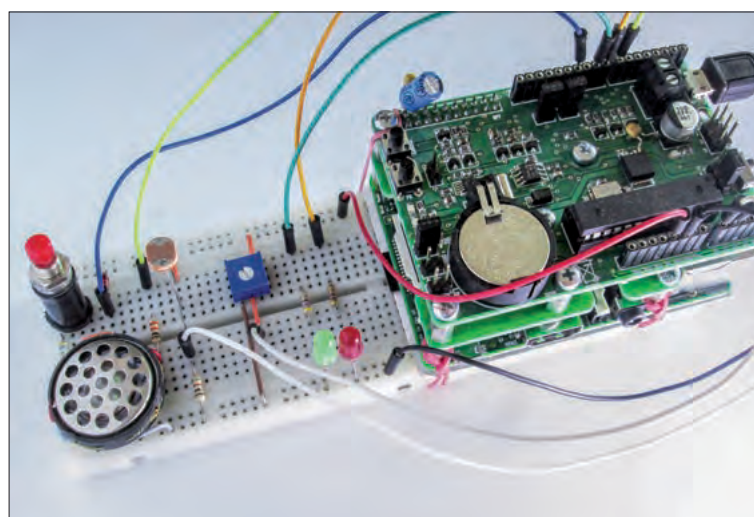


Fig. 4b  
Foto  
breadboard.



Fig. 5 - Menú general de Arduino Servidor Web.

xión a Internet, podéis instalar “codeblocks” y Arduino IDE en segundo plano, con los comandos:

```
sudo get-apt install codeblock
sudo get-apt install arduino
```

Pero después de la instalación de Arduino debéis modificar manualmente el IDE también sobre Raspberry Pi haciendo referencia a las tres líneas que encontraréis en el script de instalación en la sección relativa a la modificación de Arduino IDE.

### TEST DEL SISTEMA

Hagamos ahora pruebas para comprobar el funcionamiento de RandA y familiarizarnos con este sistema. Lo primero es reiniciar el sistema para hacer operativo el software; lo hacemos utilizando el comando:

```
"sudo reboot"
```

El sistema se apaga (la sesión SSH se cierra) y se reanuda. Ahora deberíais ver el LED amarillo apagarse después de un cierto tiempo: de hecho este permanece encendido durante el arranque y su apagado significa que el sistema está listo para trabajar. Abrimos de nuevo la sesión SSH y deberíamos ver también el nuevo mensaje de bienvenida, con el listado de los comandos específi-

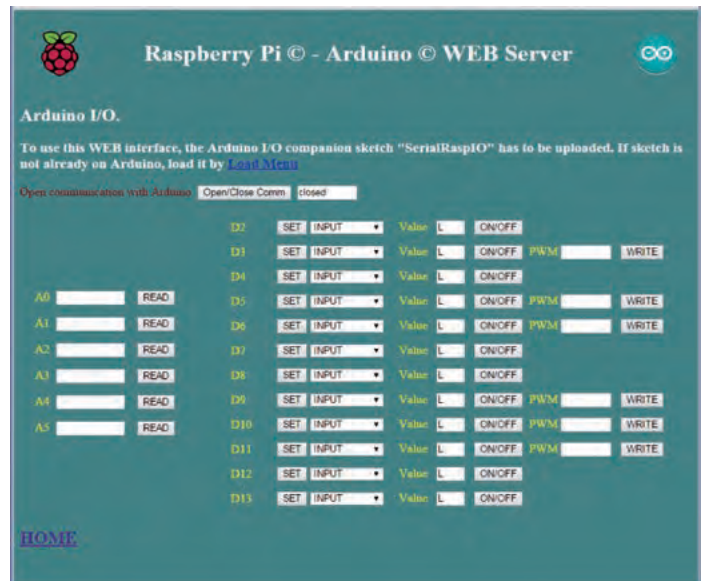


Fig. 6  
Pantalla I/O.

cos para RandA. Haciendo el “refresh” del recuadro *sftp* (botón derecho del ratón), veremos también las nuevas carpetas creadas en */home/pi*. Podemos probar la colaboración Raspberry-Arduino utilizando una placa de inserción rápida (breadboard) como en la Fig. 4. Usaremos el comando “ArduIO -h” si queremos obtener ayuda. Ahora podemos probar a encender el LED rojo ejecutando en secuencia los comandos:

```
ArduIO -set 8 out
ArduIO -wrđ 8 1
```

Se no disponéis de una breadboard, podéis también testear el I/O de Arduino utilizando el LED standard incluido en la palca (pin 13). Para ello deberéis hacer: `ArduIO -set 13 out` y `ArduIO -wrđ 13 1`. ArduIO utiliza el sketch `SerialRasp`. Si no lo encuentra en Arduino lo instala, lanzándolo de nuevo. El sketch utilizado se encuentra también en formato “fuente” en la subcarpeta “schetch4cmd” de “*/home/pi/bin*”. Para apagarlo es necesario ejecutar el comando:

```
ArduIO -wrđ 8 0
```

De la misma manera podemos trabajar con el LED verde (pin 9); también este podríamos encenderlo con intensidad variable con el PWM (pero solo el 9); en este caso el comando es (para tener  $50/255 = 1/5$  de la intensidad):

```
ArduIO -wra 9 50
```

Leemos el valor de la fotorresistencia en A1 (o del divisor de tensión en A0) con el comando:

```
ArduIO -rda 1
```

Mandamos una onda cuadrada a la frecuencia de 600 Hz en D7 con el comando:

```
ArduIO -pou 7 600
```

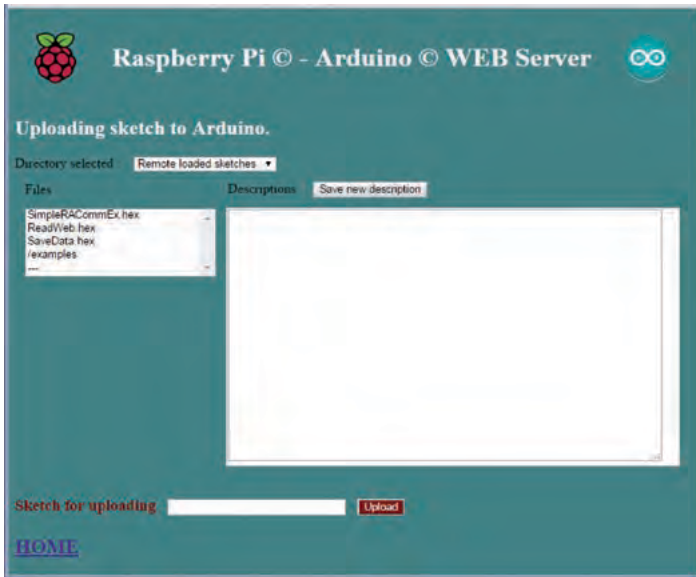
Para bloquear la onda, ejecutamos:

```
ArduIO -puo 7 0
```

Naturalmente la potencia del sonido es irrisoria debido al control directo de Arduino; en el caso quisiéramos tener un sonido más decidido, es necesario un buffer o una conexión a un amplificador. Finalmente podemos leer la duración de un impulso (del valor 1 al valor 0) en D11, con el comando:



**Fig. 7 - Load sketch.**



**Fig. 8 - Consola Arduino.**



```
ArduIO -pin 11 0
```

En el caso quisiéramos medir la duración del valor 0, deberíamos haber escrito:

```
ArduIO -pui 11 1
```

Si usáis el pulsador, recordar que el timeout es de un segundo. Finalmente podemos usar el pulsador como entrada digital:

```
ArduIO -rdd 11
```

En realidad podríais dialogar con Arduino utilizando directamente el puerto serie:

```
echo "WD13=1" > /dev/ttyS0
```

Este comando enciende el LED de Arduino (pin 13), si en Arduino está cargado el sketch "SerialRasp" (el utilizado por el comando ArduIO); de hecho corresponde al que hace el comando "ArduIO -wrdd 13 1". El protocolo utilizado por SerialRasp es muy simple y está descrito en el fuente del sketch.

### SERVIDOR WEB

Probemos ahora el encendido a través del browser. Si trabajáis en LAN, insertar la dirección

numérica de RandA, en vuestro browser preferido, y os aparecerá la página de inicio del server. Si acabáis de encender RandA, tened un poco de paciencia antes de acceder a la dirección; esperar unos diez segundos después de que el LED amarillo del startup se haya apagado para dar tiempo a inicializarse al servidor web. Hacer clic sobre "RPI&Arduino management" y os aparecerá el menú general de Fig. 5. Podéis probar a utilizar la misma breadboard para testear el dialogo a través de web: a propósito, haced clic sobre "Arduino IO management" y os aparecerá la pantalla de la Fig. 6.

Si habéis testeado ya la breadboard con los comandos ArduIO, sobre Arduino ha permanecido el sketch que gestiona los pines, que es sustancialmente el mismo utilizado por esta aplicación. De otra manera debéis primero cargarlo utilizando la página "Load sketch"; en esta pantalla, la primera cosa que hay que hacer es abrir el dialogo a través del puerto serie (prestad atención hasta que no aparezca open). Después podéis utilizar los distintos pulsadores para configurar y modificar o leer los valores:

por ejemplo para leer el valor de iluminación detectado por la fotorresistencia, haced clic en el botón <READ> correspondiente a A1.

Volvamos al menú y pasemos a la página "Load sketch" (Fig. 7): en ella podéis ver que tiene dos recuadros principales, uno con un listado de sketch y uno que contiene le descripción que vosotros podéis insertar o modificar directamente; en realidad los listados son dos, conmutables a través de la selección de la lista de desplazamiento. De hecho una carpeta contiene los sketch creados con el IDE remoto y la otra aquellos creados con el IDE local (sobre Raspberry Pi).

Seleccionamos el sketch "Test-Serial.hex" dentro de la carpeta "/examples": nos aparecerá la descripción. Ahora clicamos sobre la tecla <Upload>: debería aparecer el mensaje de uploading realizado con éxito (si alguna cosa no va por el sentido correcto, haced un reset o haced de nuevo un upload). Ahora solo nos queda utilizarlo.

Ahora volvemos al menú y seleccionamos la opción "Arduino console" (Fig. 8); lo primero

comprobamos que la velocidad seleccionada sea 9.600 baud y después abrimos el puerto serie. Esperamos hasta que no aparezca "open" y hacemos clic sobre el pulsador <Arduino Reset> para volver a arrancar el sketch. Ahora podemos modificar el tiempo de parpadeo insertando un valor en milisegundos (>100) en el recuadro "Send data" y pulsando envío. Acordaos de cerrar el puerto serie cuando abandonéis la página.

Después podremos ir a la página "Set clock" e insertar el valor correcto para el reloj. Lo podemos tomar automáticamente del de sistema; de hecho si Raspberry Pi está conectada a Internet debería tener la fecha actualizada. Ahora podremos utilizar la página "Set alarm for restart" para fijar un

horario de reencendido automático y, por tanto, apagar RandA a través de la página "Switch off RPi" que lanza un shutdown y cierra la alimentación.

### RANDA SE CONVIERTE EN UN ARDUINO MEJORADO

Supongamos que hayáis adquirido también la tarjeta SD ya configurada: entonces la instalación se reduce a la modificación del IDE Arduino que ya utilizáis en vuestro PC. Esta operación ha sido descrita al inicio del artículo. El archivo de instalación lo encontraréis como backup en la carpeta /home/pi/RandA; solo debéis copiarlos el archivo sobre el PC, por ejemplo utilizando la ventana FTP de la sesión MoBaXterm, y proceder como ya se ha comentado, pero solo para la

parte que comprende el software para PC.

Una vez sustituidos los archivos, lanzar el IDE de Arduino sobre vuestro PC. Podrá pareceros que tardáis un poco más que antes porque tiene que buscar la red para encontrar puertos remotos RandA. Apenas abierto podéis comprobar que entre los puertos disponibles aparece también uno remoto, que contiene una dirección de red, por ejemplo "//192.168.1.8/Arduino": seleccionarla.

Para hacer una prueba podéis utilizar el clásico Blink o un sketch vuestro. Tened presente que cualquier sketch que carguéis sobre RandA, seguirá estando en copia en la carpeta dedicada al desarrollo con IDE remoto. Los sketch estarán sin embargo solo en formato ejecutable (.hex), pero tendrán el mismo nombre del fuente.

Probamos a utilizar el sketch "TestSerial" que hemos utilizado ya con el Servidor Web. El código fuente lo encontraréis en la carpeta "examples-notRAComm" de la librería RAComm. En esta carpeta hemos puesto ejemplos para utilizar con RandA que no hacen uso propiamente de la librería.

Si no ha sido cargado anteriormente, cargamos el sketch a través del puerto remoto. Ahora, para utilizarlo e interactuar a través del puerto serie, abrimos simplemente la consola del IDE: justo como haríamos si tuviéramos Arduino conectado por USB. Conviene también hacer un reset, porque hay que tener presente que ahora no está el automatismo del reset a la apertura de la consola. El reset podéis hacerlo manualmente, o por remoto utilizando el comando Linux "ResetRandA", o incluso a través del Servidor Web desde la página

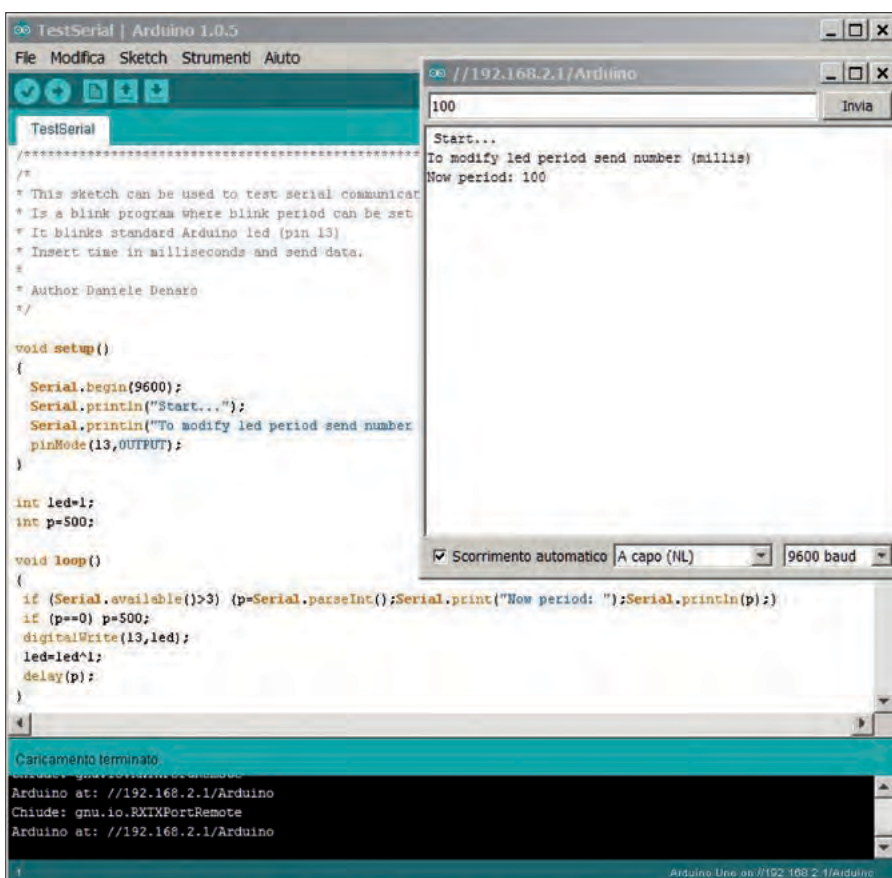


Fig. 9 - El sketch TestSerial del IDE Arduino.



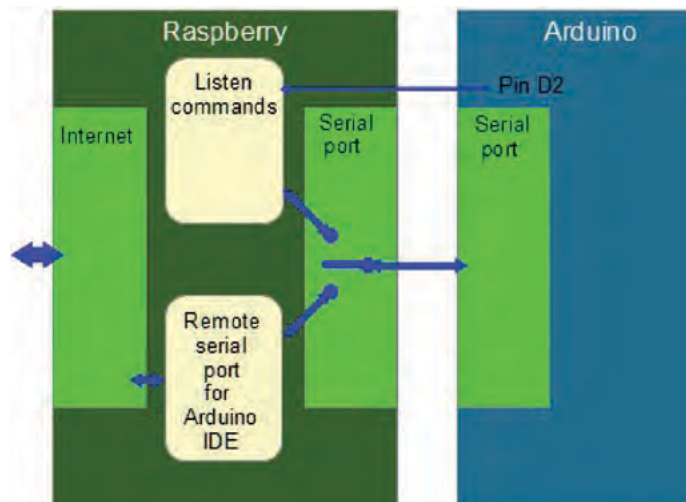
na "Arduino console" (Fig. 9); en este caso no es necesario abrir la conexión serie.

Probamos a utilizar un ejemplo con el uso de la librería que dialoga con Raspberry Pi. El sketch más simple contenido en los ejemplos de la librería es "BasicRACommExample". Antes de cargarlo conviene abrir una sesión MobaXterm (si no está abierta ya) porque cuando se usa la librería la consola del IDE no se puede utilizar ya que el puerto serie está gestionado por el programa Linux que dialoga con Arduino para ejecutar sus comandos. Por lo tanto para visualizar los contenidos es necesario escribirlos sobre un Xterminal abierto para la ocasión (Fig. 10).

Cargado el sketch, este debería abrir una ventana Xterminal y visualizar el timestamp pedido a Raspberry Pi. Después de unos segundos la ventana se cierra y el sketch hace parpadear el LED tantas veces como sea la hora actual. La lectura del reloj se produce a cada reset. El reset puede hacerse manualmente o por vía remota a través del comando "ResetRandA" o a través Servidor Web.

En la carpeta de los ejemplos están contenidos otros sketch más complejos: uno de ellos guarda en el archivo algunos datos de sensores analógicos y digitales cada hora, mientras otro descarga desde una web datos meteorológicos y los guarda en un archivo.

Finalmente en la carpeta de ejemplos hay un sketch que utiliza la modalidad "Arduino siempre encendido". En este sketch, el valor sobre un pin analógico decide si encenderá Raspberry Pi -si no estuviese ya encendido- para después escribir sobre un archivo de log el evento



**Fig. 10**  
Puerto serie al servicio de distintos programas.

y apagar de nuevo Raspberry Pi en el caso que lo hubiese encontrado apagado. Con este sketch es necesario por tanto poner el conmutador SW2 en la modalidad "Arduino siempre encendido" y tener el puente sobre JP2 (que conecta el interruptor con el

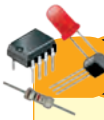
pin D4 de Arduino). Para el experimento podéis utilizar la breadboard con la fotorresistencia como se ilustra al inicio del artículo: veréis que, oscureciéndola, Raspberry Pi se enciende (si no lo está ya) y arranca el registro del evento.

```

1 //
2 // Serial port initialization
3
4 void init()
5 {
6     //open serial port
7     // O_RDWR - we need read and write access
8     // O_CTTY - prevents other input like keyboard
9     // O_NOFLUSH or O_APPEND - we don't care if other programs use serial port;
10    // opens returns even if device is not available
11    fd = open("/dev/ttyS0", O_RDWR | O_NOCTTY | O_NONBLOCK);
12    // if fd == -1 (printf "Impossible to open serial port!"); exit(-1);
13    // get the current settings of the serial port
14    tcgetattr(fd, &options);
15    // set the read and write speed to 9600 BAUD
16    cfsetispeed(&options, baud);
17    cfsetospeed(&options, baud);
18    // VTIME, VTIME : reading behaviour
19    // VTIME=0, VTIME=0 : no blocking read (read returns 0 if no bytes)
20    // VTIME=0, VTIME=0 : timed read/read until user buffer is full or timer expired; VTIME is an overall
21    // VTIME=0, VTIME=1 : bytes wait (read until VTIME bytes) ; no timeout
22    // VTIME=0, VTIME=2 : bytes wait or timeout expired; BUT in this case VTIME is an interbyte timer
23    // attempt for first byte; no read can wait first byte indefinitely
24    // set timeout (units of seconds): 0.10000000
25    options_c_cc[VTIME]=1; //time out: 100ms
26    options_c_cc[VTIME]=0; //no wait for VTIME characters
27    // apply the settings to the serial port now
28    tcsetattr(fd, TCSANOW, &options);
29    // use FILE pointers instead of file descriptors for better functionalities (like fgets or fprintf)
30    serin=fopen(fd, "r"); // FILE pointer from file descriptor
31    serout=fopen(fd, "w"); // FILE pointer from file descriptor
32
33 }
34
35 void execCommand()
36 {
37     if (rbuff[0]==0) return;
38     printf("Commands Set: %s\n",rbuff);
39 }

```

**Fig. 11 - Codeblocks.**



## el MATERIAL

Este proyecto puede ser fácilmente realizado por cualquiera que tenga un mínimo de experiencia en el montaje manual de componentes SMD y disponga de las herramientas necesarias. La placa RandA esta también disponible ya montada y probada (incluyendo las piezas pequeñas) al precio de 39,00 Euros IVA incluido. Está disponible también la board Raspberry Pi Tip B+ (cod. 8111284RS) al precio de 36,00 Euros

Precios IVA incluido sin gastos de envío.

Puede hacer su pedido en:

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

[pedidos@nuevaelectronica.com](mailto:pedidos@nuevaelectronica.com)

### PROGRAMAMOS RANDA

Si en el ámbito Arduino la programación se hace a través del ampliamente conocido entorno IDE, en el ámbito Raspberry Pi la elección es más amplia: mientras tanto podéis utilizar los comandos ya preparados y catalogados en `/home/pi/bin`. Recordamos, en todo caso, que para moveros en el "file system" de Raspberry Pi, podéis utilizar el recuadro "Sftp" de la sesión MobaXterm, o, mejor aún, lanzar la interfaz gráfica del archivo manager "pcmanfm" que nosotros hemos renombrado "explorer". Mas en general, para programar, podéis utilizar el lenguaje de script que mejor conocéis o un lenguaje completo de programación como C++ (o Java). Encontrareis dos ejemplos de script en `/home/pi/bin/examples`: uno de ellos hace uso de bash y el otro de Python. Probemos ahora a hacer un programita en C y con ese objetivo lanzamos "codeblocks". Tener presente que el arranque podría ser un poco largo y sobretodo sin señales de "work in progress";

además estar atentos a que si alguna ventana que espera una validación hubiera quedado bajo las otras, codeblocks podría no reaccionar. En el primer arranque, codeblocks pide el compilador a utilizar entre los encontrados: seleccionar el primero, que es Gnu GCC compiler, como compilador predefinido. Una vez abierto codeblocks podéis buscar el proyecto de ejemplo más elemental que se encuentra en `/home/pi/workspace/cworkspace/TestSerial/TestSerial.cbp`. En codeblocks, los proyectos se abren haciendo referencia a los archivos ".cbp". La ventana codeblocks está constituida por distintos sectores, los principales son el del listado de los proyectos abiertos con su estructura y el del editor de las fuentes. La salida sobre la consola se muestra sin embargo abriendo automáticamente una ventana Xterminal. El programa TestSerial.c (no confundir con el sketch Arduino TestSerial visto anteriormente) es el fuente catalogado en el proyecto y es un ejemplo de cómo se abre un puerto serie para comunicar con Arduino. El programa abre el puerto serie, lee los registros que Arduino envía y los visualiza sobre la consola Linux; para visualizarlo, basta seleccionarlo en el recuadro del proyecto con un doble clic. Para utilizar el programa es necesario tener un sketch que envié registros a Raspberry Pi. Naturalmente codeblocks, como todos los entornos de programación permite proceder en modo "debug" (depuración) paso a paso o definiendo los "break-point". A través de la voz "Debugging windows" es posible abrir una ventana para "watches" (lectura de los contenidos de las variables) y otros. Los comentarios presentes permiten describir la configuración básica del puerto serie que

permiten poner las bases para un programa de colaboración y uso de Arduino. En la web de Internet de codeblocks ([www.codeblocks.org](http://www.codeblocks.org)) encontrareis el manual y otras informaciones. En la carpeta `"/home/pi/workspace/cworkspace"` están contenidos también todos los programas que tienen su versión ejecutable en `"/home/pi/bin"` (pero también aquellos utilizados en `/etc`). Si después queréis integrar el Servidor Web con vuestras páginas, lo podéis poner en `"/home/apache-tomcat-7.0.47/webapps/ROOT"`. Una web-application (file .war) la podéis descargar a través del "manager" de Tomcat (username y password: tomcat). Finalmente si queréis utilizar el camino de los script CGI, podéis colocarlos en `"/home/apache-tomcat-7.0.47/webapps/ROOT/WEB-INF/cgi"`, pero recordar referenciarlo como `"http://...../cgi-bin/...."`. En la carpeta podéis encontrar ya un par de script de ejemplo.

(192063) ■



# FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE CORRIENTE CONSTANTE DE LABORATORIO

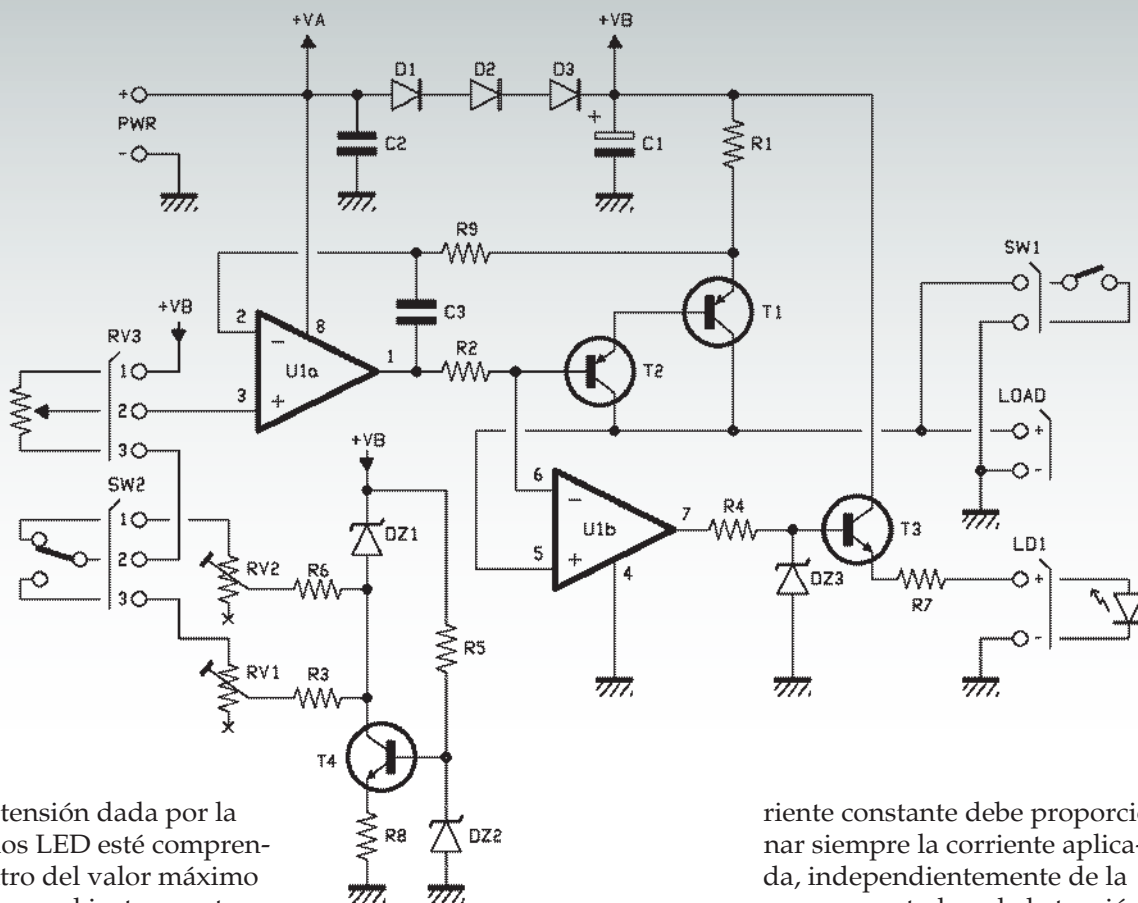


Un instrumento de laboratorio útil para alimentar y probar componentes electrónicos de manera controlada y sin riesgo de dañarlos.

MARCO MOROCUTTI

Lo que presentamos aquí es un simple, pero útil, instrumento de laboratorio que permite proporcionar una corriente constante (y regulable) a un componente electrónico que queremos probar. El circuito tiene distintas aplicaciones: puede servir para comprobar empíricamente la cantidad de luz emitida por un LED cuando es alimentado con una corriente dada, sin tener que elegir la resistencia de caída justa y conectarla en serie al LED. Ya que, a diferencia de una fuente de alimentación normal estabilizada, este instru-

mento no proporciona una tensión constante pero si una corriente constante, es también posible conectar en serie más LED de diferentes tipos, o también de distinto color, para evaluar al mismo tiempo las diferentes emisiones luminosas. Ya sean uno o más LED, de cualquier forma estaremos seguros que la corriente de prueba será siempre la misma, con la ventaja añadida que no será posible jamás dañar los LED que estemos probando. Esta regla vale naturalmente mientras que la



caída de tensión dada por la serie de los LED esté comprendida dentro del valor máximo disipable por el instrumento, pero sobre esto hablaremos más adelante.

Una segunda y útil aplicación del instrumento es comprobar rápidamente la tensión característica de un diodo Zener, también en este caso sin el riesgo de dañarlo debido a una mala conexión. Nos bastara aplicar la corriente con un valor adecuado, que en este caso podría ser 10 mA, conectar a la salida nuestro Zener de prueba y medir la tensión en sus extremos.

### LAS CARACTERÍSTICAS

¿Cuáles deberían ser las características de un circuito de laboratorio como el aquí descrito? Antes de nada la corriente disipada, que debe ser regulable entre cero y un valor útil para ejecutar distintos tipos de prueba. Nuestro circuito posee dos valores distintos de escala completa, seleccionables con

un conmutador, que permite proporcionar corriente en dos rangos: desde 0 a 20 mA y desde 0 a 100 mA. La medida que emplearemos más frecuentemente será probablemente la primera pero en laboratorio será seguro útil poder llegar incluso a 100mA.

Otra característica es que nos avise cuando el instrumento no consigue proporcionar la corriente pedida. Esto ocurre si la caída de tensión sobre la carga es demasiado elevada (por ejemplo: demasiados LED en serie), o cuando la tensión de alimentación proporcionada a nuestro instrumento es demasiado baja para el tipo de carga que hemos conectado. Si esta condición se verifica, el circuito lo indicara encendiendo un LED de señalización.

Por último, la estabilidad. Una fuente de alimentación de cor-

riente constante debe proporcionar siempre la corriente aplicada, independientemente de la carga conectada o de la tensión de alimentación proporcionada al circuito mismo (naturalmente dentro de sus límites de uso). El circuito que presentamos posee todas estas características, y además ha sido deliberadamente diseñado utilizando solo componentes electrónicos de uso común.

### EL ESQUEMA ELÉCTRICO

La etapa de salida del circuito es un seguidor de emisor que aprovecha la pareja de transistores T1 y T2, conectados en configuración Darlington para aumentar la ganancia en corriente. En virtud de la elevada ganancia, la corriente que atraviesa la carga conectada a la salida LOAD será casi idéntica a la que atraviesa la resistencia del emisor R1. Si esta corriente se mantiene constante, también la corriente en la carga lo será.

U1 es un común amplificador operacional doble LM358, don-



de la mitad marcada como U1a está conectada en configuración "buffer" de manera que mantiene constante la tensión en los extremos de R1. Para hacerlo, el circuito utiliza como punto de referencia el lado más positivo de R1, el conectado al cátodo de D3 e indicado en el esquema con "+VB", que es también el extremo (positivo) del potenciómetro RV3. Gracias a la realimentación presente en el grupo U1a/T2/T1, la tensión sobre el cursor de RV3 (respecto al punto "+VB"), que es aplicada a la entrada no inversora de U1a, llevará a tener una tensión idéntica también sobre R1. Moviendo el cursor de RV3 de un extremo al otro del circuito tendremos por tanto una tensión sobre R1 que ira desde cero hasta el valor de escala completa, y lo mismo hará la corriente en la carga, que es exactamente lo que queremos obtener.

Para tener dos valores distintos de corriente máxima, es decir, 20 mA y 100 mA, es necesario que el otro extremo de RV3 pueda asumir dos valores de tensión distintos (y constantes). De esto se encarga el conmutador SW2, que pone en serie con RV3 dos ramas distintas constituidas por R3/RV1 o por R6/RV2, proporcionando dos posibles valores de tensión en los extremos de RV3. La tensión completa aplicada a este conmutador "variable" es la tensión presente sobre el diodo Zener DZ1; para hacer que dicha tensión sea estable, la corriente que lo atraviesa es a su vez regulada por una etapa en corriente constante construida alrededor del transistor T4. Los valores de fondo de escala se podrán regular en fase de puesta a punto, a través de los potenciómetros RV1 y RV2. El condensador C3 reduce la velo-

cidad completa del conjunto de manera que evita auto oscilaciones debidas a la elevada ganancia del Darlington.

Destacar que la alimentación del operacional LM358 se mantiene alrededor de 2V por encima de la tensión "+VB" gracias a la presencia de los diodos D1/D2/D3. Este truco es necesario porque este operacional no es del tipo rail-to-rail y no puede proporcionar una tensión de salida que llegue hasta su alimentación positiva, mientras para reducir hasta cero la tensión sobre R1 (y por tanto la corriente sobre la carga) es necesario que la salida de U1 pueda aumentar lo suficiente para acercarse a "+VB".

La segunda mitad de U1 se encarga de la tarea de señalar cuando el circuito no es capaz de proporcionar la corriente aplicada. Supervisa la tensión presente sobre el colector de T1 y la compara con la de base de T2. Cuando la primera aumenta hasta alcanzar la segunda significa que la pareja T1/T2 está cercana a la saturación y el circuito no puede disipar la corriente prevista. En tal caso se encenderá el LED conectado al

## Las lámparas LED de CREE

Desde que se inventó la lámpara, se han sucedido innumerables intentos de encontrar una alternativa que fuese menos exigente en términos de consumos energéticos y que al mismo tiempo no fuese una "bomba" en términos de sustancias y materiales para reciclar. Los LED en los últimos años han asumido el rol principal como alternativa a todas las demás soluciones para la fabricación de la lámpara del siglo 21, pero el precio era un obstáculo significativo para la sustitución de la clásica y omnipresente lámpara domestica de 60 vatios. Desde Marzo, Cree ha hecho posible lo que podría ser considerado como el verdadero primer paso hacia la difusión de masa de las lámparas LED

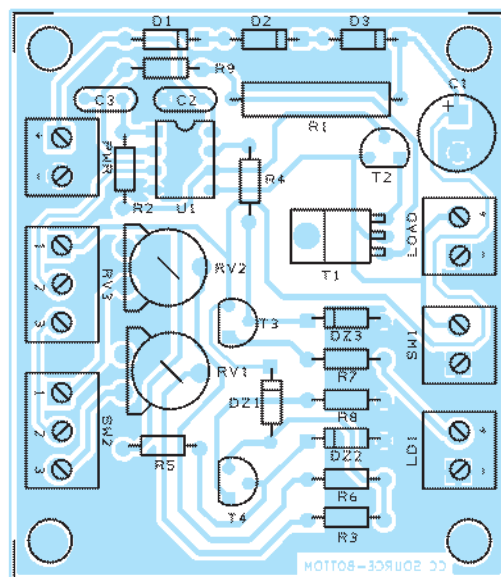
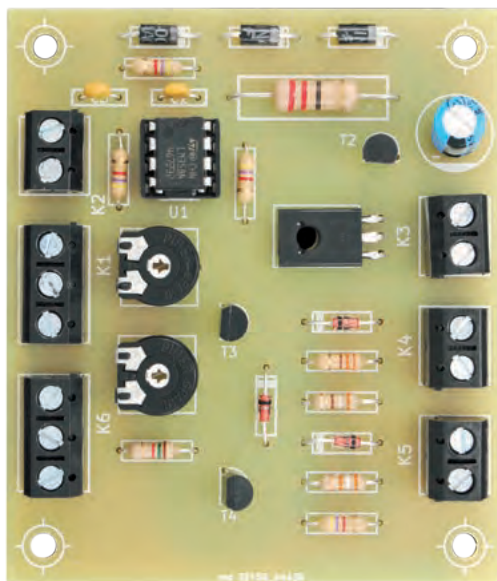
en ámbito doméstico. Con solo 9,5 vatios absorbidos, el modelo indicado como sustituto de las tradicionales lámparas de 60 vatios genera 800 lumen con temperatura de color de 2700 o 5000K y puede también ser regulado con un dimmer. Todo a 13 o 14 dólares según sean cálidas o blanco frío. La venta por el momento está limitada a la cadena americana The Home Depot.



# [plano de MONTAJE]

## Lista de Materiales:

- R1: 22 ohm 1W
- R2: 4,7 kohm
- R3: 4,7 kohm
- R4: 4,7 kohm
- R5: 1,5 kohm
- R6: 39 kohm
- R7: 390 ohm
- R8: 330 ohm
- R9: 4,7 kohm
- RV1: Pot. ajuste 1 kohm
- RV2: Pot. ajuste 10 kohm
- RV3: Pot. lineal 4,7 kohm
- C1: 100  $\mu$ F 35 VL electrolítico
- C2: 100 nF cerámico
- C3: 100 pF cerámico
- U1: LM358
- D1: 1N4004
- D2: 1N4004
- D3: 1N4004
- LD1: LED 5 mm rojo



- DZ1: Zener 4,7 V 1/2W
- DZ2: Zener 4,7 V 1/2W
- DZ3: Zener 4,7 V 1/2W
- T1: BD140
- T2: BC327

- T3: BC337
- T4: BC337
- SW1: Interruptor
- SW2: Conmutador

- Varios:
- Terminal 2 polos (4 pz.)
  - Terminal 3 polos (2 pz.)
  - Zócalo 4+4
  - Circuito impreso

emisor de T3, al que el circuito construido alrededor del transistor T3 y del Zener DZ3 proporcionará una corriente adecuada, independiente de la tensión de alimentación general.

Una pequeña distinción final. El conmutador SW1, situado en paralelo a la carga, permite que el instrumento continúe generando la corriente elegida aún con la carga desconectada. Se trata de un truco para evitar que al conectar la carga, fluya inicialmente por ella (durante algún microsegundo) una corriente elevada, mientras el circuito se estabiliza en su punto de funcionamiento. El uso de SW1 es por tanto opcional, pero si el instrumento es usado para testear componentes delicados es aconsejable utilizarlo, manteniéndolo cerrado y abriéndolo solo cuando la carga está ya conectada.

## DESARROLLO PRÁCTICO

Para construir este instrumento está disponible el diseño de un circuito impreso mono-cara, descargable desde nuestra web [www.nuevaelectronica.com](http://www.nuevaelectronica.com); o gracias a su sencillez se puede también utilizar una placa perforada. Nos servirá un buen soldador de punta fina, posible-

comentario aparte porque el calor generado en las condiciones de funcionamiento más desfavorables (tensión general de alimentación elevada, corriente elevada y carga de baja caída) requiere el montaje de un disipador que se puede realizar con una lámina delgada en forma de "U" y oportunamente per-

Tabla 1

Tensión de entrada	Corriente de salida	Máxima tensión sobre la carga	
		con alimentación a 12V	con alimentación a 24V
de 12 Vcc a 24 Vcc	dos rangos: 0-20mA y 0-100mA	8V a 20mA, 6V a 100mA	19V a 20mA, 18V a 100mA

mente del tipo de temperatura regulada. Empezaremos como siempre por los componentes con perfil más bajo, las resistencias y los diodos, seguidos del zócalo para U1 y de los dos potenciómetros. Soldar después los transistores T2, T3 y T4 y los condensadores. T1 merece

forado con una broca de 3 mm. Insertar el disipador debajo del transistor, observando bien que no toque los terminales y fijando todo al circuito impreso mediante un tornillo de 3 mm, una tuerca y dos arandelas. Después de haber apretado el tornillo soldar el transistor y finalmen-



te insertar el LM358 sobre el zócalo de 8 pines (¡atención a la posición!).

Las conexiones con el exterior se pueden efectuar soldando los cables directamente al circuito o montando los terminales de tornillo de paso 5 mm, o también soldando terminales de espadín a los que soldaremos después los cables.

Después podrás meterlo todo en un contenedor de plástico o metálico, con el LED de señal insertado en un portaled y el potenciómetro de regulación y el conmutador fijados en posición adecuada. Es útil pegar una etiqueta que marque la posición para las mediciones 0-20 mA y 0-100 mA cerca del conmutador. El potenciómetro deberá conectarse de manera que la corriente se incremente girándola en sentido horario; si ocurre lo contrario es suficiente cambiar entre ellos las conexiones de los dos extremos.

#### AJUSTE Y PRUEBA

Alimentar el circuito con 12V en continua respetando la polaridad y sin conectar nada a la salida, y comprobar que el instrumento absorba de la fuente de alimentación una

corriente de alrededor 25mA. En este punto seleccionar la medida de 20 mA fondo de escalay conectar miliamperímetro (un multímetro en medida de corriente continua) directamente a la salida. De este modo se realiza un cortocircuito, pero ya que nuestro instrumento es una fuente de alimentación de corriente constante, la corriente que fluirá estará de todas maneras limitada y regulada. Llevar el potenciómetro al valor de corriente máxima y regular RV2 para obtener exactamente 20 mA. Mover después el conmutador (y el multímetro) a la escala de 100 mA y regular RV1 para obtener exactamente 100 mA.

Veremos que desconectando la carga (es decir, el multímetro) se enciende el LED de señalización porque el instrumento no consigue proporcionar a la carga la corriente deseada. Si queréis comprobar el correcto funcionamiento del instrumento utilizar el miliamperímetro para regular el potenciómetro hasta el valor que queráis, por ejemplo 10 mA; conectar después un LED en serie con el multímetro y notareéis que la corriente seguirá siendo la

misma. Probando después con un número superior de LED (sin alcanzar el límite de saturación) podréis comprobar que la corriente permanecerá prácticamente la misma, aunque la caída de tensión sobre la carga haya pasado de cero (solo el multímetro) a algunos voltios (la serie de LEDs).

El instrumento esta ahora listo para ser utilizado en vuestras pruebas de laboratorio. Recordad respetar siempre los límites de funcionamiento indicados en la tabla, evitando así que durante su uso el LED de error se encienda para indicar que la etapa de salida está en saturación y no se puede suministrar la corriente deseada.

#### LIMITES DE FUNCIONAMIENTO

En la **Tabla 1** se reportan los límites de funcionamiento del instrumento, en particular la tensión máxima de la carga en las distintas condiciones de uso. Todos los componentes utilizados en este proyecto son fáciles de encontrar. El diseño del circuito impreso lo puedes descargar desde la web de la revista ([www.nuevaelectronica.com](http://www.nuevaelectronica.com)).

(176023) ■



# ¡Suscríbete!

Nueva Electrónica se publica 12 veces al año y puedes adquirirla directamente en nuestro kiosko web o suscribirte por un periodo de uno o dos años consiguiendo un considerable descuento respecto al precio de cubierta.

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

The advertisement features a magazine cover on the left and a tablet on the right, both displaying the magazine's content. The magazine cover includes the title 'eNueva Electrónica', the issue number 'Nº 368 - Abril 2015 - 6,50 €', and several article titles: 'RANDA la utilizamos', 'SIGFOX largo alcance para IoT', 'Shield LCD para Raspberry Pi', and 'Fuente de Alimentación de Corriente Constante para pruebas de laboratorio'. The tablet also displays the magazine cover with the same information.

# ¡Tu fidelidad tiene premio!

**Trae un amigo y ambos os beneficiaréis**

**Tu amigo disfrutará de un 10 % de descuento en el precio de su suscripción y la tuya se prolongará**



**Cuantos más amigos traigas, más se ampliará tu suscripción:**

- por un amigo, un mes
- por dos, dos meses
- por tres, cuatro meses
- por cuatro, seis meses
- por cinco, ocho meses
- por seis, un año

Tu amigo debe suscribirse en la tienda online de Nueva Electrónica seleccionando la "Promoción trae un amigo" e introducir tu número de suscriptor (NEnnnnn) para que ambos os beneficiéis de esta promoción.

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



# Lo mejor de la tecnología para tu hobby preferido



IMPRESORA 3D en kit  
cod. K8200

*¡Haz autónoma la impresora!*

Controlador autónomo para impresora 3D.  
cod. VM8201



*¡Imprime su contenedor con la 3D!*



## Shield por Arduino:

RGB SHIELD



kit  
cod. KA01

montado  
cod. VMA01

AUDIO SHIELD



kit  
cod. KA02

montado  
cod. VMA02

MOTOR SHIELD



kit  
cod. KA03

montado  
cod. VMA03

ETHERNET SHIELD



kit  
cod. KA04

montado  
cod. VMA04

IN/OUT SHIELD



kit  
cod. KA05

montado  
cod. VMA05

PRODUCTOS DISPONIBLES EN TODOS LOS DISTRIBUIDORES  
**VELLEMAN DE ESPAÑA** · [WWW.VELLEMAN.EU](http://WWW.VELLEMAN.EU)

8 -15 de Mayo de 2015

ENGINEERING

STUDENTS

INTERNATIONAL

MADRID EESTEC  
CONGRESS



ee<sup>st</sup>tec  
LC Madrid  


🏠 Av. Complutense 30, 28040 Madrid  
☎ +34 91 549 57 00 - ext. 2421  
✉ info@eestec.es

@EESTECLCMADRID   
EESTEC LC MADRID   
www.eestec.es 