MENSILE · PROGETTAZIONE ELETTRONICA · ATTUALITÀ SCIENTIFICA · NOVITÀ TECNOLOGICHE

144 PAGINE

Elettronica In

www.elettronicain.it

€ 6,00 - Anno XXII - n. 203 - MARZO 2016

- mBOT: piccolo robot, grandi potenzialità
- Microchip MPLAB: l'IDE va sul Cloud
- Breakout board: amplificatore e comparatore
- STIMA: misurazione di parametri meteo e ambientali
- Octopus, espansione "tentacolare" per Arduino/Fishino
- Luccichino: metti in vetrina Arduino

Serratura con codice OTP

- Analizzatore di semiconduttori
- Indicatore stato batteria
- SIGFOX, la rete wireless per IoT arriva in Italia

Poste italiane Spa - Spedizione in abbonamento Postale: D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n°46) art. 1 - comma 1 - DCB Milano

9 771124 854008 60203

Elettronica In
www.elettronicain.it
Rivista mensile, anno XXII n. 203
MARZO 2016

Direttore responsabile:
Arsenio Spadoni
(*Arsenio.Spadoni@elettronicain.it*)

Redazione:
Gabriele Daghetta, Paolo Gaspari, Boris Landoni, Marco Magagnin, Davide Scullino, Alessandro Sottocornola
(*redazione@elettronicain.it*)

Grafica:
Alessia Sfulcini, Filippo Gori
(*Alessia.Sfulcini@elettronicain.it*)

Ufficio Pubblicità:
Monica Premoli (0331-752668)
(*Monica.Premoli@elettronicain.it*)

Ufficio Abbonamenti:
Elisa Guarniero (0331-752668)
(*Elisa.Guarniero@elettronicain.it*)

DIREZIONE, REDAZIONE, PUBBLICITÀ:
FUTURA GROUP srl - Divisione Editoriale
via Adige 11 - 21013 Gallarate (VA)
Telefono 0331-752668 Fax 0331-792287

Abbonamenti:
Annuo 10 numeri Euro 45,00
Estero 10 numeri Euro 45,00 (digitale)
Le richieste di abbonamento vanno inviate a:
FUTURA GROUP srl
via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)
tel. 0331-752668.

Distribuzione per l'Italia:
SO.DI.P. Angelo Patuzzi S.p.A.
via Bettola 18 - 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Telefono 02-660301 Fax 02-66030320

Stampa:
ROTO3 Spa - Via Turbigo, 11/b
20022 CASTANO PRIMO (MI)

Elettronica In:
Rivista mensile registrata presso il Tribunale di Milano con il n. 245 il 3-05-1995.
Prezzo di copertina Euro 6,00. Gli arretrati nei formati cartaceo e digitale (pdf) sono acquistabili sul sito della rivista al prezzo di Euro 6,00.
Poste Italiane Spa - Spedizione in abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004) art.1 comma 1 - DCB Milano.
FUTURA GROUP srl è iscritta al Registro Operatori della Comunicazione n. 23650 del 2/7/2013.
Impaginazione ed immagini sono realizzati in DeskTop Publishing con programmi Adobe InDesign e Adobe Photoshop per Windows.
Tutti i contenuti della Rivista sono protetti da Copyright. Ne è vietata la riproduzione, anche parziale, la traduzione e più in generale la diffusione con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione scritta da parte dell'Editore. I circuiti, il firmware ed il software descritti sulla Rivista possono essere realizzati solo per uso personale, ne è proibito lo sfruttamento a carattere commerciale e industriale. Tutti possono collaborare con ElettronicaIn. L'invio di articoli, materiale redazionale, programmi, traduzioni, ecc. implica da parte del Collaboratore l'accettazione dei compensi e delle condizioni stabilite dall'Editore (*www.elettronicain.it/ase.pdf*). Manoscritti, disegni e foto non richiesti non verranno in alcun caso restituiti. L'utilizzo dei progetti e dei programmi pubblicati non comporta alcuna responsabilità da parte della Società Editrice.

© 2016 FUTURA GROUP srl

La rete SigFox arriva in Italia, un'occasione da non perdere

In attesa che in ambito 3GPP (l'accordo di collaborazione globale tra enti che si occupano della standardizzazione dei sistemi di telecomunicazione) si definiscano le specifiche tecniche per l'utilizzo della rete cellulare esistente per applicazioni IoT, SigFox, l'azienda francese che propone l'adozione della tecnologia ultra narrow band su frequenze non licenziate ISM per fornire connettività a qualsiasi oggetto, sta dispiegando rapidamente la propria rete su scala globale, compreso il nostro paese, come raccontiamo nell'articolo a pagina 44. Grazie all'accordo con Nettrotter (gruppo EI Towers, Mediaset), la rete SigFox è già presente nelle principali città italiane ed entro la fine del 2016 coprirà l'80% circa del territorio nazionale.

Ricordiamo che i dispositivi IoT che utilizzano la tecnologia SigFox presentano un bassissimo consumo energetico che consente un'autonomia di 10/20 anni con alimentazione a batteria, offrono un'elevatissima sensibilità RF che si traduce in una portata di decine di chilometri e trasmettono giornalmente pochi e brevi messaggi, consentendo ad una stazione base di gestire milioni di dispositivi senza che si verifichino interferenze. A tutto ciò bisogna aggiungere l'elevato grado di sicurezza garantito dal sistema crittografico, il costo contenuto dell'hardware e dell'abbonamento al servizio e la possibilità del nostro "oggetto" di funzionare in qualsiasi paese del mondo, caratteristica fondamentale per i dispositivi inseriti all'interno di veicoli, container o piccoli pacchi. Insomma, un sistema semplice, affidabile e sicuro, tanto da convincere molti produttori di semiconduttori (da STMicroelectronics a Texas Instruments) a proporre soluzioni wireless con questa tecnologia, contribuendo così a creare un ecosistema di prodotti e servizi sempre più vasto.

Come tutte le infrastrutture tecnologiche, anche la rete SigFox offre la possibilità a innovatori, startupper o aziende già consolidate di dare vita a nuove opportunità di business e applicazioni innovative nell'ambito dell'Internet of Things; già alcune proposte hanno fatto la loro comparsa sul mercato mentre altre idee stanno per essere messe in pratica.

Si tratta, anche in questo caso, di comprendere fino in fondo le opportunità offerte dalla tecnologia SigFox e di focalizzarsi unicamente sull'applicazione. Col vantaggio di avere a che fare con una tecnologia semplicissima, alla portata di tutti. Con la copertura del territorio italiano, ora anche gli innovatori e i visionari nostrani hanno la possibilità di sfruttare questa opportunità.

Speriamo la colgano in molti.

Arsenio Spadoni
(*Arsenio.Spadoni@elettronicain.it*)

Sommario

Marzo 2016
n. 203

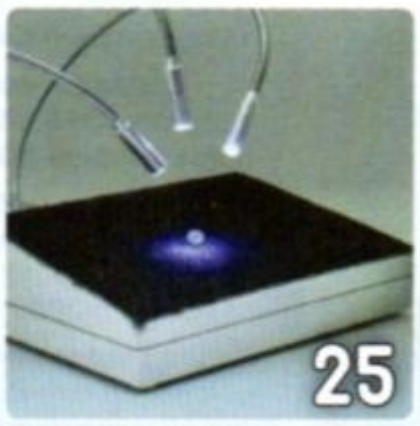
La tiratura di questo numero è stata di 18.500 copie.

Mensile associato all'USPI, Unione Stampa Periodica Italiana

IN COPERTINA:
In primo piano il progetto della serratura con codice di attivazione generato dal cellulare e, sullo sfondo, le immagini dei tantissimi altri progetti ed argomenti di questo numero.

ARTICOLI

25 GADGET
LUCCICHINO: METTI IN VETRINA ARDUINO
Evidenziamo un oggetto di cristallo o un brillante stimolandone suggestivi riflessi di luce grazie a tre spot a LED gestiti da Beetle, la più piccola board compatibile con Arduino.



33 NETWORKING
STIMA: MISURAZIONE DI PARAMETRI METEO E AMBIENTALI
Rileviamo vento e precipitazioni, temperatura e umidità dell'aria: in pratica costruiamo una stazione meteo che caricherà i parametri sul server del progetto RMAP. Terza ed ultima puntata.

44 INTERNET OF THINGS
ANCHE IN ITALIA OPERATIVA LA RETE SIGFOX
L'ecosistema SigFox arriva anche in Italia con una rete wireless che si sta espandendo rapidamente e con tantissimi nuovi prodotti, servizi e applicazioni che sfruttano questa tecnologia.

53 LABORATORIO
OPERAZIONALE: AMPLIFICATORE O COMPARATORE?
Due comode breakout board basate su operazionali, per mille applicazioni: una amplifica segnali analogici unidirezionali e può assumere comportamento invertente e non invertente, mentre l'altra funziona da comparatore e può pilotare carichi fino a 2 A.

59 AUTOMAZIONE
OCTOPUS, ESPANSIONE "TENTACOLARE" PER ARDUINO/FISHINO
Shield che rende disponibili 16 I/O digitali o altrettanti PWM impiegando un solo canale I²C-Bus di Arduino. Ideale per gestire LED multicolore o servomotori.

ELENCO INSERZIONISTI

- Comoli e Ferrari
- Fiera di Empoli
- Fiera di Gonzaga
- Fiera di Novegro
- Fortronic
- Futura Elettronica
- RM Elettronica
- Robot & Maker
- www.mdsrl.it

67 LABORATORIO
DECODER UNIVERSALE PER RADIOCOMANDI

Permette di verificare l'integrità e la corretta programmazione dei trasmettitori per radiocomando comunemente utilizzati per apricancelli, controllo di serrande motorizzate, ecc.

77 MONDO 3D
STAMPA IN CIOCCOLATO A DUE COLORI

Realizziamo una nuova evoluzione della nostra stampante 3Drag con doppio estrusore per stampare oggetti in cioccolato di due tipi o colori.

85 IN VETRINA
MICROCHIP MPLAB: L'IDE VA SUL CLOUD

Microchip lancia l'IDE Cloud Based che permette lo sviluppo e la compilazione di firmware con supporto on-line.

89 IN AUTO
INDICATORE STATO BATTERIA

Inserito nella presa accendisigari, segnala mediante un LED bicolore il livello di tensione dell'impianto elettrico.

93 AUTOMAZIONE
SERRATURA CON CODICE OTP

Realizziamo una serratura a comando elettrico che si apre grazie ad un codice, sempre diverso, generato dal nostro cellulare sulla base di un algoritmo che tiene conto dell'orario.

101 LABORATORIO
TORPEDO: IL VOSTRO DC/DC SEPIC

Un alimentatore switching molto versatile che ci dà l'occasione per spiegarvi l'utilissima configurazione SEPIC usata nei moderni converter per alimentazione mista.

109 TECNOLOGIA
SENSOR TAG

IoT e hardware a supporto in un kit di sviluppo adatto a chi vuole subito realizzare applicazioni IoT.

119 IN VETRINA
mBOT PICCOLO ROBOT, GRANDI POTENZIALITÀ

Scopriamo questo interessante kit educativo che permette di sperimentare con la robotica a qualsiasi età.

127 IN VETRINA
ANALIZZATORE DI SEMICONDUTTORI

Un set di strumenti in grado di identificare e verificare le caratteristiche di BJT, FET, tiristori, diodi ecc., a un costo accessibile e con semplicità.

135 DIDATTICA
SVILUPPARE APP ANDROID CON PROCESSING

La quinta puntata del nostro corso illustra come è possibile scambiare dati sfruttando la rete WiFi.

RUBRICHE

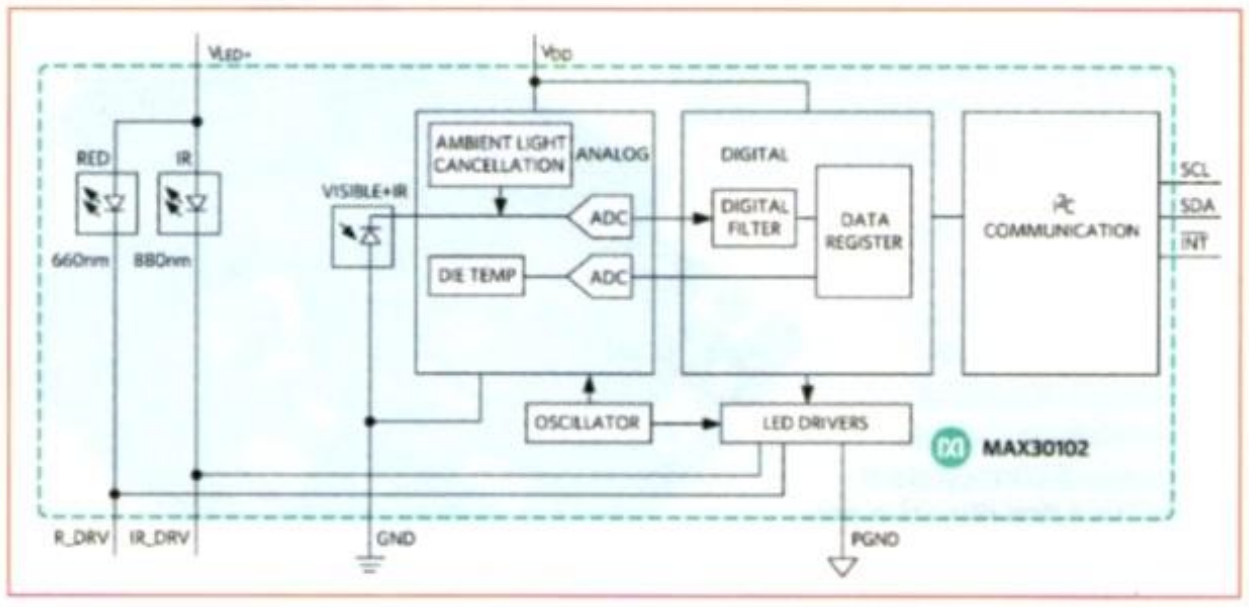
01 EDITORIALE
05 ELETTRONICA INSIEME
12 APPUNTAMENTI
17 EVENTI
21 COMPONENTI & SISTEMI
132 SCIENZA & TECNOLOGIA
141 RINNOVABILI

Queste pagine sono dedicate alle richieste, ai suggerimenti ed alle segnalazioni dei lettori. Raccomandiamo, per quanto possibile, di proporre argomenti di interesse generale. Contattateci numerosi all'indirizzo: *redazione@elettronicain.it*

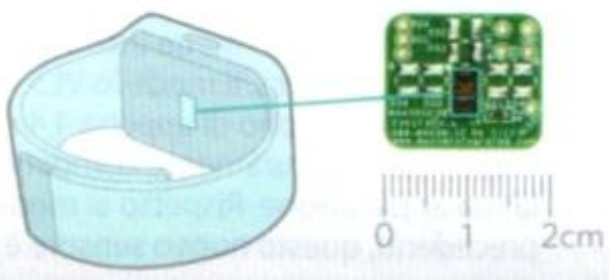
Un sensore per misurare frequenza cardiaca e saturazione del sangue

Per un'apparecchiatura indossabile che sto realizzando sono alla ricerca di un sensore che sia in grado di misurare la frequenza cardiaca e il livello di saturazione di ossigeno nel sangue. Mi potete consigliare qualcosa che risponda alle mie esigenze?

Paolo Colombo – Milano



Fino a pochi anni fa i pochi sensori di questo tipo erano disponibili solamente per impieghi in ambito medico, presentavano costi elevati ed erano difficilmente reperibili, specie da parte di un hobbysta. Lo sviluppo dei dispositivi per fitness e wellness, e più in generale dei dispositivi indossabili, ha comportato un sensibile incremento del numero di sensori disponibili sul mercato per la misura dei parametri biomedici, con una drastica diminuzione di costi e dimensioni.
Per la tua applicazione potresti utilizzare un nuovissimo modulo prodotto da Maxim Integrated, il modello MAX30102, che comprende i sensori per la pulsossimetria e per la misura della frequenza cardiaca. Il modulo costituisce una soluzione a bassissimo consumo che offre una completa soluzione di sistema per risparmiare spazio e semplificare il processo di design nei dispositivi mobili e nel wearable.
Il MAX30102 integra LED rossi e LED IR per modulare gli impulsi utilizzati nelle misure di saturazione dell'emoglobina (SpO2) e della frequenza cardiaca. Come vedi nell'immagine le dimensioni sono talmente contenute (5,6 mm x 3,3 mm x 1,55 mm) da consentire l'integrazione del modulo all'interno di un braccialetto o di un orologio. Anche il consumo è molto basso, tale da consentirne l'impiego in apparecchiature portatili alimentate a batteria.



La SIM virtuale per l'IoT

Seguo con interesse l'evoluzione delle tecnologie wireless legate all'Internet of Things, la tecnologia SigFox, quella LoRa e ora anche l'NB-LTE che dovrebbe consentire lo sviluppo dell'IoT senza la necessità di realizzare nuove infrastrutture.
A questo proposito mi domando se sia compatibile (per dimensioni e consumi) l'utilizzo delle attuali SIM con i dispositivi wireless per IoT che dovranno avere dimensioni ultraridotte e consumare pochissimo.

Sandro Martino – Genova

Probabilmente i dispositivi che daranno vita all'Internet delle Cose utilizzeranno differenti tecnologie wireless in relazione alla loro tipologia. Così, ad esempio, i dispositivi installati nelle abitazioni e negli uffici sfrutteranno reti wireless a corto raggio che faranno capo ad un router che garantirà la connessione ad Internet mentre i dispositivi alimentati a batteria e installati all'interno di oggetti o in posizioni difficilmente raggiungibili utilizzeranno le nuove tecnologie long-range.

Tutte le applicazioni, sia quelle domestiche che quelle alimentate a batteria, potrebbero, in ogni caso, essere supportate dalle reti cellulari già esistenti, facendo ricorso a protocolli leggermente differenti da quelli attuali e sui quali la discussione tra associazioni di categoria, enti certificatori, produttori e gestori di rete è attualmente in corso. Le esigenze dei dispositivi per l'Internet of Things sono infatti opposte rispetto a quelle degli utenti che utilizzano i servizi di telefonia mobile; nel caso dell'IoT è sufficiente una bassa velocità di trasmissione con conseguente limitato consumo di banda, mentre è fondamentale un costo contenuto del terminale radio e un consumo energetico bassissimo, tale da garantire un funzionamento di almeno 10/20 anni con alimentazione a batteria.
Da questo punto di vista la presenza di una SIM ingombrante e costosa all'interno di minuscoli dispositivi cellulari per l'Internet of Things rappresenta sicuramente un ostacolo. Di ciò sono

PROGETTA & VINCI CON FISHINO ANCORA UN MESE DI TEMPO!

Fishino UNO è la **rivoluzionaria** scheda che tutti aspettavano e che combina una board **compatibile al 100% con Arduino Uno** con l'aggiunta di un **modulo WiFi**, di un **Real Time Clock** e di un lettore per **microSD.** La scheda è stata presentata sui fascicoli 198 e 199 ed è disponibile al prezzo di 36 Euro IVA compresa presso *www.futurashop.it.*
L'integrazione della funzionalità WiFi (oltre che dell'RTD e della microSD) permette di realizzare una serie di dispositivi controllabili via Internet o in grado di connettersi e trasmettere dati rilevati in precedenza.
Tra le possibili applicazioni ci sono:

- sistemi di home automation gestibili via Internet tramite un Web Browser;
- data logger portatili in grado di connettersi e scaricare i dati sulla rete quando si entra nel campo di copertura di una rete WiFi;
- robot controllabili via rete e in grado di trasmettere tramite essa i dati rilevati da sensori.

L'utilizzo di un modulo WiFi a basso costo ma con firmware da noi "hackerato" per ottenere prestazioni elevate e capace di funzionare anche come access point, ovvero senza la necessità di una struttura di rete WiFi esistente, permette il controllo via cellulare in qualsiasi momento, anche in assenza di copertura di rete, rendendo il dispositivo sempre interattivo.

La possibilità di eseguire l'aggiornamento degli sketch via Internet, già prevista a livello hardware, permetterà inoltre di avere dispositivi sempre aggiornati senza la necessità di doverli collegare fisicamente ad un computer. Per incentivare l'uso di questa board e proporre alla nostra community applicazioni originali, abbiamo dato vita a questa iniziativa che **PREMIA CON TRE OSCILLOSCOPI**, le migliori applicazioni **basate sulla board Fishino.** Tutti i progetti verranno presentati on-line mentre quelli che si classificheranno ai primi tre posti verranno pubblicati anche sulla rivista.
Tutte le informazioni relative a questa iniziativa sono disponibili alla pagina:
www.elettronicain.it/fishinocontest
La scadenza di questo concorso **è fissata al 31 marzo 2016.** Affrettatevi!

ben consapevoli gli operatori che stanno spingendo affinché venga adottata rapidamente la soluzione "virtuale" per la SIM, soluzione che in ogni caso verrebbe mutuata anche su smartphone e tablet dotati di connessione GSM /LTE. Un ritorno al passato, dunque, ai vecchi ETACS.
Dal punto di vista tecnologico la SIM virtuale offre le stesse garanzie di sicurezza della SIM fisica con l'ulteriore vantaggio di poter disporre di più numeri e abbonamenti con differenti operatori, a seconda del paese in cui viene usato il terminale.
Il numero verrà scaricato dal cloud, offrendo la possibilità di poter sostituire rapidamente un terminale e di avere lo stesso numero in più apparati senza dover richiedere più SIM.
La SIM virtuale non è una novità, già da alcuni anni Apple spinge in questo senso e recentemente anche Samsung si è schierata a favore di questa soluzione.
Ora, con l'arrivo dell'Internet degli Oggetti, anche questo pezzo di plastica, simbolo della tecnologia più avanzata, è destinato a scomparire.

Un piccolissimo sensore per misurare la distanza

Sto costruendo un minuscolo rover sul quale debbo montare un sensore per misurare la distanza; purtroppo i sensori ad ultrasuoni e quelli ad infrarossi che ho trovato in commercio presentano dimensioni eccessive per la mia applicazione. Potete darmi qualche dritta a questo proposito?

Giovanni Rota – Napoli

In commercio esistono dei piccolissimi sensori laser delle dimensioni di qualche millimetro in grado di misurare la distanza (fino a qualche metro) mediante la tecnologia ToF (Time-of-Flight, tempo di volo) e che solitamente vengono utilizzati nei sistemi autofocus delle macchine fotografiche e delle telecamere, come sensori di prossimità, ma anche per il controllo gestuale e il monitoraggio del movimento in sistemi intelligenti.

Una tecnologia che ha avuto una forte accelerazione negli ultimi tempi sulla spinta del crescente mercato degli smartphone le cui fotocamere utilizzano questi dispositivi per rilevare la distanza dal soggetto inquadrato. I sensori ToF generano un fascio luminoso modulato (generalmente un laser con una lunghezza d'onda di 850-940 nm) e ne misurano la riflessione tramite un fotorilevatore; lo scostamento di fase tra luce emessa e quella riflessa consente al processore integrato nel sensore di ricavare la distanza dall'oggetto con una precisione elevatissima, dell'ordine del millimetro. In pratica il processore rileva il tempo impiegato dall'impulso luminoso per compiere il percorso dalla sorgente all'oggetto e poi di nuovo al sensore, da cui deriva il termine "tempo di volo".
Per la tua applicazione potresti utilizzare un sensore recentemente introdotto da STMicroelectronics, il modello VL53L0 le cui dimensioni sono di appena 4,4 x 2,4 x 1 mm, quindi sicuramente compatibili con la tua applicazione. Rispetto ai modelli precedenti, questo nuovo sensore è in

1° PREMIO

OSCILLOSCOPIO 2 CANALI 200 MHz CON GENERATORE DI FUNZIONI

- Frequenza di campionamento fino a 1 GS/s
- Display LCD da 7" 64.000 colori 800x480 pixel
- Generatore di forme d'onda arbitrarie fino a 25 MHz con convertitore A/D 12-bit
- Funzione FFT integrata
- Software per l'analisi e il controllo in tempo reale con il PC
- Porta USB Host / USB Device

2° PREMIO

OSCILLOSCOPIO 2 CANALI 70 MHz

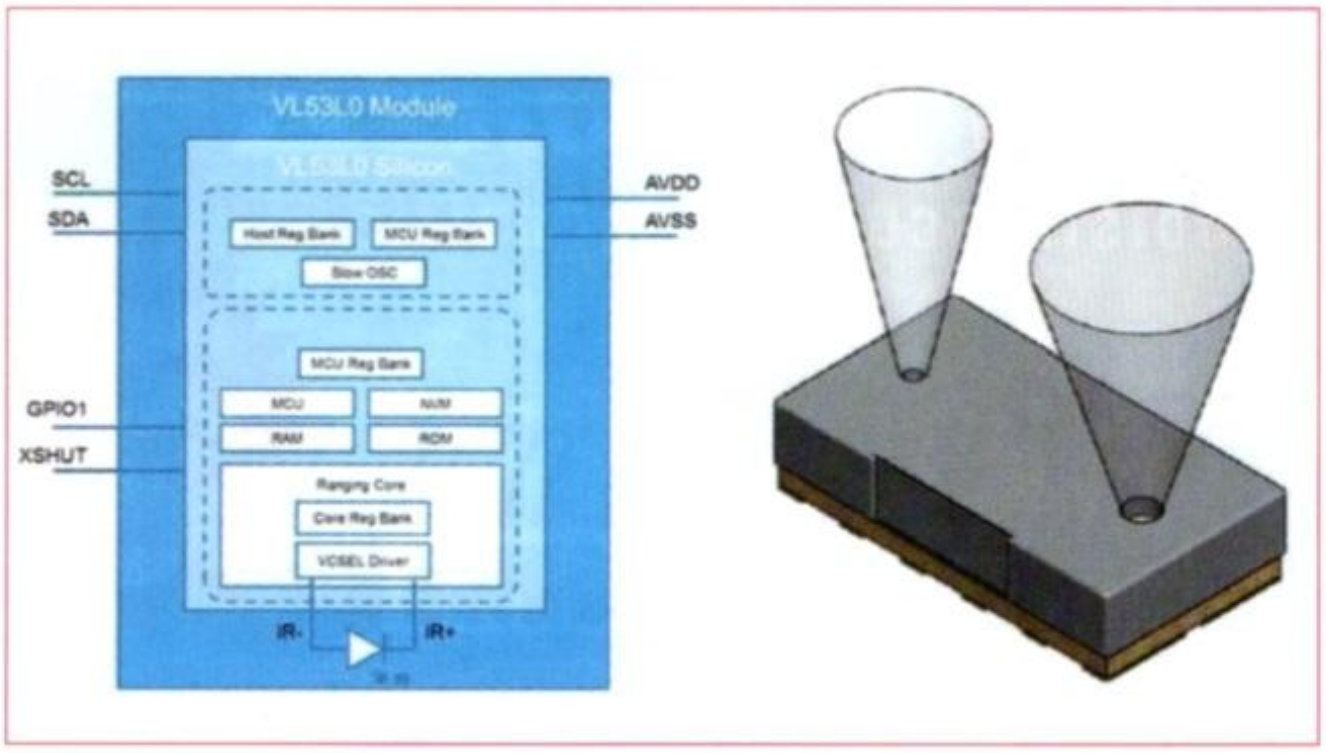
- Frequenza di campionamento fino a 1 GS/s
- Display LCD da 7" 64.000 colori 800x480 pixel
- Funzione FFT integrata
- Software per l'analisi in tempo reale con il PC
- Porta USB Host

OSCILLOSCOPIO TASCABILE MONOCANALE CON MEMORIA - 1MHz

- Frequenza di campionamento 1 MS/s
- Slot per micro SD Card con possibilità di salvare le forme d'onda
- Generatore di segnale da 10 Hz a 1 MHz
- Display LCD TFT 2,8" a colori
- Connessione USB e batteria ricaricabile al litio
- Completo di puntali ad uncino e a singolo terminale

3° PREMIO

grado di funzionare più rapidamente, su distanze maggiori e con una precisione più accurata, aprendo la strada a nuove opportunità e funzioni innovative in applicazioni di robotica, identificazione degli utenti, droni, IoT e sistemi indossabili. Il dispositivo integra una sorgente luminosa VCSEL a 940 nm, un fotorivelatore ultraveloce SPAD (Single-Photon Avalanche Diode) e un sofisticato microcontrollore per gestire completamente la funzione di rilevazione della distanza. Il VL53L0 è il primo modulo commerciale ad utilizzare una sorgente luminosa a 940 nm che, accoppiata a filtri infrarossi, rende l'emissione invisibile all'occhio umano e garantisce una notevole un'immunità alla luminosità ambientale. Il microcontrollore integrato e gli algoritmi digitali minimizzano la potenza di calcolo necessaria e il consumo di energia dell'applicazione finale.
Il VL53L0 può compiere una misura completa in meno di 30 ms, a distanze di oltre 2 metri. Il sensore dispone di sei piedini attivi, utilizza un protocollo di comunicazione I2C ed è corredato da un set completo di driver API e documentazione per accelerare e rendere semplice la sua integrazione.



Power Over Wi-Fi per la ricarica wireless

Ho letto sulla rivista del mese scorso la risposta alla lettera del Sig. Riva che chiedeva informazioni sulla ricarica wireless a distanza di smartphone. Come mai, per tale scopo, non viene utilizzata l'energia delle onde radio presenti un po' ovunque?

Giuseppe Carta – Cagliari

A meno di non trovarsi a pochi metri da un potente trasmettitore, l'energia presente nell'etere prodotta dai TX a radiofrequenza è (teoricamente) troppo scarsa per poter essere "catturata" ed utilizzata per ricaricare uno smartphone che, lo ricordiamo, consuma mediamente 0,1-0,5 W ogni ora.
Esistono tuttavia numerosi dispositivi, tipicamente i sensori wireless per IoT e alcuni prodotti wearable, che assorbono pochissimo, infinitamente meno degli smartphone, e che potrebbero utilizzare questa energia dispersa nell'etere per ricaricare le proprie batterie. È quanto hanno pensato anche i ricercatori dell'Università di Washington che, guardandosi attorno, hanno identificato nei router Wi-Fi i trasmettitori RF più adatti a questo scopo, oltretutto presenti un po' ovunque, e che hanno chiamato questa tecnologia Power Over Wi-Fi (PoWiFi), parafrasando il termine PoE (Power Over Ethernet).
Gli attuali router Wi-Fi se trasmettessero in continuazione (cosa che normalmente non avviene) potrebbero diffondere, entro una decina di metri, una quantità di energia sufficiente a questo scopo; per far sì che il router Wi-Fi eroghi sempre la massima potenza, i ricercatori hanno messo a punto un particolare firmware in grado di trasmettere pacchetti di dati "superflui", senza influire sul normale funzionamento. In questo modo è possibile fornire energia

a piccoli dispositivi per IoT distanti sino a una decina di metri dal router. Il circuito utilizzato per la ricarica della batteria o del condensatore è molto semplice, come si vede in figura. Per dimostrare la validità dei loro studi, i ricercatori dell'Università di Washington hanno realizzato un dispositivo wireless dotato di telecamera in grado di scattare una foto ogni 30 minuti e di inviarla sul web tramite la connessione Wi-Fi che fornisce anche alimentazione al dispositivo. Questa tecnologia presenta il grande vantaggio di poter essere implementata in un'infrastruttura esistente, semplicemente aggiornando il firmware dei router.

In ogni caso, immaginare di ricaricare uno smartphone con l'energia RF emessa da un router Wi-Fi è, allo stato attuale, ancora un'utopia.

L'AIS arriva sullo smartphone

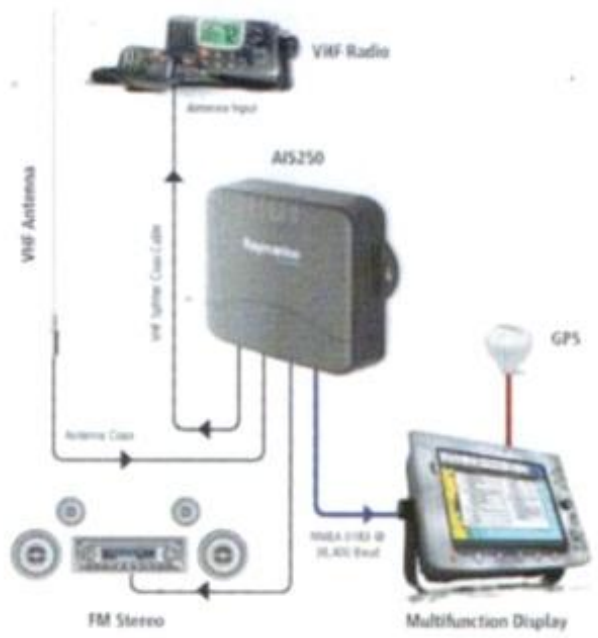
Ho letto con interesse la spiegazione sul funzionamento del sistema satellitare EPIRB per la sicurezza in mare. Volevo sapere quali altri sistemi elettronici esistono per garantire la sicurezza della navigazione e se esistono applicazioni su smartphone o tablet da utilizzare a tale scopo.

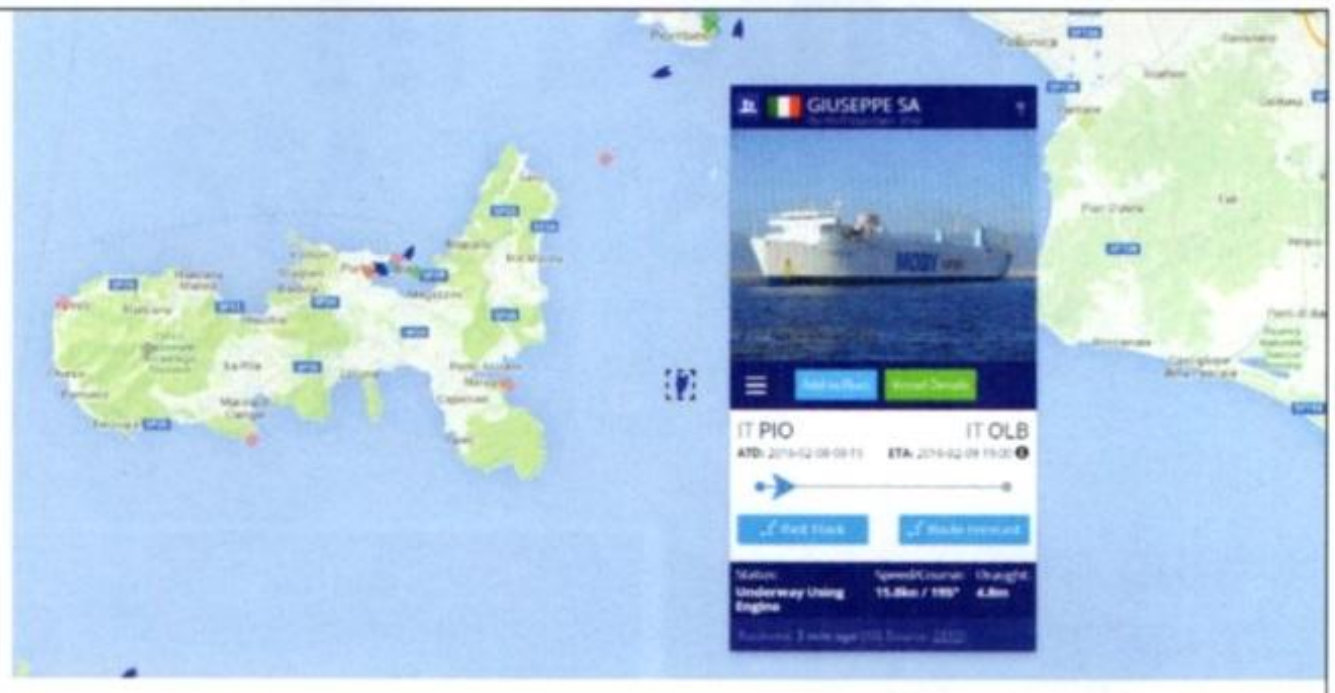
Luciano Grandi – Napoli

Oltre all'EPIRB di cui abbiamo scritto il mese scorso, esistono numerosi altri sistemi attivi e passivi per garantire la sicurezza della navigazione. Uno dei più utilizzati è l'AIS (*Automatic Identification System*) che consente di identificare e tracciare la rotta delle navi che si trovano nel raggio di una ventina di miglia dalla nostra posizione. Questo sistema è molto utile nei tratti di mare con molto traffico (come il Canale della Manica o lo Stretto di Messina), in condizioni di scarsa visibilità e durante la navigazione notturna.

L'AIS è obbligatorio su tutte le navi con stazza lorda superiore a 300 tonnellate, e su tutte le navi passeggeri, indipendentemente dalle dimensioni. Nel 2007 è stato introdotto sul mercato l'AIS Classe B, molto più economico e semplice da utilizzare, che può essere montato su qualsiasi imbarcazione, anche su quelle da diporto.

L'AIS consiste in un ricetrasmettitore VHF operante sulle frequenze marine 161,975 (canale 87) e 162,025 (canale 88); esistono anche sistemi passivi, ovvero composti dal solo ricevitore, che consentono di visualizzare le imbarcazioni presenti nelle vicinanze ma che non permettono di essere "visti" dai sistemi AIS montati sugli altri mezzi navali. La stringa AIS trasmessa contiene il nome dell'imbarcazione, l'identificativo MMSI, la sua posizione (ri-





Il disegno illustra come va integrato il ricetrasmettitore AIS nel sistema di navigazione e comunicazioni di una imbarcazione. A destra, l'applicazione per PC e smartphone che consente di visualzzare la posizione di navi e imbarcazioni.

cavata dal GPS di bordo), la rotta, la velocità, il porto di destinazione e altre informazioni meno importanti. Solitamente il dato viene trasmesso ogni minuto.
L'informazione ricevuta viene visualizzata su un display dedicato o, nei sistemi integrati, sul plotter cartografico; il sistema consente di programmare appositi segnali visivi e sonori nel caso la nostra imbarcazione sia in rotta di collisione con una delle navi dotate di AIS.
L'impiego dell'AIS consente navigazioni più tranquille e sicure e in caso di necessità è sempre possibile contattare col VHF la nave in rotta di collisione.
Un sistema AIS tra costo dell'apparecchiatura ed installazione (è necessario utilizzare uno splitter VHF per condividere l'antenna col ricetrans marino e un GPS esterno) si aggira sui 500-1000 euro, a seconda del modello.
Per chi non vuole o non può spendere questa cifra, esiste un'alternativa molto interessante che consente di ottenere le stesse funzionalità: l'unica condizione è quella di navigare in una zona coperta dalla rete dati GSM o LTE e di disporre di uno smartphone. Fortunatamente, nella maggior parte dei casi, le coste del Mediterraneo presentano una copertura cellulare che in alcuni casi raggiunge qualche decina di miglia, per cui questo problema risulta marginale.
Come funziona questa alternativa? Presto detto. Come nel caso dei trasponder aerei, anche per le navi qualcuno ha pensato di realizzare una rete di stazioni riceventi marine in grado di ricevere i segnali AIS e di condividerli in rete, inizialmente tramite un apposito sito, ed ora anche con un'applicazione per smartphone (iOS e Android). Se il programma su PC ci consente da terra di controllare il traffico marittimo in qualsiasi mare del mondo, l'app su smartphone permette di portarci in barca questo potente sistema di sicurezza, visualizzando sullo schermo del telefono o del tablet le stesse informazioni di un sistema AIS di bordo.

L'applicazione mAIS consente di visualizzare la posizione e la velocità della propria imbarcazione nel sito Marine Traffic come se fossimo dotati di un vero AIS.

Il sito e l'app sono quelli di MarineTraffic (www.marinetraffic.com) ed il servizio è completamente gratuito.
Ma c'è di più. Questa organizzazione ha recentemente rilasciato un'altra applicazione, chiamata mAIS, che utilizza le informazioni del GPS del proprio smartphone e, insieme alle informazioni inserite nelle impostazioni dell'applicazione, trasmette la posizione e le informazioni di navigazione al sito MarineTraffic, come se avessimo a bordo una stazione AIS Class B.
Ovviamente la nostra imbarcazione sarà "visibile" solamente a quanti utilizzano l'applicazione Marine Traffic e non il tradizionale sistema AIS di bordo. Tuttavia, se questo sistema si diffondesse, basterebbe integrare i tradizionali sistemi AIS con un ricevitore cellulare per realizzare una rete di identificazione universale, accessibile a tutti, anche ai proprietari delle imbarcazioni più piccole. Naturalmente l'applicazione mAIS va utilizzata solamente durante la navigazione.
L'app per dispositivi mobili di Marine Traffic contiene numerose altre informazioni utili a chi va per mare, ad esempio la forza del vento (in tempo reale) di qualsiasi area marina. L'applicazione, infatti, elabora le informazioni provenienti dai sistemi AIS delle navi (tra le quali c'è anche la velocità del vento) per fornire un'informazione particolarmente precisa. In questo caso le imbarcazioni rappresentano un insieme di "sensori" dai quali ricavare questa importante informazione per la navigazione, specie per chi va a vela. Ci sono anche le caratteristiche dei porti, delle marine, la posizione e le caratteristiche dei fari e tante altre utili informazioni per chi va per mare.

Web Forum e supporto tecnico

Hai un problema con uno dei circuiti pubblicati? Vorresti effettuare una modifica? Accedi al nostro Web Forum dove i nostri tecnici (ma anche gli altri lettori) ti aiuteranno a chiarire qualsiasi dubbio di natura tecnica. Collegati a:

www.elettronicain.it/webforum

■ 13-18 MARZO 2016

Light + Bulding 2016

Francoforte • Germania

Light + Building è la più grande fiera al mondo per l'illuminazione e l'edilizia intelligente con soluzioni fortemente orientate al risparmio energetico e al massimo livello di comfort.
La manifestazione, che si svolge ogni due anni a Francoforte sul Meno (Germania), vedrà la presenza di circa 2.500 aziende che occuperanno tutti i 22 padiglioni del quartiere espositivo e che presenteranno le più recenti innovazioni dei settori illuminazione, elettrotecnica, domotica e automazione di edifici. L'offerta integrata con la combinazione di illuminazione e tecnologie per edifici intelligenti fa di Light + Building la più importante esposizione mondiale per varietà e completezza.
L'industria del settore presenta qui soluzioni e tecnologie in grado non solo di incrementare l'economicità di esercizio dell'edificio, ma anche di aumentare il comfort e la qualità della vita degli utenti. I temi chiave della prossima edizione di Light + Building saranno i sistemi di sicurezza, il digital building, i trend del settore illuminazione e gli effetti della luce sul benessere delle persone.

light+building

La precedente edizione ha visto la presenza di oltre 200.000 visitatori con una notevole partecipazione italiana (al terzo posto per numero di visitatori dopo Germania e Cina). Fortissima anche la presenza di espositori italiani con una folta rappresentanza di aziende operanti nel campo del design e dell'automazione di edifici.
I temi principali a Light + Building 2016, riflettono quelli della digitalizzazione, dalla creazione di reti intelligenti alla tecnologia per la sicurezza e ai controlli remoti tramite i nuovi dispositivi che la tecnologia mette a disposizione.
www.light-building.com

■ 14-18 MARZO 2016

DATE 2016

Dresda • Germania

DATE (Design, Automation e Test in Europe) combina un'area espositiva con sistemi hardware e software per la progettazione e il test con una serie di conferenze e seminari dedicati agli stessi argomenti.
Durante i convegni verranno presentati circa 280 relazioni selezionate tra le 829 giunte agli organizzatori da ogni parte del mondo.
La conferenza si terrà presso il Centro Congressi di Dresda, in Germania, dal 14 al 18 marzo 2016. Come negli anni precedenti, l'evento si aprirà il lunedì con 10 approfonditi tutorial tecnici a cura di esperti del settore e accademici che verteranno sui temi della progettazione di soluzioni, dell'efficienza energetica, dell'Internet of Things e dei sistemi di test e diagnosi.
Dal martedì al giovedì sono in programma ben 77 sessioni tecniche organizzate in quattro track:

D - Metodi e strumenti di progettazione
A - Application Design
T - Test e robustezza
E - Embedded Systems Software

Nelle altre giornate si susseguiranno seminari e convegni che affronteranno temi riguardanti il design di IC in 3D, In-Memory Computing, metodi di verifica del segnale analogico/misto e una serie di sessioni legate ai sistemi per Automotive, alle Smart Grid e a Industry 4.0.
La conferenza è completata da una mostra che si estende per tre giorni (martedì - giovedì) e che offre una panoramica completa degli strumenti disponibili in commercio per la progettazione, l'automazione e il test.
www.date-conference.com

■ 14 APRILE 2016

SAVE MILANO

Milano

SAVE Milano – giunto alla quarta edizione - è l'unico evento italiano dedicato alla sensoristica e alla strumentazione che unisce un'area espositiva a una componente formativa. Si tratta di un evento verticale sviluppato con una consolidata formula di successo che comprende più sessioni congressuali parallele di aggiornamento professionale. Alcuni convegni prevedono il rilascio di crediti formativi.
Sono in programma anche numerosi workshop di approfondimento, seminari, corsi di formazione con casi applicativi a cura delle aziende partecipanti.
L'area espositiva consente di "toccare con mano" le ultime novità del settore e di interagire con le aziende e i protagonisti in questo campo.
SAVE Milano si svolge in concomitanza con MCM Milano, mcT Alimentare, mcT Visione e Tracciabilità.
www.exposave.com

■ 20-24 MARZO 2016

APEC 2016

Long Beach • California USA

The Premier Global Event in Applied Power Electronics™ APEC 2016 Long Beach California March 20-24, 2016 Long Beach Convention & Entertainment Center

APEC è il più importante evento al mondo dedicato all'elettronica di potenza, una conferenza con esposizione alla quale partecipano, da un lato, gli ingegneri e i ricercatori più famosi in questo settore e, dall'altro, i produttori di semiconduttori e di tutti quei componenti utilizzati nei sistemi di potenza.
APEC è fortemente focalizzato sugli aspetti pratici e applicativi del business dell'elettronica di potenza, offrendo spunti di interesse a differenti figure nell'ambito di tale area:

- OEM, produttori di apparecchiature elettroniche che utilizzano alimentatori e convertitori DC/DC nelle loro produzioni;
- Progettisti di alimentatori, convertitori DC/DC, azionamenti per motori, gruppi di continuità, inverter e ogni altra apparecchiatura elettronica di potenza;
- Produttori e fornitori di componenti e accessori utilizzati nell'elettronica di potenza;
- Ingegneri e tecnici che si occupano delle linee produttive e del controllo di qualità;
- Addetti al marketing e alle vendite in ambito elettronica di potenza;
- Ingegneri che si occupano della certificazione e dei test di conformità di dispositivi elettronici di potenza, nonché le aziende che producono i relativi sistemi di test.

APEC nasce nel 1991 sulla scia di POWERCON, cessata nel 1984, per iniziativa di IAS (IEEE Industry Applications Society) PELS (IEEE Power Electronics Society) e PSMA (Power Sources Manufacturers Association.
La conferenza ha goduto di un crescente successo nel corso degli anni, grazie anche al lavoro di Courtesy Associates che organizza l'evento e che gestisce anche l'area espositiva; attualmente la manifestazione conta circa 165 espositori con 260 stand.
APEC è considerato da tutti il convegno leader al mondo per i professionisti dell'elettronica di potenza, con una vasta gamma di argomenti trattati, dalla progettazione, alla produzione, alla commercializzazione di componenti per tale mercato. La combinazione di un programma completo di seminari con la presenza dei più importanti produttori di semiconduttori con le loro novità, rende questo evento imperdibile per chi opera in questo settore industriale.
http://www.apec-conf.org/

MOSTRE MERCATO

PISA
ELETTRONICA PISA
Stazione Leopolda – Pisa
Organizzazione: Prometeo
Tel: 057122266 - Fax: 05710831142
info@prometeo.tv
www.prometeo.tv
2 e 3 Aprile 2016

NOVEGRO (MI)
RADIANT & SILICON
Parco Esposizioni di Novegro (MI)
Organizzazione: Comis Srl
Tel: 027562711 - Fax: 027020835
radiant@parcoesposizioninovegro.it
www.parcoesposizioninovegro.it
2 e 3 Aprile 2016

GONZAGA (MN)
FIERA DELL'ELETTRONICA
Fiera Millenaria – Gonzaga (MN)
Organizzazione: Fiera Millenaria di Gonzaga Srl
Tel: 037658098 - Fax: 0376528153
info@fieramillenaria.it
www.fieramillenaria.it
2 e 3 Aprile 2016

RENDE (CS)
FIERA MERCATO ELETTRONICA INFORMATICA RADIOAMATORE
Centro Comm.le Ecampus - C.da Cutura
Organizzazione: ARI Cosenza
Tel: 0984403690
info@fieradellelettronica.com
www.fieradellelettronica.com
9 e 10 Aprile 2016

PESCARA
FIERA MERCATO NAZIONALE DEL RADIOAMATORE DI PESCARA
Centro IBISCO – Via Lungofino 187 – Città S.Angelo (PE)
Organizzazione: Ari Pescara
Tel: 0854215840
arifiera@aripescara.org
www.aripescara.org
16 e 17 Aprile 2016

EMPOLI (FI)
MOSTRA EMPOLESE DELLA RADIANTISTICA E DELL'ELETTRONICA
Palazzo delle Esposizioni - Empoli (FI)
Organizzazione: Studio Fulcro sas
Tel: 010590889 - Fax: 010590889
berti@studiofulcro.it
www.studiofulcro.it
23 e 24 Aprile 2016

PORDENONE
RADIOAMATORE HI-FI CAR
Quartiere Espositivo - Pordenone
Organizzazione: Pordenone Fiere Spa
Tel: 0434232111 - Fax: 0434570415
info@fierapordenone.it
www.radioamatorepordenone.it
23 e 24 Aprile 2016

PASTORANO (CE)
HAMRADIOSHOW 2016
A1EXPO - Polo Fieristico Pastorano (CE)
Organizzazione: Ari Pompei
Tel: 0818599101
info@aripompei.it
www.aripompei.it
30 Aprile – 01 Maggio 2016

PIACENZA
TELE RADIO MONDO ELETTRONICA
Piacenzaexpo – Località Le Mose S.S. per Cremona
Organizzazione: Expo Fiere Srl
Tel: 054527548 - Fax: 0545291179
info@mondoelettronica.net
www.mondoelettronica.net
30 Aprile – 01 Maggio 2016

MARIANO COMENSE (CO)
FIERA MERCATO DELL'ELETTRONICA
Palatenda Via Don Sturzo (ingresso gratuito)
Organizzazione: Printmix
Tel: 0362999186 - Fax: 031865244
info@fieramercatodellelettronica.it
www.fieramercatodellelettronica.it
30 Aprile – 01 Maggio 2016

L'elenco aggiornato di tutte le Mostre Mercato del 2016 è disponibile sul sito *www.elettronicain.it* sul quale è anche possibile scrivere un commento sulle fiere visitate.

L'elenco completo dei più importanti eventi nazionali e internazionali di elettronica, sicurezza e fonti rinnovabili è disponibile sul nostro sito: http://www.elettronicain.it/myMain/Fiere/p_fiere.asp

31 MARZO - 2 APRILE 2016

EnergyMed

Napoli

Le fonti rinnovabili e l'efficienza energetica sono sempre più al centro dei piani di azione per la sostenibilità ambientale facendo di manifestazioni come EnergyMed - Mostra Convegno sulle Fonti Rinnovabili e l'Efficienza Energetica, giunta alla IX edizione - il contesto ideale per confrontarsi sullo stato dell'arte di settori innovativi legati al solare, all'eolico, alle caldaie ad alta efficienza e a biomasse, al recupero di materia ed energia dai rifiuti, ai veicoli a basso impatto ambientale e ai servizi; attenta all'evoluzione del mercato, la manifestazione vede la consolidata presenza delle tre sezioni dedicate all'efficienza energetica "EnerEfficiency", al riciclo "Recycle" e alla mobilità sostenibile "Mobility".
Molte le novità di quest'anno, con un'esposizione che supera gli 8.000 metri quadrati, con un vasto programma congressuale e numerosi eventi speciali che vedono come protagonisti esperti del settore e rappresentanti delle principali imprese che prenderanno parte ai workshop tematici, agli incontri business to business e alle tavole rotonde.
Gli organizzatori intendono così creare le condizioni ideali per l'aggiornamento professionale e per gli scambi commerciali tra aziende nazionali e straniere, favorendo un processo di internazionalizzazione sempre più proficuo di tale comparto produttivo.

■ 5-8 APRILE 2016

ISC West 2016

Las Vegas • USA

L'International Security Conference & Exposition, meglio conosciuta come ISC West, è la più importante fiera destinata alla sicurezza fisica che si svolge negli Stati Uniti, e una delle più grandi al mondo. Alla manifestazione partecipano circa 1.000 espositori mentre i visitatori professionali sono 28 mila circa. In mostra prodotti appartenenti alle seguenti categorie: controllo accessi, antifurti e monitoraggio, CCTV e videosorveglianza, biometria, controlli remoti, sistemi antincendio, sicurezza e salvaguardia pubblica, IT convergence, applicazioni wireless. Una grande kermesse, che mette in contatto professionisti, aziende e utenti finali e che offre anche l'opportunità tramite SIA Education@ISC di accrescere le proprie competenze tecniche in questo settore.
Le numerose conferenze in programma hanno invece lo scopo di illustrare e approfondire lo stato dell'arte dell'industria della sicurezza, oltre a sviluppare i trend tecnologici per il futuro.
Quest'anno particolare importanza sarà riservata al tema della sicurezza informatica, con le più recenti soluzioni in mostra presso il padiglione IT.
www.iscwest.com

Una tre giorni di tecnologie ed innovazione per la quale è prevista una crescente affluenza di visitatori qualificati, a conferma del trend positivo delle edizioni precedenti, con oltre 20.000 presenze.
Anche quest'anno EnergyMed intende confermarsi come focal point in cui Imprese, Enti Locali, Centri di Ricerca, Associazioni e Tecnici del settore possono confrontarsi sui temi delle rinnovabili, dell'efficienza energetica, della mobilità sostenibile, dell'edilizia. La scelta della Campania e di Napoli rappresenta un elemento strategico che conferisce alla manifestazione una connotazione "mediterranea" e un ruolo di cerniera tra il resto dell'Europa e i paesi dalle economie emergenti che si affacciano sul "Mare Nostrum".
Tra gli altri obiettivi della manifestazione vi è quello di consolidarsi come punto di riferimento per la comunità professionale e scientifica, per un continuo aggiornamento sullo stato dell'arte delle tecnologie disponibili sul mercato, così come sulle frontiere della ricerca e lo sviluppo per le applicazioni più innovative.
EnergyMed ambisce anche a innalzare, attraverso un evento a livello nazionale ed internazionale, la soglia complessiva di visibilità di queste tematiche presso i media ed il grande pubblico nonché quello di focalizzare l'interesse dei legislatori nazionali e locali verso le nuove tecnologie energetiche.
www.energymed.it

Ni Scuola 2016

Anche quest'anno il seminario gratuito itinerante a cura di IRS e National Instruments offre ai docenti e agli assistenti degli Istituti Tecnici e Professionali la possibilità di aggiornare le proprie competenze relative ai prodotti NI.
"NI Scuola 2016" si propone di fornire nozioni di alto livello su tecnologie Hardware e Software utilizzate sia in ambito industriale che accademico, con esempi pratici spendibili in ambito didattico e progettuale.
Le novità per la didattica saranno supportate da esempi di applicazioni in ambito industriale, un momento importante per avvicinare la scuola all'industria.
Il seminario avrà una durata di tre ore circa a partire dalle ore 14:00.
Durante l'evento saranno trattati i seguenti temi:

- NI LabVIEW 2015 e NI Multisim 14.0, le nuove release dei software National Instruments.
- myRIO, myDAQ, VirtualBench, USRP: didattica avanzata con i prodotti NI.
- Scopri come la piattaforma NI viene impiegata in ambito industriale e di ricerca.

Questo il calendario: 23 Febbraio, Mirano (VE); 24 Febbraio, Pordenone; 25 Febbraio, Schio (VI); 2 Marzo, Modena; 4 Marzo, Mantova; 8 Marzo, Crema (CR); 10 Marzo, Novara; 15 Marzo, Torino; 16 Marzo, Asti; 17 Marzo, Genova-Camogli (GE); 18 Marzo, Livorno; 21 Marzo, Abbadia San Salvatore (SI); 22 marzo, Viterbo; 31 Marzo, Aprilia; 4 Aprile, Ancona; 5 Aprile, Ascoli Piceno; 6 Aprile, Chieti; 7 Aprile, Gioia del Colle (BA); 8 Aprile, Lecce; 11 Aprile, Castellamare di Stabia (NA); 12 Aprile, Cosenza; 13 Aprile, Vibo Valentia; 14 Aprile, Crotone; 19 Aprile, Catania; 20 Aprile, Palermo; 26 Aprile, Bolzano.
L'iscrizione a NI Scuola 2016 è gratuita ma obbligatoria. Al termine dell'evento verrà consegnato un attestato di partecipazione.
http://italy.ni.com/

NI Scuola **2016**

Impara, certifica, insegna

Low Power STM32L4 Seminar: Surrounding IoT

Organizzato da Avnet Memec – Silica, questo seminario gratuito avrà come tema centrale le tecnologie a basso consumo di STMicroelectronics e le recenti novità in ambito di sensoristica e connettività.
Durante la giornata, verranno approfonditi i concetti di Ultra-Low Power, facendo riferimento ai nuovissimi dispositivi della famiglia STM32L4, di connettività (reti MESH, 6LowPan, LoRa e Sigfox) e di sensoristica, sia ambientale che di movimento. Essendo argomento fondamentale per l'approccio alle applicazioni IoT, verranno trattati anche i concetti fondamentali relativi ai prodotti di sicurezza di STMicroelectronics.
La giornata si concluderà dopo 2 Hands On trainings basati sull'utilizzo delle board di valutazione di tipo Discovery, Nucleo e sulle schede di espansione X-Nucleo, tutte di STMicroelectronics.

L'agenda prevede:

08:30 Registrazione
09:00 STM32 Portfolio e Tecnologie Ultra-Low Power in STM32L
10:00 Presentazione Portfolio RF e Sensori : RF Tranceivers, RF Modules; Environmental, Imaging (Proxi) and Motion Sensors
10:45 Coffee Break
11:00 WAN Technologies (Mesh, 6LowPAN, LoRa, SigFox)
11:45 Secure Elements
12:30 Pranzo
14:00 Hands On: STM32 L4 Project Start Up con Discovery e CUBE MX
15:00 Hands On: Acquisizione dati e trasmisssione con scheda Nucleo e Board di espansione X-Nucleo
16:00 Conclusione

Il materiale necessario per lo svolgimento degli Hands On (SW da installare, ecc.) verrà comunicato via mail alcuni giorni prima dello svolgimento del seminario.
A Bentivoglio (BO) il giorno 8 marzo 2016, a Padova il 9 marzo e a Cornaredo (MI) il 10 marzo 2016.
www.silica.com

Milano hi-fidelity 2016

Il week-end del 2 e 3 aprile presso il Centro Congressi Melià Hotel di Milano (Via Masaccio 19) è in programma la ventesima edizione di Milano hi-fidelity, manifestazione dedicata agli appassionati di musica, di alta fedeltà, ai professionisti del settore e ai venditori; la manifestazione è promossa dagli importatori e dalle case produttrici di alta fedeltà, apparecchiature audio, dalle etichette di musica di qualità nonché dalle riviste del settore.
L'obiettivo è quello di offrire ai visitatori la possibilità di venire in contatto e di confrontarsi in diretta con gli operatori del settore audiofilo, ascoltare nelle migliori condizioni le apparecchiature hi-fi più sofisticate oggi in commercio, fare esperienza con le tecnologie audio di alta qualità, e conoscere e ascoltare la musica "alla sorgente".
Nel panorama nazionale delle manifestazioni di Alta Fedeltà, MILANO HI-FIDELITY si colloca da tempo come punto di riferimento per il pubblico di audiofili e musicisti del nord-Italia.
La caratteristica distintiva della manifestazione è sempre stata quella di proporre una accurata selezione di importatori e produttori tra quelli che offrono una significativa presenza nel settore.
www.milano-roma-hi-fidelity-audio-show.it

Milano hi-fidelity 2016

Robot & Makers

Sabato 2 e domenica 3 aprile è in programma presso il Parco Esposizioni di Novegro (MI) la terza edizione di ROBOT & MAKERS MILANO SHOW che si svolge in concomitanza con RADIANT & SILICON, la mostra mercato dell'elettronica che da oltre 20 anni consente ai milanesi di tuffarsi in un enorme *store* elettronico, del nuovo e dell'usato, alla ricerca dell'ultima novità o di un'introvabile valvola di una radio d'epoca. Gli oltre 10 mila visitatori di Radiant avranno così la possibilità di conoscere le novità e i prodotti di un settore molto vicino ai propri interessi e alle proprie passioni mentre i visitatori di ROBOT & MAKERS potranno trovare in fiera una vasta gamma di componenti hardware e software per i propri progetti.
Due mondi accumunati da una passione comune: quella per la tecnologia. Ecco perché gli organizzatori hanno affiancato le due manifestazioni, con il biglietto d'ingresso valido sia per RADIANT che per ROBOT & MAKERS.

Quest'ultimo evento prevede anche una serie di speech, seminari e workshop; da segnalare la presenza di Gastone Garziera e Giovanni De Sandre che racconteranno la storia del primo personal computer della storia, l'Olivetti Programma 101. Saranno presenti anche i responsabili di Arduino.org e i promotori dei progetti Viper e Bao Bab.
www.robotandmakers.it/

First Lego League, la finale nazionale

Si svolgerà al Palasport "A.Marchetti" di Rovereto (TN) nei giorni 11 e 12 marzo 2016 la Finale Nazionale della FLL Italia, la manifestazione di scienza e robotica tra squadre di ragazzi dai 9 ai 16 anni (dalla quarta elementare alla seconda superiore, non obbligatoriamente della stessa classe o istituto) che progettano, costruiscono e programmano robot autonomi, applicandoli a problemi reali di grande interesse generale, ecologico, economico, sociale, per cercare soluzioni innovative.
Le squadre che parteciperanno alla manifestazione sono quelle che si sono affermate nelle fasi di qualificazione che si sono svote nei mesi precedenti a Genova, Pistoia, Mezzocorona e Catania.

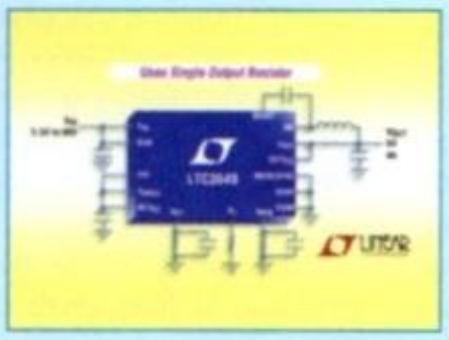
La competizione richiede ai partecipanti di effettuare una ricerca con tutti i criteri caratteristici del protocollo scientifico su una problematica attuale. Per questo FLL non è solo robotica. Oltre ad appassionarsi alla scienza divertendosi, i ragazzi acquisiscono conoscenze e competenze utili al loro futuro lavorativo e si avvicinano in modo concreto a potenziali carriere in ambito sociale, scientifico e ingegneristico. La sfida è uguale in tutto il mondo.
FIRST LEGO League nasce dalla collaborazione tra LEGO e FIRST (acronimo dell'Associazione americana For Inspiration and Recognition of Science and Technology, ovvero "Per l'ispirazione e la valorizzazione di Scienza e Tecnologia"). Per mettere sullo stesso piano concorrenti di età differenti, i promotori della competizione hanno pensato di proporre a tutti i partecipanti l'uso esclusivo dei materiali LEGO Mindstorms per la realizzazione dei robot.
Attualmente sono coinvolte 70 nazioni distribuite sui 5 continenti, le qualificazioni partono dalla fase regionale per proseguire in quella nazionale che fornisce l'accesso alle manifestazioni internazionali continentali e mondiali.
FIRST LEGO League coniuga una fase di ricerca ed esposizione ad una vera e propria gara di robotica.
Ciò costituisce una peculiarità che la differenzia dai concorsi scientifici già presenti sul territorio nazionale ed europeo e dalle competizioni internazionali di robotica pura.
Il progetto scientifico di quest'anno col quale si sono dovuti cimentare i ragazzi è intitolato TRASH TREKSM, un tema che non parla solo di immondizia ma, anche e soprattutto, di come la si possa ridurre, riutilizzare e smaltire.
http://fll-italia.it/

ADF4355, sintetizzatore PLL con VCO a basso rumore di fase

Analog Devices presenta un nuovo sintetizzatore PLL (Phased-Locked Loop) con VCO (Voltage-Controlled Oscillator) integrato che consente di migliorare le prestazioni e la qualità dei servizi delle stazioni base delle reti cellulari. Il nuovo PLL con VCO è in grado di operare fino a 6,8 GHz, una banda di frequenza che presenta significativi margini rispetto alle frequenze utilizzate oggi dagli operatori di telefonia mobile.
Se utilizzato nelle stazioni base dei sistemi cellulari, l'elevata frequenza di lavoro del nuovo sintetizzatore PLL associata al ridotto rumore di fase del VCO consente ai service provider wireless

di migliorare l'efficienza e la copertura dei servizi offerti riuscendo a servire un maggior numero di utenti senza alcun significativo costo aggiuntivo. L'ampia banda di frequenza del dispositivo offre gli stessi vantaggi anche nei ponti radio a microonde punto-punto o multilink, nei sistemi satellitari, nelle apparecchiature industriali di test e misura e in generale in tutti i sistemi wireless.
Nelle applicazioni wireless e industriali – quali i generatore di frequenza – dove il rumore di fase del VCO gioca un ruolo fondamentale nel determinare le prestazioni del sistema di trasmissione e ricezione del segnale RF, la scelta del sintetizzatore PLL per l'oscillatore locale RF è l'elemento più importante dell'intero progetto. Il chip ADF4355 necessita di una tensione di alimentazione a 3,3 V per i circuiti analogici e digitali e di una tensione di 5V per la pompa di carica e il VCO.
www.analog.com

LTC3649, regolatore step-down da 60V e 4A con uscita rail-to-rail



L'LTC3649 è un regolatore buck sincrono da 60V, 4A ad alta efficienza che incorpora un'architettura in current mode a frequenza costante, corrente e tensione di uscita programmabili, impostate tramite una singola resistenza esterna. L'LTC3649 funziona in un intervallo di tensioni di ingresso da 3,1V a 60V e fornisce un intervallo di tensioni di uscita rail-to-rail regolabili da 0V a 0,5V inferiore a Vin, fornendo al tempo stesso fino a 4A di corrente di uscita continua. L'ampio intervallo di tensioni di ingresso e di uscita è ideale per una vasta gamma di applicazioni di test, misura e industriali. Il design esclusivo dell'LTC3649 include una fonte di corrente precisa da 50µA generata internamente sul pin ISET, che permette di fornire uscite di soli 0V tramite l'uso di una singola resistenza di programmazione esterna. L'LTC3649 offre inoltre una precisione della tensione di uscita di ±0,8% e una corrente di uscita programmabile con precisione ±4% senza resistenza di rilevamento.
www.linear.com

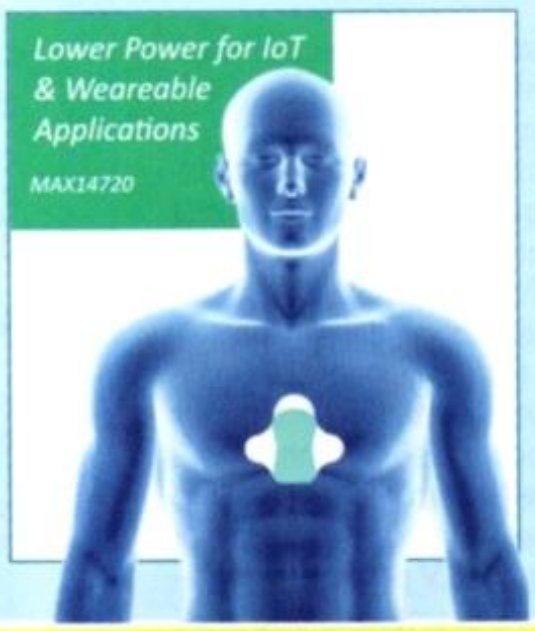
ZOPT2202, sensore di luce UVA e UVB

IDT ha presentato un sensore di luce capace di rilevare accuratamente i livelli di radiazione ultravioletta nello spettro di frequenze UVA e UVB, che offre nuove opportunità per lo sviluppo di funzionalità innovative legate alla salute e al benessere nei dispositivi elettronici indossabili e portatili. Sviluppato dai progettisti di Zentrum Mikroelektronik Dresden AG (ZMDI), società recentemente acquisita da IDT, il sensore a due canali ZOPT2202 contiene un fotodiodo estremamente sensibile che, quando viene accoppiato al circuito brevettato di soppressione della luce infrarossa integrato nel sensore stesso, offre una soluzione completa per la misura dei raggi ultravioletti ad alte prestazioni.
Oltre che per le applicazioni nel settore della salute e del benessere, il sensore può rivelarsi utile per realizzare soluzioni dove è necessario acquisire una "consapevolezza del contesto".
Il sensore ZOPT2202 è disponibile in un contenitore compatto ODFN da 2,0 x 2,2 x 0,7mm.
www.idt.com

STM Nucleo-144, nuove board di sviluppo per micro a 32 bit STM32

Con l'introduzione della serie di economiche e compatte schede di sviluppo STM Nucleo-144, STMicroelectronics estende ulteriormente il suo sostegno alla propria famiglia di microcontrollori Flash a 32 bit STM32. Le nuove board a 144 pin migliorano l'esistente ecosistema di sviluppo STM32 mediante nuove opportunità di connettività che permettono ai clienti di sviluppare rapidamente applicazioni utilizzando qualsiasi micro della famiglia STM.
Inoltre, le board ST32 Nucleo-144 offrono illimitate possibilità di espansione attraverso tre tipi di connettori: in

aggiunta ai connettori con fattore di forma Arduino Uno e ST Morpho già presenti sulle schede Nucleo-64, le nuove board includono un connettore ST Zio. Insieme, questi tre connettori consentono di accedere a tutti i pin di I/O general-purpose dei micro STM32 mettendo a disposizione della creatività degli sviluppatori tutti gli strumenti possibili. Alcune schede STM32 Nucleo-144 includono connettività Ethernet e porte USB On-The-Go FS (Full Speed) per facilitare la connessioni a reti locali e a Internet.
Le nuove board STM32 Nucleo-144 permettono a tutta la comunità di sviluppatori embedded – dagli hobbysti e studenti ai professionisti più esperti – di testare rapidamente, ottimizzare e industrializzare nuove applicazioni realizzate con uno dei più popolari, convenienti ed efficienti microcontrollori a 32 bit presenti sul mercato.
www.st.com



PMIC per applicazioni IoT e wearable da Maxim Integrated

Prolungare la durata delle batterie e ridurre i consumi sono due delle sfide più comuni che i progettisti devono affrontare nello sviluppo di prodotti wearable ed IoT. Il PMIC (Power Management IC) MAX14720 di Maxim Integrated è ideale per le applicazioni alimentate da batterie non ricaricabili (batterie a bottone, alcaline doppie), nelle quali le dimensioni e l'efficienza energetica hanno importanza cruciale. Il chip fornisce inoltre un "sigillo elettronico" che permette di mantenere scollegata la batteria fino alla prima accensione, prolungando così la durata a scaffale del prodotto (shelf life). Integrando le funzionalità di cinque dispositivi diversi – interruttore di alimentazione, regolatore lineare, regolatore buck, regolatore buck-boost, monitor – il MAX14720 consente di ridurre la lista dei materiali (BOM) e di realizzare progetti molto più compatti.
Il chip è disponibile in un contenitore WLP (wafer-level package) di 2,26 x 2,14 mm.
www.maximintegrated.com

Fotoaccoppiatore da 100 kbps per sistemi di comunicazione RS-232C

Toshiba Electronics Europe ha presentato un nuovo fotoaccoppiatore per realizzare sistemi di comunicazione destinati a impianti di automazione industriale ed elettrodomestici.
Il dispositivo TLP2703, in grado di supportare velocità di trasmissione fino a 100 kbps, è economicamente competitivo rispetto ai fotoaccoppiatori integrati da 1 Mbps e richiede una corrente di alimentazione di appena 1 mA.
Questo nuovo chip presenta un rapporto di trasferimento della corrente (IC/IF), pari al 900% (min) con una corrente di ingresso di 0,5 mA. Poiché il ritardo di propagazione garantito è di 25 µs (max) con una corrente di ingresso IF = 1,6 mA, e di 7 µs (max) con IF = 12 mA, il prodotto si rivela particolarmente adatto per realizzare interfacce di comunicazione isolate come la RS-232C.
La diffusa interfaccia di comunicazione seriale RS-232C funziona con velocità di trasmissione comprese tra alcuni kbps e 100 kbps. Per questa applicazione, gli accoppiatori a transistor di uso generico non danno prestazioni soddisfacenti, mentre gli accoppiatori da 1 Mbps sono di solito troppo costosi.
Il modello TLP2703 si rivela in questi casi la soluzione ideale, grazie al suo chip LED a infrarossi di elevata potenza in uscita che integra un transistor photodarlington ad alta velocità.
www.toshiba.semicon-storage.com

MCP39F511N, IC per il monitoraggio di carichi elettrici multipli

Microchip Technology ha annunciato l'ampliamento della sua gamma di dispositivi per il monitoraggio di carichi elettrici con l'aggiunta del chip MCP39F511N. In grado di calcolare i consumi standard e di monitorare gli eventi di due carichi elettrici, questo dispositivo presenta un elevato livello di integrazione ed una grande precisione che facilitano la progettazione dei sistemi di monitoraggio, prese di corrente e spine intelligenti, prese multiple, alimentatori AC/DC e delle applicazioni di distribuzione di energia. Il dispositivo utilizza tre convertitori analogico-digitali (ADC) per la misura della tensione e della corrente di carico, un motore di calcolo a 16 bit, EEPROM e una flessibile interfaccia a due fili.
Un riferimento di tensione particolarmente stabile e un rapporto SINAD pari a 94,5 dB su ogni canale di misura di corrente, permette all'MCP39F511N di controllare due carichi in corrente con un errore dello 0,5% all'interno di un'ampia gamma dinamica (4000:1). La capacità di misurare la potenza attiva, reattiva e apparente, l'accumulo di energia attiva e reattiva, valori RMS di corrente e tensione, la frequenza della rete e il fattore di potenza, consente ai progettisti di realizzare circuiti di elevate prestazioni con un numero ridotto di componenti nonché di ridurre il time-to-market.
www.microchip.com

Cinque nuovi moduli IoT LTE da Telit

Telit ha annunciato oggi l'introduzione di cinque nuovi moduli IoT LTE, uno nella categoria 4 (CAT-4) e quattro nella categoria 1 (CAT-1), il nuovo standard focalizzato sull'IoT, che comprende tre modelli nord-americani e una variante europea. Questi nuovi prodotti LTE ampliano il portafoglio 4G guidato dall'LE866-SV1 single-mode LTE CAT-1, che costituisce il modulo dual-band più piccolo lanciato nel settore (15x25mm). Sviluppati per essere utilizzati con gli operatori della rete wireless nord-americani, i LE866-SV1, LE910-SV1 e LE910-NA1, e l'LE910-EU1 per quelli europei, sfruttano tutti la tecnologia LTE già esistente in linea con i piani degli operatori per supportare lo standard CAT-1 nei rispettivi mercati. L'LE910-SV V2 è un modulo single mode CAT-4, approvato dagli operatori, a elevata larghezza di banda che è stato introdotto per le applicazioni che richiedono una trasmissione di dati ad alta velocità, senza dover ripiegare sul 3G o 2G. Gli apparati dei clienti basati su questi moduli possono essere facilmente migrati su CAT-0/M quando lo standard risulta disponibile e certificato dagli operatori.
www.telit.com

Driver per FET high-side da 100V per sistemi a batteria da TI

Texas Instruments ha presentato oggi il primo driver single-chip per FET high-side da 100 V studiato per applicazioni di controllo e gestione di batterie agli ioni di litio di elevata potenza. Il driver ad alta tensione bq76200 è in grado di pilotare con la massima efficienza FET a canale N in configurazione high-side per il controllo di batterie utilizzate nei sistemi di accumulo di energia delle autovetture, nei droni, utensili elettrici, bici elettriche e in tante altre apparecchiature.

Rispetto ai tipici sistemi low-side a FET da 50V, le soluzioni high-side a FET da 100 V forniscono una maggiore protezione contro possibili eventi transitori induttivi nei sistemi di controllo motori, che possono produrre tensioni superiori al 200% rispetto al valore normale. Il bq76200 consente anche di controllare costantemente la batteria con un avanzato sistema di diagnostica anche al di fuori delle fasi di carica e scarica.

Il bq76200 integra una pompa di carica ad alta tensione e un doppio driver per FET in un contenitore TSSOP spesso 1 millimetro e con dimensioni di 4,4 x 5 mm. Il chip può essere utilizzato in combinazione con il dispositivo di monitoraggio per batterie bq76940, compatibile con applicazioni di tipo high-side FET e facilmente interfacciabile.

Il bq76200 può anche pilotare MOSFET di potenza CSD19531Q5A della famiglia 100-V NexFET, come realizzato nel sistema di sviluppo bq76200 evaluation module.

www.ti.com

Sensore CCD da 47 Mp per controlli industriali e mappatura aerea

ON Semiconductor annuncia la disponibilità del sensore d'immagini CCD Interline Transfer con la più elevata risoluzione al mondo, in grado di migliorare sensibilmente le prestazioni dei sistemi d'ispezione per impiego industriale e di quelli per la mappatura aerea del territorio.

Il sensore d'immagine KAI-47051 da 47 Mpixel aumenta la risoluzione in queste applicazioni di oltre il 50% rispetto al sensore di immagine KAI-29050 ampiamente utilizzato oggi. Questo risultato è stato ottenuto mantenendo l'uniformità dell'immagine a livello di sensore CCD nonché la stessa architettura dell'otturatore, condizioni imprescindibili in questo genere di applicazioni. Il nuovo dispositivo è stato progettato specificamente per rispondere alla crescente domanda di sistemi di ispezione visiva per smartphone, tablet, monitor di computer e TV nonché per migliorare la qualità delle immagini e l'efficienza complessiva in applicazioni di sorveglianza e mappatura aerea.

www.onsemi.com

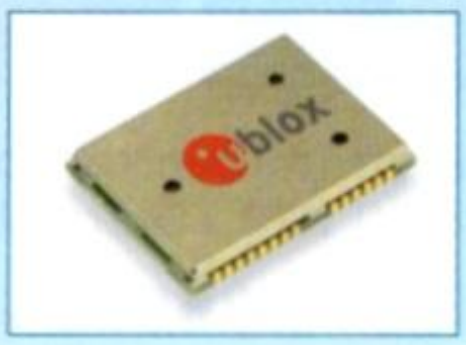
u-blox M8 multi-GNSS supporta ora anche Galileo

u-blox, società svizzera specializzata nei sistemi wireless e di geolocalizzazione, ha annunciato il rilascio del nuovo firmware FW 3.01 per il suo modulo multi-GNSS u-blox M8 che sarà così in grado di ricevere il segnale della costellazione europea Galileo, oltre a GPS, GLONASS e Beidou.

Il modulo è in grado di monitorare fino a tre costellazioni simultaneamente e fa uso, allo stesso tempo, di tutti i sistemi di miglioramento della posizione (SBAS, QZSS). Con Galileo pienamente operativo, il sistema di posizionamento europea fornirà l'accesso a 24 satelliti supplementari, aumentando così in modo significativo la disponibilità di segnali GNSS e migliorando ulteriormente la precisione della posizione in ambienti urbani difficili. u-blox M8 supporta anche la funzionalità eCall basata su Galileo, il sistema di chiamata di emergenza europeo, che sarà obbligatorio per i nuovi veicoli a partire dal 2018. u-blox M8 è anche compatibile con ERA-GLONASS, il sistema eCall russo.

Con la nuova release software FW 3.01, inoltre, il modulo u-blox M8 incrementa la sensibilità di acquisizione della costellazione cinese Beidou ed è in grado di supportare il sistema di potenziamento indiano GAGAN.

www.u-blox.com



RX230, nuova serie MCU che amplia la famiglia a 32 bit RX231

Renesas Electronics Europe ha annunciato la nuova serie di microcontrollori a 32 bit RX230 che offre una combinazione ottimale tra alte prestazioni e bassi consumi grazie all'unità di elaborazione di segnali digitali (DSP) e all'unità di calcolo in virgola mobile (FPU). Con un'alimentazione che può variare tra 1,8 e 5,5 volt, la serie RX230 si presenta come la soluzione ideale sia per le applicazioni che richiedono prestazioni elevate e consumi estremamente ridotti (una caratteristica chiave in molte applicazioni industriali ed in molte applicazioni consumer), sia per le applicazioni nelle quali l'alimentazione a 5 V fornisce una garanzia superiore di robustezza, di immunità e di capacità di pilotaggio diretto di carichi.

La nuova serie RX230 presenta significativi vantaggi in termini di costo rispetto all'attuale famiglia RX231 in tutte le applicazioni in cui le interfacce CAN e le interfacce USB non sono necessarie, così come in quelle in cui la richiesta di memoria Flash è inferiore a 256 KBytes e quella di RAM è inferiore a 32 KBytes.

Grazie all'utilizzo della nuova CPU Renesas RXv2, che include sia una unità DSP che una unità FPU, la nuova serie RX230 può gestire processi molto impegnativi quali quelli per l'eliminazione del rumore attraverso algoritmi di filtraggio digitale dei segnali analogici, così come quelli per l'analisi digitale dei segnali analogici acquisiti. Gli acceleratori hardware inclusi nella CPU consentono, parallelamente, di ridurre, quando possibile, la frequenza di clock della CPU in modo da ridurre ulteriormente i consumi del sistema.

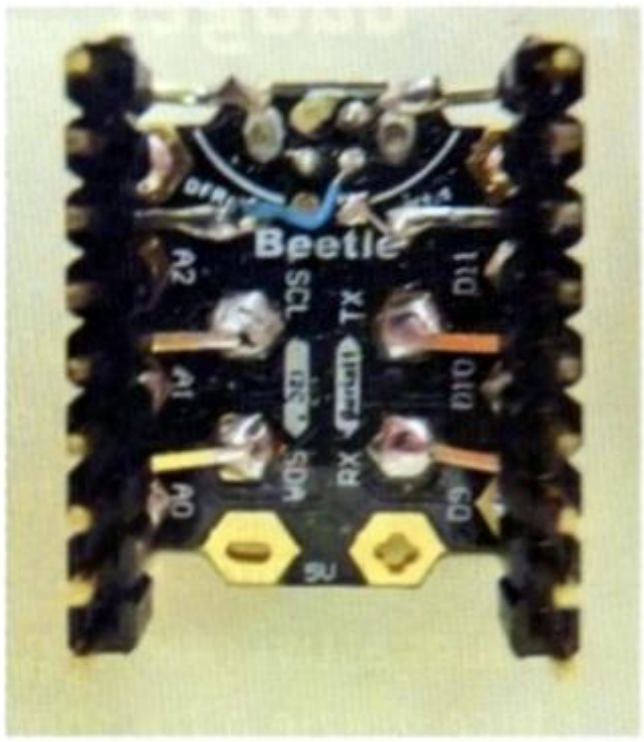
www.renesas.eu

Evidenziamo un oggetto di cristallo o un brillante stimolandone suggestivi riflessi di luce grazie a tre spot a LED gestiti da Beetle, la più piccola board compatibile con Arduino.

LUCCICHINO: METTI IN VETRINA ARDUINO

di ETTORE MASSIMO ALBANI

Quando si vuol mettere in evidenza un oggetto di cristallo sfaccettato o lavorato (uno Swarovsky, per esempio...) ma anche un gioiello in vetrina, l'effetto più suggestivo consiste nell'illuminarlo con una luce bianca pulsata, alla quale reagisce quasi prendendo vita ed emettendo un luccichìo. Volevamo realizzare qualcosa del genere con dei semplici LED, tuttavia l'effetto, per risaltare, richiede l'illuminazione dell'oggetto da parte di più fonti luminose poste con un'angolazione idonea rispetto all'area da illuminare. Inizialmente si pensava di usare i classici spot a luce alogena o a LED, ma il problema e che il cono di luce deve avere un angolo di diffusione molto piccolo, allo scopo di concentrare la luce sul target. Infatti, considerando la classica apertura di 20° dei LED con lente in plastica, già dopo solo un metro il cono di luce avrebbe un diametro di ben 35 cm; per non parlare della diminuzione di illumina-



La scheda Beetle modificata.

mento (i famosi lux...) che decresce, a parità di flusso luminoso, all'aumentare dell'area su cui la luce viene diffusa. L'alternativa consisteva nell'usare un sistema di focalizzazione con lenti, ma risultava piuttosto costosa, perciò si è scelto di avvicinare lo spot all'oggetto e di impiegare spot a LED a stretto angolo di diffusione della luce.
Per l'elettronica di controllo abbiamo deciso di utilizzare l'immancabile Arduino, ma non la solita scheda UNO, bensì la più piccola derivata da Arduino oggi in commercio: la Beetle.

ARDUINO BEETLE

L'azienda americana DFROBOT (*http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Beetle_SKU:DFR0282*) che l'ha ideata, si è basata sul microcontroller ATMEL ATmega32U4, lo stesso usato sulle schede Arduino Leonardo, Micro ed altre. Le dimensioni sono molto contenute (20 x 22 x 3,8 mm) e la sua forma ricorda quella di un insetto, da cui il nome Beetle, che in inglese significa maggiolino.
Per contenere le dimensioni, il produttore ha ridotto il numero di pin a disposizione, ma, in compenso, nella Beetle è stata preservata la caratteristica principale delle schede tipo Leonardo e cioè la comunicazione USB con il PC, senza rinunciare alla porta UART del microcontroller.
Quindi, i pin accessibili oltre quelli di alimentazione sono 10, con la particolarità che i pin 9 e 10 sono anche configurabili come ingressi analogici **A9** e **A10.** Tuttavia, i pin **SCL, SDA, TX, RX, MISO, MOSI, SCK** ed **RST** sono posti nella parte posteriore, il che rende difficile l'accesso, anche perché non hanno fori passanti.
Si nota anche l'assenza di un regolatore di tensione a **5V**, ma la Beetle è stata pensata per essere alimentata via USB e quindi per prelevare i 5 volt da tale connessione.
Comunque è anche possibile alimentare la scheda a batterie: per esempio con tre 3 stilo da 1,5 volt, perché la minima tensione che ne garantisce il funzionamento è 4,5 V. La Beetle può essere alimentata anche con quattro batterie ricaricabili NiMH da 1,2 V in serie (per un totale di 4,8V).
L'assorbimento del microcontrollore è attorno ai 15 mA, quindi è garantita una lunga autonomia.
Un'altra opzione per l'alimentazione consiste nella serie di quattro stilo alcaline, che però forniscono 6 volt; considerato che la Beetle può funzionare fino a un massimo di 5,5 volt, è richiesta l'interposizione di un diodo al silicio (tipo 1N4004 o 1N4007), la cui caduta minima è 0,6 volt.
La ridotta quantità di I/O accessibili sul bordo esterno e le piccole dimensioni della Beetle, nonché il basso costo, fanno intuire che la scheda è stata pensata per l'utilizzo in gadget e giocattoli tecnologici. Tuttavia non è precluso l'utilizzo in applicazioni più impegnative, perché con un piccolo sforzo è possibile dotare la Beetle di pin-strip per poterla saldare agevolmente su un PCB: lo abbiamo fatto in questo progetto e tra breve vi spiegheremo come. Nell'apportare questa modifica, ne abbiamo approfittato per aggiungere ben quattro

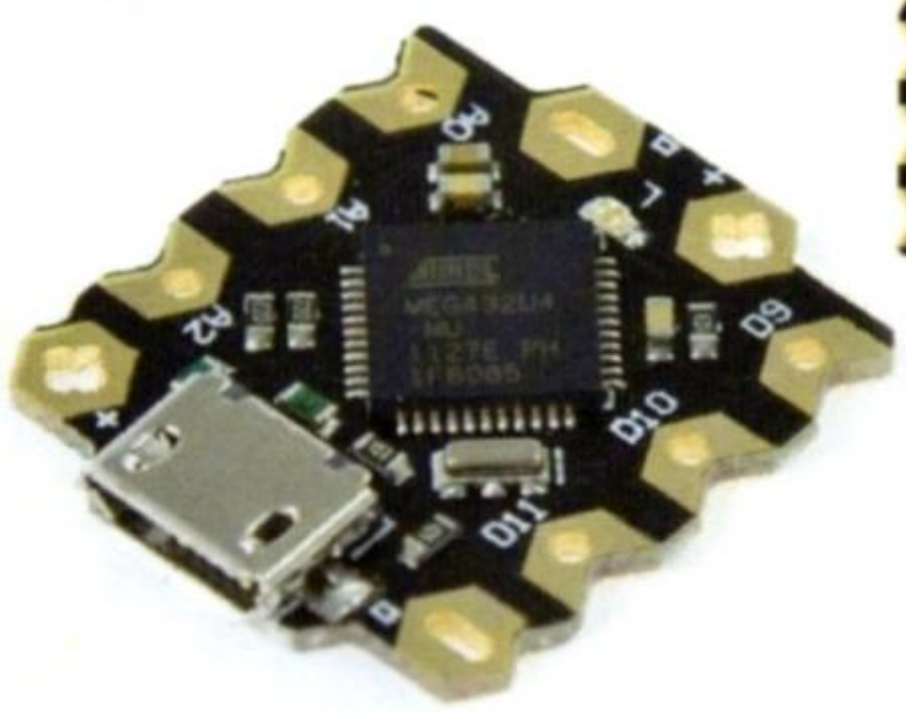


Fig. 1 *La scheda Arduino Beetle vista sopra e sotto.*

Tabella 1 *- Caratteristiche della Beetle.*

Microcontrollore	ATmega32u4
Frequenza di clock	16 MHz
Tensione d'alimentazione	5V (4,5 ÷ 5,5V)
Assorbimento	15 mA
Digital I/O	10
canali PWM	4
Input analogici	5
UART	1
I²C-Bus	1
USB	1 (micro USB)
Flash Memory	32 kB (4 kB usati dal bootloader)
SRAM	2,5 kB
EEPROM	1 kB

pin digitali e un'uscita PWM (normalmente lasciati scollegati nella Beetle originale), collegando opportunamente i pin alle piazzole difficilmente accessibili cui accennavamo.

IL BEETLE "ELABORATO"

Nella **Tabella 2** trovate i segnali della Beetle confrontati con quello della Leonardo; in azzurro abbiamo evidenziato quelli da noi aggiunti con i pin-strip. Si noti che il pin **13**, essendo collegato al LED blu sulla scheda, può essere utilizzato solo come uscita digitale, lo stesso limite di altre schede Arduino. Notate anche la presenza del pin **AUX**, che non è collegato ad alcunché, essendo una piazzola in più; tuttavia, sarebbe possibile collegarlo a un pin del microcontrollore per ottenere un ulteriore segnale: ad esempio un ingresso analogico a scelta tra **A3** (pin 39), **A4** (pin 40), **A5** (pin 41).
Nella versione ufficiale della Beetle, le piazzole ICSP sono disposte in orizzontale (come mostrato a sinistra nella **Fig. 3**), ma esiste una nuova versione in cui le piazzole sono disposte in verticale (**Fig. 3** a destra). In entrambe, la piazzola quadrata individua il pin 1 (MISO).

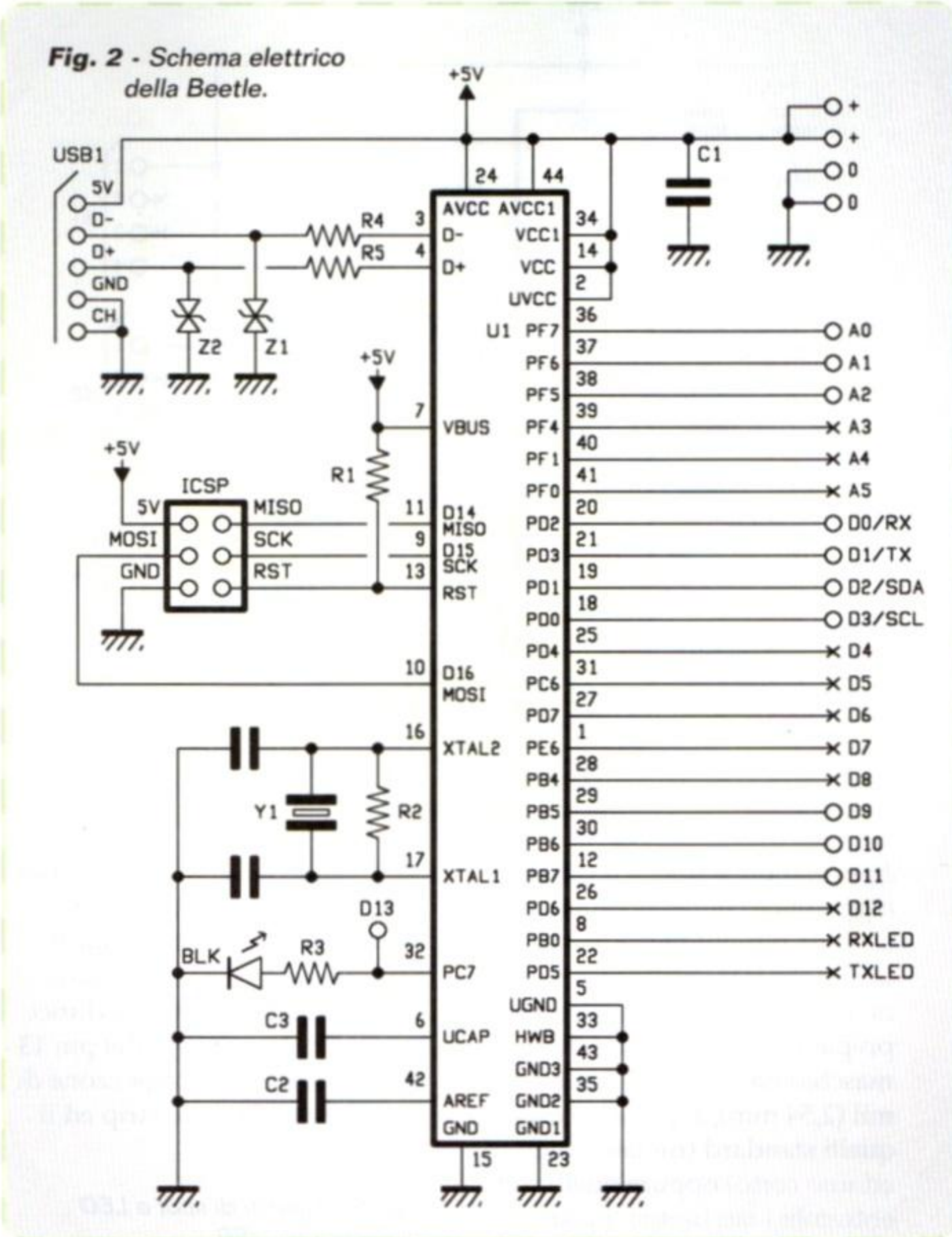
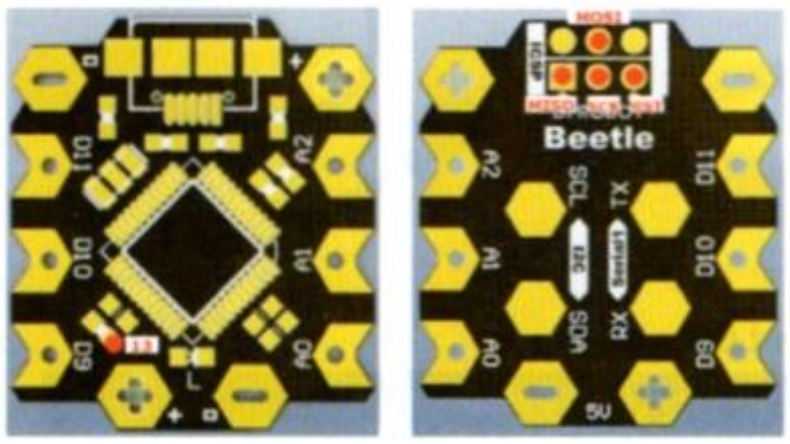


Fig. 2 - Schema elettrico della Beetle.



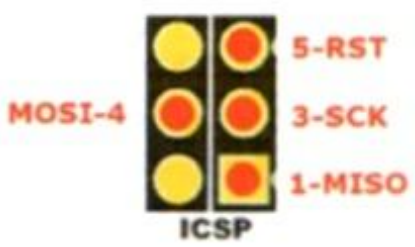
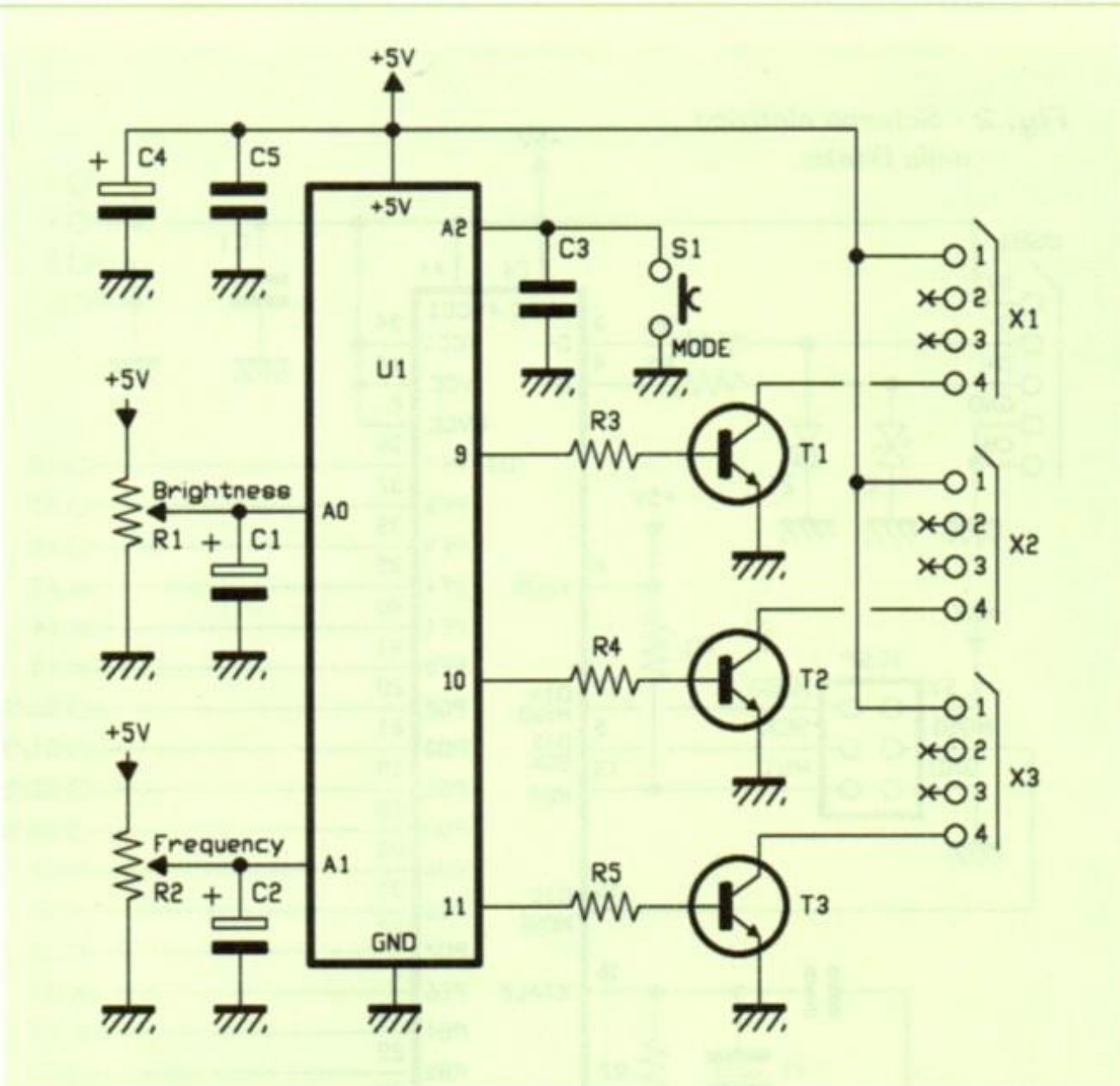


Fig. 3

Tabella 2 - I/O della Beetle con evidenziati in azzurro quelli da noi aggiunti.

Beetle	Leonardo	PWM			Note
Pin	Pin	Timer	Register	Hz	
RX	0				Serial1
TX	1				
SDA	2				I²C
SCL	3	3	OC3A	490	
D9	9-A9	1	OC1A	490	
D10	10-A10	1	OC1B	490	
D11	11	0	OC0A	977	
A0	A0				
A1	A1				
A2	A2				
D13	13	4	OC4A	490	*Solo come uscita
MISO	14				ICSP pin 1
SCK	15				ICSP pin 3
MOSI	16				ICSP pin 4
RST	RESET				ICSP pin 5
AUX					*Difficile da saldare



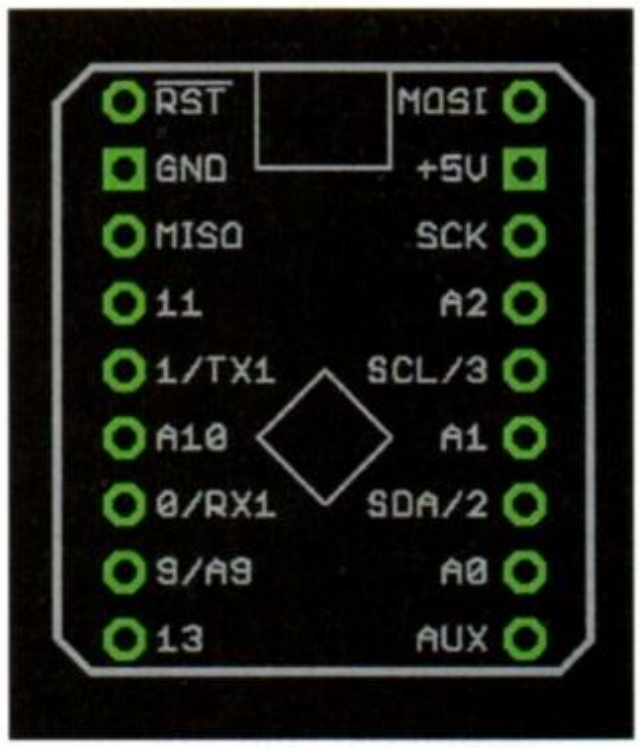


Fig. 4

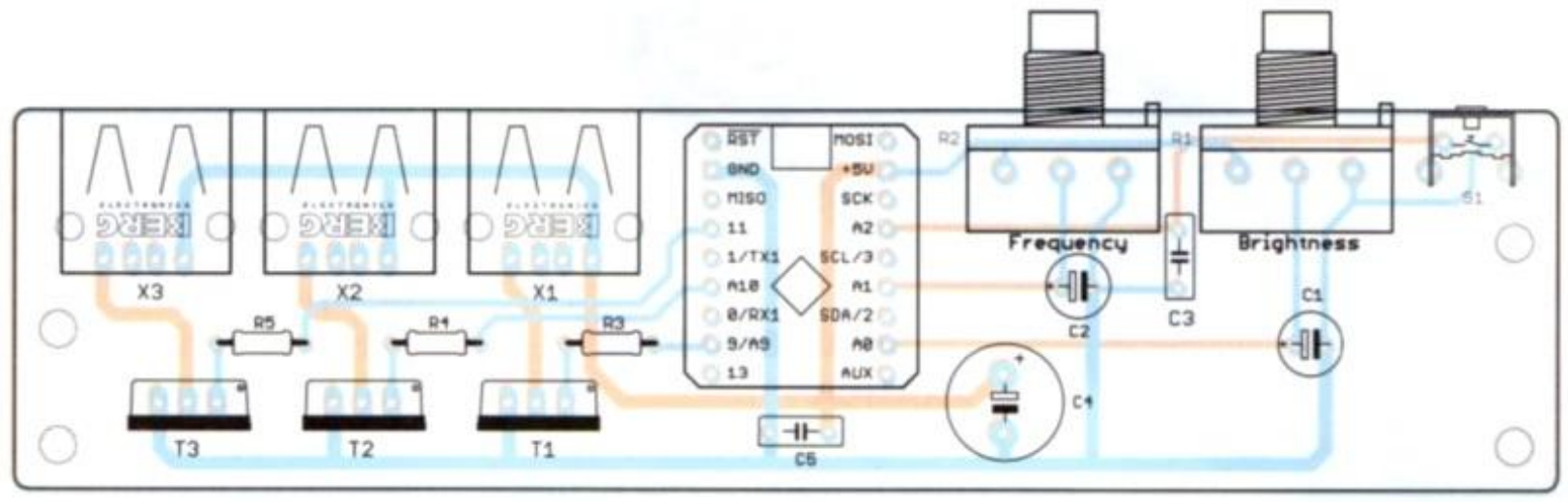
Apportando le nostre modifiche (aggiunta e connessione dei pin-strip) la pin-out dell'Arduino Beetle diventa quella mostrata nella **Fig. 4**. Allo scopo occorre preparare due strip maschio/maschio da 9 pin con passo 100 mil (2,54 mm); si possono usare quelli standard (un lato lungo ed uno corto) oppure quelli con entrambi i lati lunghi: i primi sono indicate per la saldatura diretta sul PCB, mentre le seconde sono indicate se si intende usare due strip femmina da 9 pin con contatti a tulipano, per una facile rimozione del modulo.
Si noti che vengono montate al contrario di quanto normalmente si farebbe, cioè con il lato più lungo dei pin verso Beetle e quello più corto verso il PCB.
Poiché il passo delle piazzole della Beetle è 200 mil (5 mm), dobbiamo ripiegare all'interno alcuni pin.
I pin ripiegati e corrispondenti alle piazzole **SCL**, **SDA**, **TX** e **RX** possono essere saldati direttamente. Per quelli corrispondenti ai pin **ICSP** (MISO, MOSI su un lato e SCK, RESET sull'altro) bisogna aggiungere quattro spezzoni di filo sottile, ad esempio filo rigido da Wire Wrap da 30 AWG (sezione 0,5 x 0,25 mm).
Adesso viene la parte più difficile: per il collegamento del pin **13** bisogna saldare uno spezzone di filo tra il pin **13** dello strip ed il resistore SMD sul lato frontale di Beetle. Attenzione: quest'ultima saldatura risulta più impegnativa rispetto alle precedenti, a causa della estrema vicinanza tra loro dei pin del micro e si consiglia di farle solo se si ha esperienza col le saldature SMD.
Prima di dare tensione, assicuratevi con una lente che le saldature siano state fatte alla regola dell'arte e non ci siano sbavature di stagno; verificate anche che i pin-strip siano ben dritti e che la loro altezza sia almeno 15 mm.

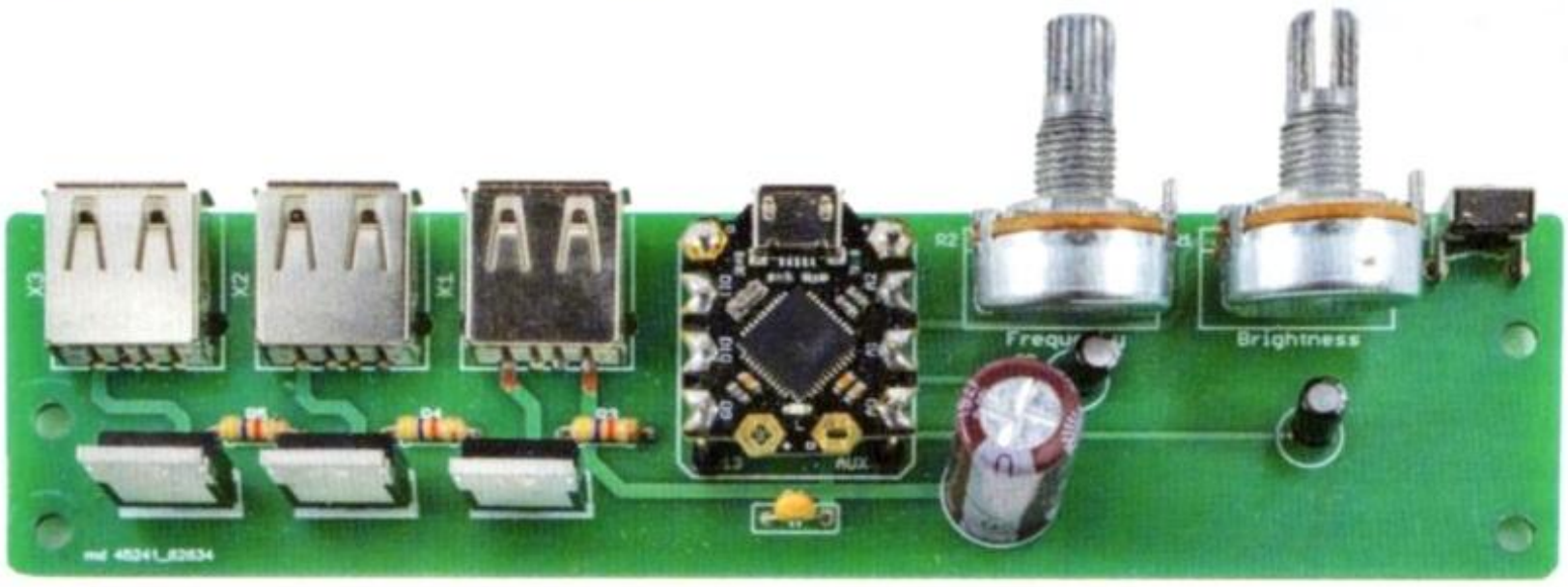
***Fig. 5** - Esempi di spot a LED alimentati da USB.*

***Tabella 3** - Modalità di accensione dei LED.*

Modalità	Lampeggi	Descrizione
Off	0	Tutti e tre i canali spenti.
Smooth	1	Come la modalità Normal, ma con rampa di accensione e spegnimento.
Normal	2	Due canali attivi alla volta che si alternano alla frequenza scelta.
Alternate	3	Solo un canale attivo per volta.

[piano di **MONTAGGIO**]





Elenco Componenti:

R1: Potenziometro 10 kohm
R2: Potenziometro 10 kohm
R3÷R5: 4,7 kohm
C1: 10 μF 63 VL elettrolitico
C2: 10 μF 63 VL elettrolitico
C3: 470 μF 16 VL elettrolitico
C4: 100 nF 63 VL poliestere
C5: 100 nF 63 VL poliestere
U1: Beetle DFR0282 (MF1238)
T1÷T3: TIP122

Varie:
- Connettore USB-A Femmina Orizzontale da CS (3 pz.)
- Circuito stampato S1238

SCHEMA ELETTRICO

Passiamo adesso alla nostra applicazione, dove la Beetle (siglata U1 nello schema elettrico, dove viene raffigurata come fosse un integrato) viene usata per la modulazione PWM della tensione fornita da tre canali che a loro volta pilotano dei piccoli spot a LED. Per l'esattezza, i piedini 9, 10 e 11 della scheda pilotano ciascuno -con un segnale PWM generato dal microcontrollore- la base di un Darlington NPN (di tipo TIP122) mediante un resistore di limitazione; i transistor sono collegati a emettitore comune ed hanno come carico ciascuno un LED di potenza. Per le connessioni di uscita abbiamo utilizzato tre prese USB di tipo A (siglate X1, X2, X3), in quanto, per semplificare la realizzazione del sistema, abbiamo optato per delle semplici ed economiche lampade USB con braccio flessibile, del tipo usato per illuminare la tastiera dei PC notebook. Siccome i piedini del connettore USB che portano l'alimentazione sono i due esterni, il collettore di ogni transistor è collegato al 4 (corrispondente al negativo dei 5 volt nello standard USB) mentre all'1 (corrispondente al positivo) è connessa la linea di alimentazione della nostra scheda, che porta i 5 volt sia alle prese, sia alla Beetle.

Ogni volta che uno dei transistor riceve sulla base l'impulso (1 logico) del segnale rettangolare PWM, passa dall'interdizione alla saturazione facendo scorrere corrente nel proprio collettore, in quanto la tensione Vce (collettore-emettitore) praticamente si annulla (diventa poche centinaia di millivolt) e quasi l'intera tensione di alimentazione si ritrova tra i piedini 1 e 4 del connettore USB corrispondente e quindi ai capi dello spot a LED.

Il circuito è completato da due potenziometri siglati R1 e R2, alimentati dai 5 volt e collegati con i cursori, il primo al pin A0 e il secondo all'A1; la tensione fornita dai cursori, filtrata da un elettrolitico per ciascuna linea, viene letta dall'ADC del microcontrollore contenuto nella Beetle e imposta la modalità di

funzionamento.

Più esattamente, R1 permette di regolare la luminosità (Brightness) dei LED e R2 di registrare la frequenza del lampeggio (Frequency); la luminosità viene variata regolando il duty-cycle dei tre segnali PWM che alimentano i LED, mentre la frequenza è quella dei PWM.
Alla linea A2, utilizzata in questo caso come input digitale con pull-up interno al microcontrollore, abbiamo connesso il pulsante S1, la cui funzione è consentirci di passare da uno all'altro tra gli effetti luminosi previsti dal firmware; il condensatore C3 permette l'antirimbalzo, ossia evita che quando i contatti non sono precisi o cominciano ad usurarsi, il pulsante trasmetta più impulsi con una sola pigiata.
L'alimentazione per tutto il circuito viene prelevata dal connettore microUSB della Beetle e dal suo pin +5V passa al resto dei componenti; sulla scheda, i 5 volt vengono filtrati dai condensatori C4 e C5, che impediscono il rientro dei disturbi originati dalla commutazione dei transistor sugli spot a LED nella Beetle. Filtrare la linea di alimentazione a 5V ha anche lo scopo di eliminare l'eventuale ripple residuo dell'alimentatore switching e fornire una "riserva" di energia per la commutazione sui LED.

REALIZZAZIONE PRATICA

Bene, vediamo adesso come realizzare la scheda, che richiede un circuito stampato ottenibile per fotoincisione a partire dalla traccia lato rame scaricabile dal nostro sito *www.elettronicain.it*. Inciso e forato lo stampato, disponetevi i componenti a partire da quelli a più basso profilo e terminate con la scheda Arduino Beetle, opportunamente modificata e provvista di pin-strip. Ricordate di far aderire bene al c.s. i tre connettori USB, stagnandone abbondantemente le alette di ancoraggio, dato che essi dovranno sostenere gli spot a LED, con tutto il loro peso. I Darlington vanno in piedi, con il lato metallico rivolto al bordo della scheda e non richiedono alcun dissipatore, perché sono capaci di sopportare una corrente di collettore di 5A ma qui vengono utilizzati per commutare un massimo di 500 mA, quindi dissipano una potenza che non li surriscalda neanche se lavorano privi di dissipatore.
Il circuito, con su montata la Beetle, va racchiuso in un contenitore a console o comunque che abbia un piano per appoggiare gli oggetti da illuminare.
Passiamo adesso alla costruzione meccanica del nostro apparato, che, proprio perché destinato a una vetrina, abbiamo voluto inserito in un contenitore dotato di un ampio piano; si tratta di un box per elettronica, del tipo a leggìo, realizzato in ABS e avente le dimensioni di 189 mm x 134 mm x 32/55 mm, con un ampio piano che permette di appoggiare anche gioielli di grandi dimensioni. La superficie del contenitore può essere ricoperta con un rettangolo di gomma antiscivolo oppure di velluto

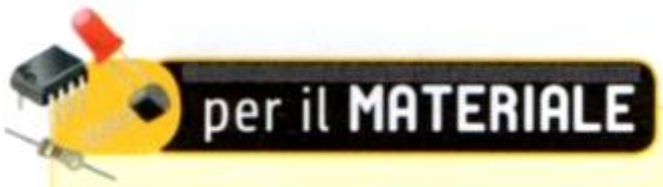
Listato 1 – Porzione della Routine Loop dello sketch

```
// ---------- LOOP - Digital Input ----------

if (ButtonDebounce(ModePin, LOW, 50)) {  // push button pressed

  Mode ++;
  Mode = Mode % 4;      // 0 = off, 1 = smooth, 2 = normal, 3 = alternate
  digitalWrite(PWMAPin, LOW);
  digitalWrite(PWMBPin, LOW);
  digitalWrite(PWMCPin, LOW);
  delay(500);

  for (byte I = 0; I < Mode; I ++) {      // all LED Flash 200ms

    digitalWrite(PWMAPin, HIGH);
    digitalWrite(PWMBPin, HIGH);
    digitalWrite(PWMCPin, HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(PWMAPin, LOW);
    digitalWrite(PWMBPin, LOW);
    digitalWrite(PWMCPin, LOW);
    delay(200);

  }

  delay(500);
}
```

colorato, non solo per l'estetica, ma anche per impedire che il gioiello possa scivolare. È consigliabile usare un colore scuro (nero opaco o simili), per evitare che il riflesso della luce pulsata generata dai LED dia fastidio.
Per il nostro prototipo abbiamo scelto un rettangolo di moquette rasata nera usata per il rivestimento di casse acustiche ed incollata con nastro biadesivo, in modo da facilitarne la sostituzione, se si rendesse necessaria.
La scatola a leggìo deve essere lavorata nella parte posteriore in modo da lasciar affacciare all'esterno le tre prese USB; richiede anche una finestrella per la presa micro USB della Arduino Beetle, due fori per gli alberini dei due potenziometri e, infine, un foro per il piccolo pulsante.
Contrariamente al nostro prototipo, consigliamo un modello di pulsante con un alberino di azionamento sporgente di almeno 10 mm, per risparmiarci l'uso di cacciaviti o stuzzicadenti quando dobbiamo premerlo.
Per quanto riguarda gli spot a LED, dobbiamo dire che di lampade USB del genere scelto (per illuminare la tastiera dei notebook) ce ne sono vari tipi, di solito con parecchi LED per avere un intenso flusso luminoso, ma noi abbiamo scelto un modello con un solo LED a luce concentrata e dotato di braccetto flessibile, in modo che non sia troppo vistoso né pesante; il peso è un fattore determinante perché se è eccessivo o se il braccetto è poco flessibile, si vanno a sforzare i connettori USB della scheda, tanto da strapparli dal PCB, con le ovvie conseguenze.
Durante le prove abbiamo avuto modo di verificare la qualità di prodotti di vario tipo e riscontrato che, tra campioni dello stesso modello e del medesimo costruttore, esistono delle differenze di tonalità nel bianco e di intensità luminosa dei LED. Purtroppo i prodotti in commercio, tutti "made in China", riservano queste soprese perché i LED utilizzati non sono particolarmente selezionati. Comunque i siti di e-commerce -ormai numerosissimi sul web- vi propongono una vastissima scelta di luci USB snodate, quindi valutate un po' voi i prodotti migliori o comunque quelli che ritenete più adatti alla vostra realizzazione. Rammentate solo che ogni luce non può assorbire oltre 500 mA.
L'alimentatore necessario a far funzionare il circuito dev'essere di quelli dotati di uscita USB: nel nostro caso è un 5V - 1,5A dotato di presa USB A, al quale va applicato un di cavetto USB/micro USB.

IL FIRMWARE

Il duty-cycle del segnale PWM, che decide la luminosità dei LED, viene controllato dal valore di tensione sull'ingresso analogico A0, fornito dal potenziometro R1. La frequenza di lampeggio (1÷50 Hz) viene controllata dal valore di tensione sull'ingresso analogico A1 generato dal potenziometro R2.
Il pulsante S1 commuta la modalità di funzionamento, ossia di combinazione dell'accensione dei tre spot a LED: ogniqualvolta lo si preme, si passa da una modalità alla successiva. Il firmware prevede tre modalità, oltre alla Off, nella quale la Beetle non genera alcun PWM. Il passaggio da una modalità all'altra è evidenziato dal numero di lampeggi di tutti e tre il LED, secondo quanto esposto nella **Tabella 3**.
Si noti che alla partenza, il programma si avvia eseguendo la modalità Smooth e che la modalità Alternate presenta una luminosità dimezzata rispetto alle altre, a causa dell'unico canale d'uscita attivo per volta.
Il LED della Beetle, collegato all'uscita digitale 13, viene acceso per 10 millisecondi ogni volta che il ciclo inizia, allo scopo di verificare il funzionamento del programma. L'effetto migliore si ottiene in modalità Smooth, con una frequenza di lampeggio di circa 10 Hz.
Per controllare i valori, si può usare il Serial Monitor di Arduino, predisposto per una velocità di 9.600 baud. Si noti che l'attivazione del Serial Monitor rallenta un po' l'esecuzione del ciclo (allunga il tempo di ciclo). Inoltre, il Serial Monitor sull'IDE dovrebbe essere attivato solo per eseguire delle prove, perché a causa di un bug, se si apre il Serial Monitor od un altro emulatore di terminale e dopo lo si chiude, dopo un po' si ha un forte rallentamento del loop, che termina solo con un reset del microprocessore o togliendo l'alimentazione. Insomma, è come se Arduino rimanesse impegnato da Serial Monitor anche disattivandolo.



Tutti i componenti utilizzati in questo progetto sono di facile reperibilità. Il master del circuito stampato può essere scaricato dal sito della rivista. La scheda Beetle montata (cod. DFR0282) è disponibile a 13,00 Euro presso Futura Elettronica. Il prezzo si intende IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 - Fax: 0331-792287
http://www.futurashop.it

STIMA: MISURAZIONE DI PARAMETRI METEO E AMBIENTALI

di PAOLO PATRUNO
e DANIELE CASTELLARI

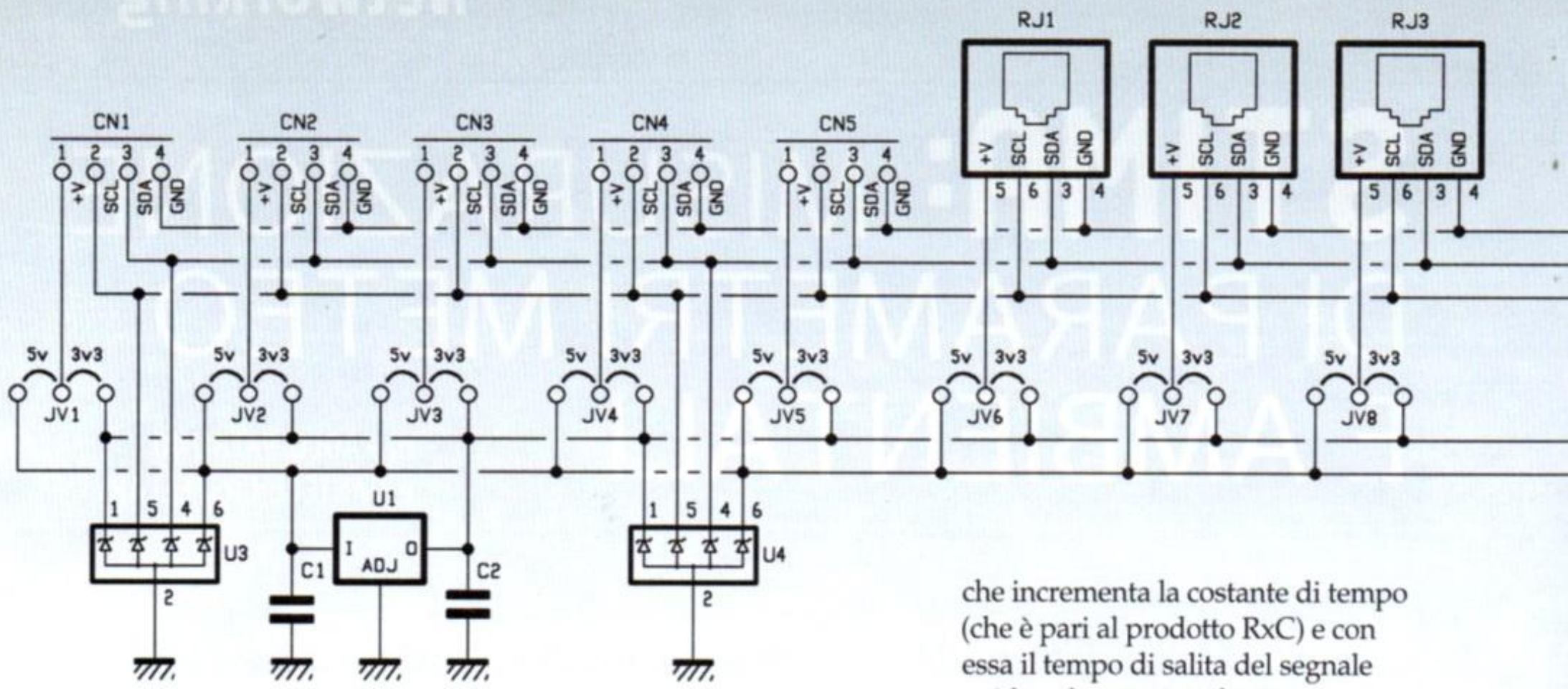
Rileviamo vento e precipitazioni, temperatura e umidità dell'aria: in pratica costruiamo una stazione meteo che caricherà i parametri sul server del progetto RMAP. Terza ed ultima puntata.

Dopo aver esaminato differenti moduli per l'acquisizione dei dati, la gestione dei metadati e l'invio a un server, in questa puntata presentiamo la sensoristica e i metodi di elaborazione dei campionamenti per ottenere una completa stazione meteorologica. Saremo allora in grado di misurare temperatura e umidità dell'aria, direzione e intensità del vento, precipitazioni; inoltre daremo alla nostra stazione la possibilità di muoversi tramite una efficiente georeferenziazione dei dati tramite GPS.

BUS I²C

La stazione Stima è stata pensata come un sistema modulare: possiamo infatti aggiungere sensori per misurare nuove grandezze fisiche (umidità, pressione, velocità del vento) semplicemente collegandoli al bus, fermo restando che ogni sensore dev'essere gestito dalla libreria di driver per sensori. Come bus abbiamo scelto l'I²C in quanto vanta la disponibilità di una ampia gamma di sensori ed è compatibile a livello hardware con i microcontrollori AT mega dell'Atmel ed anche con la board Raspberry Pi.
Il bus I²C usa due linee, serial data (SDA) e serial clock (SCL), per trasferire informazioni tra i device connessi per suo tramite; la SDA è bidirezionale e funziona quindi alternativamente da input e da output. La sezione di uscita è di tipo open-drain, perciò quando un device deve trasmettere lo stato

[schema elettrico dell'**HUB 1²C**]



logico basso, la sua uscita porta il bus a massa; viceversa, quando un device I²C commuta sul livello alto, l'uscita passa allo stato open (high-Z, ossia alta impedenza) quindi il bus viene portato allo stato alto a VDD da una resistenza di pull-up connessa tra il bus e VDD. La resistenza di pullup insieme alla capacità dei cablaggi e del bus crea un circuito RC con una specifica costante di tempo che limita la massima velocità di commutazione dei dati e del clock. Se si usano cavi lunghi o bus molto estesi, la capacità totale del bus aumenta, il che incrementa la costante di tempo (che è pari al prodotto RxC) e con essa il tempo di salita del segnale e riduce la massima frequenza operativa. La capacità totale del bus aumenta anche col numero di device connessi al bus. La **Fig. 1** illustra la connessione di due device I²C ad un bus.

Le specifiche del bus I²C restringono il tempo di salita di un segnale per differenti frequenze operative; se non serve spingersi fino a 1 MHz massimo, può essere usato il fast mode (400 KHz di massima frequenza operativa), che permette un tempo di salita fino a 300 ns.

Con un valore fisso della resistenza di pull-up (R), si ha una relazione lineare tra il tempo di salita (t_R) e la capacità totale del bus (C_B); il tempo di salita t_R è il tempo necessario al segnale per salire da 0,3×VDD a 0,7×VDD. Questa equazione è derivata risolvendo la tensione di un condensatore in carica per valori Vc= 0,3×VDD e Vc= 0,7×VDD:

$$C_B\,(MAX) = t_R \,/\, (R * 0{,}8473)$$

Seguendo le raccomandazioni dei data-sheet, per la resistenza pull-up per un device I²C compatibile, possiamo calcolare la capacità massima del cavo. Questo è il valore massimo teorico della capacità; 400 pF è un valore standard per il bus I²C.

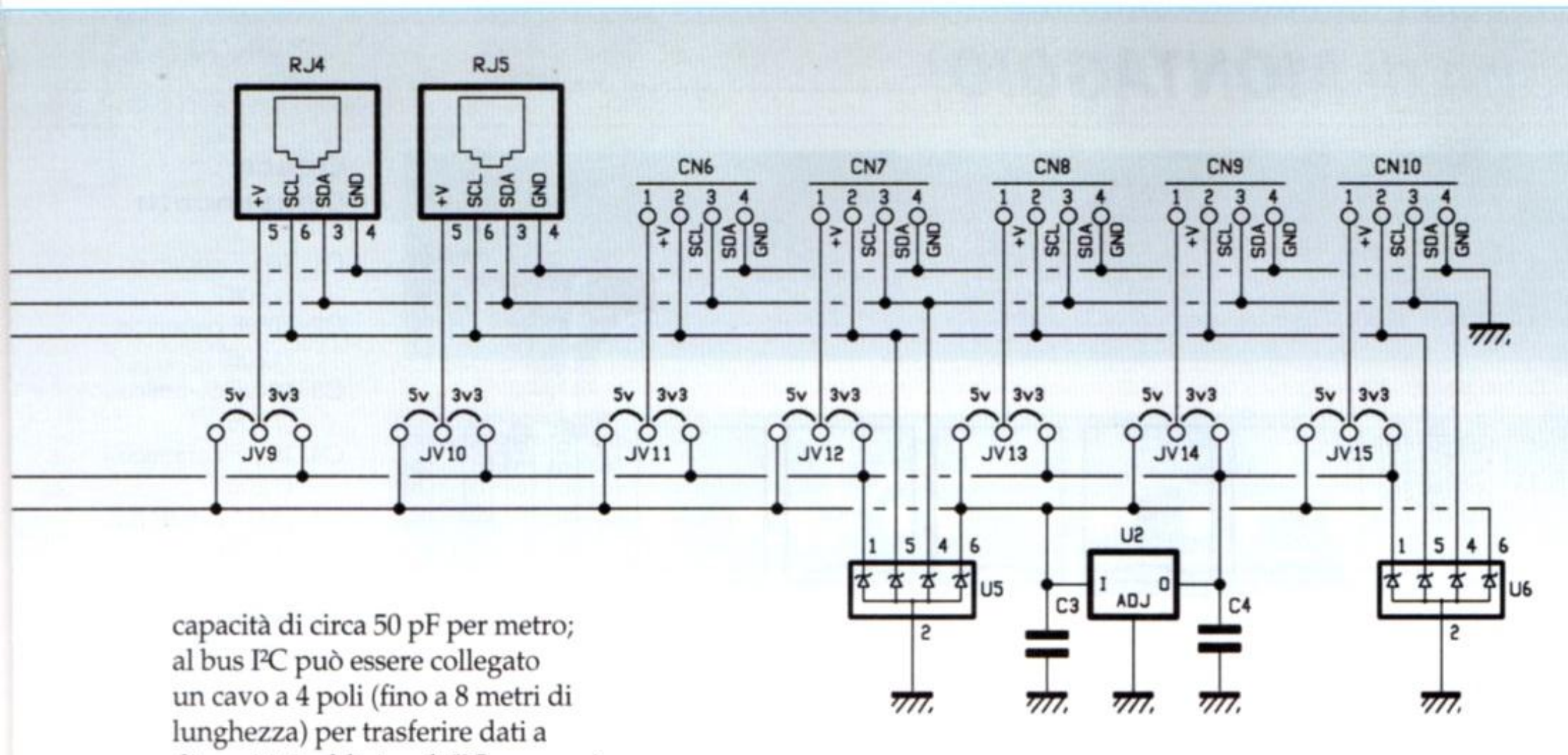
Per estendere un bus I²C si può utilizzare una piattina a quattro poli, che normalmente presenta una

Campionamento
di variabili meteorologiche

Campionamento è il processo per ottenere una discretizzata sequenza di misure di una quantità fisica. Campione è una singola misura, tipicamente una di una serie di letture "spot" di un sistema di sensoristica. Una **osservazione** (misurazione) è il risultato del processo di campionamento e successiva elaborazione. Nel contesto di analisi di serie, un'osservazione è derivato da un numero di campioni. Variabili atmosferiche come la velocità del vento, temperatura, pressione e umidità sono funzioni di quattro dimensioni - due orizzontali, una verticale e una temporale. Esse variano irregolarmente in tutte e quattro, e lo scopo dello studio del campionamento è quello di definire le procedure di misura pratiche per ottenere osservazioni rappresentative con incertezze accettabili nelle stime tramite indicatori quali **medie** e **variabilità**.

In concreto quello che facciamo in un processo di misura è di fare letture dirette degli strumenti, esprimerle in appropriate unità fisiche e georeferenziarle; questi dati vengono definiti **Data Level I**. I dati a **Level II** invece sono dati riconosciuti come variabili meteorologiche; possono essere ottenuti direttamente da strumenti o derivati dai dati Level I.

I dati della nostra stazione che dovremo scambiare a livello regionale, nazionale o internazionale sono di livello II. Per ogni parametro fisico, di volta in volta, vedremo dove e come avvenga il passaggio da Level I (campionamento) a Level II (osservazione/misura).

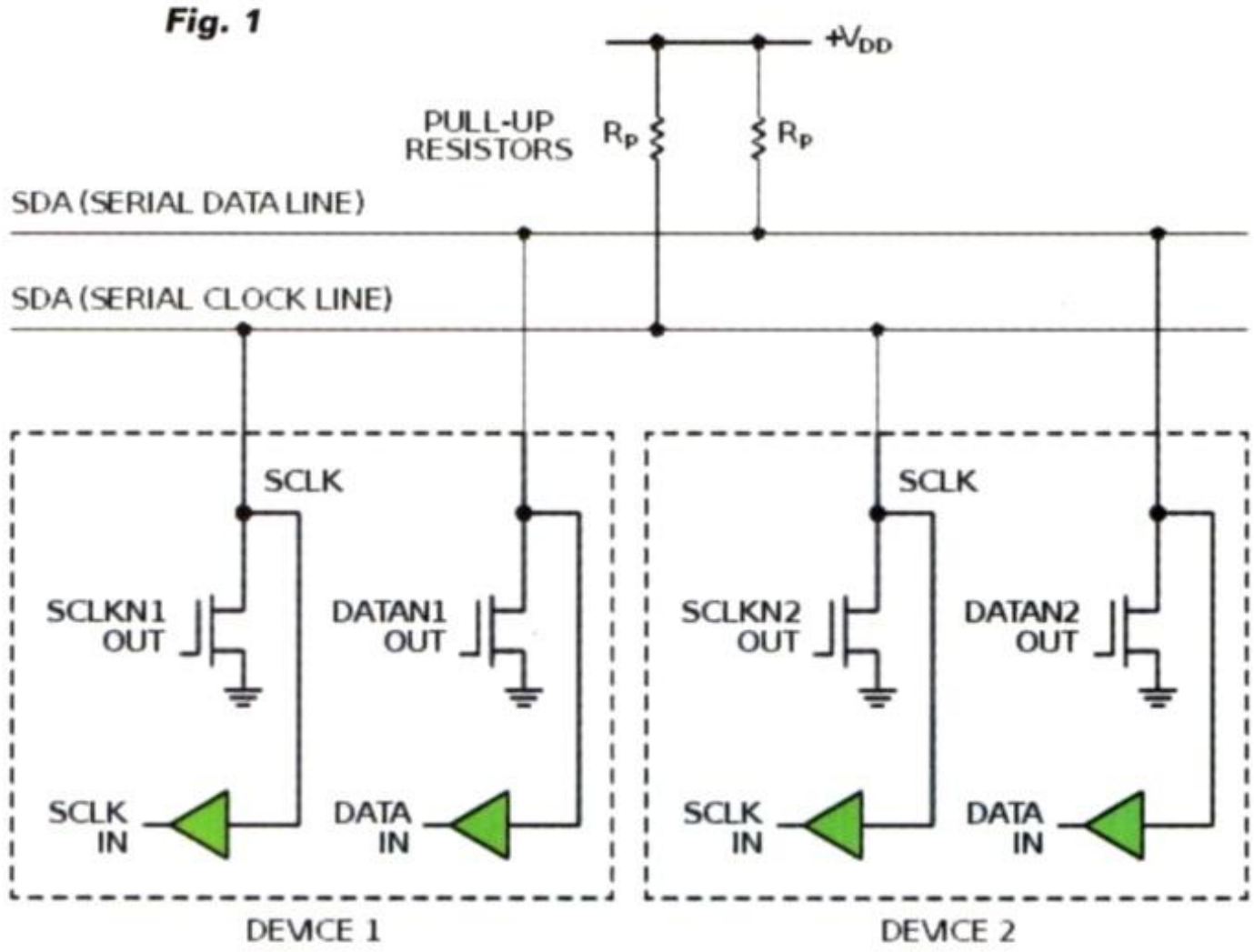


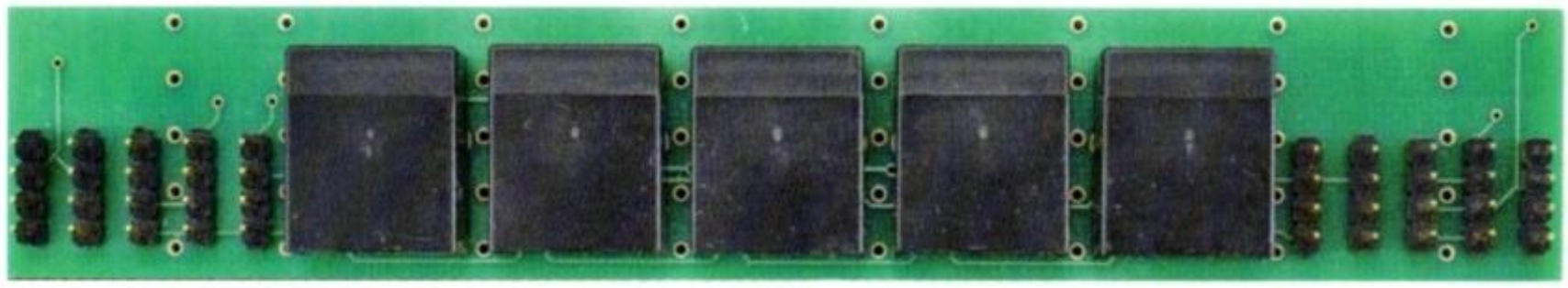
capacità di circa 50 pF per metro; al bus I²C può essere collegato un cavo a 4 poli (fino a 8 metri di lunghezza) per trasferire dati a dispositivi addizionali I²C connessi al bus. Se è necessaria una distanza superiore a 8 metri, o se sono connesse capacità superiori al massimo, la frequenza operativa del bus può essere ridotta per consentire un tempo di salita più lungo e quindi una maggiore capacità del bus. Cavi con capacità specifiche inferiori vanno valutati al bisogno.
Nel caso di Stima, tenendo conto dei margini di progetto, della protezione ESD e di tutte le capacità di cavi e sensori, abbiamo ritenuto opportuno ridurre la velocità del bus a 50 kHz.

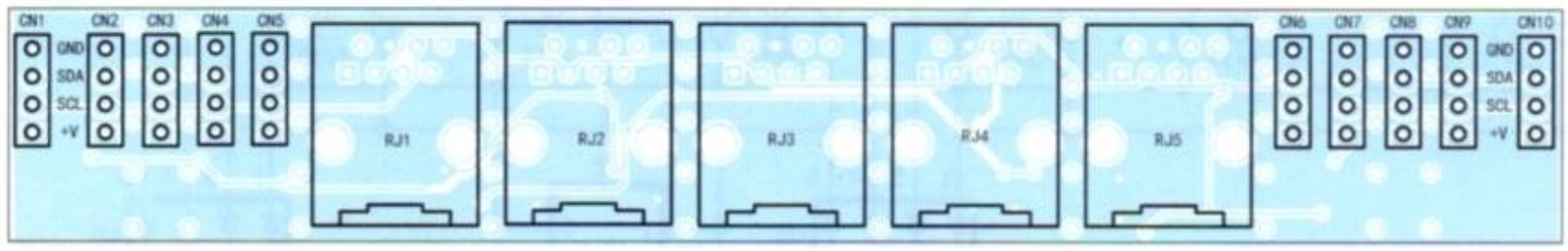
STIMA-I2C-HUB

Il sistema Stima è composto da moduli che si differenziano per tipologia di applicazione e/o metodo di comunicazione: se vogliamo misurare la temperatura e l'umidità in mobilità, abbiamo bisogno di un oggetto facilmente trasportabile e alimentato a batterie; se, al contrario, pensiamo a qualcosa di stabile per misurare anche la velocità del vento con un anemometro o le precipitazioni con un pluviometro, realizzeremo un'installazione fissa con una connessione di rete e fonte di energia costante e garantita con connessioni via cavo per leggere sensori anche a diversi metri di distanza. Pensiamo in modo esemplificativo a temperatura e vento che devono essere rilevati l'una a 2 m dal livello del suolo e l'altra a 10 m. Ora ci soffermeremo su una board che abbiamo progettato per estendere il bus I²C montando altri sensori nelle vicinanze del modulo utilizzando i classici ponticelli Dupont, oppure sensori remoti con collegamenti su cavo UTP o, addirittura, un semplice cavetto telefonico a quattro fili. La board I²C hub è in sostanza una scheda di interconnessione: non ci sono componenti intelligenti, ma solamente un paio di stabilizzatori di tensione che utilizzeremo principalmente per alimentare sensori a 3,3 V.

Fig. 1







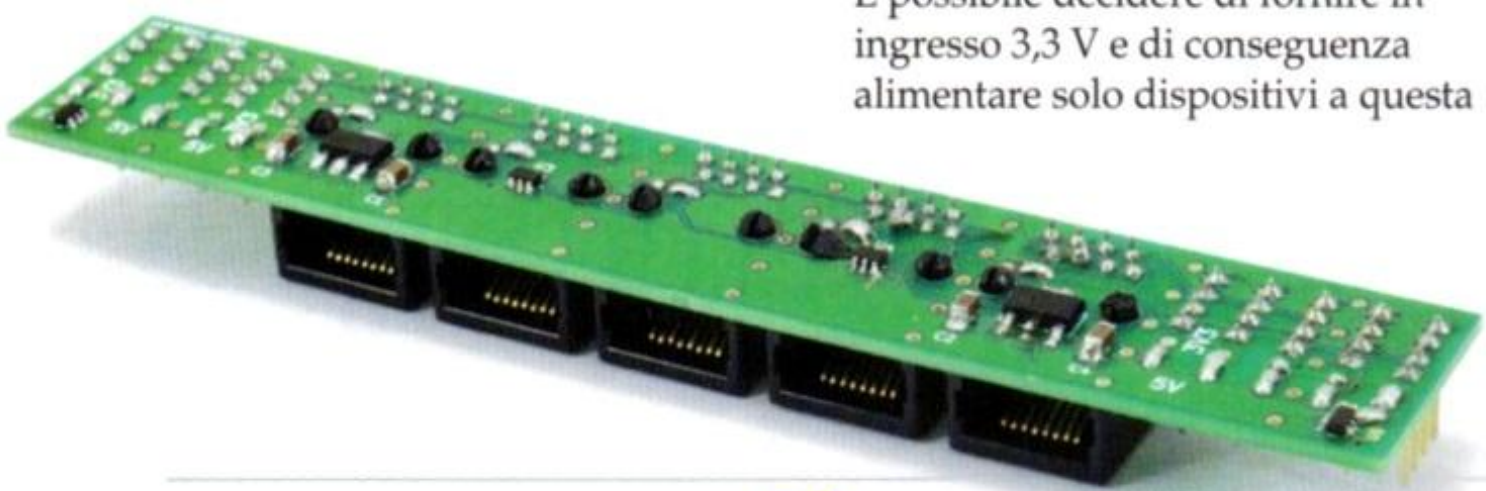
Elenco Componenti:

C1: 10 μF ceramico (1206)
C2: 10 μF ceramico (1206)
C3: 10 μF ceramico (1206)
C4: 10 μF ceramico (1206)
U1: LM1117IMP-3.3/NOPB
U2: LM1117IMP-3.3/NOPB
U3: ESDA6V1-4BC6

Per sensori lontani collegati con cavo UTP, alimentiamo un estremo a 5 V e quando i sensori lo permettono li stabilizziamo all'altro estremo a 3,3 V, a pochi centimetri dal sensore, evitando che cadute di potenziale sulla linea influenzino le letture; quando si effettuano misurazioni è sempre utile cercare di predisporre le condizioni migliori per avere letture stabili.
Analizziamo i componenti della scheda: sono presenti pochi componenti, si tratta di due regolatori di tensione LM1117-3.3 che riducono e stabilizzano la tensione in ingresso producendo in uscita 3,3 V (vanno montati entrambi se spezzate la scheda, altrimenti ne basta uno).
Come consigliato dal costruttore, in ingresso ed uscita abbiamo applicato due condensatori. Nello schema troviamo anche due circuiti di protezione ESDA6V1-5SC6 che preservano i componenti da eventuali picchi di tensione dovuti soprattutto a cariche elettrostatiche.

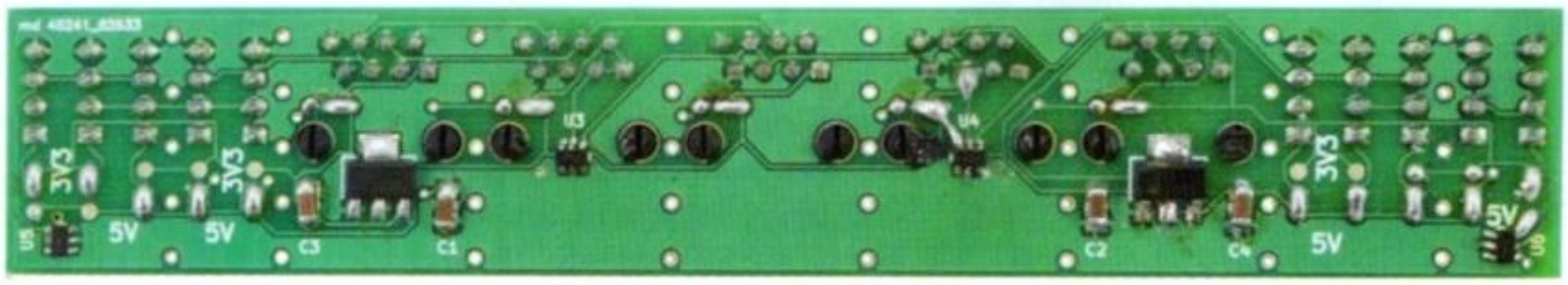
I connettori per l'espansione del bus sono sia di tipo Dupont, che prese RJ45. Diventa quindi possibile utilizzare cavi di rete o piattina quadripolare per prolungare il bus e/o collegare sensori.
La scheda è stata progettata su un unico PCB, ma va divisa in due o più parti tagliando in corrispondenza dei fori paralleli: solitamente una parte verrà montata vicino al modulo Stima per collegare due o più sensori sul bus I²C.
Se vogliamo espandere il bus per sensori lontani lasciamo anche una o più prese RJ45. I ritagli di PCB rimasti si usano per collegare i sensori remoti su uno o più punti costruendo un bus modulare che può diramarsi o montare sensori lungo la linea.

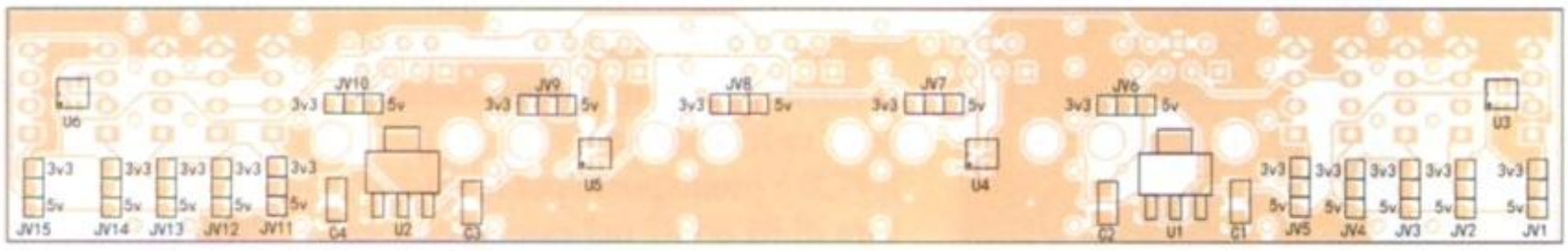
La scheda consiste in una vera e propria matrice che permette di personalizzare ingressi e uscite col la flessibilità richiesta da dispositivi che usano tensioni differenti.
È possibile decidere di fornire in ingresso 3,3 V e di conseguenza alimentare solo dispositivi a questa tensione, oppure usare 5 V e in questo caso potremo utilizzare sia la tensione più alta dal bus che la tensione stabilizzata localmente dai regolatori. Adattiamo alle nostre esigenze le connessioni con un solo punto di saldatura che porta al pin di uscita la tensione prescelta, questa scelta va fatta per ogni connettore sia in ingresso sia in uscita, e si fa solo in fase di setup. Vi consigliamo di annotarvi le connessioni che avete scelto e comunque verificare sempre in fase di sostituzione delle periferiche per evitare brutte sorprese.
Se vogliamo semplicemente montare tre sensori aggiuntivi al modulo Stima-I2C possiamo sezionare la scheda all'altezza dei primi, fori come mostrato in **Fig. 2**.
Nella scheda abbiamo predisposto alcuni fori in modo da renderne più semplice la separazione, questi sono predisposti in diversi punti del PCB per tagliarlo secondo le proprie esigenze.
Per collegare un sensore a diversi metri di distanza è sicuramente più utile utilizzare un cavo UTP con connettori RJ45, possiamo ad esempio usare i cavi di rete che abbiamo in casa; in questo caso tagliamo il PCB lasciando su ogni parte un connettore femmina RJ45 e uno o più connettori strip. A seconda



U4: ESDA6V1-4BC6
U5: ESDA6V1-4BC6
U6: ESDA6V1-4BC6
RJ1: Connettore RJ45
RJ2: Connettore RJ45
RJ3: Connettore RJ45
RJ4: Connettore RJ45
RJ5: Connettore RJ45

Varie:
- Strip maschio 4 vie (10 pz.)
- Circuito stampato S1247





delle distanze da coprire e il tipo di cablaggio possiamo scegliere tra cavo telefonico quadripolare con RJ11 dritto, cavi ethernet dritti cat5 o cat7 con RJ45 che offrono capacità specifiche e schermature differenti.
Fate attenzione quando tagliate le board, i tagli devono essere precisi e ben rifiniti. Quando sezionate la scheda è possibile che una piccola sezione dello strato in rame si scolli dalla vetronite e rimanga libero provocando connessioni indesiderate e piccoli cortocircuiti, quindi rifilate bene utilizzando un cutter.
Ora in base alle tensioni di cui avete bisogno potete decidere di alimentare i sensori a 3,3 V o 5 V collegando fra loro alcune piazzole. La **Fig. 3** mostra alcuni esempi di connessione.
Vi abbiamo illustrato alcuni casi, ma è possibile scegliere per ogni periferica la tensione di alimentazione. Ricordate che per sensori intendiamo anche microcontrollori che si occupano di adattare grandezze analogiche o digitali nello standard di comunicazione I²C; queste board sono tipicamente alimentate con le tensioni che abbiamo predisposto sul bus.
Come vedete anche sulla connessione dei sensori abbiamo optato per la modularità in modo da avere un sistema flessibile e ampliabile anche a sensori con connettori diversi.

MODULO STIMA-TH (TEMPERATURA E UMIDITÀ)

Le specifiche del World Meteorological Organization (WMO) sono molto esigenti riguardo all'accuratezza di misura per temperatura e umidità; per la nostra tipologia di stazione è necessario fare dei compromessi tra accuratezza e costi dei sensori. In seguito a una ricerca di mercato abbiamo selezionato i migliori sensori disponibili a costi contenuti: per la temperatura l'ADT7420 di Analog Device e per l'umidità HIH6100 prodotto da Honeywell.
ADT7420 è il sensore di temperatura compatibile col bus I²C con la maggiore accuratezza disponibile al momento: dal datasheet leggiamo che nel range tra −10 e +85°C ha una tolleranza sulla misura di ±0,2 °C, una bit resolution di 0,0078 °C e una deriva termica di appena 0,0073°C. Questo sensore è disponibile con case LFCSP, molto compatto ma purtroppo difficoltoso da saldare.
Per la rilevazione della temperatura bisogna prestare attenzione alle capacità termiche che si vanno ad aggiungere al sensore, ossia PCB e altri componenti nelle vicinanze del sensore. Questo perché anche la costante di tempo del sensore è una importante caratteristica della misura. Per il WMO non si devono superare i 100 secondi, il che si traduce in PCB di ridotte dimensioni da montare semplicemente su un isolatore termico.
Questo sensore necessita di due resistori per la selezione dell'indirizzo I²C; sul PCB sono predisposte sei piazzole che consentono di utilizzare quattro diversi indirizzi. Un condensatore da 0,1 µF tra le piste di alimentazione garantisce il disaccoppiamento dell'alimentazione. I resistori vanno saldati tra la piazzola centrale e quelle contrassegnate con il simbolo + o -, alternando la posizione è possibile utilizzare su una stazione fino a 4 sensori.
I sensori HIH6100 dedicati alla misura di umidità sono caratterizzati da un'accuratezza di ±4 % RH, dispongono di filtro idrofobico (opzionale) e sono commercializzati in due case differenti; sul PCB è possibile montare entrambi i tipi anche a causa della non sempre semplice reperibilità sul mercato.
Importante è la scelta del modello con o senza filtro idrofobico: la versione senza è adatta per un uso in interni dove situazioni di acqua condensante sono generalmente

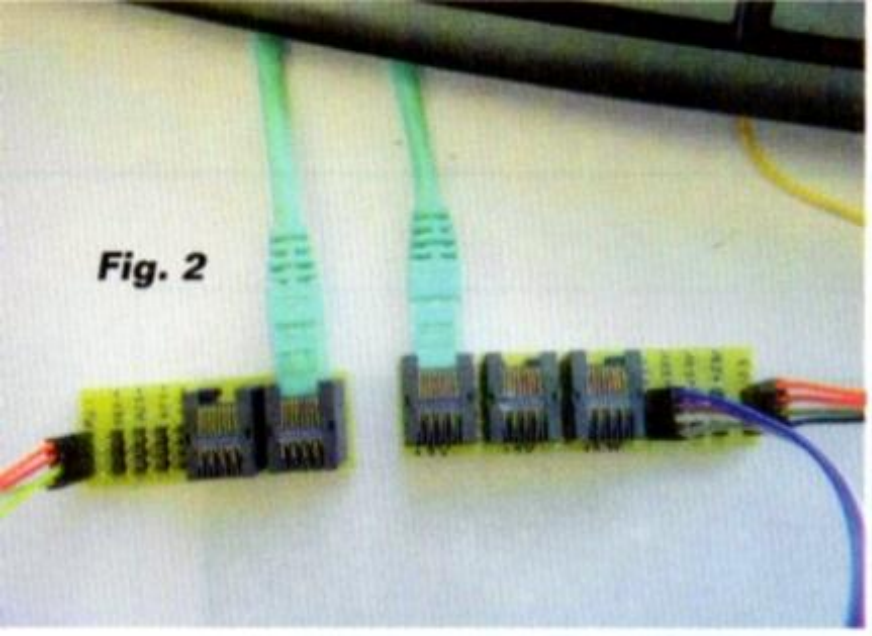


Fig. 2

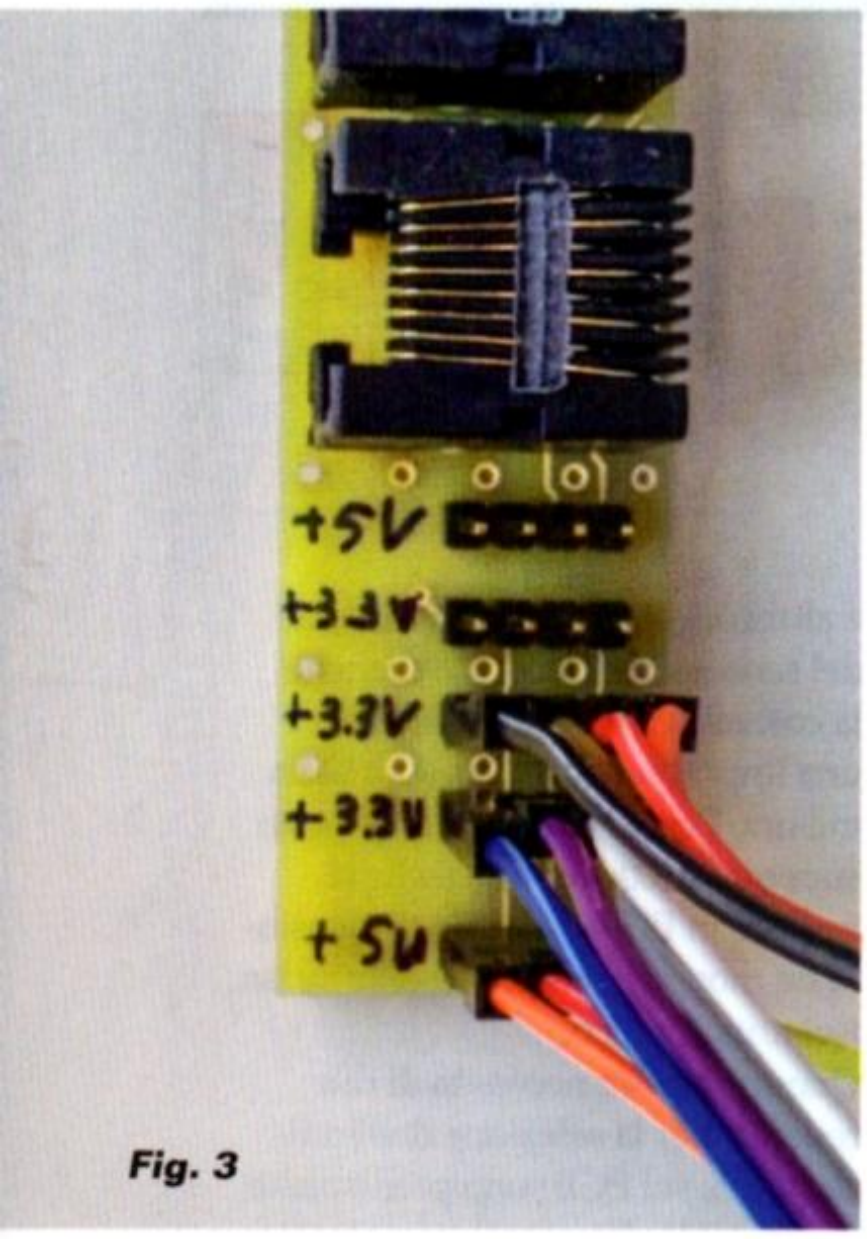


Fig. 3

assenti; la versione con filtro idrofobico deve essere usato in esterni per proteggere il sensore dalla condensa che porterebbe poi i campionamenti a risentire fortemente del processo di isteresi. L'HIH restituisce anche un dato di temperatura a cui non daremo molta importanza vista la sua scarsa accuratezza.
Per questi sensori l'indirizzo I²C viene scelto tramite software; è richiesto solo un condensatore da 0,22 µF tra le piste di alimentazione per il case SIP4 ed uno ulteriore da 0,1 µF per il case SOIC-8 SMD.
Come abbiamo visto all'inizio dell'articolo, il bus I²C richiede due resistori di pull-up, questi resistori sono unici su tutto il bus.
Il PCB è predisposto per la saldatura di R1 ed R2 nel caso questa sia l'unica board connessa o se questa sia la board prescelta per il pull-up del bus. Per l'installazione di questi sensori all'esterno, è importante preservare le connessioni dalla corrosione degli agenti atmosferici e consigliamo uno strato di silicone protettivo spray del tipo Electrolube DCR200H.
In ultimo, solo un accenno alla collocazione del sensore che tramite una vite dovrà essere fissato a un supporto termoisolante all'interno di uno schermo per le radiazioni, ma che permetta anche un agevole passaggio dell'aria; approfondimenti a *www.raspibo.org/wiki/index.php/Gruppo_Meteo/DisciplinareStazione*.

SENSORE DI PRESSIONE

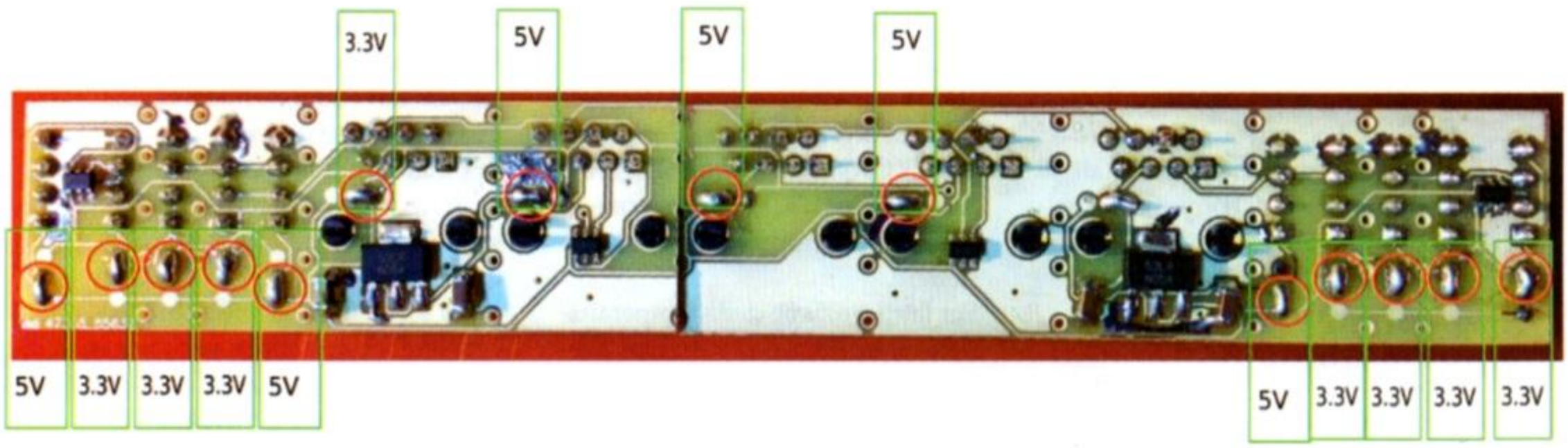
Come trasduttore di pressione abbiamo scelto il diffusissimo BMP180 della Bosch, che garantisce un range di misura compreso fra 300 e 1.100 hPa (+9000m/-500m sul livello del mare), un'accuratezza relativa tipica (tra 950 e 1.050 hP, a 25 °C) di ±0,12 hPa. L'accuratezza relativa tipica (fra 700 e 900 hPa, a 25÷40 °C) è di ±0,12 hPa. Il BMP180 è basato sulla tecnologia piezoresistiva, calibrato e compensato in temperatura. Utilizzando una breakout board (visibile in **Fig. 4** e disponibile da Futura Elettronica, *www.futurashop.it*) è possibile collegarlo direttamente al bus I²C.

PREPARAZIONE DELL'IDE ARDUINO

Queste operazioni sono necessarie per tutti i firmware Stima. Installare Arduino 1.6.6 da *https://www.arduino.cc/en/Main/Software* o tramite la propria distribuzione. Scaricare l'ultima versione del software Stima (file stimasketchbook) da *https://github.com/r-map/rmap/releases* e scompattare il file zip. Aprire l'IDE Arduino e in file -> impostazioni -> percorso della cartella degli sketch selezionare la cartella sketchbook appena scompattata dal file scaricato; chiudere e riaprire l'IDE.

MODULO STIMA-I2C-WIND

Vediamo ora come misurare intensità e direzione del vento; considereremo l'utilizzo di sensori analogici. Per l'intensità usiamo strumenti a rotazione basati sulla misurazione della frequenza di rotazione di un mulinello con coppe emisferiche: ad ogni rotazione, un contatto viene aperto e chiuso. Per la direzione, si



usano strumenti a banderuola, la cui posizione modifica la posizione del cursore di un potenziometro la cui tensione di uscita indicherà l'angolo di provenienza del vento. I sensori sono collegati a un microcontrollore che provvederà ad elaborare i dati e renderli disponibili sul bus I²C. Il microcontrollore conterà gli impulsi relativi all'intensità del vento tramite una routine di elaborazione di un interrupt (ISR); la direzione sarà invece una lettura dal convertitore analogico-digitale. Il firmware ha due modalità di funzionamento: la prima chiamata one-shot che vede l'effettuazione di un campionamento una tantum e l'altra che continua ad effettuare misure ed elaborare osservazioni in modo ciclico. I file *config.h* e *registers-wind.h* definiscono la configurazione del firmware, gli indirizzi, i registri e i comandi. Usando le macro in essi contenuti l'indirizzo sull'I²C-Bus è **I2C_WIND_ADDRESS**. L'impostazione one-shot avviene scrivendo un booleano nel registro **I2C_WIND_ONESHOT**. Il registro per i comandi è **I2C_WIND_COMMAND**, cui è possibile impartire **I2C_WIND_COMMAND_ONESHOT_START** e **I2C_WIND_COMMAND_ONESHOT_STOP**; tra uno start e uno stop bisogna attendere **SAMPLERATE** (che vale circa 3 secondi e dipende dalla strumentazione). Dopo uno stop è possibile leggere questi registri:

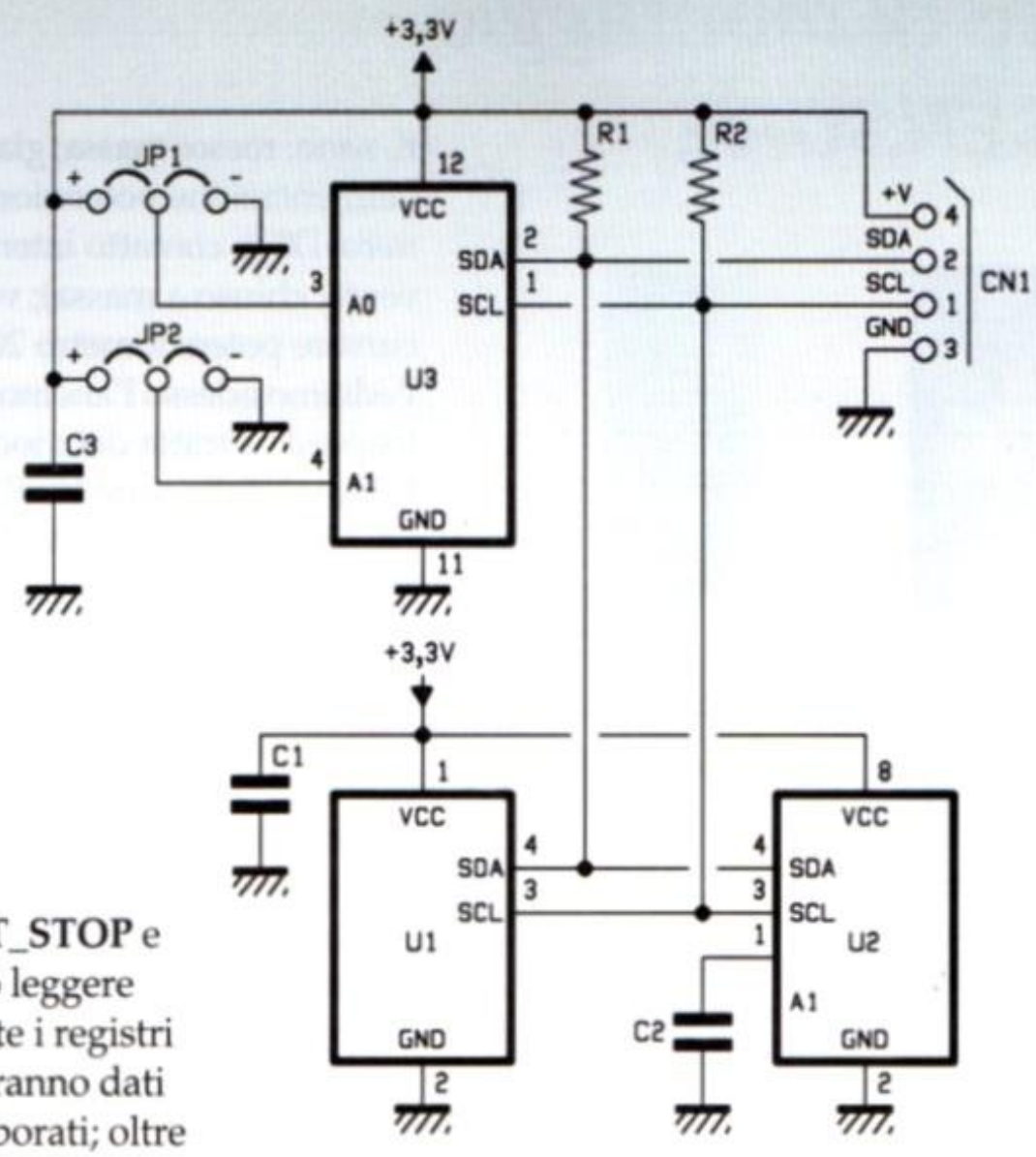
- I2C_WIND_VERSION (versione firmware);
- I2C_WIND_DD (direzione vento);
- I2C_WIND_FF (forza del vento);
- I2C_WIND_U (componente vento su paralleli-U);
- I2C_WIND_V (componente vento su meridiani-V).

Se la modalità one-shot è disabilitata, è necessario impartire solo il comando **I2C_WIND_COMMAND_ONESHOT_STOP** e si potranno leggere direttamente i registri che riporteranno dati appena elaborati; oltre ai precedenti, sarà possibile leggere anche questi registri:

- I2C_WIND_MEANU (media U 10 minuti);
- I2C_WIND_MEANV (media V 10 minuti);
- I2C_WIND_PEAKGUSTU (picco raffica U 10 minuti);
- I2C_WIND_PEAKGUSTV (picco raffica V 10 minuti);
- I2C_WIND_LONGGUSTU (lunga raffica -60s- U 10 minuti);
- I2C_WIND_LONGGUSTV (lunga raffica -60s- V 10 minuti);
- I2C_WIND_MEANFF (media forza del vento 10 minuti);
- I2C_WIND_SIGMA (deviazione standard forza 10 minuti);
- I2C_WIND_SECTOR(1...8) frequenza nel settore 1...8 (sector 1 da -22.5 to +22.5);
- I2C_WIND_SECTORCALM (frequenza calma di vento).

Per la lettura dei registri viene utilizzata la tecnica del double buffering, in modo da rendere le letture dei registri atomiche; a ogni comando stop i buffer vengono scambiati. Per l'elaborazione dei dati invece vengono usati dei circular buffer, che permettono di elaborare in continuo medie, massime. Per risparmiare memoria vengono usati due livelli di circular buffer a risoluzioni temporali differenti e due diversi livelli di elaborazione che sfruttano la proprietà distributiva degli algoritmi.

Veniamo all'hardware dello Stima-I2C-Wind: il modulo si realizza impilando una board Microduino core e una board STIMA-I2C; il tutto si collega ed alimenta (5V) tramite un cavo quadripolare connesso dalla board STIMA-I2C al bus I²c. Il firmware è preconfigura-



[schema elettrico del **SENSORE**]

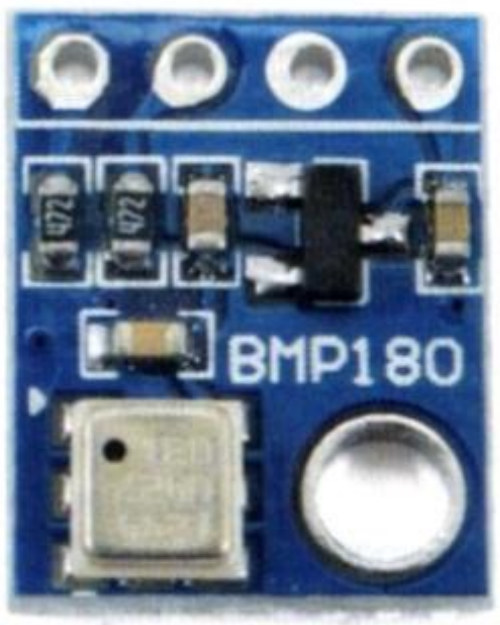
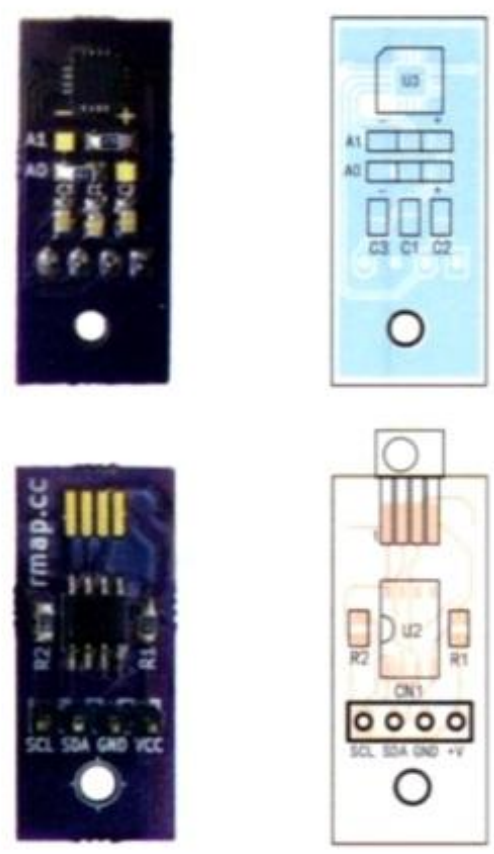


Fig. 4

[piano di montaggio del **SENSORE**]



Elenco Componenti:

R1: 4,7 kohm (0805)
R2: 4,7 kohm (0805)
C1: 220 nF ceamico (0805)
C2: 100 nF ceramico (0805)
C3: 100 nF ceramico (0805)
U1: HIH6120-021-001
U2: HIH6131-021-001
U3: ADT7420UCPZ-R2

Varie:
- Strip maschio 4 vie passo 2.54mm
- Circuito stampato S1246

to per due modelli di anemometri tra i più diffusi, ma non è difficile adattarlo ad altri; il file è *i2c-wind*: dovete compilarlo e caricarlo nel microcontrollore tramite la board Microduino FT232.

Anemometri

Il primo anemometro che abbiamo testato è il Davis (**Fig. 5**) ed è uno strumento integrato con potenziometro da 20 kΩ per leggere la direzione e un contatto Reed per rilevare l'intensità. Le caratteristiche sono riportate nella **Tabella 1**. Per quanto riguarda i collegamenti, sono: rosso: massa; giallo: 5V (alimentazione potenziometro); nero: D2 (a contatto intensità del vento, chiuso a massa); verde: A0 (a cursore potenziometro 20 kΩ).
Vediamo adesso l'anemometro Inspeed: si tratta del modello E-Vane2 della serie VORTEX II HEAVY DUTY ANEMOMETER (**Fig. 6**) e rileva la direzione grazie a sensori ad effetto di Hall, quindi richiede un'alimentazione a 5 Vcc. L'anemometro Inspeed offre alcuni vantaggi rispetto al Davis, dovuti al fatto che utilizzando sensori Hall non richiedono sistemi antirimbalzo, riducono gli attriti e hanno zero deadband. Le caratteristiche dell'E-Vane2 sono:

- tensione di alimentazione: 2,7÷5,5 Vcc;
- assorbimento: 12 mA (tipico);
- tensione d'uscita: 5÷95% della tensione d'ingresso;
- impedenza d'uscita: 500 ohm;
- impedenza d'ingresso: minimo 50 kohm.

Per quanto riguarda i collegamenti, oltre all'alimentazione (5V) si deve collegare il pin A0 al cavo bianco del sensore di direzione e il pin D2 al cavo bianco del sensore di intensità.

MODULO STIMA-I2C-RAIN

Questo modulo funziona connesso a pluviometri a doppia vaschetta basculante: l'imbuto di raccolta porta acqua a una doppia vaschetta, incernierata al centro. È un sistema il cui equilibrio varia relativamente al peso dell'acqua distribuita nella bascula; la vaschetta più pesante si ribalta raggiunti 0,2 kg/m², svuotandosi e posizionando l'altra per il riempimento; ogni ribaltamento apre e chiude un contatto elettrico. Questa tipologia di pluviometro ha problemi conosciuti con le precipitazioni solide (neve e grandine), che si fermano nell'imbuto, e con quelle molto intense, generalmente sottostimate. Il pluviometro è collegato a un microcontrollore che ne elabora i dati rendendoli disponibili sul bus I²C. Il microcontrollore conta gli impulsi relativi alle basculate tramite una routine di elaborazione di un interrupt (ISR); il firmware per ora funziona solo in modalità one-shot. I file *config.h* e *registers-wind.h* definiscono la configurazione del firmware, gli indirizzi, i registri e i comandi. Usando le macro in essi contenute l'indirizzo I2C è I2C_RAIN_ADDRESS. Il registro per i comandi è I2C_RAIN_COMMAND, cui è possibile impartire I2C_RAIN_COMMAND_START, I2C_RAIN_COMMAND_STOP e I2C_RAIN_COMMAND_STARTSTOP:

- START esegue il reset del contatore di basculate (da effettuare sempre all'avvio);
- STOP: prepara la lettura del contatore rendendo disponibile l'ultimo stato nel buffer di lettura;
- STARTSTOP: effettua uno START e uno STOP in modo atomico.

Una sequenza di lettura vede quindi l'esecuzione di uno START al boot e uno STARTSTOP seguito da una lettura del contatore ad ogni lettura per valore incrementale parziale; in alternativa, per ogni lettura per valore incrementale totale vengono eseguiti STOP e lettura del contatore. Tale sequenza permette di non perdere alcun evento, cosicché il valore cumulato è sempre garantito, particolarmente se verrà prevista la presenza di una batteria tampone.
Dopo uno stop è possibile leggere questi registri: * I2C_RAIN_VERSION Versione del firmware * e I2C_RAIN_TIPS Numero basculate.

Hardware

Il modulo si realizza impilando una board microduino core e una board

Tabella 1	Campo	Accuratezza	Risoluzione	Temporizzazione di misura
velocità vento	0,5÷89 m/s	±1 m/s o ±5% (la maggiore delle due)	0,1 m/s	periodo di campionamento di 2,25s
direzione vento	0÷360°	7°	1°	costante di tempo del filtro (tipica 8s)

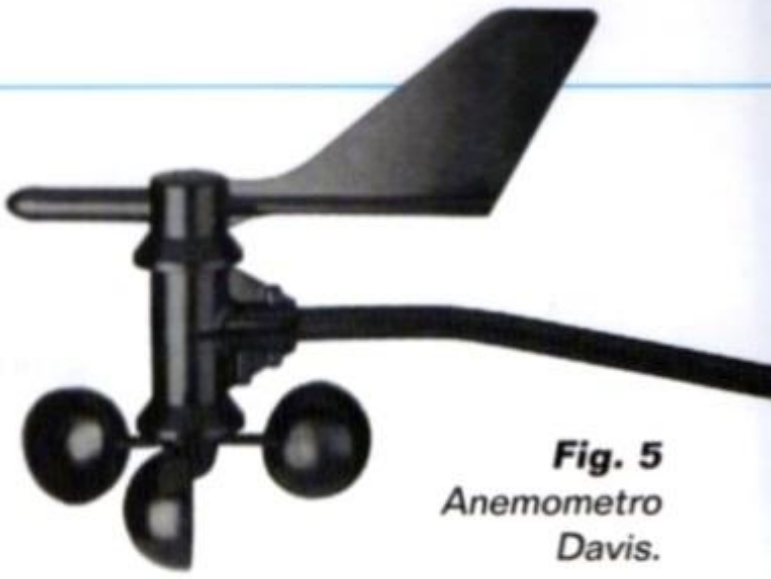


Fig. 5 *Anemometro Davis.*

STIMA-I2C; il tutto si collega ed alimenta tramite un cavo quadripolare connesso dalla board STIMA-I2C al bus I²C.

Pluviometri

È possibile utilizzare qualsiasi pluviometro con bilancina basculante; i test li abbiamo fatti con un pluviometro Davis 07852 (**Fig. 7**), che ha un ottimo rapporto qualità prezzo. In uscita ha un contatto reed che richiede un sistema antirimbalzo. Se invece volete cimentarvi con l'autocostruzione, potete valutare il progetto *http://openpluvio.it* che riguarda un pluviometro open source.
Per quanto riguarda i collegamenti, i due poli del contatto della bascula vanno collegati uno a massa e l'altro al contatto D2 del micro.

Software

Quanto al software per questo modulo, il file è *firmware i2c-rain*: al solito bisogna compilarlo e caricarlo nel microcontrollore tramite la board Microduino FT232.

MODULO STIMA-I2C-GPS

Questo modulo rende disponibili i principali dati del GPS su bus I²C; ciò permette di scaricare dal lavoro di monitoraggio della seriale il microcontrollore della stazione preposto all'invio dei dati. Come cuore del modulo utilizziamo la board Microduino GPS, basata su NEO 6 u-blox.
Il firmware è in grado di gestire questi protocolli del sistema GPS:

- NMEA;
- UBX;
- MEDIATEK.

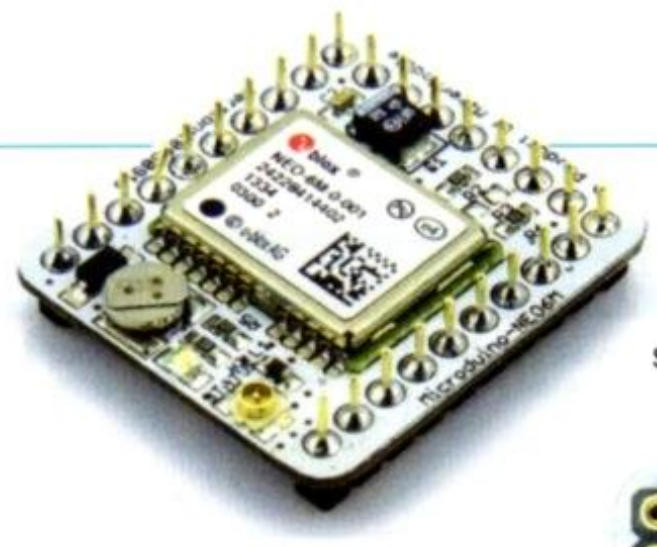
Il firmware è stato testato con protocollo UBX; protocollo proprietario della U-blox che usa dati binari a 8 bit, checksum protected, identificatore di messaggio a due stadi (Class- and Message ID). I registri che posso essere letti sono:

- I2C_GPS_VERSION Firmware version;
- I2C_GPS_STATUS_2DFIX 2dfix achieved;
- I2C_GPS_STATUS_3DFIX 3dfix achieved;
- I2C_GPS_STATUS_NUMSATS Number of sats in view;
- I2C_GPS_LOCATION current location 8 byte (lat, lon) int32_t;
- I2C_GPS_ALTITUDE GPS altitude in meters (uint16_t);
- I2C_GPS_GROUND_SPEED GPS ground speed in m/s*100 (uint16_t);
- I2C_GPS_GROUND_COURSE GPS ground course (uint16_t);
- I2C_GPS_TIME UTC Time from GPS in hhmmss.sss * 100 (uint32_t);
- I2C_GPS_REG_YEAR Year (uint16_t);
- I2C_GPS_REG_MONTH Month (uint8_t);
- I2C_GPS_REG_DAY Day (uint8_t);
- I2C_GPS_REG_HOUR Hour (uint8_t);
- I2C_GPS_REG_MIN Minute (uint8_t);
- I2C_GPS_REG_SEC Second (uint8_t).

Il LED PPS presente sulla board visualizza due stati secondo la configurazione predefinita:

Fig. 6 *Anemometro Inspeed.*

	Tipo di sensore	Range	Accuratezza	Risoluzione
Velocità del vento	Rotore a 3 pale con sensore di Hall	64 m/s	+/- 0.5 m/s o 4% (la maggiore delle due)	
Direzione del vento	Banderuola con sensore di Hall	360 gradi	+/- 6°	0,025 gradi



- acceso = in funzione ma il posizionamento (tracking) non è stato ottenuto;
- lampeggiante = posizionamento avvenuto.

Hardware

Per quanto riguarda l'hardware, il modulo è composto da:

- board microduino core+ 644P;
- board Microduino-GPS;
- board STIMA-I2C.

Consigliamo l'uso del core+ 644p perché consente di disporre di due porte seriali hardware (l'uso della seriale software ci è risultato instabile), una per il GPS e l'altra per il debug e la programmazione. La board microduino GPS deve essere preparata per questa configurazione ed allo scopo bisogna tagliare la connessione tra i due pad centrali e RX0/TX1, quindi connettere questi a D2, D3 (**Fig. 8**).

Software

Il firmware è *i2c-gps*: compilatelo e caricatelo sul microcontrollore tramite la board Microduino FT232. Per utilizzare il modulo STIMA-I2C-GPS con un modulo Stima (ad esempio *master* o *gsm*) è necessario attivare la macro I2CGPSPRESENT in *rmap_config.h* prima della compilazione.

Fig. 7

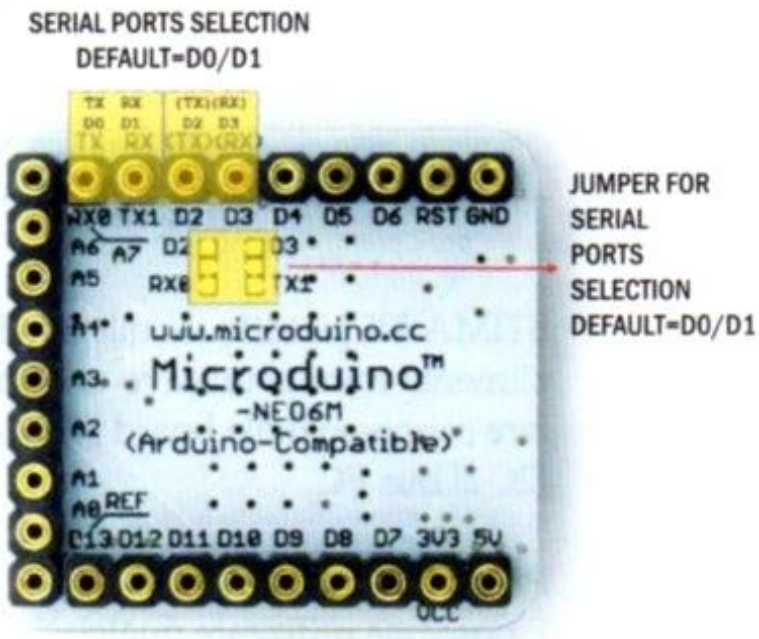
CONFIGURAZIONE DELLA STAZIONE

Tutto quanto trattato in questa puntata ha come scopo quello di espandere una stazione Stima; si deve quindi avere un modulo Stima presentato nelle puntate precedenti. La configurazione deve quindi essere caricata su uno di questi moduli (STIMA-Bluetooth, STIMA-Master, STIMA-Satellite, STIMA-GSM) allo scopo di informare la stazione della nuova sensoristica a cui la abbiamo collegata. Per farlo dobbiamo aver installato l'applicazione rmap come da puntate precedenti o da istruzioni che trovate comunque qui: *http://www.raspibo.org/wiki/index.php/Gruppo_Meteo/HowTo#Configurazione_moduli*. Il nostro interesse ora è relativo ai sensori che sono stati aggiunti al bus I2C e che devono essere configurati nella stazione. Per farlo utilizzeremo dei template; ad esempio:"stima_t", "stima_th" oppure "stima_thwrp". Le lettere hanno il seguente significato: t temperatura; h umidità; w vento; r precipitazione; p pressione. Questi template dovranno essere utilizzati come Template e/o Remote Template. Se i sensori sono remoti e interrogati tramite modulo radio nrf24 le lettere dei sensori dovranno essere prefissate da rf24; ad esempio "stima_rf24_thwr".

CONCLUSIONI

Con questo articolo si conclude la serie relativa al progetto Stima e alla Rete di Monitoraggio Ambientale Partecipativo; continuate a fare misure e condividerle per capire il mondo che ci circonda. Per ulteriori moduli e sviluppi futuri, bug report e supporto anche tramite la mailing list fate riferimento al sito *http://rmap.cc*.

Fig. 8



Tutti i componenti utilizzati in questo progetto sono di facile reperibilità. I master dei circuiti stampati possono essere scaricati dal sito della rivista. I componenti elencati di seguito si possono acquistare presso Futura Elettronica:

- Microduino Core ATMEGA1284 (cod. MDUINO1284) a Euro 22,00.
- Microduino Core+ ATMEGA644PA (cod. MDUINOCORE+) a Euro 15,50.
- Microduino Shield USB/TTL (cod. MDUINOUSBTTL) a Euro 19,00.
- Microduino Shield SDcard (cod. MDUINOSD) a Euro 12,50.
- Microduino Shield NRF24 (cod. MDUINONRF24) a Euro 16,00.
- SET CAVI POE (cod. SETCAVIPOE) a Euro 6,00.
- Display LCD 20x4 con interfaccia I²C (cod. LCD20X4AI2C) a Euro 26,00.
- MODULO 4 RELÈ 5VDC 10A (cod. RELAY4CH) a Euro 13,00.
- MODULO 2 RELÈ 5 VDC 10A (cod. RELAY2CH) a Euro 8,00.
- Modulo 1 relè 5 Vdc 10A (cod. RELAY1CH) a Euro 5,00.

Tutti i prezzi si intendono IVA compresa.

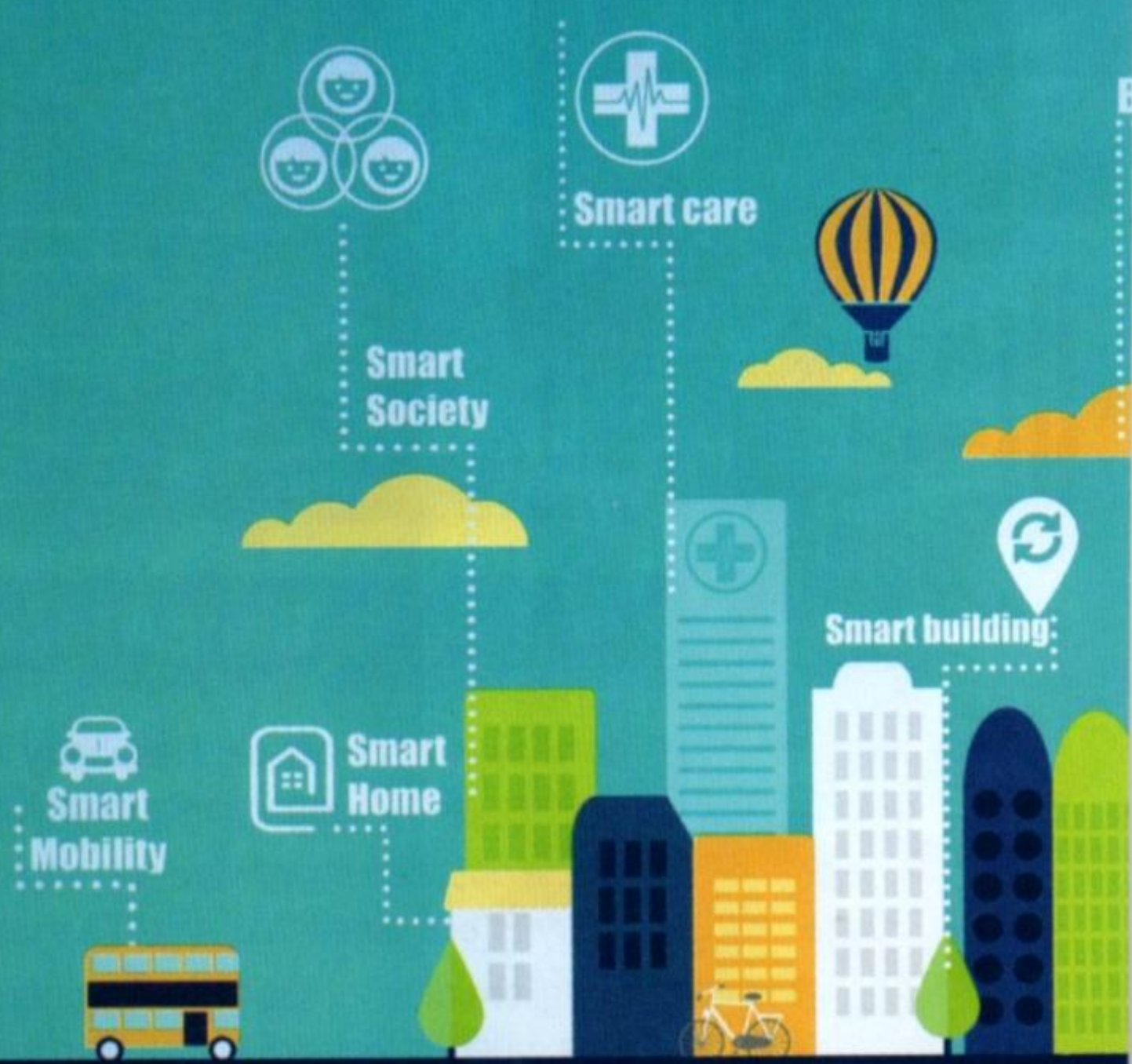
Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287
http://www.futurashop.it

SIGFOX, LA RETE WIRELESS PER IoT ARRIVA IN ITALIA

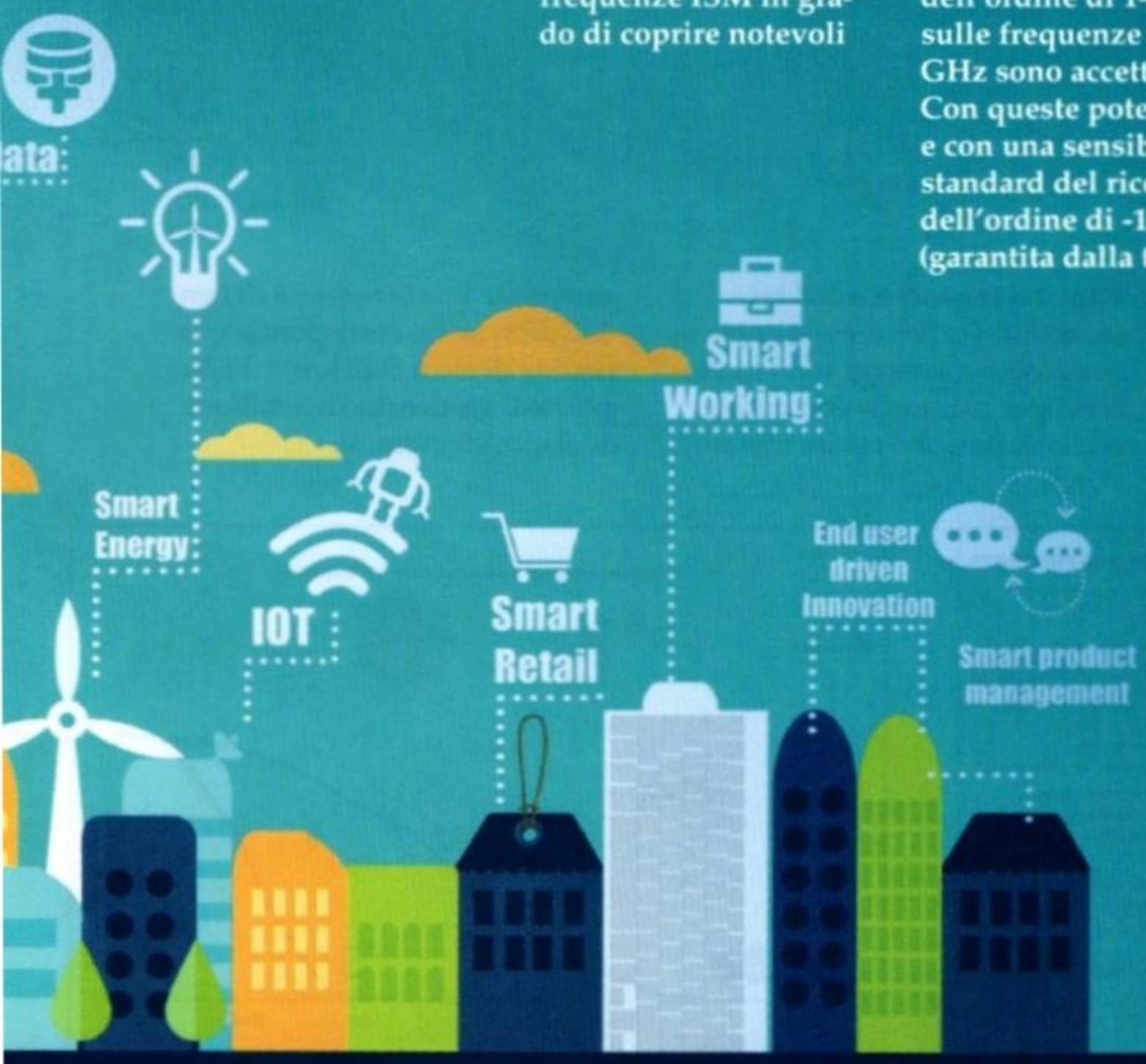
Sempre più interesse per la tecnologia wireless long-range low-power per IoT Sigfox, con la rete nazionale che prende rapidamente forma e con nuovi chip e moduli proposti da vari produttori di semiconduttori.

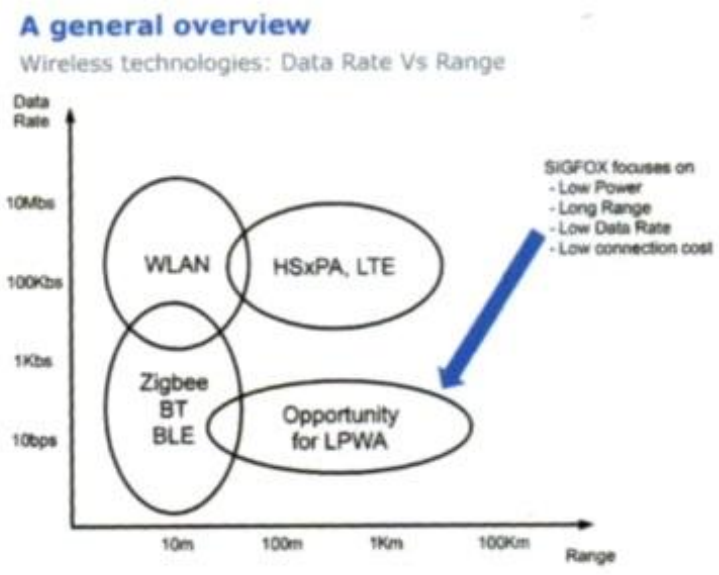
di ARSENIO SPADONI

Ebbene sì, SigFox arriva anche in Italia o, meglio, è già arrivata. Non solo. Attorno a questa tecnologia sta crescendo l'interesse da parte di aziende grandi e piccole, di system integrator, di tecnici e ingegneri elettronici, di semplici maker e di colossi dell'elettronica: ci riferiamo in quest'ultimo caso, ai produttori di semiconduttori del calibro di STMicroelectronics, di ON Semiconductor, di Atmel e di Texas Instruments che hanno deciso di aggiungere alla propria linea di prodotti per la connettività wire-

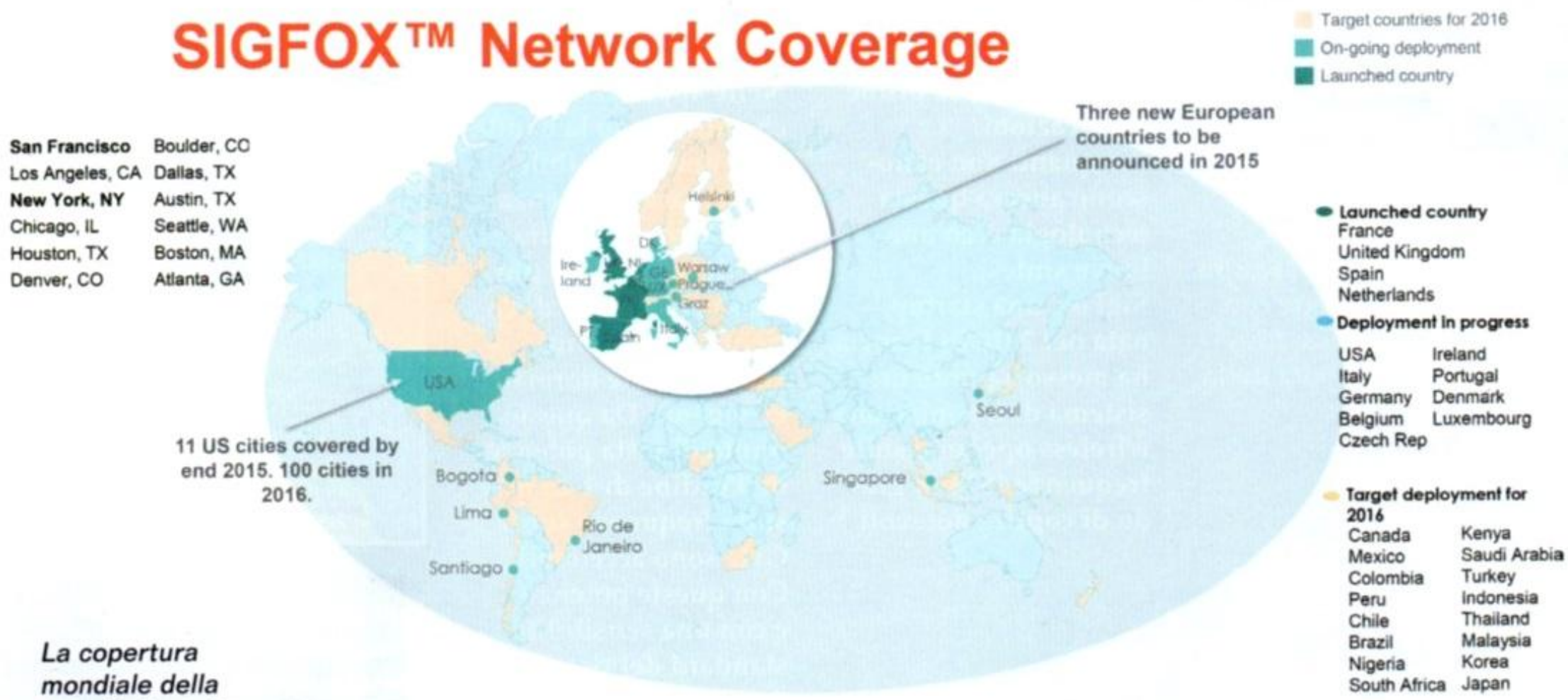


less circuiti integrati e moduli compatibili con questa tecnologia.
L'occasione per fare il punto su tutto quanto ruota attorno a SigFox è stata la manifestazione organizzato a Milano la prima settimana di febbraio da Arrow Electronics, marchio leader nella distribuzione di prodotti elettronici, servizi e soluzioni; già l'anno scorso, Arrow aveva promosso un evento analogo a Bologna, supportando in seguito, in collaborazione con Axel Elettronica, lo sviluppo e la nascita della board SmartEverything dotata di connettività SigFox (oltre a tantissime altre funzionalità, come vedremo meglio in seguito). Questa scheda, come hanno sottolineato in molti, è stata il "grimaldello" per testare, non appena è stato possibile, la connettività di rete SigFox e, soprattutto, per realizzare le prime applicazioni.
Per quanti non conoscono ancora questa tecnologia ecco una breve sintesi.
SigFox, una startup nata nel 2010 in Francia, ha messo a punto un sistema di trasmissione wireless operante sulle frequenze ISM in grado di coprire notevoli distanze (long-range) grazie alla elevatissima sensibilità del ricevitore che sfrutta la tecnologia Ultra Narrow Band. Anche i consumi energetici sono particolarmente ridotti in quanto il dispositivo remoto va in trasmissione per pochi secondi e per un massimo di 140 volte al giorno.
Nelle applicazioni IoT che utilizzano la banda ISM non è possibile aumentare la potenza del TX che, al contrario, deve essere la più bassa possibile e deve rientrare nei limiti stabiliti dalle normative vigenti. Da questo punto di vista potenze dell'ordine di 1-25 mW sulle frequenze sub-1 GHz sono accettabili.
Con queste potenze e con una sensibilità standard del ricevitore dell'ordine di -110 dBm (garantita dalla tecnologia superrigenerativa o supereterodina), la portata, in ogni caso, non supera i 100-300 metri. La sensibilità di un ricevitore è fortemente influenzata dal rumore intrinseco del dispositivo e da quello presente nell'etere.
Per incrementare in maniera significativa la sensibilità (e quindi la portata del sistema), negli ultimi anni sono stati fatti notevoli passi in avanti grazie all'impiego di due particolari tecnologie, quella denominata Spread Spectrum (utilizzata dai dispositivi

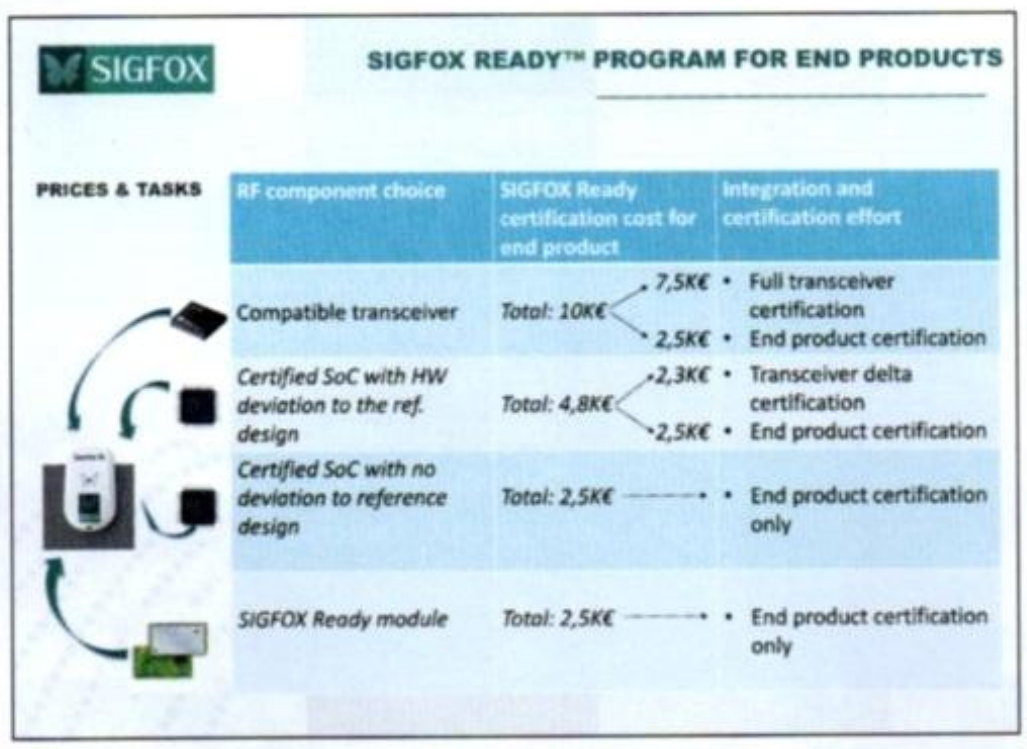


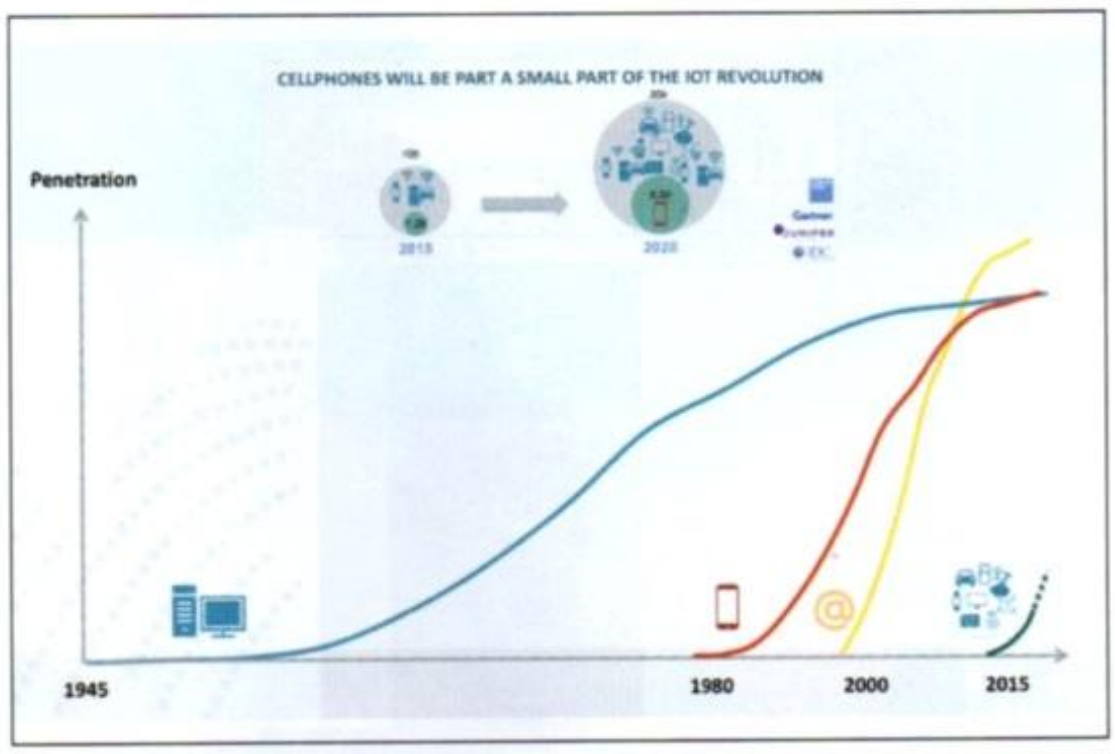


Lo-Ra di Semtech) e quella Ultra Narrow Band di SigFox. Nel caso dell'UNB, il principale problema da risolvere risiede nella stabilità di frequenza dell'apparato mentre lo svantaggio è rappresentato dalla banda passante particolarmente bassa (nel caso della tecnologia SigFox i dati vengono trasmessi a 100 bit/secondo). Tuttavia, nelle applicazioni IoT, i messaggi sono molto brevi per cui, anche con questa velocità, possono essere inviati in pochi secondi. L'altro grande vantaggio risiede nella possibilità di gestire da parte di un singolo ricevitore un numero incredibilmente alto di trasmettitori senza che si verifichi alcuna collisione. Un ricevitore per base-station SigFox con tecnologia UNB integrata con Cognitive SDR garantisce una sensibilità di ben –140 dBm (a cui corrisponde una portata di circa 5-20 km) ed è in grado di gestire fino a 3 milioni di dispositivi remoti.

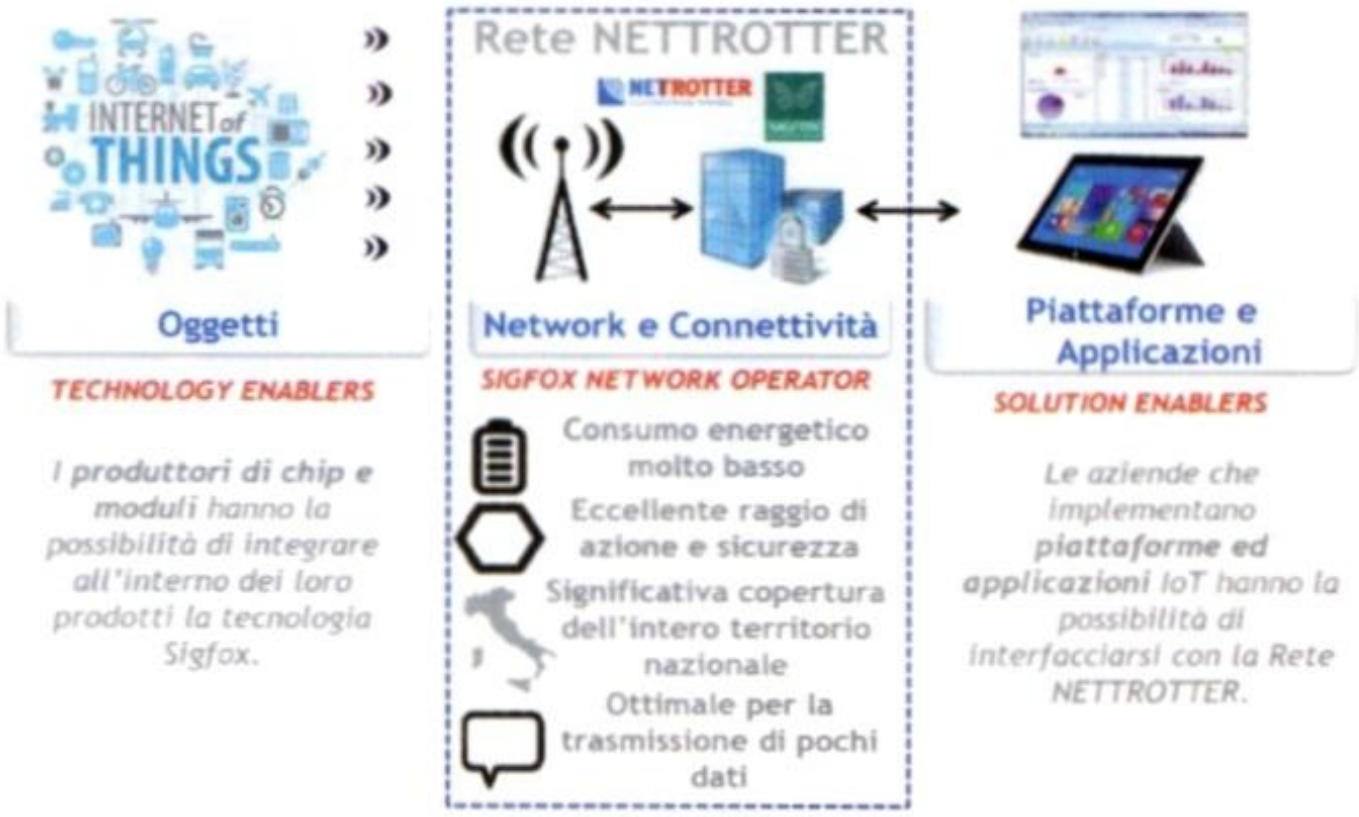


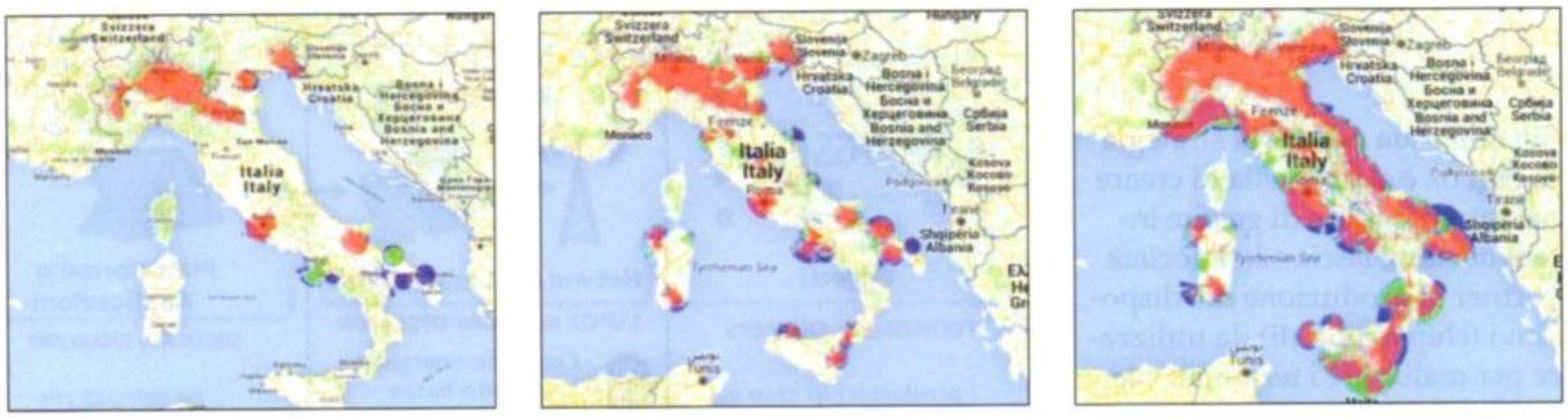
La copertura mondiale della rete SigFox alla fine del 2015. La società francese sta rapidamente espandendo la propria rete in tutti i continenti, compresa Asia e Oceania.





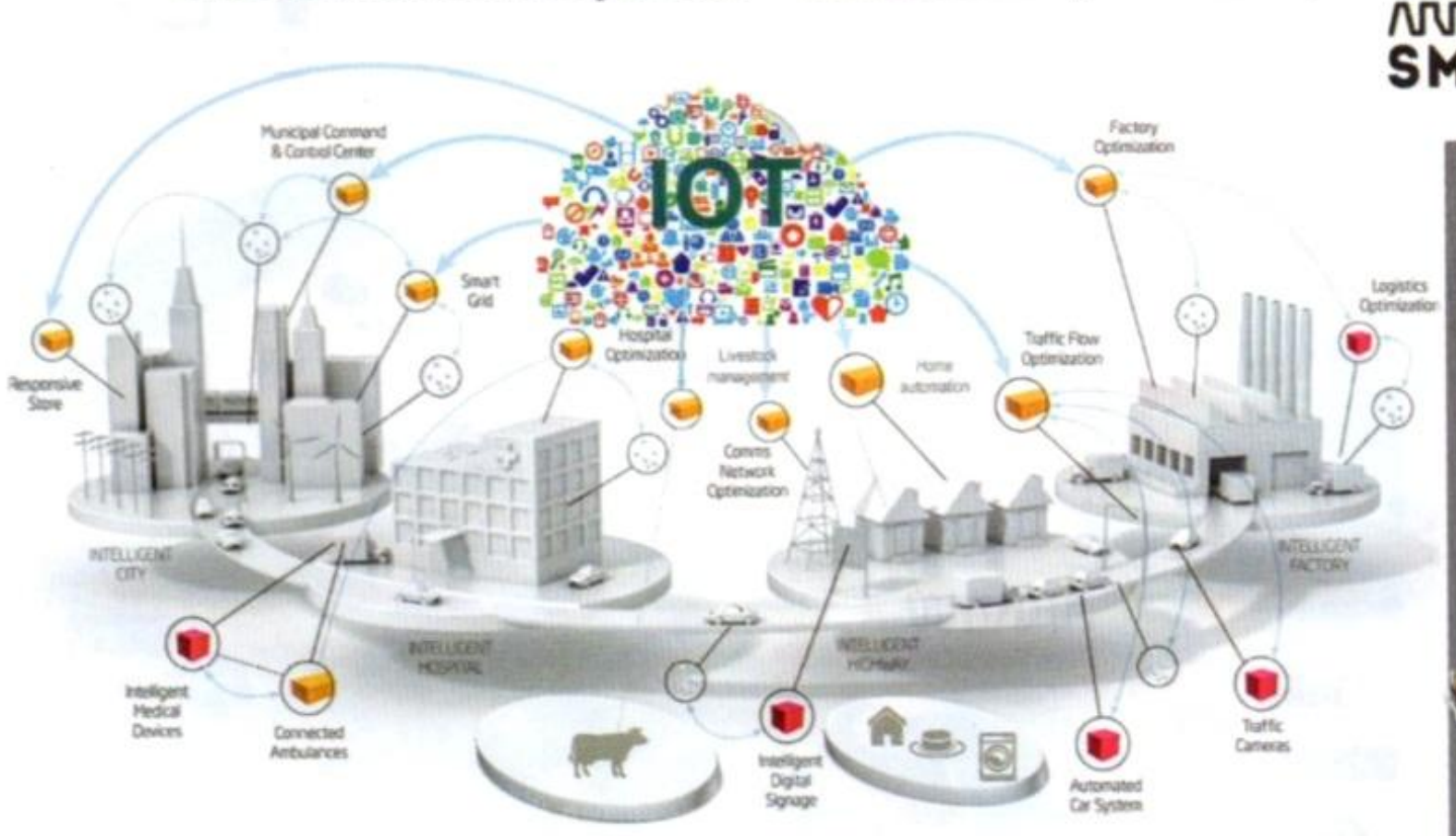
Sin dalla sua nascita la strategia di SigFox è stata quella di creare network in grado di gestire intere nazioni, lasciando a società partner la produzione dei dispositivi (chip e moduli) da utilizzare per realizzare i terminali e le applicazioni.
"One Network A Billion dream" è lo slogan di SigFox che negli ultimi due anni, grazie anche ai fondi ricevuti (solo nel 2015 ha raccolto finanziamenti per 150 milioni di dollari), ha coperto con la propria rete intere nazioni e grandi città metropolitane. Reti semplici, economiche, scalabili e rapidamente implementabili. Utilizzando partner locali, SigFox ha coperto completamente Francia, Spagna, Olanda e Regno Unito e si sta rapidamente diffondendo in altre nazioni europee e in altri continenti.
Per quanto riguarda l'Italia, SigFox ha siglato a ottobre dello scorso anno un accordo con EI Towers, la principale società italiana nella gestione delle infrastrutture per Radio, TV e Telecomunicazioni. Con un parco torri di circa 3.000 unità (2.300 torri per broadcasting e più di 700 torri per TLC), EI Towers fornisce servizi integrati per le comunicazioni elettroniche a beneficio di operatori di rete del settore televisivo (i cosiddetti network operator), editori o consorzi di editori del settore radiofonico, operatori di rete del settore delle telecomunicazioni mobili (GSM/UMTS/LTE), operatori wireless (WiFi/WiMax), enti di pubblica utilità e istituzioni governative.
La rete EI Towers dispone di una dorsale in fibra ottica che si sviluppa su un percorso di oltre 6.000 km e di una infrastruttura satellitare basata su piattaforme di Up Link. Per questa nuova iniziativa in ambito Internet of Things, EI Towers ha costituito una nuova società – NETTROTTER – che si sta occupando in esclusiva di questo business realizzando una rete dedicata destinata all'IoT.
La possibilità di avere a disposizione un'infrastruttura dedicata per dare connettività a qualsiasi oggetto fisico permette una moltitudine di opportunità, dalla ottimizzazione di processi esistenti, fino alla creazione di business completamente nuovi. L'impiego di oggetti connessi non è certo una novità, ma la crescita del comparto sta accelerando rapidamente: si calcola che l'IoT genererà ricavi per 1200 miliardi entro il 2020 rispetto ai 200 miliardi di oggi. Gli oggetti collegati sono spesso molto semplici, isolati e funzionanti a bat-





La copertura della rete SigFox in Italia: a sinistra quella attuale, al centro quella prevista per il 31 marzo 2016 e a destra la copertura al 31 dicembre 2016.

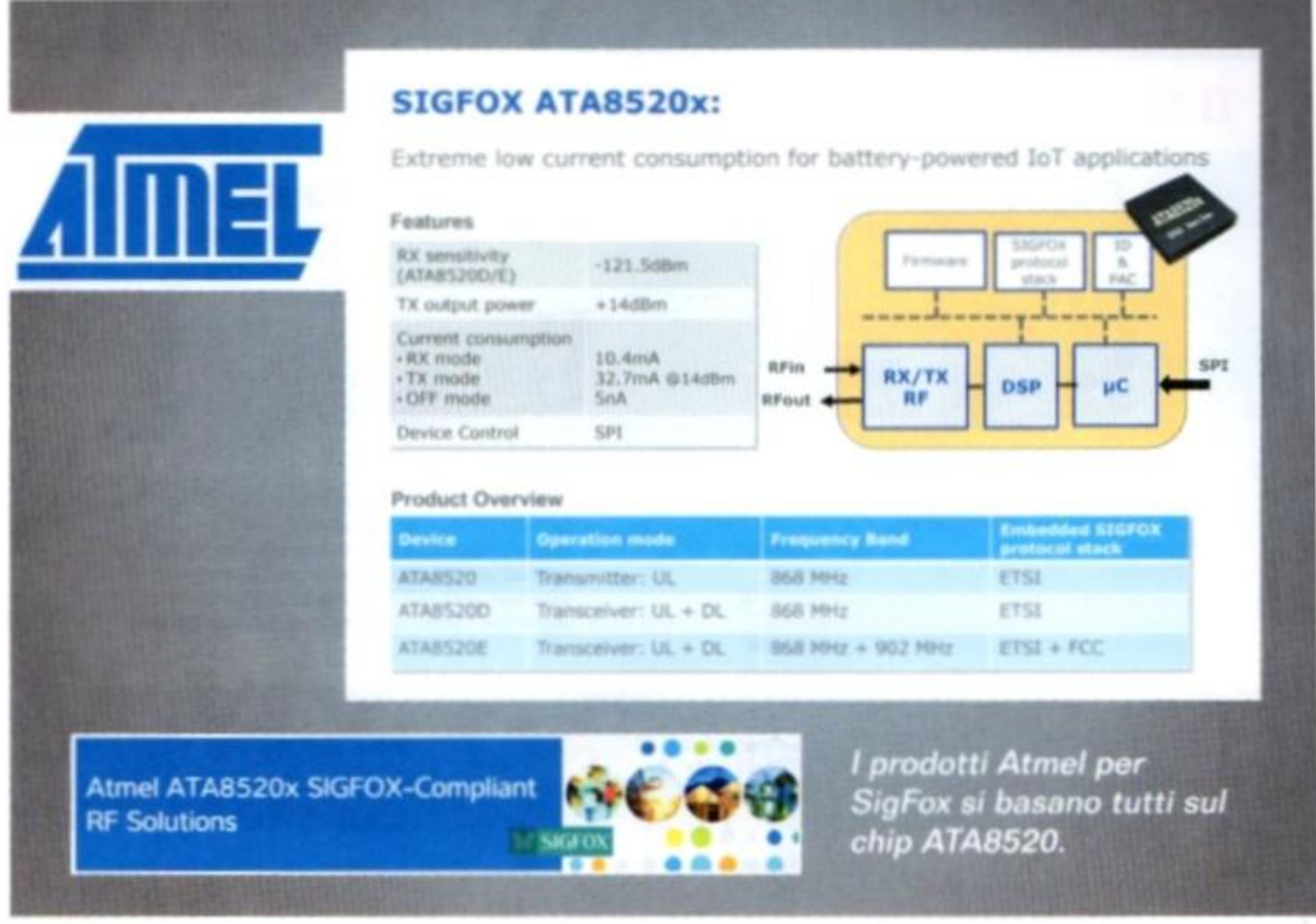
teria, con sensori che rilevano determinati eventi o informazioni una decina o un centinaio di volte al giorno e le inviano ad un sistema informatico centralizzato. Le informazioni possono riguardare qualsiasi cosa, dal consumo di energia, alla temperatura, umidità, posizione, presenze, dati sanitari e tanto altro ancora.
In questi mesi di attività, Nettrotter ha già creato una rete che è in grado di coprire circa il 20% della popolazione italiana, rete che si espanderà rapidamente sino (vedi grafici) a toccare l'80% del territorio entro la fine del 2016.
Il modello di business introdotto anche nel nostro paese prevede la nascita di un ecosistema in grado di fornire prodotti e servizi in qualsiasi ambito. Attività che possono naturalmente essere mutuate da aziende di altri paesi dal momento che le caratteristiche della rete e dei dispositivi sono identiche. Come si vede nelle illustrazioni, esistono o stanno per decollare applicazioni per il controllo ambientale (Libelium e NexMachina), in quello del metering (Connit), nell'home automation (Z#bre) e per il controllo remoto di veicoli e imbarcazioni (Dokensip). Chiunque abbia esigenze in questo ambito (ma anche in tantissimi altri) ha già a disposizione gli strumenti adatti (dispositivi, piattaforma e rete); si tratta solo di realizzare l'applicativo adatto alle proprie necessità.
Per quanto riguarda i costi del servizio offerto da Nettrotter, si va da qualche euro (per dispositivo/anno) per reti con migliaia di dispositivi, fino ai 14 euro per il singolo device (sempre per anno).
Rimanendo in questo ambito, sono stati rese note le tariffe per ottenere la certificazione "Sigfox Ready" di un nuovo apparato da connettere alla rete: 2.500 Euro se si tratta di un dispositivo che utilizza un modulo o un SoC già certificato, mentre negli altri casi il costo può raggiungere i 10 mila euro. Naturalmente del dispositivo certificato "Sigfox Ready" potranno essere prodotti migliaia o centinaia di migliaia di pezzi.
La certificazione riguarda esclusivamente la compatibilità alla rete SigFox, il dispositivo dovrà poi avere tutte le altre certificazioni previste dalle normative vigenti, in relazione alle proprie caratteristiche (CE, sicurezza, ecc.).



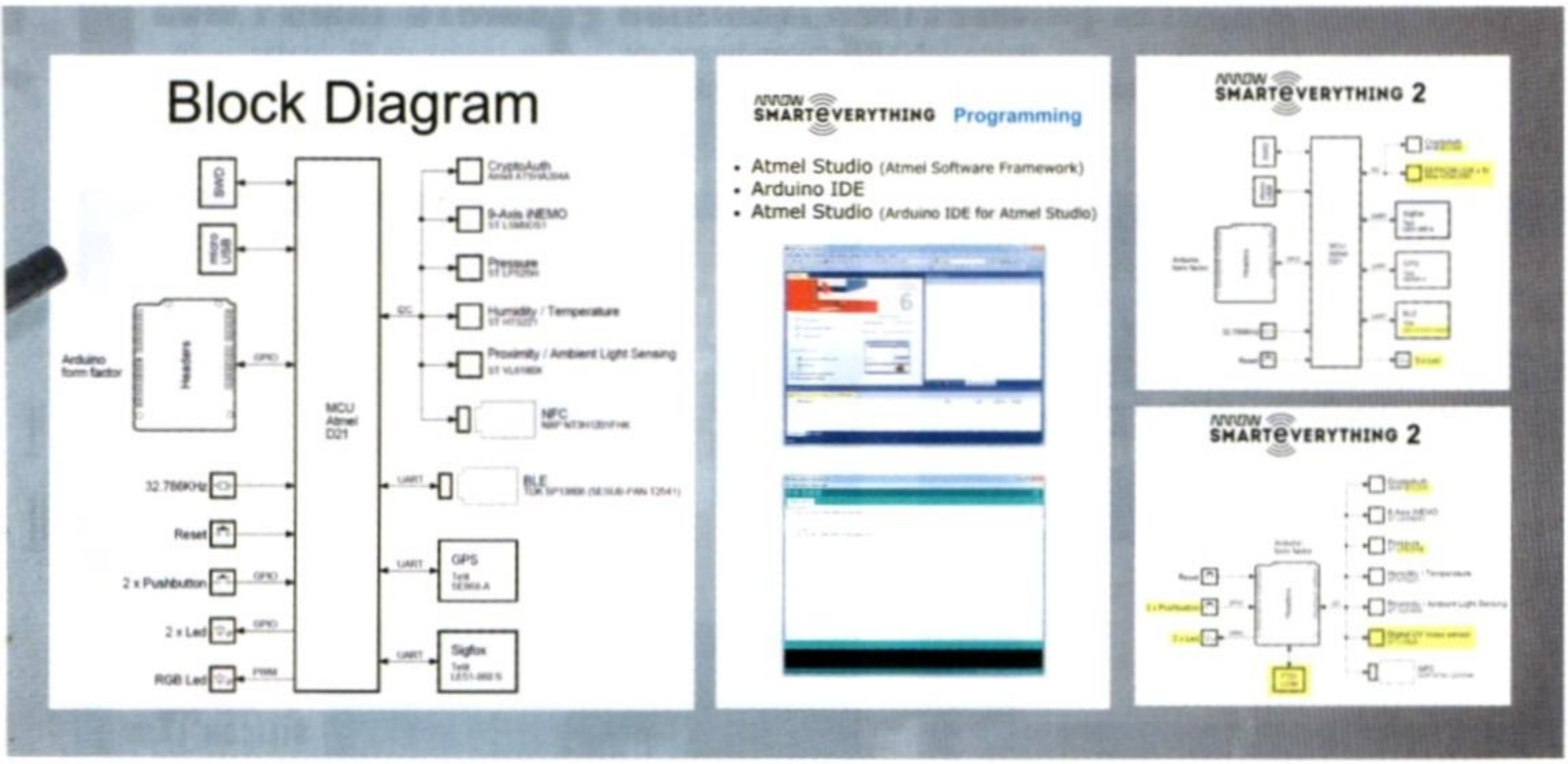
NEW SMARTeVERYTHING

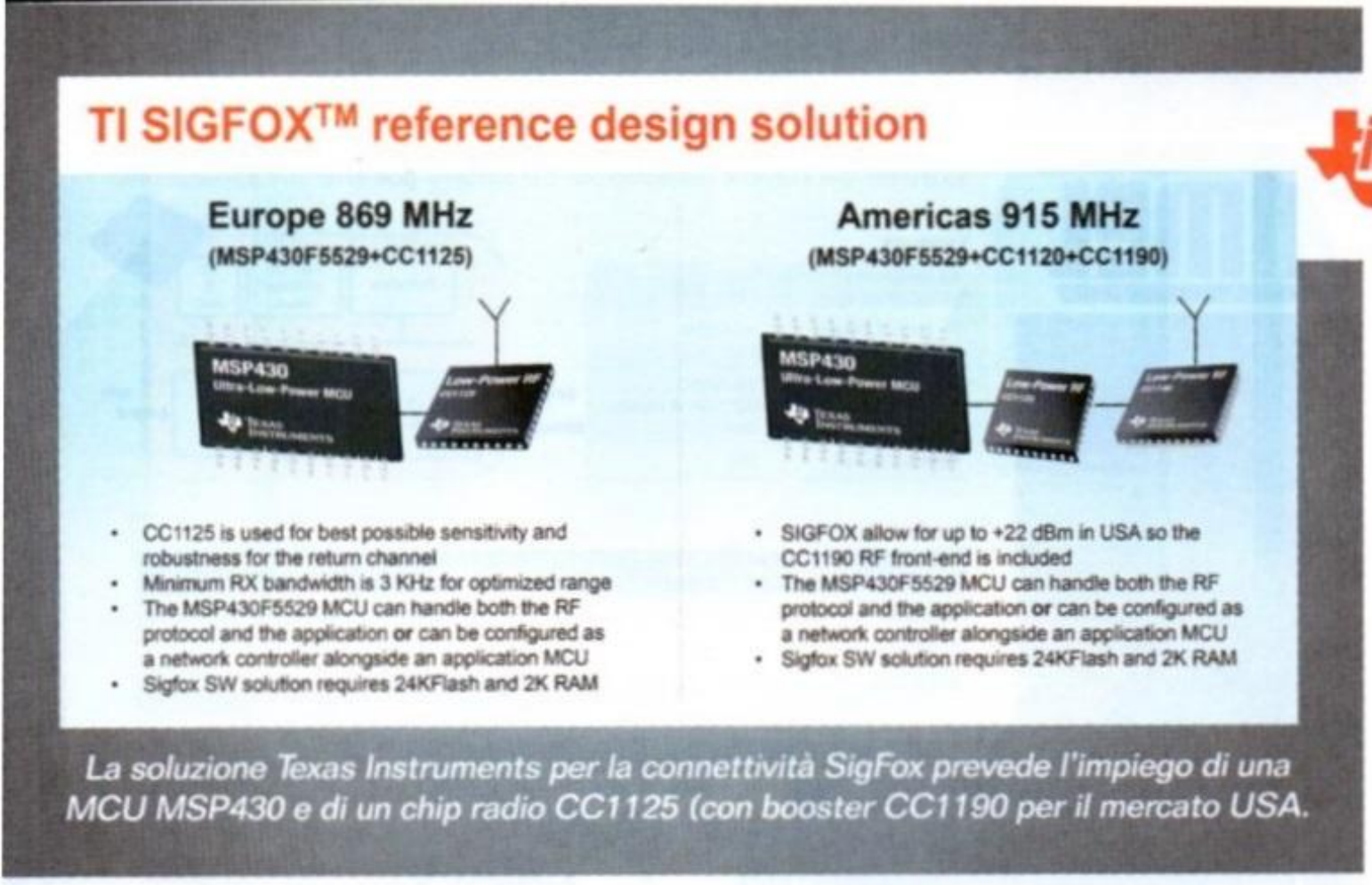
Il costo della board SmartEverything, programmabile con l'IDE di Arduino, comprende anche l'accesso alla rete SigFox per un anno.

L'evento di Milano organizzato da Arrow Electronics ha offerto anche l'opportunità di fare il punto sul supporto alla tecnologia SigFox da parte delle Case di semiconduttori e dei fornitori di sistemi di sviluppo.
Giovanni Fontana ha descritto le linee di sviluppo di Atmel in questo ambito (Atmel è stato uno dei primi fornitori di silicio a credere in questa tecnologia e a collaborare con SigFox), con prodotti appositamente dedicati alla tecnologia Ultra Narrow Band di SigFox basati sul SoC integrato ATA8520, una "modem solution" on-chip con stack protocol SigFox integrato, disponibile nelle versioni solo transmitter o transceiver, sia per il mercato europeo (868 MHz) che per quello statunitense (902 MHz).
La produzione in volumi di questi chip è prevista entro il primo semestre 2016, così come quella dei campioni dei moduli (molto più semplici da utilizzare) che saranno disponibili per entrambi i mercati. Atmel offrirà anche degli Application Tools in classe 0 forniti in abbinamento ad un abbonamento SigFox Platinum valido per un anno: sicuramente la soluzione ideale per quanti vogliono sviluppare rapidamente proprie applicazioni. Prossimamente, infine, Atmel fornirà a SigFox dei nuovi Evaluation Kit commercializzati direttamente dalla società francese e forniti anch'essi con l'abbonamento al servizio per un anno. In conclusione, restiamo in attesa di scoprire quali implicazioni avrà la recente acquisizione di Atmel da parte di Microchip Technology, società da tempo impegnata in ambito wireless Long Range per IoT ma con la tecnologia concorrente (o complementare, a seconda dell'interpretazione) LoRa di Semtech; tra l'altro proprio Microchip è uno dei fondatori della LoRa Alliance. Segnaliamo anche la disponibilità di una completa sezione del sito di Atmel dedicata al devices



I prodotti Atmel per SigFox si basano tutti sul chip ATA8520.





La soluzione Texas Instruments per la connettività SigFox prevede l'impiego di una MCU MSP430 e di un chip radio CC1125 (con booster CC1190 per il mercato USA.

ATA8520 (www.atmel.com/devices/ATA8520.aspx).
In attesa dei nuovi SigFox EVKs, il prodotto che offre un approccio semplice e immediato alla rete SigFox resta il modulo SmartEverything prodotto da Axel Elettronica e sponsorizzato da Arrow, una board che consente di valutare il funzionamento di un numero incredibilmente alto di sensori, e che può essere programmato con l'IDE di Arduino o con la piattaforma Atmel Studio. Il micro utilizzato nella board al quale fanno capo tutte le funzionalità è infatti un Atmel SAM D21; sempre Atmel fornisce il motore per la crittografia, un ATSHA204A. La connettività SigFox è garantita da un modulo Telit LE51-868S; della stessa Casa è anche il modulo per la localizzazione GPS/GNSS presente sulla board, un Jupiter SE868-A con antenna integrata in grado di ricevere i segnali delle costellazioni GPS, QGSS, Glonass e ora anche Galileo. Questa scheda, nella versione attuale e in quella 2.0 che sarà disponibile a breve, utilizza quattro sensori STMicroelectronics (un modulo inerziale iNEMO a 9 assi, un sensore di pressione MEMS, un Light Sensor per prossimità e ambiente VL6180X e un sensore di umidità e temperatura HTS221), un TAG NFC per lettura/scrittura NT3H1101FHK completo di antenna di NXP Semiconductor, un ricetrasmettitore Blutooth Low Energy di TDK (basato sul chip CC2541 di TI) nonché circuiti integrati per la gestione dell'energia forniti da Linear Technology. Insomma, a parte la connettività SigFox, un interessante sistema per valutare il funzionamento dei più recenti circuiti integrati disponibili in commercio, e per realizzare varie applicazioni in differenti ambiti sfruttando la presenza dei tanti sensori disponibili (ad esempio, utilizzando la connessione SigFox e i sensori ambientali, potremo realizzare un sistema real-time di monitoraggio delle condizioni atmosferiche o ambientali di una specifica area).
Paolo Scannaffio ha presentato le soluzioni Texas Instruments per questa tecnologia con i prodotti attualmente disponibile e quelli in arrivo. I più recenti prodotti TI per la connettività wireless sono quelli delle famiglie WiLink e, soprattutto, SimpleLink, con tre categorie di soluzioni, dagli Smart RF transceivers (solo radio RF) ai Wireless Networ Processors (RF + stack) fino ai più recenti Wireless microcontrollers che integrano, in un solo chip, la sezione RF, lo stack e un microcontrollore che gestisce

Il chip S2-LP di STM supporterà lo stack SigFox offrendo una sensibilità di - 130 dBm.

l'intera applicazione. Attualmente la soluzione SigFox di TI per il mercato europeo è composta da una MCU ultra-low-power MSP430 che gestisce il protocollo e un chip RF CC125; la versione per il mercato statunitense, dove è possibile utilizzare potenze superiori, comprende anche un amplificatore RF CC1190. Con questi elementi - nella forma di LaunchPad - è già disponibile un Development Kit sia per il mercato Europeo che per quello USA. Texas Instruments fornisce anche un Reference Design con questi componenti per realizzare dei moduli compatibili SigFox, così come hanno già fatto Telit, Adeunis e Radiocrafts. TI ha anche diffuso un video in Internet nel quale mostra i risultati raggiunti, in termini di portata, con le proprie soluzioni: ben 114 Km con il set per il mercato USA e 25 Km con quello per il mercato europeo.

Per comprendere fino in fondo le potenzialità della rete SigFox bisogna considerare che questi risultati sono stati realizzati con i ricevitori per dispositivi remoti che presentano una sensibilità di circa -126 dBm mentre le base-station UNB della rete SigFox utilizzano ricevitori molto più performanti, con sensibilità fino a -142 dBm. Anche se non è stato annunciato ufficialmente, TI si prepara a fornire soluzioni Wireless microcontrollers per questa tecnologia, con chip che integreranno la sezione radio, lo stack SigFox e il microcontroller di gestione.

Soluzioni simili sono state annunciate da STMicroelectronics con il dispositivo sub-1 GHz S2-SP, un minuscolo chip da 4x4 millimetri con sensibilità di -130 dBm, da ON Semiconductor con un Soc frutto della recente acquisizione di AXSEM e da Silicon Labs col chip EZR32 a bassissimo consumo che verrà utilizzato anche per la realizzazione di moduli.

Sicuramente anche STMicroelectronics utilizzerà il nuovo chip per realizzare specifici moduli, così come ha già fatto col chip SP-1, proponendo anche soluzioni di sviluppo basate sulla piattaforma Nucleo.

Per quanto riguarda ON Semiconductor, l'acquisizione di AXSEM AG ha consentito alla società di Phoenix di inserire a catalogo i dispositivi AX-Sigfox e AX-Sigfox-API che rappresentano soluzioni a singolo chip per realizzare nodi di rete SigFox; il dispositivo AX-Sigfox è già programmato e può funzionare immediatamente, mentre il chip AX-Sigfox-API permette di aggiungere il proprio software personalizzato. On Semiconductor propone anche un Reference Design per realizzare proprio hardware, così come una serie di moduli e Development Kit.

Infine, ON Semiconductor presenta una serie di scenari relativi ai consumi dei propri chip e moduli, giungendo alla conclusione che comuni batterie possono garantire il funzionamento delle unità remote per 6,5 – 10 anni.

Anche Telit continuerà a supportare la connettività SigFox grazie ai moduli basati su chip di terze parti come il modello LE51-868S, uno dei primi disponibili sul mercato e proprio per questo, ad oggi, uno dei più utilizzati.

Il modulo Telit LE51-868S è uno dei più diffusi moduli SigFox sul mercato.

OPERAZIONALE: AMPLIFICATORE O COMPARATORE?

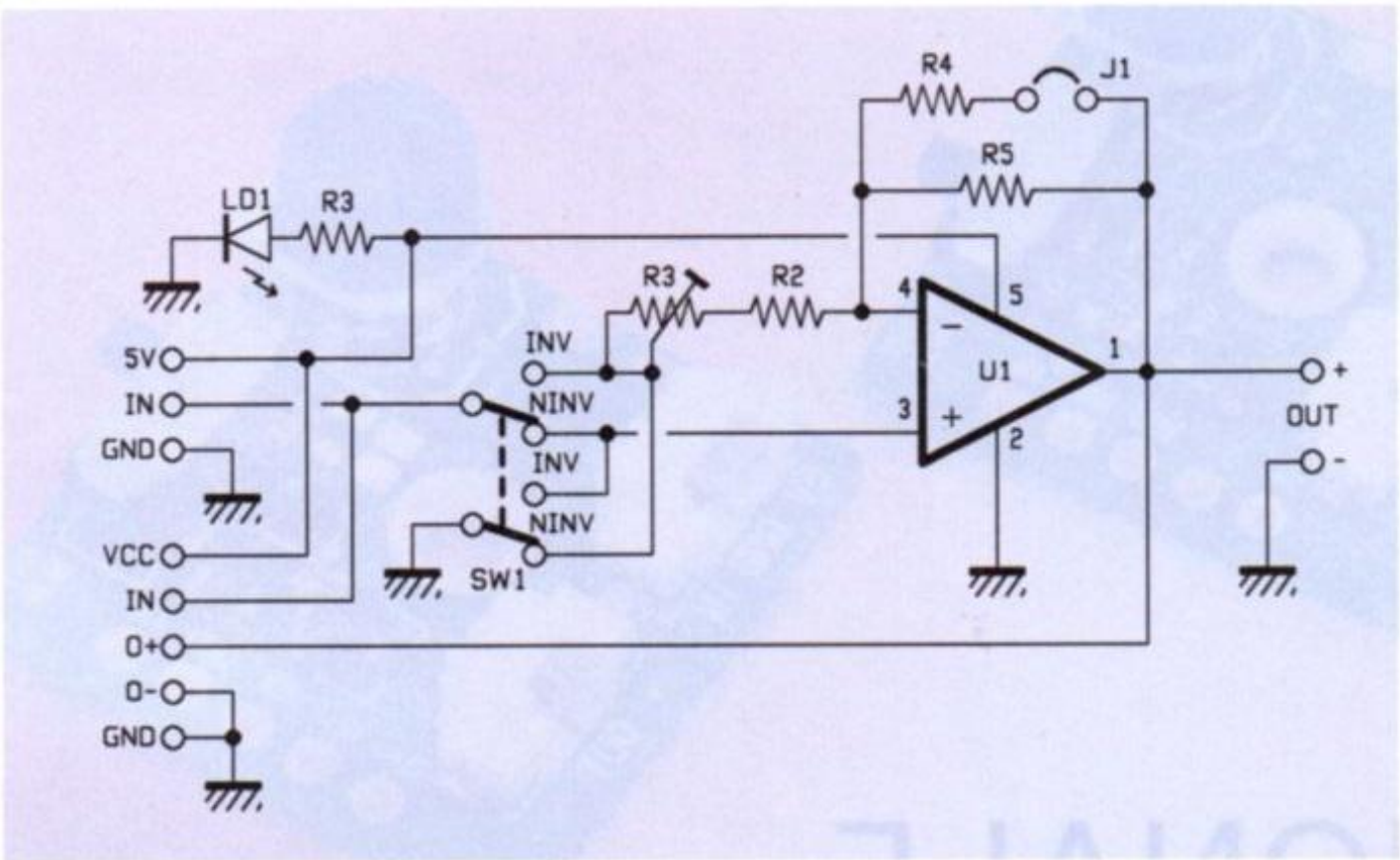
di BORIS LANDONI

Due comode breakout board basate su operazionali, per mille applicazioni: una amplifica segnali analogici unidirezionali e può assumere comportamento invertente e non invertente, mentre l'altra funziona da comparatore e può pilotare carichi fino a 2 A.

Gli amplificatori operazionali sono molto utilizzati da decenni nell'elettronica sia analogica sia digitale, perché, sebbene siano amplificatori lineari e quindi si prestino ad amplificare segnali come quelli audio o RF, hanno la caratteristica di compiere semplici operazioni: infatti ciò che amplificano è la differenza tra le tensioni applicate ai loro ingressi invertente (il potenziale applicatogli viene amplificato invertito) e non-invertente (il potenziale applicatogli viene amplificato tale e quale). L'elevato guadagno, teoricamente infinito, che li caratterizza, permette di compiere vere e proprie operazioni logiche: basta non retroazionarli o retroazionarli in positivo (cioè portare una frazione della tensione d'uscita all'ingresso non-invertente) e lo stato dell'uscita dipenderà dalla differenza tra le tensioni applicate ai due ingressi, le quali possono anche essere livelli logici. Proprio per l'importanza che rivestono, gli operazionali si utilizzano spesso ed è perciò che abbiamo pensato di realizzare due breakout board per integrarli in qualsiasi circuito: una monta l'operazionale configurato come amplificatore lineare, mentre l'altra vede l'operazionale usato da comparatore. Vediamole entrambe partendo dallo schema della prima.

AMPLIFICATORE

La prima demoboard è quella in cui l'operazionale è usato come amplificatore di tensione e serve per elevare il livello di qualsiasi segnale, che nel nostro caso è in continua o variabile, ma unidirezionale; grazie al doppio deviatore SW1, l'amplificatore può diventare invertente (posizione INV) o non invertente (NON INV) in quanto tale componente porta



il segnale d'ingresso sull'input rispettivamente invertente e non invertente. Il deviatore deve essere doppio perché mentre una sezione commuta l'input, l'altra gestisce il collegamento della retroazione; possiamo capire il perché di ciò sapendo come viene retroazionato l'amplificatore operazionale quando funziona da amplificatore lineare: in questa configurazione la retroazione è sempre negativa (vale a dire che una rete retrocede verso l'input invertente una porzione del segnale d'uscita) e serve a ridurre il guadagno in tensione rispetto a quello ad anello aperto (ossia senza retroazione) in modo da impostarlo al valore desiderato, evitare distorsione e conferire stabilità.
Se l'amplificatore dev'essere invertente, cioè deve amplificare il segnale invertendolo di fase e polarità, occorre una resistenza di retroazione tra uscita e ingresso non invertente (la chiamiamo Rf) e una tra quest'ultimo e il punto IN a cui si applica il segnale d'ingresso (la chiamiamo Ri); il guadagno in tensione è pari a:

$G = - Rf/Ri$

Ciò significa che un segnale all'ingresso (Vi), in uscita si presenta con un valore pari a:

$Vu = - Vi \times Rf/Ri$

Se Vi vale 1 mVeff, Rf è pari a 1 Mohm e Ri a 1 kohm, l'amplificatore guadagna 1.000 e Vu diventa pari a:

$Vu = - 1\ mV \times 1\ Mohm/1\ kohm = 1\ mV \times 1.000 = 1\ volt$

Nella configurazione non-invertente, invece, pur rimanendo la resistenza di retroazione, Ri va a massa e il segnale si applica direttamente all'ingresso non-invertente; il guadagno in tensione G è pari a:

$G = (Rf + Ri) / Ri$

Utilizzando gli stessi valori del caso invertente, ossia Rf = 1 Mohm e Ri = 1 kohm, il guadagno vale 1.001, quindi è leggermente maggiore di quello della configurazione invertente; quanto i due discostino l'uno dall'altro dipende dalla proporzione tra Rf ed Ri, nel senso che se quest'ultima è molto più piccola della Rf il guadagno è pressoché uguale in entrambe le configurazioni, mentre se Ri è simile a Rf, la differenza aumenta.
Chiarito questo, vediamo che SW1 permette di realizzare le due configurazioni spostando simultaneamente il segnale d'ingresso IN e l'estremo della resistenza Ri verso massa (quando IN è collegato al piedino 3 dell'operazionale) U1 e verso IN (nell'altro caso).
Notate che nel nostro circuito la Ri è in realtà composta da una serie di due resistenze (R2 e R3) una delle quali è un trimmer montato come reostato, allo scopo di poter variare il guadagno; il trimmer è R3. Il guadagno può anche essere ridotto inserendo, mediante la chiusura del jumper J1, la resistenza R4 in parallelo alla R5 (che nel circuito corrisponde alla nostra Rf); in questo caso nel calcolo del guadagno dovete considerare il parallelo di R4 ed R5, che vale:

$Rf = R4xR5/(R4 + R5)$

Altra cosa da notare è che nella configurazione da amplificatore invertente la resistenza d'ingresso del circuito è determinata teoricamente dalla Ri, vale a dire dalla somma di R2 ed R3, per questo variare la posizione del trimmer determina contemporaneamente la variazione della resistenza d'ingresso e del guadagno.
L'operazionale utilizzato in questo circuito è l'MCP6L01 della Microchip ed è in SMD (incapsulato nei contenitori SC-70-5

CARATTERISTICHE AMPLIFICATORE

- **Tensione di alimentazione.....5Vcc**
- **Guadagno invertente.....0,3 ÷ 10**
- **Guadagno non-invertente....1,3 ÷ 11**
- **Impedenza d'ingresso.....2 Mohm**

o SOT-23-5); il prodotto Gain Bandwidth (ossia il prodotto del guadagno per la larghezza di banda) è 1 MHz, vale a dire che amplificando un segnale a 100 kHz il guadagno in tensione può essere al massimo 10. Quindi possiamo dire che negli operazionali il guadagno cresce a discapito della massima frequenza amplificabile e viceversa.
L'operazionale funziona in un range di tensioni di alimentazione compreso fra 1,8 e 6 V, consuma pochissimo (a riposo assorbe 85 µA) e può funzionare in circuiti operanti a temperature tra -40 e +125°C, quindi è di grado Automotive.
Nel circuito, l'operazionale è alimentato a tensione singola, pertanto può amplificare nella configurazione non-invertente solo tensioni d'ingresso (applicate al contatto IN della breakout board) positive e in quella invertente solo tensioni negative rispetto a massa, poco importa se siano continue o variabili; l'ampiezza del segnale d'ingresso va determinata considerando il guadagno scelto, giacché la tensione di uscita non può superare quella di alimentazione (notate che, essendo l'operazionale rail-to-rail, la sua uscita può coprire l'intera escursione della tensione d'alimentazione applicata tra i piedini 5 e 2).
Se nella configurazione non-invertente si applicano tensioni minori di zero, vengono tagliate perché l'uscita può scendere al massimo a zero, mentre in quella invertente, tensioni superiori a zero subiscono analoga sorte.
Completiamo la descrizione della breakout board dicendo che è stato previsto un LED, con in serie la sua resistenza di limitazione della corrente, in parallelo alla linea di alimentazione dell'operazionale, per segnalarne la presenza.
Tutti i contatti di ingresso e uscita sono disponibili lateralmente alla basetta (per montare un pin-strip che consenta l'inserzione della scheda in altri circuiti) e vengono ripetuti su due connettori (uno a due vie per l'uscita e l'altro a tre poli per il segnale d'ingresso e l'alimentazione) a passo 1,25 mm.

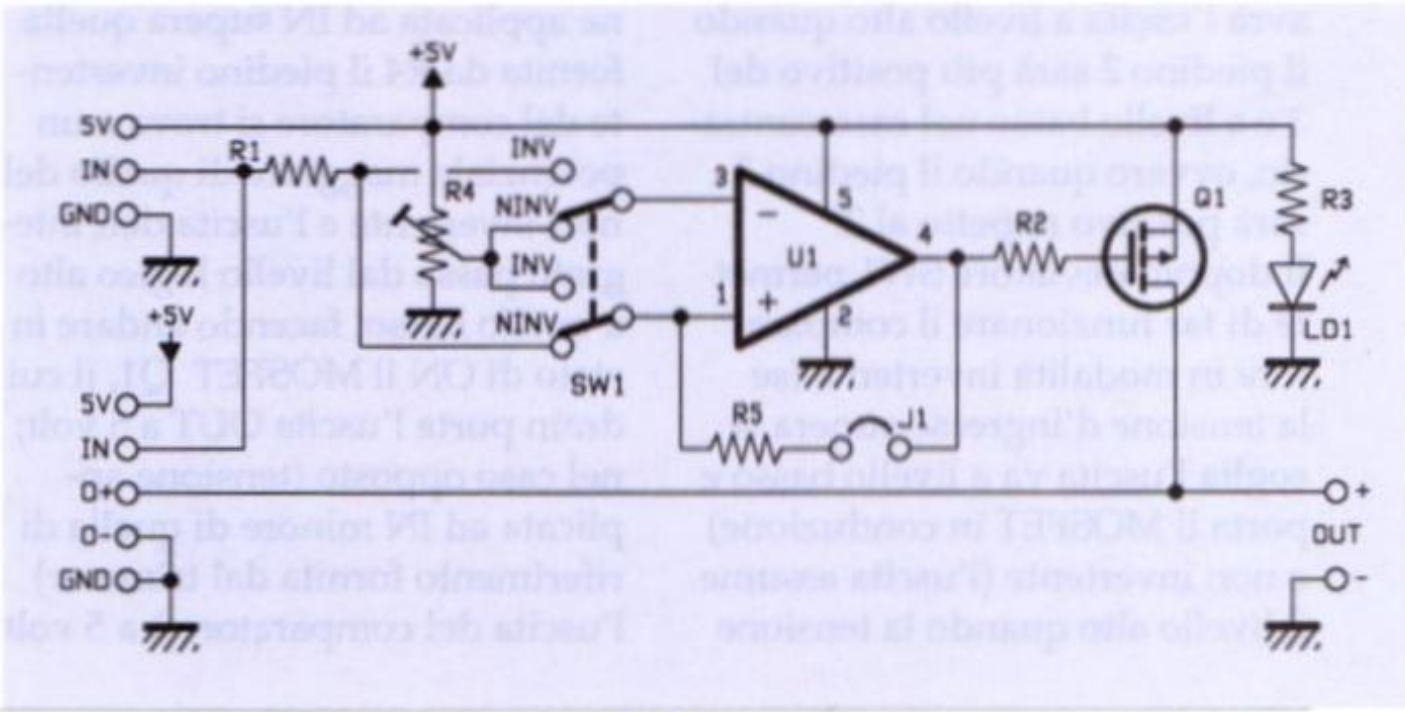
COMPARATORE

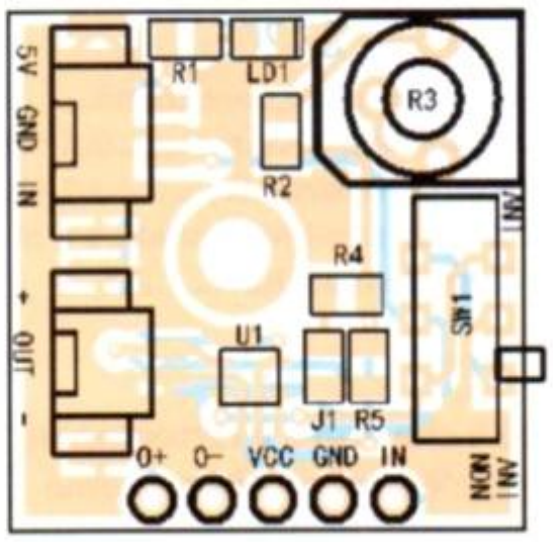
Passiamo adesso alla seconda breakout board, che impiega un operazionale ADCMP371AKSZ progettato per funzionare come comparatore di tensione, piuttosto che come amplificatore lineare; è quindi ideato per i circuiti "a scatto" e la sua uscita può assumere due livelli: quello di massa (praticamente va a zero volt) e quello di alimentazione (arriva praticamente al potenziale dell'alimentazione positiva, essendo il componente rail-to-rail).
L'ADCMP371AKSZ funziona tra 2,25 e 5,5 V ed assorbe, a riposo, solo 4 µA; dovendo funzionare con livelli di tensione, l'integrato è stato progettato per sopportare agli ingressi anche più della tensione di alimentazione e, nello specifico, fino a 22 V. L'uscita del componente è push-pull.
Ciò che caratterizza il comparatore distinguendolo dall'amplificatore è che non c'è retroazione, ovvero c'è ma è positiva, come spiegheremo tra breve; l'assenza di retroazione garantisce che la commutazione dell'uscita avvenga per differenze infinitesime di tensione tra gli ingressi non-invertente e invertente.
Il comparatore funziona, per quanto riguarda la correlazione tra tensioni d'ingresso e di uscita, come l'operazionale, quindi vale per esso quanto detto nella descrizione della precedente breakout board; la differenza rispetto allo schema precedente è che l'uscita pilota un MOSFET a canale P di tipo enhancement-mode, che funge da interruttore statico e consente di commutare un massimo di circa 2 ampere. Il MOSFET è stato inserito perché di norma i comparatori vengono usati per controllare degli utilizzatori al verificarsi di una certa condizione di tensione agli ingressi e in questo caso permette di trasformare semplicemente la breakout board in un interruttore

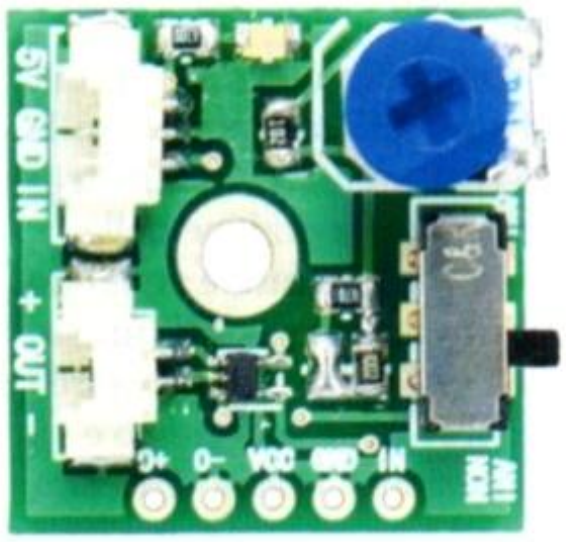
CARATTERISTICHE COMPARATORE

- **Tensione di alimentazione.....5Vcc**
- **Soglia senza isteresi.....0,1 ÷ 4,9V**
- **Isteresi (invertente)....0 ÷ ±0,4V**
- **Isteresi (non-invertente)...± 5 mV**
- **Corrente d'uscita.....2 A**

[schema elettrico **COMPARATORE**]





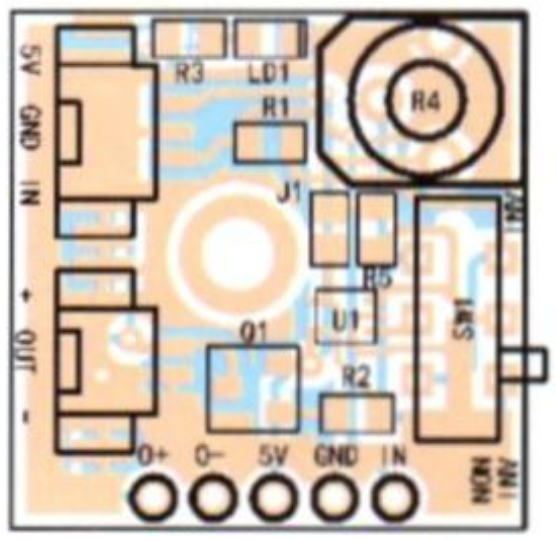


Elenco Componenti:

R1: 470 ohm (0805)
R2: 1 kohm (0805)
R3: Trimmer 10 kohm
R4: 4,7 kohm (0805)
R5: 10 kohm (0805)
LD1: LED verde (0805)
U1: MCP6L01T-E/LT

Varie:
- Strip maschio 5 vie 90°
- Doppio deviatore slitta 90°
- Connettore JST 1.25mm 2 vie da CS
- Connettore JST 1.25mm 2 vie volante
- Connettore JST 1.25mm 3 vie da CS
- Connettore JST 1.25mm 3 vie volante
- Circuito stampato

crepuscolare o un termostato: basta collegare all'IN un partitore resistivo (alimentato dal lato alto dai 5 volt della scheda e dall'altro connesso alla massa del circuito) formato da un resistore e, rispettivamente, un fotoresistore o un termistore.
La resistenza R5, inseribile con il ponticello J1, permette di scegliere se lasciare aperta la retroazione o retroazionare il comparatore in positivo allo scopo di fornirgli un'isteresi; prima di spiegare in cosa consiste l'isteresi diamo uno sguardo al funzionamento con J1 aperto, quindi senza di essa: in queste condizioni il comparatore avrà l'uscita a livello alto quando il piedino 2 sarà più positivo del 3 e a livello basso nel caso contrario, ovvero quando il piedino 3 sarà positivo rispetto al 2.
Il doppio deviatore SW1 permette di far funzionare il comparatore in modalità invertente (se la tensione d'ingresso supera la soglia l'uscita va a livello basso e porta il MOSFET in conduzione) o non invertente (l'uscita assume il livello alto quando la tensione applicata ad IN supera la soglia impostata). Per impostare la tensione di soglia (quella alla quale avviene la commutazione dell'uscita) del comparatore utilizziamo il trimmer R4, che, quando SW1 è in posizione INV, ne porta il cursore sul piedino 1 in modo che il riferimento sia applicato all'ingresso non-invertente, mentre quando è su NINV ne porta il cursore al piedino 3, così che il riferimento sia applicato all'ingresso invertente (SW1 commuta IN sull'ingresso non-invertente quando l'invertente è applicato al trimmer e viceversa).
Nel primo caso, quando la tensione applicata ad IN supera quella fornita da R4 il piedino invertente del comparatore si trova a un potenziale maggiore di quello del non-invertente e l'uscita dell'integrato passa dal livello logico alto a quello basso, facendo andare in stato di ON il MOSFET Q1, il cui drain porta l'uscita OUT a 5 volt; nel caso opposto (tensione applicata ad IN minore di quella di riferimento fornita dal trimmer) l'uscita del comparatore è a 5 volt e il MOSFET va in interdizione, isolando l'uscita OUT.
Nel secondo caso (comparatore non-invertente), quando la tensione applicata a IN supera quella del riferimento, l'uscita dell'U1 passa a 5 V e mantiene interdetto Q1, mentre se è inferiore, il piedino 4 dell'operazionale si porta a zero volt e manda in stato di ON il MOSFET, il cui drain porta i 5 V all'OUT.
Notate che nel funzionamento con J1 aperto (senza isteresi), la resistenza R1 è irrilevante, nel senso che siccome l'operazionale (e il comparatore di tensione, che su di esso è basato) teoricamente non assorbe alcuna corrente dagli ingressi, su di essa non c'è caduta di tensione, quindi quanto viene applicato ad IN è quanto si ritrova -in base alla posizione dell'SW1- sull'ingresso interessato dell'U1.
Detto questo passiamo al funzionamento con J1 chiuso e quindi con R5 che retroaziona in positivo il comparatore; ciò determina quel minimo di isteresi che serve ad evitare che nelle applicazioni come l'interruttore crepuscolare -dato il passaggio tutt'altro che repentino dal giorno alla notte e viceversa- la commutazione divenga instabile e il MOSFET inverta continuamente la propria condizione fin quando la luminosità non si assesta.
In questo caso, supponendo di collegare all'IN un partitore di tensione in cui il fotoresistore sia collegato tra i 5 volt e l'IN stesso, e di spostare SW1 nella posizione NINV, quando inizia a far buio la tensione all'ingresso IN scende abbastanza da rendere l'ingresso non-invertente meno positivo di quello invertente, per variazioni dovute al calore o a disturbi, la tensione agli ingressi dell'U1 può variare anche di pochissimo, ma sufficientemente da far ricommu-



Elenco Componenti:

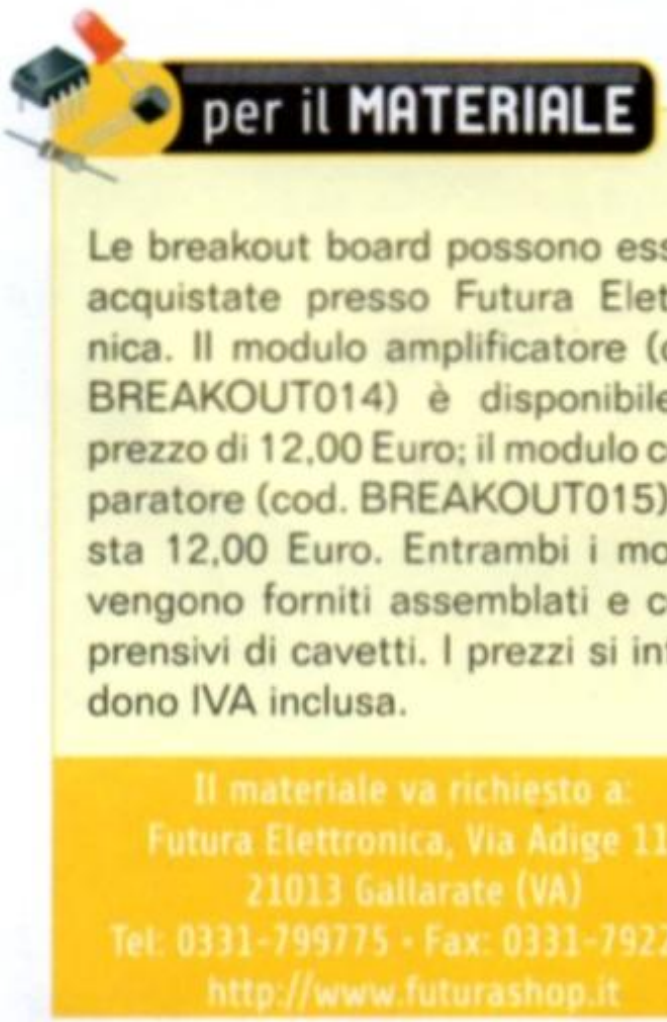
R1: 100 ohm (0805)
R2: 1 kohm (0805)
R3: 470 ohm (0805)
R4: Trimmer 10 kohm
R5: 100 kohm (0805)
LD1: LED rosso (0805)
U1: ADCMP371AKSZ
Q1: FDN340P

Varie:
- Strip maschio 5 vie 90°
- Doppio deviatore slitta 90°
- Connettore JST 1.25mm 2 vie da CS
- Connettore JST 1.25mm 2 vie volante
- Connettore JST 1.25mm 3 vie da CS
- Connettore JST 1.25mm 3 vie volante
- Circuito stampato

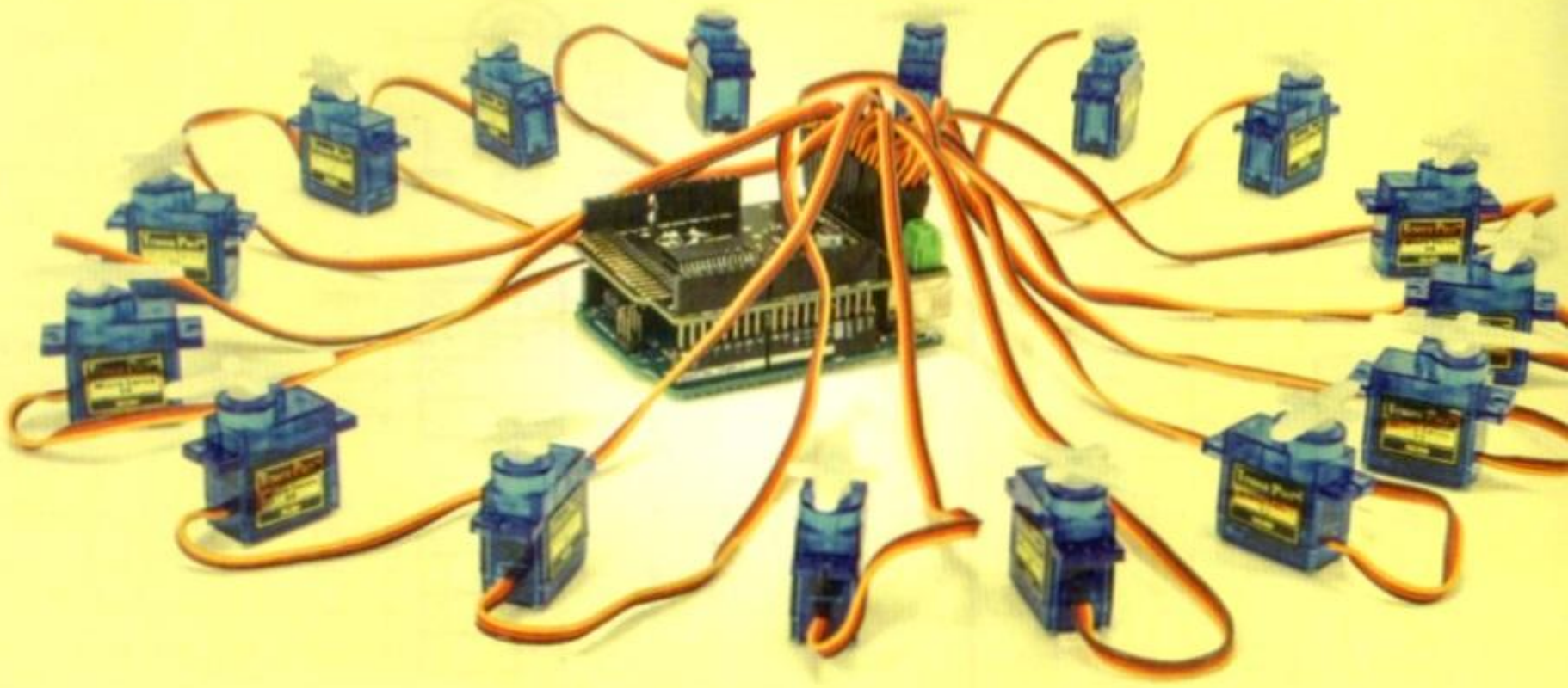
tare l'uscita (per esempio perché il potenziale sul non-invertente risale un po' o quello sull'invertente cala di nuovo).
Per comprendere come funziona l'isteresi ipotizziamo che l'ingresso non-invertente del comparatore sia più positivo dell'invertente e che per effetto di ciò l'uscita sia a livello alto: la resistenza di retroazione fa partitore con R1 ed eleva leggermente il potenziale sull'input non-invertente rispetto a quello fornito dal partitore contenente il fotoresistore. Ora supponiamo che la tensione su questo scenda abbastanza da rendere il potenziale al pin 3 maggiore di quello all'1 dell'U1; l'uscita di quest'ultimo si porta a livello logico alto ed ora R5 va idealmente a massa e abbassa ancor più il potenziale fornito all'ingresso non-invertente, cosicché se anche ci fosse una lieve oscillazione della tensione non sortirebbe alcun effetto. Ciò significa che quando ritornerà la luce, per far commutare di nuovo dal livello alto a quello basso l'uscita dell'U1, il partitore in cui è inserita la fotoresistenza dovrà fornire una tensione leggermente più alta di quella alla quale l'uscita si è portata a zero logico.
Chiudiamo la descrizione dello schema con la R2, posta in serie al gate del Q1, che serve perché il gate ha un comportamento capacitivo e nel momento in cui si varia la tensione ad esso applicata, assorbe un picco di corrente; per limitarlo e non sovraccaricare l'uscita dell'operazionale si pone in serie ad esso la R2.
Anche la breakout board comparatore ha i contatti laterali a passo 2,54 mm per il pin-strip, ripetuti su due connettori.

REALIZZAZIONE PRATICA

Passiamo adesso alla costruzione delle due breakout board, ciascuna delle quali richiede uno stampato a doppia ramatura da realizzare per fotoincisione seguendo le tracce lato rame scaricabili dal nostro sito *www.elettronicain.it*. Tranne che per i trimmer e i deviatori, che sono a terminale passante (THT), la nostra soluzione prevede componentistica SMT, che richiede un minimo di perizia, mano ferma, un saldatore da 20 W a punta finissima e del filo di lega saldante da massimo 0,5 mm di diametro, nonché una pinzetta per posizionare i componenti e una lente di ingrandimento per vedere di aver posizionato ogni elemento sulle sue piazzole e di averlo saldato senza sbavature.
È molto utile anche del flussante a bassa densità, che spalmerete con un pennellino (basta un velo) sulle piazzole dei componenti prima di disporveli e saldarli.
Nel montare i componenti prestate attenzione all'orientamento dei due integrati e dei LED; il MOSFET (usato nella scheda comparatore) è in contenitore SOT-23 e quindi si può disporre in un solo modo (i due lati hanno i piedini in posizioni differenti).
I trimmer e i deviatori a slitta miniatura vanno saldati per ultimi, senza bisogno di applicare il flussante alle piazzole. Se intendete inserire le breakout board in altri circuiti stampati, montate i pin strip dal lato che riporta le piazzole a passo 2,54 mm. ■

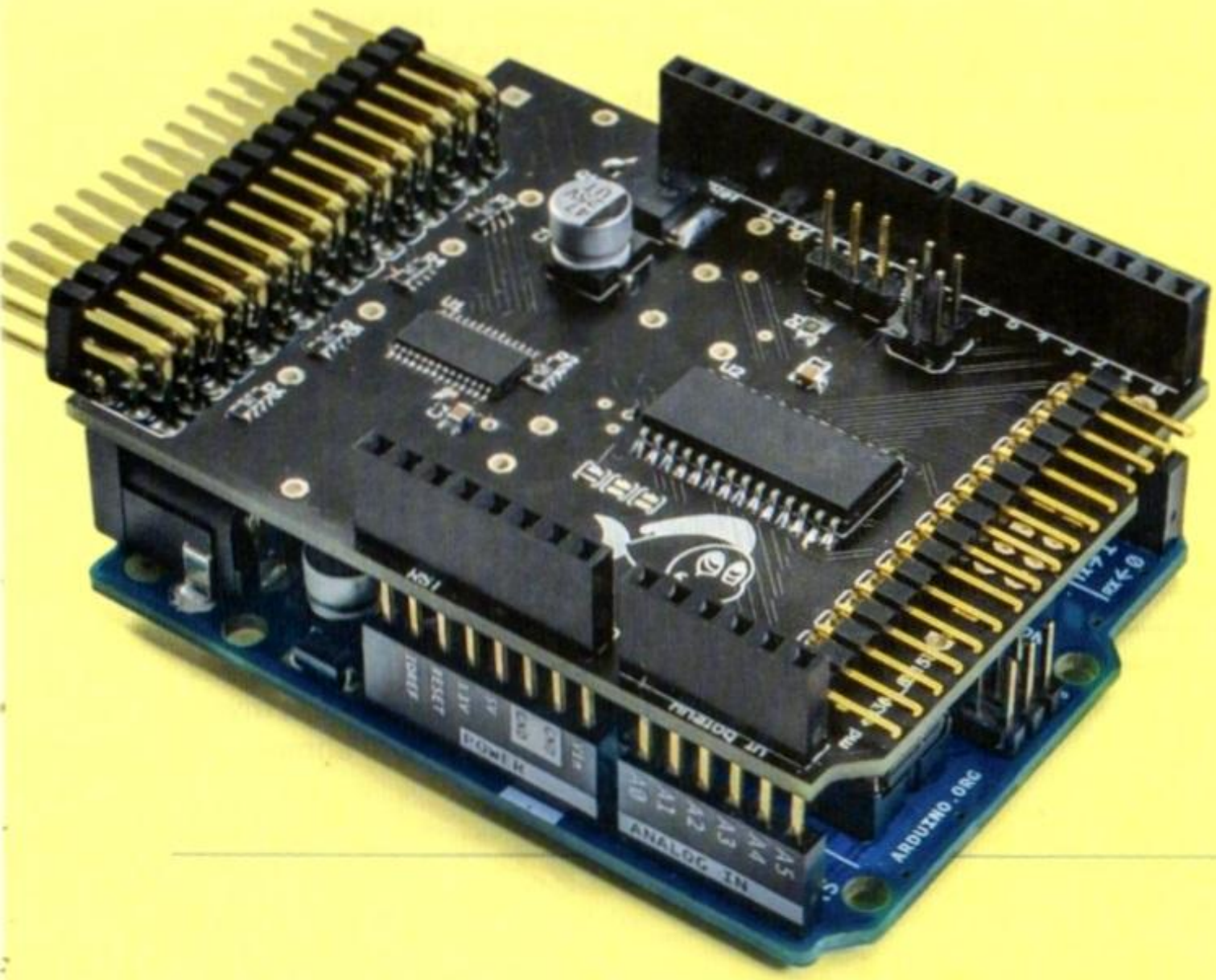


Shield che rende disponibili 16 I/O digitali o altrettanti PWM impiegando un solo canale I²C-Bus di Arduino. Ideale per gestire LED multicolore o servomotori.



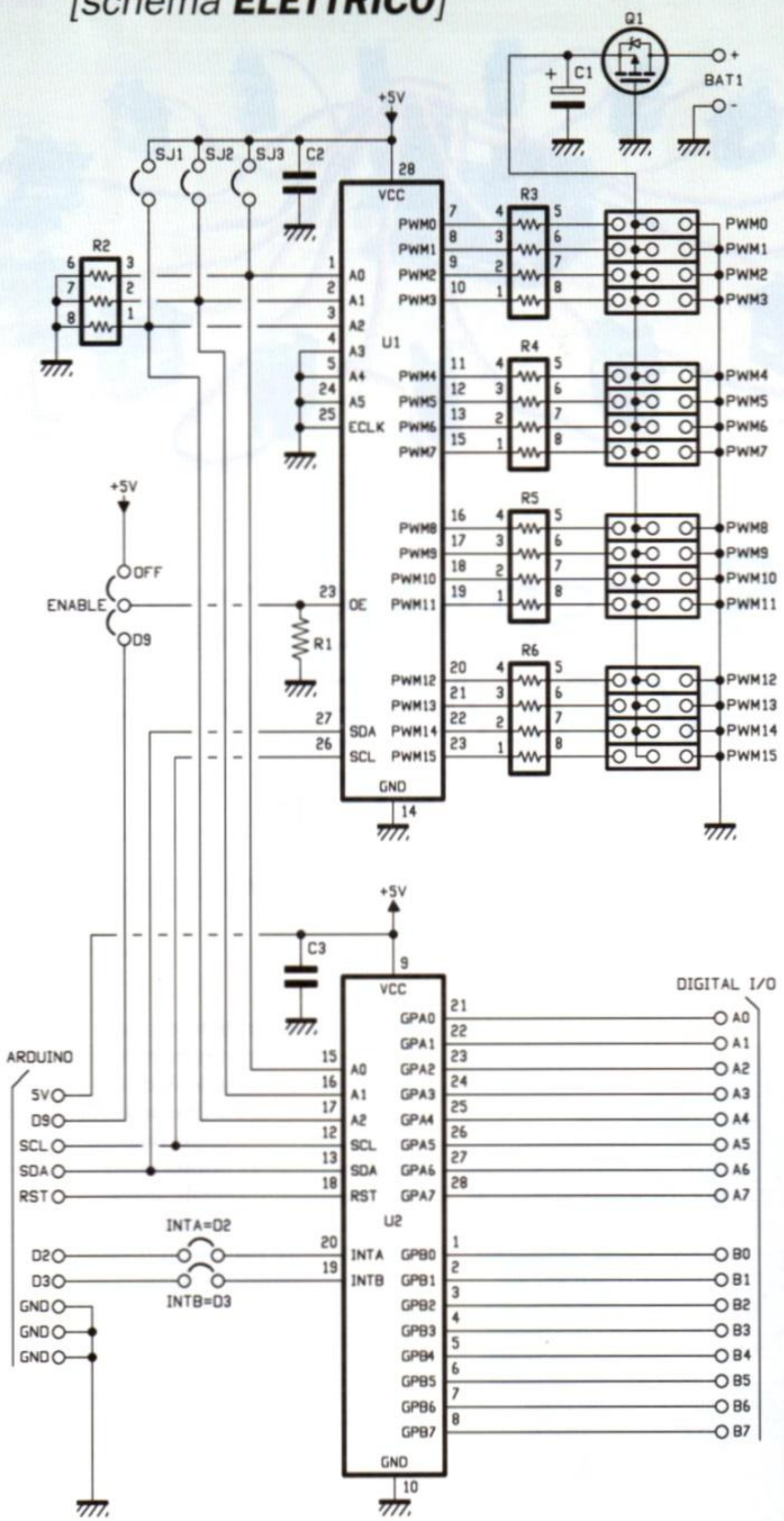
OCTOPUS, ESPANSIONE "TENTACOLARE" PER ARDUINO/FISHINO

di MASSIMO DEL FEDELE



Per quanto pratiche e capaci di realizzare innumerevoli applicazioni, le schede Arduino e compatibili hanno due limiti: la memoria di programma relativamente ridotta e la ridotta quantità di uscite disponibili, specie di I/O cui si può assegnare un segnale PWM. Per esempio, una Arduino/Fishino UNO dispone di sole sei uscite PWM e, a meno di non generare i relativi segnali via software (con notevole impegno del processore), permette il pilotaggio di un solo driver e quindi un solo LED RGBW di potenza, o in alternativa di sei led monocromatici.

[schema **ELETTRICO**]



Lo stesso limite emerge quando si vogliono pilotare più di 6 servomotori con le stesse schede; la realizzazione di un robot tipo "hexapod", che richiede ben 12 servi, risulta problematica, se non impossibile. Anche gli ingressi e le uscite digitali sono limitati; sempre parlando delle schede Arduino, abbiamo un totale di 13 I/O digitali e 6 ingressi analogici, utilizzabili anch'essi in digitale; sembrerebbero anche abbondanti, se non fosse che molti di questi vengono utilizzati per le periferiche a bordo o dagli shield di espansione. In pratica, realizzando un progetto con uno shield Ethernet/WiFi, una memoria SD e che necessita dell' uscita seriale e di qualche ingresso analogico, restano a disposizione solo sei I/O digitali che sono spesso insufficienti per progetti di media complessità.

Per tutti questi motivi abbiamo pensato di progettare uno shield di espansione, compatibile con le varie schede Arduino e con la nostra Fishino UNO (e la Fishino Mega che vi presenteremo a breve) che, senza praticamente impegnare risorse hardware, permette di avere a disposizione ben 16 uscite in PWM e 16 ingressi/uscite digitali aggiuntivi. Non solo, le schede sono sovrapponibili fino ad un massimo di 8, consentendo di gestire con Arduino fino a 128 I/O digitali e 128 uscite PWM aggiuntive; il tutto reso completamente trasparente all'utilizzatore tramite una libreria realizzata ad-hoc.

SCHEMA ELETTRICO

Lo shield qui proposto è composto da tre blocchi:

- espansione I/O digitali;
- espansione PWM;
- circuito di protezione dall'inversione di polarità sull'alimentazione esterna.

ESPANSIONE I/O DIGITALI

Questa sezione si basa sul ben noto integrato MCP23017, nell'abituale versione controllata tramite interfaccia I²C-Bus, quindi tramite due soli fili, il clock (SCL) ed il filo di data (SDA).
Esiste anche una versione controllabile tramite interfaccia SPI, più veloce ma che impegna quattro linee della CPU e che quindi non abbiamo utilizzato.
Come tutti i dispositivi I²C, prevede un indirizzamento tramite una sequenza di bit inviati sulle due linee, che attivano l'integrato solo se l'indirizzo corrisponde.
Nel caso dell' MCP23017 l'indirizzo è composto da una parte fissa, indicata come MCP23017_I2C_BASE_ADDRESS nella nostra libreria, pari al numero esadecimale 0x20, i cui ultimi TRE bit sono però impostabili mediante tre pin esterni (A0, A1 ed A2) ai valori binari da 000 (0 decimale) a 111 (7 decimale), permettendo quindi di variare l'indirizzo completo tra 0x20 e 0x27 inclusi. Questo indirizzamento consente il collegamento allo stesso I²C-Bus di otto MCP23017, a patto che per ogni dispositivo venga scelto un indirizzo differente tra gli otto disponibili.
L'integrato è dotato di due porte I/O digitali ad 8 bit (GPA0÷GPA7 e GPB0÷GPB7), per un totale di 16 linee complessive, impostabili singolarmente come ingresso o uscita, con o senza resistenze di pullup interne, tramite la libreria software di cui parleremo in seguito.
Per ogni canale ad 8 bit il chip è in grado di generare un segnale di interrupt, sulle uscite **INTA** e **INTB**, al verificarsi di ogni cambio di stato degli ingressi, sia separatamente per ogni gruppo di 8 porte (permettendo quindi di distinguere gli interrupt a livello hardware tra i 2 canali) oppure congiuntamente, un solo segnale di interrupt per tutti gli ingressi.
La generazione degli interrupt al cambio di stato degli ingressi è un grande vantaggio quando è necessario ottenere risposte immediate al verificarsi di eventi esterni, e consente di compensare la limitazione delle schede come Arduino/Fishino UNO, dotate di due soli ingressi di interrupt.
Le uscite **INTA** ed **INTB** sono collegabili tramite due ponticelli distinti agli indirizzi, rispettivamente 2 e 3 di Arduino, gli unici in grado di rilevare un cambio di stato; tramite software sarà poi possibile scegliere se utilizzare entrambi, solo uno o nessuno.
Completa la descrizione di questa sezione il condensatore di disaccoppiamento C3, situato in prossimità del chip per evitare che disturbi sulle linee di alimentazione ne influenzino il funzionamento, e la linea RST che, connessa al reset di Arduino, consente di ripristinare il funzionamento all'accensione e/o alla pressione del tasto **RESET**.

SEZIONE PWM

Questa sezione si basa sul meno noto ma non per questo meno versatile PCA9685, un integrato in grado di generare 16 segnali PWM quasi indipendenti (vedremo nella descrizione delle librerie che la frequenza deve essere la stessa per tutte le uscite).
Questo integrato consente un indirizzamento di ben sei bit, tramite gli ingressi A0..A5, che permetterebbe la sovrapposizione di 64 schede diverse; essendo però il limite imposto dall' MCP di 8 schede (e risultando 64 schede connesse ad un singolo bus decisamente troppe) abbiamo sfruttato i soli bits A0÷A2, ottenendo così anche qui la possibilità di connettere otto dispositivi diversi, collegando i rimanenti pins di indirizzamento direttamente a massa. La frequenza del PWM è impostabile tramite un registro interno (prescaler) con la seguente formula:

$$f_{PWM} = \frac{f_{clock}}{4096 \cdot (prescale + 1)}$$

L'integrato è in grado sia di generare la frequenza di clock internamente, tramite un oscillatore da 25 MHz che consente di ottenere frequenze PWM da 24 a 1.526 Hz, sia di operare con un clock esterno massimo di 50 MHz, che però non abbiamo utilizzato nella nostra scheda.
A differenza dell' MCP23017, questo integrato non dispone di un ingresso di reset; la relativa funzionalità va quindi realizzata tramite software (è previsto un indirizzo I²C speciale per il reset) oppure semplicemente ripristinando via software il contenuto dei registi (cosa da noi effettuata tramite la libreria).
È invece disponibile un ingresso OE in grado di disabilitare tutte le uscite contemporaneamente, che abbiamo ritenuto opportuno portare all'esterno dando la possibilità, tramite un ponticello, di collegarlo all'I/O D9 di arduino nel caso se ne presenti la necessità.
Una possibilità interessante di questo integrato è di poter operare sulle uscite sia in modalità totem-pole, con una coppia di MOSFET complementari, in grado di fornire una corrente sia positiva (source) che negativa (sink), con valori massimi rispettivamente di 10 mA e 25 mA a 5 volt, che in modalità open-drain (o collettore aperto, in italiano), in grado di fornire solo una corrente negativa fino a 25 mA, modalità questa utile in alcuni casi.

Dalle caratteristiche (e da altre che qui tralasciamo per brevità) si evince che l'integrato è nato per pilotare in PWM dei LED, connessi direttamente alle uscite tramite resistenze; ciò non toglie che, come vedremo, è possibile utilizzarlo per innumerevoli altre applicazioni. Sullo schema potrete notare, infatti, una serie di resistenze in serie alle uscite (inserite per proteggere le medesime da sovracorrenti) che portano ad un connettore a tre pin per uscita sui quali, oltre al segnale PWM vengono riportate la massa ed una tensione positiva della quale parleremo più avanti. Questo connettore, realizzato ad angolo di 90°, permette di connettere direttamente alle uscite 16 servocontrolli senza impedire la sovrapposizione di ulteriori schede Octopus.

PROTEZIONE DALL'INVERSIONE DI POLARITÀ

Come abbiamo accennato nelle pagine precedenti, la scheda è stata pensata per poter pilotare direttamente dei servocomandi, collegandoli al connettore angolato. Questi componenti assorbono una notevole corrente di picco ed è impensabile poterli alimentare con i 5 volt di Arduino; è stato quindi previsto un connettore per fornire alla scheda una tensione esterna con corrente adeguata. Per evitare che un'inversione di polarità distrugga scheda e servocontrolli, abbiamo inserito in serie all'alimentazione il Mosfet Q1, a canale P, in grado di lasciar passare la corrente solo nella direzione corretta.
Perchè un mosfet e non un semplice diodo? Il motivo è che il diodo ha una caduta di tensione fissa ai suoi capi (leggermente variabile con la corrente) che, se risulta ininfluente per tensioni medio-elevate e basse correnti, causa perdite e surriscaldamenti notevoli nel caso opposto di elevate correnti e basse tensioni.
Ad esempio, scegliendo un diodo Schottky con una caduta di tensione intorno a 0,5 V e facendo scorrere una corrente di 4 ampere, esso si trova a dover dissipare ben 2 W: e un diodo da 2 watt ha dimensioni non trascurabili e scalda molto.
Per contro, il MOSFET selezionato ha una resistenza di conduzione particolarmente bassa, pari a 51 mOhm (milliohm) alla stessa corrente di drain. La dissipazione diviene quindi, sempre nelle condizioni di cui sopra, pari a:

$$P = I^2 \cdot R = 4Ampere \cdot 0.051ohm = 0.816Watt$$

Una potenza quindi decisamente inferiore, con conseguente minor surriscaldamento e maggior durata di eventuali batterie. Il condensatore elettrolitico C1 filtra la tensione in ingresso da eventuali disturbi. Il valore scelto, 100 µF, è sufficiente fino a correnti di qualche ampere; nel caso di correnti più elevate e/o di assorbimenti molto impulsivi consigliamo di inserire un condensatore aggiuntivo di capacità elevata esternamente sulla linea di alimentazione.

REALIZZAZIONE PRATICA

Lo shield è realizzato su un circuito stampato a doppia faccia con fori metallizzati e fa uso di componenti in SMD; trattandosi di un montaggio superficiale, occorre la consueta attenzione, in particolar modo per i componenti più piccoli e quelli con i pin molto ravvicinati.
La maggiore attenzione è richiesta dall'integrato PCA9685, fornito in package TSSOP28 a 28 pin con spaziatura di soli 0,65 mm, e dalle le reti resistive R3÷R6, che hanno pin piccoli e molto ravvicinati; attenzione anche al condensatore elettrolitico C1 che, pur non essendo di dimensioni particolarmente ridotte, ha i pin sotto il corpo che sporgono solo pochissimo dal medesimo.
Con un minimo di pratica, una lente d'ingrandimento e una pinzetta, un buon saldatore a punta fine (da non più di 20 W di potenza) ed un ottimo flussante (che aiuta a fondere e a distribuire lo stagno su piedini e piazzole) risulta comunque abbastanza semplice montare il circuito; nel caso coli troppa lega saldante e faccia cortocircuiti tra i pin degli integrati è possibile rimediare cospargendoli di flussante, pulendo molto bene la punta del saldatore e scaldandoli in modo che lo stagno in eccesso risalga per sulla punta liberandoli. Solitamente con 2-3 passaggi anche i cortocircuiti più ostici si risolvono in questo modo.
Occorre fare solo attenzione alla temperatura del chip, evitando di soffermarsi troppo tempo col saldatore e, nel caso occorra ripetere il procedimento, lasciando raffreddare per qualche decina di secondi il componente.
Chi non se la sentirà di realizzare lo shield potrà acquistarlo (presso la Futura Elettronica, *www.futurashop.it*) in versione montata e collaudata, con i connettori laterali e frontali non montati; ciò per offrire la possibilità di cambiare tipologia di connettore, per avere i contatti delle uscite (tipo servo, quindi con PWM, +5V e massa in linea) accessibili in verticale o frontalmente.

LA LIBRERIA

Come già accennato, per questa scheda abbiamo realizzato un'apposita libreria software, denominata **Octopus**, dotata di alcune particolarità che ne rendono semplicissimo l'utilizzo.

La prima particolarità interessante della libreria si può notare dalle linee dell'include file (**Octopus.h**):

```
#define Octopus __octopus()
OctopusClass &__octopus();
```

e dalle linee del file sorgente (**Octopus.cpp**):

```
OctopusClass &__octopus()
{
        static OctopusClass octo;
        return octo;
}
```

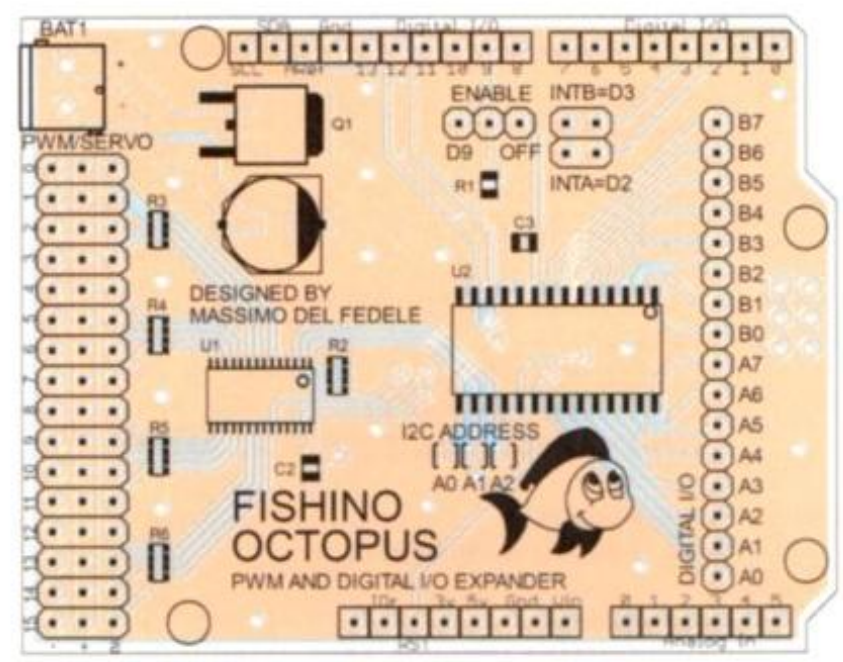
Questa modalità apparentemente strana di utilizzo della variabile **Octopus** permette di ovviare ad uno dei problemi del C++, ovvero dell'inizializzazione delle variabili globali che non avviene in un ordine predeterminato ma è casuale, e viene effettuata al caricamento dello sketch. Nel nostro caso, dovendo inizializzare l'interfaccia I²C tramite le istruzioni:

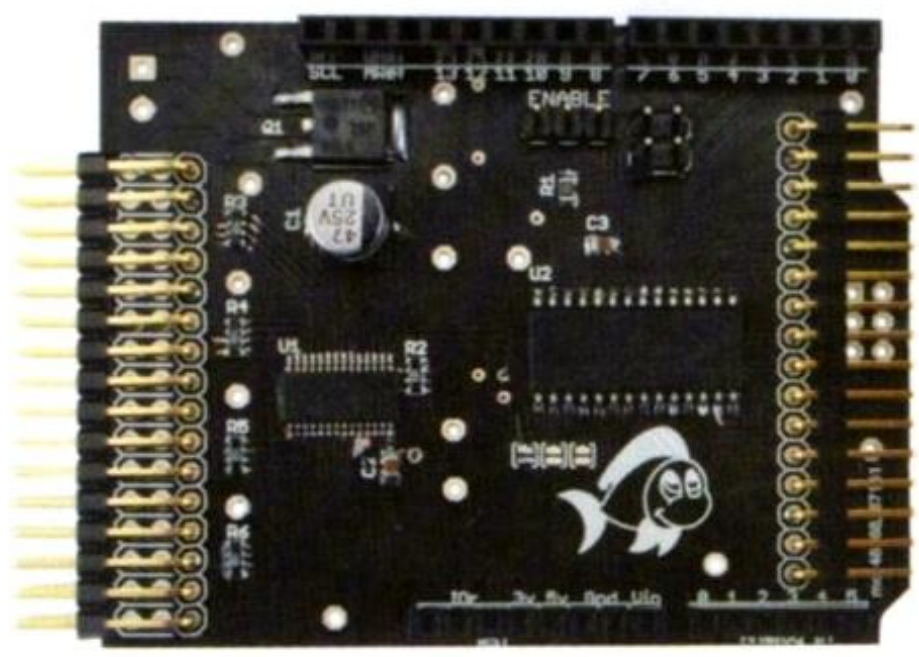
```
Wire.begin();
Wire.setClock(400000);
```

prima dell'utilizzo della libreria, risulta impossibile creare la variabile statica **Octopus** al momento del caricamento del programma, visto che l' interfaccia **Wire** in quel momento non è ancora stata inizializzata. La soluzione prescelta permette per contro di ottenere la creazione della variabile al primo utilizzo della medesima, e quindi dopo aver inizializzato correttamente l'interfaccia I²C-Bus; questo ci ha permesso di realizzare un codice che, senza nessuna riga di programma aggiuntiva, è in grado di contare ed inizializzare correttamente tutti gli shield Octopus connessi e di numerarne automaticamente le uscite in ordine di indirizzo I²C. Ad esempio, se alla nostra Arduino applichiamo due shield, avremo a disposizione 32 I/O digitali, numerati da 0 a 31, e 32 PWM, numerati anch'essi da 0 a 31.
La libreria fornisce due funzioni che permettono di conoscere il numero di schede connesse ed il numero di I/O e PWM disponibili:

```
// return number of boards found
uint8_t getNumBoards(void) const;

// return number of available I/O
uint8_t getNumIO(void) const;
```

Come detto in precedenza, la frequenza del PWM è unica per ogni scheda, quindi per ogni gruppo di 16 uscite PWM; è impostabile tramite le due funzioni seguenti, la prima scheda per scheda e





Elenco Componenti:

R1: 10 kohm (0805)
R2: Array 4x10 kohm (0603)
R3÷R6: Array 4x220 ohm (0603)
C1: 100 μF 16 VL elettrolitico (Ø6mm)
C2. 1 μF ceramico (0805)
C3: 1 μF ceramico (0805)
Q1: NTD25P03L (DPACK)
U1: PCA9685PW
U2: MCP23017-E/SO

Varie:
- Strip M/F 6 vie
- Strip M/F 8 vie (2 pz.)
- Strip M/F 10 vie
- Strip M/F 2x3 vie
- Strip Maschio 3x16 vie 90°
- Strip Maschio 16 vie 90°
- Jumper (3 pz.)
- Strip Maschio 3 vie
- Strip Maschio 2 vie (2 pz.)
- Morsetto 2 poli passo 3mm
- Circuito stampato S1226

Listato 1

```
// Progetto : OctopusTest
#include <Wire.h>
#include <Octopus.h>

uint16_t i = 1;
uint16_t valueTable[16];

// Codice di inizializzazionecode
void setup(void)
{
        Serial.begin(115200);
        Serial.println("OCTOPUS TEST APP");

        Wire.begin();
        Wire.setClock(400000);

        delay(500);
        Serial.print("Found #");
        Serial.print((int)Octopus.getNumBoards());
        Serial.println(" OCTOPUS boards");
        delay(500);

        Octopus.setPWMFreq(1526);

        for(int k = 0; k < 16; k++)
                valueTable[k] = (- (double)k * k / 64 +
0.25 * k) * 4096;
}

// ciclo infinito
void loop(void)
{
        for(uint8_t p = 0; p < 16; p++)
                Octopus.analogWrite(p, valueTable[(i +
p) % 16]);
        i++;
        delay(50);
}
```

la seconda per tutte le schede connesse in un solo comando:

```
// set pwm frequency for a single connected board
// valid values 24 Hz...1526 Hz
void setPWMFreq(uint8_t board, uint16_t freq);

// set pwm frequency for ALL connected boards
void setPWMFreq(uint16_t freq);
```

Nella prima occorre indicare il numero di scheda (che va da 0 a *Octopus.getNumBoards()*) e la frequenza di PWM, da 24 Hz a 1.526 Hz; nella seconda è sufficiente indicare la frequenza e tutte le schede verranno impostate su quella. All'accensione, la frequenza preimpostata è di 200 Hz, adatta ai servocontrolli ma anche ai LED. Il valore delle uscite PWM è impostabile, analogamente alle librerie di Arduino, tramite la funzione seguente:

```
// pwm output
void analogWrite(uint8_t port, uint16_t val, bool in-
vert = false);
```

Ad esempio, per impostare l'uscita **30** (la terzultima della seconda scheda connessa) al **50%** del valore massimo, occorre scrivere

```
Octopus.analogWrite(30, 2048);
```

Il terzo parametro opzionale, **invert**, è utile nel caso si connettano dei led in uscita sfruttando le uscite in modalità open collector e collegandone gli anodi al positivo; in questo caso si ha bisogno di un'uscita inversa (più tempo resta alta, meno corrente scorre nel led) ed è quindi necessario impostare il parametro a true per ottenere una luminosità crescente con il valore **val**.
Come avrete sicuramente notato, il valore del PWM a differenza delle uscite di Arduino è a 16 bit, dei quali ne vengono utilizzati 12, permettendo quindi una variazione di intensità a 4.096 livelli al posto dei 256 di Arduino; questo consente, per esempio, un controllo molto più graduale dell'intensità della luce emessa da LED connessi alla scheda.
Per contro occorre ricordarsi di questo quando si imposta il valore, visto che un numero pari a 255, che su Arduino corrisponde all'intensità massima, qui corrisponde ad un valore piuttosto basso (255/4.096 del massimo).
Per la gestione degli I/O digitali, la libreria fornisce le seguenti funzioni, praticamente identiche a quelle delle librerie standard, se non per il fatto di poter utilizzare un numero anche molto grande di porta:

```
// digital I/O
void pinMode(uint8_t port, uint8_t mode);
bool digitalRead(uint8_t port);
void digitalWrite(uint8_t port, bool value);

// read/write all digital pins of given board at once
uint16_t digitalReadAll(uint8_t board);
void digitalWriteAll(uint8_t board, uint16_t val);
```

Le ultime due funzioni permettono di leggere e scrivere tutti i ports digitali di una scheda in un colpo solo, tramite una variabile a 16 bit; questo risulta molto comodo nel caso si abbia bisogno di modificare o leggere molto rapidamente le porte digitali.
Al momento della pubblicazione di questo articolo la libreria (scaricabile dal nostro sito *www.elettronicain.it* insieme ai file del progetto) è in fase di completamento, e le funzioni degli interrupt e della modifica di modalità delle uscite PWM (open drain/totem pole) devono essere completate.

UNO SKETCH DI PROVA

Per concludere, presentiamo un semplice sketch che permette di visualizzare una "coda" luminosa utiliz-

zando 16 LED connessi alle uscite PWM (**Listato 1**). Il codice inizializza l'interfaccia seriale, stampa un messaggio, inizializza l'I²C, stampa il numero di schede rilevate e, utilizzando la prima di esse (uscite PWM da 0 a 15) crea una sorta di 'serpente' luminoso sfruttando 16 led.
I valori di luminosità del 'serpente' sono preventivamente calcolati nella setup ed inseriti in una tabella contenente 16 valori; a seconda del punto di partenza della tabella (variabile 'i' nel loop) la 'testa del serpente' si trova in un punto differente, creando quindi l'effetto visivo voluto.
Come si nota, a parte il dover inserire '**Octopus.**' davanti ai comandi **analogWrite()** l'utilizzo è praticamente identico alla libreria n ativa di **Arduino**.
L'unica cosa degna di nota è il calcolo dei valori di luminosità, effettuato qui con un polinomio del secondo ordine in modo da creare un effetto di onda; sono possibili altri metodi con funzioni trigonometriche o semplicemente con una variazione lineare su cui potrete sperimentare; ad esempio:

```
for(int k = 0; k < 16; k++)
        sinTable[k] = 4096 * sin(M_PI / 16 * k);
```

per un andamento sinusoidale, oppure

```
for(int k = 0; k < 16; k++)
        if(k <= 8)
                sinTable[k] = 4096 * (double)k / 8;
        else
                sinTable[k] = 4096 * (double)(15 - k)
/ 8;
```

per un andamento bilineare.
Concludiamo qui la descrizione della nostra scheda **Octopus**; potete ora sperimentare i diversi effetti luminosi utilizzando ad esempio il driver Colibrì presentato nel numero scorso di Elettronica In. ■

per il MATERIALE

Lo shield Octopus (cod. OCTOPUS) è disponibile presso Futura Elettronica nella versione con la componentistica SMD premontata a 24,00 Euro (con i connettori laterali e frontali da montare). Software e sketch sono scaricabili gratuitamente sul sito *www.elettronicain.it*. Il prezzo si intende IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 - Fax: 0331-792287 - www.futurashop.it

Permette di verificare l'integrità e la corretta programmazione dei trasmettitori per radiocomando comunemente utilizzati per apricancelli, controllo di serrande motorizzate, ecc.

DECODER UNIVERSALE PER RADIOCOMANDI

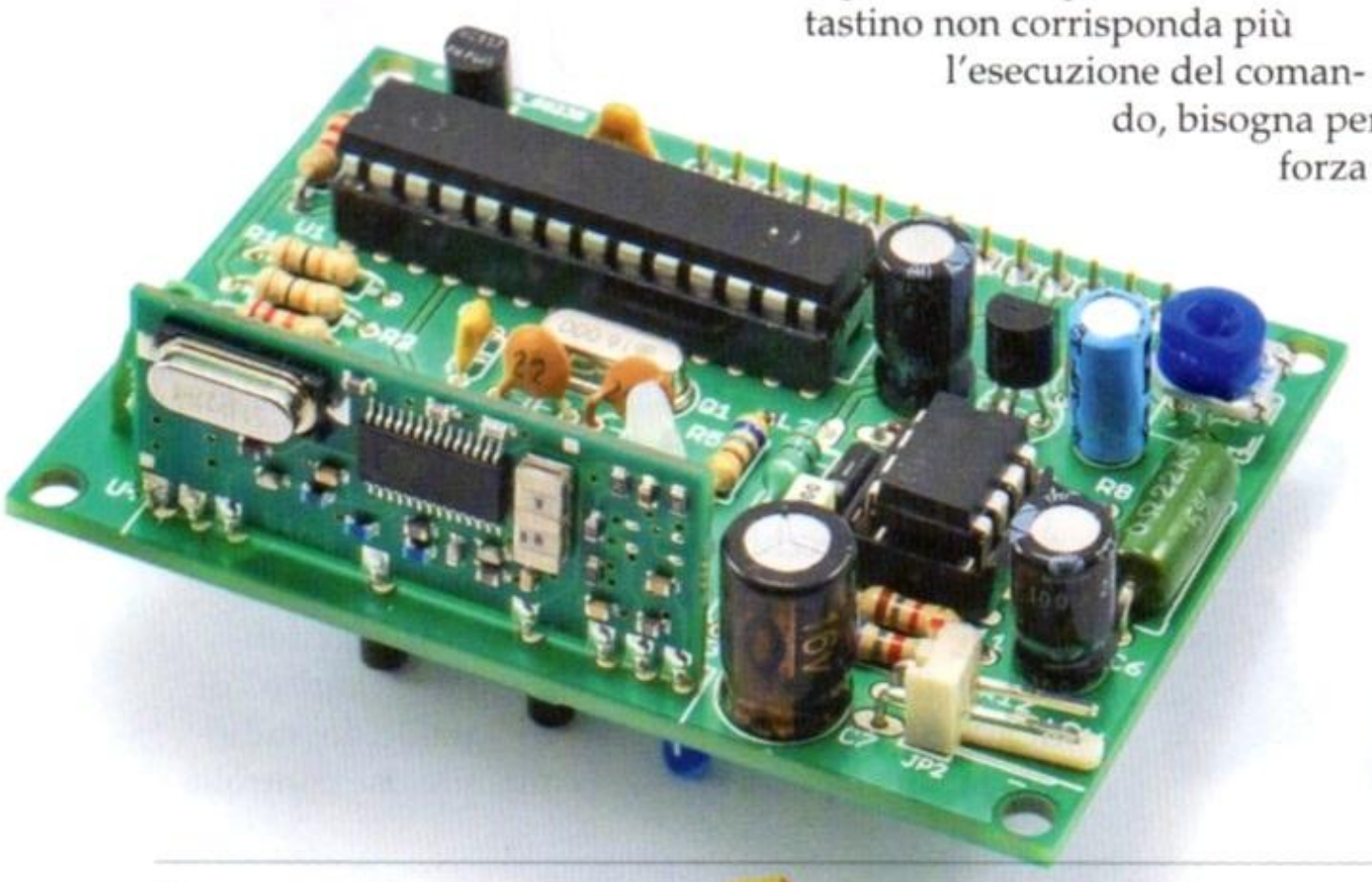
del Prof. MICHELE MENNITI

Sono sempre più i dispositivi e le tecnologie mirate a comandare attuatori di qualsiasi genere mediante apparecchiature che operano senza fili (radio, wireless, bluetooth). La diffusione di tablet e smartphone e la facilità con cui si creano specifiche app ha ormai innescato l'irreversibile tendenza a inglobare le funzioni dei radiocomandi in tali apparecchi.
Rimane però uno scomparto ben definito, il più "antico" di tutti, quello del radiocomando che controlla

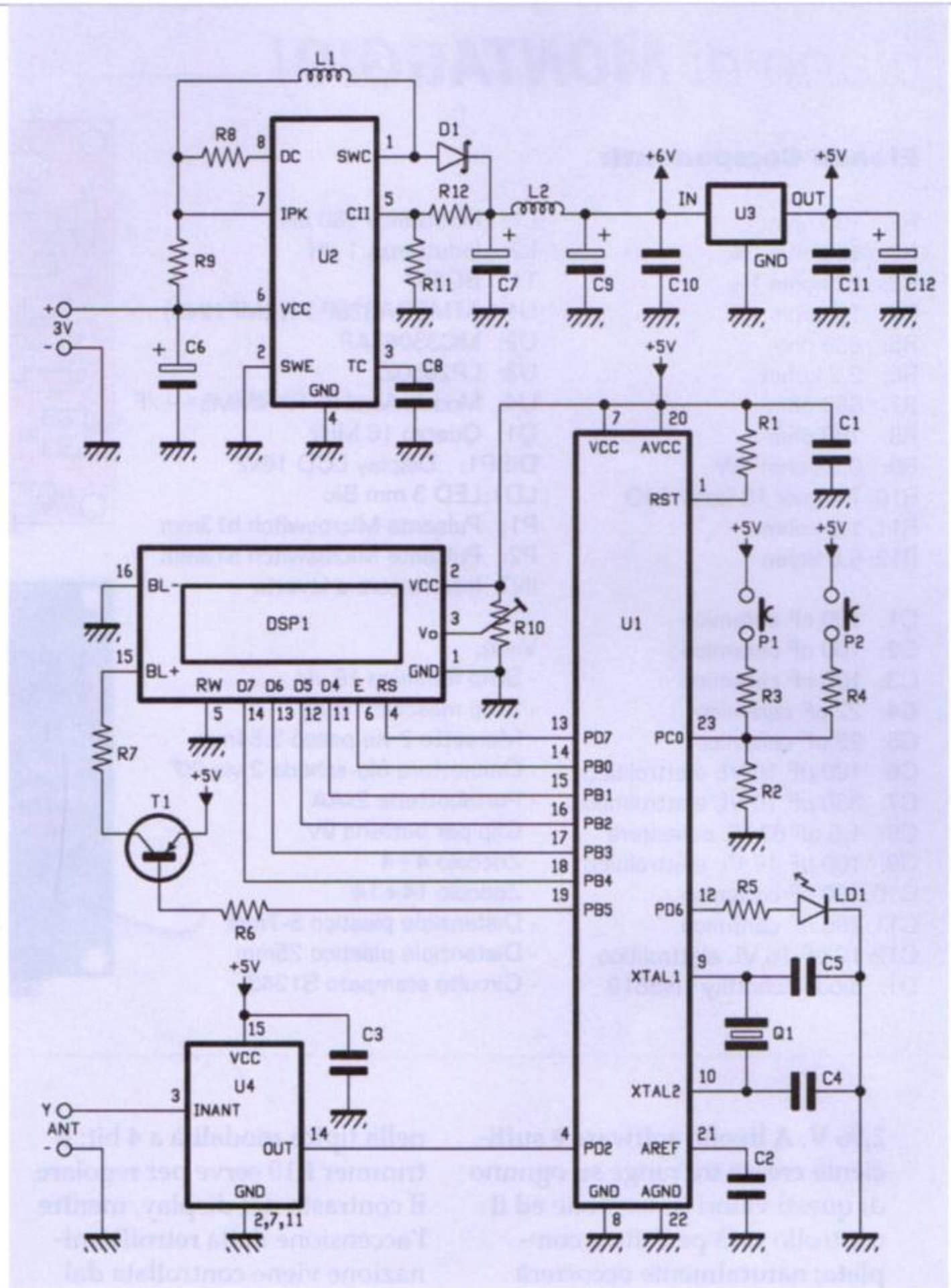
il movimento di motori elettrici predisposti per l'automazione: cancelli elettrici, serrande, barre automatiche. Da sempre questi sistemi sono stati controllati mediante un radiocomando abbinato ad un ricevitore collocato all'interno del sistema di controllo. Quella che è cambiata negli anni è stata la frequenza di lavoro, inizialmente si operava nel range di frequenza da 27 MHz a 41 MHz (oggi sono ancora consentite le frequenze 40,665 MHz e 40,685 MHz e 30,875 MHz e 30,900 MHz), successivamente si è passato al range 260-350 MHz (oggi totalmente proibito) per arrivare alle normative dei nostri giorni che consentono l'uso delle frequenze 433,92 MHz e 868,35. Possiamo dire che circa l'80% dei sistemi attuali opera sulla frequenza di 433,92 MHz.
Il controllo di un attuatore si basa sull'invio di un codice binario, da parte del radiocomando, che deve essere correttamente interpretato e riconosciuto dal ricevitore, affinché venga eseguita l'operazione richiesta. Nei primi modelli (ma se ne trovano ancora oggi) la codifica veniva impostata mediante una serie di 8-14 dip switch, in questi ultimi anni i radiocomandi originali vengono codificati in fabbrica assieme alle centraline con cui vengono forniti in dotazione, e sono dotati di autoapprendimento, per cui è sufficiente attivare la modalità di programmazione e trasmettere un codice compatibile (mediante la centralina stessa o un altro radiocomando simile) per addestrarli alla nuova codifica.
Una tipologia di codifica che, inizialmente destinata solo alle autovetture, si sta diffondendo anche nel campo dell'automazione è la cosiddetta "rolling code", che si basa su una parte di codice fisso, preimpostato dal fabbricante e da una parte di codice variabile, generata ad ogni nuova pressione del tastino, il cui sistema si basa su un algoritmo presente anche nella centralina ricevente; questo sistema non è in alcun modo replicabile se non mediante l'acquisto di un radiocomando originale della casa costruttrice.

PERCHÉ IL RADIOCOMANDO NON FUNZIONA?

Finché tutto funziona correttamente nessuno si pone problemi di frequenza, codifica, radiocomando o centralina, ma appena capita che alla pressione del tastino non corrisponda più l'esecuzione del comando, bisogna per forza affrontare e superare la questione. Nella stragrande maggioranza dei casi di tratta della batteria scarica ma non di rado è proprio il radiocomando (magari a causa di una o più cadute per terra) o, peggio, la centralina col ricevitore, a dare problemi.
E qui comincia il necessario iter che consiste in primis nella sostituzione della batteria, con la speranza che tutto vada a buon fine, in caso contrario si prova un altro telecomando abilitato per verificare se è invece la centralina a non riconoscere più i segnali; ma tale prova, se negativa, ossia se la centralina funziona, non è ancora una prova certa che il telecomando non funzionante sia effettivamente difettoso, potrebbe semplicemente aver perso la programmazione, magari a causa di una involontaria pressione dei tasti di abilitazione alla riprogrammazione.
E se si arriva alla conclusione che serve un nuovo telecomando, poiché in genere si acquistano quelli programmabili, bisogna esser certi che abbia frequenza e codifica compatibile, per evitare perdite di tempo e spese inutili.
Un'altra problematica è quella del cosiddetto "degrado" della programmazione; se non si usano radiocomandi programmabili affidabili e precisi nelle tempistiche, quando vengono usati per programmare altri radiocomandi, diventa sempre più difficile veder funzionare i nuovi cloni, in quanto le tempistiche imperfette alla fine portano ad una codifica che è solo una pessima copia di quella originale della casa costruttrice ed il ricevitore della centralina fa molta fatica a riconoscere la codifica o addirittura non la riconosce affatto, e nessuno riesce a spiegarsene il motivo, pur essendo apparentemente tutto a posto. Per chi volesse far-



si un'idea precisa di quello che accade in questi casi consigliamo la lettura della trama della divertentissima commedia americana "Mi sdoppio in quattro".
Insomma la tecnologia va avanti, ma i problemi sono sempre gli stessi, da decine di anni a questa parte, quando si tratta di questi sistemi di controllo, basati su trasmissioni codificate in RF.



LO STRUMENTO

Il nostro progetto è rivolto a chi si trova spesso ad avere a che fare con radiocomandi codificati; la sua funzione è quella di analizzare un segnale e decodificarlo, mostrando sul display la relativa sequenza di bit, fino ad un massimo di 32 (tale numero comprende la stragrande maggioranza delle codifiche commerciali standard). Altra importante funzione che abbiamo implementato, sfruttando le caratteristiche del microcontrollore usato, è quella di poter memorizzare nella sua EEPROM due diverse codifiche, per poter poi verificare il buon funzionamento di altri radiocomandi impostati allo stesso modo, approfondiremo questa funzione nella parte dedicata all'uso dello strumento.

SCHEMA ELETTRICO

Il cuore del nostro strumento è l'ormai notissimo microcontrollore ATmega328P-PU, nella classica versione PDIP a 28 pin, quindi esattamente quello montato sulle famose schede Arduino UNO, ed è configurato anche in questo caso con un quarzo esterno a 16MHz e alimentazione a 5V. Per chi non potesse programmarlo, il microcontrollore verrà fornito già programmato dalla Futura Elettronica.
Abbiamo usato un solo pin analogico per il controllo di due pulsanti; pur avendo disponibili i necessari pin per la tipica configurazione digitale, abbiamo preferito adottare questa particolare tecnica, per fornire nuovi spunti progettuali ai lettori; è infatti innegabile il vantaggio di usare un solo pin per gestire due o più pulsanti, in tutte quelle situazioni in cui si sia a corto di pin disponibili. Il trucco consiste nel creare una serie di partitori in modo che ogni combinazione (pressione P1, pressione P2, pressione contemporanea P1 e P2) fornisca al pin una tensione diversa in funzione del diverso valore di partitore che viene applicato; infatti, premendo il pulsante P1, il partitore R3-R2 porta all'ingresso analogico A0 (pin 23 del micro) una tensione di circa: 5/(22000+10000)*10000 = 1,56 V. Premendo il pulsante P2 il partitore R4-R2, costituito da due resistenze identiche, porta su A0 circa 2,5 V. Infine, premendo contemporaneamente P1 e P2, le resistenze R3 e R4 vengono a trovarsi in parallelo e si comportano come una sola resistenza da: (22000*10000)/(22000+10000) = 6875 ohm; il partitore creato con R2 porta su A0 una tensione di circa 5/(6875+10000)*10000 =

[piano di **MONTAGGIO**]

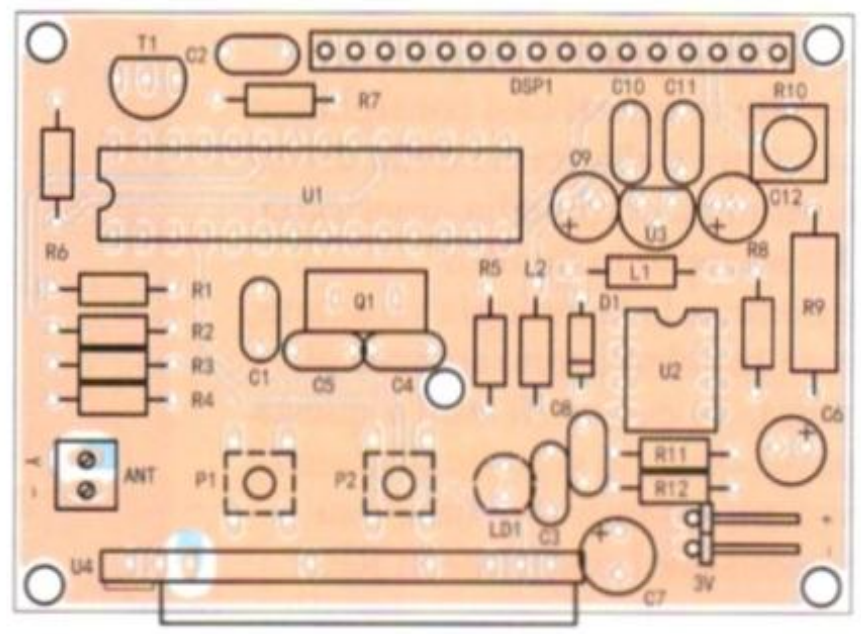
Elenco Componenti:

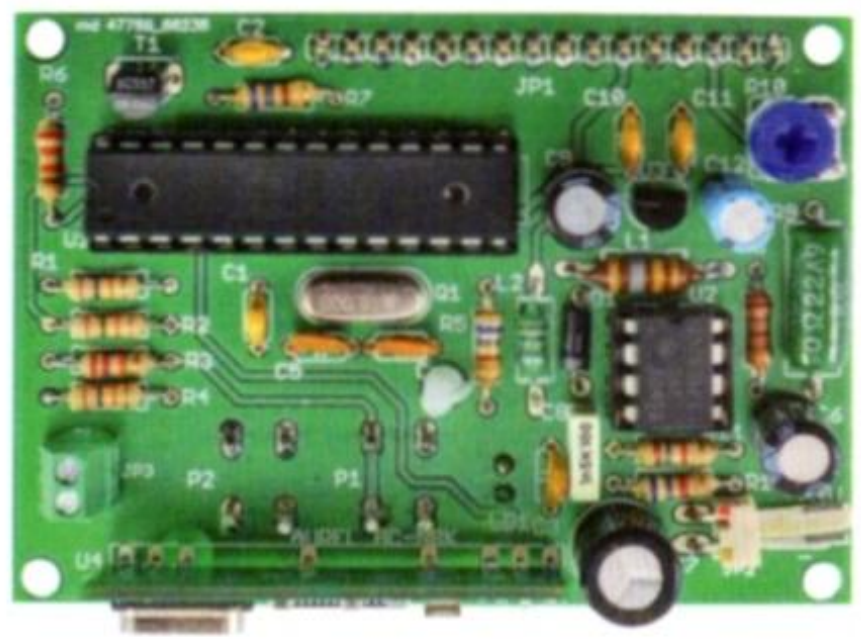
R1: 10 kohm
R2: 10 kohm 1%
R3: 22 kohm 1%
R4: 10 kohm 1%
R5: 680 ohm
R6: 2,2 kohm
R7: 680 ohm
R8: 180 ohm
R9: 0,22 ohm 1W
R10: Trimmer 10 kohm MO
R11: 1,8 kohm
R12: 6,8 kohm

C1: 100 nF ceramico
C2: 100 nF ceramico
C3: 100 nF ceramico
C4: 22 pF ceramico
C5: 22 pF ceramico
C6: 100 µF 16 VL elettrolitico
C7: 330 µF 16 VL elettrolitico
C8: 1,5 nF 63 VL poliestere
C9: 100 µF 16 VL elettrolitico
C10: 100 nF ceramico
C11: 100 nF ceramico
C12: 10 µF 16 VL elettrolitico
D1: diodo schottky 1N5819

L1: Induttanza 180 µH
L2: Induttanza 1 µH
T1: BC557
U1: ATMEGA328P-PU (MF1243)
U2: MC33063AP
U3: LP2950Z
U4: Modulo Aurel RF RX-4MM5++/F
Q1: Quarzo 16 MHz
DISP1: Display LCD 16x2
LD1: LED 3 mm Blu
P1: Pulsante Microswitch h13mm
P2: Pulsante Microswitch h13mm
INT: Interruttore a levetta

Varie:
- Strip femmina 16 vie
- Strip maschio 16 vie
- Morsetto 2 vie passo 2.54mm
- Connettore filo-scheda 2 vie 90°
- Portabatterie 2xAA
- Clip per batteria 9V
- Zoccolo 4+4
- Zoccolo 14+14
- Distanziale plastico 5-7mm
- Distanziale plastico 25mm
- Circuito stampato S1243





2,96 V. A livello software è sufficiente creare tre range su ognuno di questi valori di tensione ed il controllo sarà perfetto e completo; naturalmente occorrerà prevedere una percentuale di tolleranza, considerando sia l'alimentazione che i valori resistivi, un ±5% sarà più che sufficiente.
Il pin 4 del micro è usato come ingresso digitale per poter ricevere il segnale codificato, proveniente dal modulo RF e che dovrà essere analizzato e decodificato dal firmware.
Il pin 12 è invece una uscita che serve per controllare il LED di segnalazione che, assieme al display LCD, ci fornirà utili indicazioni sul funzionamento del circuito.
I sei pin da 13 al 18 servono per pilotare un comune LCD da due righe di sedici caratteri, nella tipica modalità a 4 bit; il trimmer R10 serve per regolare il contrasto del display, mentre l'accensione della retroilluminazione viene controllata dal micro mediante il pin 19, che a sua volta pilota il transistor PNP T1 mediante la resistenza R6; la resistenza R7 serve per limitare la corrente ai LED della retroilluminazione; in base alle caratteristiche del display usato potrebbe essere necessario diminuirla per avere una luce maggiore.
Una particolare attenzione va dedicata al modulo U4, è il circuito ibrido che cattura il segnale RF proveniente dal radiocomando (mediante l'antenna collegata al suo pin denominato INANT) e presenta sulla sua uscita OUT un segnale digitale che riporta la codifica binaria ricevuta, pronta per essere decodificata dal firmware del micro. L'uso di questo modulo è relativamente semplice ma, affinché esso possa funzionare in condizioni ottimali è indispensabile seguire le indicazioni fornite dalla AUREL sullo specifico datasheet. Questo modulo opera alla frequenza standard di 433,92 MHz.
Completiamo la descrizione del nostro schema elettrico con lo stadio dell'alimentazione; per rendere lo strumento più leggero ed economico possibile abbiamo ritenuto utile partire da due comuni batterie (meglio se del tipo ad alta capacità) AA da 1,5 V, poste in serie tra loro, quindi 3 V di partenza, insufficienti per pilotare sia il micro che il display, che necessitano entrambi di 5V.
Quindi abbiamo previsto un circuito switching di step-up, basato sull'ormai noto MC33063AP

(U2), per elevare la tensione a circa 6 V.
Per comprendere come usare questo integrato per altre tensioni di ingresso e/o uscita, basta aprire il relativo data-sheet (*http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/MC34063A-D.PDF*) e prendere come riferimento gli esempi proposti. Nel nostro caso per il dimensionamento dello stadio vale la formula per il calcolo della tensione di uscita, che prescinde da quella di ingresso (che ovviamente si intende di valore inferiore), è:

$$|Vout| = 1.25 * (1 + R2/R1)$$

Quindi tutto dipende dalle resistenze R2 e R1 (nel nostro caso si tratta rispettivamente di R12 e R1), infatti:
Vout = 1.25 * (1 + 6800/1800) = 1.25 * 4.78 = 5.98 (valore molto prossimo a 6).
Sperimentalmente si parte da un valore di R1 prossimo a 2200 ohm per poi trovare l'ideale valore di R2, se non si raggiunge un risultato soddisfacente, si aumenta R1 a 2700 ohm oppure lo si riduce (come nel nostro caso) a 1800 ohm e si ricomincia la ricerca di R2.
Le altre formule servono fondamentalmente per calcolare i due condensatori CO e CT (nel nostro caso C7 e C8), che agiscono rispettivamente sulla frequenza di funzionamento e sul ripple in uscita; di norma si possono lasciare i valori indicati, mentre è decisamente consigliabile adottare il filtro di uscita, costituito da una impedenza da 1 µH (L2) e da un condensatore da 100 µF (C9), che abbatte circa il 90% del ripple originario.
A seguire abbiamo previsto un regolatore lineare a 5 V, un LP2950Z (U3) che è perfettamente equivalente al classico LM78L05, ma col vantaggio di essere un LDO (low drop-out) e quindi di lavorare tranquillamente con soli 6 V in ingresso. A qualcuno verrà il logico dubbio del perché non abbiamo impostato U2 per operare direttamente a 5 V, risparmiando componenti e consumo. La risposta consiste nel fatto che non è mai conveniente alimentare un microcontrollore con una tensione switching che, come è noto, è in genere molto rumorosa e quindi facilmente disturberebbe il micro nelle sue funzioni. Nel nostro caso U3 è usato nella tipica configurazione con 4 condensatori, due di filtro e due anti-autoscillazione, ideale per alimentare microcontrollori.
Con questa tipologia di alimentazione, lo strumento assorbe circa 65 mA in stand-by e circa 115 mA in fase di lettura e visualizzazione della codifica; non sono pochi, in verità, ma considerando che lo strumento è dotato di interruttore ed il tipo di uso che si potrà farne in genere, adottando due batterie ricaricabili o ad alta capacità, certamente il consumo non costituirà un problema.

REALIZZAZIONE PRATICA

Grazie all'attenta progettazione del PCB, il montaggio dei componenti è un'operazione molto semplice; trattandosi di una basetta a doppia faccia, è previsto il montaggio di componenti su entrambi i lati: fate riferimento ai disegni in queste pagine per vedere quali elementi disporre dal lato componenti e quali dal lato saldature. Alcuni componenti montati sul lato inferiore dovranno poi fuoriuscire dal coperchio del nostro strumento assieme al display: i due pulsanti di programmazione P1 e P2 ed il LED LD1 (fare attenzione alla polarità di quest'ultimo!).
Anche il connettore CN1, uno strip femmina a basso profilo, andrà montato sul lato inferiore in quanto destinato ad ospitare il corrispondente maschio che dovrà essere saldato sul display.
Come al solito conviene iniziare dai componenti a profilo più basso per passare via-via a quelli più alti; così bisognerà montare prima le resistenze, i diodi e le impedenze; quindi zoccoli, quarzo e condensatori ceramici e poliestere, e a seguire gli altri (condensatori elettrolitici, connettori, trimmer, transistor, l'integrato U3); infine conviene prima inserire i due integrati U1 (che sarà fornito già programmato) e U2 nei rispettivi zoccoli e poi il modulo RF, la cui asimmetrica disposizione dei pin rende il verso di inserimento obbligato; il modulo ha i pin molto lunghi, nel nostro caso va inserito completamente nel PCB e, dopo

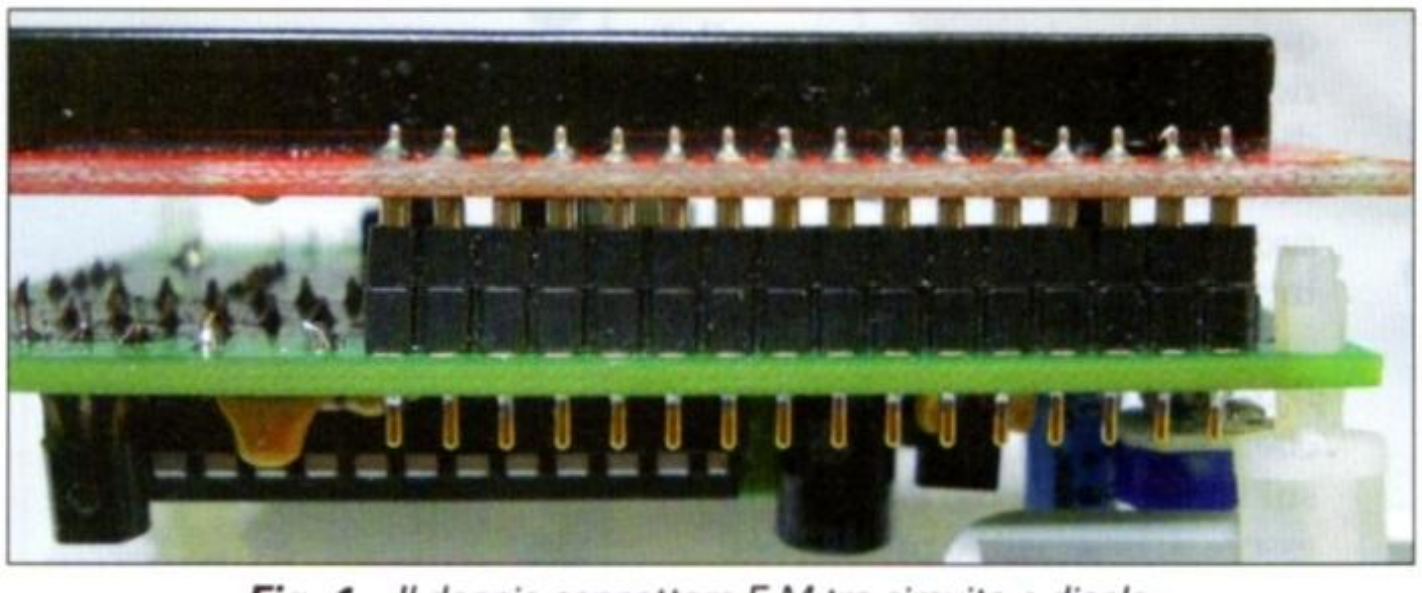


***Fig. 1** - Il doppio connettore F-M tra circuito e display.*

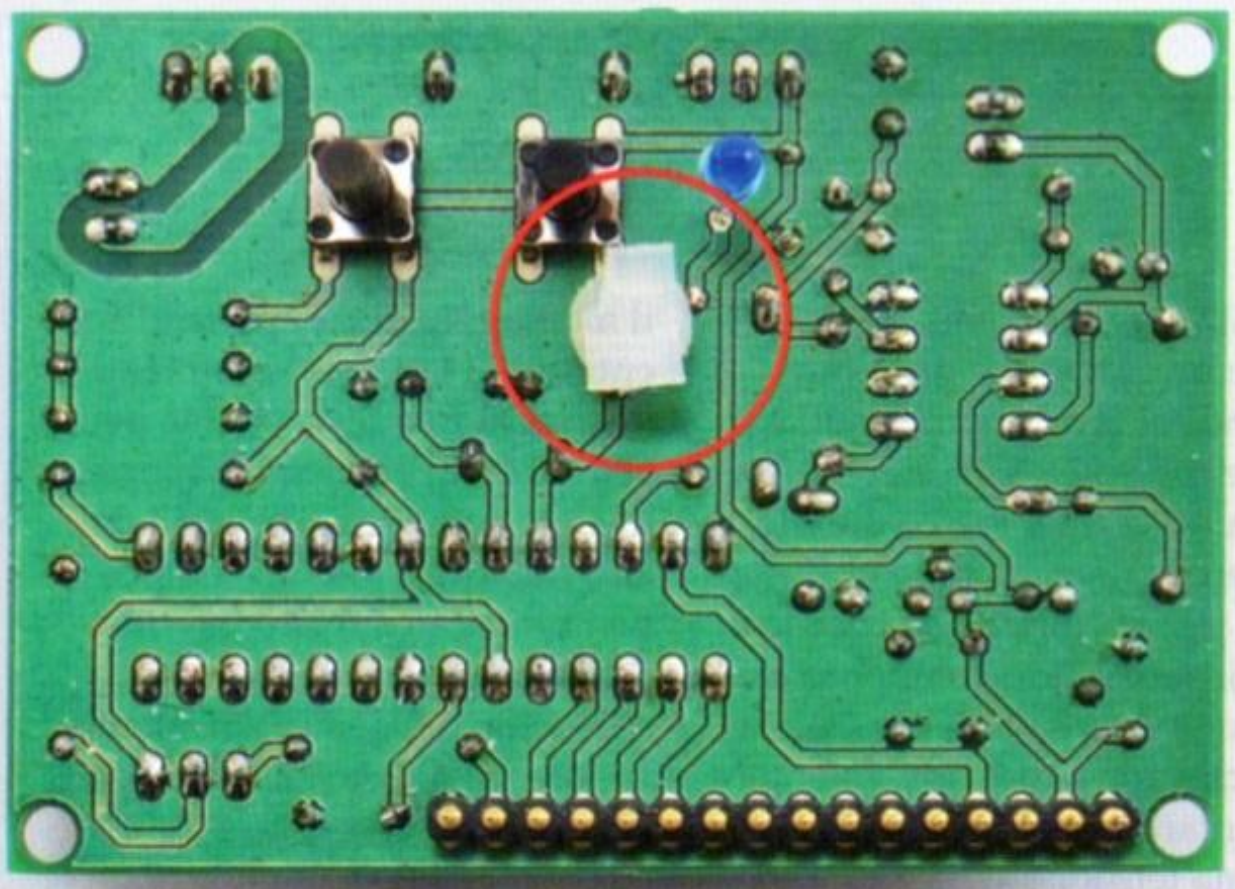


***Fig. 2** - Il distanziale plastico per la stabilizzazione del display.*

la relativa saldatura, bisogna spuntare l'eccesso dei pin con un tronchesino o forbice idonea a tale scopo.
Quindi si potranno montare il connettore CN1 ed i tre componenti sul lato inferiore, badando che il LED raggiunga la stessa altezza dei due pulsanti, visto che la sporgenza prevista è davvero minima.
A tale proposito sottolineiamo che i due pulsanti P1 e P2 dovranno essere del tipo da 13 mm di altezza (3 mm di corpo e 10 mm di alberino) altrimenti non si riuscirà a farli sporgere dal mobiletto plastico che abbiamo adottato nel nostro prototipo e che consigliamo vivamente a chiunque vorrà realizzare questo strumento; si tratta del modello 5100-COFFER2 che viene fornito non forato, quindi bisognerà dedicare un poco di tempo a questa operazione, per ricavare il riquadro in cui dovrà passare il display ed i tre fori per i componenti del lato inferiore, ma nel prosieguo dell'articolo forniremo tutti i riferimenti necessari per semplificare questa operazione.
Il connettore CN1 strip femmina che, come detto, sarà montato sul lato inferiore del PCB, dovrà essere di bassissimo profilo, così come l'equivalente connettore strip maschio da saldare sul display (consigliamo il modello 1446-LCD16X2WB in quanto garantisce una visibilità ed un contrasto eccezionali); infatti la distanza tra il PCB dei componenti e quello del display non dovrà superare i 7 mm (**Fig. 1**).
L'utilizzo di un doppio connettore F-M è decisamente consigliato in quanto il display dovrà facilmente essere rimosso in caso di eventuale intervento di riparazione del circuito principale. Tuttavia se non fosse possibile reperire questa coppia di connettori si potrà adottare un normale strip maschio, saldandolo sia lato circuito che lato display, l'importante sarà mantenere una distanza tra i due PCB tra i 6 ed i 7 mm; la distanza minima dovrà garantire che non si verifichino cortocircuiti tra le saldature del PCB del circuito ed i ganci metallici che bloccano il corpo del display al suo PCB.
A prescindere dalla soluzione adottata per collegare il circuito al display, bisognerà aggiungere un distanziale plastico, che abbia lo stesso spessore della connessione strip, sul lato fluttuante del display; è per tale ragione che il PCB presenta un foro tra C4 e R5; ciò al fine di stabilizzare la posizione del display (**Fig. 2**).
Come vedremo tra poco uno dei quattro fori angolari del display dovrà combaciare con uno dei fori di chiusura del coperchio del contenitore; ciò ci permetterà di dare notevole stabilità meccanica all'intero circuito.
Oltre a forare il coperchio, in alcuni punti bisognerà anche lavorarlo per un perfetto alloggiamento del display. È appunto ciò che vedremo ora.

LAVORAZIONE DEL CONTENITORE

Ribadiamo che il contenitore è opzionale e che noi consigliamo vivamente questo modello in quanto lo riteniamo perfetto per l'alloggiamento dell'intero circuito, portabatterie compreso.
Comunque se volete fare come

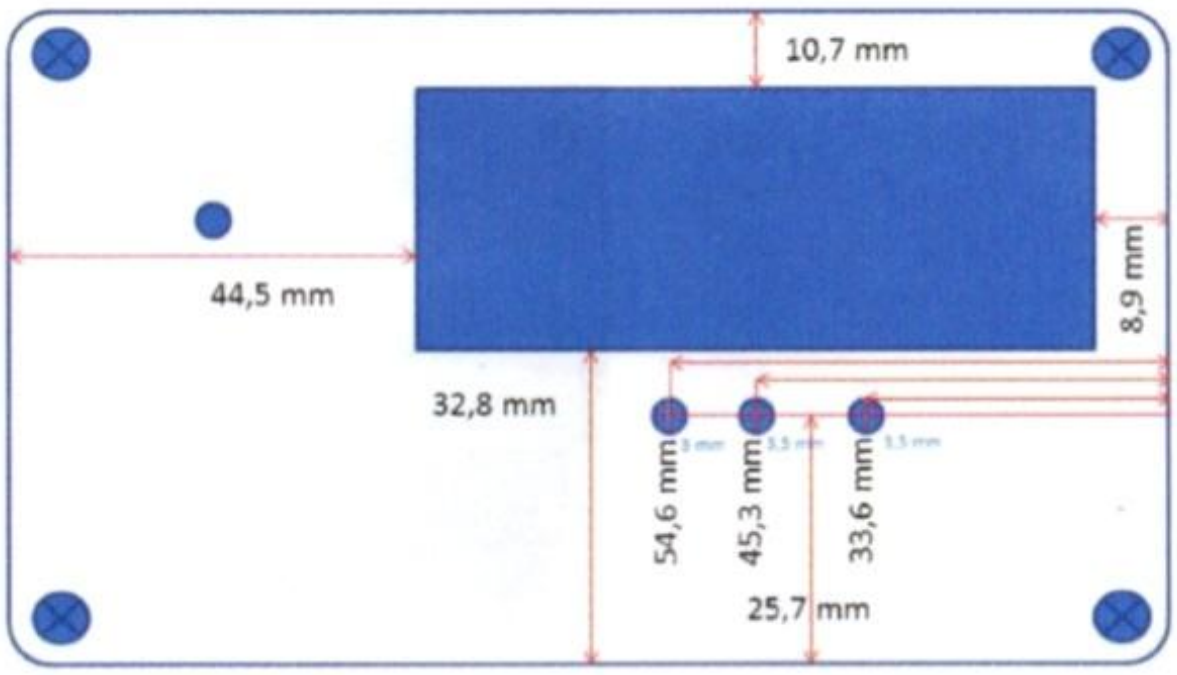


***Fig. 3** La foratura del coperchio del mobile.*

noi, procuratevi un Coffer 2 della Teko e lavoratelo come di seguito indicato: in **Fig. 3** vi mostriamo la cosiddetta DIMA, cioè le misure e coordinate precise per la foratura del coperchio del display; la lavorazione ideale sarebbe quella con un Dremel o similari con una lama rotante metallica tipo flex, per ritagliare un riquadro leggermente più piccolo di quello definitivo e poi operare manualmente con una piccola lima piatta, fino ad ottenere un taglio preciso in cui il display entri a pressione.
Per quanto riguarda i fori per LED e pulsanti, conviene iniziare con una piccola punta da 1-2 mm e poi creare il foro definitivo con una punta da 3 mm per il LED e da 3,5 mm per i due pulsanti.
La posizione dell'interruttore non è critica, ma consigliamo di fissarlo sempre sul coperchio, al di sopra della zona portabatterie; il foro sarà adeguato al diametro del modello che sceglierete.
A questo punto bisogna lavorare con carta vetrata o meglio con il relativo accessorio per il Dremel in quanto bisogna appianare il punto in cui deve passare la vite di fissaggio del coperchio ed inoltre ricavare un incavo per la sporgenza della retroilluminazione del display; in pratica lo scopo è quello di fare aderire il più possibile il PCB del display al fondo del coperchio, per garantire la giusta sporgenza dei due pulsanti e del LED (circa 1 mm), come visibile in **Fig. 4**.
I due componenti del portabatterie (c'è anche la clip con lo spinotto Molex finale) si incastrano in modo perfetto nel mobiletto e quindi non è nemmeno necessario fissarli (per sicurezza si può ricorrere a qualche goccia di colla a caldo. A questo punto bisognerà interrompere il filo rosso e saldare i due poli che

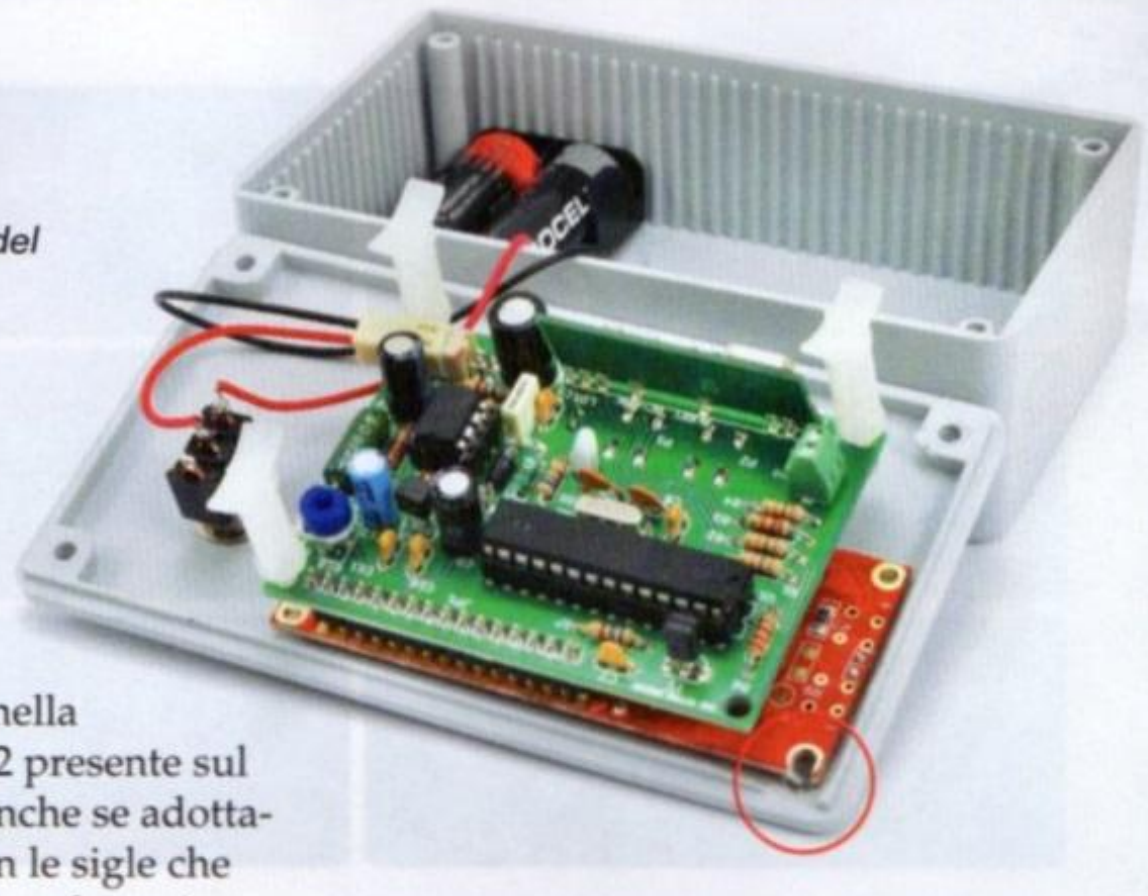


Fig. 4
La rifinitura interna del coperchio.

ne derivano ai capi dell'interruttore, quindi si può inserire lo spinotto Molex nella presa maschio CN2 presente sul PCB del circuito; anche se adottate i componenti con le sigle che troverete nel relativo elenco è sempre preferibile controllare con un tester la corrispondenza della polarità del pacco batterie con quella del circuito, una malaugurata inversione potrebbe causare danni seri!
Nei quattro fori angolari del PCB del circuito bisognerà applicare quattro distanziali plastici da circa 25 mm; fatte le dovute prove meccaniche ideali sarebbero quelli con la base adesiva, così non dovrete fare altri fori nel contenitore.

IL FUNZIONAMENTO DEL DECODER

Su un lato del PCB, in prossimità del modulo RF, c'è il connettore CN3, destinato al collegamento di una antenna tarata per la frequenza di 433 MHz; poiché il circuito è molto sensibile, si può fare tranquillamente a meno di questo accessorio; tuttavia, per aumentare la portata senza mettere un'antenna esterna è possibile ricorrere ad uno spezzone di filo di rame rigido, da collegare al solo pin 2 del connettore, lungo circa 8 cm, che potrà essere piegato lungo il perimetro del PCB (v. piano di montaggio).
L'unica operazione di "taratura" va fatta alla prima accensione, si tratta di regolare il trimmer R10 fino a vedere lo sfondo più scuro possibile ed i caratteri più chiari possibile, in pratica il massimo contrasto, che garantirà la migliore visibilità.
A questo punto lo strumento è pronto per lavorare; all'accensione dello strumento il display mostrerà per qualche secondo i due eventuali codici memorizzati nella EEPROM del microcontrollore e subito dopo si spegnerà, entrando in modalità stand-by, per risparmiare energia.
Tuttavia il consumo, in considerazione del tipo di circuito adottato, è tale da non consigliare di lasciare questa modalità attiva per troppo tempo; poiché il display spento potrebbe trarre in inganno, per evidenziare il fatto che lo strumento è in modalità di risparmio energetico, il LED LD1 si accenderà per un istante ogni 10 secondi, in tal modo potrete decidere di spegnere tramite l'interruttore.
Se lo strumento è in stand-by le operazioni possibili sono quattro:

- Decodifica di un radiocomando: basta semplicemente mandarlo in trasmissione ed il display mostrerà la sigla T0 (significa che il codice non è memorizzato in una delle due locazioni che abbiamo predisposto nella EEPROM), il numero di bit del codice, ed il codice stesso, rappresentato nella tipica forma binaria 01.

***Fig. 5** - I messaggi del display in funzionamento.*

Se il radiocomando ha più pulsanti probabilmente ad ognuno corrisponderà una codifica differente;

- Memorizzazione di un codice in posizione "1": bisogna premere il pulsante P1 (quello più vicino al LED), il LED inizierà a lampeggiare rapidamente ed il display inviterà a premere il pulsante 1 (ma può essere uno qualsiasi) del radiocomando; l'attesa durerà circa dieci secondi, al termine dei quali, in mancanza di un codice riconoscibile, il display mostrerà il messaggio "tasto 1 non riconosciuto". Viceversa, ricevendo durante tale periodo un codice identificabile, apparirà il messaggio "tasto 1 memorizzato". In entrambi i casi, come sempre, il decoder si porrà in modalità stand-by, in attesa di una nuova operazione;
- Memorizzazione di un codice in posizione "2": è identica alla precedente, solo che si attiva col pulsante P2 e memorizza il codice nella seconda locazione della EEPROM;
- Cancellazione delle due locazioni delle EEPROM: bisogna premere contemporaneamente i due pulsanti P1 e P2, istantaneamente le due locazioni saranno svuotate ed un messaggio sul display ne darà conferma.

Una volta che un codice viene memorizzato in una delle locazioni della EEPROM, nel caso in cui il decoder dovesse identificarlo nuovamente, la visualizzazione riporterà la sigla iniziale "T:1" o "T:2" ed il LED lampeggerà rispettivamente una o due volte, ad ulteriore conferma di corrispondenza col canale 1 o 2. Questa funzione si rivelerà particolarmente utile quando si avrà necessità di verificare la validità del codice di un certo numero di radiocomandi uguali (per esempio quelli da distribuire ai condomini di un palazzo), infatti non sarà necessario segnare la codifica e confrontarla, con grande dispendio di tempo e possibili errori, in quanto la conferma sarà chiaramente visibile.
In genere le codifiche sono costituite da 12, 16, 24 o 32 bit; nei primi due casi il codice viene mostrato su una sola riga, negli altri due invece viene suddiviso in 16 bit sulla prima riga e 8 sulla seconda, oppure 16 bit sulla prima e altri 16 sulla seconda riga. Nel caso della accensione dello strumento, poiché i due codici T1 e T2 vengono mostrati contemporaneamente, se uno o entrambi superino i 16 bit, si assisterà ad una operazione di scorrimento, ossia dopo la visualizzazione dei primi 16 bit, il display scorrerà verso sinistra per poi mostrare gli ulteriori 8 o 16 bit. In **Fig. 5** vedete una panoramica dei messaggi sul display.
Una nota finale: nelle nostre prove abbiamo decodificato con estrema facilità decine e decine di radiocomandi di svariate marche, ma per ottenere questo risultato abbiamo lavorato molto tempo per trovare un minimo comune multiplo nelle tempistiche, quindi potrebbe ancora capitare qualche radiocomando particolarmente ostico da decodificare; per tale ragione non riusciamo a garantire un successo del 100%, ma vi assicuriamo che siamo molto vicini a tale percentuale. Bisogna comunque ricordare che in nessun caso sarà possibile decodificare i rolling code e che la frequenza dei radiocomandi dovrà essere di 433,92 MHz, altrimenti il segnale non sarà proprio ricevuto dal modulo RF. ■

Tutto il materiale utilizzato in questo progetto è di facile reperibilità. Il microcontrollore programmato (cod. MF1243) è disponibile presso Futura Elettronica al prezzo di 9,00 Euro, così come il modulo radio ricevente (RX-4MM5++/F) disponibile a 10,50 Euro. Tutti i prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287
http://www.futurashop.it

Realizziamo una nuova evoluzione della nostra stampante 3Drag con doppio estrusore per stampare oggetti in cioccolato di due tipi o colori.

STAMPA IN CIOCCOLATO A DUE COLORI

di R. FORESTI, G. AVVENTUROSO, M. SILVESTRI

La stampante 3Drag è stata la nostra risposta alla crescente esigenza da parte del pubblico, già manifestata dall'interesse verso il progetto RepRap, di una 3D printer accessibile e personalizzabile; non a caso, nata nell'estate del 2012 si è conquistata in breve tempo la fama di "most hackable 3D printer in the world", vale a dire la stampante 3D più modificabile. E ciò perché nasce da un progetto completamente open. Ve lo abbiamo dimostrato nel tempo, facendovi vedere come può diventare una fresa CNC, ma anche una stampante per oggetti in cioccolato. L'abbiamo poi "stirata" per farle stampare oggetti di maggiori dimensioni: così è nata la 3Drag Big. Ma le richieste di espansione di questo progetto, che possiamo definire a giusta ragione "scalare", si susseguono incessanti e chi ha provato il kit di modifica per la Choco ha manifestato il desiderio di stampare con il cioccolato

Tutto iniziò da...

Evoluzione della filosofia RepRap, 3Drag è la stampante 3D FDM più hackerabile: l'abbiamo creata per questo e pubblicata nel fascicolo n° 169.

DA STAMPANTE A FRESA CNC

Sfruttando il fatto che la testa di stampa si muove sull'asse Z, la 3Drag può montare al suo posto un elettromandrino per ottenere una fresa con cui incidere i circuiti stampati: ne abbiamo parlato nel fascicolo n° 182.

Leggi i tutorial su come trasformare la 3DRAG in fresa CNC, in stampante per cioccolato o come aumentarne le dimensioni su: **www.3drag.it**

3DRAG BIG: LA STAMPANTE DIVENTA PIÙ GRANDE

Con un'opportuna modifica, la nostra 3Drag può essere estesa in profondità fino a farle stampare oggetti da 40x20x20 cm (ne abbiamo parlato nel fascicolo n° 198; è da questa versione che partiamo per ottenere la stampante a cioccolato a doppio estrusore.

DALLA PLASTICA AL CIOCCOLATO

Sostituendo la testa di stampa della 3Drag con una siringa motorizzata e un riscaldatore, è possibile creare oggetti di cioccolato di ogni genere e forma: dalle uova di Pasqua a cioccolatini personalizzati, a scritte per torte e ogni altra cosa che la fantasia ci suggerisce.

a più colori o con più tipi di cioccolato in un solo passaggio; da qui è nata l'idea di creare una 3Drag Choco a doppio estrusore, che vi descriviamo in questo articolo.

Naturalmente realizzarla non è stato immediato come pensarla, perché, viste le dimensioni della testa di stampa, per montarne due con tanto di meccanismo di alimentazione abbiamo dovuto tenere gli ugelli a una distanza comparabile con quella del lato del piatto di stampa; quindi per coprire la stessa dimensione stampabile è divenuto necessario accrescere l'escursione della testa di stampa sul lato della direzione in cui sono allineati gli estrusori e quindi ricorrere alla struttura della 3Drag Big, la quale ha un piatto più lungo.

Inoltre abbiamo dovuto rivedere l'elettronica, in quanto per pilotare due estrusori non ci bastava più la scheda controller; ci siamo quindi affidati a quella della 3D Vertex descritta nei fascicoli 193 e 194, che ben si presta allo scopo perché già predisposta per comandare un doppio estrusore, sia pure di tipo tradizionale (per la plastica).

Non stiamo a ripubblicare schemi elettrici e istruzioni di montaggio della 3Drag, ma vi rimandiamo agli articoli corrispondenti; in queste pagine descriviamo le modifiche necessarie a trasformare una 3Drag BIG in una 3Drag BIG DualChoco. Chi ha già una 3Drag, alla pagina web *www.3drag.it*, nella sezione Hacking 3Drag, potrà reperire le istruzioni per trasformarla in una 3Drag Big, che sarà il punto di partenza.

Il procedimento descritto in queste pagine è stato messo a punto durante le attività didattiche di laboratorio del corso di Automazione Industriale del Diparti-

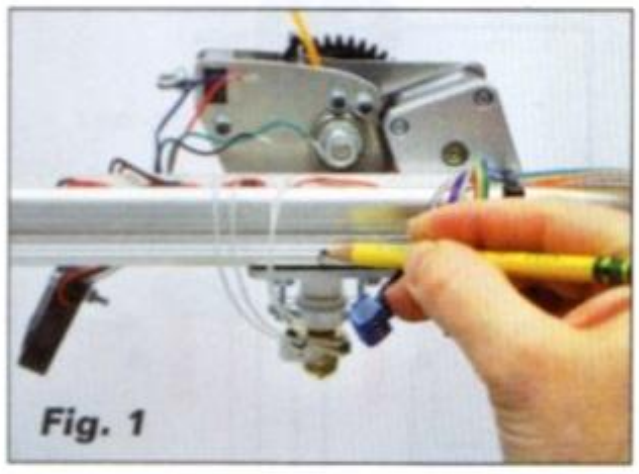


Fig. 1

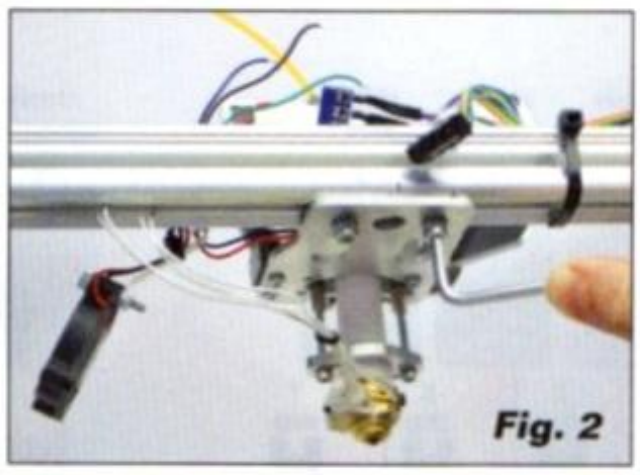


Fig. 2

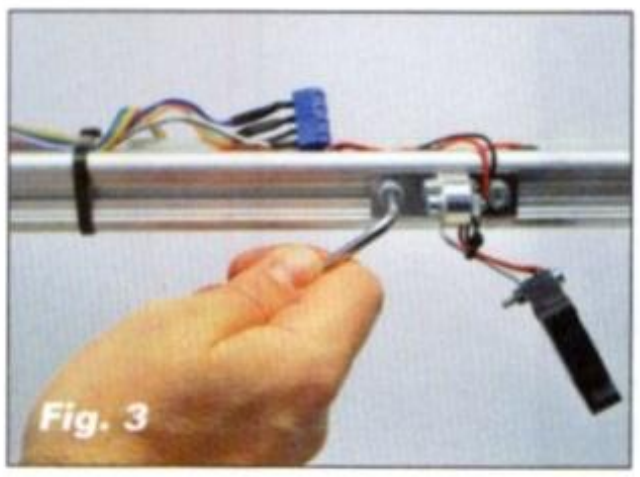


Fig. 3

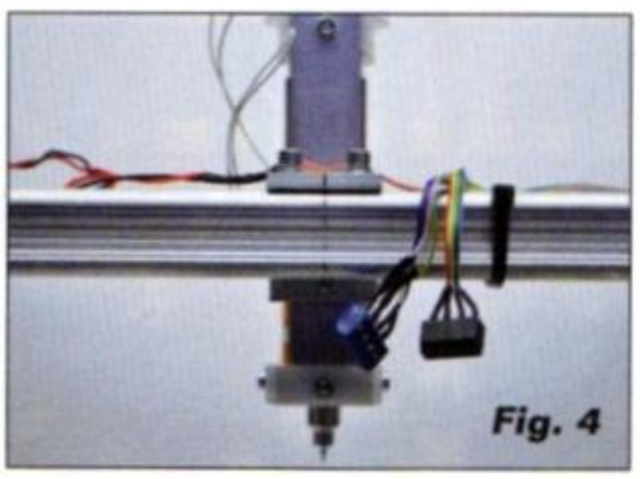


Fig. 4

mento di Ingegneria Industriale dell'Università di Parma e del corso di Sistemi di Produzione Automatizzati alla SUPSI (Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana): tra i due atenei è in corso una collaborazione finalizzata anche a innovare la didattica introducendo più attività pratiche e di laboratorio, per le quali i kit 3Drag si sono dimostrati uno strumento versatile ed efficace.

DA 3DRAG BIG A 3DRAG CHOCO

Per costruire la nostra stampante "a due colori" la prima operazione da effettuare è la sostituzione dell'estrusore originale per filamenti con il kit per la stampa con cioccolato, composto da una siringa più azionamento del pistone e relativo stepper-motor. Dunque, sulla stampante tagliate le fascette in plastica che fissano il cablaggio elettrico al braccio della stampante in prossimità dell'estrusore; dissaldate i cavetti di riscaldatore, sensore NTC e motore dell'estrusore per materiale plastico installato (non serve scollegare la ventola), annotando su un foglio il colore dei fili dei collegamenti originali perché vi torneranno utili. Infilate quindi su ciascun conduttore un tubetto di guaina termorestringente Ø 2,5 mm lungo 15 mm circa e poi saldate i due conduttori relativi al riscaldatore a una coppia di morsetti, i due relativi all'NTC ad un'altra coppia di morsetti e i quattro previsti per il motore a due coppie unite di morsetti; è necessario rispettare la sequenza dei fili del flat cable: Blu, Verde, Giallo, Arancione. Per facilitare i collegamenti, è possibile applicare sui morsetti una sottile etichetta con indicato il dispositivo da collegare.

L'operazione successiva riguarda la rimozione del corpo estrusore esistente, che è fissato a una staffa la quale, a sua volta, è applicata al braccio orizzontale della stampante mediante due viti M5. Prima della rimozione, fate un segno con la matita sul braccio della stampante in modo da ricordare la posizione originale dell'ugello (il segno va fatto al centro della staffa che sorregge l'estrusore), per consentire il corretto posizionamento dell'ago della siringa e permettere in futuro di riposizionare l'estrusore nella giusta posizione (**Fig. 1**).

Adesso rimuovete dalla stampante l'estrusore svitando le due viti di fissaggio, come mostrato in **Fig. 2**; allentate le due viti di fissaggio della ventola, così da poterla spostare sull'estremità destra del braccio quanto basta per consentire il montaggio del nuovo estrusore (**Fig. 3**). Infilate due dadi quadri M5 nella cava superiore del braccio della stampante e disponete l'estrusore per cioccolato sul braccio, in modo che l'ago della siringa (ovvero il centro dell'angolare) risulti allineato con il riferimento precedentemente tracciato con la matita. Fissare l'unità al braccio della stampante mediante due viti M5x16 a testa cilindrica complete di una rondella dentata M5 e due rondelle piane 5×10 (**Fig. 4**).

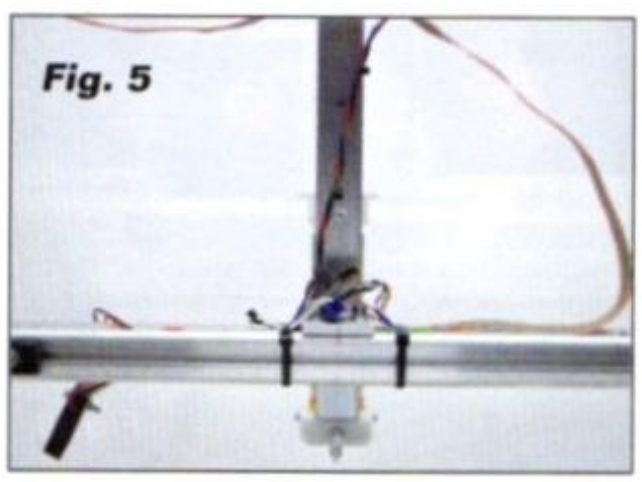


Fig. 5

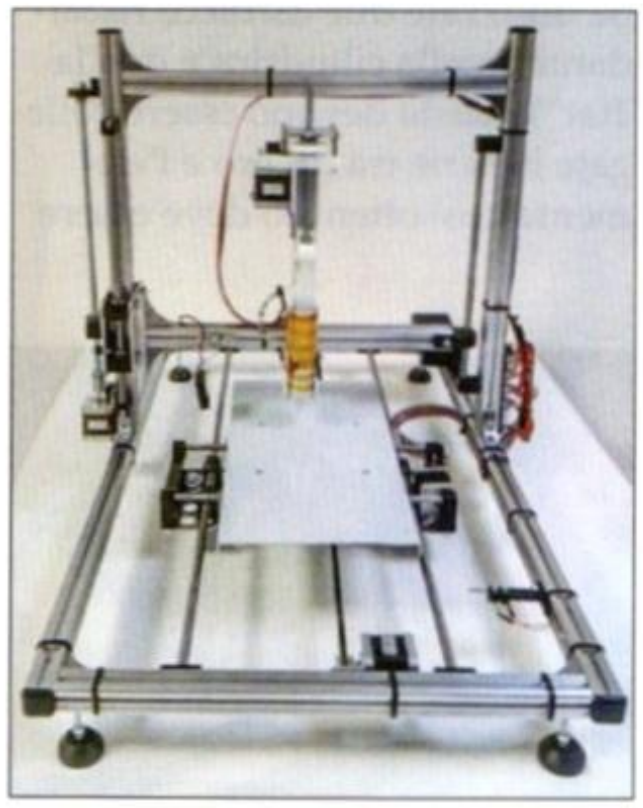
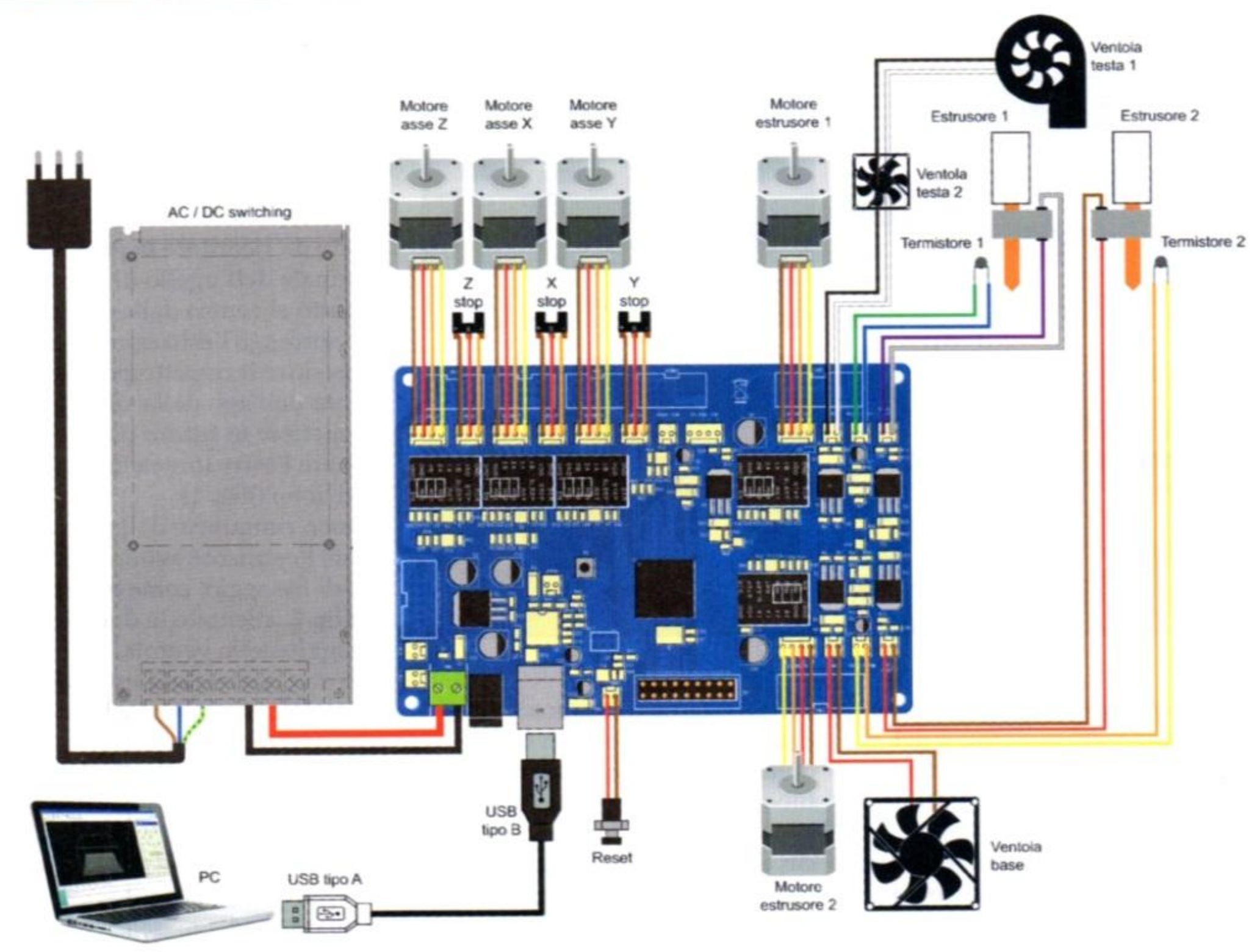


Fig. 6

Schema di cablaggio della 3Drag versione dual choco



CABLAGGIO CHOCO EXTRUDER

Ora tutto è pronto per effettuare i collegamenti elettrici della cartuccia riscaldante e dell'NTC dell'estrusore, che realizzerete dopo aver spelato, stagnato e raggruppato con delle fascette piccole i relativi cavetti.

Se utilizzate due cartucce riscaldanti (quella cilindrica e quella "flat") queste devono essere collegate in serie tra di loro e l'elemento così ottenuto deve essere collegato ai morsetti previsti per la cartuccia riscaldante. Dunque, attorcigliate tra loro i quattro fili del motore passo-passo e collegateli direttamente ai relativi morsetti rispettando i colori dei conduttori: Blu del motore con Blu del flat-cable, Rosso del motore con Verde del flat, Verde del motore con Giallo del flat-cable e Nero del motore con Arancione del flat-cable.

Ricordate che se utilizzate un motore Nema17, i cui cavetti sono stati accorciati (come ad esempio quello recuperato dall'estrusore di serie della stampante 3Drag), per raggiungere i morsetti è necessario prolungare i relativi conduttori tramite lo spezzone di flat cable a quattro vie incluso nel kit di modifica 3D Choco: in questo caso raccomandiamo di fare molta attenzione per evitare di invertire i collegamenti, perché ciò causerebbe

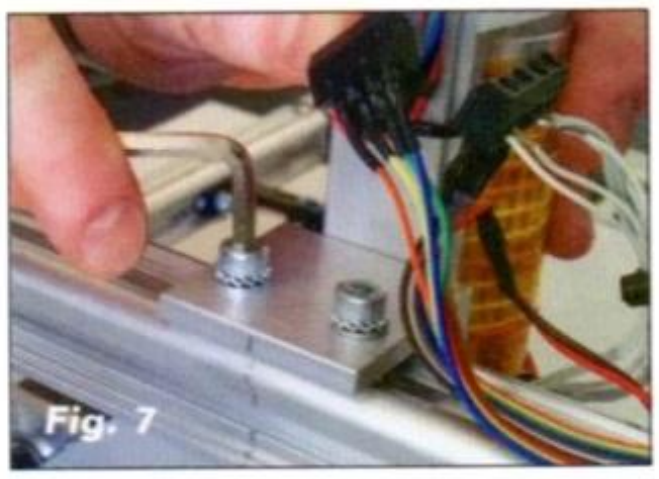


Fig. 7

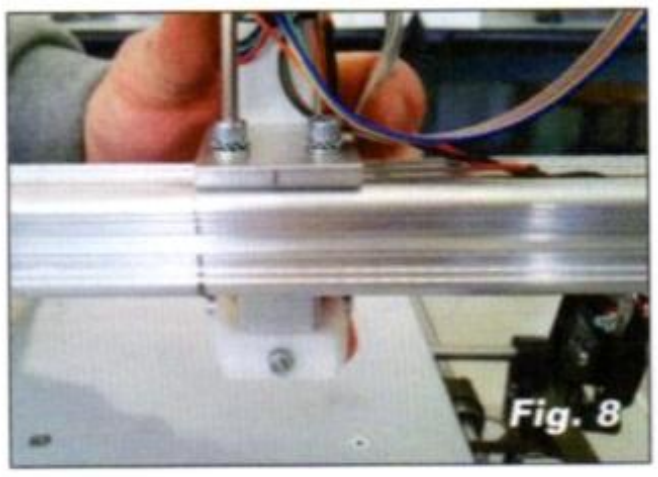


Fig. 8

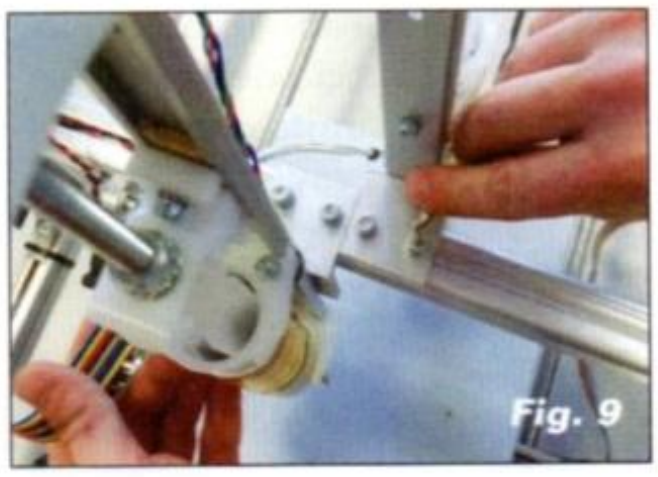


Fig. 9

il danneggiamento del relativo driver. Detto ciò, raggruppate i conduttori del motore con fascette e fissate il cablaggio al braccio utilizzando le fascette avanzate (**Fig. 5**). Terminato il cablaggio, la macchina appare come in **Fig. 6**.
A questo punto abbiamo ottenuto la nostra 3Drag Choco BIG e siamo pronti all'installazione del secondo estrusore.

INSTALLAZIONE E CABLAGGIO SECONDO ESTRUSORE

Ora dobbiamo montare il secondo estrusore per cioccolato, che sarà situato dal lato della barra orizzontale porta-testa opposto a quello in cui avete montato il primo: tagliate la fascetta che blocca la flat in parte all'estrusore di cioccolato, quindi allentate le viti del supporto estrusore (**Fig. 7**) e spostate l'estrusore verso il motore dell'asse Z, allineando la fine del supporto con il segno che avete fatto prima a matita (**Fig. 8**).
Inserite due dadi quadri nella guida e adagiate il secondo estrusore avvitando leggermente le viti del supporto.
Fate scorrere il secondo estrusore portandolo a contatto con il primo e infine stringete le relative viti di fissaggio (**Fig. 9**).
Prendete uno spezzone di flat lungo 100 cm e separare completamente dal resto del flat-cable e per tutta la lunghezza, i due fili esterni di colore marrone e rosso.
Separate per circa 2 cm i gruppi di fili come mostrato nella **Fig. 10**.
Spelate di 5 mm i fili, attorcigliate quindi i fili dello stesso gruppo, spelate di 5 mm i restanti fili che però, a differenza dei primi, non devono però essere uniti tra loro.
Stagnate tutti i conduttori prestando particolarmente

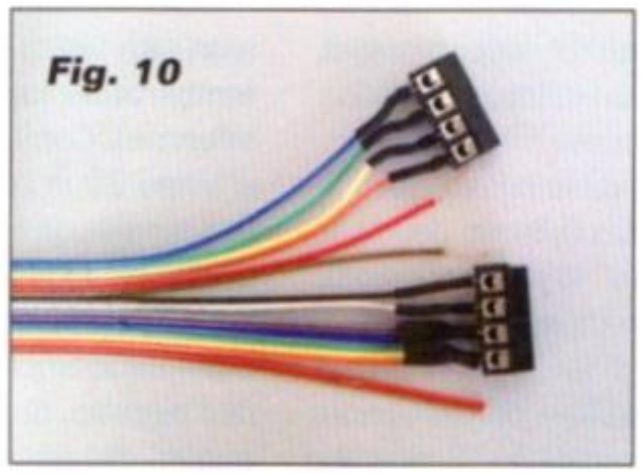


Fig. 10

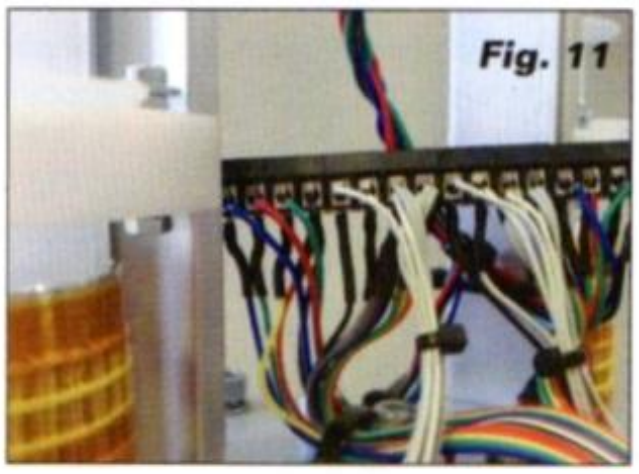


Fig. 11

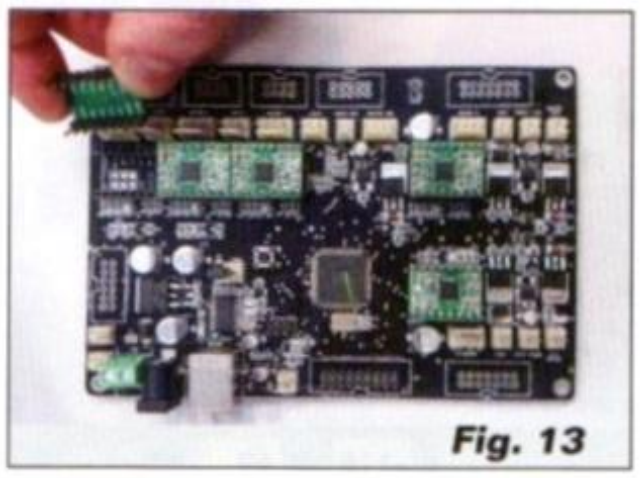


Fig. 13

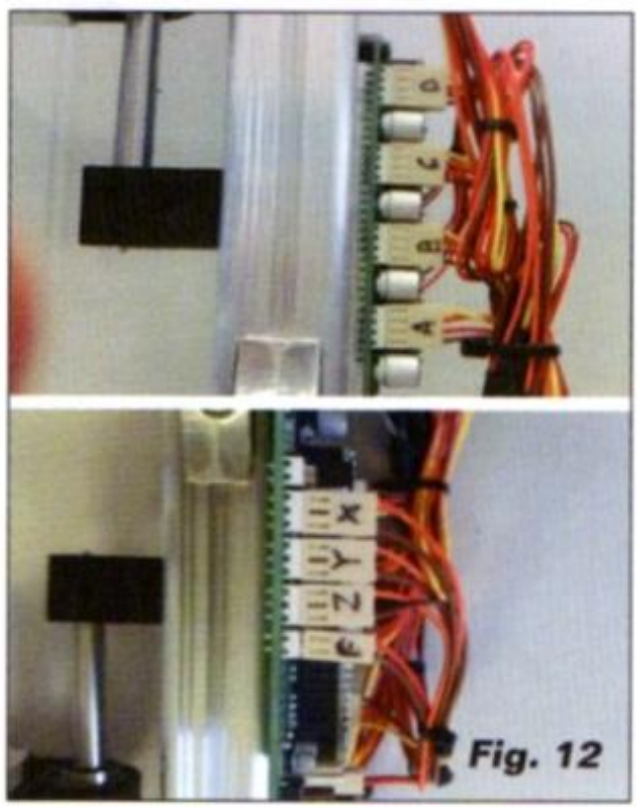


Fig. 12

attenzione a quelli attorcigliati, perché richiedono una maggiore quantità di stagno.
Ripetete ora la stessa operazione all'altro capo del flat-cable, saldando dei morsetti come in **Fig. 10**.
Incastrate e disponete poi i connettori come in **Fig. 11** e applicate il flat del secondo estrusore sopra quello del primo, quindi fissate entrambi con una fascetta.
Ripetete l'operazione con altre quattro fascette, rimuovendo prima le esistenti.

CONNESSIONI ELETTRICHE

Collegate i quattro cavetti del motore ai quattro fili del flat-cable, precedentemente stagnati, rispettando lo schema seguente:
- Blu con Blu del motore dell'estrusore;
- Verde con Rosso del motore dell'estrusore;
- Giallo con Verde del motore dell'estrusore;
- Arancio con Nero del motore dell'estrusore.

Collegate quindi i cavetti Grigio, Viola, Blu e Verde, Giallo, Arancio del flat cable, rispettivamente ai cavi rosso e marrone della cartuccia riscaldante; connettete i due cavetti dell'NTC ai conduttori Bianco e Nero del flat-cable.
Se avrete fatto tutto correttamente, dovrete ottenere un risultato simile a quello in **Fig. 11**.
Se non avete previsto la secon-

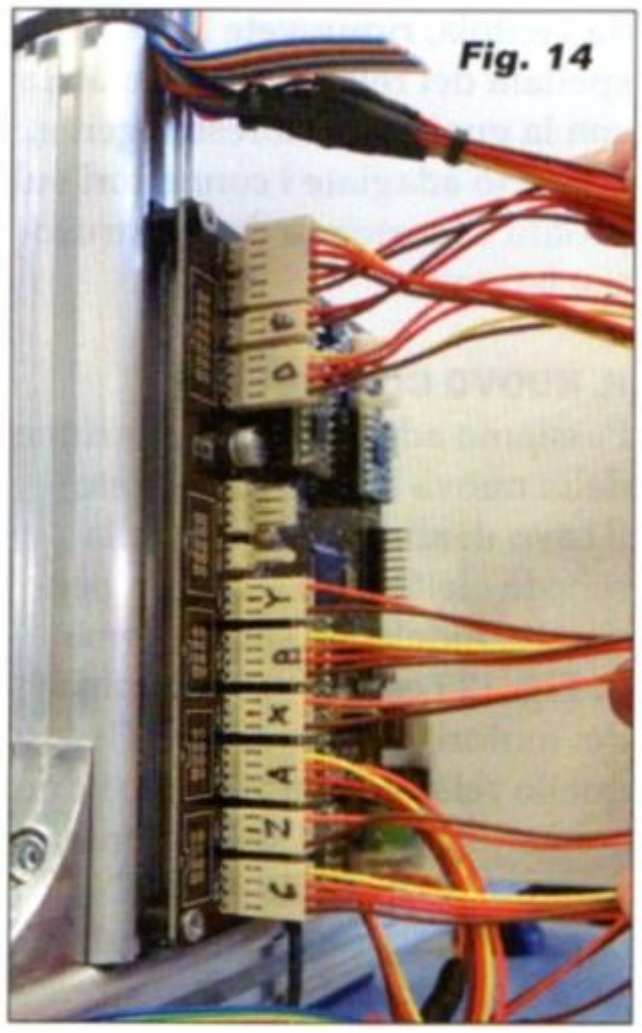


Fig. 14

Dall'STL all'**oggetto in cioccolato**

Per stampare un oggetto in cioccolato bisogna tener presente che i tempi di raffreddamento dei vari strati sono molto più lunghi rispetto alla stampa con plastica.
Consigliamo pertanto una velocità di stampa non superiore ai 20 mm/sec per consentire ai singoli strati di cioccolato di raffreddarsi.

Nei parametri di slicer bisogna impostare un diametro ugello di 0,9mm come mostrato in **Fig. A** (è possibile anche impostare un 0,8 mm per "imbrogliare" lo slicer e quindi ottenere stampe più rifinite), un'altezza di layer di 0,7 mm e una temperatura dell'estrusore non superiore ai 35°C nel caso si utilizzi cioccolato fondente (con altri tipi di cioccolato la temperatura da impostare è inferiore). Come anche per le stampe 3D in plastica saranno necessarie diverse prove per ottenere i risultati ottimali.
I parametri di configurazione dipendono anche dalla forma dell'oggetto, dal tipo e dalla qualità del cioccolato utilizzato e dalla temperatura ambiente in cui opera la stampante.
Pertanto la definizione dei parametri è frutto dell'esperienza personale acquisita via via in questo campo.
Ad ogni modo, la stampa di oggetti con dimensioni x-y ridotte ma con z elevati, rallenta il processo di raffreddamento del cioccolato, pertanto potrebbe essere necessario dirigere sull'oggetto un flusso di aria fredda (generabile mediante il piccolo sistema di refrigerazione a celle di Peltier presentato sul numero 195 di Elettronica In) per abbassare rapidamente la temperatura degli ultimi strati di cioccolato depositati, evitando così il collasso della struttura.
Tuttavia, anche lo slicing deve essere fatto con gli opportuni accorgimenti.
La prima variabile da modificare è la grandezza del piatto, che deve essere settata per avere un'area di stampa di 400 x 200mm (**Fig. B**), si ponga quindi Size x:400 y:200.
Inoltre vanno inserite le giuste distanze tra i due estrusori (**Fig. C**) per E1(x:-194, y:-120) mentre per E2 (x:-310 y:-80).

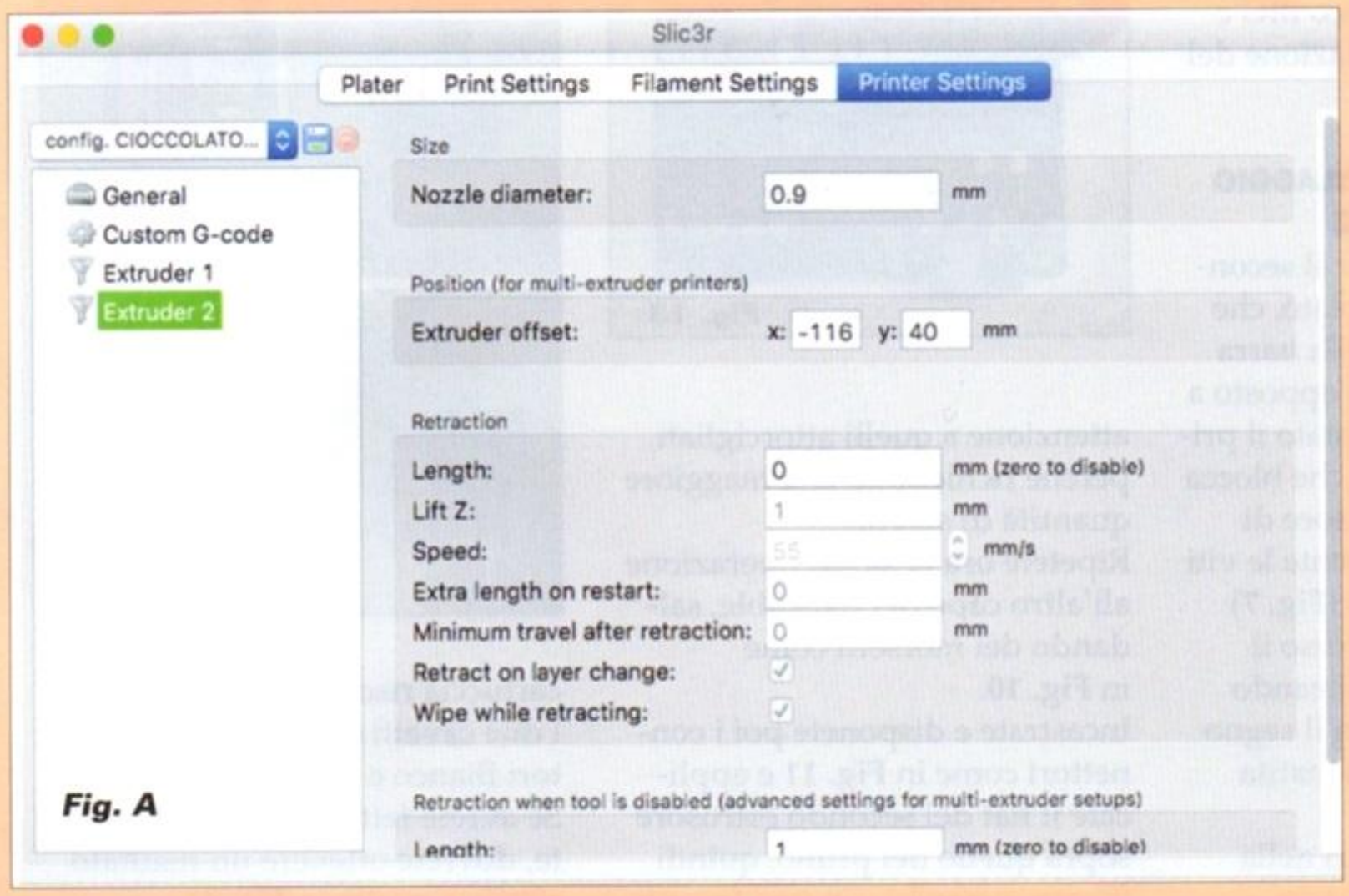


Fig. A

da ventola, rimuovete la parte spellata dei relativi fili e isolatela con la guaina termorestringente. Fatto ciò adagiate i connettori sul profilo di sostegno degli estrusori e fermateli.

IL NUOVO CONTROLLER

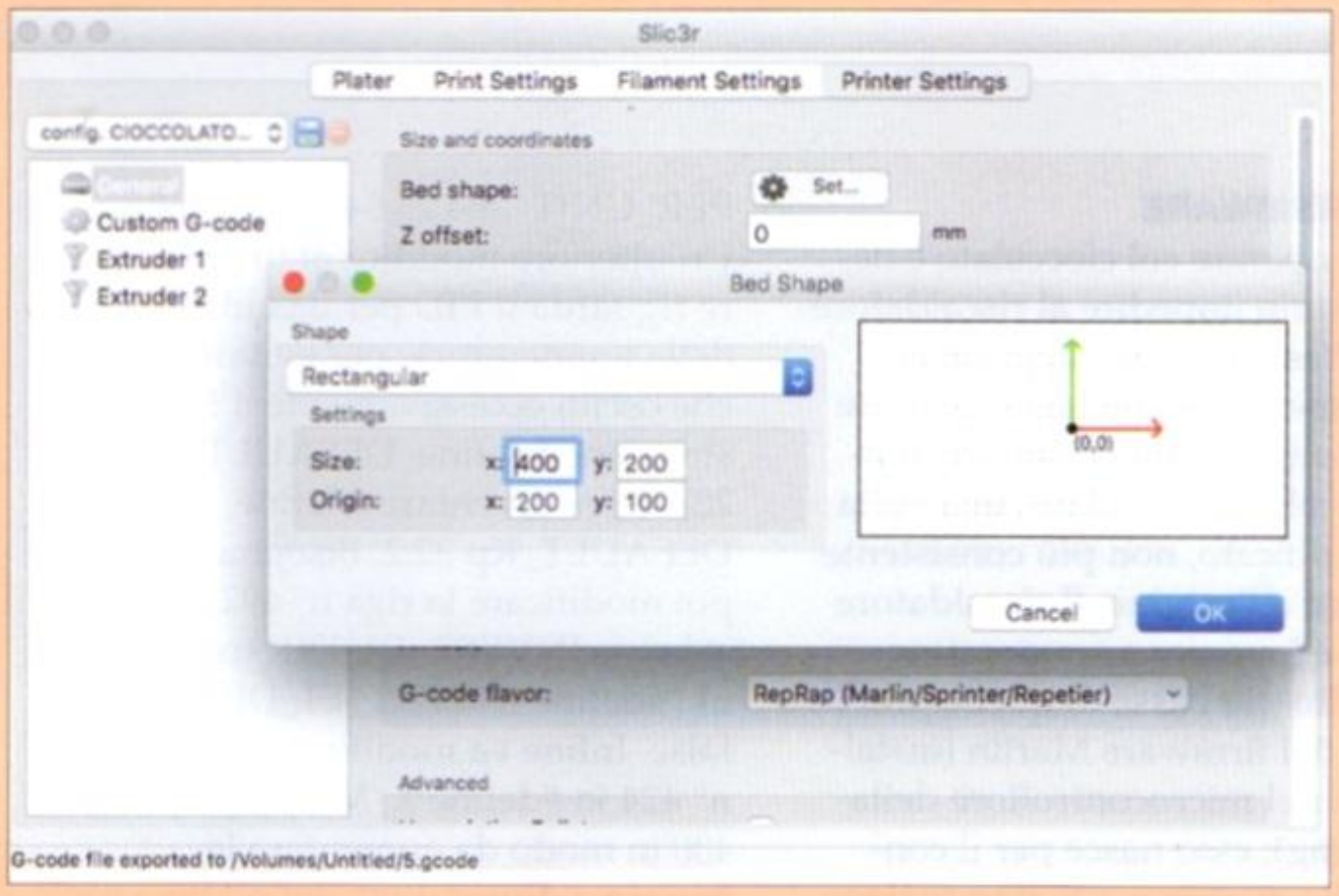
Passiamo adesso all'installazione della nuova board: rimuovete il cavo di alimentazione della scheda elettronica e con un pennarello indelebile siglate come in **Fig. 12** i connettori femmina dei motori e dei finecorsa: F sarà quello relativo alla ventola; i due connettori rimasti senza nome saranno relativi alla sonda NTC (2 poli) e alla cartuccia riscaldante (4 poli) del primo estrusore.

Ora rimuovete la scheda di controllo svitando le due viti di supporto e successivamente anche i connettori femmina. Rimuovete, con un cacciavite ceramico, i driver dei motori dalla vecchia board e inseriteli nei rispettivi connettori della nuova, aggiungendo quello necessario e pilotare il motore del secondo estrusore di cioccolato.
Fate molta attenzione ad installare i driver nel giusto verso, come mostrato in **Fig. 13**, altrimenti, una volta alimentata la board, danneggerete loro ed essa.
Fatto ciò, avvitate la nuova scheda sul telaio della stampante utilizzando le due viti rimosse in precedenza; poi rimuovete tutte le fascette che mantenevano in posizione i fili dei connettori e inserite ciascun connettore nel rispettivo della controller, secondo quanto illustrato nella **Fig. 14**, ovvero:

- Senza nome 4 poli -> EXT1 HEATER
- Senza nome 2 poli -> EXT1-THERM
- F -> FAN1 X ->XSTOP
- D -> E1-MOTOR A ->XMOTOR
- Y -> YSTOP Z ->ZSTOP
- B ->Y-MOTOR C ->Z-MOTOR

Inserite il connettore femmina a quattro poli nel connettore maschio della scheda siglato "E2-MOTOR" come mostrato in alto nella **Fig. 15**. Prendete una guaina termorestringente col diametro

Fig. B



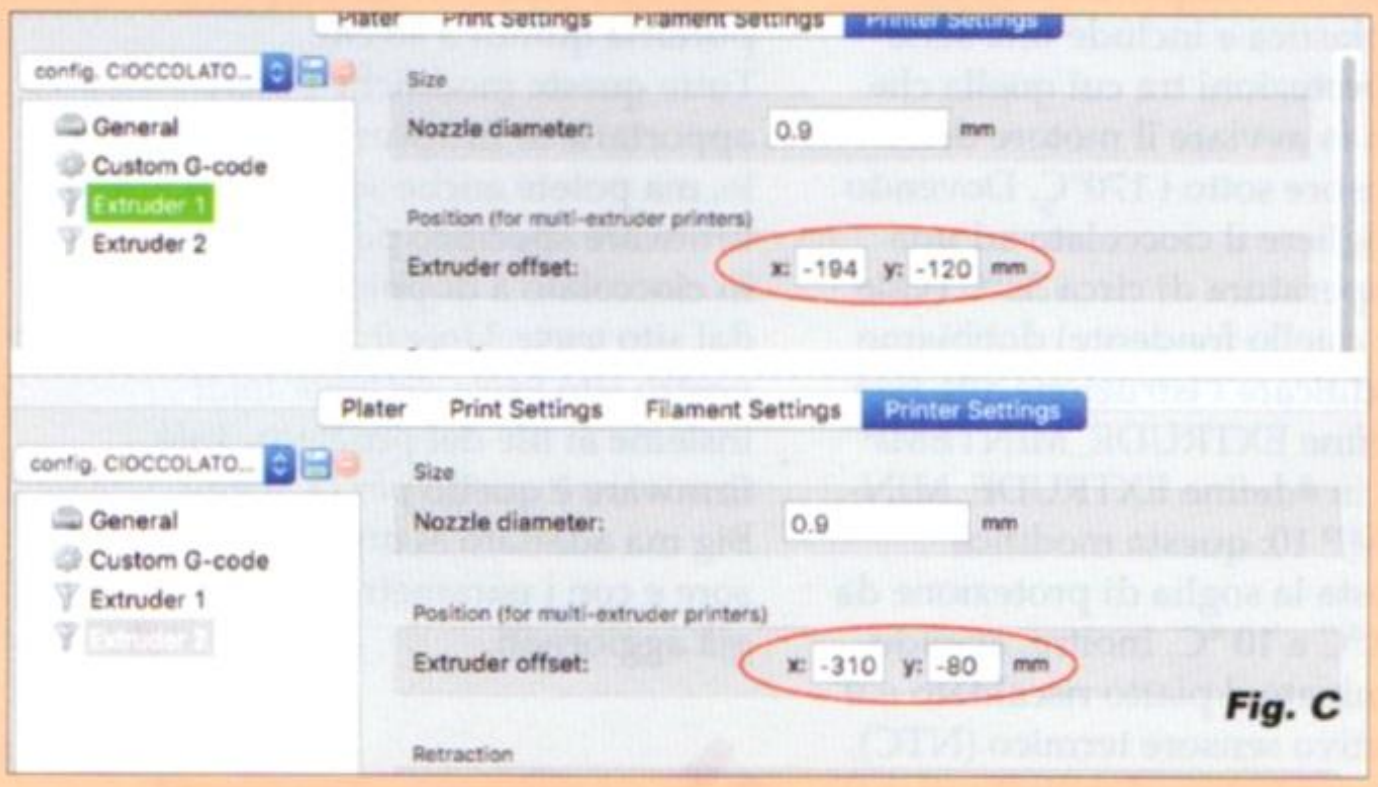


Fig. C

più piccolo e tagliatene quattro tubetti da 1,5 cm di lunghezza. Tagliate anche 4 cm di guaina di diametro più grande. Infilate sui quattro cavetti la guaina appena tagliata di maggior diametro e in seguito infilate su ciascun cavetto il termorestringente più piccolo. A questo punto saldate i quattro cavetti del connettore femmina ai quattro cavetti del flat-cable precedentemente stagnati, rispettando lo schema seguente:

- Blu del flat al Giallo del connettore femmina;
- Verde del flat all'Arancio del connettore femmina;
- Giallo del flat al Rosso del connettore femmina;
- Arancio del flat al Marrone del connettore femmina.

Fatto ciò, posizionate la guaina termorestringente più piccola sulle saldature e fatela restringere con un phon o una pistola ad aria calda. Ripetete quindi l'ultima operazione con la guaina di diametro maggiore, in modo da ricoprire completamente le giunture dei singoli cavetti.
Ora prendete il connettore femmina a due poli e separate per circa 2 cm i fili Rosso e Marrone, saldandoli poi ai fili con i relativi colori del connettore solo se avete deciso di montare la seconda ventola, inserendo -infine- il connettore femmina nella posizione "FAN2" (**Fig. 16**).

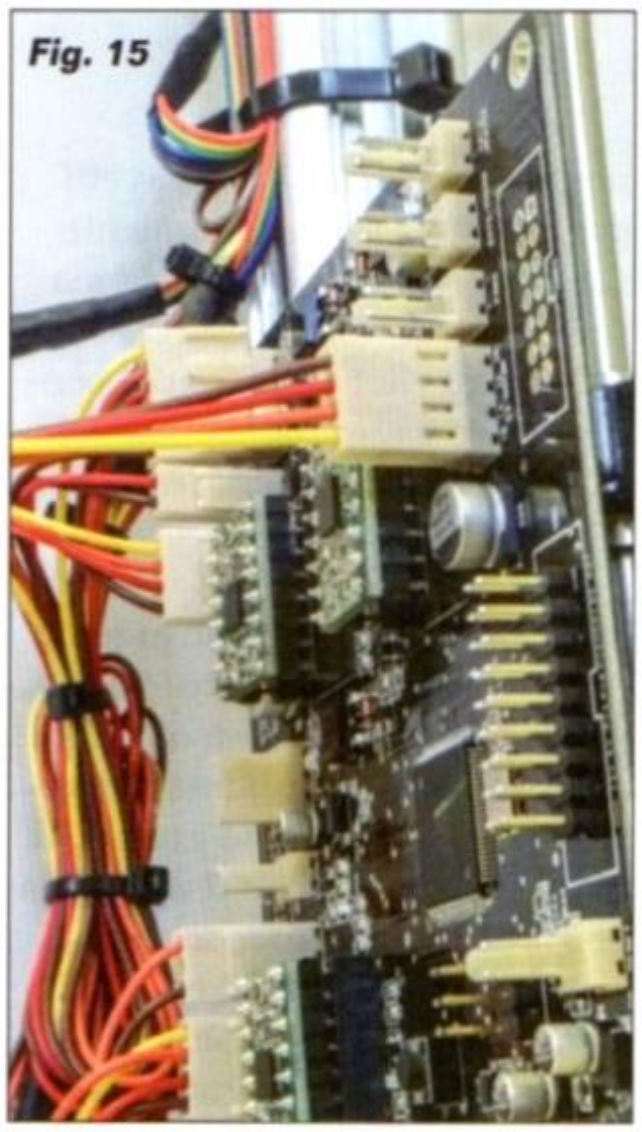


Fig. 15

Separate poi per circa 2 cm i fili Bianco e Nero, quindi spelarli per circa 5 mm e stagnarli. Prendete una guaina termo restringente con diametro più piccolo e tagliare due tubetti da 1,5 cm di lunghezza.
Tagliate anche 4 cm di guaina con diametro medio. Applicate sui due cavetti il termorestringente medio e su ciascuno di essi quello più piccolo, quindi saldate i due cavetti del con-

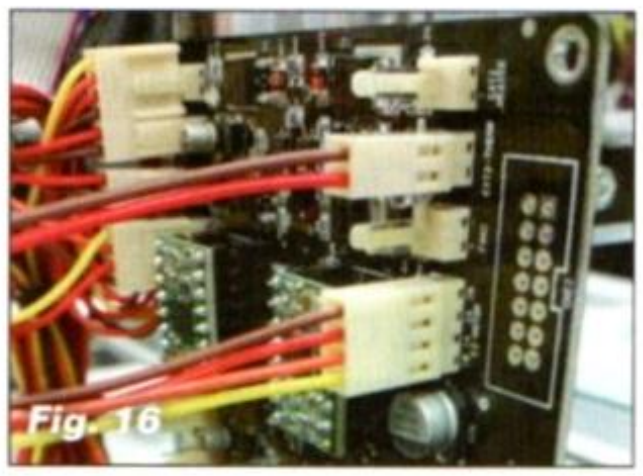


Fig. 16

Fig. 17

nettore femmina ai due cavetti del flat-cable precedentemente stagnati, rispettando lo schema seguente:

- Nero del flat al Rosso del connettore femmina;
- Bianco del flat al Marrone del connettore femmina.

Posizionate il termorestringente più piccolo sulle saldature e restringerlo con un phon o pistola ad aria calda, quindi fate scorrere sopra le giunture la guaina di diametro maggiore e riscaldatela per farla aderire ad esse. Adesso separate per circa 2 cm i fili Grigio, Viola, Blu e quelli Verde, Giallo, Arancio, poi spelate 5 mm tutti i cavetti e attorcigliate tra di loro i fili dei due gruppi. Stagnateli, quindi prendete il connettore femmina a due poli, che dovete inserire nel connettore maschio della scheda siglato "HEATER2" come mostrato in **Fig. 17**. Prendete la guaina termorestringente con diametro medio e tagliatene due tubetti da 1,5 cm di lunghezza. Infilate sui due cavetti (rosso e marrone) il termorestringente così ottenuto e uno spezzone lungo 4 cm di guaina più grande sull'insieme, quindi saldate i cavetti ai fili del del flat-cable rispettando lo schema seguente:

- Arancio, Giallo, Verde del flat al Marrone del connettore femmina;
- Blu, Viola, Grigio del flat al Rosso del connettore femmina.

Posizionate quindi il termorestringente medio sulle saldature e restringetelo con un phon o pistola ad aria calda, poi fare altrettanto con il termorestringente più grande. Il cablaggio è così terminato; per eventuali dubbi, consultate il disegno di cablaggio pubblicato nelle pagine precedenti.

IL FIRMWARE

Per operare col cioccolato è necessario impedire al riscaldatore dell'estrusore di raggiungere temperature che fanno perdere la tempra, condizione che renderebbe il cioccolato, una volta solidificato, non più consistente come all'origine. Il riscaldatore deve lavorare a temperature molto più basse di quelle previste dal firmware Marlin (installato nel microcontrollore della 3Drag); esso nasce per il controllo di stampanti 3D a fusione di plastica e include una serie di protezioni tra cui quella che non fa avviare il motore dell'estrusore sotto i 170°C. Dovendo sciogliere il cioccolato ad una temperatura di circa 33°C (vale per quello fondente) dobbiamo modificare l'istruzione alla riga #define EXTRUDE_MINTEMP 170 in #define EXTRUDE_MINTEMP 10: questa modifica sposta la soglia di protezione da 170 °C a 10 °C. Inoltre, avendo eliminato il piatto riscaldato e il relativo sensore termico (NTC), la temperatura del piatto rilevata sarà sempre zero, il che impedirà alla stampante di funzionare; per ovviare alla cosa dovete modificare la riga 169 mettendo a zero *min temp*: #define BED_MINTEMP 0. Un'altra modifica firmware da fare riguarda gli step/mm del motore dell'estrusore ed è imposta dalla differente meccanica di quest'ultimo; l'istruzione da ritoccare è #define DEFAULT_AXIS_STEPS_PER_UNIT {64.25,64.25,2560,600} che permettono un'estrusione fluida del cioccolato. L'ultimo parametro (600) indica la velocità di rotazione del motore. Per ottenere un'estrusione funzionale è necessario ridurre di dieci volte questo parametro, pertanto l'istruzione corretta diventerà #define DEFAULT_AXIS_STEPS_PER_UNIT {64.25,64.25,2560,60}. Un'ulteriore modifica al firmware riguarda il PID per il controllo della temperatura, per evitare che oscilli eccessivamente: l'istruzione #define DEFAULT_Kp 22.2 deve diventare #define DEFAULT_Kp 32.2. Bisogna poi modificare la riga n° 402 n° "#define INVERT_E1_DIR true" in "#define INVERT_E1_DIR false. Infine va modificata la riga n° 424 in #define X_MAX_POS 400 in modo da aumentare la massima dimensione del piatto e portarla quindi a 40 cm.
Tutte queste modifiche potete apportarle al firmware originale, ma potete anche scaricare il firmware specifico per la stampa in cioccolato a doppio estrusore dal sito *www.3drag.it*, ovvero dal nostro sito *www.elettronicain.it* insieme ai file del progetto. Tale firmware è quello per la 3Drag Big ma adattato al doppio estrusore e con i parametri suddetti già aggiornati.

per il MATERIALE

Tutto il materiale presentato in questo articolo può essere acquistato presso Futura Elettronica. La stampante 3DRAG in kit, versione 1.2, (cod. 3DRAG/K) è in vendita a 499,00 Euro, mentre la versione montata (cod. 3DRAG/M) è disponibile a 699,00 Euro. Il set di espansione per la stampante 3DRAG (cod. 3DRAGBIG) costa 84,50 Euro e il set estrusore Choco per 3DRAG (cod. 3DCHOCO) è in vendita a 178,00 Euro. Tutti i prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 - Fax: 0331-792287
http://www.futurashop.it

Microchip lancia l'IDE Cloud Based che permette lo sviluppo e la compilazione di firmware con supporto on-line, e in più offre la scheda di sviluppo per i micro a 8 bit, gratis ai primi 2.000 iscritti alla piattaforma!

MICROCHIP MPLAB: L'IDE VA SUL CLOUD

di BORIS LANDONI

In un mondo sempre più connesso e in un'elettronica, quella a microprocessore, dove sempre più importante si sta facendo il fenomeno delle community on-line, Microchip ha deciso di fare il grande passo e fornire in un sol colpo sia un ambiente di sviluppo a 360°, sia un ambiente di supporto basato sulla condivisione tra utenti ed esperti, in un unico contenitore localizzato sulla "nuvola"; come già era stato fatto con mbed per la piattaforma Nucleo di ST, Microchip ha inaugurato la sua nuova piattaforma di sviluppo e per l'occasione ha presentato una tanto nuova quanto speciale Evaluation Board, chiamata **Xpress**.

MPLAB Xpress Cloud Based Integrated Development Enviroment è in realtà più di una piattaforma: MPLAB X richiama l'ultimo IDE (ambiente integrato di sviluppo su cui la piattaforma è basata) di Microchip e press sta a significare express, ossia veloce, come promette (ed è, perché l'abbiamo visto coi nostri occhi alla conferenza stampa di presentazione tenutasi in febbraio a Monza) Microchip che sarà lo sviluppo di firmware per chi la utilizzerà. Cloud Based connota la remotizzazione della suite di strumenti, voluta per integrare il completo portafoglio di tools (IDE, MCC e compilatore) Microchip, costantemente aggiornati all'ultima versione, con un supporto fatto di esempi di firmware subito disponibili (si tratta di codice Microchip-validated) e un forum di discussione tra utenti e tra essi e gli esperti Microchip (MPLAB Xpress User Forum), che solo un servizio on-line può fornire.

Nel proporlo, il colosso dei microcontrollori ha fatto una considerazione: offrire un servizio come quelli che già esistono, fatto di esempi di codice e forum di discussione, da solo non bastava: infatti, anche scaricando un esempio di codice e integrandolo in un proprio progetto, lo sviluppatore doveva poi avere sul proprio computer già installata tutta la suite di tool, vale a dire l'MPLAB IDE della versione adatta al codice reperito, il compilatore (anche questo aggiornato per supportare sia il codice, sia il microcontrollore target) poi il configuratore di periferiche. A parte il tempo richiesto a reperire e scaricare i vari programmi, bisogna considerare il fatto che in computer condivisi come possono essere quelli di un'azienda, un'università o un hacker-

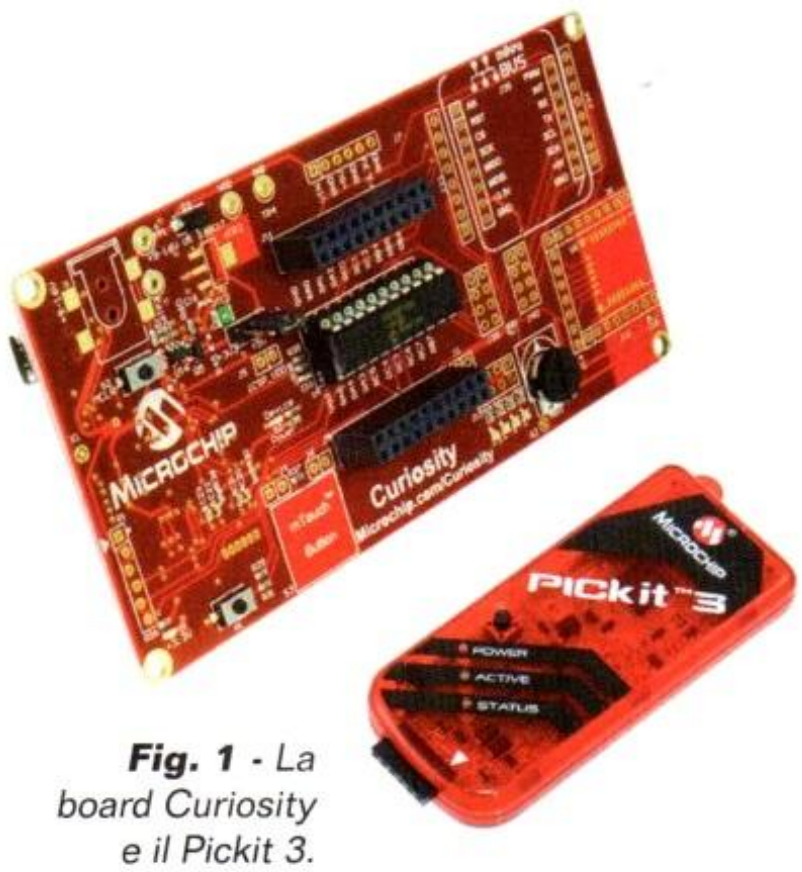


Fig. 1 *- La board Curiosity e il Pickit 3.*

space, l'utente che ha bisogno di sviluppare un firmware in un certo momento può non possedere le autorizzazioni (di solito riservate all'amministratore del sistema) necessarie a installare o aggiornare pacchetti software. Avere tutto sul web consente di bypassare tutte queste problematiche e -per quanto possa apparire di primo acchito strano- risparmiando tantissimo tempo; infatti Microchip ha pensato anche a vincere i timori di quanti considerano vincolante avere i propri strumenti di sviluppo sul Cloud perché vincolati alla velocità di connessione (soprattutto sul campo, quando ci si deve affidare a connessioni cellulari) e alla disponibilità dell'accesso a Internet e ce l'ha dimostrato dal vivo: per quanto riguarda lo sviluppo, la piattaforma interagisce con il computer del progettista solo quando esso scarica un esempio di codice (template), invia il proprio sorgente per ottenerne la compilazione e scarica l'hex da caricare nel proprio microcontrollore per la prova. Grazie alla tecnologia Ajax, infatti, il nostro PC manterrà tutti i dati sul PC e li invierà solo al momento richiesto. La potenza di calcolo dei server di Microchip permetterà di disporre in pochi istanti del file hex compilato per il target (vale a dire il microcontrollore) desiderato, più rapidamente di quanto non farebbe qualsiasi PC. Sui server di Microchip è possibile trovare già tutti i tool che occorrono a sviluppare codice, a verificarlo e testarlo, a compilarlo per un certo microcontrollore. Insomma, rispetto a scaricarsi e aggiornarsi i pacchetti uno per volta quando serve, si entra in MPLAB Xpress IDE e si dispone di tutto: l'IDE MPLAB X, i compilatori MPLAB XC, un'interfaccia per utilizzare l'MCC (Microchip Code Configurator) 3.0 per il setup di periferiche di microcontrollori basata su GUI, supporto per programmatori/debugger hardware ecc.

La community riunisce tutti gli utenti che intendono cooperare tra essi e con Microchip, condividendo conoscenze, codice e idee; a differenza di altri supporti online alla progettazione e sviluppo, Microchip consente l'accesso alla suite di tool a chiunque: infatti gli strumenti free sono utilizzabili anche senza registrarsi, mentre la registrazione (con un account myMicrochip) è richiesta per funzioni avanzate come l'inserimento di commenti nel forum di discussione (il caricamento e il download possono anche essere effettuati in forma anonima) e l'utilizzo di uno spazio di archiviazione di 10 GB sicuro dove salvare il proprio lavoro. La piattaforma prevede, oltre al forum e agli esempi di codice, un utile Wiki dove trovare suggerimenti, tips & tricks.

Il compilatore è disponibile gratuitamente a tutti gli utenti in versione free; per la versione Pro (a pagamento, accessibile comunque a una cifra simbolica) è disponibile in più l'ottimizzatore del codice, che è uno strumento capace di ottimizzare il sorgente, prima di compilarlo, allo scopo di risparmiare spazio occupato e quindi consentire l'utilizzo di microcontrollori con poca Flash, evitando di dover rivedere un progetto e cambiare il microcontrollore perché l'adeguamento di un firmware fa sforare rispetto allo spazio previsto.

L'HARDWARE A SUPPORTO

Lo sviluppo hardware Cloud-based viene supportato dalla piattaforma attraverso tre schede: l'affermata Curiosity Evaluation Board, il Pickit 3 collegato con il connettore ICSP alla scheda target desiderata (**Fig. 1**) e la novità presentata da Microchip in concomitanza con la presentazione della piattaforma. Si tratta della scheda Xpress Evaluation Board (**Fig. 2**), che contiene un microcontrollore target PIC16F18855 a 8 bit e un chip che realizza un'interfaccia USB Device di classe Mass Storage (viene quindi riconosciuto dal computer come disco rigido) e, nel contempo, una porta seriale virtuale su USB utilizzabile per il debug e la verifica del codice man mano che viene eseguito, ovvero l'aggiornamento in corso d'esecuzione. Il riconoscimento come unità di memoria di massa consente l'utilizzo immediato della board, perché appena riconosciuta dal sistema operativo, aprendo la periferica si trova un file *readme.htm* cliccando sul quale si viene indirizzati alla pagina web iniziale (landing page) della piattaforma

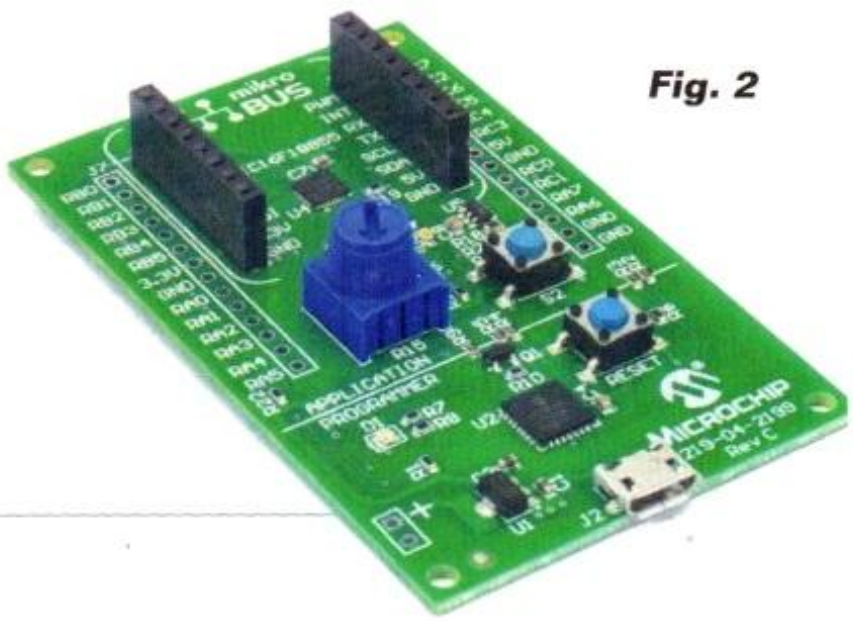


Fig. 2

MPLAB Xpress Cloud (**Fig. 3**): il massimo della semplicità! Da tale pagina si accede agli esempi di codice (**Fig. 4**) al Wiki (**Fig. 5**) ecc. La scheda, supportata direttamente da tutti i sistemi operativi (Windows, MacOS e Linux) integra anche un'interfaccia MikroBus, ossia il bus realizzato e standardizzato da Mikroelektronica e scelto da Microchip in virtù della gran quantità (oltre 180) di schede di espansione hardware chiamate Click Board, che possiamo paragonare agli shield di Arduino, e del quale è disponibile il supporto firmware (librerie) direttamente sulla piattaforma Cloud MPLAB Xpress Microchip. Questi shield permettono di testare tantissime applicazioni che fanno uso di periferiche d'ogni genere (quali ad esempio quelle di comunicazione come Bluetooth e WiFi), sensoristica ed attuatori, oltre che interfacce delle più svariate. La scelta di attingere al portafoglio di Mikroelektronica va nella direzione di allargare il più possibile il campo di utenza, dato che i prodotti di tale casa sono ormai diffusissimi. La piattaforma Cloud Microchip renderà disponibili tutti gli esempi di codice basati sulle Click Board adattati alla gestione dai propri microcontrollori.
Al momento della pubblicazione di questo articolo Microchip ha già attivato il supporto per lo sviluppo su target a 8 bit per consentire di utilizzare la Xpress Evaluation Board, che verrà offerta in omaggio ai primi 2.000 iscritti alla piattaforma Cloud! Chi arriverà tardi non dovrà preoccuparsi perché la board verrà resa disponibile a un prezzo simbolico appena al disotto dei 10 $: alla portata di tutte le tasche. Il supporto sarà esteso a metà anno anche alle piattaforme hardware Microchip a 16 e 32 bit.

Fig. 3

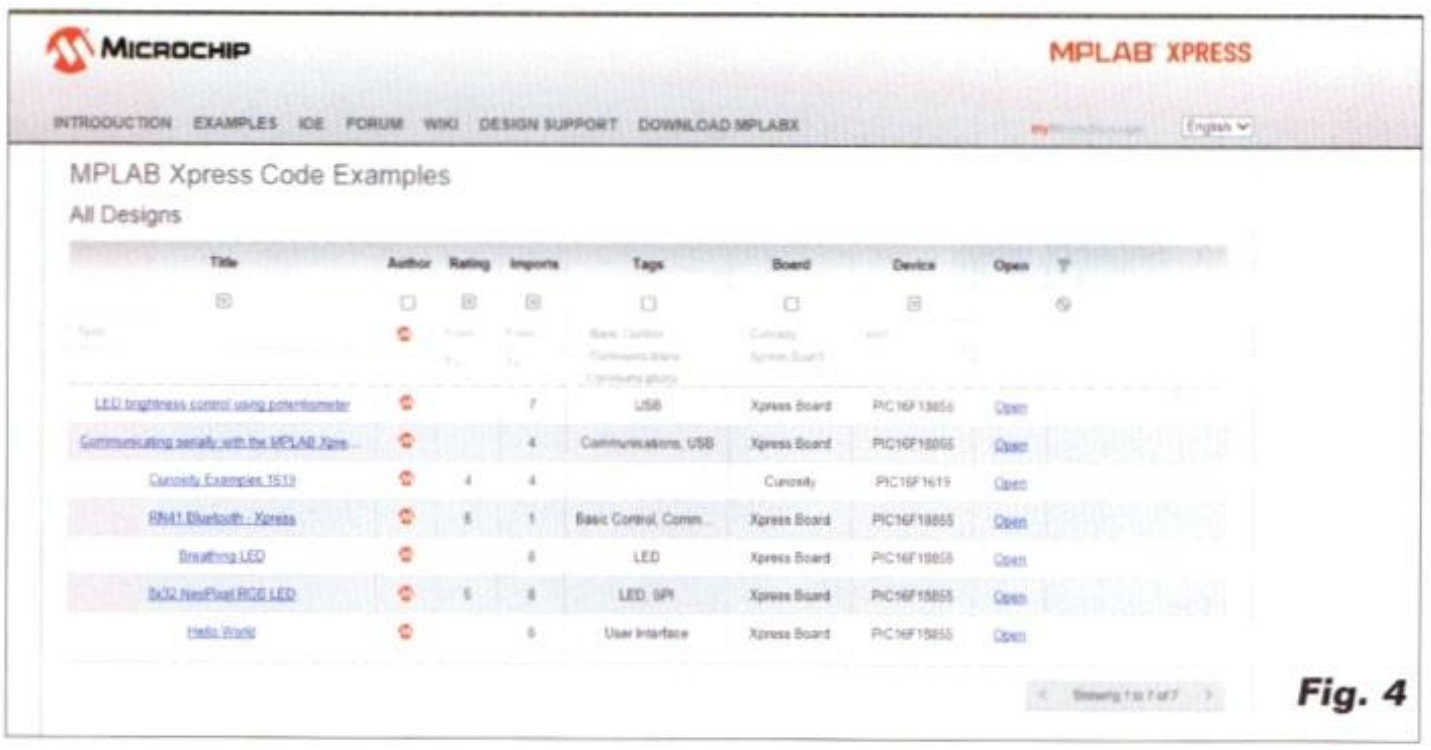


Fig. 4

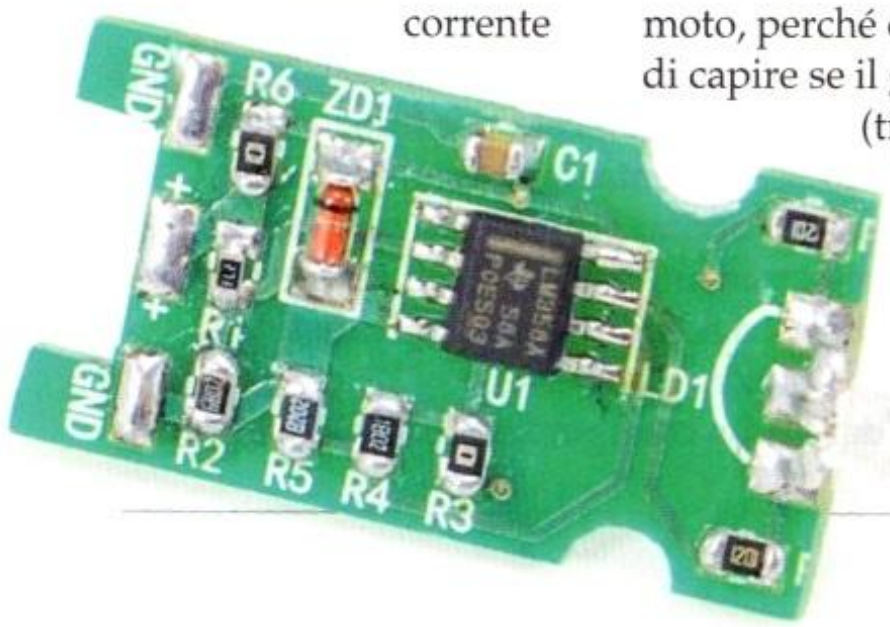
Fig. 5

INDICATORE STATO BATTERIA

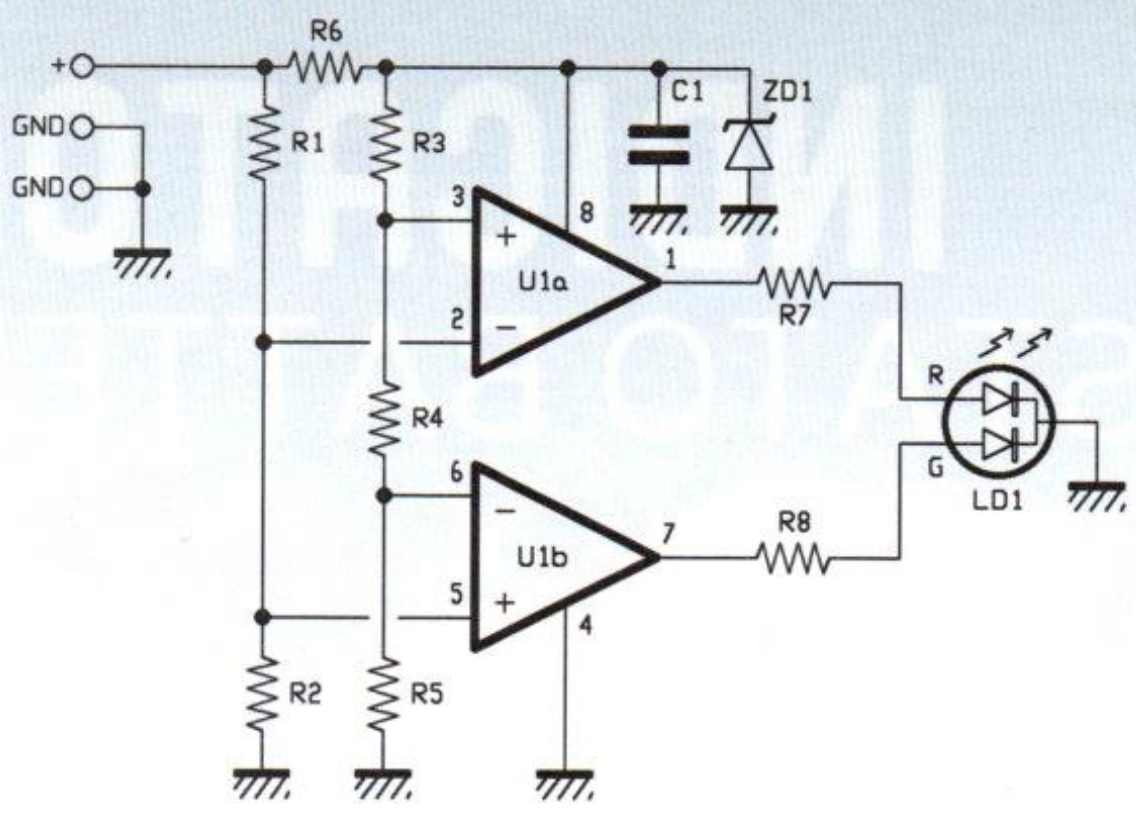
Inserito nella presa accendisigari, segnala mediante un LED bicolore il livello di tensione dell'impianto elettrico.

di DAVIDE SCULLINO

Soprattutto nella stagione fredda, conoscere la tensione alla quale si trova la batteria a motore spento ci permette di prevenire spiacevoli inconvenienti come il mancato avviamento del motore; infatti la tensione la dice lunga sulle condizioni dell'accumulatore, cioè sulla sua carica residua e sulla capacità che ha ancora di caricarsi e fornire la corrente di spunto richiesta dai motori per l'avviamento, specie se si tratta dei diesel, che notoriamente, in virtù del maggior rapporto di compressione (da 15:1 dei moderni turbodiesel ai 22:1 dei vecchi diesel aspirati) richiedono maggior potenza al motorino d'avviamento. Ma la tensione dell'impianto elettrico dell'auto dice molto anche a motore in moto, perché ci consente di capire se il generatore (tipicamente un alternatore) sta caricando correttamente o se qualche problema ne limita la tensione. Per queste ragioni, disporre nel quadrante di un voltmetro che indichi tale tensione è molto utile e ciò era opinione condivisa fino a qualche anno fa, quando sulle vetture di gamma media e alta veniva previsto; poi, un po' per risparmiare sui costi di produzione e un po' per la presunzione che la tensione può essere controllata dalla centralina affidando ad essa la segnalazione sul cruscotto, il voltmetro è sparito. Questa è la ragione per cui vi proponiamo un semplicissimo accessorio, realizzabile su un circuito stampato abbastanza miniaturizzato da entrare in una spina accendisigari, da tenere in auto per conoscere, mediante la luce prodotta da un LED bicolore, in che condizione sono la batteria e l'impianto elettrico dell'auto. Utilizzando un LED a due colori (rosso/verde) otteniamo una segnalazione verde se la tensione supera i 12 volt, gialla se è compresa tra 10,4 e 12 V e rossa se è inferiore a 10,4 V; quindi la luce rossa segnala che la batteria è scarica, quella gialla che è a tensione accettabile e quella verde che la batteria è ben carica.



[schema **ELETTRICO**]



Potete capire il significato di queste tensioni considerando che l'accumulatore dell'auto è del tipo a piombo acido, ossia un dispositivo elettrochimico reversibile, la cui struttura elementare (cella) consta di due piastre di piombo immerse in un liquido, detto elettrolito, che è acido solforico diluito (H_2SO_4) in acqua.
In condizioni di riposo, la tensione di una cella di batteria è di circa 2 V; cresce durante la ricarica e diminuisce durante la scarica (per ottenere un accumulatore da 12 V occorre quindi collegare sei celle in serie). Se si vuole considerare la tensione a vuoto ai morsetti come indice dello stato di carica (la batteria deve essere a riposo da almeno 6 ore e il voltmetro con cui si effettua la misura deve avere bassissimo assorbimento) la tensione di piena carica è 12,6V, scende a 12,2 V a metà carica, fino ad abbassarsi a meno di 11,5 V per la batteria scarica. Sotto i 10 volt la batteria non solo è scarica, ma se non viene ricaricata presto, le piastre vengono irrimediabilmente corrose dall'acido fino a rendere la batteria inservibile e non più ricaricabile.

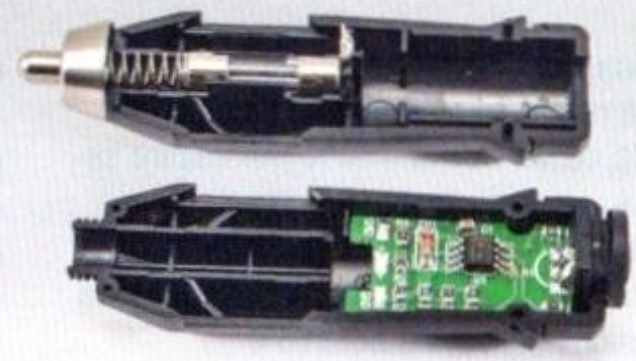
SCHEMA ELETTRICO

Bene, detto questo vediamo come è fatto il circuito che ci fornisce la segnalazione: lo schema elettrico ce ne mostra l'essenzialità, perché si tratta di un comparatore a scala di tensione, le cui uscite alimentano le due giunzioni di un LED bicolore rosso-verde a catodo comune.
La tensione d'ingresso del comparatore a scala viene prelevata dalla presa accendisigari direttamente e quindi è la differenza di potenziale presente tra + e – dell'impianto elettrico dell'automobile. Le due tensioni applicate come riferimento al comparatore vengono invece ricavate, sempre partendo dalla tensione dell'impianto elettrico dell'auto, però ricavando da essa una componente stabilizzata mediante il diodo Zener da 9,1 volt; avere dei riferimenti di tensione stabilizzati permette di ottenere un funzionamento del comparatore indipendente dalle fluttuazioni della tensione dell'impianto elettrico. Se così non fosse e i riferimenti venissero presi dalla tensione d'alimentazione senza operare alcuna stabilizzazione, le soglie di commutazione dei singoli comparatori si sposterebbero in base alla tensione dell'impianto dell'automobile e quindi l'indicazione fornita dal LED sarebbe falsata, in quanto se la tensione della batteria sale anche le soglie si alzano e può capitare di avere dal LED bicolore la luce gialla anche se la batteria in realtà è ben carica, ovvero di avere la luce verde o gialla quando non è carica.
Ma andiamo con ordine e vediamo che il + (collegato al +12V dell'auto, ovvero al puntale della spina accendisigari) alimenta sia il partitore resistivo formato da R1 ed R2, sia la R6, che è la resistenza zavorra del diodo Zener; quest'ultimo stabilizza idealmente a 9,1 volt la tensione ai propri capi, che viene filtrata dal condensatore per evitare che disturbi impulsivi presenti nell'impianto elettrico dell'auto (prodotti ad esempio dalle spazzole del motorino d'avviamento, da quello del tergicristallo o da quelli degli alzacristalli elettrici) possano alterare il funzionamento del comparatore a scala. Con la tensione stabilizzata dallo Zener alimentiamo anche il doppio operazionale, in modo da ottenere un funzionamento stabile dei comparatori.
La tensione dello Zener alimenta un partitore resistivo multiplo, che nello specifico è formato da R3, R4, R5 e fornisce il potenziale di riferimento all'ingresso non-invertente dell'operazionale U1a e a quello non-invertente dell'U1b; l'operazionale utilizzato è un LM358 in versione SMD e l'abbiamo preferito a classici come ad esempio il TL082, perché è predisposto per funzionare ad alimentazione singola e la sua uscita, proprio con una sola alimentazione riferita a massa, riesce a scendere praticamente fino a zero volt.
La configurazione degli opera-

zionali è quella del comparatore a scala, cosiddetta perché i due comparatori hanno riferimenti di tensione (ovvero quelli che decidono la soglia di commutazione delle rispettive uscite) consecutivi: quello di U1b è fornito dalla resistenza R5 che fa partitore con la somma di R3 ed R4 (in questo caso supponiamo gli operazionali ideali, quindi imponiamo che non assorbano alcuna corrente dagli ingressi), mentre quello di U1a è fornito dalla somma di R4 ed R5, che fanno partitore con R3. Per effetto di ciò, l'ingresso invertente dell'U1b riceve 7,46V e quello non-invertente dell'U1 è sottoposto a 9,09 volt; i comparatori hanno l'ingresso in comune (il piedino 2 dell'U1a è collegato insieme al 5 dell'U1b) e alimentato da un partitore resistivo (R1/R2) che riceve tensione dall'ingresso del circuito, ovvero che riduce di un fattore 0,716 la tensione dell'impianto elettrico dell'auto. Per effetto di ciò, il comparatore inferiore (U1b) ha l'uscita a zero volt quando la tensione d'ingresso del circuito è minore di 10,4 V, mentre quello superiore (U1a) in tale condizione presenta l'uscita a livello alto (poco meno di 9 V); quindi con tensione della batteria sotto i 10,4 V, del LED bicolore si accende solo la giunzione a luce rossa. Se la tensione è più alta, ma compresa tra 10,4 e 11,6 V, l'uscita del comparatore U1a rimane a livello alto però quella dell'U1b, visto che adesso l'ingresso invertente viene a trovarsi meno positivo del non-invertente, passa a livello alto e fa accendere la giunzione verde del LED bicolore. Essendo accesa contemporaneamente quella rossa, il diodo emette luce gialla (due luci, una verde e una rossa fanno luce gialla).
Infine, se la tensione supera 12V, che corrispondono a oltrepassare la soglia di commutazione del comparatore U1a, l'uscita di quest'ultimo passa a zero logico (perché l'ingresso invertente diviene più positivo del non-invertente) e lascia spegnere il diodo rosso; siccome quella dell'U1b rimane a livello alto, il LED bicolore si accende di verde.

REALIZZAZIONE PRATICA

Il circuito va realizzato con un circuito stampato di dimensioni talmente piccole che può essere inserito in una spina accendisigari, ovvero montato per conto suo nel quadro strumenti in qualsiasi anfratto. La basetta si realizza per fotoincisione partendo dalle tracce lato rame che trovate nel nostro sito *www.elettronicain.it* tra i file del progetto; tenete comunque presente che in virtù della semplicità circuitale potete cablare i pochi componenti occorrenti su un pezzetto di basetta millefori. Se optate per il montaggio su circuito stampato ricordate che i componenti previsti (ad eccezione del LED bicolore) sono in SMD, quindi dovete disporre, oltre che di una buona vista e mano ferma, di un saldatore da non più di 20 W di potenza a punta fine, di filo di lega saldante del diametro di non oltre 0,5 mm, di una pinzetta per posizionare i componenti ed eventualmente di pasta flussante per agevolare lo scioglimento dello stagno e le saldature. Per la



disposizione dei componenti riferitevi al disegno di queste pagine, ricordando che nel LED bicolore il catodo comune è il terminale centrale, quello vicino allo smusso (che di solito è il reoforo piegato due volte ad angolo retto...) è l'anodo della giunzione a luce rossa e quello opposto corrisponde all'anodo della giunzione a luce verde (**Fig. 1**); se vi è più comodo, il catodo è il terminale più lungo, il reoforo più corto è l'anodo della giunzione del diodo verde e il terminale che resta è l'anodo della giunzione a luce rossa. Il LED bicolore va montato piegandone i terminali ad angolo retto in modo che spunti dal lato corto della basetta, così da poter uscire dalla spina accendisigari, ovvero dalla parete in cui lo monterete.
Completato il circuito, procuratevi una spina accendisigari, apritela e inseritelo facendo spuntare il LED dal passacavo; con due fili, collegatene i capi + e – rispettivamente al contatto centrale a molla della spina e a alle lamine laterali. Per evitare contatti accidentali con le lamine laterali, che sono a massa, quindi cortocircuiti, vi consigliamo di isolare la basetta inserendola in

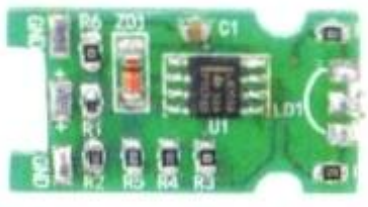
[piano di **MONTAGGIO**]

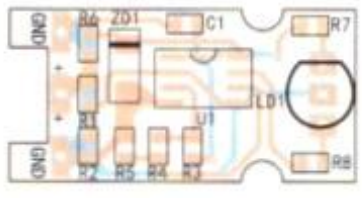
Elenco Componenti:

R1: 27 kohm (0805)
R2: 68 kohm (0805)
R3, R6: 100 ohm (0805)
R4: 18 kohm (0805)
R5: 82 kohm (0805)
R7, R8: 1,2 kohm (0805)
U1: LM358ADR

LD1: LED Bi colore 3mm
ZD1: Zener 9,1V 500mW

Varie:
- Spina accendisigari
- Circuito stampato S1245





La tensione della batteria

Il circuito descritto in queste pagine è utile non solo per monitorare lo stato della batteria, ma anche per capire se essa viene caricata correttamente a motore acceso e quindi se il generatore funziona bene. Il monitoraggio della tensione a motore acceso è divenuto importante negli ultimi anni perché in molte automobili moderne è sparita la tradizionale spia di carica della batteria, che era una lampadina comune collegata tra il positivo di uscita dell'alternatore e il + del raddrizzatore dell'alternatore dedicato al comando della spia (è un raddrizzatore trifase collegato in parallelo a quello di potenza) e come tale quando la tensione fornita alla batteria calava (perché il generatore non riusciva a fornire corrente) cominciava ad accendersi debolmente fino a illuminarsi a pieno quando il generatore smetteva di caricare. Oggi è uso comune far leggere la tensione di carica alla centralina dell'auto tramite un bus LIN (bus dati per servizi periferici): nel regolatore di carica c'è un ADC che campiona la tensione e la digitalizza, per poi inviarla via LIN alla centralina dell'auto, la quale sotto una certa soglia ritiene che il generatore non carichi e fa accendere la spia nel quadro, mentre al disopra considera tutto ok. Succede così che se l'alternatore fornisce una tensione troppo bassa (ad esempio perché non riesce a fornire la corrente richiesta a causa di un danno alla piastra diodi o alle spazzole o al collettore), la batteria si carica sempre meno e un brutto giorno ci lascia a piedi; il tutto con buona pace della centralina, che non se ne accorge e non accende la spia. Eh, sì: la centralina purtroppo è "stupida" e ha una soglia di rilevamento sopra la quale ritiene che l'alternatore carichi; quindi, ad esempio, se la batteria si mantiene anche a 12 volt, malgrado l'alternatore le fornisca 13÷14 volt (in questo caso non la sta caricando), per la centralina va tutto bene e la spia del generatore non si accende. Altro esempio di come troppa tecnologia faccia peggio dei sistemi tradizionali. L'unico modo per smascherare questa situazione è monitorare la tensione a motore acceso.

un pezzo di termorestringente che l'avvolga (da scaldare con il phon tenendone parzialmente chiusa la presa d'aria per far salire la temperatura quanto basta...) o avvolgendola con del nastro isolante. Lo stesso accorgimento è utile se decidete di montare il circuito fisso dietro un pannello del quadro strumenti (in questo caso serve praticare un foro per far uscire il LED. Un montaggio alternativo può essere all'interno di un piccolo contenitore plastico collegato al positivo sotto chiave dell'impianto dell'auto mediante della piattina rosso-nera da 2x0,5 mm. Se optate per l'accendisigari, ricordate questi due particolari: raramente (è il caso di alcune recenti automobili Audi) la presa accendisigari è preceduta da uno stabilizzatore di tensione che fissa a 12 volt la tensione disponibile a prescindere dalla tensione fornita dal generatore a motore acceso; in questo caso non potete inserire il circuito dell'accendisigari ma dovete collegarlo all'impianto elettrico, localizzando la linea positiva sotto chiave. Attenzione anche ad auto che non hanno la presa accendisigari commutabile dalla chiave del quadro, perché in questo caso il circuito rimane sempre alimentato e malgrado assorba poco, a lungo andare contribuisce a scaricarvi la batteria. Nelle moderne automobili la presa accendisigari comunque è commutata da un relé che la alimenta quando si aprono le portiere e la sconnette dopo qualche decina di secondi dalla chiusura delle stesse o subito dopo la chiusura delle serrature.

Bene, una volta effettuata l'installazione, se entrando in auto girate la chiave e vedete la luce rossa, è molto probabile che non riuscirete a partire, mentre la luce verde vi indicherà che potete andare tranquilli; il LED giallo significa che la batteria non si è caricata bene o che sta cominciando a degradare e non si riesce a caricare a dovere, quindi è il caso di pensare a sostituirla. Notate che un test più approfondito si può fare sui veicoli diesel nell'avviamento mattutino d'inverno, giacché girando la chiave del quadro in posizione MAR (quadro acceso, ossia posizione in marcia) si inseriscono per qualche istante le candelette di preriscaldo (la condizione viene evidenziata dall'accensione della spia corrispondente) e la batteria viene messa a dura prova, dato che le candelette sono resistenze di bassissimo valore che allo spunto assorbono anche più di 20 ampere ciascuna. Se all'accensione delle candelette (verificate con la spia) il circuito mostra la luce gialla, la batteria è in condizioni accettabili, mentre se si accende di verde significa che la batteria non fa una piega neppure se è sovraccaricata, quindi è in ottime condizioni.

per il MATERIALE

Tutti i componenti utilizzati in questo progetto sono di facile reperibilità. Il master del circuito stampato può essere scaricato dal sito della rivista.

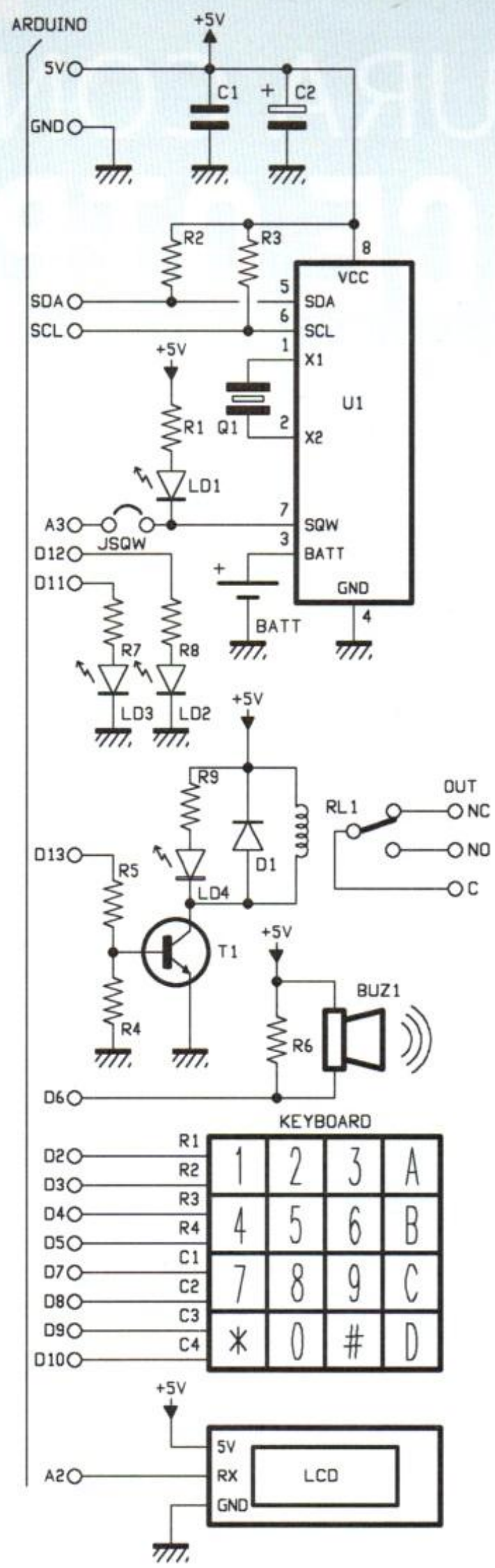
Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 - Fax: 0331-792287
http://www.futurashop.it

SERRATURA CON CODICE OTP

dell' Ing. LUCA DENTELLA

Realizziamo una serratura a comando elettrico che si apre grazie ad un codice, sempre diverso, generato dal nostro cellulare sulla base di un algoritmo che tiene conto dell'orario.

Se siete clienti di una banca on-line, probabilmente già utilizzate un apparecchio chiamato "token" per accedere ai servizi di home-banking o per autorizzare le operazioni. Questi dispositivi, spesso simili a dei portachiavi, sono dotati di un display sul quale appare -ogni tot secondi o alla pressione di un tasto- un codice numerico sempre differente chiamato OTP (one-time password); il codice è tipo un rolling-code dei radiocomandi a elevata sicurezza e viene generato con un algoritmo pseudo-casuale che tiene conto anche del timestamp, ossia dell'orario attuale. Recentemente hanno iniziato a diffondersi anche i soft-token, ovvero applicazioni per smartphone che generano i medesimi codici senza la necessità di avere con sè un ulteriore dispositivo fisico.



Il progetto che vi presentiamo in questo articolo vi consentirà di realizzare una serratura che può essere aperta inserendo, tramite un tastierino alfanumerico, un codice generato da un'applicazione presente sul vostro smartphone. Come vedremo sarà possibile, tramite semplici modifiche allo sketch di Arduino, legare una serratura ad uno o più cellulari e modificarne il comportamento.

IL CODICE OTP

La generazione dei codici OTP parte da alcuni dati iniziali cui viene applicato un algoritmo, ovvero una serie di operazioni matematiche che trasformano tali dati in un codice numerico. L'algoritmo è deterministico: partendo dai medesimi dati iniziali, si ottiene sempre lo stesso codice. Perché il codice generato cambi, è quindi necessario che almeno uno dei dati di partenza sia variabile; allo scopo i token più diffusi utilizzano come dato variabile il numero di clic sul pulsante (quindi ad ogni pressione del pulsante viene generato un nuovo codice) oppure un valore legato a data e ora attuali. Non c'è normalmente comunicazione diretta tra chi genera i codici (nel nostro caso l'applicazione sul cellulare) e chi li valida (la serratura): la verifica del codice inserito avviene grazie al fatto che entrambi condividono gli stessi dati di partenza e lo stesso algoritmo e quindi possono, in ogni istante, generare il medesimo codice (vedi **Fig. 1**).
Esistono diversi algoritmi per la generazione dei codici e alcuni produttori utilizzano, inoltre, sistemi chiusi, rendendo i propri token compatibili solo con applicazioni "certificate". Per il nostro progetto, abbiamo deciso di adottare un algoritmo open, definito dalla specifica RFC6238 – "TOTP: Time-Based One-Time Password Algorithm" (*https://tools.ietf.org/html/rfc6238*); in questo modo sarà possibile generare i codici da una qualsiasi applicazione o token fisico compatibile con tale specifica.
L'algoritmo si basa su una chiave segreta (*shared secret*) e sul valore di *timestamp Unix*, ovvero il numero di secondi trascorsi dalla data Epoch, corrispondente alla mezzanotte del giorno 01/01/1970. Molto importante, lo vedremo nuovamente in seguito, è che tale timestamp sia espresso secondo il fuso orario UTC e che smartphone e serratura siano sincronizzati proprio con l'orario. Se ormai tutti i cellulari si mantengono sincronizzati automaticamente via Internet, per la nostra serratura sarà fondamentale avere a disposizione un "orologio" quanto più preciso possibile, che nello specifico otteniamo con un modulo RTC.
Per generare dei codici che variano ogni *n* secondi, si divide il timestamp per la durata in secondi desiderata e si prende il solo quoziente della divisione: tale numero sarà costante per tutta la durata dell'intervallo. Nella **Tabella 1** vediamo alcuni esempi per capire meglio il meccanismo.

L'HARDWARE

La serratura che realizzeremo sarà basata su una scheda Arduino, al quale applicheremo

Tabella 1

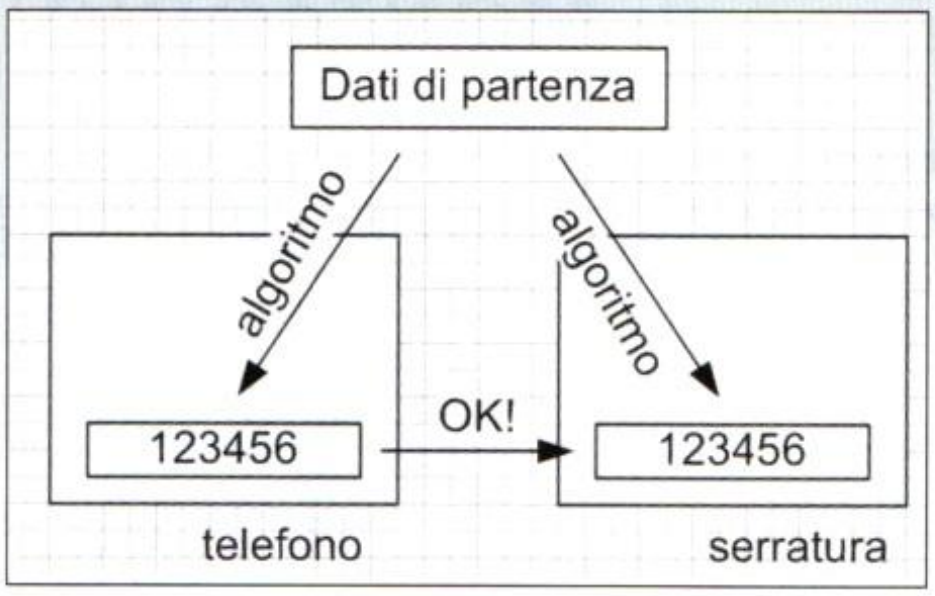
Data e ora	Unix timestamp	Unix timestamp/30
01/01/2016 08:00:00	1451635200	48387840
01/01/2016 08:00:10	1451635210	48387840
01/01/2016 08:00:31	1451635231	48387841
01/01/2016 08:00:59	1451635259	48387841
01/01/2016 08:01:05	1451635265	48387842

uno shield cui collegheremo:

- un tastierino alfanumerico a membrana per l'inserimento dei codici;
- un display seriale per visualizzare lo stato della serratura e i codici inseriti;
- un relé per attivare un carico esterno (ad esempio una elettroserratura) se il codice inserito è corretto;
- un buzzer per generare segnalazioni acustiche;
- due LED (uno rosso e l'altro verde) per visualizzare lo stato della serratura;
- un RTC (*real-time clock*) per avere a disposizione sempre un valore di timestamp aggiornato e corretto;
- una batteria tampone per alimentare l'RTC anche se la scheda non è alimentata.

Per rendere più facile la realizzazione del progetto, abbiamo preparato uno shield che comprende tutti i componenti sopra elencati, il cui schema elettrico è illustrato in queste pagine. Il Real Time Clock è un integrato DS1307 della Maxim/Dallas e si avvale di un quarzo (Q1) da 32.768 kHz che fornisce la frequenza base per l'oscillatore interno; l'integrato è un contatore BCD che conta secondi, minuti, ore, giorni, mesi e anni, provvisto di 56 byte di RAM statica non volatile; il componente determina automaticamente quali sono i mesi con meno di 31 giorni e ad effettuare la correzione per l'anno bisestile.

Fig. 1

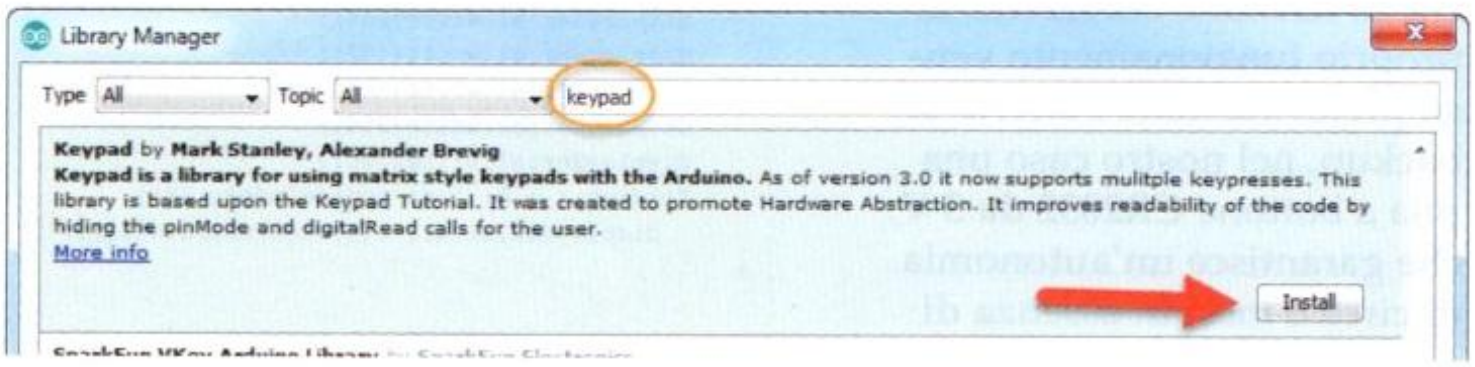


Listato 1

```
// configurazione della tastiera
#define KEY_ROWS        4
#define KEY_COLUMNS     4

char keys[KEY_ROWS][KEY_COLUMNS] = {
  {'1','2','3','A'},
  {'4','5','6','B'},
  {'7','8','9','C'},
  {'*','0','#','D'}
};

byte rowPins[KEY_ROWS] = {5, 4, 3, 2};
byte colPins[KEY_COLUMNS] = {10, 9, 8, 7};
Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, KEY_ROWS, KEY_COLUMNS);
```

L'orologio può operare nelle modalità 12 o 24 ore, con indicazione delle ore antimeridiane (AM) e di quelle pomeridiane (PM). Le informazioni sull'ora e la data vengono collocate in un apposito registro e trasferite all'esterno al microcontrollore di Arduino mediante l'I²C-bus del quale il chip è provvisto; Arduino fa da unità master dell'I²C-Bus, mentre il chip della Maxim-Dallas è lo slave. Oltre a ciò, il DS1307 dispone di un'uscita di clock programmabile: più esattamente, rende disponibile un'onda quadra ricavata dalla frequenza di clock dell'orologio (determinata, a sua volta, dal quarzo da 32.768 kHz collegato ai piedini 1 e 2) che, mediante un apposito divisore interno, può essere divisa di frequenza ottenendo 1 Hz, 4.096 kHz, 8.192 kHz o l'intero clock.
Le frequenze ottenibili non sono state scelte a caso: per esempio, 1 Hz può servire a far lampeggiare i due punti o il punto dei secondi di un eventuale display che mostra l'ora, in un'applicazione da orologio stand-alone. La condizione dell'uscita di clock ausiliario (SQWE, piedino 7) si definisce impostando opportunamente lo stato logico dei bit RS0 (0) ed RS1 (1) del registro di controllo, secondo quanto mostrato nell'apposito riquadro; ad esempio, 1 Hz si ottiene con entrambi i bit a zero. Si noti che quando sia il quarto (SQWE) che il settimo bit (OUT) si trovano a zero logico, l'uscita di clock si pone fissa a

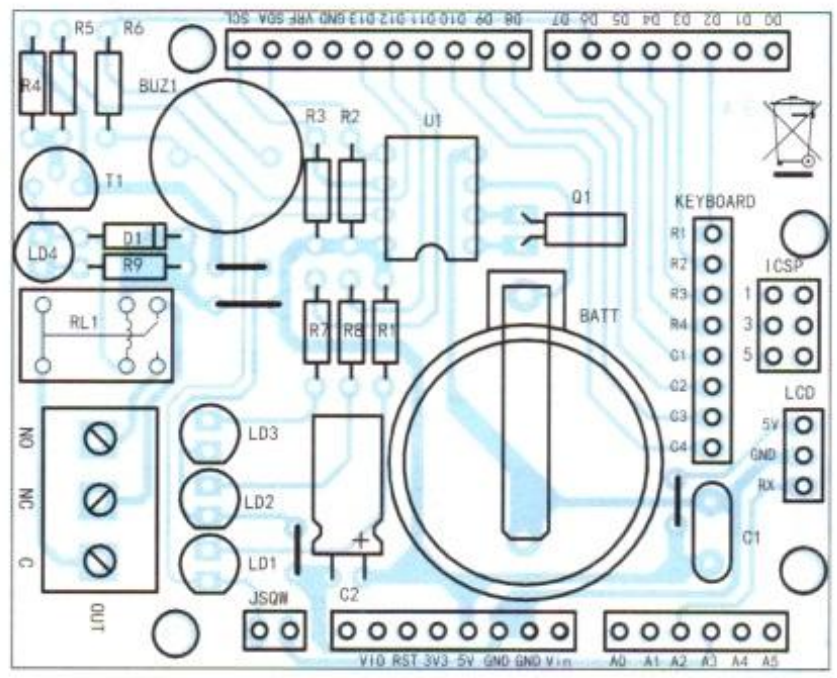
Fig. 2

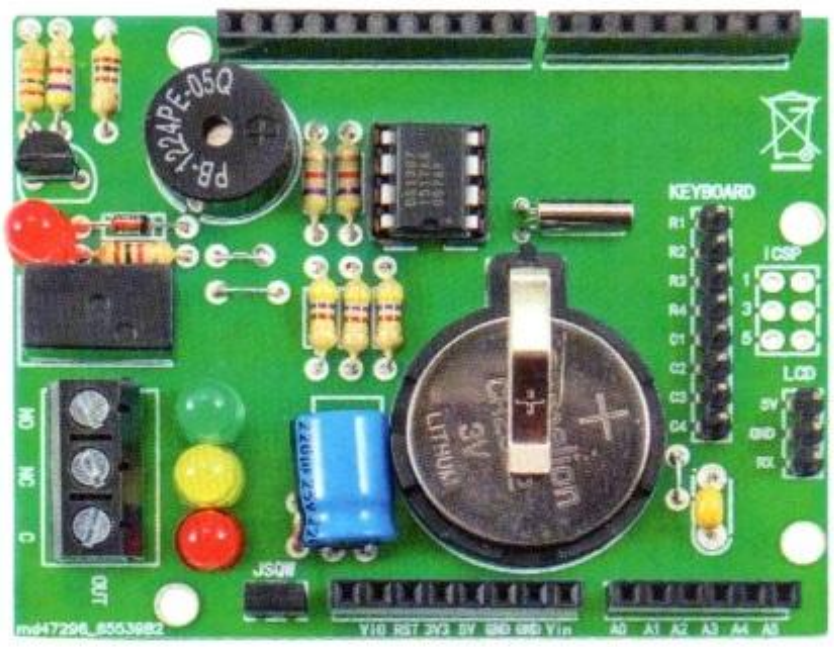


[piano di **MONTAGGIO**]

Elenco Componenti:

R1: 470 ohm
R2: 4,7 kohm
R3: 4,7 kohm
R4: 10 kohm
R5: 4,7 kohm
R6: 100 ohm
R7: 470 ohm
R8: 470 ohm
R9: 1 kohm
C1: 100 nF ceramico
C2: 220 μF 16 VL elettrolitico
D1: 1N4148
LD1: LED 5mm verde
LD2: LED 5mm giallo
LD3, LD4: LED 5mm rosso
T1: BC547
RL1: Relé minaitura 5V
BUZ1: Buzzer senza elettronica
Q1: Quarzo 32,768 kHz
BATT: Porta batteria CR2032
U1: DS1307
LCD: Display LCD seriale





Varie:
- Morsetto 3 vie
- Strip maschio 2 vie
- Strip maschio 3 vie
- Strip maschio 8 vie
- Strip Maschio/Femmina 6 vie
- Strip Maschio/Femmina 8 vie (2 pz.)
- Strip Maschio/Femmina 10 vie
- Strip Maschio/Femmina 2x3 vie
- Zoccolo 4+4
- Jumper
- Batteria CR2032
- Tastiera a membrana 4x4
- Circuito stampato S1234

livello basso; se, invece, il bit 7 è ad uno logico e il 4 a zero, l'uscita assume costantemente lo stato alto. Nel nostro shield l'uscita SQW pilota in modo sink un LED, facendolo pulsare alla stessa frequenza dell'onda quadra prodotta; inoltre, tramite il ponticello JSQW possiamo decidere se far leggere o no ad Arduino, tramite la linea A3, il segnale corrispondente.
Come accennato, questo clock ausiliario può servire per attivare dei visualizzatori o scandire certe sequenze: per esempio far suonare un cicalino ogni secondo, il tutto senza impegnare Arduino in routine di temporizzazione.
Il DS1307 dispone anche di un circuito di controllo in grado di verificare la mancanza o l'insufficienza dell'alimentazione principale (Vcc) e fare in modo che la tensione occorrente al proprio funzionamento venga prelevata dalla batteria di backup, nel nostro caso una pila a bottone CR2032 da 3 V, che garantisce un'autonomia di circa 6 mesi in assenza di alimentazione e che deve essere collegata tra il piedino 3 (Vbat) e la massa (pin 4, ossia GND).
La sezione di controllo dell'alimentazione è dimensionata in modo da svolgere due compiti: preservare la memoria in cui sono contenuti i dati sull'ora e la data attuali e mantenere attivo il contatore dell'orologio. Il primo viene svolto conservando nella RAM non volatile le informazioni corrispondenti, mentre il secondo è espletato dall'alimentazione di riserva presa dalla pila o batteria tampone collegata fra il piedino 3 e il 4. La sezione di controllo dell'alimentazione interviene sulle altre funzioni del DS1307, bloccando la comunicazione con l'I²C-bus e la generazione dell'eventuale segnale di clock ausiliario SQW, in modo da minimizzare il consumo di energia ed estendere quanto più possibile l'autonomia. L'intervento della protezione avviene quando la tensione letta tra il piedino dell'alimentazione principale (8) e massa (4) è minore di 1,25 volte la tensione della pila.
Il modulo RTC, che deve essere alimentato con una tensione

Listato 2

```
void pulisciSchermo() {

  displaySerial.write(254);
  displaySerial.write(128);
  displaySerial.write("                    ");
  displaySerial.write("                    ");
}

void aggiornaSecondaRiga() {

    displaySerial.write(254);
    displaySerial.write(192);
    displaySerial.write("PIN -->          ");
    displaySerial.write(254);
    displaySerial.write(200);
    for(int i = 0; i <= codiceIndex; i++)
      displaySerial.write(codiceInserito[i]);
}
```

continua ben stabilizzata del valore di 5 volt, assorbe una corrente (davvero esigua) dell'ordine di 1,5 milliampere, che scende a 500 nA quando ad alimentarlo è la pila. I 5 volt vengono prelevati dall'omonima linea di Arduino (5V).
Per conoscere l'ora e la data, Arduino deve interrogare il DS1307 mediante l'I²C-bus di cui il chip è provvisto; ad ogni interrogazione, il DS1307 risponde inviando all'ATmega (sempre lungo il suo bus I²C) la risposta e le informazioni su ora e data. Nel nostro shield l'RTC è quindi collegato ai due pin SDA e SCL di Arduino; le due resistenze da 1 kohm R2 ed R3 fungono da resistenze di *pull-up* per il bus I²C, che serve al microcontrollore ATmega di Arduino a interrogare il DS1307 per chiedergli l'orario e leggerlo.
Il relé è comandato dal pin 13 di Arduino tramite il transistor T1; mentre il diodo D1 serve a sopprimere la tensione inversa che la bobina del relé genera quando il transistor va in interdizione.
Il LED LD4, collegato con la sua resistenza in serie e a sua volta in parallelo alla bobina del relé, si accende quando RL1 è attivo. Due ulteriori LED, uno rosso e uno giallo, sono collegati ai pin 11 (LD3) e 12 (LD2) di Arduino tramite due resistenze di limitazione della corrente. Il cicalino viene pilotato dal pin 6 di Arduino.
Sullo shield, infine sono presenti due connettori a strip: uno a 8 pin cui collegare la tastiera a membrana e uno a 3 pin a cui collegare il display LCD a interfaccia seriale. La morsettiera tripolare consente invece di collegare un carico esterno al relé: il contatto centrale della morsettiera è il normalmente chiuso (NC), mentre quelli laterali sono il contatto normalmente aperto (NO) e quello comune (C).

Listato 3

```
DateTime now = rtc.now();
  long GMT = now.unixtime();
  long timeStep = GMT / 30;

  bool codiceOk = false;
  for(int i = -1; i <= 1; i++) {
 har* codiceGenerato = totp.getCodeFromSteps(timeStep + i);
    if(strcmp(codiceInserito, codiceGenerato) == 0) codiceOk = true;
  }
```

Fig. 3

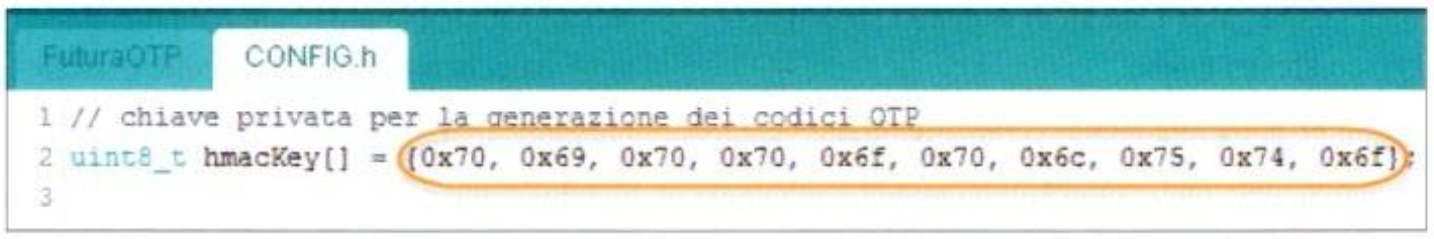


Fig. 4

LO SKETCH

Lo sketch da installare in Arduino è scaricabile dalla pagina del progetto. Per la sua compilazione, è necessario installare tre librerie:

- keypad;
- RTClib;
- TOTP Library.

Tutte le librerie posso essere installate tramite il Library Manager incluso nelle versioni più recenti dell'IDE di Arduino; dal menu Sketch impartiamo il comando *Include Library –> Manage Libraries*. Inseriamo il nome della libreria nel campo di ricerca e, una volta trovata, clicchiamo sul pulsante Install come indicato in **Fig. 2**.
Analizziamo ora lo sketch, partendo dall'interfacciamento verso le periferiche esterne. Grazie allo shield, il tastierino alfanumerico viene automaticamente collegato a otto pin digitali di Arduino (2-3-4-5 per le righe, 7-8-9-10 per le colonne).
Il **Listato 1** mostra come viene utilizzata la libreria Keypad per leggere correttamente i tasti premuti: per prima cosa viene definita la dimensione della tastiera (4 righe x 4 colonne); quindi è configurato il suo *layout* (i vari tasti e la loro posizione) e infine i pin di Arduino a cui è collegata. Una volta effettuata la corretta configurazione, all'interno dello sketch sarà possibile leggere il

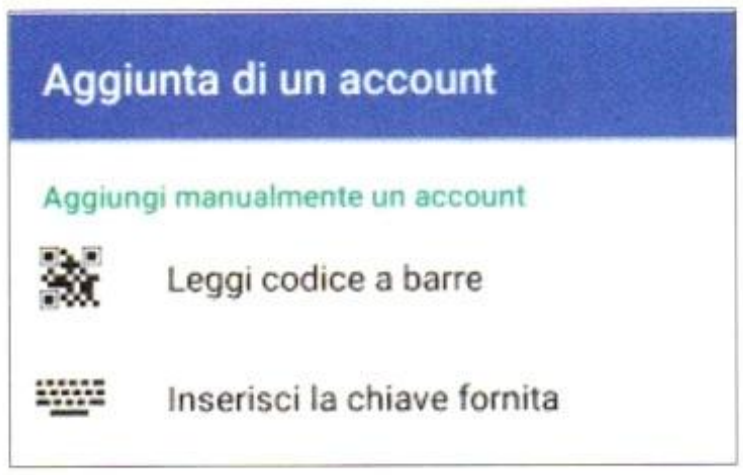
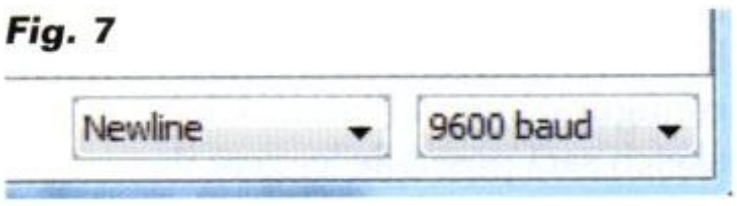


Fig. 5

Fig. 6

tasto premuto con l'istruzione **keypad.getKey()**: tale istruzione restituisce una variabile di tipo *char* contenente il simbolo del tasto premuto o la costante **NO_KEY** se non è stato premuto alcun tasto.
Il **display LCD** scelto per il progetto è di tipo **seriale**, ovvero è possibile controllarlo con un solo pin digitale di Arduino inviando semplici istruzioni. Per non impegnare la seriale *hardware* di Arduino (utilizzata, come vedremo in seguito, per poter configurare l'RTC), all'interno dello sketch è stata definita una seriale *software* che utilizza il pin A2 come pin di trasmissione dati (TX) verso il display. Inviando via seriale un carattere al display, questo lo visualizza nella posizione corrente del cursore, spostando poi quest'ultimo di un carattere a destra o sulla riga sottostante se si è raggiunto la fine della riga. Fa eccezione il carattere 254 (0xFE) che consente di inviare al display un comando e il carattere 124 (0x7C) che consente di regolare l'intensità della retroilluminazione. Potete trovare l'elenco dei comandi disponibili per il controllo del display nel data-sheet, scaricabile dalla pagina del prodotto sul sito *www.futurashop.it*; nello sketch vengono utilizzati i comandi per spostare il cursore all'inizio della prima riga (comando 128) e all'inizio della seconda riga (comando 192) come illustrato nel **Listato 2**.

Fig. 7



Il buzzer scelto non è di tipo attivo, quindi per emettere una nota acustica dobbiamo alimentarlo con una tensione variabile unidirezionale (o anche alternata) alla frequenza della nota desiderata; nel nostro caso ci viene in aiuto la funzione **tone(pin, frequenza)** di Arduino, che consente di generare sul pin indicato un'onda quadra della frequenza specificata. Nel nostro caso l'istruzione utilizzata è *tone(PIN_BUZZER, 440)*; che fa generare ad Arduino un'onda quadra alla frequenza di 440 Hz, allo scopo di far emettere al cicalino una nota acustica corrispondente al "La internazionale", vale a dire la frequenza del diapason (LA4). Il pin è chiamato come definito nell'inizializzazione degli I/O di Arduino, all'interno del **setup**.
Vediamo ora la parte più importante dello sketch: all'interno del **loop()** viene continuamente verificato se è stato ricevuto un nuovo carattere via seriale o se è stato premuto un tasto sul tastierino numerico. Nel primo caso, il carattere viene aggiungo ad un *buffer* e, se si stratta del carattere di NEWLINE (0x0A), si passa ad interpretare il comando ricevuto. Nel secondo caso, la nuova cifra inserita viene aggiunta ad un *buffer* e, se si è completato il codice di 6 cifre; tale codice viene verificato. Possono verificarsi due casi particolari: alla pressione del tasto * viene cancellata l'ultima cifra inserita, mentre alla pressione del tasto # viene cancellato l'intero codice fin qui inserito.
Le righe di codice che riguarda la verifica del codice inserito con la tastiera è quello che trovate nel **Listato 3**; commentiamolo brevemente: per prima cosa viene letto il valore di *timestamp* attuale dall'RTC. Quindi questo viene diviso per 30, corrispondente all'intervallo di validità di ogni codice. Quindi, grazie alla funzione **totp.getCodeFromSteps()**, vengono generati i 3 codici OTP relativi all'intervallo attuale, a quello precedente e a quello successivo; l'utilizzo di tre codici consente infatti un piccolo disallineamento tra l'orario presente nell'RTC e quello del cellulare. I tre codici sono quindi confrontati con quello inserito via tastiera e, se uno corrisponde, la serratura viene aperta.

Fig. 8

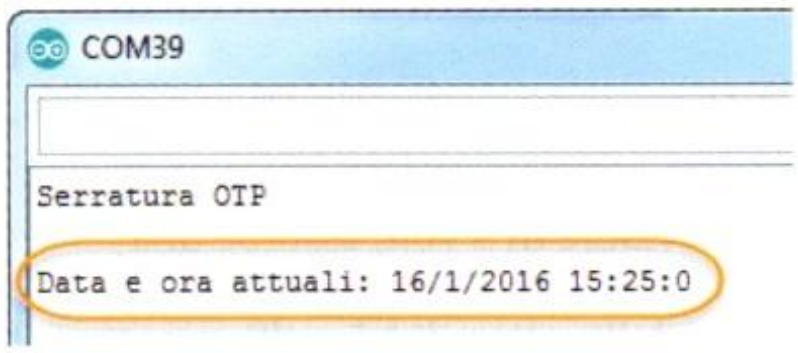
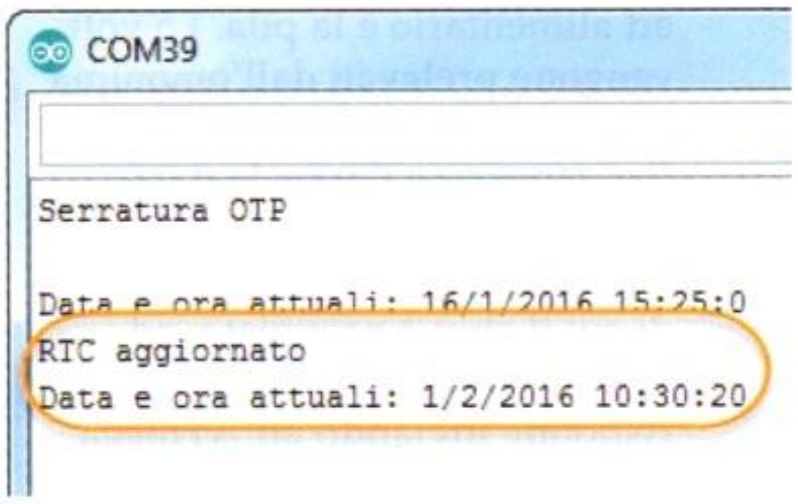


Fig. 9



SETUP INIZIALE

Per poter utilizzare la serratura, per prima cosa è necessario installare sul proprio smartphone una applicazione in grado di generare codici OTP con l'algoritmo scelto. Per iOS ed Android è possibile installare dal relativo market l'applicazione Google Authenticator, mentre per Windows Phone si può utilizzare Authenticator+. Tutte le applicazioni sono gratuite; ecco di seguito gli indirizzi web:

- Google Authenticator per iOS: *https://itunes.apple.com/it/app/google-authenticator/id388497605?mt=8;*
- Google Authenticator per Android: *https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.authenticator2&hl=it;*
- Authenticator+ per Windows Phone: *https://www.microsoft.com/en-us/store/apps/authenticator/9nblggh08h54.*

Come spiegato all'inizio dell'articolo, è necessario che applicazione e sketch su Arduino coindividano la medesima chiave privata per poter generare gli stessi codici; per semplificare la configurazione abbiamo preparato un'applicazione web all'indirizzo *http://www.lucadentella.it/OTP/*.
Dopo aver inserito una password di dieci caratteri a piacere, premere il pulsante GO: apparirà l'array da inserire in Arduino e codice o QRCode per configurare l'app. É anche possibile cambiare il nome dell'account che sarà visualizzato dall'app al di sotto dei codici generati (**Fig. 3**). Il valore del campo Arduino HEX array va riportato nel file CONFIG.h dello sketch (**Fig. 4**). Mentre per configurare l'app sarà possibile –dal menu di aggiunta nuovo account– decidere di inserire manualmente il codice o di inquadrare con la fotocamera del telefono il QRCode per una configurazione automatica (**Fig. 5**). In entrambi i casi, una volta ultimata la configurazione l'applicazione inizierà a generare i codici (**Fig. 6**). Dobbiamo infine verificare l'orario presente sull'RTC, ricordando che deve essere quanto più possibile sincronizzato con quello dello smartphone e secondo il fuso orario UTC (non è invece necessario che lo smartphone sia configurato su tale fuso orario perché è l'applicazione stessa a fare la corretta conversione rispetto all'ora locale). Lo sketch consente di configurare l'RTC tramite comandi seriali: apriamo il Serial Monitor e configuriamolo per 9.600 baud con Newline come *line ending* (**Fig. 7**). Se inviamo il carattere?, lo sketch determinerà la visualizzazione dell'orario corrente (**Fig. 8**).
Se tale orario non è corretto, è possibile aggiornarlo inviando il comando **!ggMMaahhmmss.** Ad esempio per configurare il giorno 01/02/2016 alle 10:30:20 il comando da inviare sarà **!010216103020**. Se il comando è corretto, Arduino risponderà con la conferma della configurazione e visualizzerà il nuovo orario (**Fig. 9**).

CONFIGURAZIONE SERRATURA

Lo sketch scritto per il progetto consente alcune personalizzazioni, effettuabili modificando il file CONFIG.h. Per prima cosa, è possibile modificare il comportamento della serratura scegliendo tra due diverse modalità alternative l'una all'altra:

- MODO_IMPULSO = la serratura rimane aperta per tot millisecondi e poi si chiude automaticamente;
- MODO_STABILE = la serratura rimane aperta fino alla pressione di un tasto.

Se è stata scelta la modalità IMPULSO, è possibile cambiare la costante TEMPO_APERTURA per definire il tempo (specificare il numero di millisecondi) in cui la serratura rimarrà aperta a seguito di ogni attivazione del relé.
Se invece si è scelta la modalità STABILE, è possibile cambiare la costante TASTO_CHIUSURA per scegliere quale tasto sarà utilizzato per chiudere la serratura (molto importante è che il tasto scelto sia sempre indicato tra apici singoli!).
Infine è possibile disattivare il suono del buzzer commentando la riga #define BUZZER_ON.
Detto ciò concludiamo ricordando che il relé montato sullo shield permette di gestire utilizzatori che assorbano fino a 1 ampere in circuiti funzionanti al massimo a 60 Vcc: quindi elettroserrature che tipicamente vanno a 12/24 Vcc o ca. Se intendete gestire carichi di maggior potenza dovete utilizzare un servo relé di cui alimentare la bobina attraverso lo scambio C/NO del relé posto sullo shield, che utilizzerete quindi come interruttore. L'isolamento galvanico sarà assicurato dal servo relé.

per il MATERIALE

Tutto il materiale necessario per realizzare questo progetto è disponibile presso Futura Elettronica. Lo shield attivatore OTP (cod. FT1234K) è disponibile a 20,00 Euro, la tastiera a membrana a 16 tasti (cod. TST16MEMB) costa 3,60 Euro, il display LCD seriale 16x2 cm nero/verde (cod. LCDSER16X2NV) è in vendita a 28,00 Euro e la board Arduino UNO REV3 (cod. ARDUINOUNOREV3) è in vendita a 24,50 Euro.

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 · Fax: 0331-792287
http://www.futurashop.it

TORPEDO: IL VOSTRO DC/DC SEPIC

di MASSIMO DEL FEDELE

Un alimentatore switching molto versatile che ci dà l'occasione per spiegarvi l'utilissima configurazione SEPIC usata nei moderni converter per alimentazione mista. Prima puntata.

Grazie alla disponibilità di un numero sempre maggiore di integrati specializzati che realizzano, con l'ausilio di pochissimi componenti esterni, dei completi e validi regolatori di tensione, oggi la tecnologia switching è quella più affermata quando si tratta di ricavare l'alimentazione per vari tipi di circuito o apparato; i "lineari" sono ormai riservati a circuiti di nicchia come gli amplificatori d'ingresso a bassissimo rumore, amplificatori per uso medicale e audio in tecnologia analogica. Le soluzioni switching (a commutazione) vengono proposte in diverse varianti ma in questo articolo vogliamo segnalare, dopo una breve introduzione sulle tipologie di regolatori destinati all'alimentazione delle schede elettroniche, una tipologia di convertitore switching relativamente poco conosciuta ma molto utile in particolar modo per l'alimentazione a sorgenti miste (batteria+rete): si tratta della Sepic.

TIPOLOGIE DI REGOLATORI DI TENSIONE

Prima di entrare nel merito, facciamo una breve panoramica sulle tipologie di regolatori disponi-

bili, che si dividono principalmente in due categorie:

- Regolatori lineari
- Alimentatori switching

I REGOLATORI LINEARI

Sono stati i primi regolatori, inizialmente sviluppati con componenti discreti (transistor bipolari) e successivamente sostituiti da circuiti integrati specializzati. I lineari esistono in configurazione serie e parallela, anche se la più usata è la prima. I più noti ed utilizzati regolatori lineari serie furono i famosi 78xx, dove xx indica la tensione in uscita: ad esempio il regolatore 7805 fornsce una tensione stabilizzata di 5 volt. Questi componenti sono ancora utilizzati e da essi derivano praticamente tutti i moderni integrati di alimentazione lineari; la loro configurazione è quella del regolatore "serie", così detto perché si basa su un transistor posto in serie al carico, che fa cadere su di sè la differenza tra la tensione d'ingresso e quella d'uscita.
I regolatori di tensione del genere sono realizzati in innumerevoli versioni, che si differenziano sia per la corrente che sono in grado di sopportare, sia, più recentemente, per la caduta di tensione tra ingresso ed uscita: il cosiddettio drop-out; i più apprezzati sono i regolatori LDO (Low Drop-Out), regolatori a bassa caduta, che permettono di ottenere, ad esempio, i 5 volt partendo da una tensione d'ingresso di soli 6-6,5 volt. La tipica configurazione di un regolatore serie è quella mostrata nella **Fig. 1**, che riporta un canonico regolatore positivo (cioè per alimentazioni positive rispetto a massa) con transistor NPN (Q) configurato a collettore comune, polarizzato in base alla tensione stabilizzata da un diodo Zener e che alimenta il carico (R2, nello schema) tramite l'emettitore.
In questo semplicissimo schema, la tensione viene stabilizzata dal diodo Zene DZ, mentre il transistor Q, in configurazione ad emitter-follower, funziona da amplificatore di corrente fornendo una tensione pari a quella dello Zener, diminuita della sua Vbe, migliorando la stabilità della tensione sul carico grazie al fatto che può erogare correnti relativamente alte con minime deviazioni della tensione.

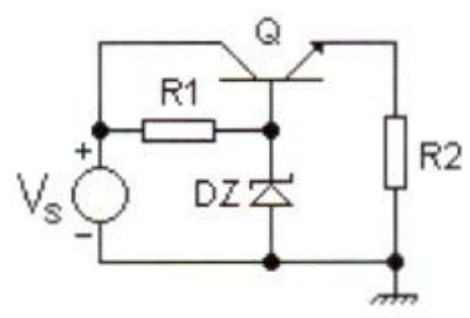


Fig. 1

I regolatori integrati moderni sono molto più complessi dello schema di **Fig. 1** e contengono elementi in grado di migliorare la stabilità della tensione in uscita grazie a meccanismi di retroazione ed altro; il principio però rimane identico, ed altrettanto è per il principale difetto di questa tipologia: tutta la corrente richiesta in uscita scorre attraverso il transistor, ai capi del quale deve cadere la differenza tra la tensione presente all'ingresso e quella in uscita.
Vediamo il significato con un esempio pratico: in uscita abbiamo bisogno di una tensione stabilizzata di 5 volt e una corrente di 1 ampere, partendo da una tensione di ingresso di 9 volt; in questo caso sul transistor devono cadere 9-5=4 volt. Il nostro transistor si trova quindi a dissipare in calore una potenza pari a:

P = 4 V • 1 A = 4 W

Una potenza non trascurabile, considerando che quella fornita in uscita è di 5Vx1A= 5 watt. Una tale dissipazione impone di norma l'adozione di un dissipatore di calore per il transistor, il che significa spazio occupato sul circuito stampato, il costo del dissipatore e peso in più. Per non parlare del fatto che la perdita di potenza sul transistor peggiora l'efficienza del regolatore; infatti l'efficienza, ovvero il rapporto tra la potenza fornita in uscita e quella assorbita in ingresso è pari a:

E = 5W / 9W = 0,55 = 55%

Quindi già relativamente bassa; il 45% della potenza disponibile viene dissipata in calore.
Se poi volessimo alimentare il nostro circuito con una tensione di 12 volt, sempre con 5 volt in uscita, avremmo una caduta sul transistor pari a 12-5=7 volt, ed una conseguente dissipazione pari a:

P = 7 V • 1 A = 7 W

cui corrisponde un'efficienza pari a:

E = 5W / 12W = 0,42 = 42%

Quindi, oltre a dover aumentare la dimensione del dissipatore, vediamo calare l'efficienza, con quasi il 60% dell'energia fornita sprecata in calore. Ovviamente aumentando ulteriormente la tensione in ingresso le cose peggiorano; se dovessimo, come nel nostro caso, accettare 24 volt in ingresso,

sul transistor avremmo una caduta pari a 24-5=19 V, con una dissipazione di 19 watt ed un'efficienza pari al 21% scarso, sprecando quindi in calore quasi l'80% dell'energia a disposizione (quindi otterremmo un'ottima stufetta da banco per i freddi pomeriggi invernali...).
Da queste considerazioni si evince che i regolatori lineari, per quanto economici, sono adatti solo per piccole differenze di tensione tra ingresso ed uscita; non possono, inoltre, aumentare la tensione in ingresso ma solo ridurla, quindi sarebbe impossibile ottenere 5 volt con un'alimentazione da una batteria da 3-4 volt.
I regolatori lineari, pur con tanti svantaggi, hanno però un grosso pregio: non lavorando in commutazione, non generano disturbi impulsivi né ripple (residui di commutazione e del filtraggio della tensione pulsata che affligge gli switching); sono quindi ideali, come detto, per gli amplificatori di piccoli segnali e per l'audio.

ALIMENTATORI SWITCHING

Gli alimentatori switching (a commutazione, in italiano...) funzionano secondo un principio totalmente diverso; trasformano i parametri della potenza trasferendola dall'ingresso all'uscita sotto forma di impulsi, che poi vengono applicati ad un condensatore ai cui capi si ottiene una tensione il cui valore continuo è pari al valore medio della forma d'onda costituita dagli impulsi. Rispetto ai lineari hanno due grandi vantaggi: consentono -all'occorrenza- di ottenere tensioni d'uscita più elevate di quelle di ingresso e garantiscono un'efficienza più elevata, indipendente dalla tensione d'ingresso; quest'ultima caratteristica si deve al fatto che la conversione della tensione in impulsi si ottiene con transistor che lavorano come interruttori statici invece che come amplificatori e che quindi, anche ad elevate correnti, dissipano una potenza minima.
Degli switching ci interessa una particolare categoria che è quella più usata, ossia il tipo a carica d'induttanza; semplificando molto, questo "accumula" in un'induttanza una certa energia prelevata dall'ingresso e la rilascia all'uscita, con un'efficienza teorica di poco inferiore al 100%.

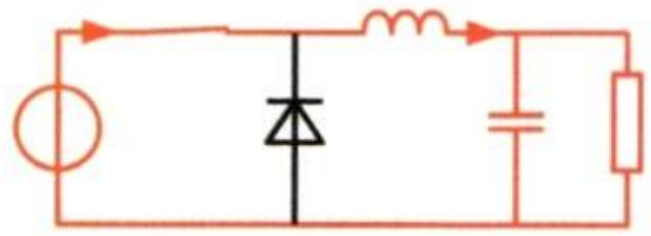


Fig. 3

In **Fig. 2** vediamo uno schema di principio di un'alimentatore switching in grado di ridurre la tensione in ingresso, analogamente a quanto faceva il regolatore lineare di cui abbiamo detto prima; l'interruttore in figura è ovviamente sostituito da un transistor, quasi sempre un MOSFET, ma il circuito è idealmente realizzabile anche con soli componenti meccanici, fermi restando i limiti nella velocità di commutazione.
Quando l'interruttore si chiude, la corrente non passa attraverso il diodo (che risulta polarizzato inversamente, avendo al catodo una tensione positiva) e va a caricare l'induttanza; aprendo l'interruttore, l'induttanza cerca di mantenere costante la corrente che l'attraversa, quindi la corrente fluisce attraverso il diodo ed il carico, come negli schemi mostrati nella **Fig. 3** e nella **Fig. 4**. Le due fasi del funzionamento sono quindi:

- **interruttore chiuso**; la corrente fluisce dal generatore al carico, passando attraverso l'induttore che viene quindi caricato; il diodo risulta polarizzato inversamente e quindi non conduce;
- **interruttore aperto**; l'induttanza si scarica attraverso il carico ed il diodo che in questo caso risulta polarizzato direttamente.

Facciamo ora un po' di teoria su questo tipo di convertitore, in modo da familiarizzare nei limiti dell'articolo con il funzionamento e la terminologia.
Innanzitutto partiamo dal presupposto che la tensione in uscita in un dato istante sia quella richiesta, **Vo**, mentre quella in ingresso sia **Vi**.
Dallo schema si evince che in quell'istante la tensione ai capi dell'induttanza sia pari a **Vi-Vo** ad interruttore **chiuso** e pari a **Vo** (salvo la caduta **Vd** sul diodo che al momento trascuriamo) ad interruttore **aperto**.
Immaginiamo anche, cosa realistica per carichi non troppo bassi, che la corrente nell'induttanza

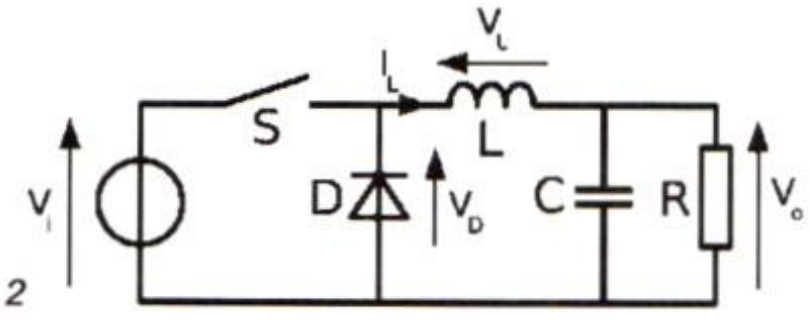


Fig. 2

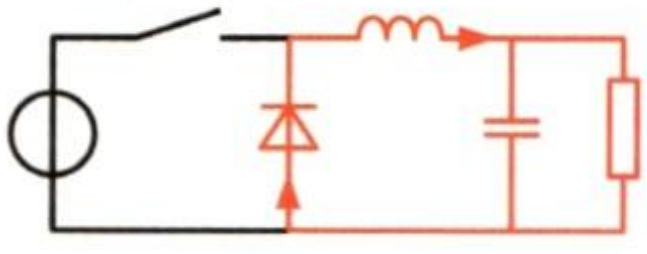


Fig. 4

non vada mai a zero, e che quindi il convertitore funzioni in modalità continua (**CCM**).
La trattazione per la modalità discontinua, ovvero nel caso che la corrente nell'induttanza vada a zero, è più complicata e quindi la eviteremo.
La relazione che lega corrente e tensione ai capi dell'induttanza è la seguente:

$$V_L = L \cdot \frac{dI_L}{dt}$$

che indica che la tensione ai capi dell'induttanza è uguale al suo valore moltiplicato per la variazione della corrente nel tempo.
Invertendo l'equazione ed integrandola, si ottiene per il periodo in cui l'interruttore è chiuso:

$$\Delta I_{Lon} = \int_{I_{min}}^{I_{max}} dI_L = \int_0^{t_{on}} \frac{V_L}{L} \cdot dt = \frac{(V_i - V_o) \cdot t_{on}}{L}$$

E per il periodo in cui l'interruttore è aperto:

$$\Delta I_{Loff} = \int_{I_{min}}^{I_{max}} dI_L = \int_0^{t_{off}} \frac{V_L}{L} \cdot dt = \frac{-V_o \cdot t_{off}}{L}$$

Da queste due equazioni si nota che durante il tempo di chiusura dell'interruttore la corrente nell'induttanza cresce proporzionalmente alla differenza tra tensione in ingresso ed in uscita (Vi-Vo) ed al tempo di chiusura dell'interruttore ed inversamente con il valore dell'induttanza.
Semplificando, più sono grandi la differenza tra **Vi** e **Vo** ed il tempo di chiusura e più l'induttanza è piccola più la corrente nella medesima cresce.
Durante il tempo di apertura dell'interruttore, per contro, l'induttanza si scarica (segno meno davanti a **Vo** nell'equazione) proporzionalmente alla tensione in uscita ed inversamente con il valore dell'induttanza. Un'aspetto che salta all'occhio rapidamente è che più è grande l'induttanza e meno la corrente nella stessa cresce, il che si traduce in meno "sforzi" nei circuiti che la circondano, ma ad una grossa induttanza corrispondono dimensioni maggiori e/o perdite maggiori dovute alla resistenza del filo con cui è costituita, di cui parleremo in seguito.
Avendo considerato l'ipotesi di regime stazionario, ovvero tensione in uscita costante e corrente nell'induttanza mai nulla, avremo che la corrente accumulata durante la chiusura dell'interruttore dovrà essere rilasciata esattamente e per intero durante l'apertura dell'interruttore; possiamo quindi scrivere:

$$\Delta I_{Lon} = \Delta I_{Loff}$$

Ovvero, sostituendo con quanto ricavato prima:

$$\frac{(V_i - V_o) \cdot t_{on}}{L} = \frac{-V_o \cdot t_{off}}{L}$$

Siccome a noi interessa calcolare il valore della tensione in uscita in base ai tempi di chiusura ed apertura dell'interruttore, risolviamo per **Vo** :

$$V_o = V_i \cdot \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}}$$

E, chiamando D il duty-cycle dell'interruttore, ovvero il rapporto tra tempo in cui rimane chiuso ed il tempo totale:

$$D = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}}$$

Possiamo scrivere l'equazione finale del nostro convertitore:

$$V_o = D \cdot V_i$$

Si noti che il duty-cyle D può avere valori compresi tra 0 e 1, quindi la tensione in uscita può essere inferiore o uguale a quella di ingresso, ma mai superiore, con questa tipologia di convertitore.
Per chi conosce un po' il mondo Arduino e le sue uscite in PWM, è facile pensare ad utilizzare al posto dell'interruttore un MOSFET ed applicarvi al gate un'onda quadra fornita da un'uscita di Arduino. Scegliendo un valore di D del 25%, ad esempio, otteniamo in uscita un quarto della tensione in ingresso.
Qualcuno avrà notato che nella nostra bellissima e semplicissima equazione è misteriosamente sparita l'induttanza L, che quindi non va ad influenzare il valore della tensione in uscita in alcun modo.
Possiamo quindi scegliere un valore qualsiasi per L? In teoria si, se non ci interessassero altri fattori e, soprattutto, se l'induttanza fosse ideale, ovvero senza alcuna resistenza elettrica nel filo che la compone.
Abbiamo infatti visto sopra che la corrente nell'induttanza (e quindi in buona parte del circuito) cresce più rapidamente con il diminuire dell'induttanza stessa e con l'aumento del tempo di chiusura.
Quindi per bassi valori dell'induttanza e/o lunghi tempi di chiusura dell'interruttore la corren-

te crescerà molto, col rischio di danneggiare i componenti stessi; inoltre grosse variazioni della corrente corrispondono a grossi disturbi elettromagnetici generati dal circuito e che vanno a finire nell'apparecchio alimentato.
Per contro, se aumentiamo troppo l'induttanza questa avrà una resistenza dovuta al filo piuttosto elevata (più alto è il valore e più spire di filo servono) il che comporterà perdite di energia trasformata in calore ed una conseguente diminuzione di efficienza del convertitore, oltre che a dimensioni più elevate.
Si nota inoltre che a parità di condizioni (induttanza e valori **Vi** e **Vo**) diminuendo i tempi di chiusura ed apertura la corrente si mantiene più bassa.
Una diminuzione dei tempi di apertura e chiusura (mantenendo **D** costante) corrisponde però ad un aumento della **frequenza** di commutazione; parrebbe quindi ottimale scegliere un'induttanza piccola ed una frequenza il più elevata possibile.
Purtroppo, per quanto si tenti di fare il più possibile, sfruttando i moderni componenti elettronici, esistono dei limiti invalicabili sia per la frequenza con cui possono operare i medesimi sia a causa delle perdite di commutazione dovute all'impossibilità di un'azione istantanea.
Anche qui occorre un compromesso tra frequenza elevata e possibilità offerte dai componenti a disposizione; se per un convertitore a componenti discreti già raggiungere e superare le poche centinaia di kHz di frequenza era una cosa straordinaria, con i moderni circuiti integrati si riescono a raggiungere frequenze superiori al MHz e, negli ultimi anni, persino superiori ai 3 MHz.
Questo si traduce in una maggior compattezza degli alimentatori, maggiore efficienza e minor costo, a costo di una maggior attenzione necessaria nella disposizione dei componenti sul PCB, come vedremo nella seconda puntata, nella quale presenteremo un circuito pratico di converter.

EFFICIENZA DEL CONVERTITORE SWITCHING

Analizzando il circuito ideale di cui abbiamo scritto finora, la prima cosa che salta all'occhio è che in esso non sono presenti componenti resistive: l'energia fornita dall'alimentatore va a caricare un'induttanza ideale, quindi priva di resistenza ohmica, la quale poi si scarica sul carico attraverso il medesimo e il diodo, immaginato anch'esso come ideale.
Quindi tutta l'energia prelevata dal generatore viene trasmessa al carico con un'efficienza del 100%.
Un bel salto di qualità rispetto al 60-40-20% del regolatore lineare!
Purtroppo i componenti ideali non esistono: l'induttanza è costituita da un filo di rame con una certa resistenza, il diodo -anche selezionandolo accuratamente- ha una certa caduta di tensione ai suoi capi, le stesse piste del PCB sono in rame e quindi affette da resistenza elettrica e l'interruttore, costuituito nel 99% dei casi da un MOSFET, ha una pur minima resistenza d'inserzione. Infatti per quanto la tecnologia di questi componenti abbia fatto progressi enormi negli ultimi decenni, il MOSFET ha una resistenza ohmica tra drain e source ed un tempo di commutazione non nulli.
Questo si traduce in una perdita di efficienza, il cui calcolo esula dallo scopo del presente articolo, che è comunque facilmente verificabile misurando la corrente assorbita e quella fornita al carico. La potenza assorbita è infatti, pari a:

$$P_i = V_i \cdot I_i$$

mentre la potenza restituita al carico è pari a:

$$P_o = V_o \cdot I_o$$

E l'efficienza è data da:

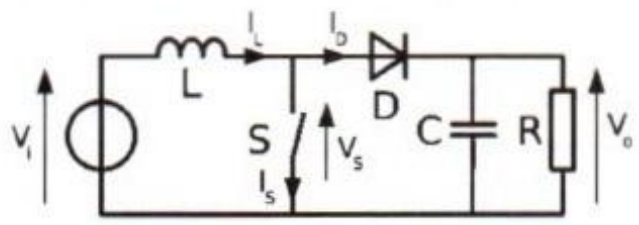
$$E = \frac{P_o}{P_i} \cdot 100$$

Nelle condizioni reali del nostro convertitore si ha sempre **Po < Pi** e quindi un'efficienza inferiore al 100% teorico. Vedremo i valori in gioco quando parleremo del nostro circuito reale.

IL RIPPLE

Abbiamo visto finora come il nostro convertitore sfrutta l'induttanza per immagazzinare energia che viene poi restituita al carico ad una tensione diversa, e lo fa, a differenza dei regolatori lineari visti in precedenza, tramite un meccanismo di commutazione.
È quindi ovvio che, tra tutti i pregi del nostro convertitore, un grosso difetto appare: alla tensione continua in uscita troviamo, sovrapposta, una tensione variabile più o meno piccola, detta **ripple**.
Quanto essa è piccola, dipende principalmente dal valore della capacità in uscita e dalla frequenza di commutazione; più alti saranno i valori dei suddetti parametri e minore sarà il ripple, con le problematiche che abbiamo visto prima, ovvero

Fig. 5



capacità ingombrante ed altri problemi se si aumenta il condensatore e problemi di commutazione/limiti tecnologici se si aumenta la frequenza. Anche l'induttanza ed altri parametri influenzano il ripple. Occorre quindi il solito compromesso tra i valori, e per questo è necessario quantificare il ripple e decidere se è o meno un valore accettabile.
Purtroppo un calcolo preciso del ripple è piuttosto complicato, e lo vedremo abbastanza in dettaglio nello schema definitivo; al momento basti sapere che aumentando la capacità e/o la frequenza il ripple diminuisce.

AUMENTARE LA TENSIONE IN INGRESSO

Il convertitore switching visto finora è in grado di diminuire la tensione del generatore per portarla a quella necessaria al carico, vale a dire di ricavare una tensione d'uscita inferiore a quella di ingresso; viene, perciò, definito "step-down" (abbassatore). Esso va benissimo se, per esempio, abbiamo come fonte di alimentazione principale una batteria a 12 volt e vogliamo ottenere 5 volt in uscita.
Ma cosa succede se l'esigenza è inversa, ovvero abbiamo, per esempio, una batteria LiPo in grado di fornire una tensione compresa tra 3 e 4 volt circa ed abbiamo bisogno dei fatidici 5 volt?
In questo caso ci viene in aiuto un'altra tipologia di convertitore switching chiamata **boost converter**, ovvero un convertitore "step-up" (elevatore). Come si vede nella **Fig. 5**, che lo schematizza, la differenza rispetto allo schema di principio precedente è che l'induttanza si trova prima dell'interruttore e che quest'ultimo la cortocircuita verso massa.
Le due fasi di funzionamento sono:

- **interruttore chiuso**; la corrente fluisce dal generatore (tensione applicata all'ingresso del converter) nell'induttanza, caricandola (**Fig. 6**);
- **interruttore aperto**; l'induttanza cerca di mantenere il flusso di corrente di quando l'interruttore era chiuso, reagendo all'apertura con un'extratensione inversa che trova sfogo nel condensatore e che fluisce nello stesso verso, caricando la capacità con polarità positiva sul catodo del diodo.

Riassumendo, quando l'interruttore è chiuso tutta la corrente fornita dal generatore va a caricare l'induttanza, mentre il carico è alimentato solo dal condensatore di uscita, mentre ad interruttore aperto l'induttanza si trova in serie al generatore e quindi la tensione ai suoi capi va a sommarsi a quella del generatore stesso, aumentandola.
Il diodo serve, nelle fasi in cui l'interruttore è chiuso e l'induttanza in carica, ad evitare che il condensatore venga scaricato dall'interruttore stesso.
Senza ripetere i calcoli precedenti, e sempre sotto le medesime ipotesi, l'equazione per calcolare la tensione in uscita diventa:

$$V_o = V_i \cdot \frac{1}{1-D}$$

Poichè **D** è sempre inferiore a 1 (il duty-cycle ...ricordate?) la tensione in uscita sarà sempre maggiore di quella in ingresso.

TENSIONE IN USCITA COMPRESA TRA LA MINIMA E LA MASSIMA IN INGRESSO

Abbiamo fin qui visto due tipologie di convertitori, uno in grado di diminuire la tensione in ingresso (**buck converter**) e l'altro in grado di aumentarla (**boost converter**). Cosa succede, però, se abbiamo bisogno di una tensione in uscita intermedia? Per esempio, se vogliamo alimentare il nostro apparecchio a 5 volt ed abbiamo a disposizione a volte una batteria LiPo da 4,2 V e altre un alimentatore esterno da 12 volt, oppure abbiamo un circuito che funziona a 3,3 volt e dobbiamo alimentarlo con una LiPo che fornisce 4,2 volt quando è completamente carica e 3 volt quando è quasi scarica?

Fig. 6

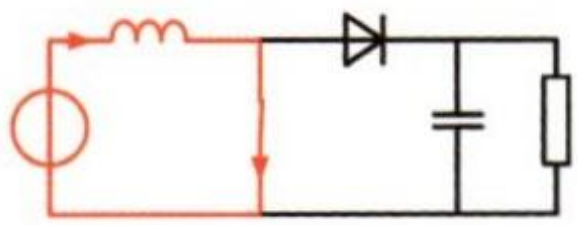
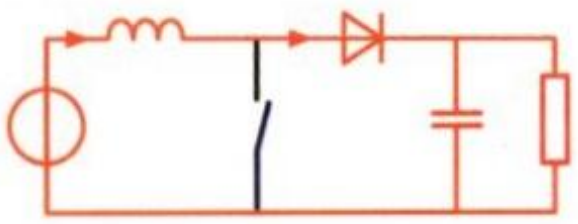


Fig. 7



Una soluzione immediata è utilizzare due convertitori, selezionando tramite un commutatore (manuale o elettronico) quello da usare di volta in volta; la soluzione -tuttavia- è piuttosto macchinosa e problematica.
Un'altra alternativa è usare un convertitore boost per portare la tensione in ingresso al valore massimo accettato e poi un buck in cascata per riportarla a 5 volt. Nel nostro caso avremmo:

Vin --(boost)--> 24 Volt --(buck)--> 5 Volt

Anche questa soluzione è macchinosa, utilizza due convertitori completi e raddoppia le perdite di potenza, diminuendo l'efficienza complessiva.
Esistono convertitori buck-boost che permettono di ottenere tensioni in uscita qualsiasi ma, se non sono isolati da un trasformatore, le ottengono con polarità inversa rispetto a quella in ingresso, il che spesso è inaccettabile.
Tra le varie tipologie implementate, ne è recentemente emersa una, chiamata **SEPIC**, principalmente spinta dall'avvento delle batterie LiPo, le quali, come appena detto, forniscono una tensione che a piena carica è di 4,2 V e a fine carica scende anche sotto i 3 volt; è nata per alimentare dispositivi che richiedono 3,3 volt, ossia una tensione compresa fra questi valori. Anche qui ci troviamo nel caso di una tensione in uscita intermedia tra i valori possibili in ingresso, anche se la finestra è meno ampia.

IL CONVERTITORE SEPIC

Lo schema di principio del convertitore DC/DC SEPIC è illustrato nella **Fig. 8**: rispetto ai convertitori visti in precedenza si notano subito la doppia induttanza ed il condensatore C1, che costituiscono la "complicazione" rispetto agli altri.
Un nota positiva rispetto al buck converter è che in quest'ultimo, se l'interruttore va in cortocircuito, tutta la tensione in ingresso finisce sul carico, che ha molte probabilità di subire danni; invece nel SEPIC, grazie al condensatore C1, la componente in continua del generatore viene bloccata e, in caso di guasto, la tensione in uscita va a zero proteggendo quindi i dispositivi alimentati.
Il funzionamento è comunque decisamente più complesso e merita un'analisi dettagliata: iniziamo col considerare il funzionamento continuo (**CCM**) che si ottiene quando la corrente nell'induttanza **L1** non va mai a zero; anche qui la trattazione del funzionamento discontinuo verrà tralasciata.
In condizioni di stabilità, la tensione media ai capi del condensatore C1 (V_{C1}) è uguale alla tensione in ingresso ($\mathbf{V_{IN}}$). Poichè il condensatore C1 blocca la componente continua, la corrente media attraverso di esso ($\mathbf{I_{C1}}$) è nulla, rendendo l'induttanza L2 l'unica sorgente di corrente continua per il carico.
Quindi la corrente media che attraversa l'induttanza L2 (I_{L2}) è la stessa della corrente media sul carico e quindi indipendente dalla tensione in ingresso.
Analizzando le tensioni medie sul circuito possiamo scrivere:

$$\mathbf{V_{IN} = V_{C1} + V_{L1} + V_{L2}}$$

e, poichè la tensione media $\mathbf{V_{C1}}$ è uguale a $\mathbf{V_{IN}}$:

$$\mathbf{V_{L1} = -V_{L2}}$$

Questo rende possibile avvolgere le induttanze su un unico nucleo, visto che l'equazione precedente dice che l'influenza dell'induttanza mutua tra le due è nulla.
Non sarà il nostro caso, per problemi di reperibilità di componenti, ma questo costituisce un grosso vantaggio a livello industriale.
Anche le correnti di picco nelle due induttanze saranno identiche in valore assoluto.
Le correnti medie possono essere quindi espresse da:

$$\mathbf{I_{D1} = I_{L1} - I_{L2}}$$

essendo la corrente media in C1 nulla.
Quando l'interruttore è chiuso abbiamo la condizione rappresentata nella **Fig. 8**

Fig. 8

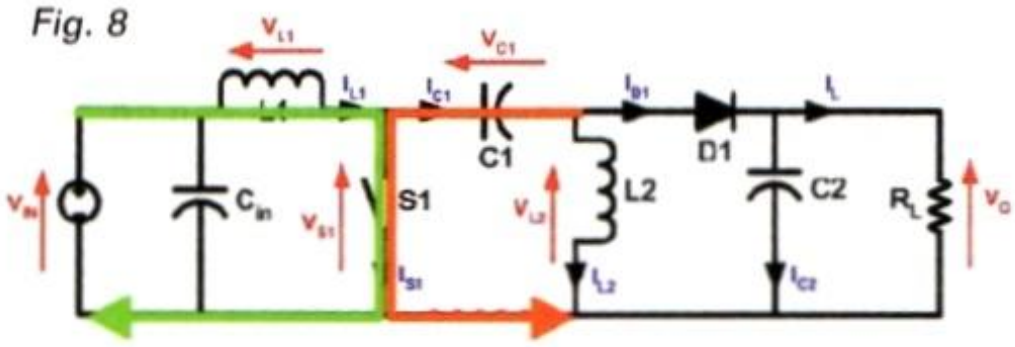
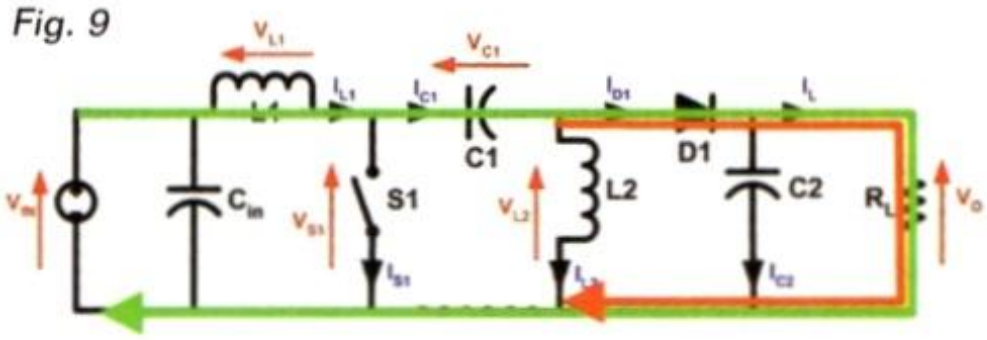


Fig. 9



La tensione in ingresso va a caricare l'induttanza L1, mentre l'induttanza L2 viene caricata dalla tensione di C1 che, come abbiamo detto, è pari alla tensione di ingresso, inizialmente.
Si noti che l'induttanza L2 è caricata da una corrente di segno opposto alla L1 e quindi matematicamente scaricata (segno negativo), cosa da tener conto nelle operazioni.
Aprendo l'interruttore otteniamo la situazione rappresentata nella **Fig. 9**: siccome l'induttanza L1 rende impossibile una variazione istantanea della corrente, tutta la corrente che attraversa L_1 dovrà forzatamente attraversare anche C1. La corrente in L2 continuerà a scorrere come in precedenza in direzione opposta, però questa volta attraversando il carico (linea rossa nello schema di **Fig. 9**).
Quindi avremo una corrente negativa (I_{L1}) che andrà a sommarsi alla corrente I_{L2}.
Dalla **Legge di Kirchoff** applicata ai nodi si ottiene la relazione:

$$\mathbf{I_{D1} = IC_1 - I_{L2}}$$

quindi la corrente al carico, ad interruttore aperto, viene fornita sia da L2 che da L1, mentre il condensatore C1 viene ricaricato da L1.
In sintesi:

- a interruttore chiuso, la sorgente di alimentazione carica L1, mentre C1 carica L2;
- a interruttore aperto, l'induttanza L1 e la L2 alimentano il carico, mentre L1 ricarica C1.

La tensione su C1 può cambiare di segno durante le operazioni, quindi occorre inserire un condensatore non polarizzato come componente.
Il funzionamento del convertitore può essere visto come l'accoppiamento di un convertitore boost composto da L1 e l'interruttore, che generano una tensione V_{S1} superiore a quella di alimentazione, seguito da un convertitore buck che riduce la V_{S1} al valore richiesto.
Siccome la tensione ai capi di C1 è pari a V_{IN}, come visto in precedenza, la tensione in uscita diventa:

$$\mathbf{V_O = V_{S1} - V_{IN}}$$

Quindi se $\mathbf{V_{S1}}$ è minore del doppio di $\mathbf{V_{IN}}$ la tensione in uscita sarà inferiore a quella in ingresso, in caso contrario sarà superiore.
Senza scendere ulteriormente in dettaglio, l'equazione che regola il rapporto tra tensione in ingresso ed in uscita è pari a:

$$D = \frac{V_o}{V_i + V_o}$$

nella quale **D** rappresenta il solito duty-cycle, ovvero il rapporto tra i tempi di interruttore chiuso sul tempo totale (aperto + chiuso).
Da qui si ricava:

$$V_o = V_i \cdot \frac{D}{1 - D}$$

Che mostra come la tensione in uscita è minore di quella in ingresso per $D < 0{,}5$ e maggiore per $D > 0{,}5$.
Le formule suesposte valgono, come sempre, in assenza di componenti dissipativi (resistivi) e/o non lineari (MOSFET, diodi ecc.) nel circuito, cosa non vera in pratica; ad esempio sono da considerare la caduta di tensione sul diodo, le resistenze degli avvolgimenti, l'**ESR** del condensatore, eccetera, che contribuiscono sia a modificare leggermente la formula che a ridurre l'efficienza.

CALCOLO DEI COMPONENTI DEL CONVERTITORE

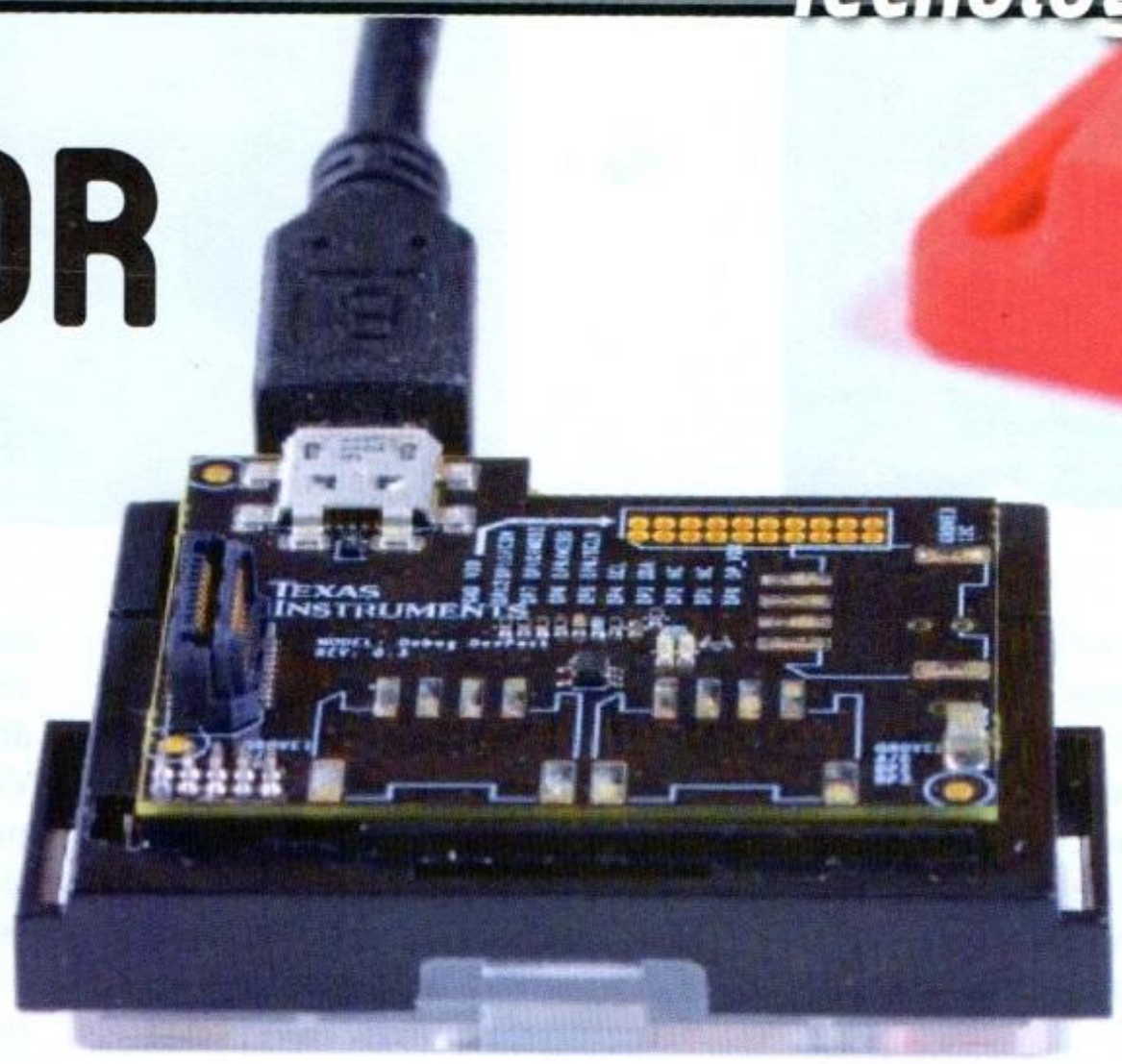
Per darvi la possibilità di capire come calcolare ed eventualmente realizzare convertitori SEPIC con componenti e caratteristiche personalizzati, sul nostro sito *www.elettronicain.it* abbiamo pubblicato, insieme ai file del progetto, un foglio di calcolo realizzato in Open Office (l'applicazione è Calc ed è compatibile anche con Libre Office) che permette il dimensionamento dei componenti di un convertitore SEPIC sulla base dei valori di correnti e tensioni in gioco. Fare in queste pagine degli esempi completi di progetto avrebbe richiesto spazi incompatibili con quelli concessi da una rivista e appesantito la trattazione.

CONCLUSIONI

Con questo termina la nostra breve trattazione teorica dei convertitori SEPIC, che verrà tramutata in pratica nel prossimo numero di Elettronica In con un utile alimentatore a triplo ingresso (USB, esterno e batteria LiPo) che abbiamo chiamato TORPEDO.
Infatti nella prossima puntata vedrete in pratica un esempio di progetto di alimentatore switching in configurazione SEPIC, con tutte le considerazioni del caso e con tutti i calcoli che esso richiede. Naturalmente troverete tutto quanto occorre, dallo schema elettrico al piano di montaggio, per realizzarlo e impiegarlo nel vostro laboratorio.

SENSOR TAG

IoT e hardware a supporto in un kit di sviluppo adatto a chi vuole subito realizzare applicazioni IoT.



di PIERO BOCCADORO

L'Internet delle Cose è probabilmente una delle scommesse tecnologiche più impegnative e interessanti di questi anni. Stiamo parlando, per i pochi che ancora non lo sapessero, di una rete di dispositivi come quelli che abbiamo intorno a noi, come tablet, cellulari ma anche orologi, elettrodomestici (lavatrici, frigoriferi e via dicendo), dotati di tecnologie di interconnessione basati sull'elettronica che più o meno tutti conosciamo e sui protocolli di comunicazione che stiamo imparando a utilizzare. Si tratta di dispositivi programmati in modo da sfruttare sensori che acquisiscono dati, li elaborano opportunamente e riescono anche a trasmetterli.

L'Internet delle Cose consente agli oggetti di diventare "intelligenti" e di poter interagire non soltanto tra loro, ma anche con sistemi centralizzati di smistamento dei dati e di organizzazione degli stessi.

Perché ci interessa un panorama del genere? Immaginate come la qualità della nostra vita può realmente migliorare se la nostra casa diventa intelligente, per esempio, adattando l'impianto di riscaldamento, l'accensione della connettività wireless ma anche le luci alle nostre esigenze e abitudini quotidiane. Come sarebbe bello se il nostro frigorifero fosse in grado di avvertirci del fatto che abbiamo finito le scorte di latte oppure che lo stesso è in scadenza? E questo magari potrebbe essere utile che arrivi come notifica sul cellulare mentre siamo al supermercato a fare la spesa?

E se fosse proprio il nostro frigo a suggerirci che cosa comprare sulla base di quello che non c'è o che sta finendo? E se tutto questo fosse correlato, per esempio, con la migliore dieta consigliata a partire dalla nostra attività fisica in palestra o dalle nostre abitudini lavorative desunte da sensori?

PERCHÉ L'IoT?

Tutte queste cose oggi sono ancora in fase embrionale, ma esistono supporti allo sviluppo e dispositivi in grado di consentire ai tecnici di iniziare a lavorare alla loro creazione.

Ed esistono già tecnologie piuttosto mature che sono in grado di effettuare comunicazioni puntuali e distribuite.

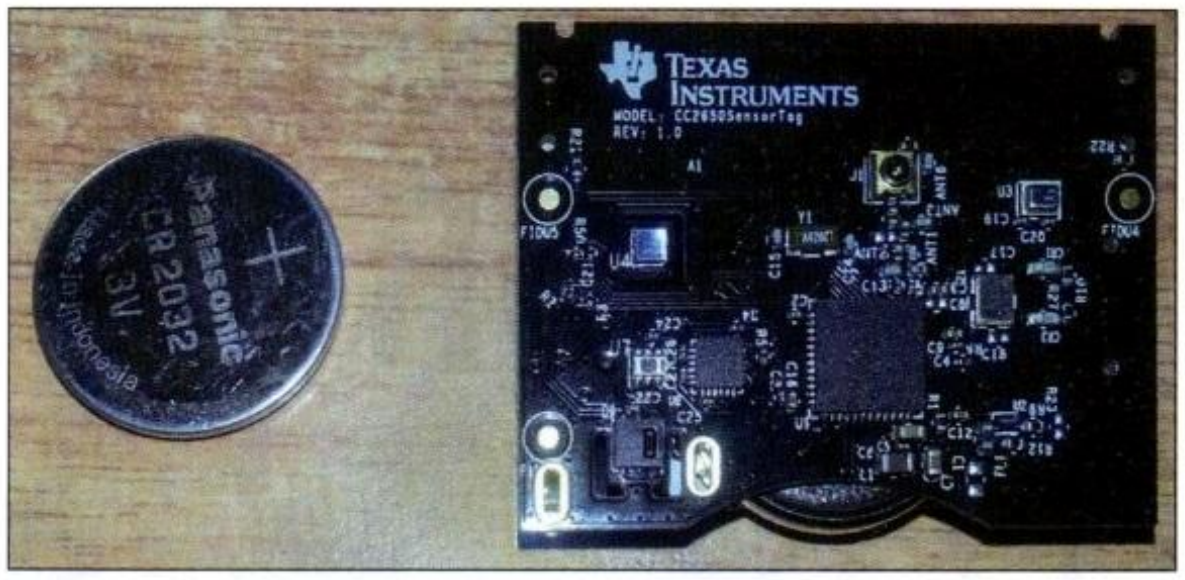


Fig. 1

Più o meno tutti quanti noi utilizziamo una connessione wireless ogni giorno e ci fa molto piacere avere degli orologi smart che comunicano via Bluetooth e che sono in grado di contare i nostri passi, così da suggerirci quante calorie abbiamo bruciato.
Non ci accorgiamo neanche della complessità dei sistemi che portiamo addosso quotidianamente, di quanto la programmazione software sia in effetti pervasiva ed estremamente mirata all'estrazione di questi dati.
Abbiamo già -senza accorgercene- praticamente tutto l'hardware di cui abbiamo bisogno. Quello che manca è la possibilità di creare un'infrastruttura centralizzata, oppure un'organizzazione complessiva che renda effettivamente i nostri oggetti capaci di interagire tra loro.
Ma l'IoT può non solo cambiare la nostra vita quotidiana: può anche influire positivamente sulla produzione, sia industriale, sia agricola; anche negli allevamenti, troverebbe un'interessante applicazione, ad esempio, monitorando le condizioni degli animali nelle fattorie.
Se vi state chiedendo quali sono gli ambiti di applicazione di una filosofia di interconnessione come quella di cui stiamo parlando, sappiate che oltre ai dispositivi indossabili ci sono tantissime applicazioni: dalle fabbriche intelligenti, in grado di gestire le pratiche di magazzino dall'approvvigionamento dei materiali allo smistamento e all'organizzazione delle merci finanche alle città veramente intelligenti, che ottimizzano, per esempio, le luci sia nell'ambito dell'illuminazione stradale, sia nei luoghi di aggregazione e di fruizione. E perché non pensare all'automobile? Comunicazione dello stato di salute del veicolo direttamente con la casa madre ed interazione diretta con il guidatore tramite il display già previsto sul cruscotto per gli interventi di manutenzione o la gestione delle condizioni critiche. E perché non l'analisi dei parametri vitali e del livello di attenzione del guidatore con gestione delle condizioni di pericolo?

CHE HARDWARE CI SERVE?

Per realizzare dispositivi integrati nell'IoT serve un supporto hardware e software adatto; un valido esempio è il kit di sviluppo SimpleLink Bluetooth Smart di Texas Instruments. In quest'ottica si colloca il nuovo Sensor Tag per l'IoT, mirato allo sviluppo di applicazioni smart votate all'Internet delle Cose, che ci dà la possibilità di realizzare e gestire una rete di dispositivi connessi in cloud.
All'interno del kit è presente un numero impressionante di sensori MEMS, che spaziano dall'accelerometro al sensore di temperatura.
Si tratta di una soluzione espandibile grazie ai DevKit, che aggiungono sensori oppure attuatori al sistema.
Vedremo tra un attimo come si possono effettuare le connessioni e quali risultati possono essere ottenuti su smartphone e tablet dotati di Bluetooth Low Energy. A tal proposito, è indispensabile che sia questa la versione supportata dai vostri dispositivi, altrimenti l'accoppiamento e l'utilizzo dei dati non andrà a buon fine.
E a proposito di possibili protocolli di comunicazione ed interfacce supportate, vale la pena di sottolineare come SensorTag lavori anche con tecnologia ZigBee/6LoWPAN.
La compatibilità del kit è pressoché totale, dal momento che l'applicazione è utilizzabile con iOS e Android, e tutti i dati provenienti dai sensori potranno essere immediatamente on-line entro un paio di minuti.
Prima di vedere come funziona, però, vogliamo dare uno sguardo alla dotazione hardware, per farvi capire di che cosa stiamo parlando: SensorTag è una soluzione basata su microcontrollore wireless sempre targato Texas Instruments, il CC2650. Grazie a questo hardware, la Texas Instruments è in grado di offrire un dispositivo che consuma il 75% in meno rispetto alle precedenti versioni di kit compatibili con lo standard Bluetooth, e questo significa maggior durata della batteria, minore necessità

di intervento ed una serie di altri vantaggi facilmente intuibili. Il tutto funziona con una pila a bottone.

SensorTag

Entriamo finalmente nel vivo della questione e andiamo a vedere che cosa c'è dentro questo kit. Per parlarne, però, va vista la sua evoluzione, quanto meno in termini di prestazione. Il CC2650 SensorTag DevKit è in realtà l'evoluzione per progettisti della prima generazione basata su CC2541 (*http://www.ti.com/tool/cc2541dk-sensor*). Questo è il primo kit di sviluppo Bluetooth Smart che si sia occupato di fornire al progettista uno strumento wireless completo, basato su sensori e orientato alle applicazioni pratiche sulle quali lavorano gli sviluppatori di app per dispositivi mobile.

Di fatto, costituisce il progetto di riferimento per tutti coloro che vogliono lavorare in quest'ambito, e in effetti guardando alla dotazione si capisce il perché.

Il SensorTag lavora con il TPS62730, un convertitore di tipo step-down, che vediamo impiegato nella **Fig. 2** (*http://www.ti.com/product/tps62730*).

In questo esempio si vede che l'alimentazione a batteria, opportunamente controllata per evitare componenti parassite, funge da riferimento per il convertitore che fornisce l'opportuno valore di tensione d'uscita stabilizzato al CC430. Vi riportiamo qui di seguito le caratteristiche per completezza:

- tensione in ingresso compresa fra 1,9 e 3,9 V;
- consumo di corrente in modalità Ultra-Low Power di 30 nA;
- corrente a riposo di 25 µA (DC-DC);
- frequenza di commutazione fino a 3 MHz;
- efficienza di conversione DC-DC fino al 95%;
- corrente d'uscita di picco fino a 100 mA;
- tensioni d'uscita: 1,9 V - 2,05 V - 2,1 V - 2,3 V;
- componenti per filtro d'uscita di piccole dimensioni (2,2 µH e 2,2 µF);
- dimensioni di appena 1×1,5×0,6 mm USON.

Si tratta di un convertitore pensato specificatamente per la gestione di applicazioni wireless che debbano operare con un basso consumo di potenza.

L'alimentazione prevista in questo caso proviene da una batteria a 3V, in particolare il valore massimo che è possibile gestire in ingresso è pari a 3,6 V. Tutto questo, perché la tensione che deve localizzarsi su ciascuno dei pin digitali del chip Bluetooth è pari a VDD+0.3 V e questo valore dovrà obbligatoriamente essere inferiore al massimo valore di tensione per il quale il chip è documentato, ovvero 3,9 V.

All'interno del bundle, estremamente minimale in verità, troviamo:

- 1 SensorTag;
- 1 batteria CR2032;
- 1 contenitore;
- la Quick Start Guide.

Le specifiche tecniche del chip sono notevoli e le riportiamo qui di seguito per completezza:

- Bluetooth Low Energy a 2,4 GHz compatibile con SoC RF;
- supporto per data rate pari a: 250-kbps, 500-kbps, 1-Mbps, 2-Mbps;
- potenza d'uscita programmabile fino a 0 dBm;
- ottima sensibilità in ricezione (–94 dBm @ 1 Mbps) e selettività;
- ottima soluzione per Systems Targeting compatibile con le regolamentazioni in termini di radiofrequenze: ETSI EN 300 328 and EN 300 440 Class 2 (Europe), FCC CFR47 Part 15 (US), and ARIB STD-T66 (Japan).

Per quanto riguarda il Layout del circuito, stiamo parlando di

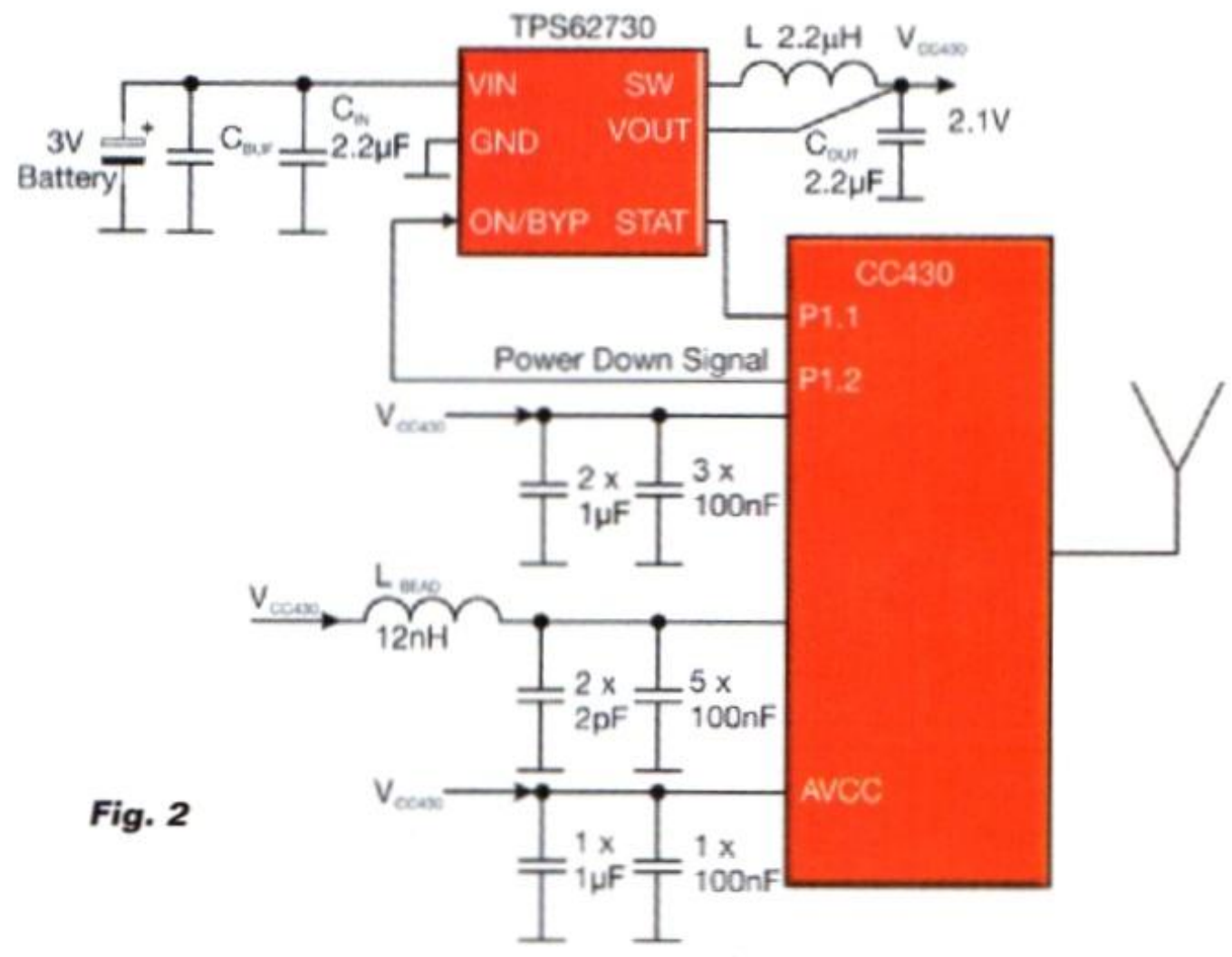


Fig. 2

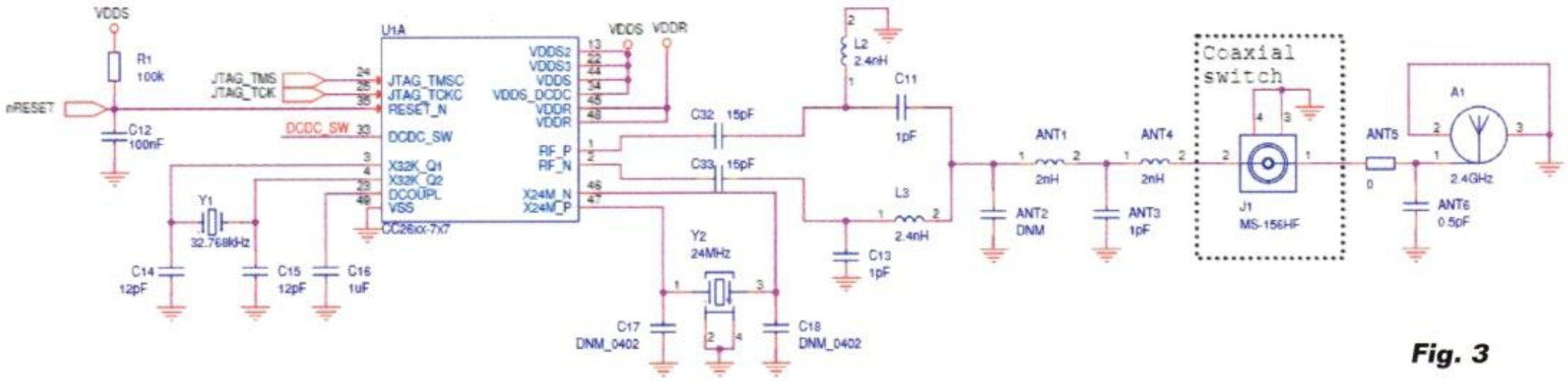


Fig. 3

pochissimi componenti aggiunti a un integrato che si propone nel formato QFN-40, quadrato, di 6 mm di lato. Inoltre, la compatibilità della piedinatura con il CC2540, sempre che il protocollo I²C non sia in uso, lo rende estremamente versatile. Tra le altre cose la soluzione viene documentata in un Reference Design con delle indicazioni piuttosto precise. Dal punto di vista del consumo di potenza, le modalità sono le seguenti:

- Active-Mode RX: 17,9 mA;
- Active-Mode TX (0 dBm): 18,2 mA;
- Power Mode 1 (4 µs di Wake-Up): 270 µA;
- Power Mode 2 (con Sleep Timer): 1 µA;
- Power Mode 3 (Interrupt esterni): 0,5 µA;
- consumo Low Power in modalità Active (Compatibile TPS62730): RX, fino 14,7 mA e TX (0 dBm), 14,3 mA.

Grande dotazione è presente in termini di periferiche, dal momento che abbiamo a disposizione cinque canali DMA, un timer General Purpose a 16 bit e due ad 8, controllo della batteria e sensore di temperatura, predisposizione per la generazione IR, un convertitore ADC a 12 bit otto canali con risoluzione configurabile, coprocessore AES Security, 2 USART, ben 23 GPIO, interfaccia I²C ed un watchdog timer. Il tutto con l'aggiunta di 128 o 256 kB di memoria Flash. Per quanto riguarda lo sviluppo, i tool disponibili sono: CC2541 Evaluation Module Kit (CC2541EMK), e sua variante mini (CC2541DK-MINI), il software SmartRF e l'irrinunciabile IAR Embedded Workbench.

IL CC2650

La revisione che abbiamo testato, quella basata su CC2650, è una piattaforma di sviluppo che rende finalmente possibile lavorare con l'Internet delle Cose in maniera concreta e con ottime possibilità di implementazione, e questo lo fa combinando la potenza dei sensori con la connettività cloud. SensorTag è un sistema multi piattaforma che consente allo sviluppatore di scegliere diverse tecnologie di trasmissione dei dati, tutte basate su una portante pari a 2,4 GHz, grazie ad una semplice implementazione software che consente addirittura l'installazione e l'aggiornamento con metodo OTA (Over-The-Air).
Vediamo adesso che cosa c'è nel kit più evoluto e più moderno, e perché è così interessante: tanto per iniziare, è stato giunto il supporto per un maggior numero di sensori che operano a bassa potenza. Proprio a dimostrazione delle potenzialità in termini di connessione, c'è addirittura una decina di sensori a bordo, e possiamo, infatti, elencare: sensori di luminosità, microfono digitale, sensore magnetico, rilevatore di umidità e pressione, accelerometro, giro-

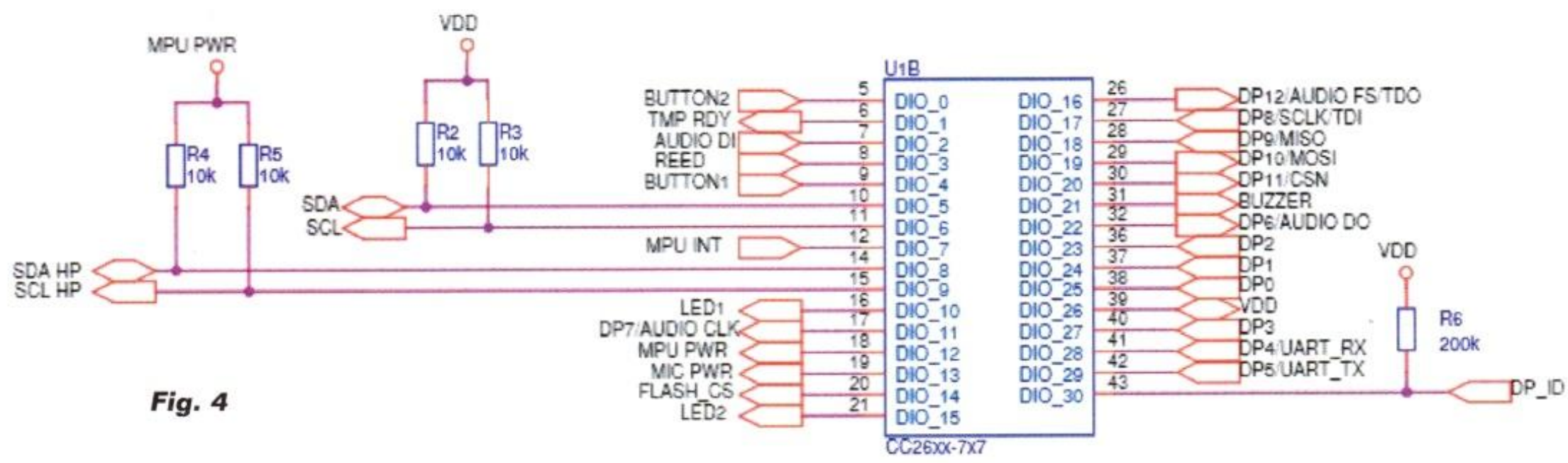


Fig. 4

scopio, magnetometro, sensore di temperatura.
Il tutto è gestito da un ARM Cortex-M3 (CC2650) che lavora anche con connettività cloud, come abbiamo detto, e pertanto consente l'accesso diretto del controllo del SensorTag praticamente da qualunque parte del mondo, garantendo anche l'integrazione con i dispositivi mobile. Dal momento che non c'è una specifica precisa per ciascun singolo tag o sensore, i SensorTag sono interscambiabili e la loro programmazione ed il completo sviluppo del sistema può essere portato a termine grazie alla licenza completa del compilatore Code Composer Studio.
Diamo ora uno sguardo ad alcune porzioni dell'hardware: la prima riguarda alcune delle interconnessioni al chip ed appare nella **Fig. 3**, dove, da sinistra verso destra, si nota il corretto condizionamento del Reset, la presenza del quarzo, il circuito di connessione all'antenna con rete LC, nonché l'antenna stessa.
Ma naturalmente le interconnessioni al chip non si fermano qui, perché c'è tutta la parte relativa agli ingressi e alle uscite che dialogano con i sensori e prelevano dati dagli stessi (**Fig. 4**). La terza parte, invece, riguarda la connessione USB del DevKit, con particolare riferimento al componente TPD4E004DRY (**Fig. 5**): questo integrato svolge la funzione di protezione dalle scariche elettrostatiche. Notevole è il fatto che sia stato implementato nonostante l'alimentazione sia a batteria, a dimostrazione del fatto che è sempre necessario proteggere i circuiti elettronici anche da scariche provenienti da alimentazioni fisse stabilizzate come quelle prelevabili da dispositivi portatili o pile.
Abbiamo anche detto che il kit è espandibile e in effetti è presente un connettore per kit di sviluppo esterni che nello schema viene identificato come J4 (**Fig. 6**), dalla quale si evince chiaramente che il condizionamento del segnale viene fatto polarizzando il dispositivo, connettendo uscite e ingressi, come quelli del protocollo I²C o i più classici MISO e MOSI, che -per chi non lo sapesse- sono acronimi di Master Input Slave Output e Master Output Slave Input, che sono i canali dati nelle due direzioni, relativi al protocollo di comunicazione SPI (Serial Peripheral Interface).
A completare il quadro si vede nello schema la connessione dedicata per il segnale di sincronia (clock).

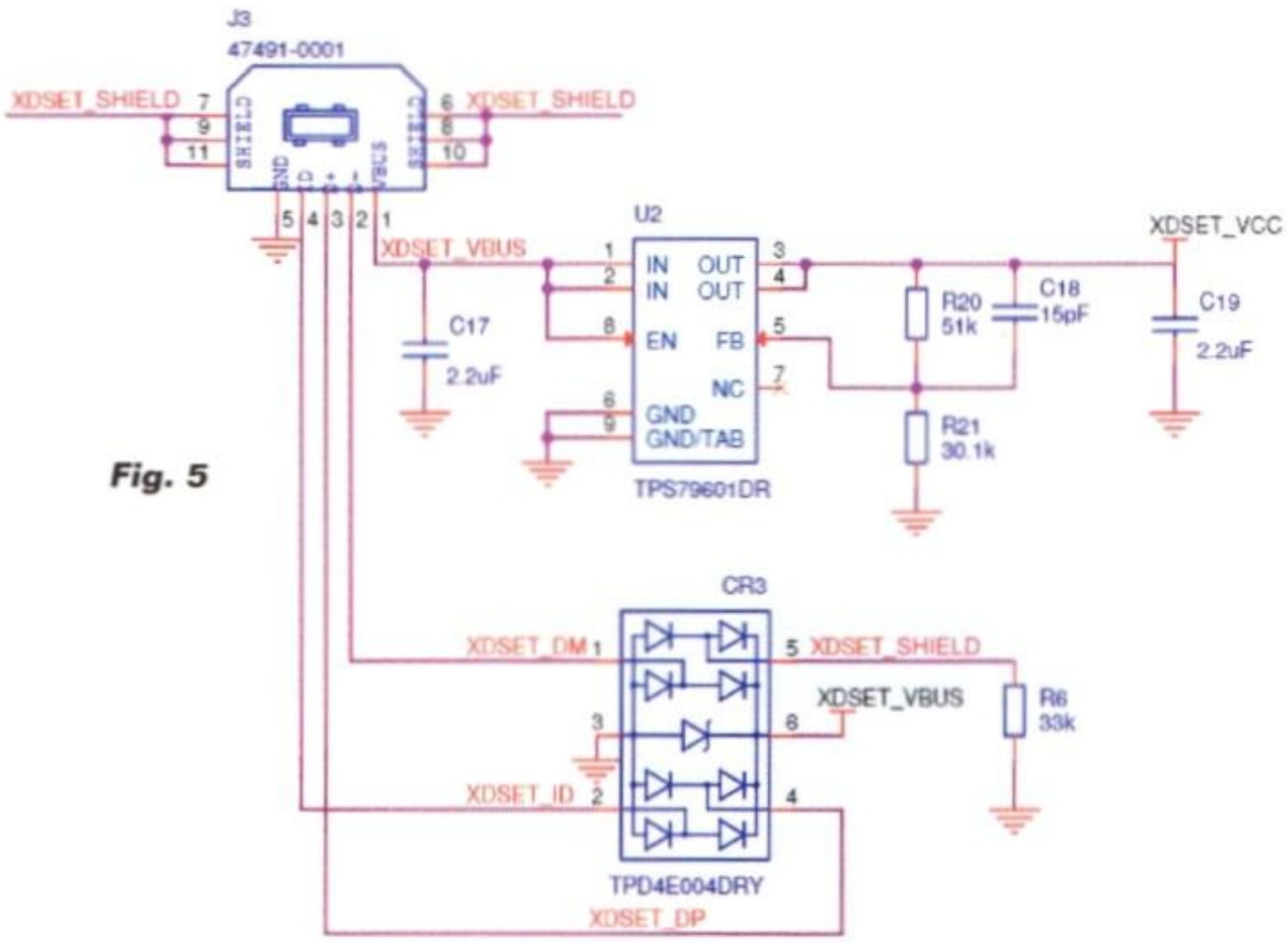


Fig. 5

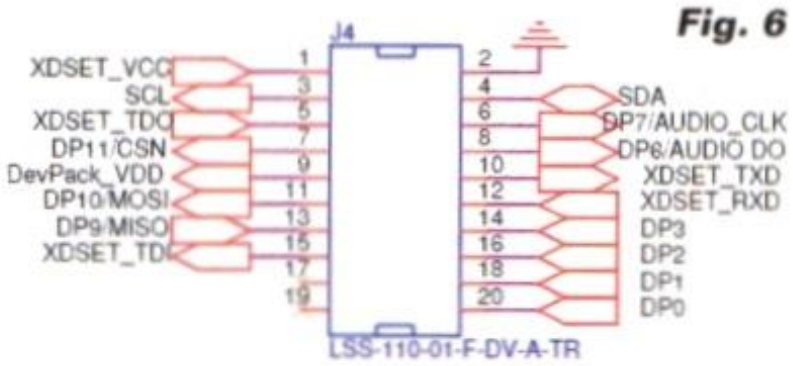


Fig. 6

Il resto dello schema non viene riportato perché si tratta di soluzioni abbastanza semplici per connettere un LED, per esempio, dove è necessaria una resistenza, opportunamente dimensionata, per limitare il valore di corrente in funzione della linea di collegamento sulla quale si trova. Ma ciò che rende questo kit veramente all'altezza delle aspettative è la dotazione in termini di sensori perché in effetti, come vi abbiamo detto, ce n'è per tutti i gusti, in particolare: sensore di temperatura, accelerometro, sensore di umidità e pressione e anche di intensità luminosa.
Nello specifico stiamo parlando del TMP007, una soluzione sempre targata Texas Instruments così come il sensore di luminosità, l'OPT3001 e quello di umidità, l'HDC1000.
Per quanto riguarda la rilevazione del movimento, l'MPU9250 è un integrato a 9 assi che tiene insieme accelerometro, giroscopio e magnetometro. La rilevazione della pressione è affidata ad un sensore Bosch BMP280.

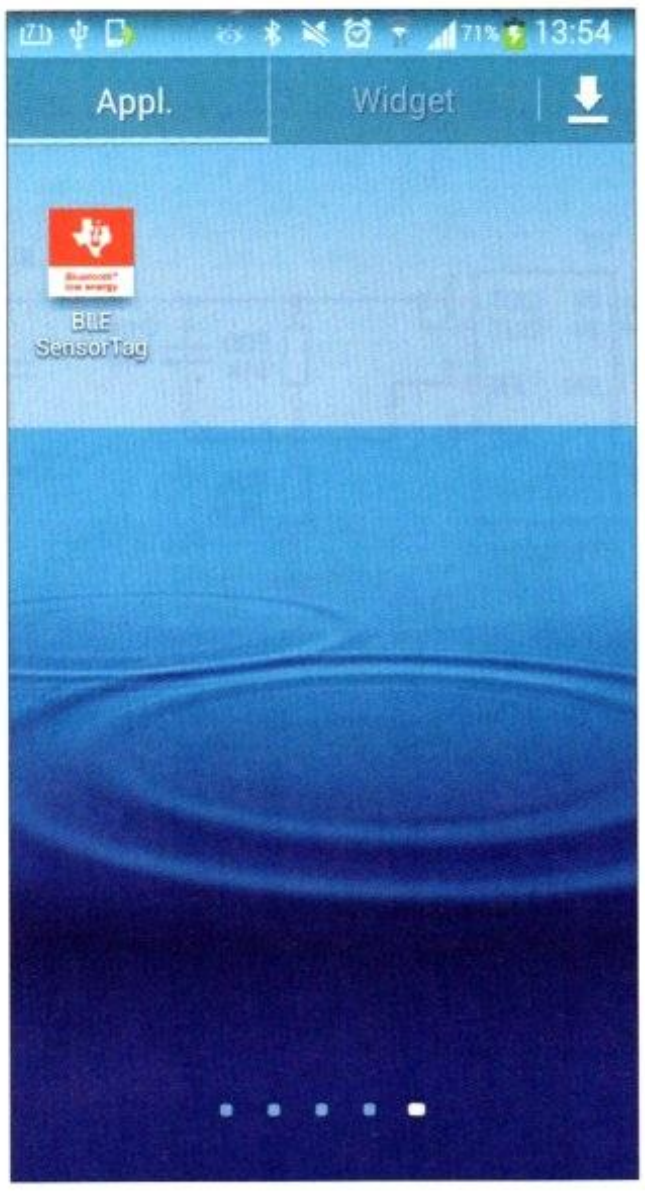
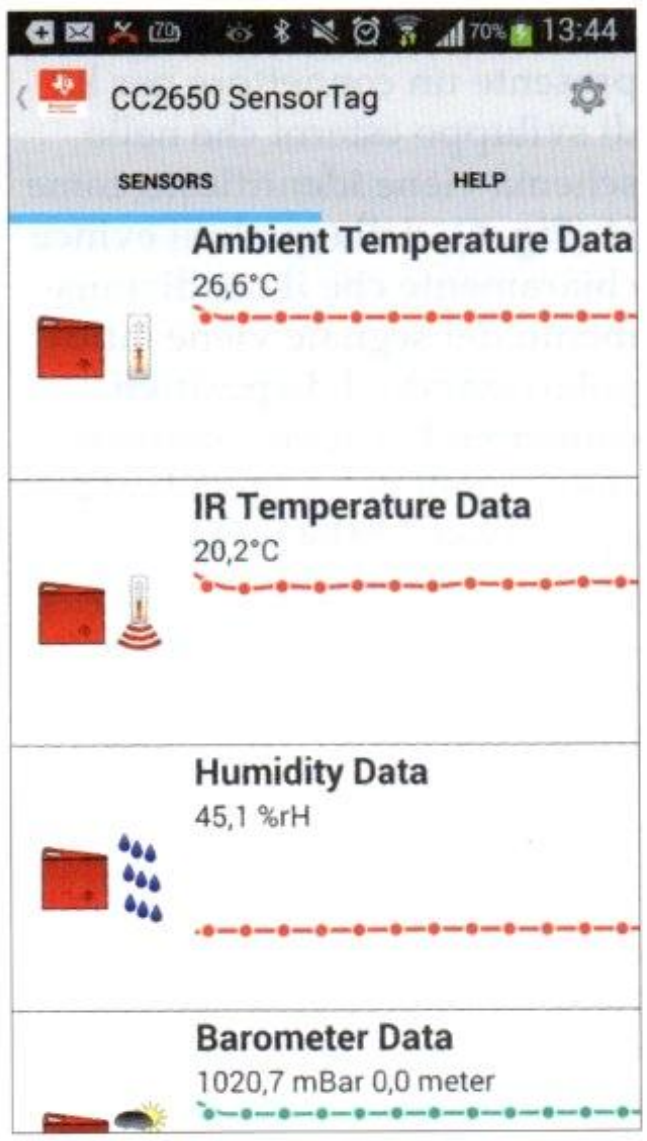


Fig. 7

Fig. 8

L'APPLICAZIONE

Vediamo, adesso, come funziona l'applicazione fornita (*http://www.ti.com/ww/en/wireless_connectivity/sensortag2015/?NTC=SensorTag&HQS=sensortag*). La connettività di questa soluzione è garantita tramite smartphone e supporta lo standard Beacon, del quale vi parliamo tra un attimo. Ha un raggio di rilevazione, e quindi di azione, di 50 m (150 ft) e può lavorare con un massimo di otto dispositivi garantendo addirittura un anno di autonomia. L'interfaccia utente che permette di utilizzarla è un'app, chiamata Simplelink SensorTag, che trovate disponibile sia sul Play Store di Google sia sull'App Store di Apple.
Di seguito vi spieghiamo come utilizzarla: innanzitutto installiamo l'app (**Fig. 7**), dopodiché la dobbiamo avviare e connettere al kit dopo aver attivato il Bluetooth (**Fig. 8**). A questo punto scorriamo sul touchscreen e possiamo vedere i dati rilevati, come appare in **Fig. 9**. Tra le funzionalità scopriamo la gestione del cloud per il salvataggio dei dati (**Fig. 10**). Tra le operazioni che possiamo compiere c'è anche l'aggiornamento, con metodo OTA esattamente come vi avevamo descritto (**Fig. 11**). Tramite questa applicazione potrete fare esattamente quel che dicevamo all'inizio, ovvero creare la vostra personalizzata rete di sensori e di dispositivi, come avete visto nell'immagine.



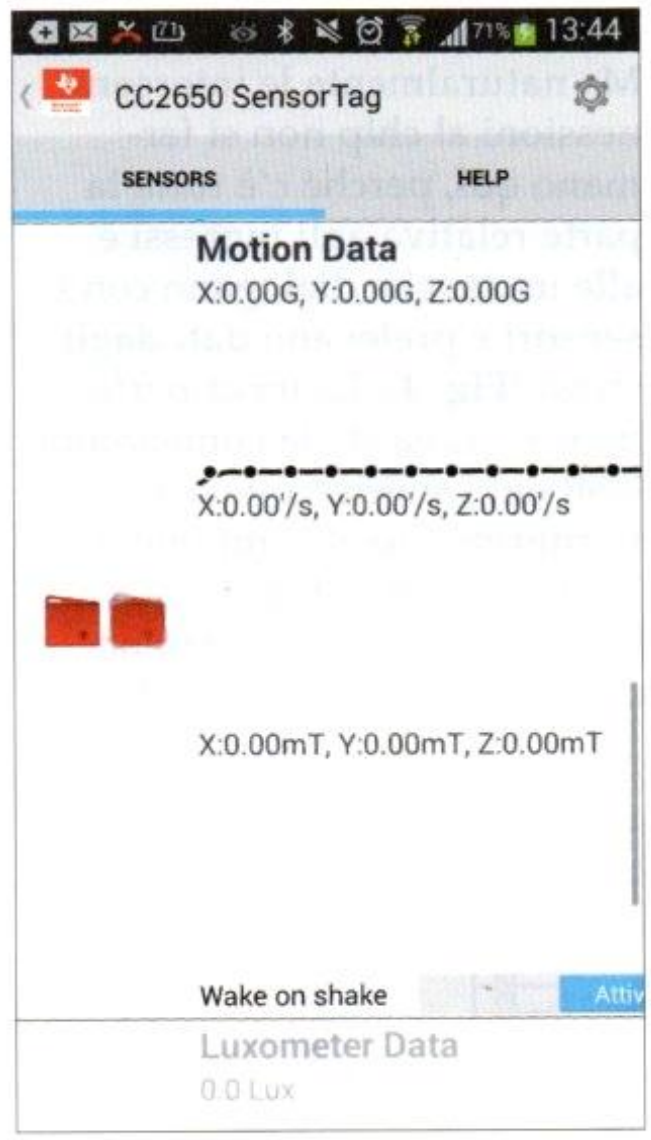


Fig. 9

L'aspetto estremamente positivo è che non è indispensabile avere delle abilità particolari nella programmazione per poterlo utilizzare.

iBeacon

Altro aspetto davvero interessante è la compatibilità con lo standard iBeacon, il che consente al telefono di eseguire l'applicazione e personalizzare i contenuti che sono basati sulla localizzazione fisica dei sensori e degli attuatori di riferimento. Dal momento che non tutti conoscono questo particolare standard, però, è il caso di specificare di che cosa stiamo parlando.

Lo standard iBeacon è un protocollo di comunicazione creato dalla Apple, grazie al quale alcuni trasmettitori, che prendono il nome di Beacon (fari), trasmettono informazioni identificative della loro presenza a dispositivi basati sulla tecnologia Bluetooth Low Energy. Il loro scopo è quello di identificare univocamente la loro posizione basandosi sulla prossimità. Questo li rende estremamente interessanti per il posizionamento di oggetti all'interno di ambienti chiusi, dove il sistema di posizionamento globale, meglio noto con l'acronimo GPS, non può funzionare.

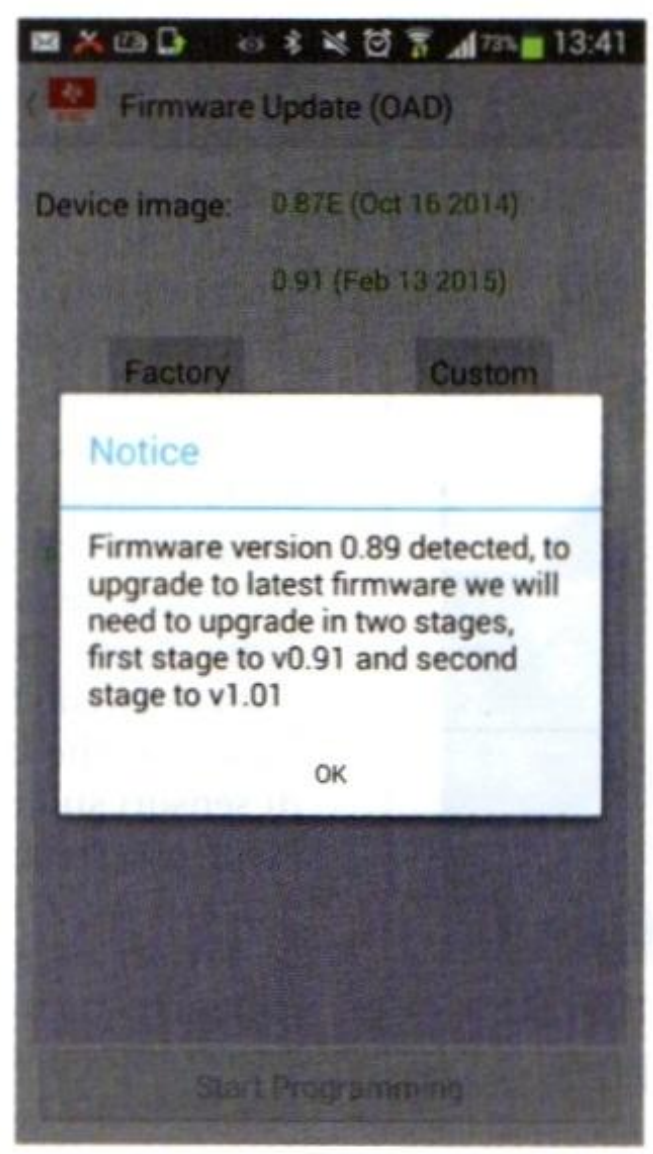
Se tale standard viene unito a tutto quello di cui abbiamo parlato fino a questo momento, l'ingresso all'interno di una stanza può essere la condizione che abilita un determinato meccanismo o automatismo, come per esempio la semplice accensione delle luci oppure l'avviamento di una macchina.

Diverse sono, tuttavia, le applicazioni ed esulano dalla "semplice" automazione domestica, visto che i pagamenti tramite dispositivi mobile, e tutto il sistema di transazioni online, fanno parte a pieno titolo delle applicazioni a corto raggio che dell'impiego dei Beacon possono beneficiare. Ma dal momento che esistono anche scenari operativi che prevedono l'impiego con distanze pari o addirittura superiori a 10 m, si rende evidente come anche le applicazioni in ambito industriale siano tantissime. L'iBeacon è interessante soprattutto per le sue differenze con altre tecnologie di localizzazione, perché quelli utilizzati sono trasmettitori che effettuano la trasmissione solo verso uno o più dispositivi riceventi e necessitano di uno specifico interprete dei segnali, cioè un'app in grado di interpretarli. Ciò garantisce che soltanto le applicazioni effettivamente installate possano tracciare gli utenti all'interno dell'ambiente ed assicura che il tracciamento non avvenga a loro insaputa.

Una delle app più interessanti ed utilizzate dagli sviluppatori che lavorano su questa tecnologia è iBeacon Detector.

Proprio riguardo questo standard Texas Instruments risulta tra le aziende più attive nella produzione di chipset per iBea-

Fig. 10



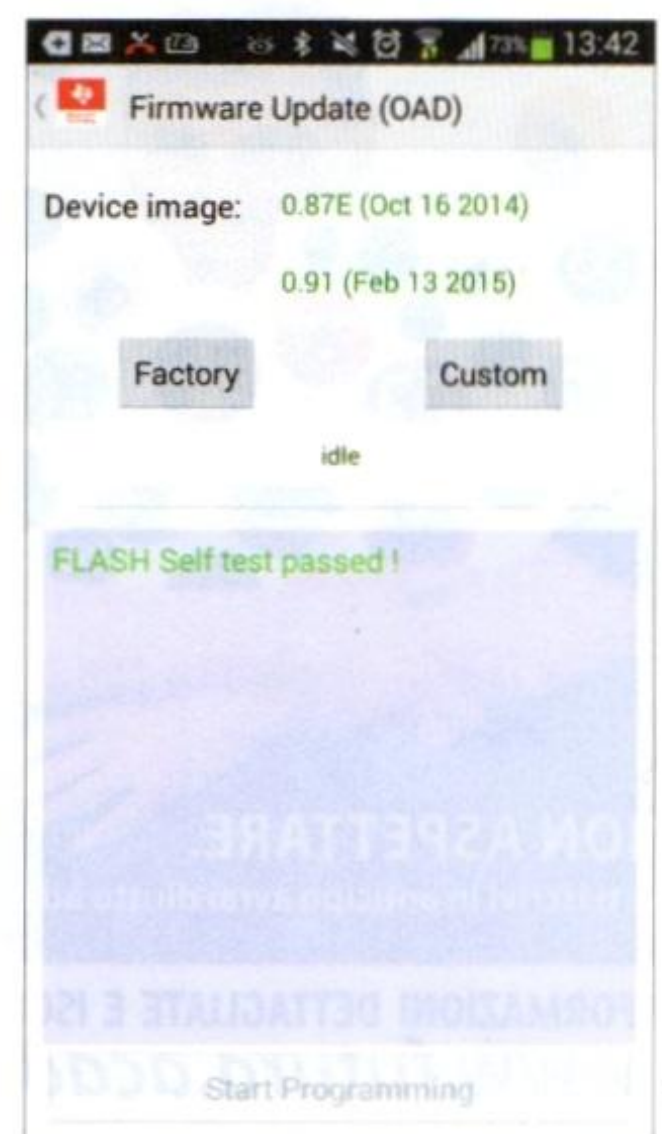
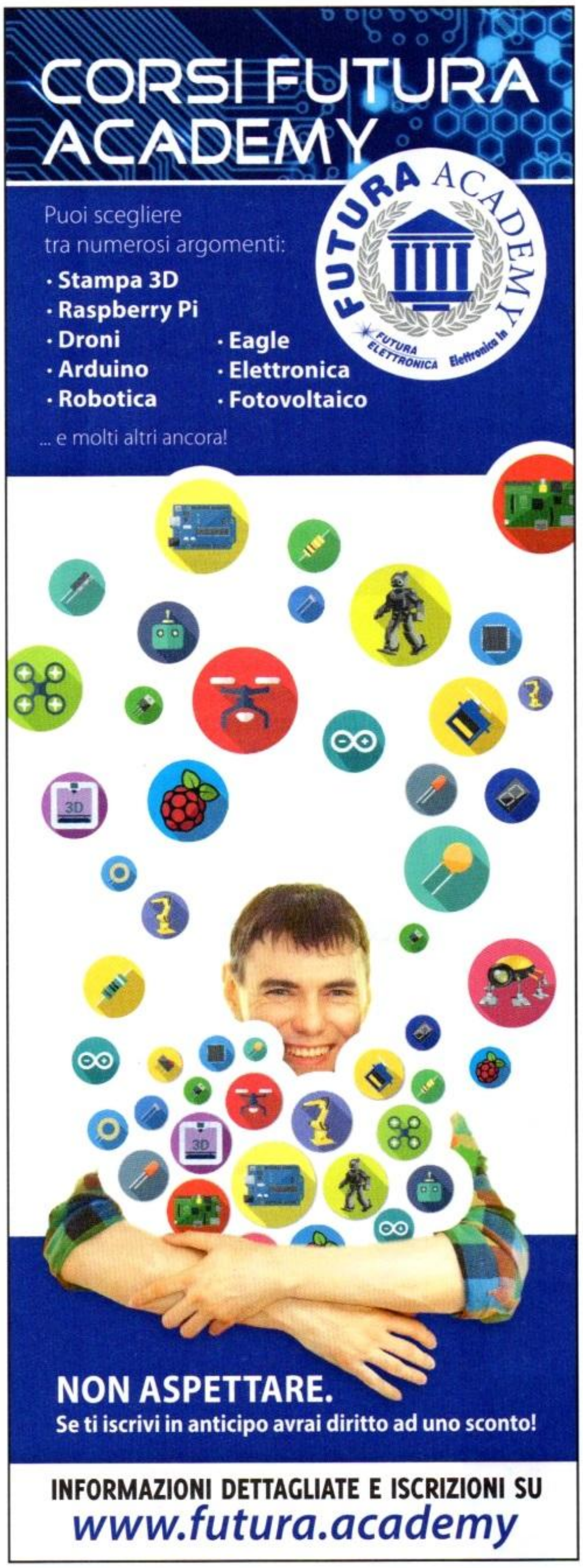


Fig. 11



con a basso consumo. Uscito nel 2013, lo standard iBeacon risulta compatibile con dispositivi iOS e MAC con Bluetooth 4.0 e dispositivi con sistema operativo Android in versione pari o superiore alla 4.3 (*http://www.ti.com/tool/cc2650stk*).

CONCLUSIONI

Il kit che abbiamo provato funziona davvero molto bene ed è stato ingegnerizzato in maniera estremamente precisa e pulita.
La soluzione si dimostra pratica e di facile uso, molto immediata.
Riteniamo, pertanto, che rappresenti un case-study ed un proof-of-concept decisamente all'altezza del suo compito, che può essere utilizzato per riferirsi a diversi casi: l'identificazione dei clienti, con abitudini e preferenze, il che ha applicazioni nel marketing, per esempio. Inoltre, lo stesso tipo di dati può essere collezionato ed interpretato in ottica di Big Data.
Nel monitoraggio ambientale è chiara l'utilità: il controllo non soltanto del livello ma anche della qualità delle acque, atmosferiche e non, per esempio, così come esistono applicazioni di pubblica sicurezza e pubblico interesse riguardo la possibilità di prevedere terremoti ed altri eventi ambientali potenzialmente dannosi.
Se le stesse informazioni provenissero, invece, dall'analisi di contesti urbani, si potrebbe fare monitoraggio ambientale in termini di qualità dell'aria e una stazione meteorologica puntuale, in una rete a stella, effettuerebbe un controllo qualitativamente e quantitativamente di qualità rispetto a quello che più comunemente viene fatto oggi, soprattutto quando le stazioni metereologiche vengono posizionate all'interno di parchi che sono mosche bianche in città metropolitane ad alta densità di traffico. Questo tutelerebbe la rappresentatività del dato.
E ancora, monitoraggio delle condizioni di salute, come detto in precedenza, automazione degli edifici e della casa, gestione del risparmio energetico ed anche controllo dei beni, e delle merci, sottoposte a trasporto, con analisi intelligente del traffico ed elaborazione della logistica.
Tutto questo sarebbe estremamente più facile, vista la possibilità di identificare univocamente ciascuna scheda dotata di un generico numero di sensori sulla quale potrebbe anche essere più facile intervenire in caso di malfunzionamento o guasti, soprattutto perché il maggior numero di sensori a disposizione renderebbe un caso del genere meno invalidante dell'intero sistema così strutturato, in relazione a quello che genericamente è presente oggi.

mBOT PICCOLO ROBOT, GRANDI POTENZIALITÀ

Scopriamo questo interessante kit educativo che permette di sperimentare con la robotica a qualsiasi età.

di LUCA BELLAN

Alla fine degli anni ottanta del secolo scorso la LEGO presentò uno dei primi kit educativi STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics): si basava su un "mattoncino" programmabile via PC, cui potevano essere collegati dei sensori e dei motori in maniera molto semplice; nel 1998, con l'uscita della nuova versione, questo sistema venne ulteriormente migliorato e prese il nome di LEGO Mindstorms (ne abbiamo parlato in passato).

I sistemi educativi STEM sono dei kit di componenti elettronici in grado di unire diverse discipline e velocizzare quindi l'apprendimento di materie come robotica, meccanica ed elettronica; solitamente sono composti da un'unità di elaborazione centrale (un microprocessore) e diverse periferiche di input (sensori di movimento, luminosità, colore, peso o pulsanti) nonché di output (display, motori, buzzer, LED).

L'unità di elaborazione centrale può essere programmata da PC tramite la programmazione

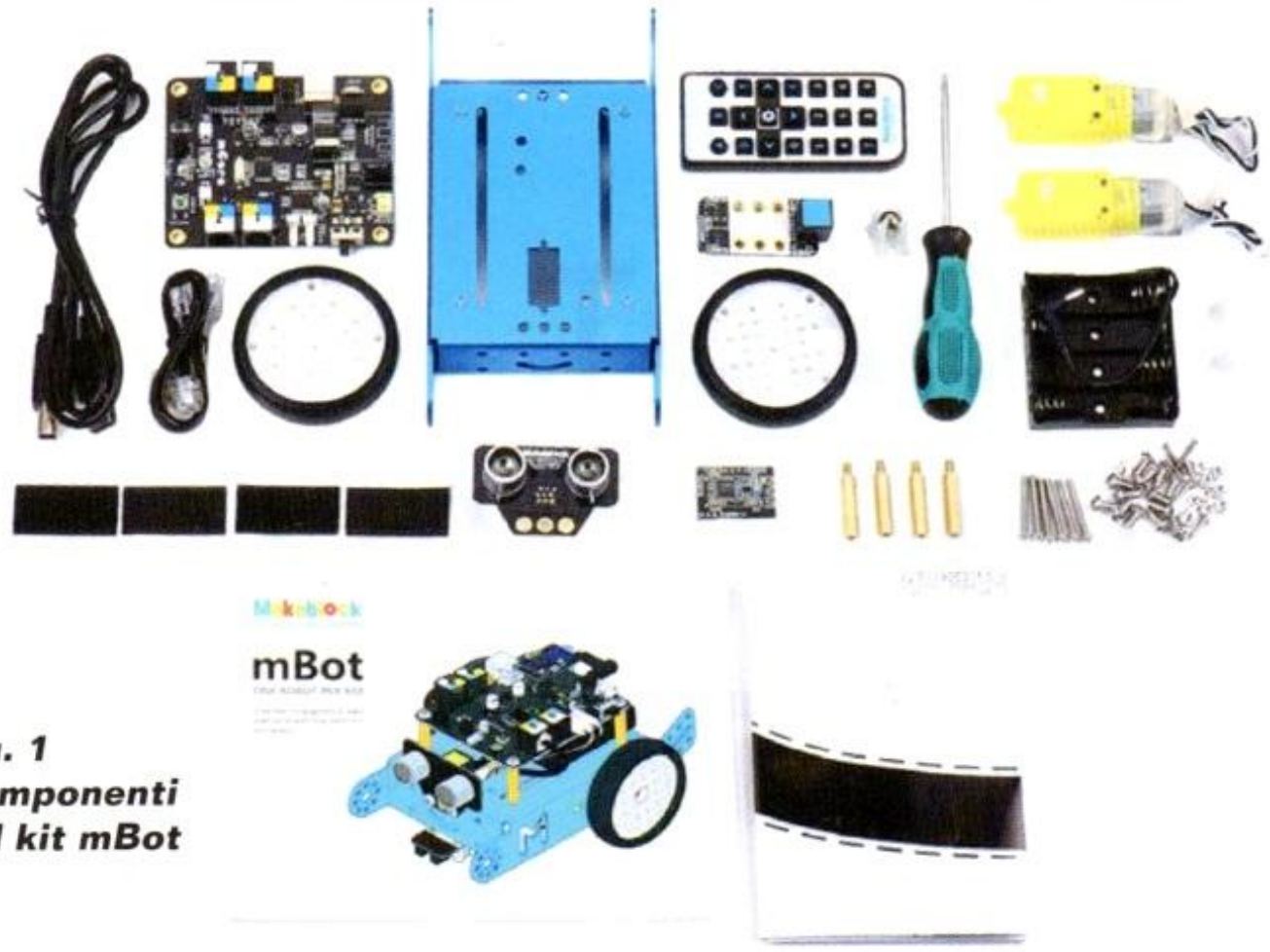


Fig. 1 Componenti del kit mBot

visuale, ossia il trascinamento di blocchi di comandi uno sopra l'altro agganciandoli dall'alto verso il basso, mentre tutte le connessioni tra i componenti elettronici sono effettuate tramite dei robusti cavi e tramite un sistema di prese e connettori; in questo modo non occorre effettuare saldature.
Le attività didattiche di questo tipo hanno preso piede negli Stati Uniti nell'ultimo decennio e si sono rapidamente diffuse arrivando anche in Italia; in questo modo, gli studenti hanno l'opportunità di costruire e programmare piccoli robot e, intanto, imparare le basilari nozioni di elettronica, meccanica e programmazione.
Makeblock (*www.makeblock.cc*) è una piattaforma open source di prototipazione e costruzione, che fornisce un assortimento molto ricco di parti meccaniche e moduli elettronici; il 9 aprile 2015 viene lanciata, sul sito di crowdfunding Kickstarter, la campagna di finanziamento del progetto di un robot chiamato mBot, che consiste in un kit educativo con varie parti elettroniche e meccaniche.
La cifra target richiesta dal progetto era di 20.000 dollari, cifra che è stata raccolta in meno di 24 ore, arrivando a fine campagna a raccogliere oltre 285.000 dollari per merito di 2.500 finanziatori. La semplicità che contraddistingue i kit e componenti Makeblock ne rende possibile l'utilizzo da parte di bambini in età scolastica fino ad adulti che si vogliono avvicinare al mondo della robotica o vogliono implementare i kit già esistenti, creando qualcosa di nuovo e più complesso; inoltre, tutti i connettori sono compatibili con i componenti elettronici LEGO.
Il kit può essere acquistato nelle varianti di colore blu, rosa o verde; inoltre, potremo scegliere la versione del kit con il modulo WiFi e la versione con il modulo Bluetooth: in questo articolo descriveremo la seconda versione.

Componenti e montaggio

Aprendo la scatola troviamo tutto quello che ci serve per montare e utilizzare il nostro robot (**Fig. 1**), ossia i componenti meccanici (chassis, ruote con gomme, roller ball, viti, bulloni, un cacciavite a due punte e dei pezzi di ricambio) e i componenti elettronici: due motori per le ruote posteriori, un sensore ad ultrasuoni frontale per evitare gli ostacoli o misurare la distanza da essi, un line follower composto da due emettitori e due ricevitori a infrarossi montati alle estremità del componente, il modulo Bluetooth per la comunicazione senza fili, due cavi con connettori RJ-25, e la scheda principale mCore.
Inoltre, sono presenti un cavo USB per connettere mBot al PC, un telecomando IR per controllare il robot a distanza, un porta batterie 4 x AA per fornire l'alimentazione necessaria e un foglio con un percorso per testare la funzionalità di line following.
La scheda principale mCore è basata sulla piattaforma open source Arduino e la sua potenza di calcolo deriva da un ATmega 328P; dispone di quattro porte RJ-25 (di cui due rimarranno libere a fine montaggio per permettere il collegamento di ulteriori componenti), un connettore USB di tipo B per la programmazione da PC, una presa DC per l'alimentazione da batterie di tipo AA, un connettore per l'alimentazione da batteria al litio 3,7V, due uscite per i motori, uno slot per il modulo WiFi o Bluetooth e un interruttore generale.
Inoltre, questa scheda presenta diversi componenti on-board: due LED RGB, un buzzer, un ricevitore e un trasmettitore IR, un sensore di luminosità e un pulsante.
Per montare il robot, seguendo le immagini di costruzione fornite, occorre innanzitutto fissare i due motori sullo chassis per mezzo di due viti M3x25 e due bulloni M3 (per ciascun motore); dopo aver applicato le gomme sulle ruote, fissiamo ogni ruota sul proprio asse con una vite M2x9.
Blocchiamo ora il modulo line follower posizionandoci sopra il ball-caster e fissando il tutto con due viti M4x8 ai lati del modulo; fissiamo il modulo con i sensori ad ultrasuoni alla parte frontale del telaio con due viti M4x8; montiamo i quattro distanziatori dorati sugli angoli superiori dello chassis e facciamo passare i cavi (due dei moduli e due dei motori) nella par-

te superiore dello chassis come mostrato nel manuale di assemblaggio.
Posizioniamo ora il velcro sulla parte anteriore dello chassis e sulla parte inferiore del porta batterie: in questo modo potrà essere rimosso per il cambio batterie ma resterà ben saldo alla propria posizione quando il robot sarà in movimento; fissiamo la scheda mCore sui quattro distanziatori dorati tramite quattro viti M4x8 e montiamo infine il modulo WiFi o Bluetooth nell'apposito spazio della scheda mCore.
Dopo aver montato la parte meccanica del robot è necessario effettuare dei collegamenti: colleghiamo il modulo line-follower alla porta 2 di mCore, il modulo con il sensore ad ultrasuoni alla porta 3, il motore sinistro alla porta M1 e il motore destro alla porta M2.
Se una volta acceso, il robot dovesse avere i movimenti invertiti, occorrerà scambiare i collegamenti tra la porta M1 e la porta M2; colleghiamo ora l'alimentazione alla scheda tramite batterie AA o batteria al litio.

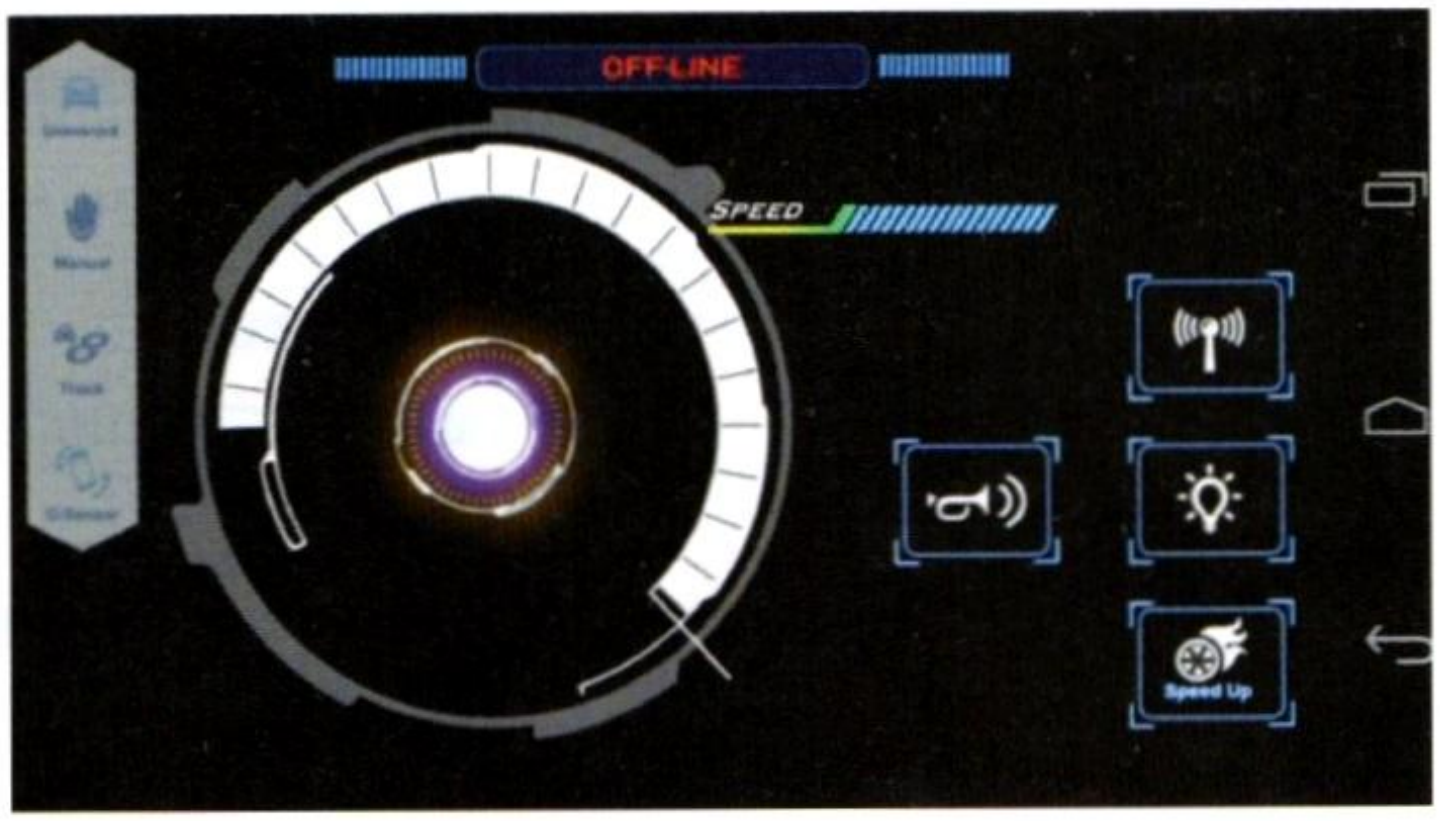


Fig. 2 - Schermata dell'app mBot per Android e iOS.

Prima accensione

Dopo la prima accensione (tramite l'interruttore posto su mCore) avremo a disposizione lo sketch precaricato in fabbrica, tramite il quale potremo controllare mBot con il telecomando IR presente nella confezione oppure via WiFi o Bluetooth con l'app dedicata.
Inseriamo una batteria a bottone CR2025 (non inclusa) nel telecomando IR e proviamo le funzioni precaricate: premendo il pulsante A selezioniamo il controllo manuale; potremo quindi controllare i movimenti di mBot tramite le quattro frecce e scegliere la velocità di movimento con i pulsanti dall'1 al 9. Premendo il pulsante B attiveremo la funzione che consentirà al robot di evitare gli ostacoli tramite i sensori ad ultrasuoni, mentre con il pulsante C attiveremo la funzione di line following (movimento lungo una linea). Per provare quest'ultima funzione potremo utilizzare il foglio incluso nella confezione su cui è stampato un tracciato nero su sfondo bianco; nelle funzioni B e C potremo solo impostare la velocità di movimento del robot in quanto i movimenti saranno dettati dagli ostacoli o dalle righe scure che sta seguendo in quel momento.
Se il robot dovesse perdere la linea che sta seguendo durante la prova della modalità "line follower", compirà un giro di 360 gradi su sè stesso per cercare di riaggancarla.
Proviamo ora il robot con il modulo Bluetooth: scarichiamo quindi l'applicazione "mBot" (**Fig. 2**) sul nostro dispositivo Android o iOS; dopo aver aperto l'applicazione ed aver effettuato l'associazione dei dispositivi potremo attivare le modalità di wall avoidance e line following. Inoltre potremo controllare manualmente il robot tramite un joystick virtuale presente sulla schermata.
La funzione "G-Sensor" ci permetterà di controllare il robot con gli accelerometri del nostro dispositivo: prima di attivare questa modalità appoggiamo il nostro dispositivo a una superficie piana in modo da iniziare con i motori a velocità zero.
A lato del pannello di controllo troviamo alcuni pulsanti utili per fare emettere dei suoni al robot, accendere e cambiare colore ai due LED RGB on-board e aumentare la velocità di movimento; possiamo inoltre accedere alla lista dei dispositivi associati e rinominarli nel caso avessimo più robot connessi all'applicazione.

Programmiamo mBot

Prima di connettere mBot al nostro PC, dobbiamo scaricare il software di programmazione visuale mBlock (*www.mblock.cc*) che deriva da Scratch, il software messo a punto dal M.I.T. nel 2003 di cui abbiamo parlato nei numeri 191, 192, 193 della nostra rivista.
L'interfaccia di mBlock (**Fig. 3**) si presenta molto simile a quella di Scratch con delle implementazioni sui menu Connect, Boards ed Extensions; dal primo menu è possibile effettuare la connessione a mBot tramite cavo usb, Bluetooth, seriale via WiFi (con adattatore USB) e inserendo direttamente IP e porta di rete con la voce Network e Custom Connect. Inoltre, possiamo installare i driver di

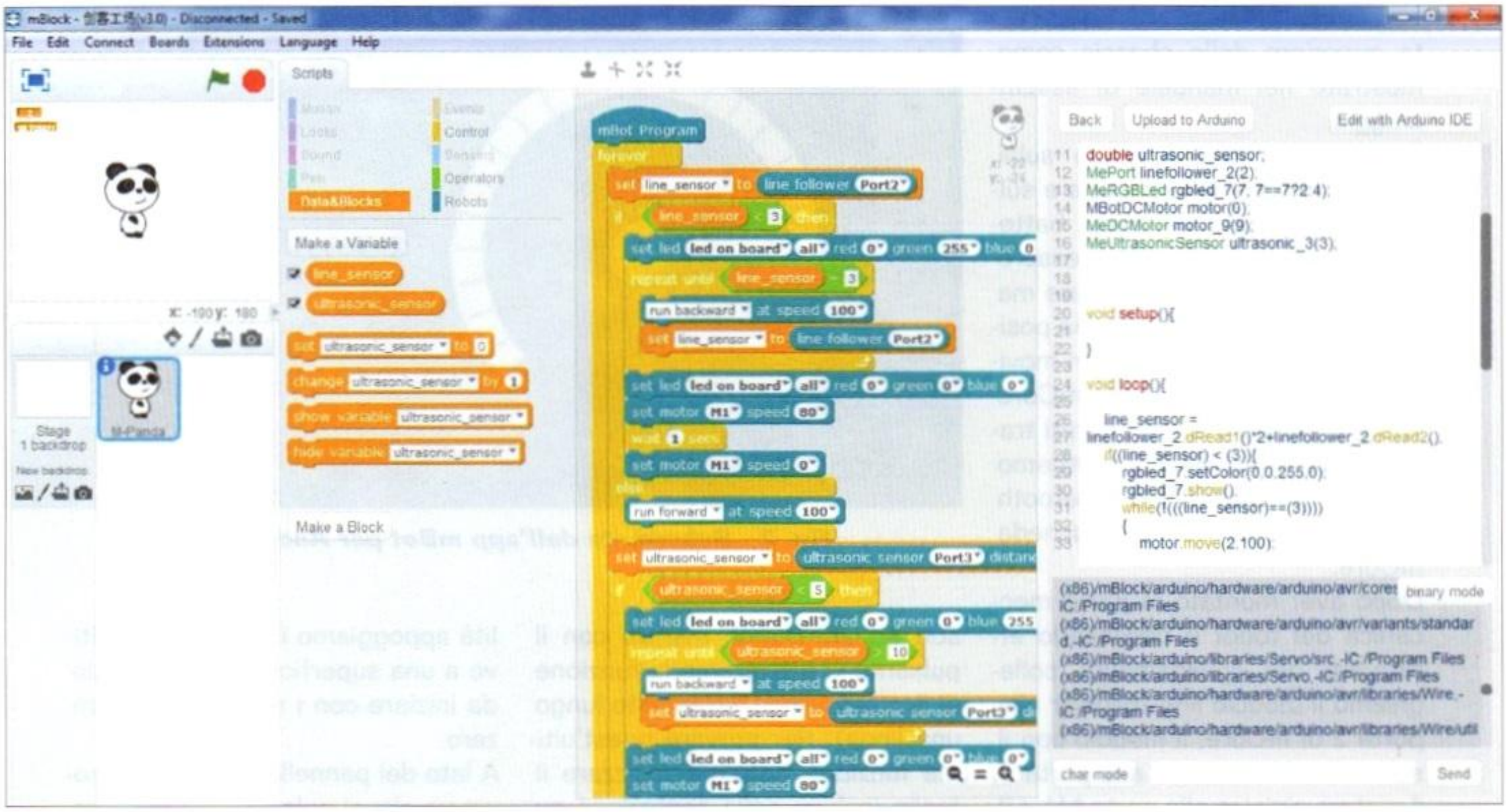


Fig. 3 - Il software mBlock, derivato da Scratch.

Arduino, nel caso in cui la scheda mCore non venisse riconosciuta, o resettare il programma predefinito della scheda (quello che troviamo alla prima accensione del robot).

Con il menu Boards possiamo selezionare il tipo di robot o scheda che stiamo andando a programmare; come possiamo vedere, è possibile programmare Arduino UNO fino al più recente Arduino Leonardo o le altre schede della famiglia Makeblock (Me Orion, Me BaseBoard e Me UNO Shield). Invece con il menu Extensions possiamo gestire i pacchetti ZIP delle estensioni per le varie schede.

La schermata del programma è composta dal riquadro a sinistra che contiene l'immagine del panda (utile per visualizzare i valori delle variabili in runtime e per testare gli sketch prima ancora di caricarli su mCore) e dal riquadro principale per comporre il nostro sketch. Colleghiamo il robot (ricordandoci di lasciarlo acceso) al PC tramite il cavo USB in dotazione e selezioniamo la porta seriale tramite il menu Connect e la voce "Serial port".

Ricordiamoci che il sensore di distanza ad ultrasuoni ritorna un valore tra 3 e 400 centimetri (teorici) mentre il sensore di line following torna 0 se tutti e due i sensori IR sono disattivati, 1 se il sensore di sinistra è attivo, 2 se il sensore di destra è attivo e 3 se tutti e due i sensori sono attivi.

Seguendo l'esempio in Fig. 4 creiamo un semplice sketch per testare il sensore di distanza ad ultrasuoni direttamente dal nostro PC: è infatti possibile utilizzare tutti i componenti di mBot senza caricare lo sketch su mCore tramite la comunicazione dei comandi con la porta seriale in tempo reale.

Abbiamo creato una variabile "distanza" che, una volta fatto clic sulla bandiera verde, verrà continuamente aggiornata con il dato letto dal sensore ad ultrasuoni (il contenuto di questa variabile sarà visibile nel box contenente

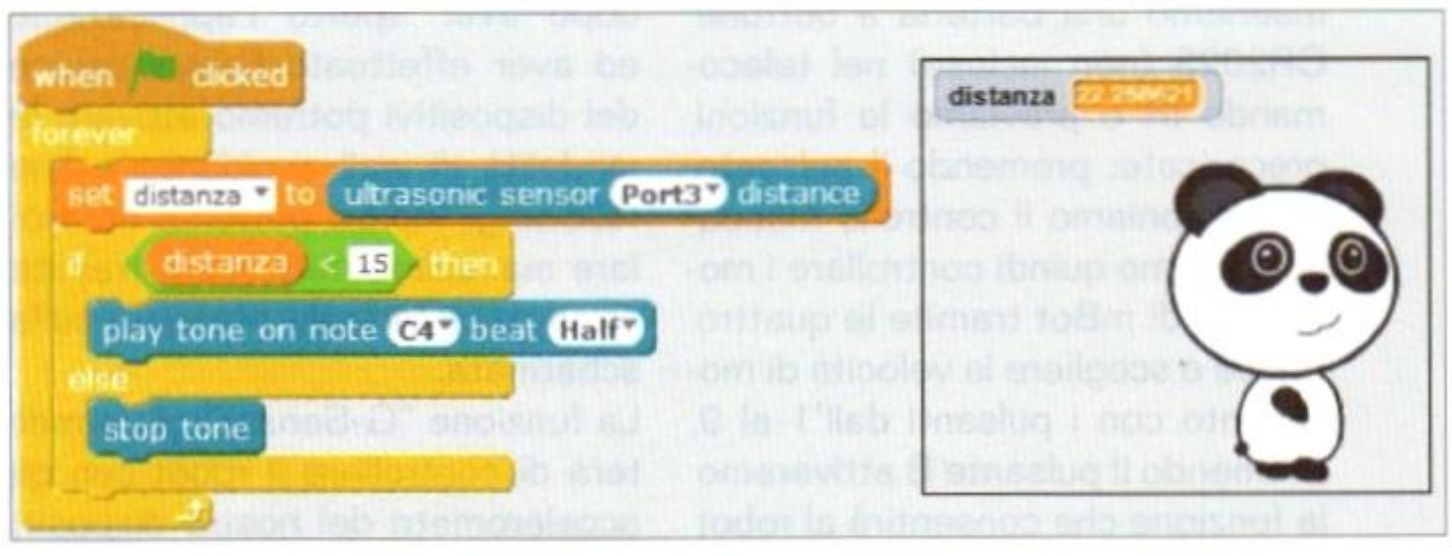


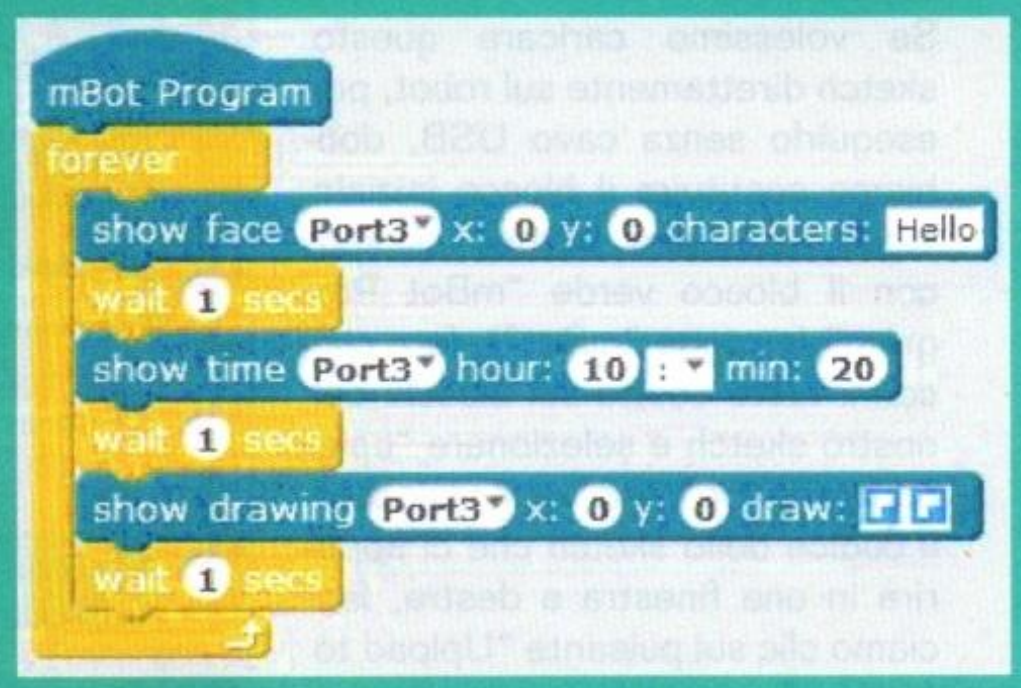
Fig. 4 - Primo esempio di sketch: sensore ad ultrasuoni.

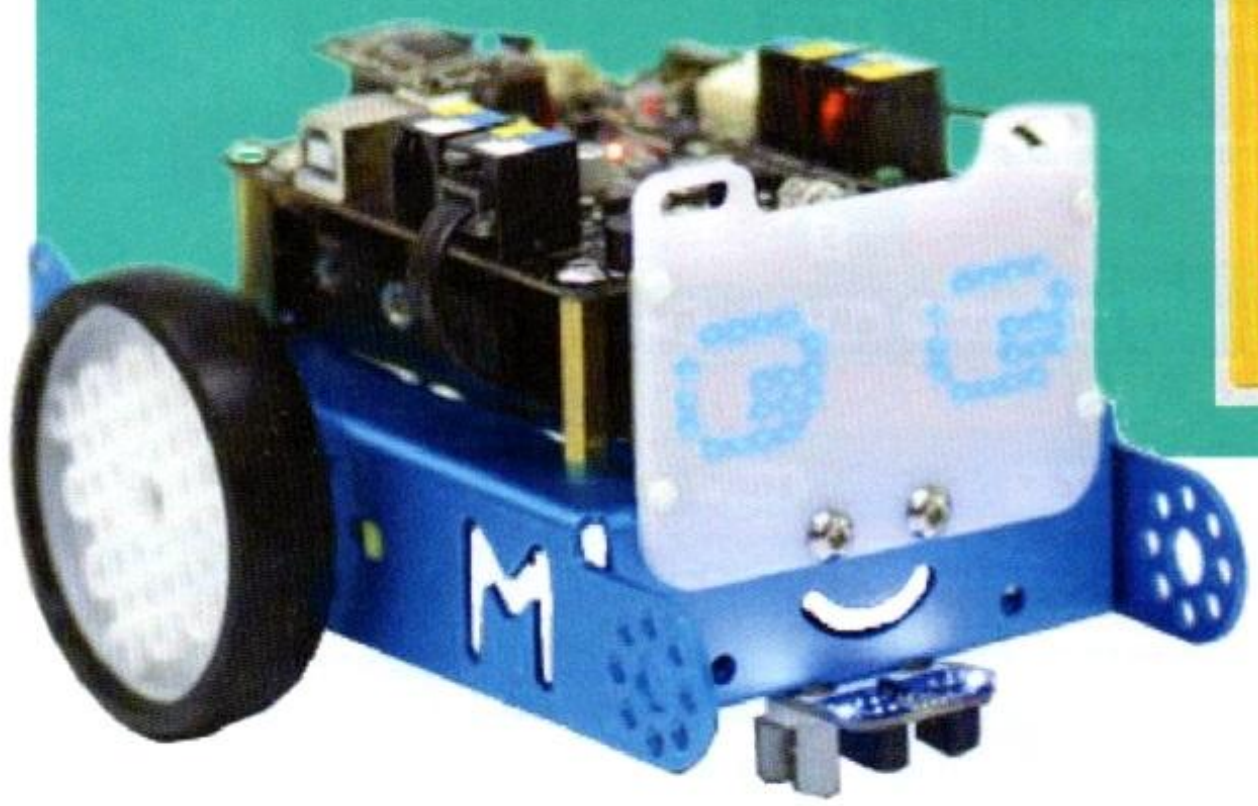
l'immagine del panda); quando la distanza rilevata diviene minore di 15 centimetri, mBot emette un suono.
Per controllare tutti i componenti del robot occorre recarsi nella sezione "Robots" dei blocchi di istruzioni, sottosezione "mBot": in questo modo avremo a disposizione tutti i blocchi di istruzioni riguardanti mBot e i suoi moduli di espansione.
Se volessimo caricare questo sketch direttamente sul robot, per eseguirlo senza cavo USB, dobbiamo sostituire il blocco iniziale "when (bandiera verde) clicked" con il blocco verde "mBot Program" (sezione "mBot"), fare clic con il tasto destro sui blocchi del nostro sketch e selezionare "upload to arduino": una volta visionato il codice dello sketch che ci apparirà in una finestra a destra, facciamo clic sul pulsante "Upload to Arduino" per confermare.
Dopo il messaggio "Upload Finish" possiamo scollegare il robot, spegnere e riaccendere per testare il tutto.
Come spesso accade, molti di questi robot vengono provati su tavoli e scrivanie anziché sul pavimento; in questo modo, però, c'è il rischio che cadano soprattutto quando si muovono autonomamente (per esempio la modalità B sul telecomando IR che consente al robot di muoversi evitando gli ostacoli). Abbiamo quindi deciso di implementare la modalità di rilevamento ostacoli, aggiungendo anche il rilevamento del bordo tavolo o scrivania tramite l'utilizzo dei sensori per il line following: avremo così l'occasione di scrivere uno sketch di prova più avanzato rispetto al primo.
Seguendo l'esempio in Fig. 5 creiamo uno sketch che contiene un ciclo infinito essenzialmente composto da due parti: la prima setta la variabile "line_sensor" con i dati ricevuti dal sensore di line following, se il valore è minore di 3 (quindi viene rilevato un bordo o una superficie scura), si accendono i due LED di verde e il robot va in retromarcia fino a quando lo stato del sensore torna a 3; dopodiché vengono spenti i LED, il motore M1 ruota per un secondo alla velocità 80, mentre M2 resta fermo, in modo da fare ruotare il robot di circa 90 gradi a destra e riprende ad andare dritto.
La seconda parte invece setta la variabile "ultrasonic_sensor" con i dati ricevuti dal sensore ad ultrasuoni: quando viene rilevato un oggetto a meno di 5 centimetri si accendono i due LED di blu e il robot viene mandato in retromarcia fino ad una distanza dall'ostacolo di almeno 10 centimetri; a questo punto i due LED vengono spenti, il robot ruota di circa 90 gradi sulla

Fig. 5 - Implementazione del rilevamento ostacoli aggiungendo i sensori di line following.

Cambiamo volto a mBot

Tra i tanti componenti con cui possiamo implementare il robot, abbiamo scelto di provare Me LED Matrix, che è una matrice di LED blu 8x16 che forma un display e deve essere montata al posto del sensore ad ultrasuoni; volendo, possiamo sfruttare il cavo di collegamento del sensore per collegare il display sulla porta 3 di mCore, altrimenti colleghiamo il display a una delle porte rimaste libere con il cavo contenuto nella confezione. Una volta montato il display e il pannello bianco opaco su di esso, procediamo al collegamento di mBot al PC per effettuare alcuni test tramite l'ambiente di sviluppo mBlock; i blocchi di codice per controllare il display sono essenzialmente tre e si trovano tutti nella sezione Robots: "show face" permette di mostrare una scritta sul display e renderla scorrevole tramite la modifica delle coordinate X e Y, il blocco "show time" consente di inserire ore e minuti che verranno mostrati sul display come se fosse un orologio digitale. Infine, con il blocco "show drawing" abbiamo a disposizione un editor di immagini nel formato 8x16 con cui possiamo decidere quali LED accendere e quali LED lasciare spenti per creare disegni; anche in questo blocco abbiamo la possibilità di animare i disegni intervenendo sulle variabili X e Y opportunamente inserite in un ciclo temporizzato.





sua destra e ricomincia a marciare dritto.

Come accennato precedentemente, mBot può essere alimentato anche da una batteria al litio da 3,7V in sostituzione alle quattro batterie stilo AA; questa batteria può essere ricaricata tramite la porta USB posta sulla scheda mCore senza il bisogno di essere scollegata e ricollegata. Per questo abbiamo creato una postazione dove andare a parcheggiare mBot durante i momenti di ricarica, i cui file STL per stamparla in 3D sono scaricabili dalla pagina web *www.thingiverse.com/thing:1261855* su Thingiverse.

Conclusioni

Per un'introduzione completa al mondo di Scratch suggeriamo un documento che abbiamo trovato molto interessante: il libro in PDF "Scratch 2.0: The Adventures of Mike" che offre lezioni e guide step-by-step per prendere confidenza con l'ambiente di sviluppo e i vari blocchi di codice, oltre che ad un archivio di esempi già pronti per essere importati in Scratch.

Se invece volete un manuale in PDF più improntato sulla programmazione di mBot (anch'esso pieno di guide ed esempi) potete leggere "mBlock: Kids maker rocks with the robots". Entrambi i testi potete scaricarli gratuitamente da *http://learn.makeblock.cc/course-download/*. □

per il MATERIALE

Il robot (Cod. MBOT) è disponibile in kit al prezzo di 115,00 Euro. Nella scheda on-line del prodotto è possibile scaricare il software di programmazione grafica. Sono disponibili anche, fra i correlati, il modulo bluetooth (cod. BLUEMBOT) al prezzo di 25,00 Euro e la piastra frontale in plexiglass con LED (cod. MELED8X16) al costo di 17,00 Euro. Questi prodotti sono disponibili presso Futura Elettronica.

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA) - Tel: 0331-799775
Fax: 0331-792287 - www.futurashop.it

ANALIZZATORE DI SEMICONDUTTORI

dell' Ing. VINCENZO MENDOLA

Un set di strumenti in grado di identificare e verificare le caratteristiche di BJT, FET, tiristori, diodi ecc., a un costo accessibile e con semplicità.

DCA75. Gli strumenti della Peak sono distribuiti in Italia dalla Futura Elettronica (*www.futurashop.it*); il DCA55 è identificato dal codice prodotto 8220-DCA55, mentre il DCA 75 PRO è identificato dal codice prodotto 6601-DCA75. Il DCA55 può essere considerato la versione base (entry-level) dello strumento, mentre il modello "PRO" aggiunge ulteriori funzionalità a quelle del DCA55. Entrambi sono in grado di identificare

Fino a non molti anni fa, pensare di poter disporre di un piccolissimo strumento portatile, relativamente economico e universale per l'identificazione automatica praticamente di tutti i componenti a semiconduttore, era quasi un'utopia, ma oggi, grazie al notevole avanzamento della tecnologia, è possibile trovare sul mercato microcontrollori dalle elevate prestazioni a basso costo, che permettono di realizzare questo tipo di strumenti, indispensabili per chi si occupa di elettronica: sperimentatori, studenti, appassionati, ma anche professionisti (tra cui riparatori e progettisti) dipartimenti di ricerca e sviluppo che realizzano prototipi di dispositivi elettronici.

Vogliamo presentarvi due di questi analizzatori di semiconduttori, realizzati da una Casa inglese leader mondiale in questa tipologia di prodotti: la Peak Electronic Design Ltd.

I prodotti sono l'Atlas DCA55 e l'Atlas PRO

Fig. 1

i terminali e verificare il corretto funzionamento di BJT, Darlington, MOSFET (di tipo sia enhanchement che depletion), JFET, TRIAC, SCR, LED, LED bicolore, diodi, array di diodi; il DCA75 PRO oltre alle precedenti tipologie di semiconduttori, è anche in grado di identificare IGBT, diodi Zener e molti regolatori di tensione a 3 terminali con tensione d'uscita inferiore agli 8V.

La caratteristica più interessante della versione "PRO" che ne giustifica anche la differenza di prezzo, è la capacità di poter essere connesso alla porta USB di un computer (nel quale giri il sistema operativo Windows XP o successivo), e tracciare le curve caratteristiche dei semiconduttori mediante un software fornito a corredo su una chiavetta USB. Un'altra differenza tra le due versioni è la possibilità di aggiornare il firmware della "PRO", per rendere disponibili ulteriori funzionalità man-mano che queste vengono sviluppate dalla Peak.

Entrambi gli analizzatori di semiconduttori sono racchiusi in un piccolo ed elegante contenitore plastico, alimentati da una piccola batteria (una GP23A a 12V per il DCA55, una AAA per il DCA75) e muniti di 3 piccoli contatti a molla dorati, a cui connettere i terminali dei componenti da testare, disponibili anche come parti di ricambio presso la Peak in caso capitasse di danneggiarli durante l'uso, insieme ad altre parti, tra cui appunto il contenitore stesso.

Vediamo come si comportano entrambi i modelli nel test di un transistor bipolare (BJT): collegati i tre terminali di un dispositivo, se questo è danneggiato verrà visualizzato sul display LCD la scritta "Unknown/Faulty component" oppure nel caso di cortocircuito di una o più giunzioni, l'Atlas DC55 visualizzerà "Short circuit on Red Green Blu", a seconda delle giunzioni coinvolte, mentre in caso di un guasto analogo il DCA75 PRO mostrerebbe la scritta "Red, Green & Blue leads shorted"; se invece il componente non è guasto, il DCA55 riporterà la tipologia (germanio, silicio, darlington, NPN o PNP) e l'eventuale presenza di diodi di protezione in parallelo alla giunzione C-E. Facendo scorrere la visualizzazione sul display tramite il pulsante "scroll/off", vengono riportati la piedinatura ed il colore del morsetto cui il terminale è collegato. Continuando a premere il tasto di scorrimento, viene visualizzato il guadagno di corrente hfe, la relativa corrente di test, la VBE (con la corrente cui questa è riferita) oltre che la corrente di leakage (Icbo).

La versione "PRO" ha un display che visualizza le informazioni su tre righe invece che su due e inoltre riporta anche il simbolo grafico del componente connesso per la misura, utile per identificare subito con un colpo d'occhio il semiconduttore da analizzare.

Anche in questo caso, per visualizzare le molteplici informazioni legate al transistor sotto test è indispensabile far scorrere il display con il tasto "scroll". In entrambi i modelli, il test completo del componente richiede una manciata di secondi dalla pressione del tasto "on – test". Similmente ai BJT, l'analisi dei MOSFET riporta la tipologia (Enhancement o Depletion) con il relativo simbolo per il modello "PRO", la piedinatura, la tensione di soglia e la corrente a cui questa viene determinata.

Per quanto riguarda i JFET, essendo

Fig. 2

Fig. 3

la struttura essenzialmente simmetrica rispetto al gate, di norma i due strumenti non sono in grado di distinguere il drain dal source e quindi identificano solamente il terminale di GATE; il DCA75 è anche in grado di identificare la tensione di pinch-off (indicata come VGS(off)), la VGS(on) e la relative correnti di DRAIN così come la transconduttanza e la IDss.
Un'altra utilissima funzione di entrambi i modelli, è il test dei LED e dei doppi LED, che permette di identificare velocemente, oltre alla polarità, la tensione di soglia (V_F) e la corrente alla quale essa viene misurata. Inoltre durante l'analisi, il componente si illumina brevemente, quindi è possibile anche vederne il colore (o i colori nel caso di dispositivi bicolore).
Come dicevamo, entrambi gli Atlas sono in grado di testare SCR e TRIAC (con corrente di pilotaggio inferiore ai 10 mA). La **Fig. 1** mostra come vengono identificati entrambi i componenti dai due modelli di analizzatori.
Le **Fig. 2** e **Fig. 3** mostrano l'Atlas DCA75 pro che identifica un regolatore 7805, evidenziando, oltre alla piedinatura, la tensione d'uscita e la caduta di tensione tra ingresso e uscita. La **Fig. 4** riporta una carrellata di schermate del DCA55 ottenute in varie tipologie di test.
Il "PRO" è in grado di identificare gli Zener con tensione di lavoro non superiore agli 11 V; qualora si volessero testare e caratterizzare i dispositivi con tensione superiore (fino a 50 V), consigliamo l'utilizzo dell'Atlas ZEN50, in grado di testare anche VDR, TVS e Transzorb, con una risoluzione massima di 20 mV e correnti di test selezionabili nei valori di 2 mA, 5 mA, 10 mA e 15 mA ; l'Atlas ZEN50, specifico per diodi Zener, è ottimo per misurare le caratteristiche di conduzione di molti altri tipi di componenti come diodi normali, LED, soppressori di transitori come VDR, TVS e Transorb. È in grado di misurare la resistenza dinamica del componente (effettuando tre gruppi di letture della corrente e della tensione per ottenere una curva che passi per tre punti nel grafico tensione-corrente), utile per identificarne le capacità rettificatrici (**Fig. 5**).
Un'importante differenza rispetto ai modelli DCA55 e DCA75 PRO è che lo ZEN50 è stato progettato per polarizzare lo Zener in maniera inversa e quindi i due terminali di test di cui dispone sono identificati con i colori rosso e nero e il loro posizionamento va rispettato (rosso sul catodo dello Zener e nero sull'anodo). Questa osservazione è particolarmente importante per non danneggiare eventuali LED connessi allo strumento, il cui test è previsto dalle specifiche del componente, ma se la polarità non viene rispettata, il LED verrà irrimediabilmente danneggiato dall'elevata tensione inversa, che può raggiungere i 60V.
Anche lo ZEN50 ha lo stesso tipo di contenitore plastico compatto, di cui cambia solo il colore (verde per lo ZEN50, azzurro per il DCA55 e grigio scuro per il DCA75) e l'etichetta identificativa applicata.
Una funzione che distingue il DCA75 dal DCA55, è la sua capacità di tracciare le curve dei componenti una volta collegato alla porta USB di un computer con sistema operativo Windows (da XP in poi),

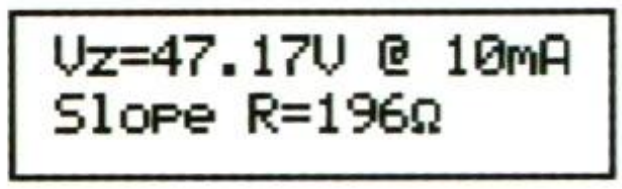


Fig. 5

grazie al software fornito a corredo (**Fig. 6**).
Come indicato nel manuale di istruzioni, lo strumento non deve essere collegato al PC fino al termine dell'installazione del programma.
Una volta installato, l'utilizzo del software è abbastanza intuitivo: collegato il componente da testare, si clicca su "TEST". In base alla tipologia di semiconduttore, dal menu a tendina "Graph" si selezionano le grandezze d'interesse che si vogliono visualizzare.
La **Fig. 7** mostra le curve caratteristiche IC-VCE tracciate per un transistor di potenza TIP35C, dopo aver cambiato il valore predefinito per "points" da 51 a 100 e "traces" da 5 a 10.
La **Fig. 8** mostra una caratteristica utilissima del programma: la possibilità di tracciare le curve in modalità comparativa, visualizzando sullo stesso grafico le curve relative a due o più componenti diversi.
Oltre alla rappresentazione grafica delle curve, è anche possibile esportare i dati in forma numerica su un foglio di calcolo, utilizzando il menu "Data".
Per quanto l'uso di questi strumenti sia veramente intuitivo e immediato, per sfruttare tutte le potenzialità offerte e farne un uso corretto, vi consigliamo di leggere attentamen-

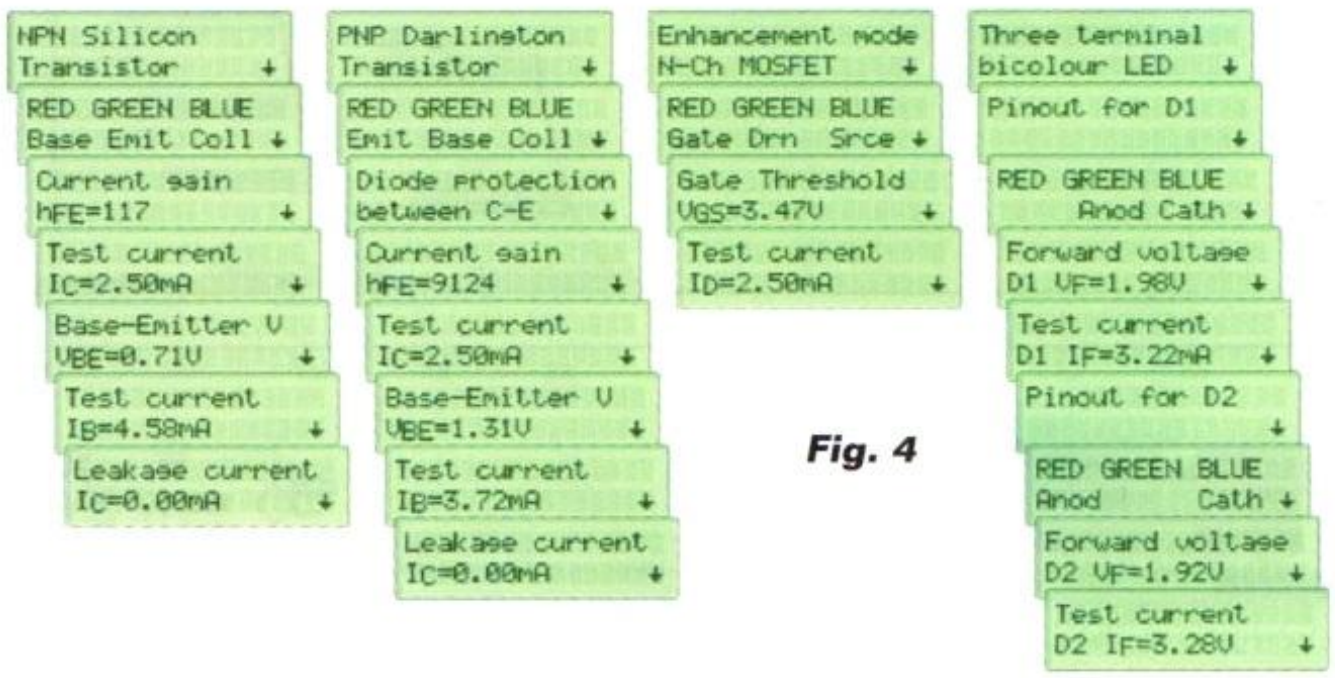


Fig. 4

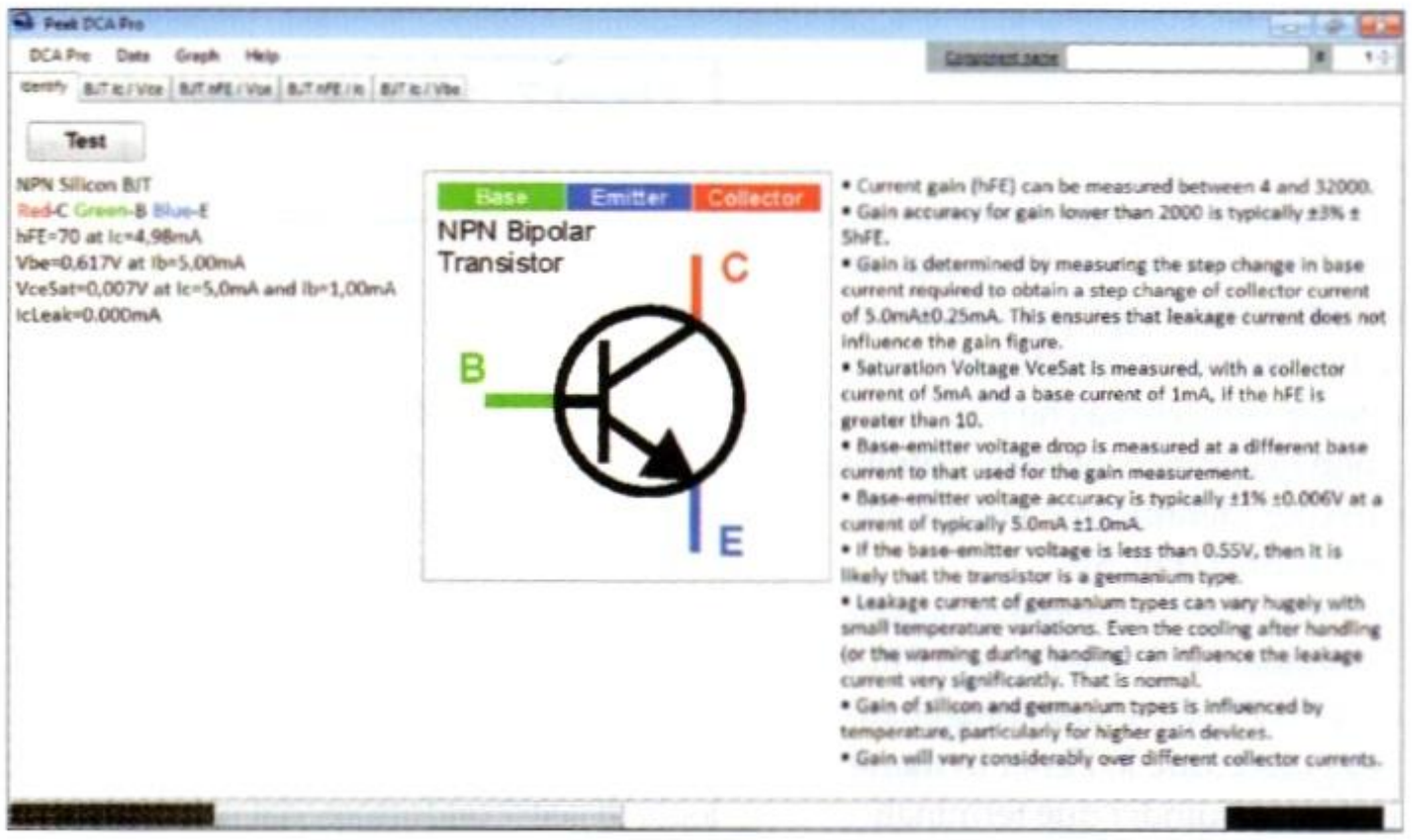


Fig. 6

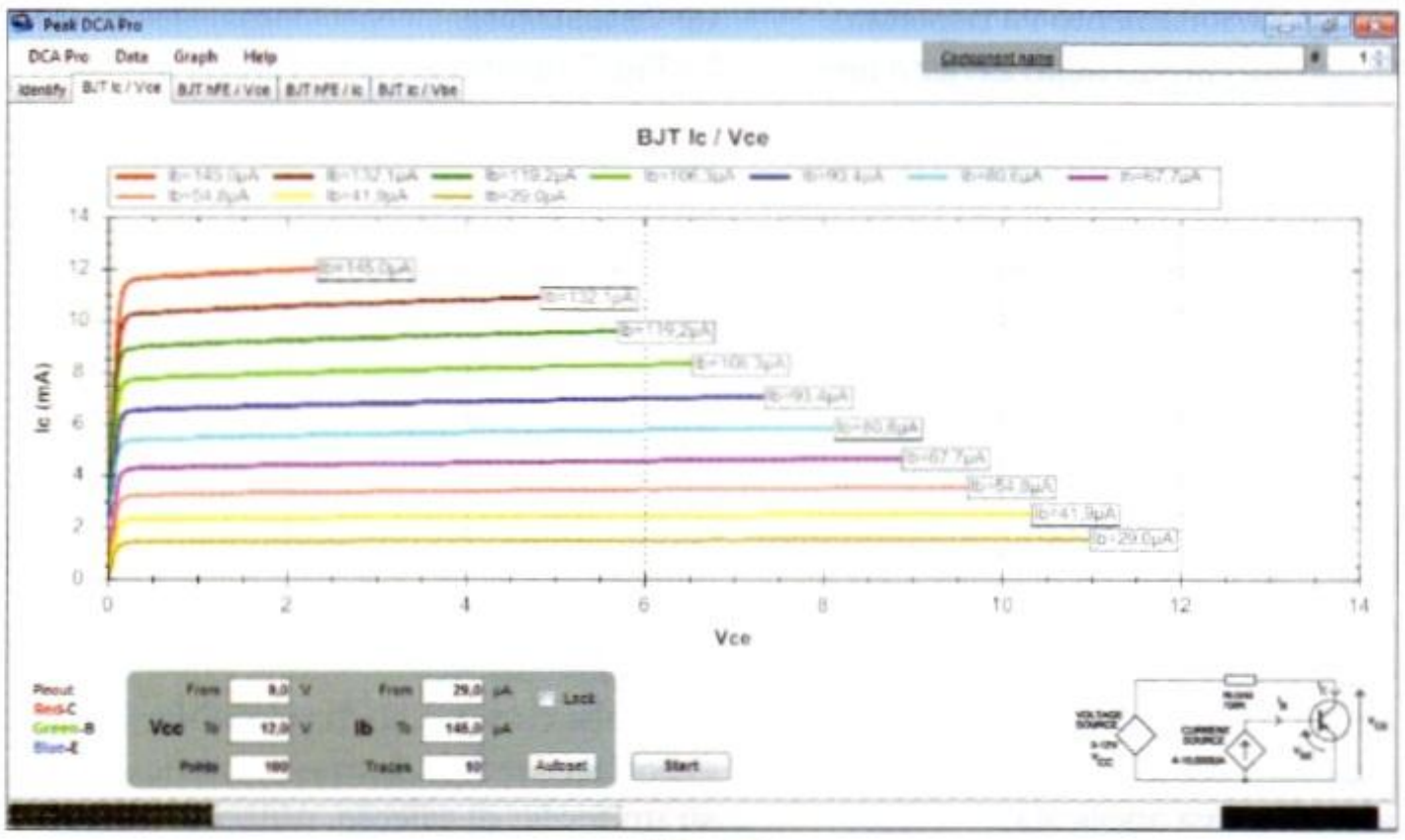


Fig. 7

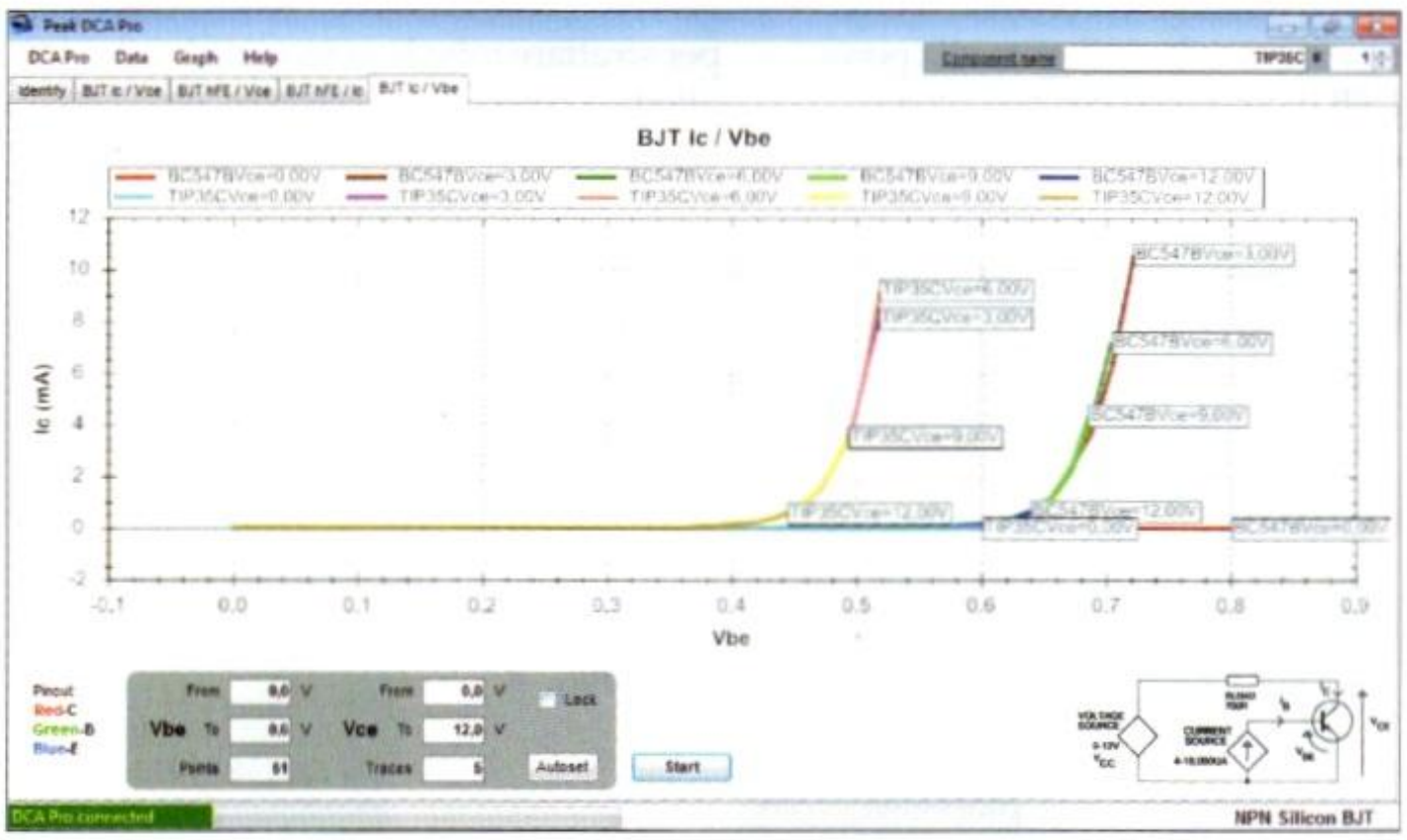


Fig. 8

te il manuale d'istruzioni fornito a corredo, disponibile anche in formato PDF sul sito del produttore sia in inglese che in italiano (tranne che per il PRO, attualmente disponibile in formato elettronico solamente in inglese) alla pagina (*www.peakelec.co.uk/acatalog/jz_instruments.html*).

CONCLUSIONI

Negli anni abbiamo avuto modo di valutare e proporre vari analizzatori di semiconduttori, ma nessuno era veramente completo e in grado di testare una tale varietà di componenti come quelli della Peak. La qualità di tali strumenti, che abbiamo comprovato durante i test effettuati in laboratorio, ci permette di consigliarveli. Questi strumenti dalle piccole dimensioni, ma dal prezzo veramente interessante, sono indicati per tutti coloro che si occupano di elettronica, sia per hobby che per professione; una volta che inizierete a usarli, diventeranno in breve tempo supporti essenziali nel vostro laboratorio. Provateli e non potrete che concordare con noi sulla loro utilità e qualità!

per il MATERIALE

Gli analizzatori di componenti sono disponibili presso Futura Elettronica. L'analizzatore di semiconduttori (cod. DCA75) costa 185,00 Euro; l'analizzatore di componenti (cod. DCA55) può essere acquistato a 86,00 Euro; l'analizzatore di diodi (cod. ZEN50) è in vendita a 69,00 Euro, mentre il misuratore di induttanza, capacità, resistenza e impedenza (cod. LCR45) è disponibile a 152,00 Euro.

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287
http://www.futurashop.it

Hexo+, il drone che ti segue e ti riprende grazie ad uno smartphone

Hexo+ è il drone che si alza in volo e ti riprende come se fosse un cameraman. A realizzarlo un team di giovani francesi amanti degli sport estremi.
Hexo+, con un prezzo di listino di 1200 euro, a differenza di altri droni dispone, oltre che del controllo classico, anche di una serie di modalità di volo studiate e create per riprendere da diverse angolature chi lo sta controllando utilizzando allo scopo una GoPro.
Hexo+ utilizza sei rotori e una batteria intercambiabile che assicura 13 minuti di autonomia, eliche fisse e pesa 1,5 Kg.
Il suo funzionamento è facilmente intuibile: lo smartphone invia al drone, tramite Bluetooth 4.0, una serie di segnali che indicano la posizione di chi lo controlla, consentendo al velivolo di inquadrare il target e seguire lo smartphone di riferimento.
Hexo+ riesce a seguire senza problemi o ritardi lo smartphone che lo sta controllando, evitando oscillazioni e mantenendo l'inquadratura sempre bene a fuoco.

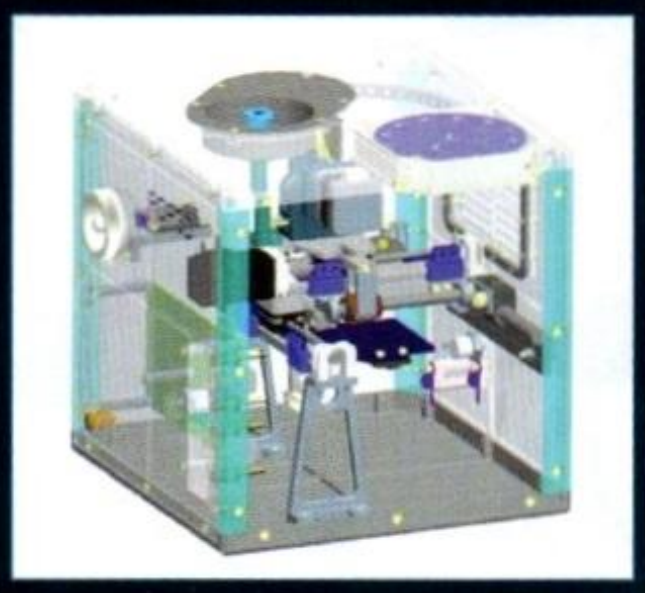
www.exoplus.com

Il radiotelescopio ALMA svela i segreti di un quasar

Le capacità assolutamente uniche del radiotelescopio ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) hanno permesso per la prima volta di guardare all'interno della galassia più luminosa del nostro Universo: il quasar W2246-0526. A scrutarne i misteri è stato un gruppo di astronomi guidato da Tanio Díaz-Santos, dell'Universidad Diego Portales di Santiago in Cile, che ha potuto anche tracciare il moto degli atomi di carbonio ionizzato tra le stelle della galassia.
"Grandi quantità di questo materiale interstellare – spiega Díaz-Santos – sono state trovate in uno stato molto turbolento e dinamico, in corsa attraverso la galassia a circa due milioni di chilometri all'ora".
I quasar sono galassie distanti con un buco nero supermassiccio e molto attivo al centro che emette potenti getti di particelle e radiazioni. La maggior parte dei quasar è molto brillante, ma una

Stampante 3D nello spazio: esperimento riuscito

Stampare in 3D nello spazio è sempre più una realtà. Lo ha dimostrato l'astronauta Scott Kelly della Stazione Spaziale Internazionale che ha attivato Portable on Board Printer 3D la stampante tridimensionale progettata e realizzata in Italia con l'obiettivo di creare pezzi di ricambio e strumenti di lavoro direttamente in orbita.
Durante l'esperimento, durato un'ora circa, tutto si è svolto come previsto ed è stato creato un piccolo oggetto di PLA.
L'intera sessione è stata filmata attraverso una finestra trasparente della stampante stessa, consentendo il monitoraggio visivo da terra. L'oggetto fabbricato verrà comparato con un altro analogo stampato a terra, per poter approfondire le diversità strutturali.
La stampante è un oggetto tecnologicamente molto avanzato. Deve sottostare ai vincoli estremamente rigorosi che qualunque hardware a bordo della Stazione Spaziale deve rispettare, per consentirne il funzionamento in assenza di gravità.
Portable on board printer rappresenta il primo passo verso l'autoproduzione di ricambi in orbita. In futuro sarà possibile creare dei veri e propri impianti di produzione digitale e automatizzata a bordo della ISS e di altri veicoli, riducendo notevolmente il costo delle prossime missioni spaziali.



L'esperimento della stampante 3D, partito alla volta della ISS a bordo del cargo Cygnus lo scorso 6 dicembre e arrivato a destinazione il 9, è stato ideato da Altran Italia, che nel 2013 ha vinto il bando "Volo Umano Spaziale per Ricerche e Dimostrazioni Tecnologiche sulla Stazione Spaziale Internazionale" promosso dall'ASI. Il progetto ha visto la collaborazione di Altran Italia come prime contractor e responsabile del concept meccanico e di sistema, Thales Alenia Space per gli aspetti di PA/Safety e di integrazione alla ISS, e IIT per la caratterizzazione e l'analisi post-flight.

www.asi.it

piccola frazione di questi oggetti così energetici ricade nella categoria insolita degli Hot DOG, o Hot Dust-Obscured Galaxies (galassie calde e piene di polvere che assorbe la radiazione), tra cui, appunto, W2246-0526. Per l'esattezza quando l'Universo aveva meno del 10% della sua età attuale il quasar W2246-0526 si mostra così turbolento da essere sul punto di espellere tutti i rifornimenti di quel gas che serve per formare nuove stelle.
Questa potente sorgente infrarossa ha un impatto diretto e violento sull'intera galassia. La regione intorno al buco nero è almeno 100 volte più luminosa del resto della galassia combinata, e così rilascia una radiazione intensa ma localizzata in W2246-0526 che esercita una tremenda pressione sull'intero quasar.
Se, infatti, queste condizioni di turbolenza continuano, l'intensa radiazione infrarossa farà ribollire (ed evaporare) l'intero contenuto di gas interstellare della galassia. Alcuni modelli di evoluzione galattica basati sui nuovi dati di ALMA indicano che il gas interstellare è già in espulsione dalla galassia, in tutte le direzioni.

www.asi.it

NASA, scelti i "cargo" per la ISS

La notizia, attesa e più volte rimandata, è finalmente maturata nella notte tra il 14 e il 15 gennaio: la NASA ha chiuso la gara per l'assegnazione delle missioni di rifornimento alla Stazione Spaziale Internazionale tra il 2019 e il 2024 (nell'ambito del programma Commercial Resupply Services 2 – CRS-2). I "provider" saranno tre: SpaceX, Orbital ATK e Sierra Nevada.
Per i primi due si tratta di una conferma, mentre per la corporation USA di Sparks, nel Nevada, che si è aggiudicata la commissione con due versioni dello spazioplano Dream Cheaser, si tratta di una prestigiosa "new entry". Restano invece fuori dalla porta Lockheed Martin e Boeing.
Nel dettaglio, Orbital Atk ha proposto tre versioni del Cygnus – parzialmente realizzato a Torino da Thales Alenia Space – lanciabili sia con l'Atlas V che con l'Antares. SpaceX ha invece offerto due versioni del Dragon, entrambe recuperabili (con il vettore Falcon9 in sperimentazione) tramite ammaraggio o atterraggio: una si aggancerà alla ISS tramite il braccio robotico, una in modo autonomo.
Lo spazioplano Dream Cheaser di Sierra Nevada, infine, è sostanzialmente lo stesso progetto che NASA a suo tempo non approvò per le missioni umane. Viene anche questo proposto in due versioni – in analogia al Dragon, autonome e non nell'aggancio alla ISS – e potrà "prendere il volo" sia con un Atlas V che con il vettore ESA Ariane 5.

www.nasa.gov

Il primo drone taxi che trasporta un passeggero

Ehang 184 è il primo aeromobile senza pilota che potrà trasportare un essere umano. A produrlo è un'azienda cinese, Ehang. Il velivolo, che potrebbe presto diventare un taxi assolutamente automatizzato è stato presentato al CES 2016 con lo slogan: *"Chi ha bisogno di Uber quando potresti avere un drone che ti porta in volo alla tua prossima riunione?"*.
Il drone elettrico può raggiungere i cento chilometri orari e trasportare un peso anche di cento chili ad un'altezza di 3500 metri.
Il quadricottero ha doppie eliche, una cabina dotata di aria condizionata e un'autonomia di 23 minuti.
Appena impostata la destinazione, al passeggero non resta altro che selezionare i comandi "Decolla" e "Atterra" su un tablet Microsoft Surface. In caso di pericolo o di emergenza un sistema di sicurezza metterà in salvo il passeggero, facendo atterrare il drone in sicurezza. Il costo del drone, in commercio a fine 2016, sarà compreso tra i 200.000 e 300.000 dollari.

www.ehang.com

ExoMars su Marte: tra pochi giorni la partenza

A meno di problemi dell'ultimo momento, il 14 marzo la missione ExoMars partirà in direzione Marte. I tecnici italiani arrivati a Baikonur prima di Natale sono da tempo al lavoro per preparare al meglio i due veicoli protagonisti della missione, costruiti in Italia, negli stabilimenti di Torino della Thales Alenia Space (Finmeccanica-Thales).
La missione è un'impresa di conquista in due atti del pianeta rosso da parte dell'Europa spaziale, in cui l'Italia recita da protagonista con un fondamentale contributo scientifico, tecnologico e industriale.
ExoMars è infatti frutto della cooperazione tra le agenzie spaziali di Europa (Esa) e Russia (Roscosmos) ed è sostenuto dall'Agenzia Spaziale Italiana (Asi), oltre che da Thales Alenia Space Italia.
La prima fase della missione sarà realizzata con un veicolo destinato ad entrare nell'orbita marziana e a rilasciare un rover progettato per dimostrare la fattibilità delle tecnologie di discesa e atterraggio. La seconda fase della missione, nel 2018, comprenderà un rover autonomo, capace di prelevare campioni di terreno alla profondità di 2 metri con un trapano italiano.

www.esa.int

Seastick, il veicolo sottomarino autonomo made in Italy

Si chiama Seastick l'UAV multiruolo prodotto dalla genovese Gabri srl. Un prodotto che può essere impiegato in quasi tutti i settori di utilizzo nell'ambiente marino: può essere predisposto per la ricerca mineraria, petrolifera e di gas, può essere configurato come un dispositivo anti mine o può essere configurato come un vettore per l'alloggiamento di sensori per la ricerca scientifica.
La Gabri S.r.l. è stata fondata nel 2004 basandosi sull'esperienza nel campo dei ROV del suo presidente, Roberto Linfante, uno dei primi pionieri nel mondo dei veicoli sottomarini con oltre 20 anni di esperienza.
La dedizione al proprio progetto ha permesso all'azienda di emergere trionfante al concorso Toradex Embedded Design challenge 2014, vincendo il primo premio e presentando Seastick al mondo.
Gabri S.r.l. mira a poter sfruttare al massimo la flessibilità e la modularità del Seastick concentrandosi sia sul mercato civile che su quello militare. Il Seastick è composto da tre parti distinte: prora, poppa e corpo centrale, ed è il loro design che permette la personalizzazione del veicolo. Le batterie e altri componenti possono essere facilmente sostituiti anche durante una missione. Il Seastick presenta una gran varietà di opzioni del payload per missioni idrografiche e oceanografiche. Normalmente tutti i Seastick sono dotati di Doppler Velocity logger, Sidescan Sonar e una sonda CTD. Opzionalmente sensori come il sonar anti collisione, il sonar interferometrico o un eco scandaglio multiraggio possono essere aggiunti al veicolo su richiesta, così come modem acustici, LBL o USBL, sub bottom profiler, ADCP, idrofoni o qualsiasi altro strumento.

www.seastick.it

5

Sviluppare app android con Processing

dell'ing.
MIRCO SEGATELLO

Scopriamo in che modo possiamo scambiare dati tra Arduino e uno smartphone utilizzando allo scopo la connessione WiFi, implementata in Arduino tramite un apposito modulo. Quinta puntata.

Ancora una volta ci soffermiamo sull'utilizzo delle periferiche di comunicazione disponibili nel nostro smartphone: nello specifico, ci occuperemo del modulo WiFi. Quando parliamo di WiFi possiamo però intendere diversi aspetti della comunicazione ed occorre perciò, prima di iniziare, fare un po' di chiarezza sul nostro intento: un dispositivo Android munito di modulo WiFi può connettersi a una rete dati esistente, come ad esempio il vostro router di casa, ed in questo caso diciamo che la connessione avviene con un'infrastruttura esistente, la quale può a sua volta avere accesso oppure no a Internet; in questo caso il router svolge la funzione di access point. Sempre a questa infrastruttura possono essere connessi in modalità cablata (rete ethernet) altri dispositivi, come dei PC, oppure smartphone o tablet connessi tramite WiFi.
Arduino può essere connesso a questa rete sia in modo cablato tramite una ethernet shield, sia in modalità wireless tramite una WiFi shield.
Se non disponiamo di un'infrastruttura, perché ad esempio stiamo operando in un ambiente senza copertura WiFi, è comunque possibile far comunicare lo smartphone con Arduino a patto che uno dei due svolga la funzione di punto di accesso. Gli smarthpone dispongono della funzionalità chiamata Hot Spot portatile, che permette di attivare un tethering WiFi con altri dispositivi; normalmente questa funzione viene utilizzata per condividere l'accesso ad Internet con altri smartphone. Dalla versione 4.0 di Android è anche disponibile la funzione

Tabella 1 - Modalità di comunicazione tra smartphone e Arduino.

Modo	Smartphone	Arduino
1	Connesso alla rete domestica	Connessa alla rete domestica tramite ethernet shield
2	Connesso alla rete domestica	Connessa alla rete domestica tramite WiFi shield
3	Funzione di access point (Tethering WiFi)	Connessa direttamente allo smartphone tramite WiFi shield
4	Connesso direttamente ad Arduino	Dotata di WiFi shield in funzione di access point

WiFi direct, che permette a due dispositivi di scambiarsi file direttamente senza esse connessi ad alcuna rete; si tratta di un access point di tipo software SAP (acronimo di Software Access Point) con una connessione di tipo P2P (peer-to-peer connection).
La libreria Ketai che già abbiamo utilizzato nella scorsa puntata mette a disposizione un esempio per l'utilizzo della funzione WiFi Direct, che può essere facilmente usato come spunto per un progetto. Alcuni shield Wi-Fi evoluti permettono di creare un punto di accesso e di consentire a dispositivi come tablet o smartphone di connettersi senza la necessità di un'infrastruttura e senza la necessità di disporre della funzione WiFi direct o tethering WiFi. Nella Tabella 1 riassumiamo le diverse modalità di comunicazione tra uno smartphone e Arduino.
Nella modalità 1 e 2 è necessario disporre di una infrastruttura di rete con un apposito router (WiFi) mentre nelle modalità 3 e 4 la comunicazione viene stabilita direttamente tra i due dispositivi.
Come primo esempio connettiamo Arduino alla rete domestica tramite un WiFi shield, nel nostro caso il Wi-Fly della Sparkfun, che abiliteremo per la ricetrasmissione con protocollo UDP. Nelle telecomunicazioni, lo User Datagram Protocol (UDP) è uno dei principali protocolli di rete, che non prevede una connessione tra i due interlocutori, non gestisce il riordinamento dei pacchetti né la ritrasmissione di quelli persi e non in esso vi è conferma di avvenuta trasmissione, perciò è generalmente di minore affidabilità; in compenso è molto rapido (non c'è latenza per riordino e ritrasmissione) ed efficiente per le applicazioni "leggere" o time-sensitive. Ad esempio, è usato spesso per la trasmissione di informazioni audio-video in real-time in cui la perdita di alcuni dati non pregiudica il servizio e dove invece i tempi di latenza e la ridondanza dei dati appesantirebbero troppo il flusso dei dati. Inoltre il protocollo UDP permette comunicazioni in broadcast (invio a tutti i terminali in una rete locale) e multicast (invio a tutti i terminali iscritti ad un servizio).
Il Transmission Control Protocol (TCP), è un protocollo di rete a pacchetto, con controllo di trasmissione, che rende affidabile la comunicazione dati tra mittente e destinatario. Il protocollo TCP prevede una connessione tra i due interlocutori che assumono il ruolo di server e client a seconda di chi inizia la trasmissione, garantendo che i dati trasmessi giungano a destinazione in ordine e una sola volta, tramite un controllo di flusso e ritrasmissione in caso di timeout, anche se questo comporta un'aggiunta di informazioni da gestire.
Carichiamo su Arduino lo sketch ES13_Arduino.ino dopo aver modificato le righe relative agli indirizzi IP (vedete il Listato 1) con i valori relativi alla vostra rete; l'indirizzo IP del vostro smartphone potete leggerlo nella sezione WiFi delle Impostazioni. Per entrambe le periferiche abbiamo lasciato che il DHCP del router

Fig. 1 Lettura IP dello smartphone.

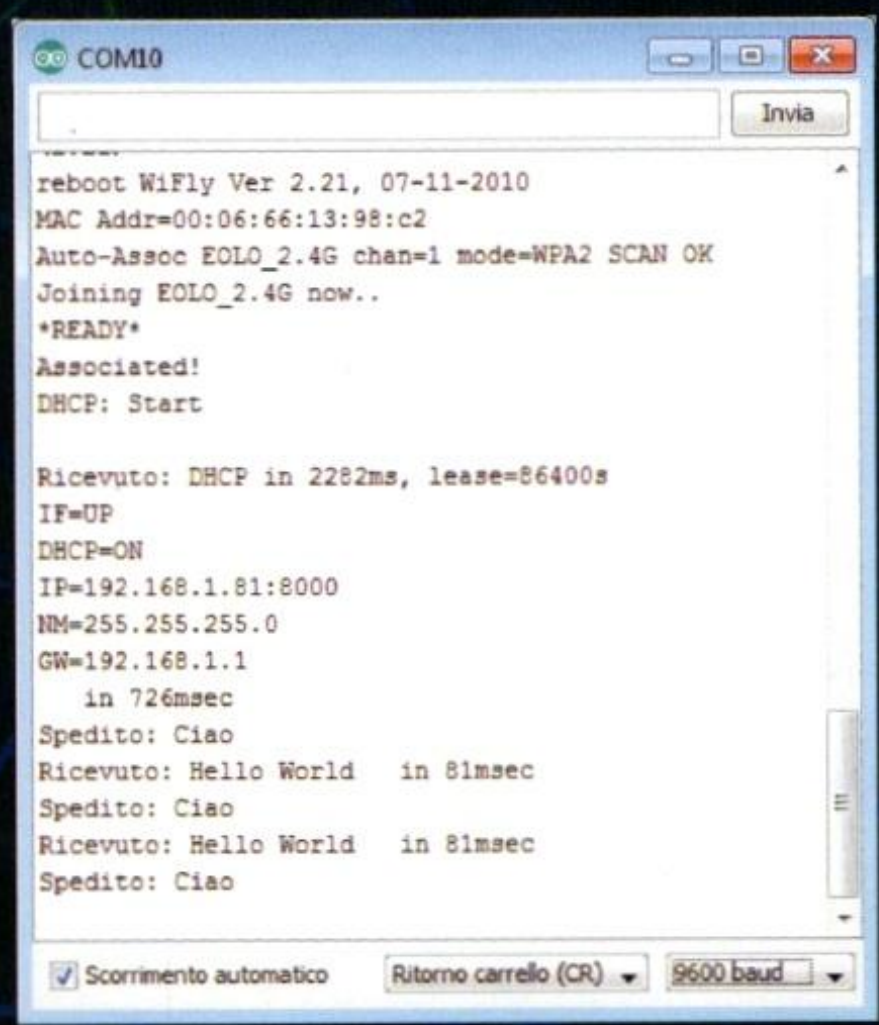


Fig. 2 - Schermata di serial monitor con sketch ES13_Arduino.ino.

assegni in automatico gli indirizzi IP, ma nulla vieta di assegnare un indirizzo IP statico allo shield per Arduino. Avviamo Serial Monitor e impostiamo una velocità di comunicazione a 9.600 baud. A questo punto la vostra scheda Arduino è pronta per ricevere (sulla porta 8000) e trasmettere (sulla porta 9000) semplici stringhe tramite il protocollo UDP. Lo shield Wi-Fly comunica con Arduino tramite la porta SPI senza impiegare la seriale hardware, che così può essere utilizzata per il debug con il PC tramite SerialMonitor.
Se volete provare la comunicazione tra lo shield ed il PC, potete utilizzare lo sketch ES13_PC.pde dopo aver opportunamente aggiornato gli indirizzi IP.
Adesso possiamo scrivere lo sketch che girerà sullo smartphone, seguendo la procedura già spiegata nelle scorse puntate. Per consentire all'app di utilizzare la periferica WiFi e i servizi annessi, è necessario abilitare i permessi; allo scopo andiamo nel menu Android-sketch Permissions e spuntiamo le voci INTERNET, ACCESS_WIFI_STATE e ACCESS_NETWORK_STATE. Lo sketch in questione è quello che trovate nel Listato 2.
Anche in questo caso prima di caricare lo sketch sul dispositivo è essenziale configurare

Listato 1

```
//specificare il nome della rete wifi domestica
const String SSID = "nome_rete";
//specificare la password di accesso alla rete
const String PASSPHRASE = "mia_password";
//INDIRIZZO A CUI INVIARE (smartphone oppure PC)
const String HOST_IP = "192.168.1.243";
const String HOST_PORT = "9000";
```

accuratamente gli indirizzi IP locale (smartphone) e remoto (Wi-Fly).
Appena avviata l'app, toccando lo schermo si invierà la stringa "Hello World"; alla ricezione di questa, Arduino risponderà con la stringa "ciao". Il traffico relativo alla comunicazione potrà essere monitorato sia su Serial Monitor dell'IDE di Arduino, sia sul debug di Processing. Avendo utilizzato il protocollo UDP, l'invio delle stringhe potrebbe avvenire indistintamente verso tutte le periferiche connesse alla rete, evitando di inserire l'indirizzo IP del destinatario, ovviamente solo i dispositivi in ascolto sulla giusta porta saranno in grado di ricevere i messaggi.
Completiamo ora questo primo sketch aggiungendo due pulsanti che permetteranno di accendere e spegnere un LED su Arduino.
La stessa applicazione funziona benissimo anche senza la necessità di utilizzare alcuna infrastruttura di rete: è sufficiente abilitare la modalità Tethering e Router WiFi sullo smartphone (Impostazioni-Connessioni-Altre reti-Tethering e Router WiFi) ed inserire le credenziali di accesso, fornite dal dispositivo, sullo sketch per Arduino (SSID e password).
Come avete visto la gestione di una comunicazione tramite Wi-Fi è ancora più semplice della comunicazione Bluetooth e permette di implementare tantissime applicazioni, tra le quali anche quelle che necessitano di accesso a Internet.
Concludiamo il corso descrivendo come esportare la nostra applicazione per l'utilizzo in altri dispositivi: finora lo sketch è stato inviato e installato sul dispositivo direttamente da Processing, tramite il collegamento USB; questa funzione è fondamentale quando si è in fase di sviluppo e si vuole vedere immediatamente il comportamento dell'app, soprattutto nei casi in cui sono utilizzate periferiche hardware, non supportate dall'emulatore. Android richiede

Listato 2

```
/*
ES13
esempio di invio e ricezione stringhe con protocollo UDP
SAMSUNG S4 4.4.2 con wifi e DHCP ON connesso alla rete domestica
su processing spuntare android-sketch permission:
android.permission.INTERNET
android.permission.ACCESS_WIFI_STATE
android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE
*/
import hypermedia.net.*;
UDP udp; // define the UDP object

String incomingStr= "?";
String sendStr="?";

String ipLocal = "192.168.1.243"; //indirizzo di S4 (assegnato dal router)
int portLocal = 9000; //porta di S4

String ipRemote = "192.168.1.81"; //indirizzo di Wi-Fly (assegnato dal router)
int portRemote = 8000; //port di Wi-Fly

void setup(){
orientation(PORTRAIT); //verticale
background(0); //uso display nero
textSize(50);
//udp = new UDP( this, portLocal ); // create a new datagram connection on port portLocal
udp = new UDP(this, portLocal, ipLocal);
udp.log( true ); // print out the connection activity su SERIAL MONITOR DI PROCESSING
udp.listen( true ); // and wait for incoming message
}

void draw()
{
background(0); // cancella lo schermo!
text("Local IP:" + udp.address() + "\n\rLocal port:" + udp.port() + "\n\rListening=" + udp.isListening(), 50, 50);
text("Ricevuto: " + incomingStr, 50, 500);
text("Inviato: " + sendStr, 50, 400);
}

void mousePressed() {
sendStr = "Hello World";
udp.send(sendStr, ipRemote, portRemote ); // message to send
}

void receive( byte[] data, String ip, int port ) {
incomingStr = new String(data);
// messaggio ricevuto e indirizzo di chi ha spedito
incomingStr += " IP:" + ip + " port:" + port;
}
```

che tutte le applicazioni siano firmate digitalmente con un certificato, prima di poter essere installate in un dispositivo, in modo che sia possibile identificarne l'autore; è possibile firmare un'app in modalità debug o di rilascio. In modalità debug la firma viene aggiunta in automatico quando l'app viene inviata ed installata sul dispositivo, mentre è connesso via USB. Questa firma ha una chiave privata con una password conosciuta, in modo da poter eseguire il debug della vostra applicazione senza digitare la password ogni volta che si apporta una modifica al progetto; tale firma non vale per applicazioni distribuibili.
Se vogliamo distribuire un'applicazione dobbiamo firmarla in modalità di rilascio, tramite la generazione di un proprio certificato; per fare questo è necessario creare una chiave privata che identifica la persona o la società proprietaria dell'app.
Se vogliamo distribuire l'applicazione sia privatamente che pubblicamente tramite il canale ufficiale (Play Store) è necessario generare un file con estensione apk firmato. Il file generato è essenzialmente un file zippato che include tutti i file utilizzati nell'applicazione e contiene

informazioni sul suo proprietario. Processing, dalla versione 2.2, permette di generare una versione firmata del file APK tramite l'inserimento di una semplice password. La funzione è attivabile dal menu file alla voce "export signed package" e richiede l'inserimento di una password; a discrezione è possibile aggiungere ulteriori informazioni sull'autore. L'applicazione così generata può essere trasferita su un altro dispositivo con le normali funzioni utilizzate per trasferire i file, poi è sufficiente toccarne l'icona per lanciarne l'installazione. Non essendo stata prelevata dallo store ufficiale, l'installazione potrà avvenire solo se è stata attivata la modalità di installazione da sorgenti sconosciute, di solito disponibile nella sezione sicurezza delle Impostazioni.
Prima di creare un'applicazione distribuibile è essenziale definire un'icona personalizzata (altrimenti Processing userà delle icone standard poco significative) che potrete trovare nella cartella icons all'interno della cartella AndroidMode. Le icone dell'applicazione devono essere diverse, ciascuna con una specifica dimensione affinché si possano adattare alle diverse risoluzioni dei display.
Le icone devono essere quattro, con risoluzione (in pixel) rispettivamente di 36x36, 48x48, 72x72 e 96x96, devono avere formato png e sfondo trasparente, nonché avere nomi icon-36.png, icon-48.png, icon-72.png e icon-96.png; inoltre dovranno essere salvate nella cartella dello sketch dove è contenuto il file pde dell'applicazione.
Per la loro generazione è necessario usare un editor di icone, facilmente reperibile in rete, che gestisca lo sfondo trasparente; per ottenere un buon risultato, oltre a una buona dose di

Fig. 3 - Shield Wi-Fly connesso ad Arduino.

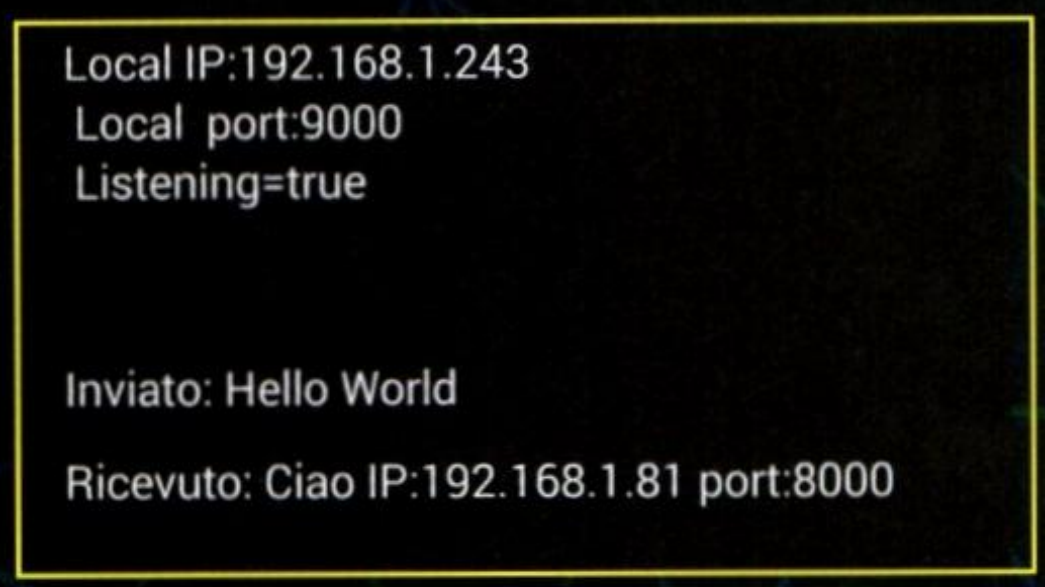


Fig. 4 - Screenshot dello sketch n°13.

Listato 3

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
-<manifest android:versionName="1.0" android:versionCode="1" package="" xmlns:android="http://schemas.
android.com/apk/res/android">
<uses-sdk android:targetSdkVersion="18" android:minSdkVersion="15"/>
-<application android:debuggable="true" android:icon="@drawable/icon" android:label="">
-<activity android:name="">
-<intent-filter>
<action android:name="android.intent.action.MAIN"/>
<category android:name="android.intent.category.LAUNCHER"/>
</intent-filter>
</activity>
</application>
</manifest>
```

```
debug:
-- UDP session started at Thu Oct 09 10:45:06 CEST 2014 --
-- bound socket to host:192.168.1.243, port: 9000 --
[14-10-09 10:45:38.732 +0200] send packet -> address:/192.168.1.81, port:8000, length: 11
[14-10-09 10:48:30.777 +0200] send packet -> address:/192.168.1.81, port:8000, length: 11
[14-10-09 10:48:30.910 +0200] receive packet <- from /192.168.1.81, port:8000, length: 4
```

Fig. 5 - Debug di Processing per lo sketch n° 13.

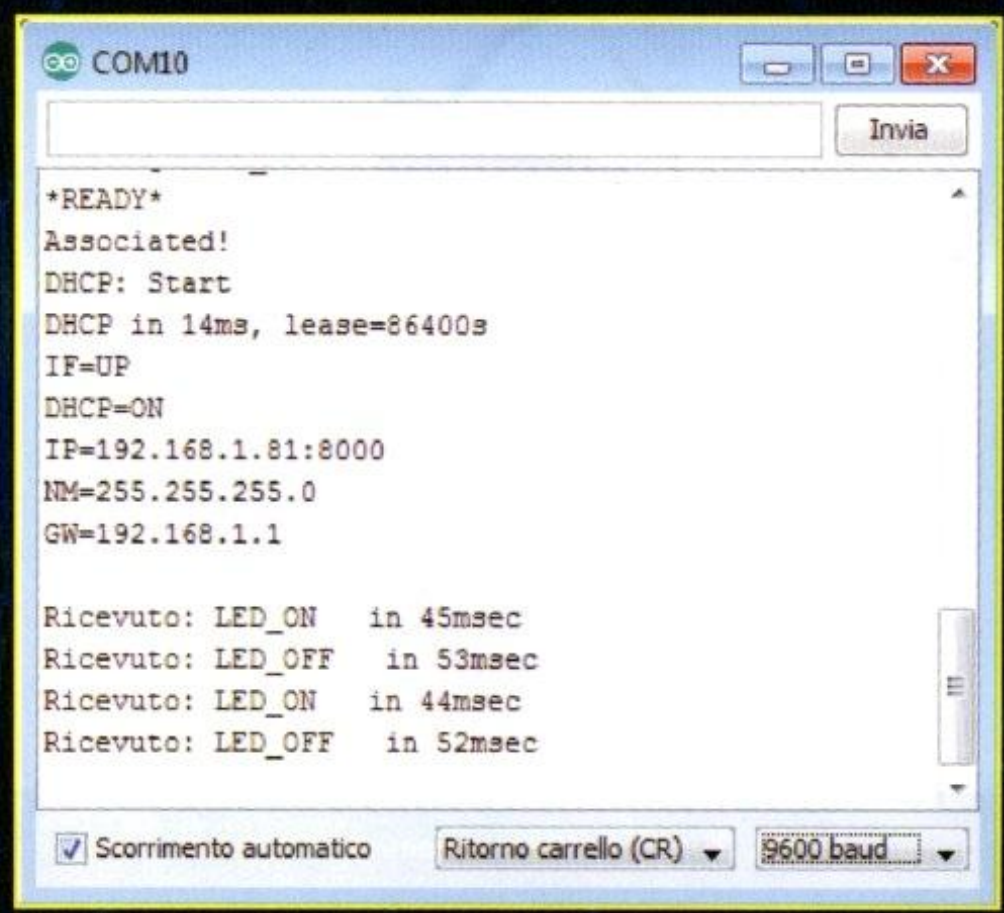


Fig. 6 - Schermata di Serial Monitor con sketch ES13_Arduino.ino.

inventiva serve anche molta pazienza.
Per ogni dettaglio riguardante le icone, consigliamo di leggere la pagina di riferimento per gli sviluppatori: *http://developer.android.com/design/style/iconography.html*.
Il secondo punto da affrontare è l'editing del file AndroidManifest.xml che troverete nella cartella dello sketch e che viene generato automaticamente da Processing durante il debug. Questo file contiene importanti informazioni sull'applicazione, compresi i permessi indicati in fase di progettazione, la compatibilità dell'applicazione e la versione. Dal vostro dispositivo, accedendo alla sezione relativa alle informazioni dell'applicazione potrete leggere tutte queste informazioni, compresa l'occupazione della memoria.
In questo file (Listato 3) è possibile specificare la minima versione di Android (minSdkVersion) con la quale la nostra applicazione girerà correttamente, mentre il parametro targetSdkVersion indica la versione di Android per la quale l'applicazione è stata sviluppata.

La riga in grassetto del Listato 3 è stata aggiunta manualmente proprio per specificare la compatibilità dell'App e poterla installare anche su versioni di Android precedenti a quella usata per la progettazione.

CONCLUSIONI

In questa puntata abbiamo scoperto che è possibile e semplice scambiare dati tra Arduino e uno smartphone utilizzando allo scopo la connessione WiFi, implementata in Arduino tramite un apposito modulo per tale connettività: nello specifico, quello montato sullo shield Wi-Fly della Sparkfun.
Nella prossima ed ultima puntata impareremo a programmare per Android con l'ambiente di sviluppo Processing installato direttamente sul dispositivo mobile.

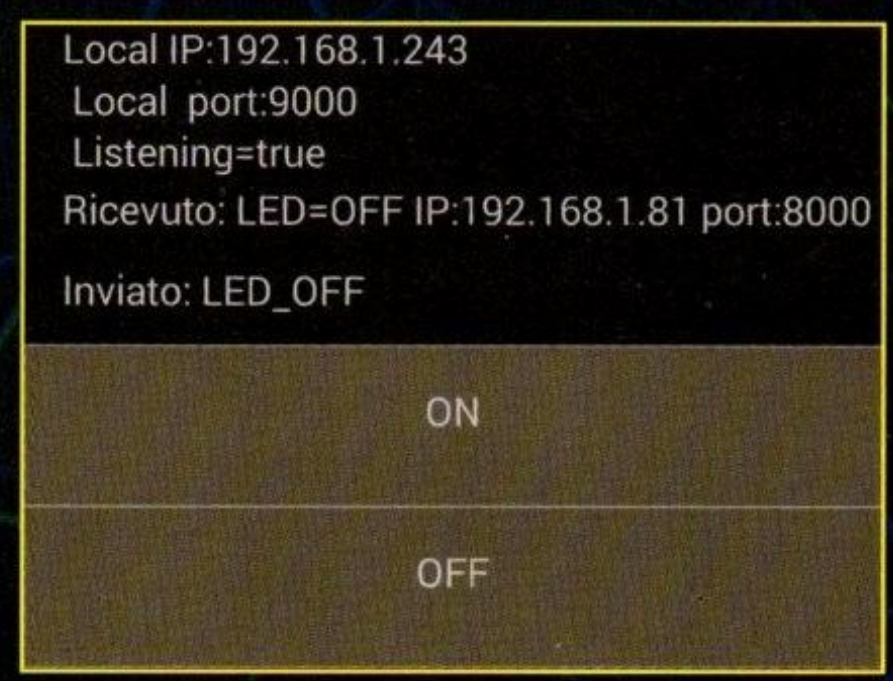


Fig. 7 - Screenshot dello sketch n° 14.

Fig. 8 - Processing generazione chiave privata.

Chevrolet Bolt EV: l'auto elettrica con autonomia di 320 chilometri

Sono stati svelati al CES di Las Vegas e al NAIAS di Detroit, tutti i segreti dell'attesissima Chevrolet Bolt EV. La vettura con autonomia di 320 chilometri, sarà venduta al prezzo di 30 mila dollari.
Bolt EV ha in dotazione una batteria agli ioni di litio arricchito da nickel da 60 kWh, composta da 288 celle raggruppate in 96 sottogruppi, per un peso di 435 kg. Le batterie avranno una garanzia di otto anni o di 100.000 km.
Il motore ha una coppia di 360 Nm e una potenza di 200 CV, che consentirà alla vettura di toccare i 100 km/h in meno di 7 secondi, con una velocità massima di 145 km/h.
La ricarica rapida potrà avvenire con un connettore CCS Combo, oppure con una ricarica casalinga, o tramite le colonnine elettriche installate per strada. Una ricarica completa richiede nove ore. Sarà possibile guidare Bolt EV anche con un solo pedale decelerando fino a fermarsi, togliendo il piede dall'acceleratore e premendo una leva per ridurre gli sprechi di energia ed evitare l'utilizzo del freno.

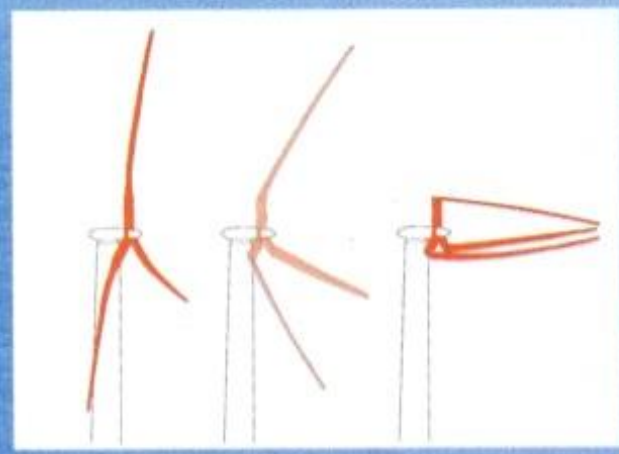
www.chevrolet.com

Impianto fotovoltaico da 254 MW di Enel in Brasile

Enel Green Power (EGP) ha avviato i lavori per la costruzione dell'impianto solare di Ituverava, nello Stato di Bahia, nel nord est del Brasile. Il parco che, una volta completato, avrà una capacità installata di 254 MW, è il più grande impianto solare di EGP attualmente in costruzione.
L'impianto solare, detenuto da tre società veicolo di proprietà di Enel Green Power Brasil Participações Ltda., sarà completato ed entrerà in esercizio entro la fine del 2017. Ituverava sarà in grado di generare oltre 550 GWh all'anno, equivalenti al fabbisogno di consumo annuale di più di 268 mila famiglie brasiliane, evitando così l'emissione in atmosfera di oltre 185 mila tonnellate di CO_2. La realizzazione dell'impianto richiederà un investimento complessivo di circa 400 milioni di dollari statunitensi e sarà finanziato attraverso risorse del Gruppo Enel Green Power e supportato da un accordo ventennale per l'acquisto dell'energia prodotta (PPA) con la Camera di Commercio dell'Energia Elettrica (CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica).
In Brasile, EGP ha attualmente 418 MW di capacità installata, di cui 93 MW di idroelettrico, 313 MW di eolico e 12 MW di solare, oltre a 444 MW di progetti attualmente in costruzione. Dopo essersi aggiudicata 553 MW di capacità solare in una gara lo scorso agosto, la società è attualmente leader del solare in Brasile in termini di capacità installata e di progetti in portafoglio. EGP ha inoltre recentemente ottenuto una concessione per la gestione di due impianti idroelettrici già operativi con una capacità installata complessiva di 40 MW.

www.enel.it

Le mega turbine pieghevoli da 50 MW del Sandia



Una turbina da 50 MW con pale lunghe quanto un campo di calcio (650 feet, quasi 200 metri) è allo studio presso il Sandia National Laboratories che ritiene che un generatore di questo tipo possa offrire numerosi vantaggi economici rispetto alle turbine attualmente utilizzate la cui potenza è compresa tra 1 e 3 MW, mentre le più grandi turbine attualmente prodotte raggiungono gli 8 MW.
Ovviamente si tratta di turbine da installare in mare, dove il vento è più forte e costante; si calcola che ciascun generatore di questo tipo sia in grado di fornire energia a 10.000 case.
Il team di ricerca è guidato dalla University of Virginia e comprende il Sandia e ricercatori provenienti dalle Università dell'Illinois e del Colorado, il Colorado School of Mines nonché il National Renewable Energy Laboratory (NREL).
Il progetto è finanziato dal Dipartimento statunitense dell'energia (DoE, Department of Energy)

Fotovoltaico ultrasottile supera il 30% di efficienza

L'ultima novità nel settore delle tecnologie solari arriva da Israele, dove Avi Niv di Ben Gurion University del Negev, e Avner Rothschild del Technion-Israel Institute of Technology, hanno migliorato del 30% le prestazioni energetiche del fotovoltaico ultrasottile senza ricorrere a materiale costosi.
I ricercatori sono riusciti a spingere le celle solari ad intrappolare al meglio la luce, per aumentare l'efficienza di produzione di energia elettrica.
Rendere le celle solari più sottili, senza ridurre le capacità energetiche delle stesse, è sempre stata una priorità da parte dei ricercatori del comparto fotovoltaico, ma il team israeliano è andato oltre, ideando un nuovo metodo che separa all'interno della cella i siti di cattura dei fotoni e quelli di assorbimento. In tal modo la luce viene intrappolata in un substrato molto spesso che passa l'energia allo strato di ematite sottostante, ottenendo miglioramenti dell'efficienza energetica del 30%.

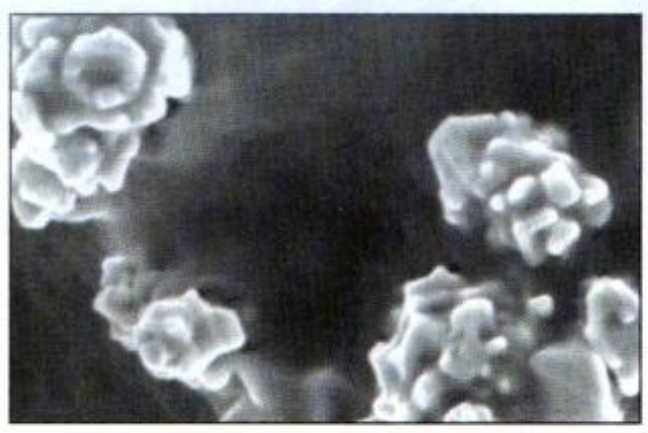
http://in.bgu.ac.il/

La batteria al litio che si spegne quando diventa troppo calda

La prima batteria al litio che si spegne quando raggiunge un calore eccessivo, evitando effetti sgraditi, è stata ideata dai ricercatori dell'Università di Stanford.
Gli incendi accidentali delle batterie agli ioni di litio capitano non di rado, come sottolineato da Zhenan Bao, docente di ingegneria chimica all'Università di Stanford: "*Abbiamo progettato il primo dispositivo che può essere spento e riacceso durante cicli di riscaldamento e raffreddamento ripetuti senza che le sue prestazioni vengano in qualche modo compromesse*".
Perforazioni o sovraccarichi delle batterie possono provocare esplosioni molto pericolose soprattutto se la temperatura interna supera i 150 gradi Celsius.

nell'ambito del programma Advanced Research Projects Agency-Energy. In precedenza il Sandia ha lavorato ad un progetto di turbina SUMR (Segmented Ultralight Morphing Rotor) da 13 MW con pale da 328 feet che, oltre a rappresentare il punto di partenza per il nuovo progetto, ha dimostrato la fattibilità di generatori più potenti in grado di sfruttare al meglio le economie di scala.

http://energy.sandia.gov/



Il nuovo sistema messo in pratica dai ricercatori prevede l'utilizzo di un materiale plastico con incorporate particelle di nichel dotate di micro punte sporgenti, rivestite di grafene e incorporate in un thin-film di polietilene elastico.
L'esperimento è andato a buon fine nei test quando la batteria è stata riscaldata ad una temperatura superiore ai 70 gradi Celsius: il film di polietilene si è espanso generando lo spegnimento del dispositivo ed evitando problemi e quando la temperatura è scesa sotto i 70 gradi le particelle sono tornate a toccarsi e la batteria ha ricominciato a funzionare.

https://stanford.edu

Il quadriciclo elettrico tutto italiano di Alfazero

Sono state presentate in anteprima all'eCarTec di Monaco di Baviera le forme del quadriciclo elettrico, progettato e realizzato totalmente in Italia da Alfazero. Il veicolo verrà lanciato sul mercato nel primo trimestre 2016. L'azienda ha anche presentato la gamma di colonnine per la ricarica elettrica Fillgreen ed Home Energy.
Innovazione, attenzione per l'ambiente, elevata qualità e design made in Italy, sono gli elementi distintivi che caratterizzano il progetto Smart Mobility presentato in Germania. L'eCarTec ha rappresentato una tappa importante nella strategia di Alfazero, *"un evento dalle dimensioni internazionali"* – come ha sottolineato Mauro De Lauri, Amministratore Delegato della Società – *"durante il quale il pubblico ha avuto modo di apprezzare i primi dettagli del quadriciclo elettrico"*.
Nei primi mesi del 2016 Alfazero presenterà ufficialmente il quadriciclo elettrico nelle sue forme definitive, ampliando così la gamma di soluzioni dedicate alla mobilità sostenibile.
Il veicolo compatto e rivoluzionario, permette di ospitare fino a 3 persone e dispone di un ampio vano bagagliaio: il tutto in circa 2,2 metri di lunghezza e 1,35 metri di larghezza.
Diversi i settori a cui si rivolgono i prodotti Alfazero (Pubblica Amministrazione, flotte e società di noleggio a lungo termine, aziende di trasporti, società di car sharing, GDO, bancario, turismo, sanità, ecc.) ed i mercati in cui verranno commercializzati: Italia, Germania, Austria, Svizzera (DACH) fino a Francia, Olanda, Norvegia, UK e Spagna.

www.alfazero.com