MENSILE DI PROGETTAZIONE ELETTRONICA · ATTUALITÀ SCIENTIFICA · NOVITÀ TECNOLOGICHE

Elettronica In

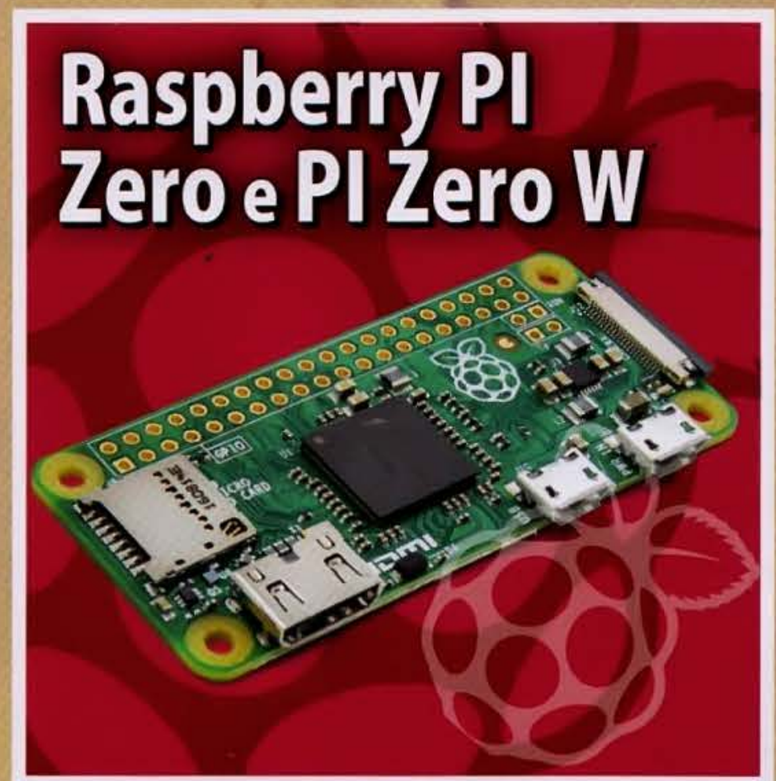
www.elettronicain.it

€ 6,00 - Anno XXIII - n. 214 - APRILE 2017

In omaggio
MICROCHIP
OSCILLATORI
SOLUZIONI MEMS
E AL QUARZO

Open Radio: la radio come vuoi tu

- Arduino e l'ADC
- Preamplificatore microfonico con Phantom
- Distorsore Fuzz per chitarra
- WiFish, programmiamo Fishino dal WiFi
- B-Card, il biglietto da visita elettronico
- Espansione ADC 8 CH per Raspberry Pi
- Controller di velocità per motori AC
- Lift Bit: il divano connesso



GLI SVILUPPI DEL BLUETOOTH

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. Prima immissione: 03/04/2017.

Elettronica In

www.elettronicain.it

Rivista mensile, anno XXIII n. 214
APRILE 2017

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

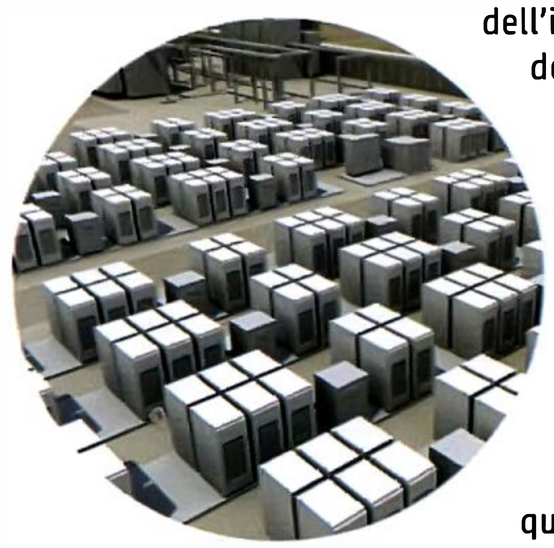
Stampa:
ROTO3 Spa - Via Turbigo, 11/b
20022 CASTANO PRIMO (MI)

Elettronica In:
Rivista mensile registrata presso il Tribunale di Milano con il n. 245 il 03/05/1995.
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 02/07/2013.
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.

© 2017 FUTURA GROUP srl

Sarà Elon Musk a salvarci dai cambiamenti climatici?

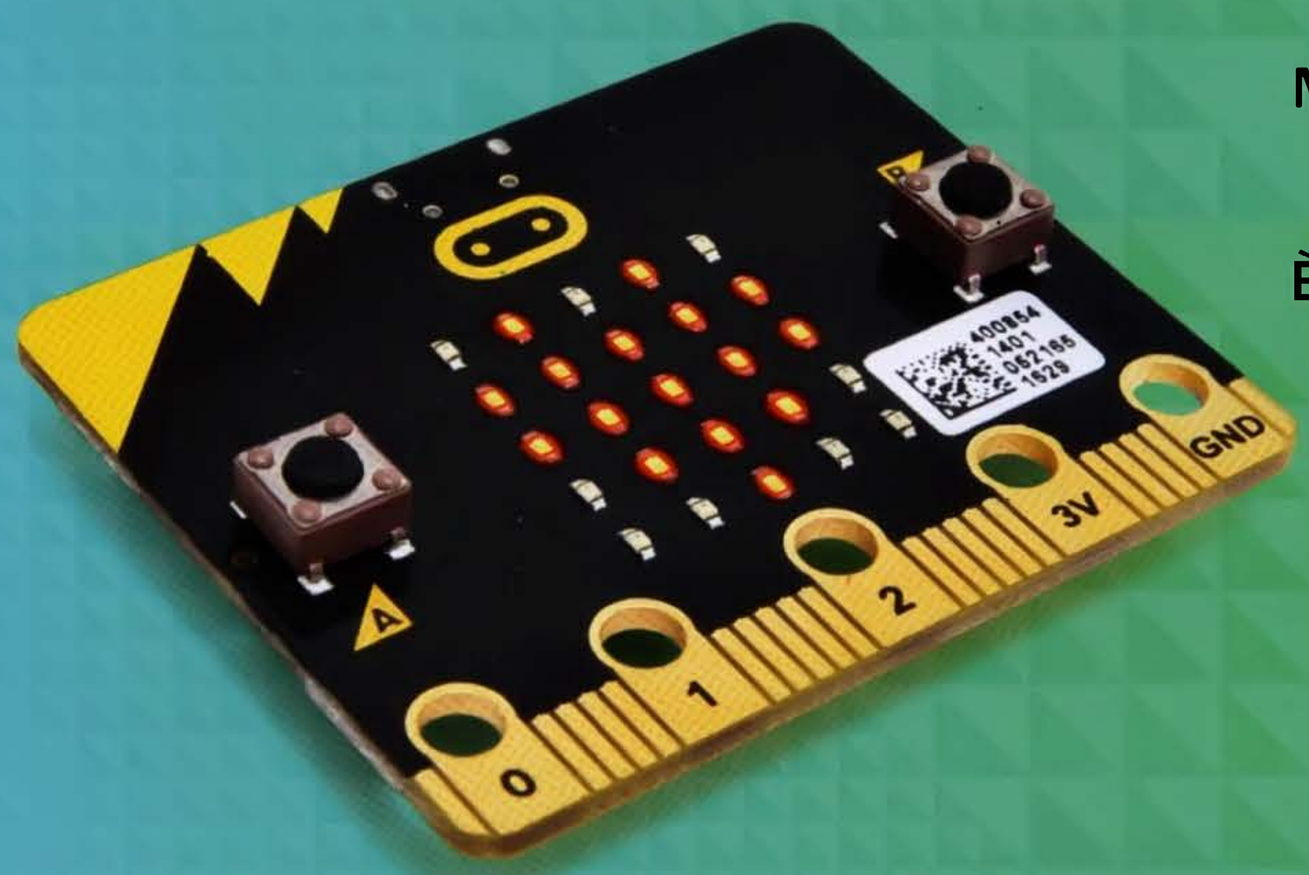
Elon Musk non finisce mai di stupirci. Dopo l'auto a trazione elettrica Tesla, attualmente il marchio di lusso più venduto negli Stati Uniti, dopo il successo dei vettori di SpaceX, gli unici in grado di rientrare sulla Terra ed essere recuperati, dopo l'idea del treno a velocità sub-sonica Hyperloop, già molto più di un progetto teorico, ecco i sistemi di accumulo dell'energia elettrica basati su celle al litio, realizzati nella sua Gigafactory e disponibili in diversi formati, sia per abitazioni singole (Powerwall) che per impianti di maggiori dimensioni (Powerpack). C'è poi, rimanendo in ambito energetico, il progetto SolarCity, da poco integrato in Tesla, nato con l'intento di produrre innovativi ed economici pannelli solari.



Cosa hanno in comune tutte queste iniziative? Sicuramente lo scetticismo con cui furono accolte, e che in parte continua ancora oggi.
Come nel caso dei sistemi di accumulo al litio, considerati da molti adatti ad alimentare una vettura elettrica ma assolutamente inadeguati per realizzare impianti di maggiori dimensioni, ovvero, in ultima analisi, a supportare il sogno di una società nella quale l'energia elettrica venga prodotta al 100% da fonti rinnovabili. E che magari consenta di fornire l'energia anche alle automobili.
Come sappiamo l'energia proveniente dai generatori solari ed eolici non è costante. Sicuramente di notte i pannelli solari non producono energia così come, anche nei luoghi più ventosi, ci possono essere dei periodi di calma piatta. Per tutti questi motivi, per poter aumentare sempre di più la quota proveniente da fonti rinnovabili (e, al limite, arrivare al 100%), è necessario che la rete di distribuzione sia supportata da adeguati sistemi di accumulo. Tra questi, i sistemi elettrochimici, come le batterie al litio, non sono mai stati presi in considerazione in quanto ritenuti inadeguati o incompatibili: un po' come fare rientrare ed atterrare con precisione millimetrica un razzo vettore: nessuno ci avrebbe mai scommesso. Fino a quando qualcuno ci ha provato ed è riuscito nell'intento. La stessa strada sta seguendo Elon Musk per quanto riguarda i sistemi di accumulo basati sulle batterie al litio: provare e riuscirci.
Ecco dunque, con la Gigafactory e SolarCity in piena produzione, i primi successi anche in questo campo.
Tesla ha iniziato con la piccola isola delle Samoa americane Ta'u: pannelli per 1,3 MWp, 60 Powerpack e i 600 abitanti dell'isola si sono dimenticati del gasolio. L'impianto è in grado di fornire energia anche se per tre giorni manca il sole (cosa decisamente rara da quelle parti).
Il secondo passo è stato molto più impegnativo - con un impianto da 13 MWp per quanto riguarda i pannelli solari e 52 MWh di accumulo con 272 Powerpack - per garantire la fornitura di elettricità all'isola di Kauai (arcipelago della Hawaii) ed ai suoi 67 mila abitanti. Progetto coronato dal successo non solo sotto l'aspetto tecnologico, ma anche dal punto di vista economico, con il costo dell'energia che per l'utente finale si è ridotto ad un terzo. Non solo sostenibilità ambientale, dunque, ma anche economica.
Ora Tesla sta realizzando un impianto ancora più grande in California, da oltre 80 MWp.
Che sia questa la strada – o una delle strade – per salvare il nostro pianeta dai cambiamenti climatici in atto?
Dopo i tanti successi di Elon Musk, verrebbe proprio di dire di sì.

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

BBC micro:bit

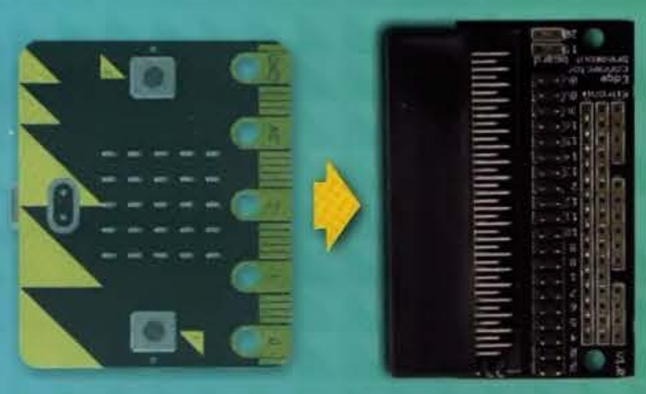


DAI VITA ALLE TUE IDEE DIGITALI!

Micro:bit è una piccola scheda di sviluppo che può essere utilizzata per imparare le basi della programmazione. È adatta a tutte le età. Grazie al bluetooth integrato è possibile programmarla facilmente dal web, da PC, tablet e smartphone.

Utilizzala subito con il nostro prototiping kit

Oltre a micro:bit il kit contiene:



Connettore Edge su Breakout Board

Cavo da USB a micro USB

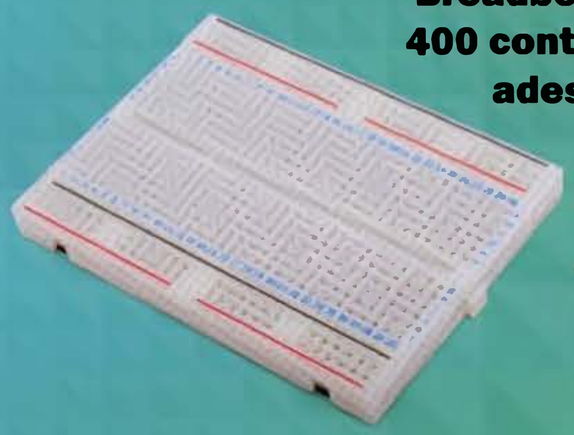
Portabatteria con cover e 2 pile AA incluse

Prezzo IVA inclusa

10 Jumper colorati maschio-maschio

10 Jumper colorati maschio-femmina

Breadboard 400 contatti adesiva



5 resistenze da 2,2 KΩ

5 resistenze da 10 KΩ

5 resistenze da 47 Ω

Buzzer con elettronica 5 V - 12 mm

Fotoresistenza LDR 2-20 K

Minipulsante

LED da 5 mm rosso, giallo, verde e RGB

Cod: MICROBITKIT

€ 39,90

FUTURA ELETTRONICA®
Futura Group srl
Via Adige, 11 • 21013 Gallarate (VA)
Tel. 0331/799775

Caratteristiche tecniche e vendita on-line su: **www.futurashop.it**

Sommario

Aprile 2017
n. 214

ARTICOLI

25 AUDIO
DISTORSORE FUZZ

Pedale per chitarra che realizza uno degli effetti più antichi: il distorsore a cimatura, ma ottenuto per saturazione.

33 AUDIO
PREAMPLIFICATORE MICROFONICO PHANTOM

Ideale per tutti i tipi di microfono, compresi quelli a condensatore che richiedono la tensione di polarizzazione esterna, è idoneo all'uso professionale grazie allo stadio d'ingresso differenziale.

41 ARDUINO
ARDUINO E L'ADC

Approfondiamo le tecniche di miglioramento delle letture ADC e variabili e vediamo i primi esempi applicativi di letture di dati analogici provenienti da sensori. Seconda Puntata.

59 HI-TECH
B-CARD

Un biglietto da visita attivo che può parlare di noi a chi lo riceve...

65 HOME-PROJECT
CONTROLLER AC

Variatore di velocità per motori in corrente alternata monofase del tipo a spazzole come quelli di trapani, aspirapolvere, seghetti alternativi, operanti fra 24 e 240 Vca; consente di mantenere un'elevata coppia anche a bassi regimi grazie alla parzializzazione d'onda.

IN COPERTINA:
Tanto bello quanto funzionale: è il nostro progetto di copertina di questo mese, un ricevitore stereo FM con amplificatore da 3 watt per canale e display RDS con tutte le informazioni sulla stazione e sul brano trasmesso.

ELENCO INSERZIONISTI

- Fiera di Genova
- Fiera di Novegro
- Futura Elettronica
- Microchip
- RM Elettronica
- Teko
- www.beppo.it
- www.mdsrl.it

ARDUINO

OPEN RADIO

Costruiamo un ricevitore stereo per le radiodiffusioni in FM dotato di amplificatore stereo integrato con altoparlanti da 3 watt e di display su cui visualizzare informazioni come la stazione, la potenza del segnale e i messaggi dell'RDS.

71 APPLICAZIONI

LIFT BIT: IL DIVANO CONNESSO

Design e tecnologia in un connubio perfetto che ha visto la rete Dust applicata al controllo in Rete di un innovativo divano modulare conformabile a piacimento grazie a un'elettronica prototipata con SmartEverything.

77 RASPBERRY

RASPBERRY PI ZERO E PI ZERO W: COMPUTER DA 5 E 10 DOLLARI

La fondazione Raspberry, in occasione del suo quinto compleanno, aggiorna il suo microcomputer lillipuziano con WiFi e Bluetooth.

87 ARDUINO

WiFish, PROGRAMMIAMO FISHINO DAL WIFI

La nostra board Arduino-compatibile acquisisce una nuova funzionalità: l'upload e l'aggiornamento degli sketch in wireless, senza più bisogno di un collegamento via cavo.

95 HI-TECH

TOF: SENSORE LASER DI PROSSIMITÀ

Basato sulla tecnologia Time of Flight, il modulo fornisce a un microcontrollore informazioni circa la distanza rilevata di fronte al proprio sensore ottico sulla base del tempo di volo di un impulso di luce.

105 RASPBERRY

ESPANSIONE ADC 8 CANALI

Shield per l'acquisizione di 8 segnali analogici dalla scheda "col lampone", impilabile con altri pari per, ad esempio, interfacciare una gran quantità di sensori in applicazioni di misura, diagnostica, controllo ambientale e IoT.

117 DIDATTICA

BLUETOOTH LOW ENERGY

Valutiamo alcuni moduli Bluetooth commerciali per comprendere le potenzialità del BLE e approcciamo al Bluetooth 5.0. Ultima puntata.

La tiratura di questo numero è stata di 18.500 copie.

Mensile associato all'USPI, Unione Stampa Periodica Italiana

RUBRICHE

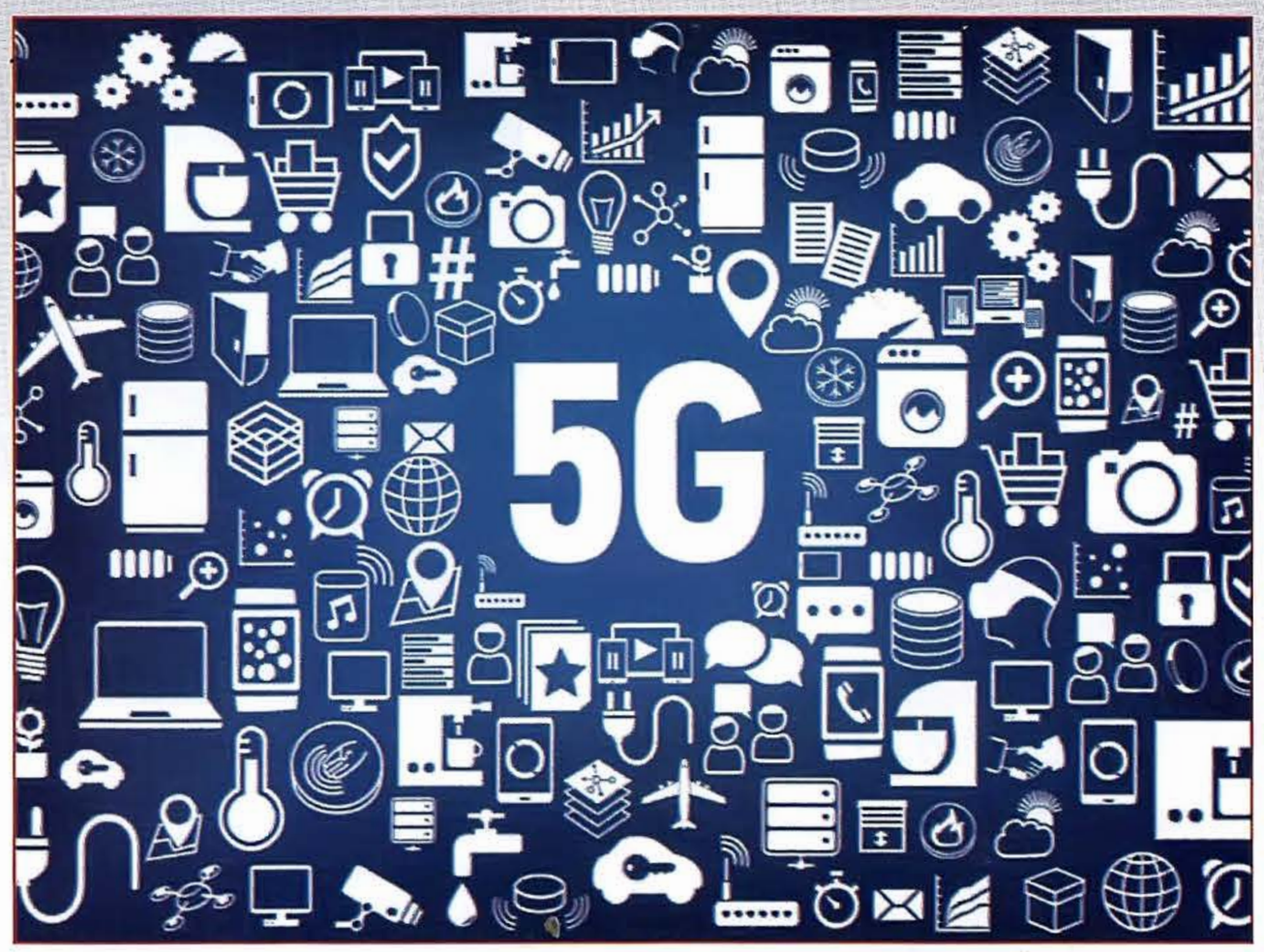
01 EDITORIALE
05 ELETTRONICA INSIEME
13 EVENTI
17 APPUNTAMENTI
21 COMPONENTI & SISTEMI
113 SCIENZA & TECNOLOGIA
126 RINNOVABILI

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*

A quando il 5G?

Leggo ormai da anni notizie relative alle reti di nuova generazione, al 5G, insomma. Recentemente ho sentito parlare anche di 5G NR, al momento, però, nessun operatore offre questo servizio…

Giuseppe Rossi – Milano



Le previsioni più ottimistiche parlano di quattro anni per l'introduzione del nuovo standard delle reti di comunicazione di quinta generazione (5G), che consentirà di rimuovere molte delle limitazioni prestazionali e di servizio imposte dalle attuali tecnologie. Le nuove reti abiliteranno trasferimenti dati in modalità ultra-veloce con prestazioni stabili e sostanzialmente invarianti nel tempo e nello spazio, ma non solo: infatti la transizione da 4G a 5G può essere vista come il passaggio dalla comunicazione dei contenuti alla comunicazione delle azioni di controllo, che consentirà di interagire da remoto, e in completa affidabilità, con i dispositivi più disparati, come auto, dispositivi medici, robot, droni grazie a latenze che passeranno dagli attuali 50 mS a valori attorno al millisecondo. Insomma, praticamente in tempo reale.

Più che il data-rate massimo (che in ogni caso non sarà inferiore a 10 Gbits) e la densità, sarà proprio la bassissima latenza l'elemento "*disruptive*" del 5G rispetto alle precedenti reti, caratteristica intorno alla quale dovrebbero nascere nuovi modelli di business, sulla falsariga di quanto è successo con gli smartphone quando le reti telefoniche hanno sviluppato la capacità di trasmettere dati ad una velocità adeguata.

Secondo Mark Zuckerberg, ad esempio, la realtà virtuale sarà la *killer application* del 5G, abilitata, appunto, dalla bassissima latenza. Allo stesso modo si aspettano cambiamenti radicali nel campo delle infrastrutture stradali e per quanto riguarda la guida autonoma, con tutte le autovetture connesse in tempo reale ad un server remoto che ne controllerà la posizione, la distanza rispetto agli altri veicoli e che le guiderà verso la destinazione prescelta. In questa visione si potrebbe addirittura fare a meno dei sensori di bordo che rilevano gli ostacoli e dei semafori.

In questi ultimi anni sono state messe a punto numerose linee guida sul 5G da organizzazioni nazionali, transnazionali, aziende e operatori vari; alcune di queste indicazioni sono state recepite dal 3GPP (l'ente dove viene definito lo standard ufficiale per le reti cellulari) nell'ambito dell'attività di studio che va sotto il nome di SMARTER (New Services and Markets Technology Enablers), iniziata nel marzo 2015. Nella Release 14 sono stati documentati numerosi scenari d'uso di alto livello e i relativi potenziali requisiti di servizio per il 5G, identificando i segmenti di mercato e le nuove opportunità di business non realizzabili attraverso l'attuale tecnologia 4G. Questa fase si è praticamente conclusa, essendo già stati selezionati gli scenari d'uso ed i requisiti che rivestono maggior priorità per operatori e costruttori, ed è iniziata la seconda fase dove detti scenari saranno descritti nel dettaglio, per arrivare alla loro definizione a livello normativo nella Release 15 del 3GPP. Per soddisfare i requisiti di servizio sopra citati sono da poco iniziate in 3GPP altre attività di studio per la definizione di una nuova RAT (Radio Access Technology), in grado di sfruttare anche frequenze al di sopra dei 6 GHz (fino 100 GHz), e di una nuova CN (Core Network). L'attività per la definizione della nuova CN ha mosso i suoi primi passi in 3GPP nel novembre 2015; al momento non è ancora chiaro se la nuova architettura di rete rappresenterà un'evoluzione oppure una rivoluzione rispetto alla CN 4G, perché siamo ancora nella fase in cui si stanno traducendo i requisiti di servizio identificati in SMARTER in requisiti architetturali e si sta cercando di concordare tra le varie aziende presenti in 3GPP i capisaldi sui quali si fonderà il disegno della nuova CN.

È proprio in quest'ambito che molte aziende e operatori stanno spingendo sull'acceleratore puntando sulla tecnologia 5G NR (New radio), uno standard intermedio basato sull'LTE Advanced che dovrebbe consentire di offrire un servizio 5G a partire già dal 2019 mentre proprio per la fine del 2019 il 3GPP prevede il rilascio degli standard definitivi (con la conseguenza di avere le prime reti non prima del 2020-2021). Questo folto gruppo di aziende cerche-

rà, dunque, nella prossima riunione del 3GPP, di introdurre una tappa intermedia che dovrebbe consentire di offrire i primi servizi 5G sfruttando la rete e le attuali frequenze LTE (con l'estensione sino a 6 GHz) tra due anni.
Questa proposta si scontrerà sicuramente con la necessità di molti Stati di normare l'utilizzo delle nuove frequenze (700 MHz, sub-6GHz, mmWaves) con tutto ciò che ne deriva (assegnazione delle frequenze, durata delle licenze, ecc.).
Intanto Qualcomm, Intel, Samsung, Ericsson, Nokia e numerosi operatori (specie coreani, giapponesi e americani) stanno già effettuando prove sul campo in modo da poter essere i primi a fornire infrastrutture e device, con l'obiettivo, per coreani e giapponesi, di avere le reti operative, rispettivamente, durante i Giochi Olimpici Invernali del 2018 e le Olimpiadi di Tokyo del 2020.
In Europa, invece, salvo improvvise accelerazioni, le reti 5G dovrebbero entrare in funzione tra il 2020 e il 2021.

Diagnostica auto anche su Smartphone

Mi piacerebbe verificare e tenere sotto controllo i parametri della mia Opel tramite smartphone. Ho visto che esistono dei dispositivi EOBD che invece di connettersi via cavo al PC, utilizzano una connessione Bluetooth o Wi-Fi per collegarsi a smartphone e tablet. Cosa mi consigliate, si tratta di dispositivi affidabili?

Carlo Grossi – Genova

Ormai da molti anni (per la precisione dal 1996 negli Stati Uniti e dal 2001 in Europa) tutti i veicoli sono dotati di un sistema di autodiagnosi (OBD, On Board Diagnostics) che consente di accedere a numerose informazioni relative ai parametri di funzionamento del motore, del sistema di scarico, eccetera.
I sistemi OBD forniscono al proprietario del veicolo, a un meccanico o alle autorità, le informazioni relative al funzionamento del veicolo, in particolare i dati relativi alle emissioni e ai relativi organi della vettura, con parametri di riferimento standard per tutte le vetture.
Per quanto riguarda gli altri dati, invece, non esiste ancora un unico standard. Le moderne implementazioni forniscono informazioni in tempo reale in aggiunta a una segnalazione della natura dei problemi tramite codici standard (DTC) "Diagnostic Trouble Codes" che permettono di identificare rapidamente e risolvere malfunzionamenti del veicolo.
Le autovetture prodotte negli Stati Uniti utilizzano lo standard OBD-II che permette di avere un controllo completo sui parametri del motore e monitorare altre parti di un autoveicolo come il telaio e gli accessori; inoltre permette di connettersi al sistema di diagnostica.
Lo standard OBD-II definisce anche alcuni comandi per il controllo dell'output, per le modalità di autocontrollo e per l'azzeramento della memoria KAM (Keep Alive Memory).
Il connettore OBD-II è identico per tutti i modelli ma esistono cinque differenti protocolli di comunicazione:

- VPW (Variable pulse width): General Motors
- PWM (Pulse-width modulation): Ford
- ISO 9141: Chrysler in Asia ed Europa
- ISO 14230 KWP2000 (Keyword Protocol 2000 su linea K)
- ISO 15765 (tramite linea CAN, come SAE-J2284)

L'OBD-II fornisce informazioni su tutti i parametri e gli errori rilevanti ai fini delle emissioni inquinanti, con lettura standardizzata, quindi qualsiasi officina anche non munita dello strumento ufficiale della casa, riesce a leggere le segnalazioni d'errore.
L'equivalente europeo dell'OBD-II è l'European On Board Diagnostics (EOBD), obbligatorio dal 2001/ 2004; il sistema è praticamente lo stesso, con protocollo di connessione SAE J1962.
Normalmente la lettura dei parametri viene effettuata con un PC sul quale possono "girare" programmi generici oppure programmi forniti dalle varie Case (di solito riservati alle autofficine convenzionate). La connessione tra vettura e PC avviene tramite un cavo OBD/USB.
Recentemente sono stati introdotti in commercio dei dispositivi per diagnostica OBD che all'interno del connettore montano un'interfaccia Bluetooth o Wi-Fi che permette di instaurare una connessione wireless con uno smartphone o un tablet sui quali "girano" delle app gratuite e più o meno sofisticate (Torque, Dash Command, Scan Master Lite, OBD Car Doctor, OBD Auto Doctor, ecc.). Di solito questi programmi consentono di leggere, visualizzare, e cancellare il codice di errore (DTCs) e spegnere le spie di segnalazione guasto.
Essi sono anche in grado di visualizzare in tempo reale le prestazioni della vettura, velocità, consumo di carburante, pressione dell'olio, temperatura del liquido refrigerante e altro ancora.
Quasi tutti questi dispositivi sono basati sull'integrato ELM327.
In conclusione, quindi, ai fini pratici e per quelli che sono gli interessi dell'utente non professionale, non esistono differenze tra il sistema tradizionale con cavo e PC e i nuovi sistemi wireless per smartphone e tablet. Oltretutto il costo dei dispositivi wireless non è significativamente superiore a quelli dei cavi, ad esempio il modello Bluetooth FR586 di Futura Elettronica costa appena 25 Euro.

Il significato di PSRR

Quale significato ha il valore di PSRR in un regolatore di tensione? Più è alto questo valore, migliori sono le prestazioni del componente o viceversa?

Marino Rossi - Milano

Il termine PSRR (Power Supply Rejection Ratio) è ampiamente usato in ambito elettronico per indicare la capacità di un qualsiasi circuito elettronico (solitamente un amplificatore o un regolatore di tensione) di eliminare le variazione della tensione di uscita dovute ad una variazione della tensione di alimentazione. Nel caso degli amplificatori operazionali, il PSRR è definito come il rapporto tra la variazione della tensione di alimentazione e l'equivalente variazione della tensione differenziale di uscita prodotta, espresso in decibel.
Un amplificatore operazionale ideale dovrebbe avere un valore di PSRR infinito, in realtà la variazione della tensione di uscita dipende anche dal circuito di retroazione, come nel caso della tensione di offset.
Spesso questa indicazione non si riferisce solamente alla tensione continua (frequenza zero) ma vengono forniti differenti valori relativi a specifiche frequenze. È evidente che in questo caso avremo una visione più completa della capacità del sistema di ridurre il rumore di uscita in funzione della frequenza della componente alternata di alimentazione.
La formula che in un amplificatore operazionale consente di ricavare il valore di PSRR di quello specifico componente è la seguente:

$$\mathrm{PSRR[dB]} = 20\log_{10}\left(\frac{\Delta V_{\mathrm{supply}}}{\Delta V_{\mathrm{out}}}\cdot A_v\right)\mathrm{dB}$$

Dove *Av* rappresenta il guadagno del circuito ad anello chiuso.
Con un valore di PSRR di 100 dB ed un'alimentazione con un ripple di 1 V, il valore della tensione presente in uscita ammonta a 1 mV in quanto, tenendo conto dei 40 dB di guadagno dell'amplificatore, la soppressione del rumore risulta di soli 60 dB (100-40 = 60 dB), equivalenti appunto a mille volte. Con un valore più basso di PSRR o un maggior guadagno dell'OP-AMP la situazione peggiora, al contrario il segnale di rumore presente in uscita risulta inferiore con un guadagno più basso dell'ampli o un più elevato valore di PSRR.
Anche nel caso dei regolatori di tensione vale lo stesso principio, salvo il fatto che in questi circuiti non abbiamo un guadagno introdotto dal dispositivo per cui il valore di PSRR si riferisce esclusivamente alle variazioni delle tensioni di ingresso e di uscita.
Pertanto se il nostro regolatore presenta un PSRR di 60 dB significa che un ripple di 1V sovrapposto alla tensione di ingresso provoca un segnale di rumore in uscita 1.000 volte inferiore, ovvero 1 mV, se il PSRR è di 80 dB il segnale di rumore risulta di 0,1 mV. Ricordiamo che per misurare il rapporto tra le due tensioni viene utilizzato un logaritmo in base 10 ed il risultato viene poi moltiplicato per 20 (in questo caso abbiamo a che fare con una tensione).
Naturalmente il valore di PSRR è sempre riferito a condizioni di lavoro nominali, con tensione di ingresso compresa entro i valori minimo e massimo e corrente di uscita non superiore al valore massimo previsto dal data-sheet. Inoltre, quasi sempre questo valore è riferito alla frequenza dove il disturbo è maggiore ovvero a 100 o 120 Hz (valore della frequenza di rete in Europa o USA moltiplicato per 2) in quanto si presume che tutti i rettificatori siano ad onda intera.
Se osserviamo il data sheet di un classico 7812 possiamo verificare che il valore di PSRR ammonta a 71 dB nominali alla frequenza di 120 Hz (55 dB minimo). Se prendiamo in considerazione, invece, un prodotto più moderno, come l'LDLN025 di STMicroelectronics, scopriamo che il valore di PSRR è di 80 dB a 100 Hz.

Symbol	Parameter	Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	T_J = +25°C		11.5	12.0	12.5	V
		I_O = 5 mA to 1 A, $P_O \le 15$ W, V_I = 14.5 V to 27 V		11.4	12.0	12.6	
Regline	Line Regulation(12)	T_J = +25°C	V_I = 14.5 V to 30 V		10	240	mV
			V_I = 16 V to 22 V		3	120	
Regload	Load Regulation(12)	T_J = +25°C	I_O = 5 mA to 1.5 A		11	240	mV
			I_O = 250 mA to 750 mA		5	120	
I_Q	Quiescent Current	T_J = +25°C			5.1	8.0	mA
ΔI_Q	Quiescent Current Change	I_O = 5 mA to 1 A			0.1	0.5	mA
		V_I = 14.5 V to 30 V			0.5	1.0	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift(13)	I_O = 5 mA			-1		mV/°C
V_N	Output Noise Voltage	f = 10 Hz to 100 kHz, T_A = +25°C			76		µV
RR	Ripple Rejection(13)	f = 120 Hz, V_I = 15 V to 25 V		55	71		dB
V_{DROP}	Dropout Voltage	I_O = 1 A, T_J = +25°C			2		V
R_O	Output Resistance(13)	f = 1 kHz			18		mΩ
I_{SC}	Short-Circuit Current	V_I = 35 V, T_J = +25°C			230		mA
I_{PK}	Peak Current(13)	T_J = +25°C			2.2		A

I magneti con i superpoteri

Ho acquistato recentemente dei dischi magnetici al neodimio che mi hanno impressionato per la loro forza magnetica e che mi hanno risolto numerosi problemi pratici. Da dove deriva questa particolare forza?

Luca Bordon – Padova

I magneti a cui ti riferisci sono realizzati con una lega composta da neodimio (Neodymium, un materiale raro), ferro e boro (NdFeB); questa combinazione consente di realizzare i magneti permanenti più potenti al mondo. Questi magneti possono essere prodotti in diverse forme (dischi, parallelepipedi, cubi, anelli, cilindri e sfere) e sono sempre rivestiti da uno strato anti ossidante di nichel, zinco o resina epossidica, senza il quale si "sfalderebbero" in poco tempo diventando semplice polvere magnetica.
Esistono magneti al neodimio di diversi gradi: il *grado* è un codice che inizia sempre con la lettera N ed è seguito da due cifre (es. N27, N30, N33, N35, N38, N40, N42, N45, N48, N50); esso sta ad indicare la capacità d'attrazione nei confronti dei materiali ferrosi. I gradi più bassi hanno meno forza attrattiva, quelli più alti hanno una forza maggiore. In commercio esistono magneti con gradi compresi tra N24 e N55, tuttavia i gradi superiori a N52 non sono facilmente reperibili; nei laboratori si è arrivati alla creazione di magneti di grado N56, mentre N64 è il limite teorico.

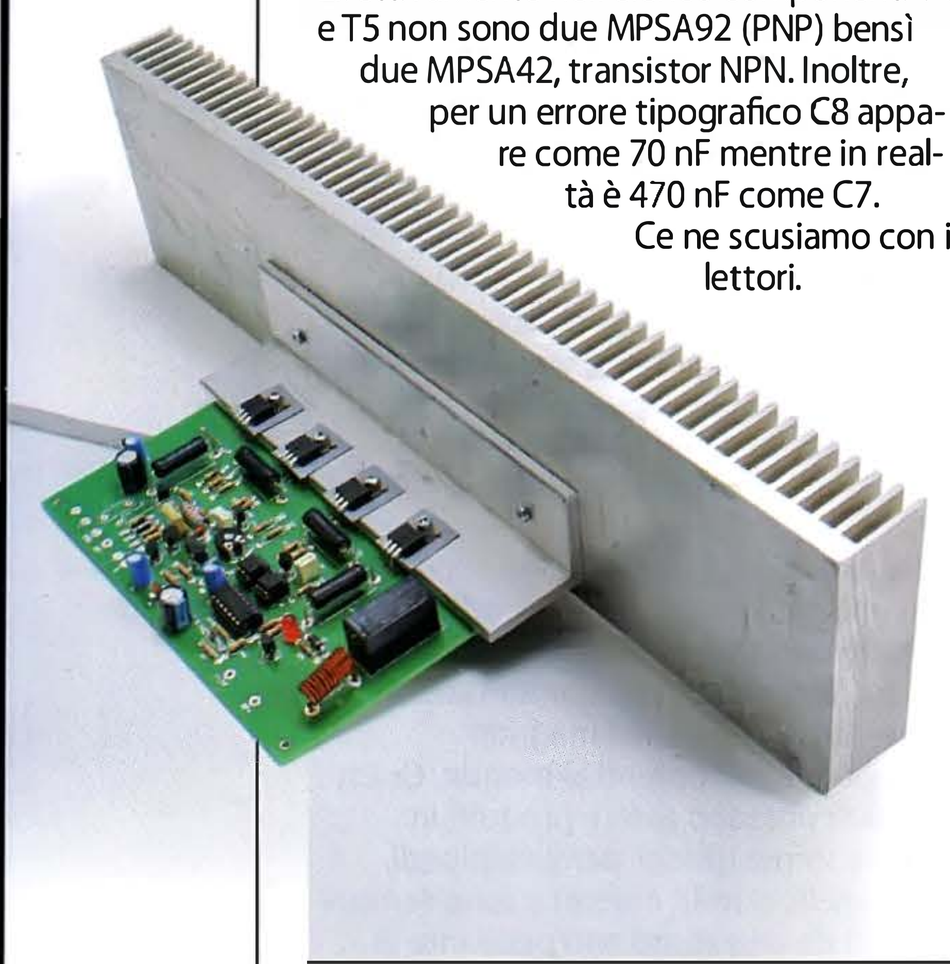
Questa indicazione è qualche volta seguita da un suffisso costituito da una o due lettere (H, M, SH, EH, UH) che indica la cosiddetta temperatura di Curie, raggiunta la quale i magneti si smagnetizzano in maniera irreversibile I magneti al neodimio vengono utilizzati per realizzare hard disk, in ambito medicale, nell'industria in genere (specie nei motori elettrici ad alte prestazioni), negli altoparlanti, negli auricolari, ed in tutti quei casi in cui è necessaria una fonte magnetica permanente di buona intensità.

I transistor del 200W

Osservando lo schema elettrico del finale da 200W presentato il mese scorso, e leggendo l'elenco componenti, mi sono accorto che c'è qualcosa che non va....

Massimo Pini – Napoli

Effettivamente nell'elenco componenti T4 e T5 non sono due MPSA92 (PNP) bensì due MPSA42, transistor NPN. Inoltre, per un errore tipografico C8 appare come 70 nF mentre in realtà è 470 nF come C7. Ce ne scusiamo con i lettori.

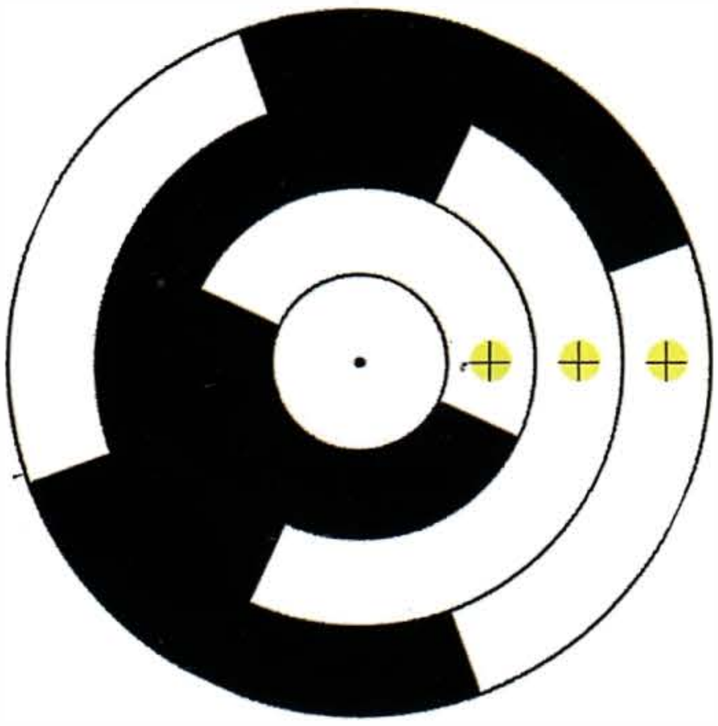


Il codice Gray, questo sconosciuto

Nel manuale di un encoder che dovrei installare, ho letto che il dispositivo funziona con codifica Gray. Francamente è la prima volta che sento questo nome. Di cosa si tratta?

Giorgio Monti – Bologna

Molti dispositivi elettronici di acquisizione di posizione, tra cui gli encoder (lineari o rotativi, come - per esempio - i regolatori di volume digitali negli impianti Hi-Fi), codificano il valore digitale della posizione chiudendo o aprendo una serie di contatti elettrici o barriere ottiche.
A causa delle tolleranze meccaniche è improbabile che due o più bit di una cifra possano commutare esattamente nello stesso istante: viene pertanto a crearsi una configurazione fisica intermedia in cui è codificato un valore indesiderato che può generare errore nella successiva elaborazione.
Nel 1953 Frank Gray progettò e brevettò una semplice variazione alla forma binaria che evita questo genere di problemi.
Il codice Gray differisce dalla notazione posizionale binaria degli interi in quanto prevede che si passi da un intero al successivo modificando un solo bit; questa caratteristica (detta a cambio 1) semplifica e rende meno soggette ad errori le operazioni di dispositivi elettronici che devono scorrere informazioni organizzate in sequenze.
Evidentemente la codifica di Gray risulta poco sensata per interi da sottoporre ad operazioni come somme o prodotti.
Negli encoder che utilizzano questo codice, il passaggio da un valore al successivo o precedente comporta la commutazione di un unico circuito, eliminando ogni possibile errore dovuto



Matrice di commutazione in un encoder rotativo Gray a tre bit - Wikipedia

a codifiche binarie intermedie.
Per convertire un numero in base due in codice Gray viene eseguito un semplice procedimento: il primo bit (MSB) in codifica binaria rimane uguale e viene, quindi, riportato; si esegue poi lo XOR tra il numero in codifica binaria e lo stesso numero spostato di una cifra verso destra, come nel seguente esempio:

bin: 110010 XOR
110010
Gray: 101011

La prima cifra del codice Gray (Most Significant Bit) è la stessa della codifica binaria, le altre sono il risultato dello XOR tra ogni cifra in codifica binaria e la cifra successiva.
Abbastanza simile è il procedimento di conversione da codice Gray; in questo caso il primo bit (MSB) rimane uguale e viene quindi riportato, poi si esegue lo XOR tra ciascun bit ottenuto (quello del codice binario) e il bit successivo (da

sinistra verso destra) del codice gray, come in questo esempio:

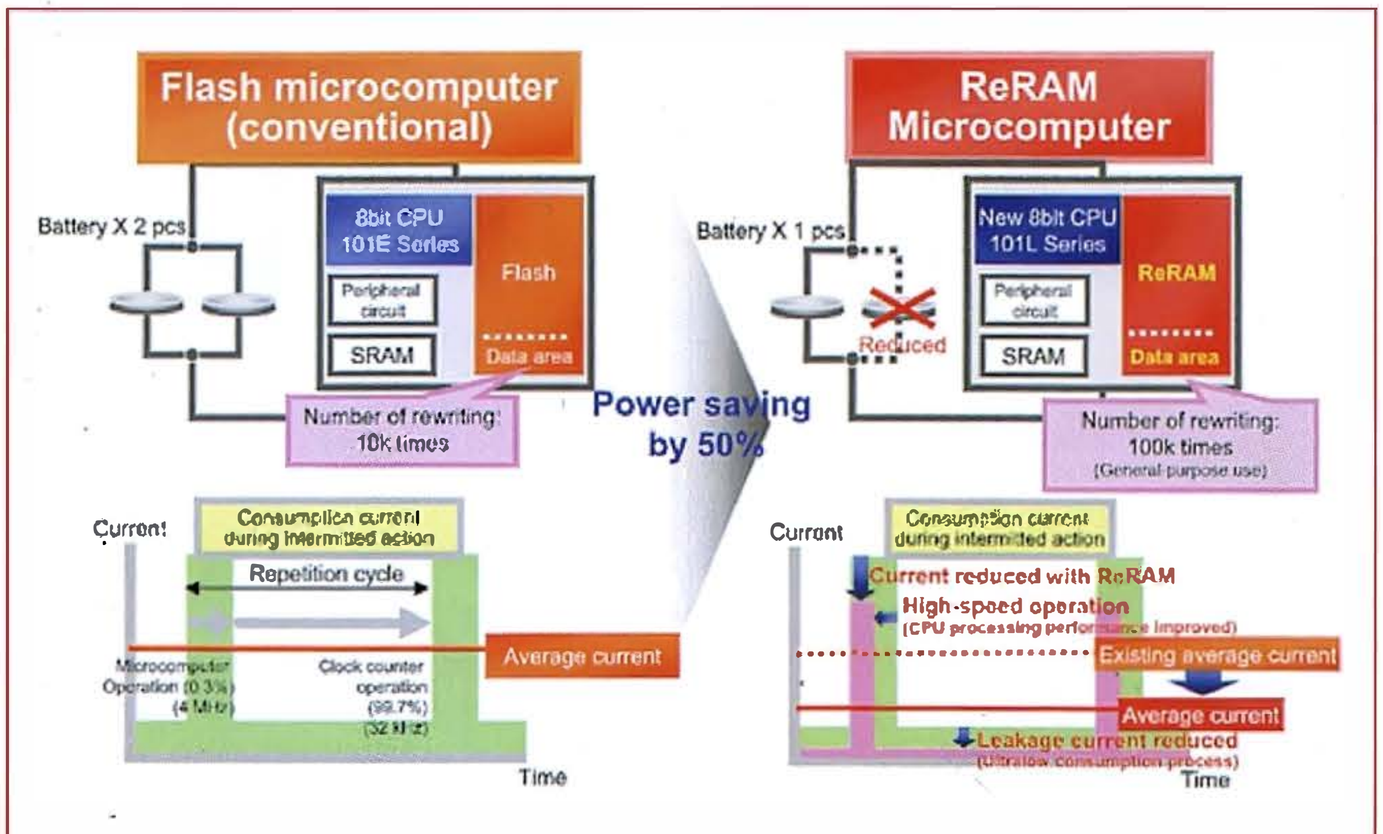
Gray: 101011 XOR
11001
bin: 110010

Lo svantaggio del codice GRAY è quello di non prestarsi alle operazioni aritmetiche per realizzare un confronto automatico di posizione. Il rimedio consiste nel convertire i codici GRAY in binario tramite un'opportuna routine software.

ReRAM, ancora solo memorie

Mi è capitata sotto mano una notizia che parlava di ReRAM come possibile base di CPU ultraveloci e performanti…
Salvatore Guida – Palermo

In effetti uno studio congiunto tra due università (una di Singapore e l'altra tedesca) ha evidenziato la possibilità di sfruttare la tecnologia di memoria ReRam per effettuare operazioni di calcolo direttamente nella memoria stessa utilizzando non più una codifica binaria ma a più livelli 3, 4, eccetera, con una velocità di elaborazione senza pari.
In realtà si tratta di studi teorici che attualmente non hanno alcun riscontro pratico e non lo avranno per almeno qualche decina d'anni.
Un po' come è successo proprio con le ReRAM, le memorie in cui l'informazione è associata alla resistenza di un sottile film di materiale commutabile elettricamente: i primi studi risalgono a decine di anni fa ma solamente da pochi anni sono disponibili dei chip (pochi, in verità) che utilizzano questa tecnologia.
Tra questi, le MCU a 8 bit MN101L Panasonic dotate di RAM resistiva le quali consentono di ottenere un consumo di energia inferiore del 50% e una velocità di scrittura 5 volte superiore rispetto alle memorie flash o EEPROM. Il chip MN101L si basa su un nucleo a 16 bit con pipeline a stadi alterabili (3 o 4). Il dispositivo fornisce migliori prestazioni di elaborazione per l'istruzione di accesso alla memoria, rivedendo la pipeline e i dati a 16 bit tramite un bus a 16 bit.
Rispetto ai dispositivi con memoria flash o EEPROM, la MN101L non richiede la cancellazione dei dati per garantire una velocità di scrittura 5 volte superiore.
Le MCU a 8 bit dotate di ReRAM MN101L Panasonic sono ideali per apparecchiature sanitarie portatili, di sicurezza e nel campo della sensoristica.



Microcontrollore Panasonic MN101L con memoria di tipo ReRAM.

TV, innovazioni senza fine

Volevo cambiare il mio vecchio TV con uno più moderno. Il commesso, dopo avermi mostrato una vasta scelta di TV, mi ha detto che stanno arrivando nuove e più performanti tecnologie. Che sia il caso di aspettare?
Mauro Lovazzi – Genova

In effetti da poco l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) ha approvato due nuove innovative specifiche televisive l'HDR (High Dynamic Range) e l'HFR (High Frame Rate). Dopo l'HD e l'ultra HD con risoluzione sino a 4K, dovrebbero essere queste due tecnologie a fornire un ulteriore salto qualitativo al modo di godere le trasmissioni TV.
Nel primo caso, quello dell'HDR, l'aumento della gamma dinamica dovrebbe rendere la visione molto più simile a quella percepita dall'occhio umano, garantendo quelle sfumature tra luci ed ombre che solamente la natura riesce a offrire. In questi ultimi due anni sono state messe a punto alcune tecniche HDR in grado di offrire risultati sorprendenti con Peak Illuminator di Samsung o Dolby Vision HDR. Per raggiungere questi risultati entrambe le tecnologie richiedono risorse superiori per quanto riguarda il numero di colori riprodotti, con il passaggio ai 10 bit (un miliardo di sfumature circa) contro gli attuali 16,7 milioni di colori.
Per quanto riguarda l'HFR, invece, non esiste ancora produttore che sia andato oltre i 60 Frame/rate.
Questa tecnologia dovrebbe fornire effetti spettacolari, specie per quanto riguarda le riprese di avvenimenti sportivi. Anche in questo caso le risorse richieste all'apparecchio TV non sono di poco conto, così come quelle dei broadcaster.
È molto probabile, dunque, che queste due tecnologie non saranno disponibili prima di 4-5 anni, tenendo soprattutto conto dei ritardi dei broadcaster.
Acquista dunque con serenità il tuo nuovo TV, magari tra quelli più performanti (4K, DVB-T2, ecc.), per queste nuove diavolerie c'è tempo.

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

I 12 anni della Maker Fair Bay Area

Rileggendo gli articoli e le presentazioni pubblicate in passato su questa manifestazione, pensiamo di aver raccontato tutte le ragioni per cui vale la pena di andare almeno una volta a San Mateo, dove la Maker Faire è nata e dove quest'anno, dal 19 al 21 maggio, si svolgerà la 12^ edizione.
Evento simbolo di quel Maker Movement che – a partire dalla prima edizione del 2006 - in pochi anni ha dato nuova dignità al mondo degli hacker, degli smanettoni e degli sperimentatori, a quegli artigiani tecnologici che oggi vengono identificati con la parola makers e che, grazie soprattutto a Internet, hanno imparato a condividere conoscenze e competenze.
E che ora, come afferma Dale Dougherty, ideatore della Maker Faire, sono pronti ad hackerare il mondo nello stesso modo con cui mettono mani ai computer ed alle schede a microcontrollore. Ovvero con un atteggiamento più creativo e più innovativo, cercando di dominare la tecnologia anziché esserne dominati; in altre parole cercando di utilizzarla come elemento abilitante della propria creatività.
E in questi ultimi anni esempi di personaggi che hanno rivoluzionato il mondo con un approccio completamente nuovo e creativo, ce ne sono tanti, da Elon Musk che vuole portare l'uomo su Marte e che per il momento si accontenta di fare rientrare dallo spazio i razzi vettori con precisione millimetrica (oltre ad aver fondato la Tesla), a Mark Zuckerberg, che ha inventato il social network di maggior successo, da Peter Thiel, co-fondatore di PayPal, un metodo di pagamento completamente nuovo e sicuro, a Travis Kalanick, che ha inventato Uber, una app che mette in collegamento diretto passeggeri e autisti.
Cos'hanno in comune tutte queste persone e tante altre ancora come loro che hanno trasformato (o, meglio, hackerato) la nostra società? Semplicemente quello di provenire nella stragrande maggioranza dei casi dalla Bay Area, dove qualcuno è nato, ma dove tutti hanno studiato, ideato, realizzato e portato al successo le proprie idee. Ovvero in quell'area della California che va da San Francisco e Santa Clara che ha visto nascere e svilupparsi le società più innovative degli ultimi 10-15 anni, e dove si trova San Mateo, oltre a tantissime altre cittadine (Palo Alto, Cupertino, Menlo Park, Mountain View, Sunnyvale, San Josè, Redwood Shores, ecc.) portate alla notorietà dalle società che vi hanno sede.
Sarà un caso che il Maker Movement sia nato proprio lì e che – con manifestazioni come la Maker Faire – continui ad ispirare centinaia di migliaia di giovani? Sicuramente dipenderà anche dal fatto che in quell'area ci sono le migliori università americane, da Stanford a Berkeley, ma qualche relazione c'è di sicuro.
Ecco perché l'aria che si respira alla Maker Faire di San Mateo ha qualcosa di speciale (a parte l'odore degli hot-dog consumati in quantità industriale) ed ecco perché ogni anno la manifestazione viene presa d'assalto da oltre 150 mila persone.
http://makerfaire.com/bay-area

Affidabilità e Tecnologie 2017

Testing e Misure, Robotica e Automazione, Tecnologie innovative per la Produzione: saranno questi i temi dell'11^ edizione di A&T in programma a Torino dal 3 al 5 maggio 2017. L'edizione di quest'anno sarà caratterizzata da diverse importanti novità, prime fra tutte l'estensione della durata, da due a tre giornate, e la nuova sede (il prestigioso padiglione OVAL del Lingotto di Torino), che offrirà una superficie espositiva di oltre 20.000 metri quadrati.
A&T 2017 si svilupperà secondo due focus principali:
- A&T AFFIDABILITÀ & TECNOLOGIE: dedicata agli strumenti e servizi per Misure e Prove, ambiti sempre più importanti nell'ottica della garanzia dei prodotti in termini di sicurezza, qualità e affidabilità, focalizzata su Testing e Virtual Testing, Misure, Caratterizzazione dei materiali, Controlli di Processo, Manutenzione.
- A&T ROBOTIC WORLD: dedicata alla Robotica Industriale, che vanta la partecipazione di tutti i costruttori leader di questo importante comparto, coinvolge e integra i produttori di tecnologie per l'automazione e il controllo della produzione e i System Integrator, ed è focalizzata sulle principali filiere produttive: automotive, aerospace, alimentare, ferroviaria, farmaceutica, meccanica, meccatronica. A&T-ROBOTIC WORLD approfondirà diverse tematiche di spicco: Automazione, Robotica, Macchine Utensili e Utensili speciali, Materiali e lavorazioni speciali, Fabbricazione additiva, CAD-CAM, PLM, Identificazione e Marcatura, Controlli in Produzione , Visione Artificiale, Simulazione, Optoelettronica, Componentistica. Il programma convegnistico/congressuale offrirà un ricco programma di eventi: 6 convegni, 15 sessioni specialistiche e 90 testimonianze e casi applicativi dedicati al mondo industriale, in collaborazione con rappresentanti di primari centri di ricerca, università, start up, mondo economico e imprenditoriale.
Fra le altre novità, infine, l'istituzione dei Premi Innovazione 4.0, che verranno assegnati agli autori delle testimonianze applicative più interessanti e attuali, rispettivamente nelle categorie "Ricerca e Università", "Produzione", "Metrologia", "Robotica" e "Scuola".
www.affidabilita.eu

Music Inside Rimini

MUSIC INSIDE ART

Esposizione e live show, sperimentazioni e test di prodotto, eventi e formazione, tre giorni intensi interamente dedicati ai professionisti e non dello show business: mancano ormai poche settimane all'inizio della seconda edizione di Music Inside Rimini, l'evento che animerà la Fiera di Rimini e l'intero territorio tra domenica 7 e martedì 9 maggio 2017.
La manifestazione, unica nel suo genere, torna con un format di largo respiro in grado di coinvolgere un'ampia gamma di interlocutori che vanno dagli addetti ai lavori al pubblico amante delle Live Technology Show, grazie all'organizzazione di momenti ed eventi legati al lighting, audio, rigging, video, design e clubbing che vedranno protagonisti marchi del calibro di Adam Hall, Bose, Audiosales, Audio Effetti, Claypaky, D.T.S. Illuminazione, Extron, Euromet, Exhibo, FBT Elettronica, Laser Entertainment, Leading Technologies, Link, Mods Art, Molpass, Monacor, Pioneer, RM Multimedia, Sisme, Spotlight, Texim, Tre Ti, Unitech Digital Media.
Oltre alle 4 macro aree già sperimentate ovvero Technology Expo, Live Show, Innovation4Entertainment e Music Inside Festival, questa seconda edizione si arricchisce di nuove sezioni. La prima è Professional Video & Broadcast, che metterà in mostra le attrezzature e le tecnologie legate al mondo dell'audiovisivo; la seconda area invece è dedicata ai Sistemi Integrati ovvero alle soluzioni per l'implementazione di progetti audio video di elevato livello tecnologico.

Professional Video & Broadcast, che vede come protagonista il know-how di IBTS (Italian Broadcast & Technology Show), è stata studiata non solo come momento di incontro tradizionale tra produttori e pubblico professionale, ma anche come opportunità formativa.
Infatti, durante i tre giorni di Music Inside Rimini, è previsto un fitto calendario di workshop di approfondimento sia tecnico - ad esempio per l'utilizzo dei gimbal o la corretta creazione dell'audio in supporto al video - sia più trasversale, ad esempio per gli aspetti legati alle produzioni audio-video.
L'inserimento di IBTS nella nuova area di Music Inside Rimini è stata una scelta strategica importante, che permette di fornire, all'interno di un unico contesto, una visione ancora più completa del settore audio-video.
www.musicinsiderimini.it

EMBEDDED IOT

EMBEDDED IOT è un evento B2B che si rivolge ai progettisti elettronici, agli sviluppatori firmware, ed ai tecnici che hanno la possibilità, in un unico evento, di avere una visione completa su tutta la filiera dell'Embedded IoT.
Questo evento è parte di IOTHINGS che raccoglie l'eredità di M2M Forum, dal 2002 vetrina delle tecnologie machine-to-machine, e che ha ora l'ambizione di diventare l'evento di riferimento sull'Internet of Things e contemporaneamente uno dei principali appuntamenti internazionali di interesse di top player, VIP speaker, associazioni e end-user company.
Particolare attenzione sarà rivolta alle soluzioni embedded per l'IoT con le reti di sensori, le piattaforme IIoT, le certificazioni, e i moduli HMI più utilizzati nelle applicazioni IoT. Importanti tematiche più strettamente legate al business saranno quest'anno: Smart Environment, Smart Parking, eHealth, Waste Management e Smart Lighting. Saranno inoltre create nell'area expo, con il supporto di partner e associazioni, aree tematiche "live" con presentazioni "hands on" di innovative soluzioni IoT correlate alle rispettive tecnologie.
EMBEDDED IOT si propone come elemento innovativo anche nel format: non solo conferenze ed expo ma anche business meeting e networking e la seconda edizione del IoT Valley Tour per scoprire le eccellenze del territorio. L'edizione 2017 di EMBEDDED IOT offrirà approfondimenti su tre grandi aree applicative dell'IoT: Smart Home, Supply Chain Management e Industry 4.0.

EMBEDDED IOT
EMBEDDED TECHNOLOGIES FOR THINGS
MILAN

La Smart Home si propone sempre più come fulcro del nuovo ecosistema dell'Internet of Things, sia per la centralità della casa nella vita di ogni individuo, con un potenziale enorme in termini di diffusione di oggetti e servizi, sia per il legame con alcuni dei settori di punta del Made in Italy.
Per quanto riguarda la Supply Chain, i dispositivi mobile, il wearable e la tecnologia IoT aumentano la precisione e la velocità di risposta, creando magazzini più intelligenti e centri di distribuzione che consentono ai rivenditori di superare le aspettative dei loro clienti.
Internet of Things e Internet of Services rappresentano il cuore di quella trasformazione in atto in ambito industriale che va sotto il nome di Industry 4.0 e che, insieme ad altre tecnologie, possono dare vita alla nuova rivoluzione industriale.
EMBEDDED IOT si svolgerà in co-location con IOENERGY, l'evento leader del settore; IOENERGY offrirà approfondimenti su soluzioni IoT per Smart Grid, Smart Metering e Energy Storage, che possono rappresentare un concreto aiuto per stabilizzare le fluttuazioni del prezzo dell'energia, aumentando il ROI per gli operatori. Forte attenzione sarà data alle soluzioni M2M dedicate al Telecontrollo e Telegestione di impianti green di micro/cogenerazione energetica, di distribuzione e storage.
Appuntamento a Milano il 16 e 17 maggio presso il Mariott Hotel.
www.iothingsmilan.com

■ 13-16 APRILE 2017

HONG KONG ELECTRONIC FAIR - Spring Edition

Hong Kong • Cina

Dal 13 al 16 aprile 2017 presso il Convention and Exhibition Centre di Hong Kong andranno in scena sia l'edizione primaverile della *Hong Kong Electronics Fair* che l'*International ICT Expo*. Le due manifestazioni forniscono una piattaforma globale agli oltre 3.400 espositori per mettere in mostra i loro ultimi prodotti e le soluzioni d'avanguardia in ambito elettronico e ICT. Nel 2016, le fiere autunnali gemelle hanno visto la presenza di quasi 93.000 buyer provenienti da 145 paesi e regioni.

L'industria elettronica di Hong Kong fornisce il contributo maggiore alle esportazioni di questo territorio, con un incremento rispetto all'anno scorso dell'1,3%.

Le fiere dell'elettronica di Hong Kong sono organizzate in primavera e autunno per allinearsi con i periodi di *sourcing* globali, con l'edizione di aprile che risulta essere la più grande fiera elettronica di primavera di tutta l'Asia.

Tra le novità di questa edizione una nuova e più ampia area dedicata alle Start-up, collocata nel padiglione 3F-G, che darà maggiore visibilità alle start-up tecnologiche di tutto il mondo consentendo agli investitori di esplorare eventuali opportunità di partnership. Una serie di presentazioni a tema - "Startup, Smart Launch" - consentirà a queste aziende di presentare le loro idee, mentre le sessioni di mentoring permetteranno agli imprenditori di successo di condividere le proprie esperienze con le start-up.

Un'altra novità riguarda l'introduzione di una nuova area all'interno della Tech Hall dedicata alla Realtà Virtuale / Realtà Aumentata, che si aggiungerà alle zone dedicate a *Connected Home, Robotics & Tech Unmanned* e *Wearable Electronics*. In questo modo i visitatori potranno identificare i prodotti di proprio interesse con maggiore facilità.

Durante l'edizione autunnale della fiera, l'HKTDC ha commissionato un sondaggio indipendente riguardante le prospettive del mercato dell'elettronica e le nuove tendenze di prodotto, con più di 1.000 interviste. L'indagine ha rilevato che oltre il 70 per cento degli intervistati ritiene che il potenziale e la domanda di Realtà Virtuale (VR) e dispositivi di realtà aumentata (AR) sarà "molto promettente" nel corso dei prossimi due anni.

L'area *Connected Home* tornerà a proporre applicazioni di IoT per la domotica e casa intelligente; *Robotics Unmanned Tech* sarà caratterizzato da droni per la ripresa aerea, scooter elettrici, robot industriali e domestici; l'area dedicata all'elettronica indossabile presenterà una vasta gamma di prodotti, dagli orologi intelligenti ai braccialetti per il monitoraggio in ambito medico o sportivo.

Nella *Hall of Fame* torneranno i leader internazionali con più di 570 marchi tra cui Intel, Desay, GP, HKC, Hubble, Motorola e Polaroid. Altre zone a tema riguardano prodotti audio/video, accessori elettronici, prodotti per automotive, dispositivi per elettronica personale e tanti altri ancora.

L'*International ICT Expo* che si svolge in concomitanza con la Fiera dell'Elettronica, rappresenta la piattaforma ideale a disposizione di differenti settori industriali per tenere il passo con gli ultimi prodotti e le più recenti soluzioni nell'ambito delle tecnologie che realizzano i sistemi di trasmissione, ricezione ed elaborazione delle informazioni, con l'obiettivo di migliorare l'efficienza del business e rimanere competitivi.

www.hktdc.com/fair/hkelectronicsfairse-en/

■ 24-28 APRILE 2017

HANNOVER MESSE

Hannover • Germania

HANNOVER MESSE è la più importante vetrina mondiale dell'innovazione, la porta spalancata sui nuovi mercati, l'appuntamento con le tendenze che plasmeranno il nostro futuro. Industrie 4.0 è nata ad Hannover e la HANNOVER MESSE 2017 avrà un impatto determinante sulla digitalizzazione dei processi industriali.

Per i capi di stato e d'azienda di 70 nazioni è un appuntamento fisso dell'agenda annuale con un terzo dei visitatori e oltre la metà degli espositori che arrivano dall'estero, soprattutto da Cina e USA. E ogni anno 2.500 giornalisti richiamano l'attenzione di tutto il mondo sull'evento.

Come fiera leader mondiale delle tecnologie per l'industria, HANNOVER MESSE è la vetrina più adatta per il lancio di nuovi prodotti. Per mettere a frutto l'attenzione mediatica di cui la fiera gode, il suo profilo internazionale, la sua immagine, la percentuale di visitatori qualificati, ma soprattutto i suoi numeri, sempre più aziende allineano i loro sforzi innovativi alla HANNOVER MESSE. Lo confermano le maggiori associazioni industriali.

Il tema conduttore 2017 "Integrated Industry" annuncia da anni la transizione al futuro digitale. Il Forum "*Industrie 4.0 meets the Industrial Internet*" illustrerà come processi finora separati stiano progressivamente convergendo e come occorra sempre più flessibilità per poter rimanere competitivi. La HANNOVER MESSE 2016 ha dimostrato che Industrie 4.0 non è più una visione del futuro, proponendo centinaia di soluzioni concrete pronte all'uso.

Un altro punto di forza della HANNOVER MESSE è quello di saper riconoscere i trend del futuro e dettare nuove tendenze. I robot "in azione" che manipolano componenti, interagiscono con l'uomo e trasportano oggetti in autonomia saranno i protagonisti di spicco dell'*Application Park Robotics, Automation & Vision*, la piattaforma di presentazione per produttori di robot, specialisti di software e fornitori di sistemi per l'elaborazione industriale delle immagini. La robotica sarà anche sotto i riflettori del *Forum Industrial Automation* e del *Robotics Award*.

Particolare attenzione anche ai nuovi materiali: per poter rimanere competitive, le aziende hanno bisogno di ridurre i costi energetici e dei materiali. Sono quindi alla ricerca di soluzioni più leggere, più robuste e più intelligenti. Nuovi materiali e nuovi processi di produzione consentono di produrre componenti leggeri e di qualità. Il riprogettato *Forum Industrial Supply* proporrà il quadro più aggiornato al riguardo.

Altri temi caldi ad HANNOVER MESSE 2017 riguardano l'uso efficiente dell'energia, al centro del *Forum Industrial Automation e dell'Energy Efficiency Center* del padiglione 27 nonché la manutenzione predittiva con il convegno *Predictive Maintenance 4.0* e vari forum nei quali si discuterà di come la manutenzione predittiva possa ridurre i costi e favorire nuovi modelli di business. Hannover Messe con i suoi 6500 espositori e 200 mila visitatori è la fiera industriale più importante al mondo.

www.hannovermesse.de

■ 16-18 MAGGIO 2017

SMT Hybrid Packaging 2017

Norimberga • Germania

Dal 16 al 18 maggio ritorna a Norimberga SMT Hybrid Packaging, l'unica manifestazione in Europa che mette in mostra l'intera filiera della produzione di schede elettroniche, dall'idea allo sviluppo, fino alla produzione.

Anche quest'anno, SMT Hybrid Packaging si propone come piattaforma ideale per riunire esperti di questo settore dall'Europa e da tutto il mondo. A conferma di ciò, nel 2016 il 37 percento degli espositori, il 28 percento dei visitatori e il 17 percento dei congressisti non provenivano dalla Germania. L'otto percento dei visitatori provenivano dall'Italia, al quarto posto per presenza, alle spalle di Repubblica Ceca, Austria e Svizzera.

La disposizione dei padiglioni di SMT Hybrid 2017 viene scelta in modo che i visitatori possano pianificare un tour della fiera, sulla base della catena del valore.

All'annuale competizione per la saldatura manuale, i professionisti della saldatura metteranno in mostra le loro capacità. Durante i tre giorni i concorrenti si affrontano sotto l'occhio critico della giuria dell'IPC che valuterà la velocità e la precisione dei concorrenti.

Hybrid Packaging SMT presenta quest'anno due nuovi stand collettivi: "*Newcomer Pavilion*" con le aziende che finora non avevano mai partecipato alla fiera e "*Giovani imprese innovative*" riservato alle start-up più innovative.

Non mancheranno le offerte di natura convegnistica e formativa con numerosi convegni e seminari.

www.mesago.com

■ **16-18 MAGGIO 2017**

PCIM Europe 2017

Norimberga • Germania

PCIM Europe 2017 è la fiera internazionale dedicata all'elettronica di potenza, alle tecnica di azionamento intelligente e alla gestione energetica che si svolge in contemporanea con SMT Hybrid Packaging a Norimberga dal 16 al 18 maggio.
All'evento i visitatori troveranno un'ampia offerta di prodotti e servizi per l'intera catena del valore dell'elettronica di potenza. La vasta gamma si estende dal componente, passando per il controllo ed il packaging, fino al sistema intelligente.
Con un forte incremento degli espositori, PCIM Europe mostra uno sviluppo decisamente positivo anche per l'edizione 2017. Numerosi nuovi espositori e keyplayer del settore dell'elettronica di potenza, forniranno una panoramica completa del mercato con le più recenti innovazioni di prodotto, con un occhio alle tendenze attuali ed agli sviluppi nel settore.
Il nostro Paese, con il 12 percento di visitatori, figura al primo posto tra le presenze provenienti dall'estero; anche per quanto riguarda gli espositori, l'Italia figura tra i cinque Paesi più importanti ed ha assunto stabilmente un ruolo di primaria importanza nel campo dell'elettronica di potenza.
Quest'anno, per la prima volta, PCIM Europe presenta un forum dedicato all'E-Mobility oltre ad offrire ai visitatori un completo panorama sull'elettromobilità. Vengono presi in considerazione i recenti sviluppi e le nuove sfide nel campo dell'elettronica di potenza per le varie applicazioni correlate, dai veicoli elettrici e ibridi alle infrastrutture per la ricarica e il pagamento.
L'aspetto convegnistico della manifestazione è fortemente orientato alla formazione e alla pratica, con ampio spazio per discussioni tecniche e di confronto con i partecipanti. Ogni giornata prevede una keynote di alto profilo dedicata al futuro dell'elettronica di potenza.
http://pcim-europe.com

MOSTRE MERCATO

FORLI'
EXPO ELETTRONICA
Quartiere Fieristico – Forlì
Organizzazione: Blu Nautilus srl
Tel: 054153295 - Fax: 0541439584
info@expoelettronica.it – www.expoelettronica.it
6 e 7 Maggio 2017

PIAZZOLA SUL BRENTA (PD)
MEGA LOW COST - FIERA MERCATO DELL'ELETTRONICA
Sala Filatura Ex Jutificio - Viale S.Camerini 4,
Organizzazione: eBoot srl - Tel: 3776777342
ebootsrl@gmail.com – www.eboot.it
6 e 7 Maggio 2017

GONZAGA (MN)
RADIO FESTA - MERCATINO ELETTRONICO DI MANTOVA NORD
Fiera Millenaria Gonzaga
Organizzazione: Ass. Arco - Tel: 333 5212444
mercatino.memo@gmail.com – www.associarco.it
6 e 7 Maggio 2017

BUSTO ARSIZIO (VA)
EXPO ELETTRONICA
Malpensafiere - Busto Arsizio VA
Organizzazione: Blu Nautilus Srl
Tel: 0541439573 - Fax: 0541439584
info@expoelettronica.it
www.expoelettronica.it
13 e 14 Maggio 2017

TRENTO
FIERA MERCATO DELL'ELETTRONICA
Trento Fiere - Via di Briamasco, 2
Organizzazione: eBoot srl
Tel: 3776777342
ebootsrl@gmail.com
www.eboot.it
13 e 14 Maggio 2017

LANCIANO (CH)
MILLENNIUMADRIA ELETTRONICA E AUTO-MOTO D'EPOCA
Quartiere fieristico - Loc. Iconicella
Tel: 0696840758 - Fax: 0696840758
info@millenniumeventi.it
www. millenniumeventi.it
13 e 14 Maggio 2017

FASANO (BR)
MERCATINO DEL RADIOAMATORE
Quartiere Conforama - SS16 uscita Savelletri Fasano BR - Organizzazione: ARI di BARI e di CASTELLANA GROTTE
Tel: 3476847524 – Fax: 080748931
info@aricastellana.it – www.aricastellana.it
20 e 21 Maggio 2017

SANTA LUCIA DI PIAVE (TV)
FIERA ELETTRONICA + TRIVENETO HAMFEST
Area Espositiva - Via Mareno
Organizzazione: Eccofatto
Tel: 3476847524 – Fax: 080748931
silvia@eccofatto.info – www.eccofatto.info
20 e 21 Maggio 2017

GENOVA
GIZMARK MOSTRA MERCATO
Quartiere Fieristico - Genova
Organizzazione: Studio Fulcro
Tel: 010590889 - Fax: 010590889
berti@studiofulcro.it
www.studiofulcro.it
20 e 21 Maggio 2017

AMELIA (TR)
MOSTRA MERCATO NAZIONALE AMELIA EXPO
Loc. Molino Silla - Strada Orte – Amelia
Organizzazione: Consulting Service Srl
Tel: 3384755526 – Fax: 0744422698
venturag@alice.it - www.mostremercatoumbria.it
27 e 28 Maggio 2017

NOVEGRO (MI)
RADIANT EXPO
Parco Esposizioni di Novegro (MI)
Organizzazione: Comis Srl
Tel: 027562711 - Fax: 027020835
radiant@parcoesposizioninovegro.it
www.parcoesposizioninovegro.it
27 e 28 Maggio 2017

L'elenco aggiornato di tutte le Mostre Mercato del 2017 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

G3VM-61VY2 e G3VM-351VY, nuovi relè MOSFET potenziati e convenienti

Omron Electronic Components Europe ha lanciato due nuovi relè MOSFET per commutazioni di uso generico, economicamente vantaggiosi e con prestazioni elevate, che includono anche una maggiore rigidità dielettrica. Questi dispositivi per impieghi generici sono adatti per un'ampia gamma di applicazioni quali building automation, sicurezza, sistemi di comunicazione, controllo industriale e sistemi alimentati a batteria.
I dispositivi Omron G3VM-61VY2 e G3VM-351VY sono soluzioni a relè MOSFET con prezzi particolarmente competitivi che rispondono ad una varietà di applicazioni di commutazione comprese tra 60V e 350V AC o DC. L'elevata rigidità dielettrica pari a 3750V tra input e output è una caratteristica significativa di questi prodotti. Entrambi i dispositivi hanno ottimizzato alcune caratteristiche specifiche rispetto alle precedenti soluzioni Omron. Il G3VM-61VY2 ha una maggiore portata di corrente continua, pari a 500mA, con una resistenza Ron nello stato ON di soli 2Ω. Il G3VM-351VY ha un tempo di spegnimento più veloce rispetto alle versioni esitenti, tipicamente di 0,1ms fino ad un massimo di 0,5ms.

I nuovi relè Omron G3VM-61VY2 e G3VM-351VY non contengono alogeni e per l'aspetto normativo relativo al riflusso di saldatura sono conformi alle norme JEDEC. Confezionati in uno speciale formato pin SOP-4, i dispositivi sono pin-compatibili con le tipologie di relè MOSFET Omron sul mercato.
http://components.omron.eu

Nuovi transceiver per Automotive Audio Bus da ADI

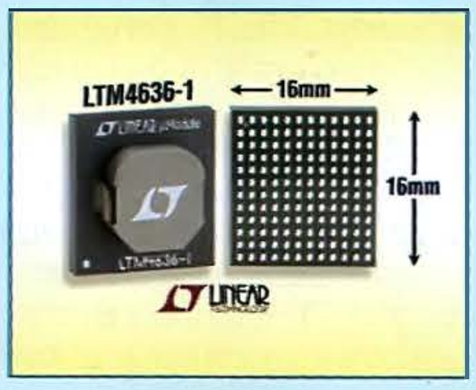
Analog Devices ha reso disponibili tre nuovi performanti transceiver con tecnologia A2B per la distribuzione di dati audio e di controllo – oltre al clock e all'alimentazione – su un unico doppino twisted-pair non schermato (UTP). I transceiver A2B della serie AD242x offrono una capacità di comunicazione slave-to-slave particolarmente flessibile nonché la possibilità di contenere la frequenza di campionamento. Entrambe queste caratteristiche migliorano in modo significativo l'utilizzo della larghezza di banda del bus, fattori chiave per le applicazioni emergenti come le comunicazioni all'interno delle vetture e i sistemi attivi di cancellazione del rumore. Questi dispositivi sono completamente pin-compatibile con le versioni precedenti, rendendo più semplice e veloce l'aggiornamento e l'immissione sul mercato. Tutti i nuovi dispositivi AD242x includono un più performante blocco PDM (Pulse Density Modulation), fondamentale per l'impiego con i microfoni di nuova generazione.
www.analog.com

A1377, sensore lineare ad effetto Hall programmabile

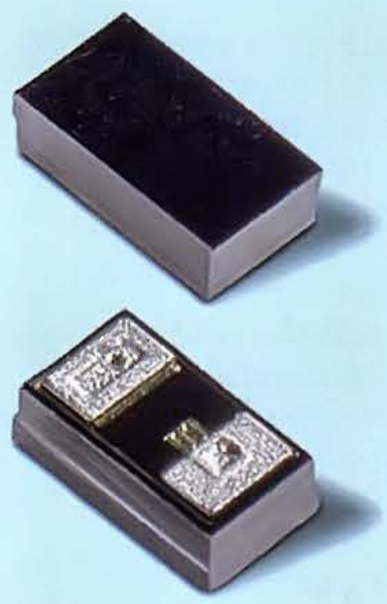
Il nuovo A1377 di Allegro MicroSystems è un sensore lineare ad effetto Hall programmabile progettato per applicazioni che richiedono elevata precisione e alta risoluzione senza compromettere la larghezza di banda.
Questo sensore ad effetto Hall raziometrico fornisce una tensione di uscita proporzionale al campo magnetico applicato. L'uscita di tensione a riposo può essere regolata dall'utente tra circa il 5% e il 95% della tensione di alimentazione. La sensibilità del dispositivo è regolabile nell'intervallo da 1 a 14 mV/G.
Ogni circuito monolitico BiCMOS integra un elemento Hall, un circuito di compensazione della temperatura che riduce la deriva dell'elemento stesso, un amplificatore ad elevato guadagno adatto a segnali di piccola intensità, uno stadio di uscita a bassa impedenza e un sistema dinamico proprietario di azzeramento dell'offset.
Il sensore A1377 viene fornito in un package a 3 pin in-line (suffisso UC).
www.allegromicro.com

LTM4636-1, regolatore μModule scalabile da 40A a 240A con circuito di protezione

Linear Technology presenta l'LTM4636-1, un regolatore di commutazione step-down scalabile da 40A a 240A. Il componente integra un circuito di protezione che fa scattare l'interruttore in condizioni di guasto per sovratensione o sovratemperatura allo scopo di proteggere se stesso, la scheda a circuiti stampati e i carichi, come ad esempio processori a bassa tensione e corrente elevata, FPGA, GPU e ASIC. L'LTM4636-1 sfrutta un package BGA innovativo in cui l'induttore è esposto nella parte superiore e viene utilizzato come dissipatore di calore, permettendo il contatto diretto con il flusso d'aria proveniente da qualsiasi direzione per un raffreddamento più efficace.



Impilando l'induttore su un package BGA da 16mm x 16mm, l'LTM4636-1 può fornire 40W con un aumento di soli 40°C rispetto alla temperatura ambiente (12VIN, 1VOUT, 40A, 200LFM). La piena potenza di 40W viene fornita fino a una temperatura ambiente di 83°C, a 110°C viene supportata una potenza dimezzata di 20W.
L'LTM4636-1 funziona con un'efficienza del 92%, 90% e 88%, fornendo rispettivamente 15A, 30A e 40A, a un carico di 1V da 12VIN. Il regolatore μModule è scalabile, per cui quattro dispositivi LTM4636-1 collegati in parallelo possono fornire 160W con un aumento della temperatura di soli 40°C e un'efficienza dell'88% (12VIN, 1VOUT, 200LFM).
www.linear.com



Tre nuovi array di diodi TVS unidirezionali da Littelfuse

Littelfuse presenta una novità assoluta: una serie di tre array di diodi TVS unidirezionali confezionati in pacchetti flip chip salvaspazio formato 01005 (0,230 mm x 0,430 mm). La protezione unidirezionale è generalmente preferibile a quella bidirezionale, soprattutto sulle linee dati e logiche, che solitamente non transitano a zero Volt durante il funzionamento standard. La nuova serie SP3145 di array di diodi TVS (diodi SPA), che si avvale della tecnologia ad azione ultra rapida basata sui semiconduttori, riesce a resistere a scariche elettrostatiche (ESD) multiple senza usura o degrado. La bassa capacità nominale (0,35 pF) rende questa serie perfetta per le interfacce con velocità di trasferimento dati elevate che si avvicinano a velocità di clock di 5 GHz. Le serie SP1043 (8 pF) e SP1044 (30 pF) per applicazioni generiche di array di diodi TVS utilizzano la tecnologia proprietaria a valanga al silicio per proteggere le porte I/O delle apparecchiature elettroniche soggette a scariche elettrostatiche distruttive.

www.littelfuse.com

Qualcomm annuncia due chip per soluzioni Wi-Fi 802.11ax

Qualcomm Technologies annuncia la disponibilità di due chip per soluzioni 802.11ax, la tecnologia Wi-Fi che promette velocità di connessione sino a 10 Gbps. Una tecnologia, tra l'altro, di cui non esiste ancora una definizione ben precisa ma solamente una bozza; ma tant'è, con i SoC si fa questo ed altro.

L'IPQ8074, un SoC appunto, nasce per l'infrastruttura di rete mentre il QCA6290 è adatto per dispositivi client; Qualcomm Technologies è così la prima azienda al mondo a commercializzare soluzioni hardware in grado di supportare la tecnologia 802.11ax. Le consegne sono previste per la prima metà del 2017.

La tecnologia 802.11ax consente di rendere 4 volte più efficiente il traffico Wi-Fi rispetto alle precedenti soluzioni, aumentando il throughput e consentendo una maggior durata della batteria dei terminali Wi-Fi. Lo standard Wi-Fi di nuova generazione 802.11ax punta principalmente sulla espansione della capacità della rete e su un migliore utilizzo dello spettro Wi-Fi al fine di mantenere una elevata qualità di connessione anche in ambienti più "complessi", con un crescente numero di dispositivi collegati e con la sovrapposizione di reti che minacciano la qualità e le performance di sistema.

La soluzione 802.11ax di Qualcomm Technologies supporta 12 stream (otto 5GHz e quattro 2.4GHz), 8×8 MU-MIMO (MIMO multiutente), canali da 80 MHz e altre caratteristiche in grado di ottimizzare la capacità e la copertura.

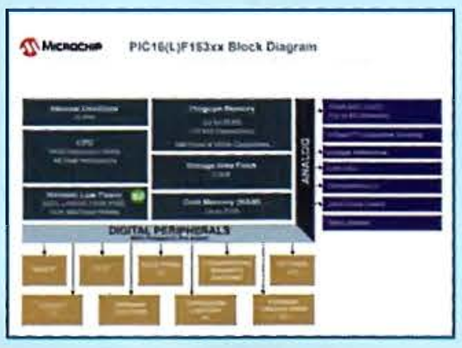
www.qualcomm.com

Da Microchip la nuova famiglia PIC16F15386 con ancora più CIPs

Microchip Technology presenta la famiglia PIC16F15386, la più potente famiglia a 8 bit della casa di Chandler. Oltre alle numerose funzioni Core Independent Peripherals (CIPs), questa famiglia integra un oscillatore a 32 MHz di elevata precisione e nuove prestazioni di memoria tra le quali Memory Access Partition (MAP), un sistema per prevenire l'accidentale sovrascrittura del bootloader.

Inoltre la Device Information Area (DIA) offre un'area di memoria protetta nella quale inserire i dati identificativi del dispositivo ed eventuali valori di calibrazione. Per la famiglia PIC16F15386 è disponibile un ecosistema di sviluppo completo e di facile utilizzo come il Microchip MPLAB Xpress con MPLAB Code Configurator (MCC), il modo più rapido per generare il codice programma. Questa famiglia – adatta ad applicazioni generiche a basso consumo – offre fino a 28KB Flash e 2 KB RAM in package da 8 a 48 pin. Si tratta della prima famiglia PIC ad 8 bit ad offrire un contenitore a 48 pin, più canali di conversione analogico-digitale (ADC) e numerose porte di I/O. Questa serie di MCU integra numerosi blocchi CIP in grado di garantire funzioni di sistema autonome (generazione di segnali, controllo motore, monitoraggio di sicurezza, sistemi di comunicazione, interfaccia utente) svincolate dalla CPU, per un ridotto consumo energetico.

www.microchip.com



CMOS logici della serie 74HCxxxD in package SOIC da Toshiba

Toshiba Electronics Europe annuncia la disponibilità di altri 63 chip logici CMOS della serie 74HCxxxD in package SOIC.

Questi prodotti possono essere montati in modalità automatica con processi di flow e reflow soldering, e sono adatti a PCB per impiego industriale in applicazioni con alimentazione massima di 6V.

I 63 nuovi codici della serie 74HCxxxD comprendono le funzioni logiche più comuni della serie 74, portando il numero totale di circuiti integrati CMOS logici disponibili da Toshiba a più di 300.

Un SOIC è un circuito integrato a montaggio superficiale che occupa un'area inferiore del 30 ÷ 50 per cento rispetto ad un contenitore dual-in-line (DIP) tradizionale, con notevoli vantaggi anche per lo spessore complessivo che risulta essere inferiore del 70 percento.

Le dimensioni più contenute consentono di realizzare PCB più piccoli, venendo incontro alle attuali esigenze di mercato anche in ambito industriale.

www.toshiba.semicon-storage.com

Convertitori Point-of-Load 100A a controllo digitale e compatibili PMBus

TDK annuncia l'introduzione della serie di convertitori Point-of-Load (POL) IJC da 100A non isolati DC-DC e dotati di linea di comunicazione PMBus.
Questi convertitori utilizzano un controllo digitale adattativo che garantisce una migliore risposta in presenza di transitori e offre una grande stabilità entro un'ampia capacità di uscita.

Con una tensione di ingresso compresa tra 8 e 14 Vdc, la tensione di uscita della serie IJC può essere impostata tra 0,6 e 1,5 V con correnti fino a 100A e con una potenza massima di 150W.
Attivando la funzione current share, è possibile utilizzare più convertitori in parallelo per una corrente massima di 180A; questa funzionalità può essere impostata mediante un comando PMBus o tramite una semplice resistenza esterna. La linea di comunicazione PMBus consente il monitoraggio di precisione, in tempo reale, della temperatura e della corrente e tensione di uscita. I parametri operativi dei dispositivi della serie IJC possono essere facilmente programmati tramite l'interfaccia TDK-Lambda GUI. I convertitori possono essere programmati anche mediante gli appositi pin, senza ricorrere alla linea di comunicazione PMBus.
La serie IJC funziona in modo affidabile attraverso una vasta gamma di temperature da -40 a + 120°C, anche con il minimo flusso d'aria.
I dispositivi sono caratterizzati da elevati livelli di efficienza energetica sia con basse che elevate correnti di uscita, pari mediamente al 91,5% per una uscita di 1,5 V.
www.it.tdk-lambda.com/ijc

LDLN025, minuscoli LDO a bassissimo rumore d'uscita da ST

STMicroelectronics ha introdotto la serie di regolatori a bassa caduta di tensione (LDO, Low-Dropout) LDLN025 che fornisce prestazioni ai massimi livelli per quanto riguarda il rumore generato, in relazione anche alle dimensioni: meno di 6,5 μVrms a pieno carico (250 mA) con dimensioni di appena 0,63 millimetri x 0,63 millimetri.
Questi dispositivi combinano un basso rumore con un elevato valore di reiezione PSRR (Power Supply Rejection Ratio) pari a 80dB a 120Hz; possono operare senza filtri di uscita – due condensatori ceramici sono più che sufficienti – semplificando il circuito e riducendo al minimo il numero dei componenti esterni. La corrente di riposo a vuoto ammonta a soli 12 μA mentre in modalità shutdown (attivabile tramite il relativo pin) l'LDO assorbe solamente 0,2 μA, riducendo al minimo il consumo energetico e contribuendo a prolungare la durata delle batterie nelle applicazioni portatili.
L'LDLN025 funziona con una tensione di ingresso compresa tra 1,5 V e 5,5 V mentre il valore tipico di dropout è di 120 mV; è disponibile una selezione di tensioni di uscita fisse da 1,2 V a 5,0 V.
www.st.com

TPSM84A21/2 la più piccola soluzione step-down DC/DC a 12V – 10A

Texas Instruments presenta una coppia di moduli di alimentazione step-down a 12 V, 10 A, 4 MHz in grado di offrire una soluzione di gestione dell'alimentazione con dimensioni del 20% inferiori a qualsiasi altra soluzione basata su moduli di alimentazione a 10 A oggi disponibile. I moduli DC/DC SWIFT TPSM84A21 e TPSM84A22 sono facili da usare e integrano MOSFET di alimentazione, induttori schermati, condensatori di input e output e componenti passivi in un ingombro minimo e di basso profilo. Inoltre, offrono prestazioni leader del settore, con un overshoot pari solo all'1% in condizioni transitorie senza particolari componenti magnetici o condensatori supplementari.

Entrambi i prodotti sono già disponibili, il TPSM84A21 per tensioni d'uscita comprese tra 0,55 V e 1,35 V e il TPSM84A22 con uscita compresa tra 1,2 V e 2,0 V. I moduli sono proposti in un package QFM (Quad Flat Micro) a 20 pin; sono già disponibili i moduli di valutazione TPS84A21EVM e TPS84A-22EVM nonché i Modelli di transitori PSpice.
www.ti.com

Da NXP una piattaforma per rendere più sicure le applicazioni IoT

La sicurezza dei sistemi elettronici nell'era digitale è uno degli aspetti fondamentali, ancora più importante se si tratta di dispositivi IoT, connessi alla rete. NXP Semiconductors ha presentato una piattaforma in grado di garantire la massima sicurezza per questo genere di dispositivi. La soluzione QorIQ Layerscape Secure Platform, basata sull'architettura sicura di NXP, consente agli sviluppatori di prodotti IoT di realizzare facilmente dispositivi dotati della massima sicurezza.
La piattaforma fornisce un set completo di funzioni hardware, software e di processo, per incorporare il massimo livello di sicurezza in ogni fase di vita di un prodotto.
Episodi recenti di violazione della sicurezza in dispositivi quali macchine fotografiche connesse o set-top box dimostrano come anche prodotti di uso comune possono essere utilizzati per attaccare infrastrutture informatiche e/o spiare i loro proprietari.

I dispositivi IoT non possono essere protetti contro tali possibili intrusioni a meno che non si basino su una tecnologia che affronta tutti gli aspetti della sicurezza durante l'intero ciclo di vita del prodotto.
La piattaforma Layerscape Secure Platform sfrutta decenni di esperienza nella fornitura di sistemi embedded sicuri per impiego militare, aerospaziale e industriale.
www.nxp.com

DISTORSORE FUZZ

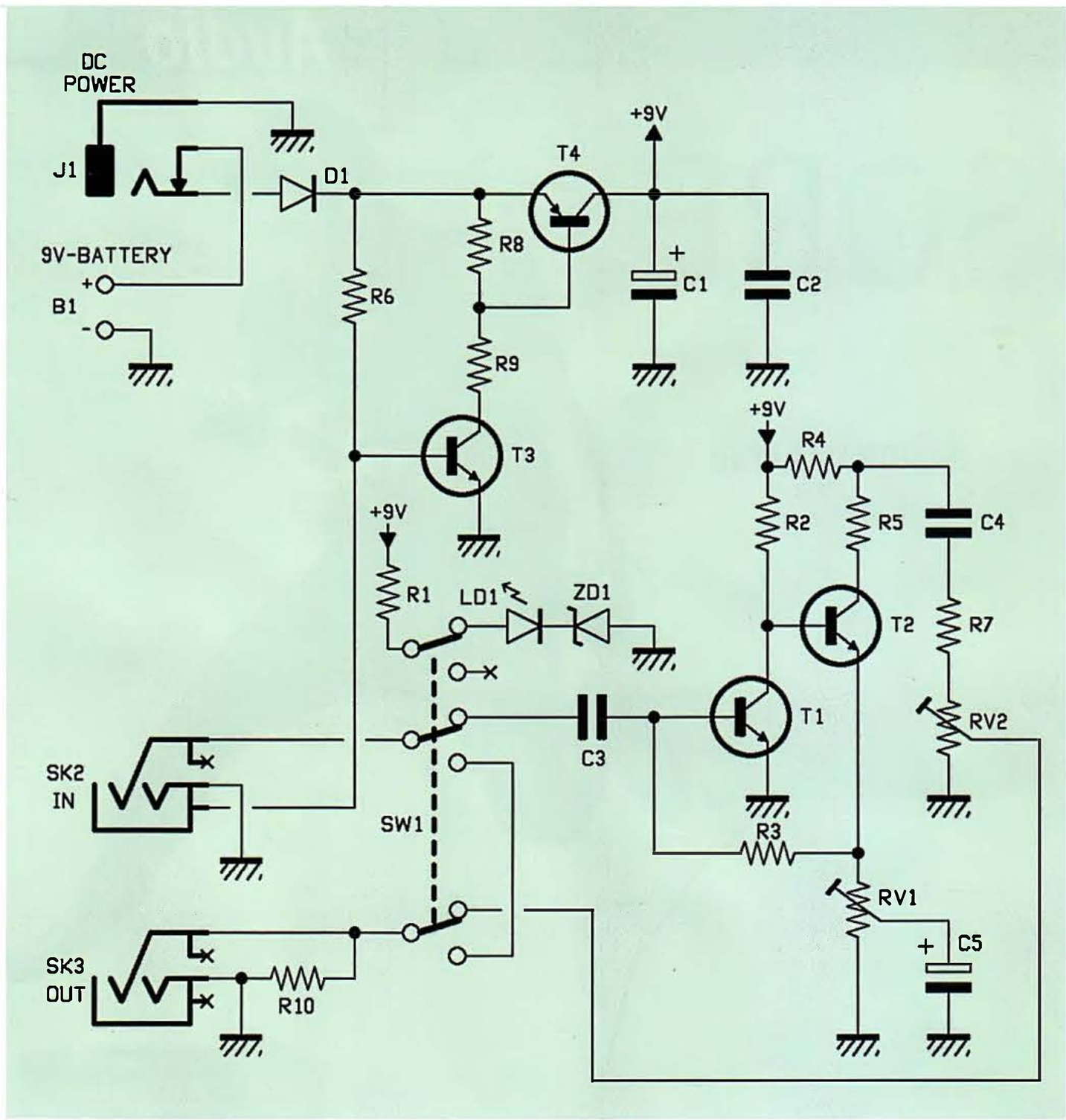
di DAVIDE SCULLINO

Pedale per chitarra che realizza uno degli effetti più antichi: il distorsore a cimatura, ma ottenuto per saturazione.

Negli ultimi mesi abbiamo deciso di ridare un po' di spazio ai progetti, diciamo così, più tradizionali ed in particolare a circuiti audio per l'ascolto della musica e per i musicisti; avete quindi trovato, nelle pagine di Elettronica In, una serie di "pedali" (effetti per chitarra che si azionano, appunto, a pedale) come l'effetto Tremolo del fascicolo n° 208 e il pedale multifunzione (multieffetto) del fascicolo n° 211.
Vogliamo proseguire su questa linea proponendovi, in queste pagine, il distorsore fuzz, che è una delle funzioni del progetto del fascicolo n° 211, però stand-alone e realizzato con una circuitazione più semplice, proprio ad uso di chi desidera solo la distorsione. Infatti il progetto del n° 211 è un pedale che integra varie funzioni: un distorsore fuzz simmetrico e asimmetrico, oltre che un Drive e un controllo di tonalità. Invece qui abbiamo solo il fuzz simmetrico, che è un tipo di distorsore a cimatura (clipping) delle creste del segnale, ossia della cresta positiva e di quella negativa; tale effetto altera il suono delle corde della chitarra come se fosse entrato in un amplificatore con il volume tenuto tanto in alto da saturare, perché di fatto funziona così. Capirete meglio il concetto tra breve, quando analizzeremo lo schema elettrico del circuito.

SCHEMA ELETTRICO

Il nostro "pedale" è composto dalla sezione audio vera e propria e



da un gestore dell'alimentazione che permette l'alimentazione sia con alimentatore da rete (tramite il jack DC POWER) che a pila (tramite una presa volante da collegare a 9V-BATTERY), accendendo il circuito solo quando vi si inserisce lo spinotto del cavo della chitarra; la parte che tratta il segnale della chitarra fa capo ai transistor T1 e T2, mentre la sezione di gestione dell'alimentazione è basata su T3 e T4.
Il segnale d'ingresso perviene al circuito dal jack IN (SK2) che è di tipo stereo ma del quale usiamo il contatto del secondo canale per chiudere la linea di attivazione dell'alimentazione quando è inserito lo spinotto; tale contatto porta normalmente a massa la base del transistor T3, il quale in condizioni di riposo (jack libero) è interdetto e nel suo collettore non fluisce corrente, come non ne passa in R9 né in R8. Tale condizione fa sì che anche T4 sia interdetto (perché non c'è caduta di tensione ai capi della resistenza R8), quindi se non si inserisce lo spinotto in SK2 il circuito non assorbe teoricamente alcuna corrente; tale configurazione è estremamente pratica perché risparmia l'interruttore di accensione.
Inserendo lo spinotto del cavo della chitarra (o proveniente da un "effetto" che precede), la coda (ossia il contatto di massa) disconnette l'elettrodo dell'interruttore e libera da GND la base del transistor T3, il quale adesso conduce e porta a circa zero volt l'estremo inferiore della resistenza R9; quest'ultima permette la polarizzazione di base dell'NPN T4 (operante da interruttore statico), la cui corrente di collettore alimenta la linea +9V con poco meno della tensione presente a valle del diodo di protezione (dall'inversione di polarità sull'alimentazione) D1. La tensione viene filtrata dai condensatori C1 e C2, quindi è resa disponibile al resto del circuito, ossia alla sezione audio e al LED di segnalazione LD1.
La tensione dev'essere filtrata in special modo se si decide di alimentare l'effetto con un alimentatore da rete (quindi attraverso il jack J1) in quanto potrebbe essere affetta per esempio dal ripple (residuo di alternata), pena la sua amplificazione e introduzione nella catena del segnale, con conseguente disturbo percepibile all'ascolto in modo rilevante.
L'alimentazione prelevabile dal collettore del T4, come detto, arriva anche al LED di segnalazione LD1, che viene collegato solo inserendo l'effetto tramite il footswitch, ossia il triplo deviatore a pulsante SW1 da azionare col piede, che prende posto sul coperchio del dispositivo; tale deviatore commuta sia l'alimentazione del LED, sia la linea di entrata e di uscita del segnale. Notate la particolare configurazione del LED, che viene acceso solo quando, a circuito alimentato, si preme il pedale che inserisce l'effetto: la

CARATTERISTICHE TECNICHE

- **Controlli: volume e livello del fuzz (ampiezza che innesca la distorsione)**
- **Sensibilità ingresso: 10 mV**
- **Bypass con footswitch**
- **Indicatore di attività a LED blu**
- **Ingresso e uscita con jack 6,35 mm**
- **Alimentazione da rete o a pila da 9V**
- **Accensione automatica con jack input inserito (funzione salva-pila)**
- **Tensione di alimentazione: 9 V**
- **Corrente assorbita: 35 mA**
- **Dimensioni: 115 x 65 x 25 mm**

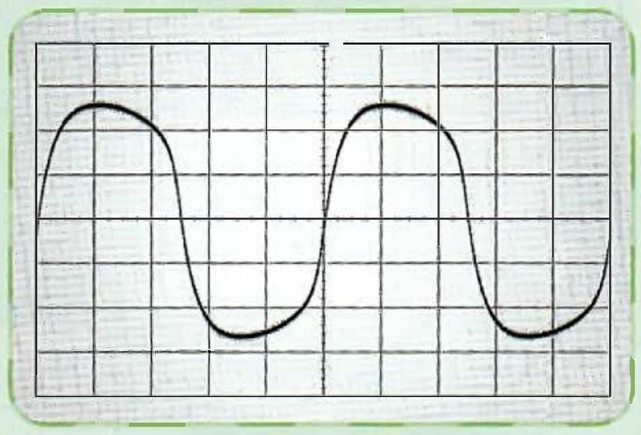
differenza di potenziale tra la tensione disponibile sulla linea +9V e quella di polarizzazione diretta dell'LD1 viene assorbita dalla serie della resistenza R1 e del diodo Zener ZD1, il quale trattiene su di sè 3,3 volt precisi.
Il segnale arrivato dall'SK2 in condizioni di effetto a riposo (cioè alimentato ma non inserito) viene dirottato dal triplo deviatore direttamente al connettore di uscita SK3; in tale condizione LD1 è sconnesso e spento, ma il circuito è alimentato. Quando si preme il pedale, invece, il segnale d'ingresso passa attraverso il condensatore C3 e raggiunge il primo stadio a transistor, facente capo all'NPN T1: questo funziona in configurazione a emettitore comune e viene polarizzato in base dal potenziale di emettitore del transistor T2, che si trova collegato con la base al suo collettore; tale connessione permette di retroazionare l'amplificatore composto dai due NPN (accoppiati in continua) sia in presenza di segnale (per stabilizzare così il guadagno) sia in continua, peraltro ricorrendo a una sola rete di polarizzazione invece che due. Infatti la resistenza R2 permette la polarizzazione di collettore del T1 e quella di base del T2, mentre RV1 (che è un potenziometro) serve sia alla polarizzazione di emettitore del T2 che a quella di base del T1, cui provvede attraverso R3. La retroazione qui realizzata è del tipo serie-parallelo, perché si preleva come segnale di ingresso la corrente di emettitore del T2 e si effettua un confronto di corrente (tramite la parte riportata dalla R3) sulla base del T1.
La configurazione del T2 è a doppio carico o, se preferite, a emettitore comune con resistenza d'emettitore; il segnale d'uscita viene prelevato non sul collettore del T2, ma in un punto intermedio tra la R4 e la R5.
La polarizzazione dei due transistor è automatica, nel senso che quando si alimentano, T1 è inizialmente interdetto e la base del T2 viene portata a circa 9 volt dalla resistenza R2, nella quale non fluisce quasi corrente (ci passano pochi microampere dovuti all'assorbimento di base dell'NPN); T2 porta corrente in RV1 tramite il proprio emettitore e la caduta su RV1 polarizza la base del T1, determinando ora una caduta di tensione maggiore sulla R2 e un abbassamento del potenziale di base del T2, che si attesta a circa:

$$VbT2 = 0{,}6V + VR1$$

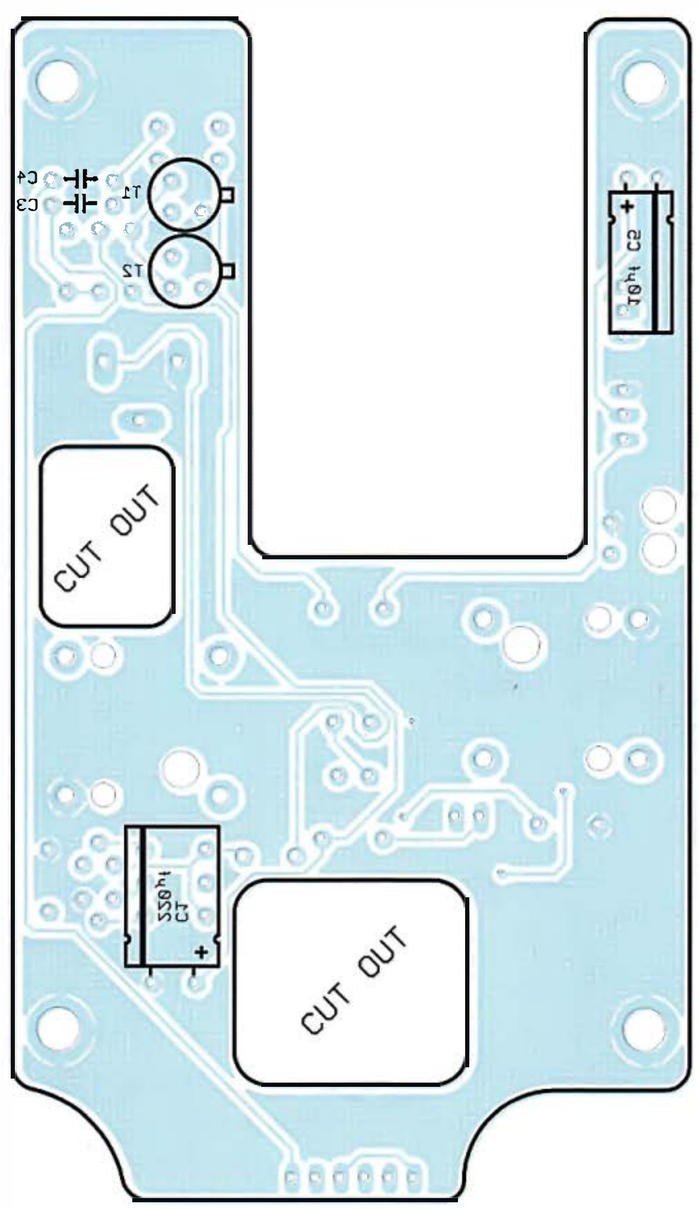
La corrente di emettitore del T2 scende e con essa la caduta su RV1, che alla fine si stabilizza, perché se essa scende si abbassa anche la caduta base-emettitore del T1 e quindi la caduta su R2, cosicché la Vbe del T2 cresce e sale nuovamente la corrente di emettitore dello stesso T2, mentre se la corrente di emettitore sale eccessivamente, viene retrocessa una corrente maggiore verso la base del T1, il quale conduce maggiormente, eleva la propria corrente di collettore e con essa la caduta su R2, quindi abbassa la Vbe del T2 e fa condurre quest'ultimo di meno.
Questo è quanto accade in continua ed anche in presenza di segnale, anche se in realtà quando il circuito tratta il suono della chitarra dobbiamo fare i conti con l'effetto del condensatore elettrolitico C5: infatti la capacità di quest'ultimo è calcolata per presentare, oltre un centinaio di Hz, un'impedenza piccolissima, tanto da cortocircuitare o quasi il cursore dell'RV1 a massa. Per l'esattezza l'impedenza, che poi è

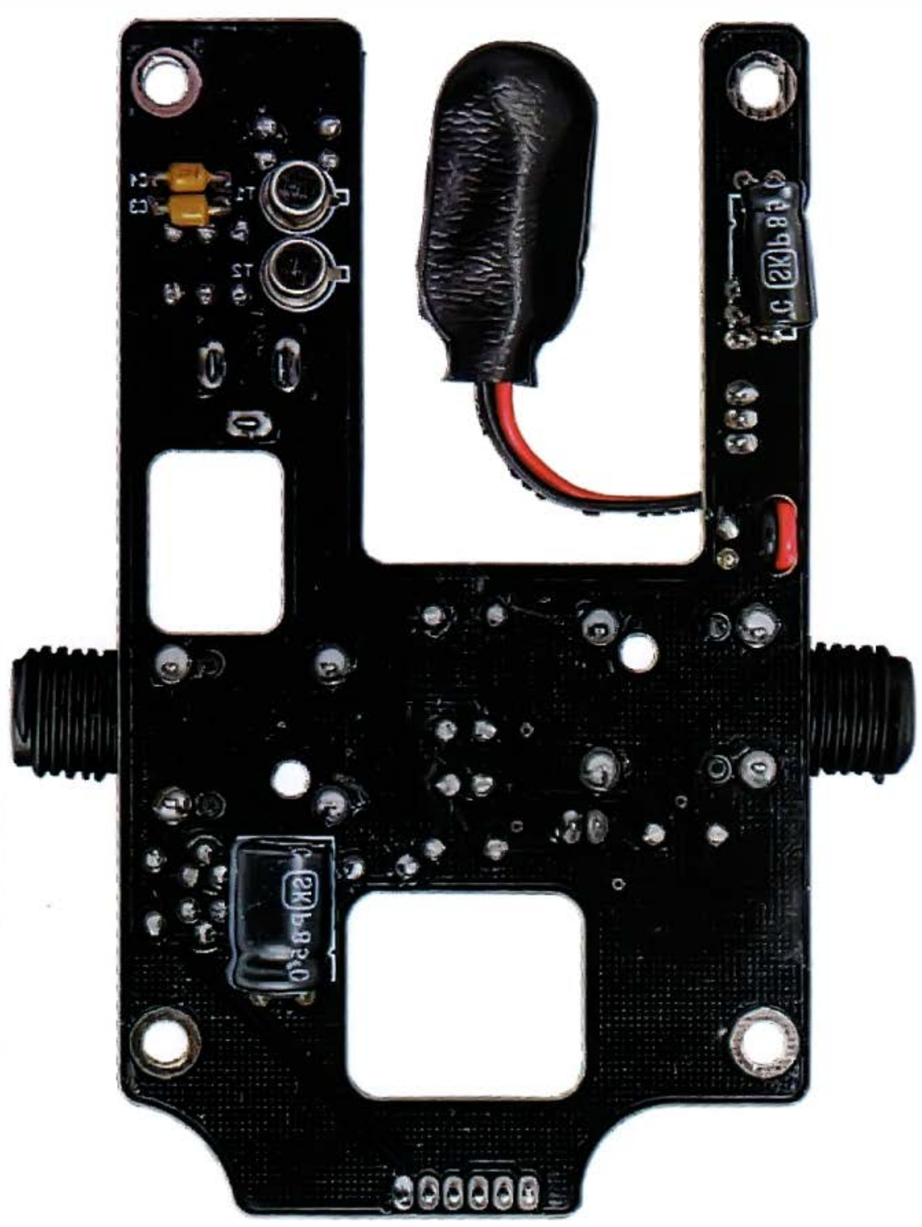
Il distorsore **Fuzz**

Con il termine fuzz si definisce un particolare tipo di distorsione molto utilizzata nell'amplificazione degli strumenti musicali per simulare l'urto del segnale contro l'alimentazione; il distorsore fuzz opera dunque cimando, teoricamente in maniera simmetrica, il segnale, ovvero tagliandone i picchi in maniera più o meno decisa.
Mediante l'apposito controllo è possibile decidere in corrispondenza di quale punto del segnale operare la cimatura: supponendo di lavorare con un segnale sinusoidale, il controllo fuzz permette di decidere a quale angolo del semiperiodo cimare e quindi dopo quale lasciar tornare lineare il segnale.
La distorsione realizzata dal fuzz genera quindi un segnale che quanto più viene cimato all'inizio di ogni semionda, tanto più si approssima a un'onda quadra, perciò è ricco di armoniche dispari (prima, terza ecc.) dando il caratteristico suono dell'amplificatore che distorce perché il segnale ha raggiunto un segnale di ampiezza superiore a quella gestibile (vedere la figura in questo riquadro).
La distorsione fuzz può essere ottenuta con un cimatore a diodi o lasciando che sia l'alimentazione a tagliare il segnale: nel primo caso la cimatura è più precisa e certamente simmetrica, mentre nel secondo la simmetria è assicurata solo dimensionando esattamente la rete di polarizzazione dei transistor, come nel nostro circuito, allo scopo di lasciare che una semionda sia tagliata dalla saturazione e una dall'alimentazione.



[piano di **MONTAGGIO**]





Elenco Componenti:

R1: 390 ohm
R2. 18 kohm
R3: 68 kohm
R4: 270 ohm
R5: 10 kohm
R6: 1 Mohm
R7: 18 kohm
R8: 10 kohm
R9: 4,7 kohm
R10: 1 Mohm
R11: 100 ohm
C1: 220 μF 25 VL elettrolitico
C2: 100 nF ceramico
C3. 100 nF ceramico
C4: 100 nF ceramico
C5: 10 μF 63 VL elettrolitico
RV1: Potenziometro 2,5 kohm
RV2: Potenziometro 10 kohm
LD1: LED 5mm blu
ZD1: Zener 3,3V 500mW
T1: BC108
T2: BC108
T3: BC547
T4: BC557
D1: 1N4007

teoricamente una reattanza capacitiva, vale:

$$Xc = 1/(6{,}28 \times f \times C)$$

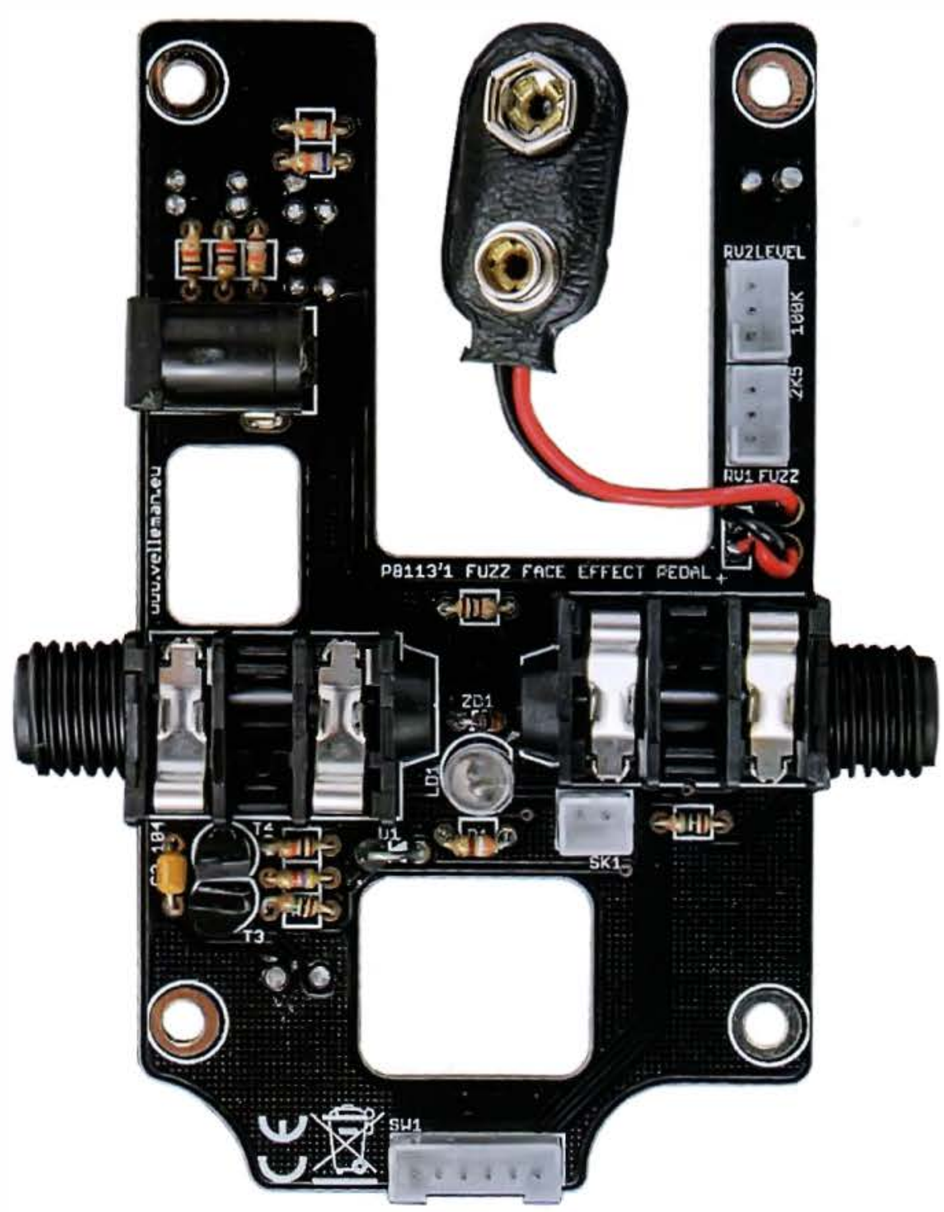
dove f è la frequenza del segnale e C la capacità. La Xc risulta in Mohm se la capacità è espressa in microfarad e ipotizzando di lavorare a 100 Hz vale:

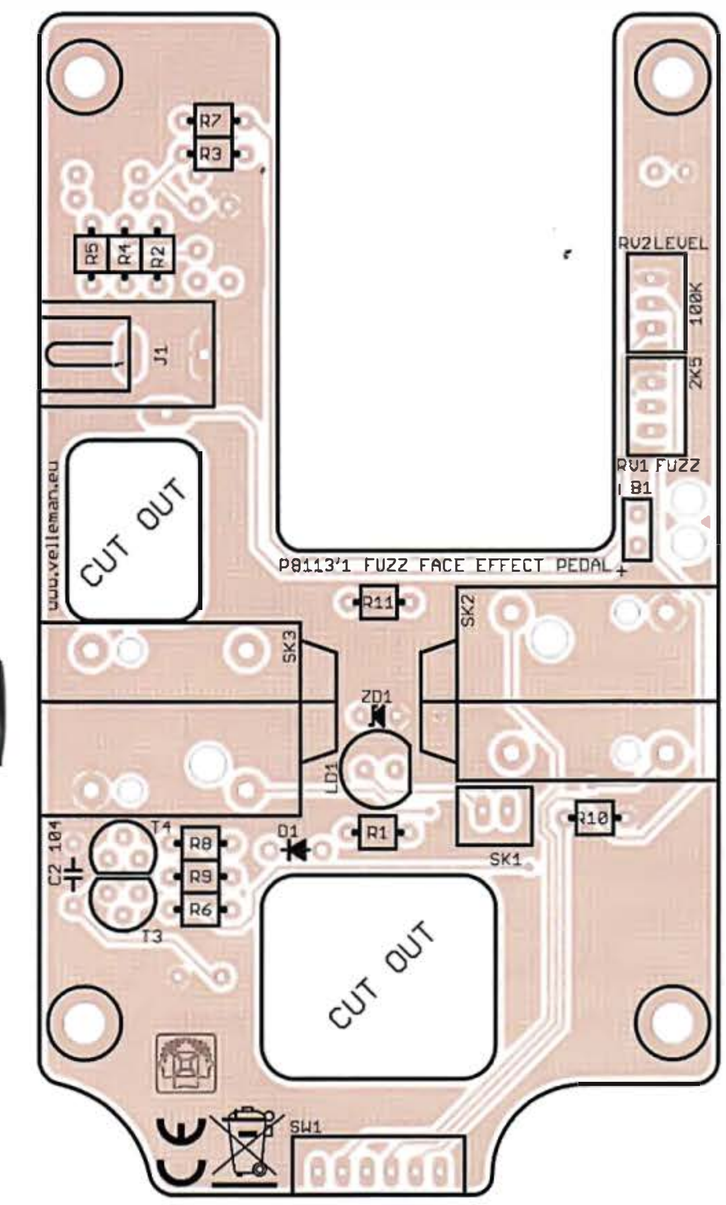
$$Xc = 1/(6{,}28 \times 100\ Hz \times 10\ \mu F) = 159\ ohm$$

Notate che la configurazione in cascata di T1 e T2 permette di avere il segnale di uscita in fase con quello di ingresso, perché il primo stadio oltre ad amplificare rovescia di fase il segnale che poi porta in base al T2, il quale effettua una nuova inversione di fase. Tale condizione è determinante per evitare che il segnale amplificato dal monitor, per esempio, divenga incoerente in fase con quello che il chitarrista sente provenire dalla sua chitarra.
Veniamo adesso a spiegare come funziona il fuzz, che in questo caso non è ottenuto come nel pedale multifunzione del fascicolo n° 211, dove utilizzavamo due diodi in antiparallelo per tagliare le semionde positiva e negativa del segnale amplificato, ma lasciamo che siano i transistor a cimare quando "urtano" con l'alimentazione, ovvero quando l'escursione del segnale supera quella resa possibile dalla polarizzazione di T1 e T2. Tale effetto, sebbene sia meno preciso di quello netto determinato dai diodi, riempie di armoniche il segnale, dando un effetto fuzz di quelli tradizionali, determinato prevalentemente dalle armoniche dispari.
Quando il cursore del potenziometro RV1 è tutto verso massa, il fuzz è disinserito e l'amplificatore presenta il minimo guadagno; man mano che si avvicina il cursore all'estremo in alto, vale a dire all'emettitore del T2, la resistenza inserita verso massa diminuisce, perché la porzione compresa tra le armature del C5 viene praticamente cortocircuitata.
La riduzione della resistenza d'emettitore del T2 influisce sul guadagno dell'intero amplificatore, nel senso che lo eleva; infatti il guadagno teorico dello stadio facente capo a detto transistor è pari al rapporto tra la somma di R4 ed R5 e la RV1, quindi in teoria se il cursore è tutto verso l'emettitore del transistor il guadagno è infinito perché si annulla la caduta di tensione ai capi della resistenza di emettitore del T2 e quindi non viene retrocesso alcun segnale verso R1.
In pratica il guadagno è limitato dall'hfe del transistor T2 ed anche

SW1: Swith pedale 3PDT

Varie:
- Presa jack 6.35mm mono da CS (2 pz.)
- Connettore maschio 2 vie passo 2mm da CS
- Connettore maschio 3 vie passo 2mm da CS (2 pz.)
- Connettore maschio 6 vie passo 2mm da CS
- Connettore femmina 2 vie passo 2mm volante
- Connettore femmina 3 vie passo 2mm volante (2 pz.)
- Connettore femmina 6 vie passo 2mm volante
- Plug alimentazione da CS
- Connettore clip 9V
- Contenitore Metallico
- Circuito stampato P8113 (108 x 58 mm)





da quello del T1 e comunque dal prodotto dei due hfe, visto che T1 è in cascata a T1.
L'elevamento del guadagno porta, in funzione dell'ampiezza del segnale in ingresso, a richiedere al segnale sul collettore del T2 un'escursione che a un certo punto supera i limiti permessi dalla polarizzazione e dell'alimentazione stessa: ad esempio, se in ingresso ci sono 200 mV picco-picco e il complesso T1-T2 guadagna 100 volte, in teoria la tensione sul collettore del T2 dovrebbe oscillare di ÷10 volt, cosa del tutto impossibile perché al massimo potrebbe spaziare tra 0 e 9 volt. Quando l'ampiezza del segnale amplificato supera quella ammissibile, il segnale stesso viene cimato. Questo è l'effetto del distorsore presente nel nostro pedale.
Prendere il segnale d'uscita mediante C4 dal nodo d'unione di R4 ed R5 è stato voluto per ottenere il giusto livello dell'uscita, ovvero un'onda che venga cimata ugualmente sia sulla semionda positiva che su quella negativa; se l'avessimo prelevato dal collettore del T2 avremmo ottenuto un'ampiezza maggiore sulla semionda positiva rispetto a quella negativa, a causa della polarizzazione a riposo applicata al T2 stesso.
Il condensatore C4 serve a lasciar passare solo il segnale, bloccando la componente continua di polarizzazione del T2 ed R7 a limitare l'ampiezza del segnale. RV2 fa da regolazione del volume d'uscita dell'effetto.
Notate che mentre RV1 determina l'amplificazione la saturazione, RV2 è del tutto irrilevante sul fuzz e permette solo di dosare il segnale uscente da SK3, sia esso distorto o pulito (amplificato linearmente); tale regolazione si rende indispensabile perché in questo nostro circuito, diversamente da quanto avviene con i cimatori a diodi in antiparallelo, la distorsione per cimatura si verifica quando il livello del segnale supera l'escursione ammessa della tensione di collettore del transistor (T2, in questo caso...) e ciò significa che per ottenerla può essere necessario raggiungere sul jack d'uscita livelli di tensione tanto elevati da far distorcere lo stadio d'ingresso dell'amplificatore o mixer (in questo caso si otterrebbe l'effetto Drive sul dispositivo che segue il fuzz).
Il potenziometro ci consente quindi di ottenere un segnale distorto ma limitato all'ampiezza desiderata, che non faccia distorcere lo stadio o l'effetto collegato all'OUT del nostro fuzz.
Con un cimatore a diodi tutto ciò non si verificherebbe perché in tal

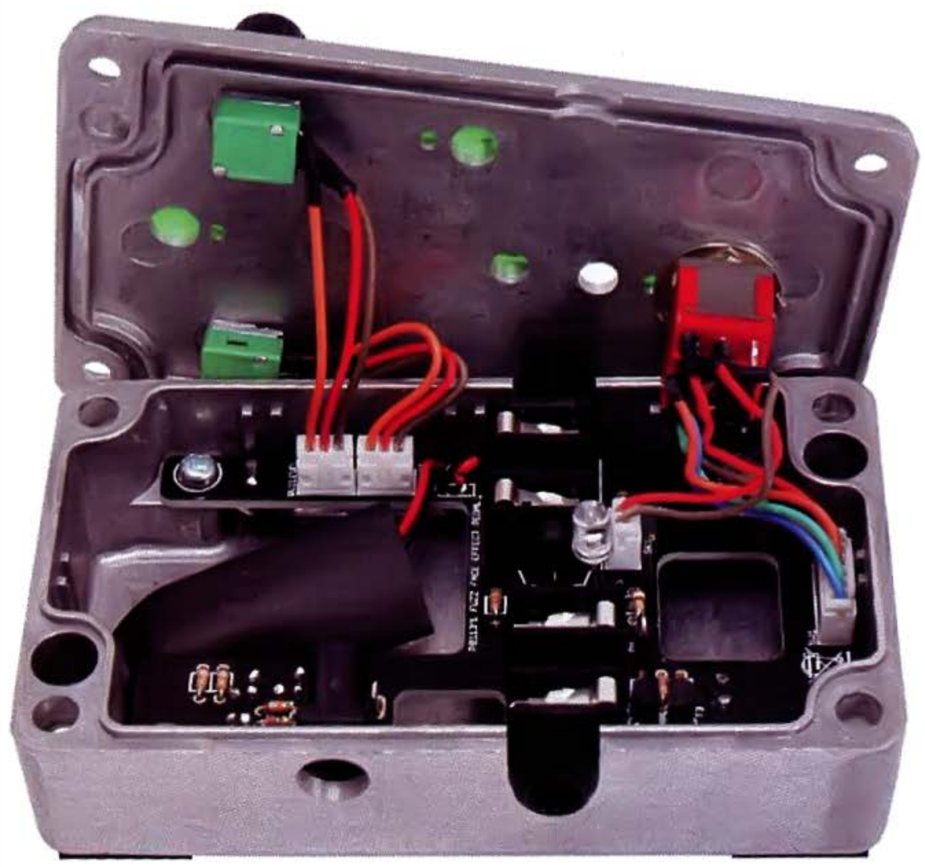


Fig. 1 *Cablaggio e montaggio dei potenziometri e dello switch.*

caso l'ampiezza del segnale, superata quella di cimatura, diventa stazionaria ed è sicuramente minore.
Concludiamo l'analisi dello schema elettrico con l'alimentazione, cui abbiamo accennato qualche paragrafo indietro: il circuito può essere alimentato sia con una pila da 9 volt (connessa a un portapila volante collegato a + e – B1) sia con un alimentatore esterno da rete, utilizzando il connettore coassiale J1; l'alimentazione prioritaria è quest'ultima, infatti come appare dallo schema elettrico il positivo della pila attraversa il contatto interruttore della presa jack. Quindi quando quest'ultima è a riposo (non vi è inserito alcuno spinotto) il contatto interruttore è chiuso e porta il positivo (il negativo è sempre collegato) all'anodo del diodo D4 e da qui alimenta il circuito; invece inserendo uno spinotto si interrompe la linea del positivo della pila e l'anodo del D4 viene alimentato dal contatto centrale del jack di alimentazione, quindi dall'alimentatore.

REALIZZAZIONE PRATICA

Bene, visto come funziona il pedale fuzz possiamo passare alla costruzione, che richiede la preparazione di un circuito stampato a doppia faccia su quale prenderanno posto tutti i componenti, che poi verrà inserito in un apposito contenitore dal cui coperchio dovranno spuntare il pulsante del triplo deviatore, il LED e i due potenziometri di volume e distorsione. Partiamo con lo stampato, che va realizzato per fotoincisione dopo aver ottenuto le necessarie pellicole dalle stampe delle tracce rame scaricabili (in formato file immagine) dal nostro sito Internet *www.elettronicain.it* insieme ai file del progetto; inciso e forato lo stampato (ricordate che il PCB va lavorato con una piccola fresa allo scopo di realizzare le cave richieste dalla sagoma, che vedete nel piano di montaggio siglate

Come tutti i "pedali", il distorsore Fuzz si collega tra la chitarra elettrica e l'amplificatore o mixer o anche in cascata ad un altro pedale (l'OUT di uno sull'IN dell'altro).

con CUT OUT), si può passare al montaggio dei componenti, iniziando dalle resistenze e dai diodi al silicio (per i quali raccomandiamo di prestare attenzione alla polarità indicata) da collocare in piedi come mostrato nella disposizione componenti. Montate in piedi anche il LED, tenendone i piedini lunghi quanto basta a far spuntare il corpo dalla facciata superiore del coperchio del contenitore che prevedete di utilizzare.
Procedete poi con i condensatori non polarizzati e i transistor T3 e T4, che vanno montati con il lato delle scritte rivolto l'uno a quello dell'altro (guardate il disegno di montaggio in queste pagine per conoscere il verso esatto).
A questo punto dovete inserire e saldare le due prese jack da 6,3 mm mono di entrata e uscita del segnale; a tale riguardo consigliamo, se utilizzate un contenitore in metallo, di scegliere delle prese con l'involucro in plastica, così da evitare giri di massa tra esse e il contenitore.
Montati i jack audio potete pensare ai due potenziometri, da montare sul coperchio dell'effetto come mostrato nella **Fig. 1** e da collegare al circuito stampato mediante fili da saldare nelle piazzole corrispondenti; lo stesso vale per il triplo deviatore a pulsante SW1 (inserimento/disinserimento effetto). In alternativa valutate la possibilità di collegare detti componenti tramite connettori da circuito stampato SIL a passo 2,54 mm, soluzione che vi consente un più facile montaggio e smontaggio. Se optate per tale soluzione montate due connettori maschi da c.s. in corrispondenza delle piazzole per volume (RV2) e distorsione (RV1), mentre per il triplo deviatore a pulsante inserite e saldate un connettore maschio da c.s. a 6 poli in corrispondenza delle piazzole marcate SW1 più uno a due poli per la commutazione dell'alimentazione sul LED di accensione.
Montate poi il plug di alimentazione e poi passate dal lato opposto del circuito stampato, dove dovete posizionare i condensatori elettrolitici, badando alla loro polarità e tenendoli sollevati quanto basta a piegarne poi i terminali ad angolo retto allo scopo di adagiarli sul circuito stampato: tale accorgimento aiuta a rendere il più sottile possibile il circuito, allo scopo di posizionarlo al meglio nel contenitore. Anche i due transistor in contenitore metallico vanno montati dal lato opposto (lato saldature) del circuito stampato, come mostrato nei disegni di montaggio visibili in queste pagine.
Una volta completato il montaggio dei componenti saldate nelle piazzole + e - B1 i fili rosso e nero di una presa volante a strappo per pile da 9 V e poi inserite il tutto nel contenitore che avete scelto, che ovviamente dovrà avere spazio (o un vano) per la pila; a riguardo notate che il nostro PCB è sagomato allo scopo, ovvero ha una cava per ospitare la batteria.
Completato il montaggio e il cablaggio del caso verificatane l'esattezza, ovvero accertatevi che non vi siano "baffi" di stagno a creare cortocircuiti tra piazzole adiacenti, dei falsi contatti o delle saldature fredde.
Per il contenitore potete prendere spunto dalle foto del prototipo visibili in queste pagine e in particolare dalla **Fig. 2**, nella quale vedete il fuzz inscatolato nel box fornito in dotazione al kit di montaggio. Il contenitore suggerito non è vincolante, nel senso che potete sceglierne uno differente, ma pur sempre abbastanza basso e robusto quanto basta, in considerazione del fatto che nell'uso dovrà "vedersela" con i piedi del chitarrista e dovrà quindi sopportare la pigiata cui è sottoposto lo switch o l'appoggio in qualsiasi altro punto.
Ciò detto potete dare tensione al tutto, ricordando che se ricorrete a un alimentatore AC/DC quest'ultimo deve erogare 9Vcc e una corrente di almeno 50 mA.
Il circuito funziona al primo colpo, non necessitando di alcuna taratura, quindi accendetelo e collegatelo per sentire che effetto (è il caso di dirlo) fa.
Ciò detto, non ci resta che augurarvi buon divertimento con la vostra musica!

***Fig. 2** - Il dispositivo terminato e inscatolato.*

Questo progetto viene prodotto in scatola di montaggio dalla società Velleman e distribuito in Italia da Futura Elettronica.
Il kit è completo di tutti i componenti: contenitore, minuterie, basetta forata e serigrafata. È disponibile al prezzo di Euro 66,00 IVA compresa (cod. K8113).

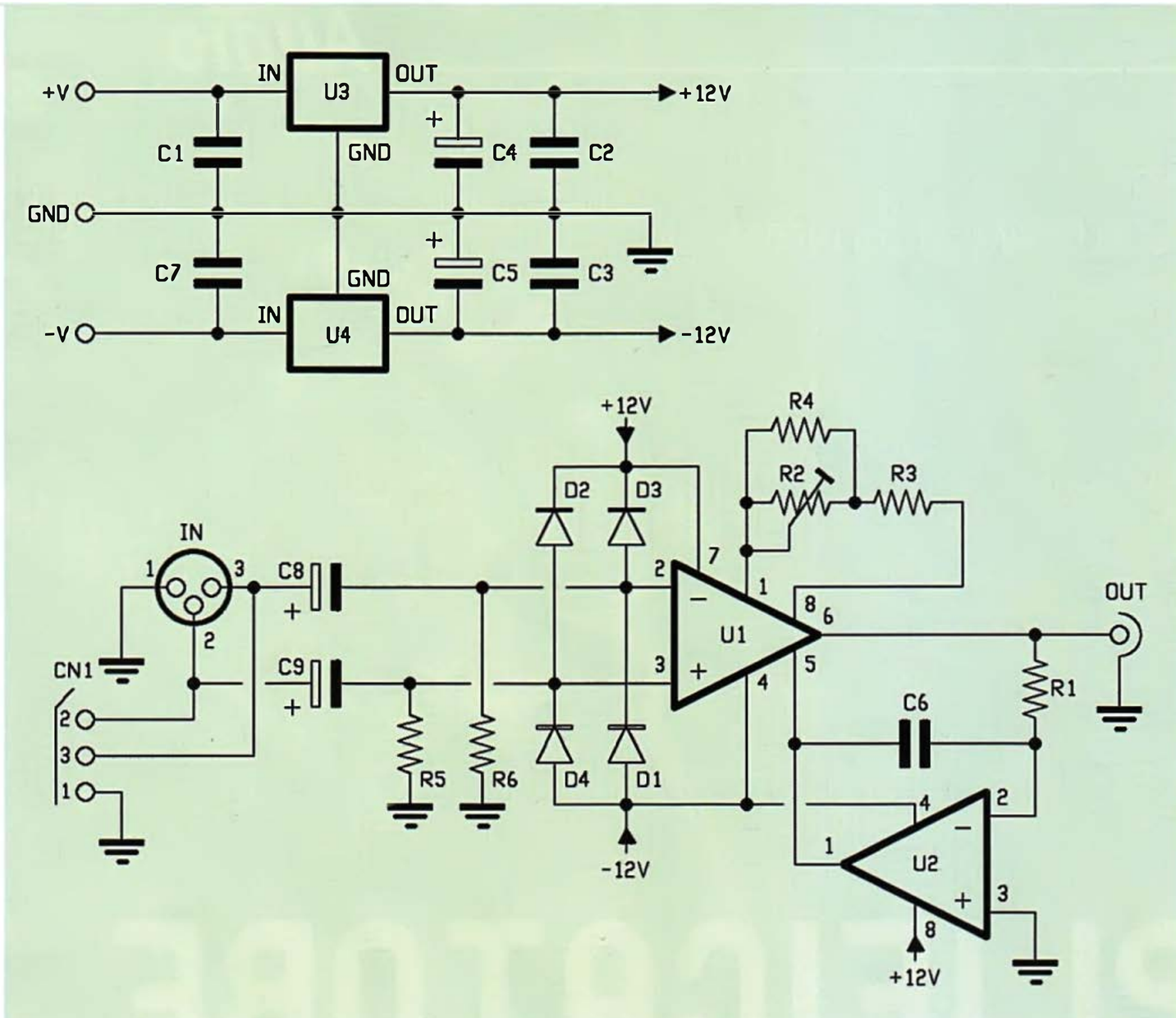
Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775
http://www.futurashop.it

di ALESSANDRO SOTTOCORNOLA

PREAMPLIFICATORE MICROFONICO *PHANTOM*

Ideale per tutti i tipi di microfono, compresi quelli a condensatore che richiedono la tensione di polarizzazione esterna, è idoneo all'uso professionale grazie allo stadio d'ingresso differenziale.

Il segnale fornito dai microfoni e in particolare da quelli utilizzati nell'amplificazione per grandi ambienti, nei locali per conferenze e nelle esibizioni musicali, come in radio e in studio, presenta un'ampiezza particolarmente bassa (è molto debole) quindi dev'essere amplificato notevolmente prima di essere registrato o inviato a un amplificatore di potenza; tanto per darvene un'idea, diciamo che tipicamente i microfoni forniscono 100 volte meno dell'ampiezza del segnale uscente da un lettore Compact Disc o da un preamplificatore.



Questo discorso vale per i microfoni magnetodinamici a cardioide (i classici a forma di "cono gelato") e per quelli a condensatore (anche basati su capsule electret) mentre i piezoelettrici di solito forniscono segnali più robusti.
Per trattare, diciamo così, il segnale dei microfoni, occorrono appositi stadi preamplificatori microfonici, che normalmente vengono integrati nei mixer e nei registratori a cassette o in quelli a nastro ed anche nei più recenti registratori digitali e campionatori per computer.
Il progetto che vi proponiamo in queste pagine è appunto un preamplificatore per microfoni, particolare perché supporta la funzione di alimentazione Phantom per quelli a condensatore privi di alimentazione propria; si può quindi definire professionale, universale e adatto a tutti i microfoni, anche perché consente la regolazione del guadagno per adattarsi ai vari livelli di segnale che si possono incontrare.
Ha inoltre un'altra particolarità: dispone dell'ingresso differenziale, che permette di utilizzarlo anche con microfoni collegati a grande distanza e in ambienti disturbati, senza timore di subire le interferenze captate dai fili di collegamento.
Capirete il perché analizzando lo schema elettrico del circuito.

SCHEMA ELETTRICO

Il nostro preamplificatore si basa su uno speciale amplificatore per strumentazione prodotto dalla Texas Instruments e siglato INA217, la cui caratteristica è uno stadio di ingresso differenziale (che poi è l'input di un operazionale a elevato guadagno) a bassissimo rumore, come si conviene a dispositivi che debbano trattare segnali debolissimi, e una sezione di uscita a zero offset; gli ingressi invertente e non-invertente fanno capo ai piedini, rispettivamente, 2 e 3, mentre l'uscita è localizzata al piedino 6. Notate che l'INA217 esiste in due package differenti: a 8+8 e 4+4 pin; noi utilizziamo questa seconda versione.
Nel circuito, la sezione amplificatrice dell'INA217 (U1) funziona in modo differenziale e viene retroazionata attraverso la rete composta da R2+R3, in parallelo ad R4, collocata tra i pin RG1 ed RG2 (rispettivamente 1 e 8), quindi in modo leggermente differente da quanto avverrebbe con un operazionale convenzionale.
Il guadagno in tensione (Gv) è inversamente proporzionale alla resistenza inserita con il trimmer e si determina con la formula:

$$Gv = 1+10.000\Omega/Rg$$

dove Rg è la resistenza inserita

tra i piedini RG1 ed RG2. Siccome, nel nostro caso, questa dipende dal parallelo tra il trimmer ed R4, più il valore della R3, viene influenzata dalla posizione del cursore del trimmer. Nel nostro caso R4 può non essere montata, quindi Rg è pari alla somma tra il valore inserito dal trimmer e quello della R3, pertanto essa può spaziare tra 2,210 e 10 ohm; i valori corrispondenti dell'amplificazione in tensione (guadagno) sono rispettivamente 5,52 (minimo) e 1001. Quindi spostando il cursore del trimmer verso il piedino 1 dell'INA217 il guadagno aumenta e nel verso contrario diminuisce. Comunque R4 avrebbe l'effetto di smorzare leggermente l'escursione del guadagno.

A questo punto vien da chiedersi perché l'ingresso è differenziale; la risposta è che tale configurazione consente teoricamente di annullare l'effetto dei disturbi captati, sia dalle connessioni d'ingresso, sia dal cavo e dal microfono. Il discorso si comprende considerando che se si applica il segnale tra una linea d'ingresso e la massa, un eventuale disturbo ad esso sovrapposto viene amplificato in ugual misura, mentre se lo si fornisce su due fili rispetto a massa, il disturbo -che teoricamente affligge in ugual misura i due come fosse un segnale sovrapposto di uguale livello rispetto a massa- viene annullato nell'amplificatore differenziale, che si presume amplifichi in uguale maniera sia i segnali giunti all'input invertente che quelli sul non-invertente. Infatti la componente di disturbo su un filo viene annullata da quella sull'altro, mentre il segnale viene amplificato perché costituisce una differenza di tensione tra i due ingressi dell'operazionale.

L'input microfonico dell'amplificatore è localizzato sui contatti 2 e 3 rispetto alla massa di riferimento (1) che sono quelli dell'apposito connettore XLR per segnali su linea bilanciata; ciascuno è accoppiato mediante un condensatore elettrolitico (C8, C9) e terminato a massa attraverso un resistore che fissa l'impedenza d'ingresso in circa 2 kohm. I condensatori consentono il passaggio del segnale audio ma bloccano la componente continua corrispondente all'alimentazione Phantom, che al bisogno possiamo applicare attraverso il connettore CN1 ai due contatti 2 e 3, rispetto a massa. Tale tensione è standardizzata sul valore di 48 Vcc e serve per polarizzare i microfoni a condensatore che la richiedono perché sono sprovvisti di un proprio alimentatore: tipicamente quelli da tenere in mano, perché spesso quelli per studio hanno una propria fonte di alimentazione.

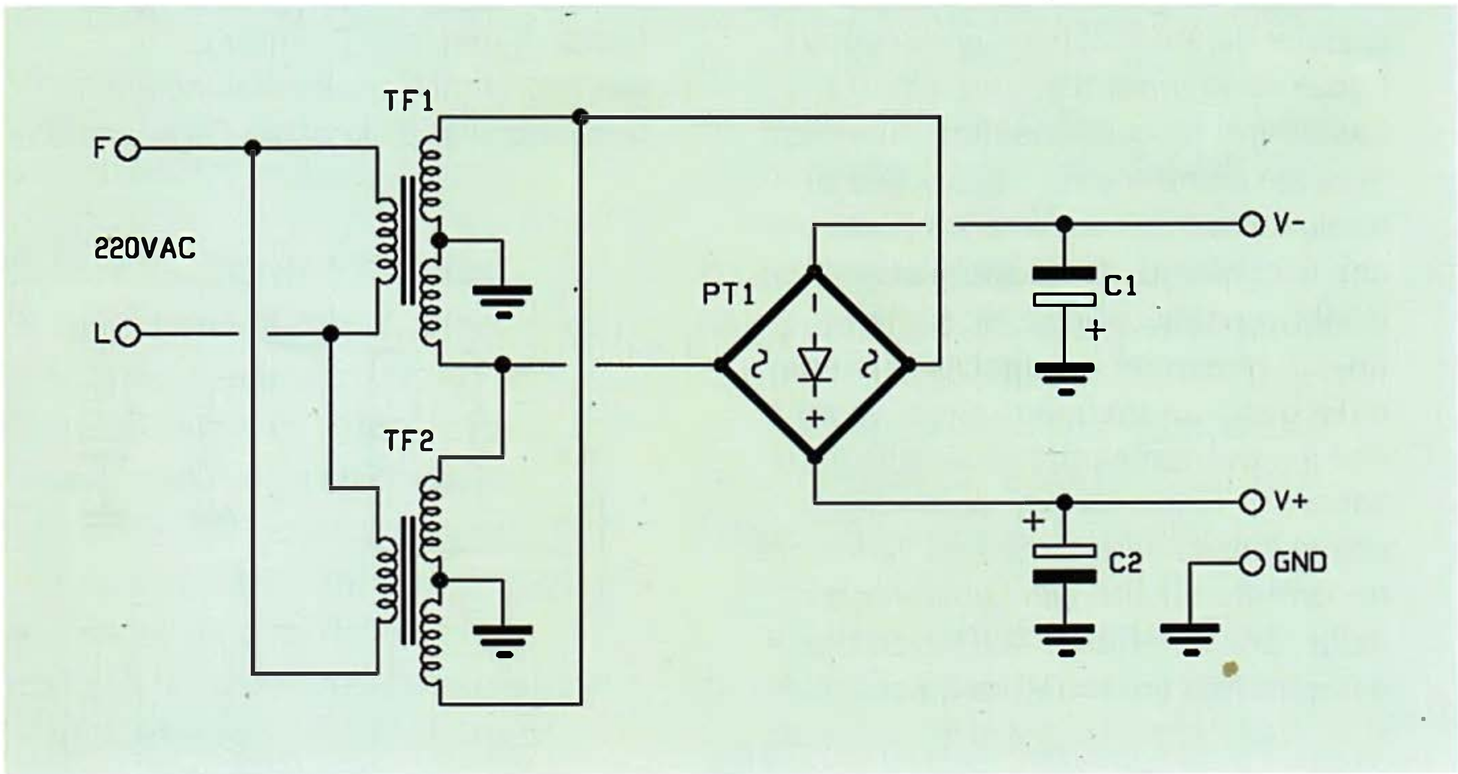
I diodi posti sugli ingressi servono a proteggere l'amplificatore U1 da eventuali disturbi impulsivi che, per esempio, sui palcoscenici possono essere indotti dalla commutazione dei mixer luci e dei gruppi di lampade, funzionanti ad alta tensione.

CARATTERISTICHE TECNICHE

- **Sensibilità: 2 mVeff**
- **Guadagno regolabile tra 5 e 1.000**
- **Ingresso bilanciato**
- **Impedenza d'ingresso differenziale: 4 kohm**
- **Impedenza d'uscita: 300 ohm**
- **Banda passante: 10÷40.000 Hz**
- **Uscita accoppiata in CC**
- **Compensazione dinamica dell'offset in uscita**
- **Tensione di alimentazione: ±15 Vcc**
- **Corrente assorbita: 40 mA**

Qualche paragrafo indietro abbiamo detto che l'INA217 è un amplificatore a zero-offset; ebbene, l'annullamento dell'offset è affidato all'operazionale U2, configurato come integratore in configurazione invertente collegato tra il piedino di uscita (OUT, pin 6) e il REF (5) che funziona da correttore dinamico dell'offset, ossia della componente continua presente in assenza di segnale all'uscita dell'amplificatore, che in teoria non dovrebbe esistere

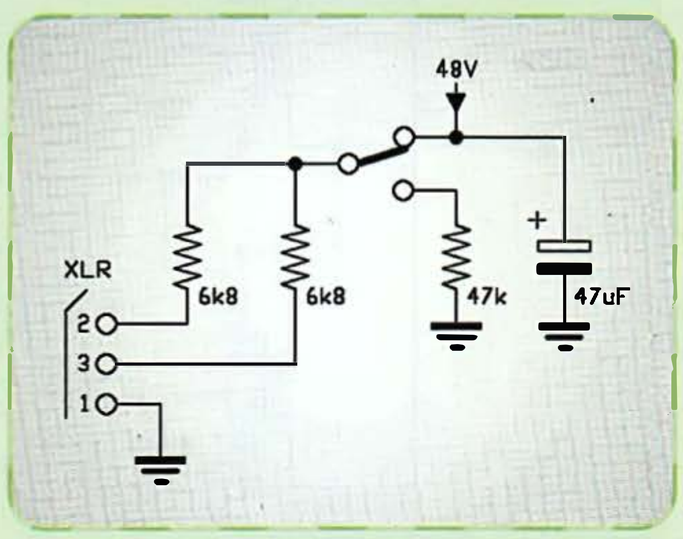
[schema elettrico **ALIMENTATORE**]



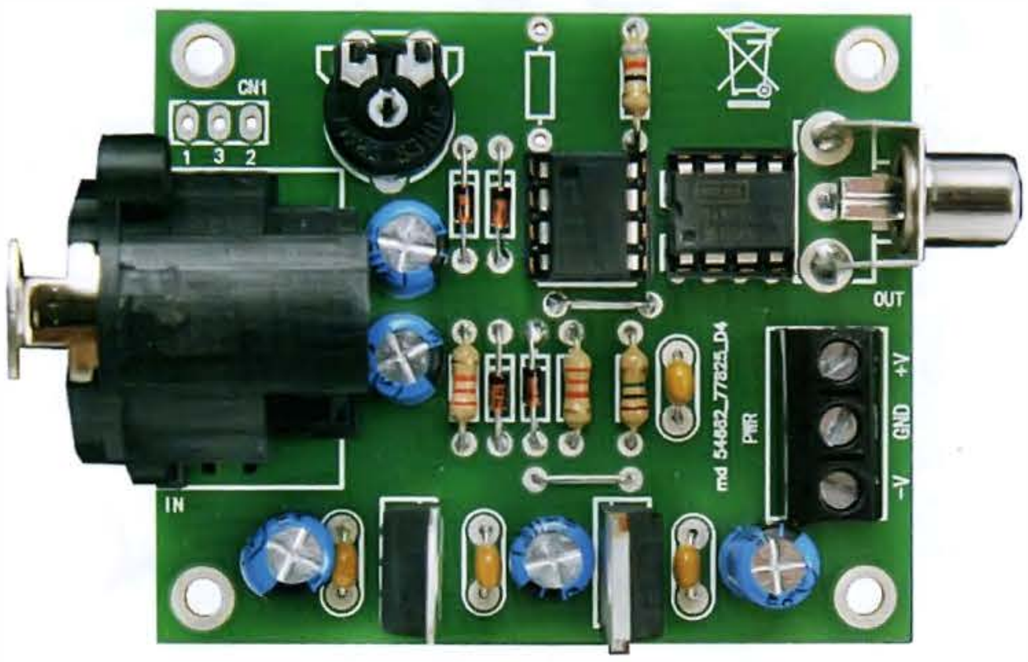
ma che nasce sia dalla deriva termica, sia dall'incapacità degli stadi amplificatori, specie dei differenziali d'ingresso, di annullarla del tutto, anche in modo comune. A differenza di quanto si fa negli amplificatori operazionali tradizionali, dove l'offset si compensa con un trimmer che fornisce all'apposito piedino una tensione positiva o negativa, qui si è optato per la compensazione automatica tramite un sistema a retroazione basato sull'integratore, il cui funzionamento è il seguente: se la tensione continua tra OUT e massa è nulla, il piedino 2 dell'operazionale U2 si trova anch'esso a zero, mentre se si presenta una componente positiva questa carica lentamente (supponendo l'operazionale U2 ideale e quindi che non assorbe alcuna corrente) il condensatore con la corrente che fluisce in R1, determinando tra il pin 5 (REF) e massa una componente che nel tempo diviene sempre più negativa rispetto a massa. Per effetto di ciò il circuito di polarizzazione dell'U1 compensa la tensione d'uscita positiva e a un certo punto l'uscita dell'U1 si stabilizza o torna a zero volt. Al contrario, se l'offset in uscita dell'INA217 tende a diventare negativo, la corrente in R1 inverte il proprio verso e con essa quella che carica C6, cosicché l'uscita dell'U2 diviene positiva e contrasta, all'interno dell'U1, l'offset positivo. Essendo in retroazione, l'integratore stabilizza automaticamente l'offset.
Notate che il circuito non ha praticamente effetto sulla componente ad audiofrequenza, giacché il valore del condensatore e la costante di tempo che esso determina con R1 (la τ è uguale ad R1xC6...) è tale da bypassare il segnale.
L'uscita dell'U1 è accoppiata in continua al connettore RCA OUT che porta il segnale all'esterno del preamplificatore.
L'intero circuito si alimenta a tensione continua, duale, tramite i morsetti +V/GND/-V e viene poi stabilizzata a ±12V tramite i due regolatori integrati a tre terminali siglati U3 e U4: il primo è un regolatore positivo siglato 7812 e il secondo un 7912. Entrambi accettano in ingresso fino a 35 Vcc (positivi il primo e negativi il secondo) e stabilizzano la tensione fornita tra i pin U ed M, che viene poi filtrata tramite i condensatori posti in parallelo alle linee positiva (C2 e C4) e negativa (C3 e C5).

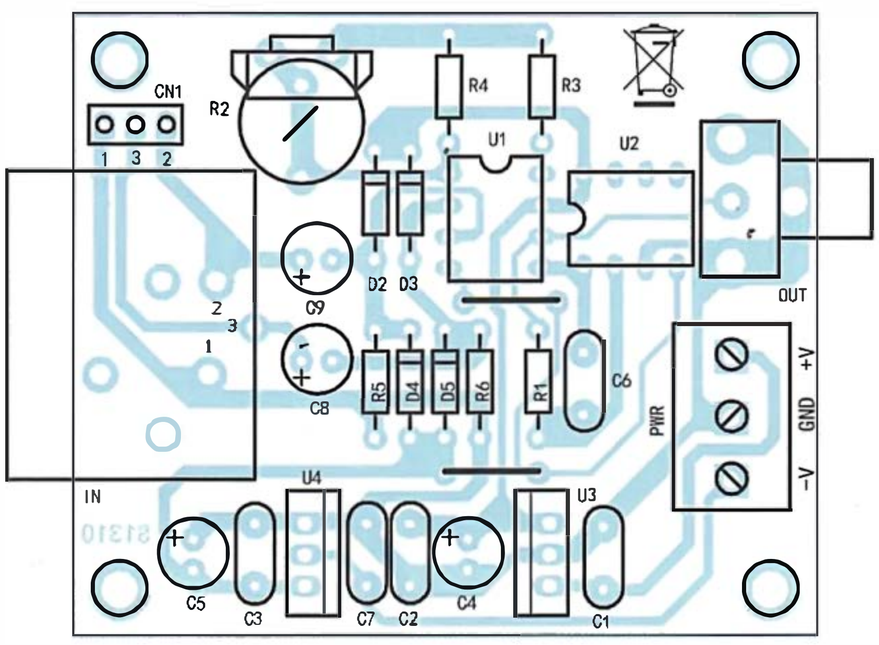
L'alimentazione **Phantom**

Con tale espressione si definisce l'alimentazione accoppiata sovrapponendola ai fili che trasportano il segnale; l'accoppiamento si svolge di solito separando la componente continua di polarizzazione dal segnale tramite un condensatore nel caso di ingresso sbilanciato o due se la linea è bilanciata.
La tensione Phantom serve alla polarizzazione dei microfoni a condensatore, i quali sono formati da due piastre costituenti un condensatore, una fissa al telaio e una mobile agganciata al telaio stesso tramite una sospensione che le consente di muoversi seguendo le vibrazioni acustiche. Siccome in un condensatore la capacità dipende dalla distanza tra le armature, va da sè che il movimento impresso dalle onde sonore la fanno variare, come è vero che lo stesso determina una variazione di corrente dovuta allo spostamento della carica elettrica. Tale variazione, alimentando un'armatura e ponendo una resistenza in serie all'altra per chiudere il circuito, si rileva sotto forma di tensione, che poi sovente viene fornita al primario di un trasformatore, dal cui secondario si preleva il segnale da mandare al preamplificatore.
Esistono microfoni che hanno una propria alimentazione ed altri che la richiedono, appunto, dalla linea, sotto forma di tensione Phantom.
Nei microfoni a uscita sbilanciata la tensione si applica al filo del segnale e viene prelevata all'interno del microfono tramite un apposito circuito; il segnale d'uscita è accoppiato al filo tramite un condensatore, come è fatto anche all'ingresso del preamplificatore che eroga l'alimentazione Phantom.
Nei microfoni a uscita bilanciata, invece, l'alimentazione si applica mediante due resistori ai fili del segnale, rispetto alla massa. Le resistenze non devono avere valori troppo elevati perché abbasserebbero la tensione a causa dell'assorbimento; e non devono essere troppo basse perché caricano l'impedenza d'uscita del microfono (1 kohm è il valore tipico per i microfoni a condensatore e 600 ohm per i cardioidi magnetodinamici). Nel nostro circuito è prevista la possibilità di accoppiare detta alimentazione alla linea tramite un pin-strip a tre poli (CN1); l'alimentazione deve provenire da una fonte a 48 Vcc, da collegare come mostra lo schema in questo riquadro.



[piano di montaggio **AMPLIFICATORE**]





Elenco Componenti:

R1: 1 Mohm
R2: Trimmer 2.2 kohm M.O.
R3: 10 ohm
R4: -
R5: 2,2 kohm
R6: 2,2 kohm
C1÷C3: 100 nF ceramico
C4: 47 μF 63 VL elettrolitico
C5: 47 μF 63 VL elettrolitico
C6: 100 nF ceramico
C7: 100 nF ceramico
C8: 47 μF 63 VL elettrolitico
C9: 47 μF 63 VL elettrolitico
U1: INA217AIP
U2: OPA2137PA
U3: 7812
U4: 7912
D1÷D4: 1N4148
OUT: Presa RCA da CS
IN: Presa XLR da CS

Varie:
- Strip maschio 3 vie
- Zoccolo 4+4 (2 pz.)
- Morsetto 3 poli
- Circuito stampato S1310 (61 x 51 mm)

L'ALIMENTATORE

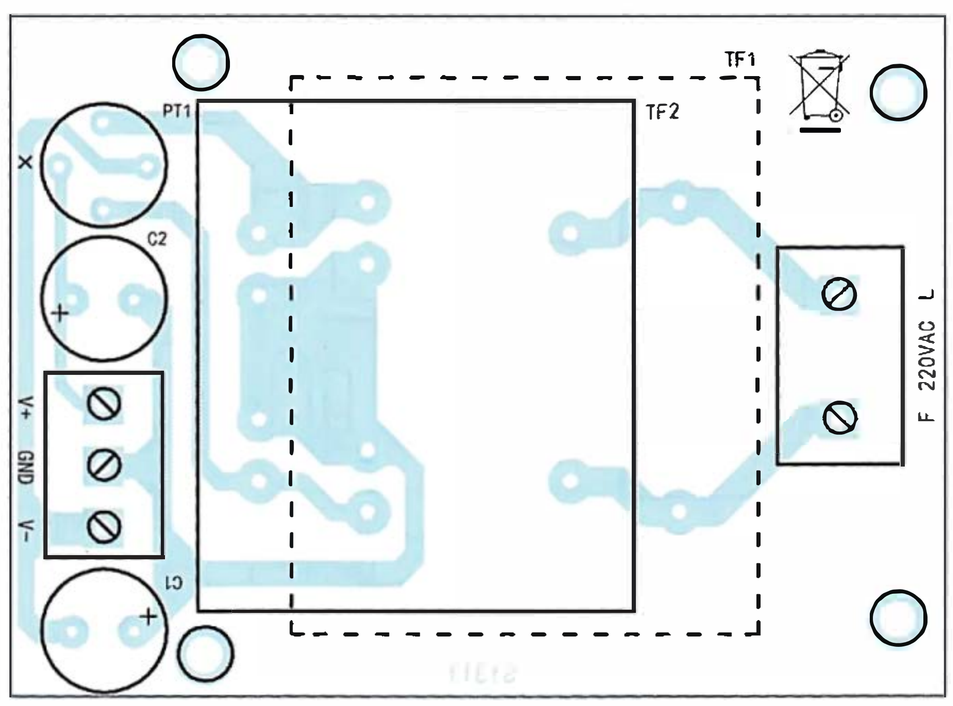
Per il nostro preamplificatore abbiamo approntato un alimentatore da rete che fornisce la tensione duale da applicare a +V e –V rispetto a massa; come vedete dal relativo schema elettrico, il circuito è molto semplice in quanto è composto da un trasformatore con primario da rete 230Vca/50Hz e un secondario a presa centrale in grado di erogare 12+12Vca e una corrente di 150 mA. La presa centrale va alla massa del circuito, mentre gli estremi del secondario sono connessi agli ingressi del ponte raddrizzatore PT1; all'uscita di quest'ultimo, ossia tra + e -, preleviamo le due tensioni positiva e negativa, filtrate dagli elettrolitici C1 e C2 allo scopo di rendere gli impulsi sinusoidali unidirezionali ricavati dal ponte una componente livellata, di valore abbastanza uniforme.

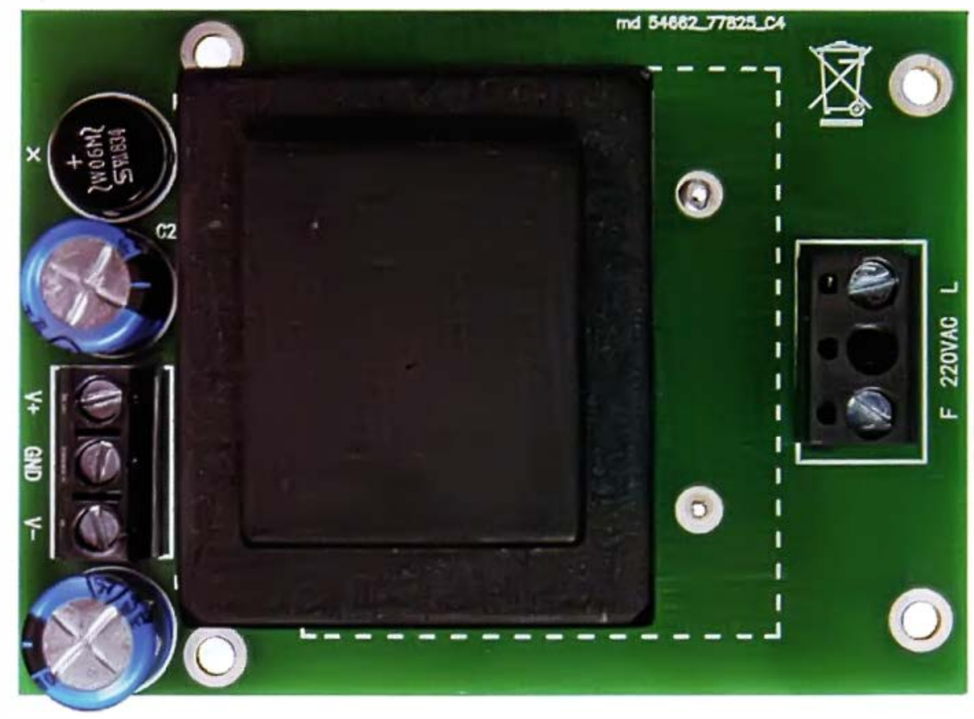
Notate che nello schema appaiono due trasformatori, ma in realtà ne esiste uno solo, perciò ne va montato uno soltanto; se ne vedono due perché il PCB è a doppio passo, per poter ospitare due differenti tipi di trasformatore, come appare chiaro gettando uno sguardo al piano di montaggio. Sebbene l'alimentatore sia stato progettato per far funzionare il preamplificatore, potete considerarlo un progetto a sè stante, come un jolly utilizzabile in molte altre applicazioni.

REALIZZAZIONE PRATICA

Restando sul piano di montaggio passiamo alla costruzione del preamplificatore microfonico, che richiede la preparazione di due circuiti stampati a singola faccia, ottenibili ciascuno per fotoincisione dopo aver ricavato le necessarie pellicole dalle tracce scaricabili, insieme ai file del progetto, dalla sezione Download del nostro sito *www.elettronicain.it*. Una volta in possesso delle basette, cominciate con quella del preamplificatore vero e proprio disponendovi le resistenze, i diodi (da orientare come mostra il relativo piano di montaggio) e i ponticelli di interconnessione delle piste lato saldature, ricavabili da avanzi di terminali tagliati da essi dopo la saldatura. Proseguite con il trimmer, gli zoccoli per gli integrati e i condensatori, dando la precedenza a quelli non polarizzati e rispettando la polarità degli elettrolitici, quindi montate la morsettiera e la presa RCA da circuito stampato. Per completare il montaggio inserite e saldate i due regolatori di tensione, da tenere in piedi con i lati metallici rivolti l'uno all'altro, quindi la presa XLR. Concludete il montaggio con gli integrati dip, da

[piano di montaggio **ALIMENTATORE**]





Elenco Componenti:

TF1: Trasformatore 2 uscite 37x44 mm
TF2: Trasformatore 2 uscite 35x41 mm
C1: 220 μF 63 VL elettrolitico
C2: 220 μF 63 VL elettrolitico
PT1: Ponte diodi W06M

Varie:
- Morsetto 2 poli passo 10mm
- Morsetto 3 poli passo 5.08mm
- Circuito stampato S1310 (77 x 56 mm)

inserire orientandoli con le tacche di riferimento disposte come appare nel piano di montaggio del preamplificatore.
Passate quindi all'alimentatore, sul cui stampato montate per primo il ponte raddrizzatore (posizionandone i piedini come mostrato nella relativa disposizione componenti) quindi i due elettrolitici (rispettate la polarità indicata) la morsettiera bipolare a passo 10 mm per il cavo di rete e infine il trasformatore, badando di introdurlo con i capi del primario dal lato della morsettiera di rete.
A questo punto i due circuiti sono pronti e possono essere interconnessi, unendo +V, -V e GND dell'alimentatore ai corrispondenti del preamplificatore mediante uno spezzone di piattina o trecciola tripolare da 0,3 mm di diametro; alla morsettiera 220Vac dell'alimentatore collegate i fili blu (N) e marrone o nero (L) di un cordone di alimentazione bipolare (senza terra) terminante con una spina di rete.
Chiudete il tutto in un contenitore, ricordando che se è metallico dovete sollevare i due circuiti da esso di almeno 0,5 mm mediante colonnine distanziali di tale altezza, onde evitare che il metallo faccia cortocircuiti; nel caso, collegate la massa dell'alimentatore in un solo punto del contenitore e isolate la presa RCA da esso (se il contenitore è in plastica tali accortezze non sono richieste).
Mantenete una certa distanza tra alimentatore e basetta del preamplificatore, onde evitare interferenze in arrivo dal trasformatore, ovvero schermate lo stesso con un lamierino collegato alla massa (GND) dell'alimentatore.
Fatto ciò, il vostro preamplificatore è pronto per l'uso.
Se pensate di inserirlo in un mixer o preamplificatore hi-fi, probabilmente potete fare a meno dell'alimentatore, prelevando le tensioni positiva e negativa di alimentazione dall'alimentatore dell'apparato; in tal caso sappiate che il circuito accetta da ±15 a ±35V.
Con questo abbiamo concluso e vi auguriamo buon lavoro!

per il MATERIALE

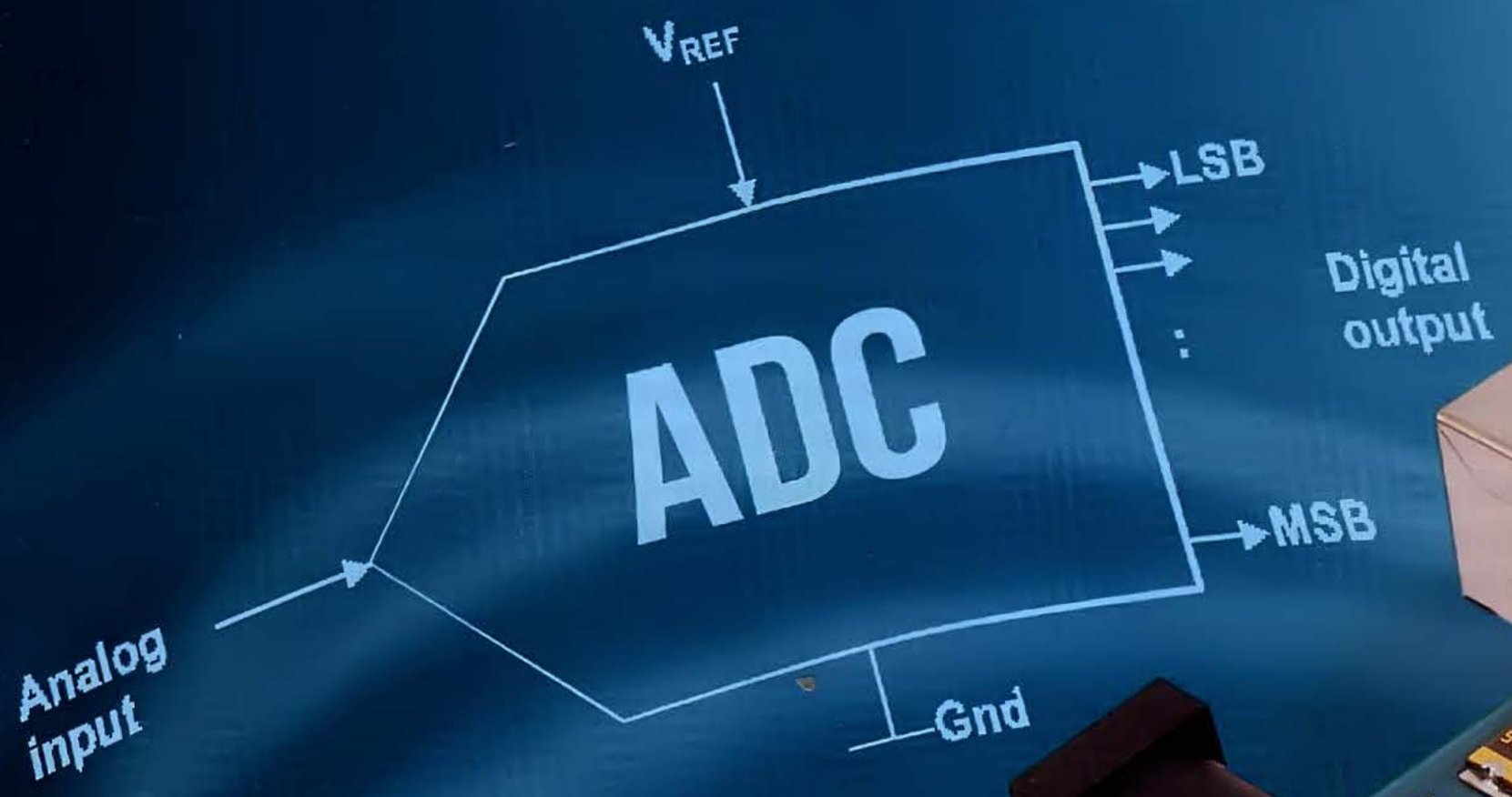
Tutti i componenti utilizzati in questo progetto sono di facile reperibilità. Il master del circuito stampato può essere scaricato dal sito della rivista. L'integrato Texas Instruments (cod. INA217AIP) è disponibile presso Futura Elettronica al prezzo di Euro 11,90. Il prezzo si intende IVA compresa.

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

ARDUINO E L'ADC

Approfondiamo le tecniche di miglioramento delle letture ADC e variabili e vediamo i primi esempi applicativi di letture di dati analogici provenienti da sensori. Seconda Puntata.

del Prof. MICHELE MENNITI



Nella prima puntata di questo tutorial abbiamo introdotto il funzionamento dell'A/D converter di Arduino, che è associato ai pin di ingresso A0÷A5 (ANALOG IN). Ora approfondiamo le tecniche di miglioramento delle letture ADC e l'uso dei partitori resistivi fissi e variabili e vediamo i primi esempi applicativi di letture di dati analogici provenienti da sensori.

TECNICHE DI MIGLIORAMENTO DELLE LETTURE ADC

Iniziamo questa puntata dicendo che la semplice lettura di un dato analogico, senza ricorrere ad una serie di accorgimenti hardware e software, tende a mostrare dati piuttosto instabili; questo, dal punto di vista hardware dipende dal mancato disaccoppiamento tra la tensione di alimentazione dell'ADC (AVCC) e quella di

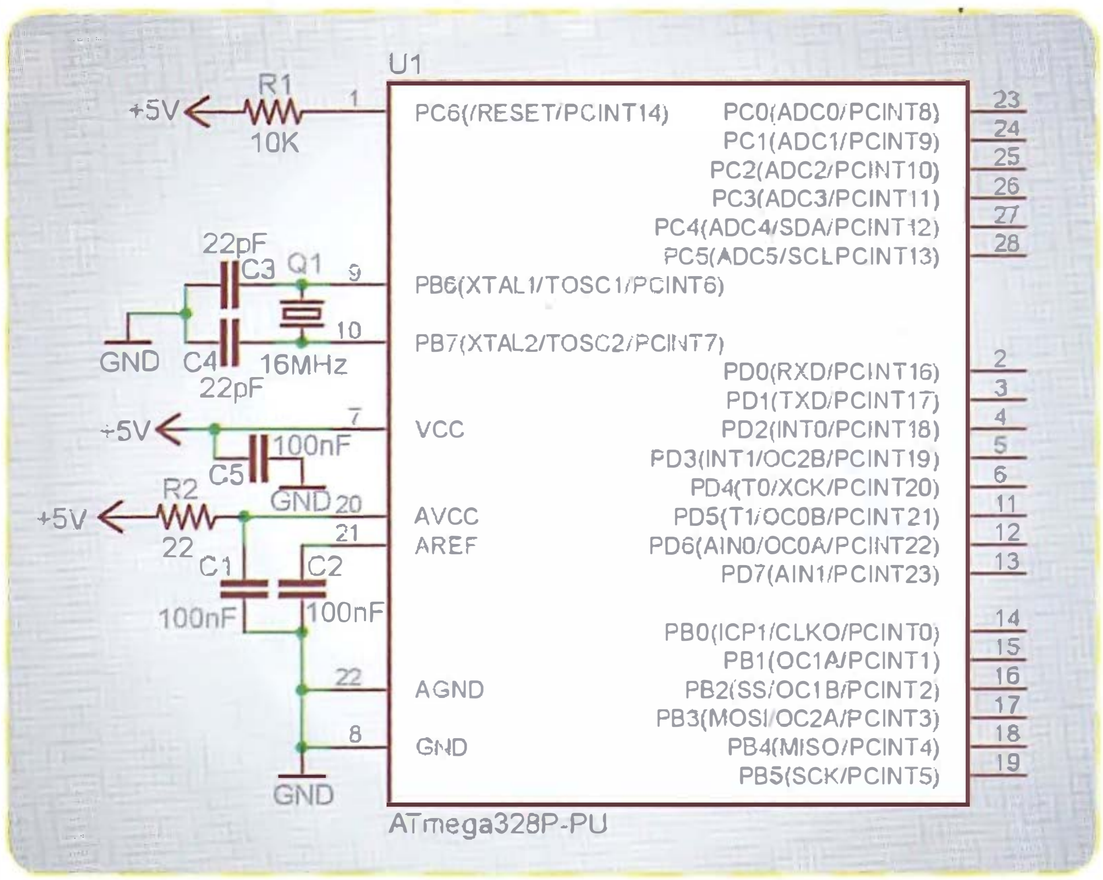


***Fig. 1** - Configurazione hardware per un corretto utilizzo dell'ADC dell'ATmega328.*

alimentazione generale (VCC), oltre che dall'assenza di un filtro sulla tensione di riferimento (ARef). Purtroppo Arduino, almeno nei modelli base testati da noi, non possiede alcuno di questi elementi, e l'unico applicabile è il filtro sull'ARef. Tuttavia è bene comprenderne i meccanismi affinché essi possano essere adottati nei circuiti stand-alone senza difficoltà alcuna.
Il disaccoppiamento tra AVCC e VCC si ottiene mediante una resistenza da 22 ohm in serie al positivo di alimentazione ed un condensatore da 100 nF verso GND, che insieme formano un filtro passa-basso, tagliando buona parte del ripple ad alta frequenza normalmente presente sull'alimentazione e migliorando sia la stabilità della lettura che la precisione. Risultati migliori si ottengono sostituendo la resistenza da 22 ohm con un'impedenza (induttanza) da 10 µH.
Il filtro sull'ARef si ottiene mediante un condensatore da 100 nF tra il pin ARef e GND.
In **Fig. 1** abbiamo riportato il classico schema di un ATmega328P in modalità stand-alone con i due accorgimenti sopra descritti; ovviamente tali accorgimenti servono solo se il circuito verrà utilizzato per l'acquisizione di dati analogici, garantendo una precisione di ±1 count, altrimenti non avranno alcun significato.
Nel prosieguo dell'articolo saranno mostrate alcune configurazioni d'uso dell'ADC; per aiutarvi a sperimentarle rapidamente, abbiamo approntato una serie di piccoli sketch (scaricabili dalla sezione download del nostro sito web *www.elettronicain.it*) correlati con le immagini di questo articolo.
Nelle note iniziali di ogni sketch sono riportati il numero della figura ad esso associata (ma a volte sono più di una) ed una breve descrizione della configurazione hardware.
Alcuni sensori di tipo analogico tendono a provocare valori instabili in assenza di segnale da misurare (quelli digitali, quando sono inattivi garantiscono comunque uno stato logico stabile), in questi casi conviene prevedere una resistenza con funzione di pull-down o di pull-up, cioè una resistenza (tipicamente da 10 kΩ) rispettivamente tra il pin analogico e GND o tra il pin analogico e VCC (di norma 5V).
La resistenza di pull-down si utilizza nei casi in cui occorre effettuare la lettura di tensioni con andamento positivo, per esempio quelle derivanti da sensori che forniscono un segnale con andamento proporzionale all'evento; viceversa, la resistenza di pull-up si utilizza nei casi di lettura di tensioni con andamento negativo, ovvero quando bisogna acquisire il segnale fornito da sensori che forniscono un segnale con andamento inversamente proporzionale all'evento.
Infine, ma in questo caso parliamo di protezione più che di stabilità e precisione, quando si lavora con sensori alimentati a tensioni maggiori della VCC (non ha importanza invece il valore di ARef), per prevenire possibili guasti, è buona norma usare un diodo Zener, di valore leggermente superiore alla tensione di riferimento, con il catodo sul pin di Arduino ed l'anodo a GND, con una resistenza in serie per limitare la corrente (vedere la **Fig. 2**). In tal modo, quando la tensione da misurare dovesse erroneamente superare quella dello Zener, esso entrerà in conduzione verso GND, tagliando il valore in eccesso.

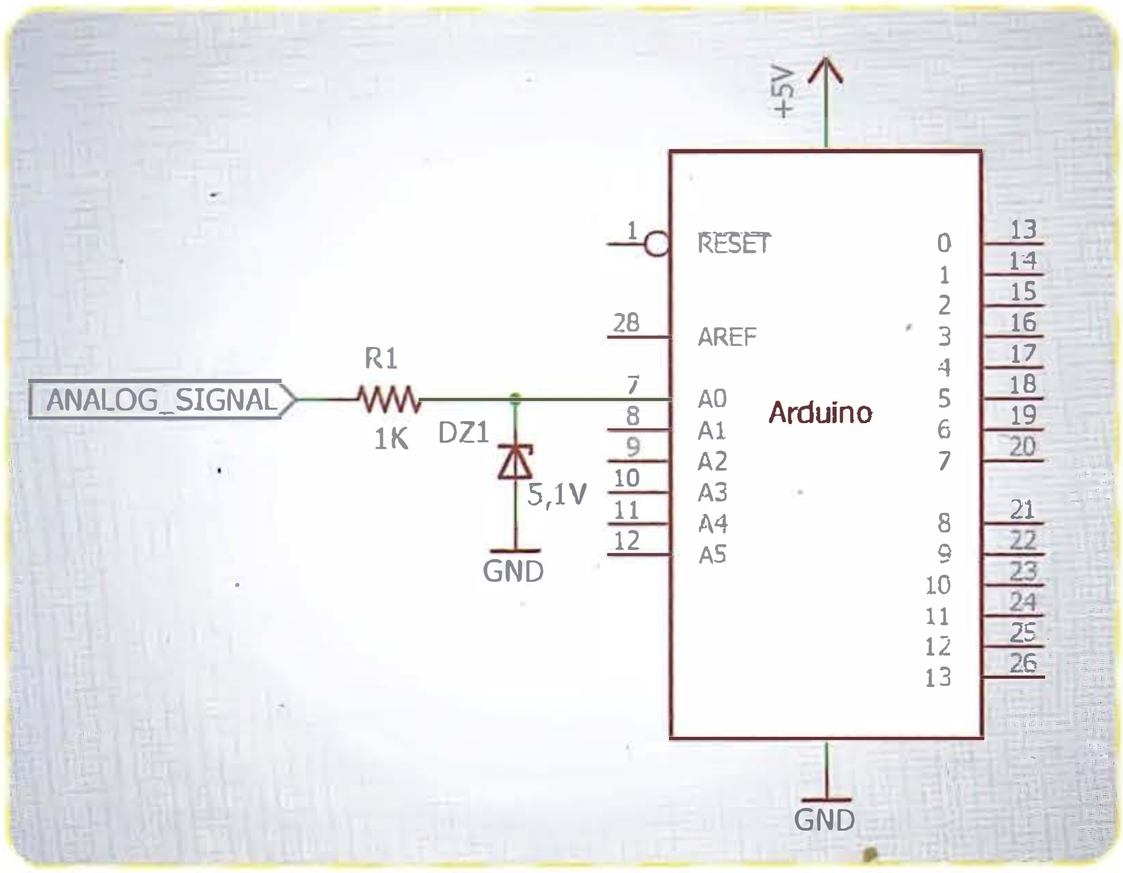


***Fig. 2** - Collegamento analogico protetto.*

Naturalmente quando si interfaccia un sensore alimentato a tensione superiore a VCC il segnale viene opportunamente trattato (in genere mediante un partitore), affinché, in corrispondenza della massima tensione in uscita dal sensore, sul pin analogico arrivi una tensione al limite del range di valori ammissibile; quindi lo Zener ha una funzione protettiva solo in caso di guasto.
Il diodo Zener ovviamente deve avere una resistenza di limitazione quasi sempre rappresentata da quella interna del sensore stesso; ma in alcuni casi è necessario aggiungerla esternamente: è il caso, appunto, della **Fig. 2**, nella quale, oltre allo Zener è presente una resistenza di limitazione della corrente. Naturalmente questo componente va previsto solo se esiste realmente una necessità di protezione dell'ingresso del micro.
Da notare come nella predetta **Fig. 2** e nelle seguenti non abbiamo riportato l'intera circuiteria necessaria per in buon funzionamento dell'ADC; la diamo per scontata dove sia possibile usarla, ma in questo caso lo schema è basato su Arduino e non sul solo ATmega328P-PU, quindi in questi interventi siamo molto limitati.
Per migliorare la lettura dei valori analogici si può intervenire anche via software; fondamentalmente sono disponibili le due modalità descritte di seguito.

- Fare la media di un certo numero di letture effettuate in un breve lasso di tempo e poi dare un unico risultato; in questo caso, prendendo ad esempio 10 valori consecutivi: 512, 513, 512, 522, 514, 512, 518, 510, 508, 512, la media risultante sarebbe 513, quindi i quattro picchi massimi e minimi (522, 518 e 508, 510) risulteranno praticamente ignorati. Ovviamente questa tecnica vale solo nei casi in cui si stiano misurando valori tendenzialmente stabili o che variano molto lentamente nel tempo, diversamente produrrebbe l'effetto opposto. Per esempio, se si sta misurando la temperatura ambiente è molto improbabile che possano esserci fluttuazioni di 1-2 °C nell'arco di qualche millisecondo, quindi questa tecnica potrebbe andar bene; ma se pensiamo all'uso di sensori per la misurazione della distanza o del movimento è ovvio che, essendoci la necessità di una rilevazione in tempo reale, la media di una misurazione multipla potrebbe produrre misurazioni notevolmente falsate.
- Un altro modo per aumentare la precisione consiste nell'aumentare via software i bit di conversione dell'ADC e quindi la risoluzione, una tecnica denominata "**oversampling**".

L'oversampling sfrutta sia l'errore di quantizzazione tra le misure, cioè quei mV che rappresentano la differenza in più o in meno tra il valore reale della tensione e lo step minimo del DAC, sia il rumore sovrapposto al segnale; ne deriva che, per quanto possa sembrare assurdo, una tensione perfettamente pulita (ossia segnale privo di disturbi) non permette l'uso corretto dell'oversampling.
La tecnica consiste nell'acquisire 4^n sample, ove n è il numero di bit da guadagnare, sommarli e dividerli per 2^n. Per esempio, l'ADC dell'ATmega328P è a 10 bit, quindi restituisce un valore massimo di $2^{10} - 1 = 1.023$; ma siccome noi vogliamo passare da una risoluzione a 10 ad una a 11 bit, acquisiamo quattro letture ($4^1=4$) e sommiamo tra loro i valori corrispondenti, dividendo poi il risultato per 2 ($2^1=2$).
Immaginiamo ora di leggere i quattro valori 1000, 1002, 1002, 1000, la cui somma è 4004, che divisa per 2 fornisce una lettura finale di 2.002; quest'ultimo valore rientra nel nuovo range a 11 bit ($2^{11} - 1 = 2047$) e la nuova risoluzione (sempre restando nel riferimento standard di 5V) ora è di 5V/2048=0,002441 V, cioè 2,44 mV.
Se invece vogliamo passare a 12 bit si acquisiscono 16 letture ($4^2=16$) e si dividono per 4 ($2^2 = 4$), in questo caso il nuovo range arriva a $2^{12} - 1 = 4.095$ e la nuova risoluzione è di 5V/4.096=0,001220 V, cioè 1,22 mV.
Naturalmente tale aumento di precisione ha un prezzo da pagare, che è la riduzione della banda passante; col passaggio da 10 a 11 bit la banda si riduce a 1/4, col passaggio da 10 a 12 bit la banda si riduce a 1/16, e così via, pertanto è decisamente sconsigliabile un incremento oltre 2 bit.
Solitamente alla tecnica dell'oversampling si ricorre quando la velocità di lettura non è prioritaria mentre serve la maggiore risoluzione possibile.

SENSORI ANALOGICI

Con questo termine si definiscono tutti quei componenti, attivi o passivi, che trasformano una grandezza fisica in una grandezza elettrica (tensione o corrente) che è facilmente misurabile. Un **sensore attivo**, in genere, è un sensore alimentato che, a fronte delle variazioni della grandezza fisica da misurare (per esempio la temperatura), fornisce sul suo pin di uscita una tensione proporzionale al valore misurato; un esempio è l'integrato LM35 che, alimentato a 5 V tramite due dei suoi tre pin, fornisce sul piedino di uscita una tensione che aumenta all'aumentare della temperatura ambiente, ovvero direttamente proporzionale alla temperatura secondo un coefficiente di drift di 10 mV/°C. Tale

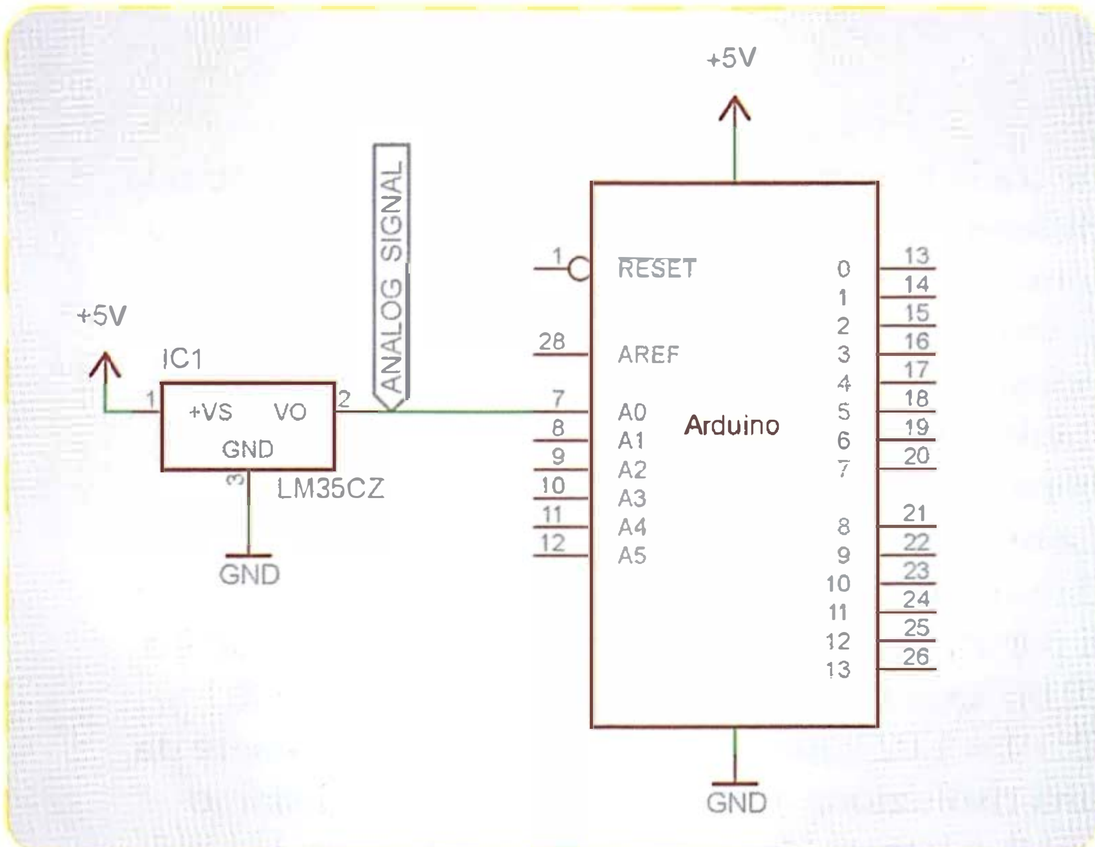


***Fig. 3** - Schema applicativo di base del sensore.*

tipo di sensore è collegabile direttamente ad un pin analogico di Arduino, in quanto, per leggere temperature positive è alimentabile con una tensione di alimentazione uguale a quella di Arduino (vedere la **Fig. 3**).
Da notare che non serve collegare una resistenza di pull-down in quanto, come spiegato in precedenza, i sensori attivi forniscono costantemente un valore di tensione da 0 V in su, perciò sono essi che stabiliscono la tensione; il resistore di pull-down è necessario di norma per tenere a zero volt una linea quando ciò che vi è collegato si trova nella condizione di non poterlo fare (oppure nulla è collegato) come i resistori di pull-up servono per mantenere il livello alto in assenza di qualcosa che lo possa fare.
Invece un **sensore passivo** è un componente le cui caratteristiche sono influenzate da una data grandezza fisica da misurare, quindi non necessita di una alimentazione esterna. Un esempio può essere un termistore NTC (*Negative Temperature Coefficient*) che è un resistore il cui valore resistivo diminuisce all'aumentare della temperatura; anche il suo complementare PTC (*Positive Temperature Coefficient*) che è un resistore che si comporta all'opposto, ovvero il cui valore resistivo aumenta all'aumentare della temperatura. Le variazioni di resistenza generate da questi sensori, però, non possono essere direttamente interpretate dai pin analogici di Arduino, quindi necessitano di una conversione.

IL PARTITORE RESISTIVO

Nel caso dei sensori di tipo resistivo, essi devono essere inseriti in un circuito, il cosiddetto "**partitore resistivo variabile**" che, alimentato esternamente, è in grado di generare una tensione più o meno proporzionale alla variazione del valore resistivo del sensore; in poche parole, inserendo un sensore passivo in un idoneo circuito alimentato, lo si trasforma in un sensore attivo che, come tale, può essere letto direttamente dal pin analogico di Arduino (**Fig. 4**). Esistono altri sensori passivi che sono in grado

Legenda per lettura **FORMULE**

FattoreRiduzione è una costante ottenuta con la divisione VMaxSensore / VRiferimento e rappresenta il fattore di riduzione ottenuto con il partitore adottato.

LetturaDecimale è il valore letto da Arduino sul pin analogico mediante il comando analogRead(pinAnalogico).

Risoluzione è il valore in tensione di ogni singolo bit dell'ADC e si ottiene dividendo VRiferimento / 1024.

RPartitore è la somma delle due resistenze che costituiscono il partitore, quindi la resistenza totale applicata tra l'uscita del sensore e GND.

RPulldown è la resistenza applicata tra il pin analogico di Arduino e GND.

RSensore è la resistenza di valore fisso applicata tra il sensore ed il pin analogico di Arduino.

VAnalogica è il valore di tensione applicato al pin analogico di Arduino per essere misurato, proveniente direttamente dal sensore o ridotta da un partitore.

VFondoScala rappresenta la massima tensione applicabile al partitore, per avere esattamente la VRiferimento sul pin analogico di Arduino.

VMaxSensore è la tensione di alimentazione del sensore, che viene assunta anche come massimo valore in uscita dal sensore stesso.

VOutSensore è la tensione in uscita dal sensore durante la fase di misurazione, ed è variabile nel range tra 0 V e VMaxSensore.

VRidotta è la tensione che arriva al pin analogico quando il sensore eroga la sua tensione massima (VMaxSensore).

VRiferimento è il valore assegnato, via software o hardware all'Aref dell'ADC.

di generare direttamente dei valori in tensione, in virtù delle loro specifiche proprietà fisiche, ma questa tensione ha dei valori così piccoli da risultare illeggibile da parte del pin analogico. È il caso delle Termocoppie (ne esistono diverse tipologie, le principali delle quali sono i tipi K, J e T) che sono componenti costituiti da due elementi metallici di diversa natura (a differente struttura atomica), uniti ad un capo e separati all'altro capo, dove appunto è possibile misurare delle differenze di potenziale di circa 10 microvolt (µV) per °C; tale tensione deriva dall'effetto seebeck, ossia dallo scompenso di carica elettrica nella zona di contatto tra due metalli a diversa valenza. In questo caso non serve un convertitore ma un amplificatore in tensione, in grado di portare il segnale almeno a 5÷10 millivolt (mV) per °C che, in questo caso, sono direttamente misurabili dall'ADC di Arduino (vedi **Fig. 5**).

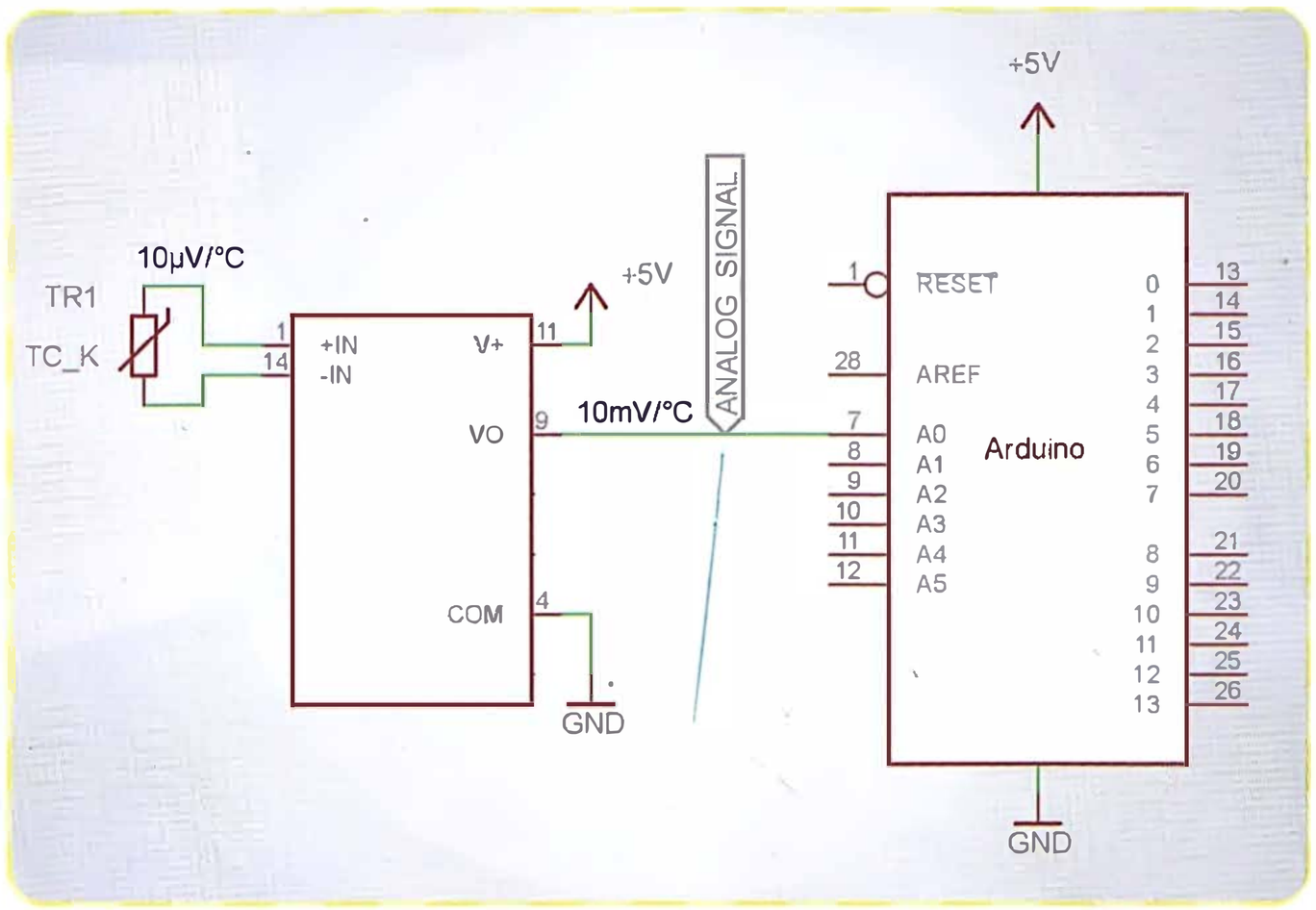


***Fig. 5** - Schema applicativo di una termocoppia tipo K.*

Bene, poc'anzi abbiamo definito il partitore resistivo variabile come un circuito in grado di trasformare un sensore passivo, di tipo resistivo, in sensore attivo; in questo caso il sensore è un elemento variabile del partitore e viene usato assieme ad un altro elemento di valore fisso, che fa da riferimento.

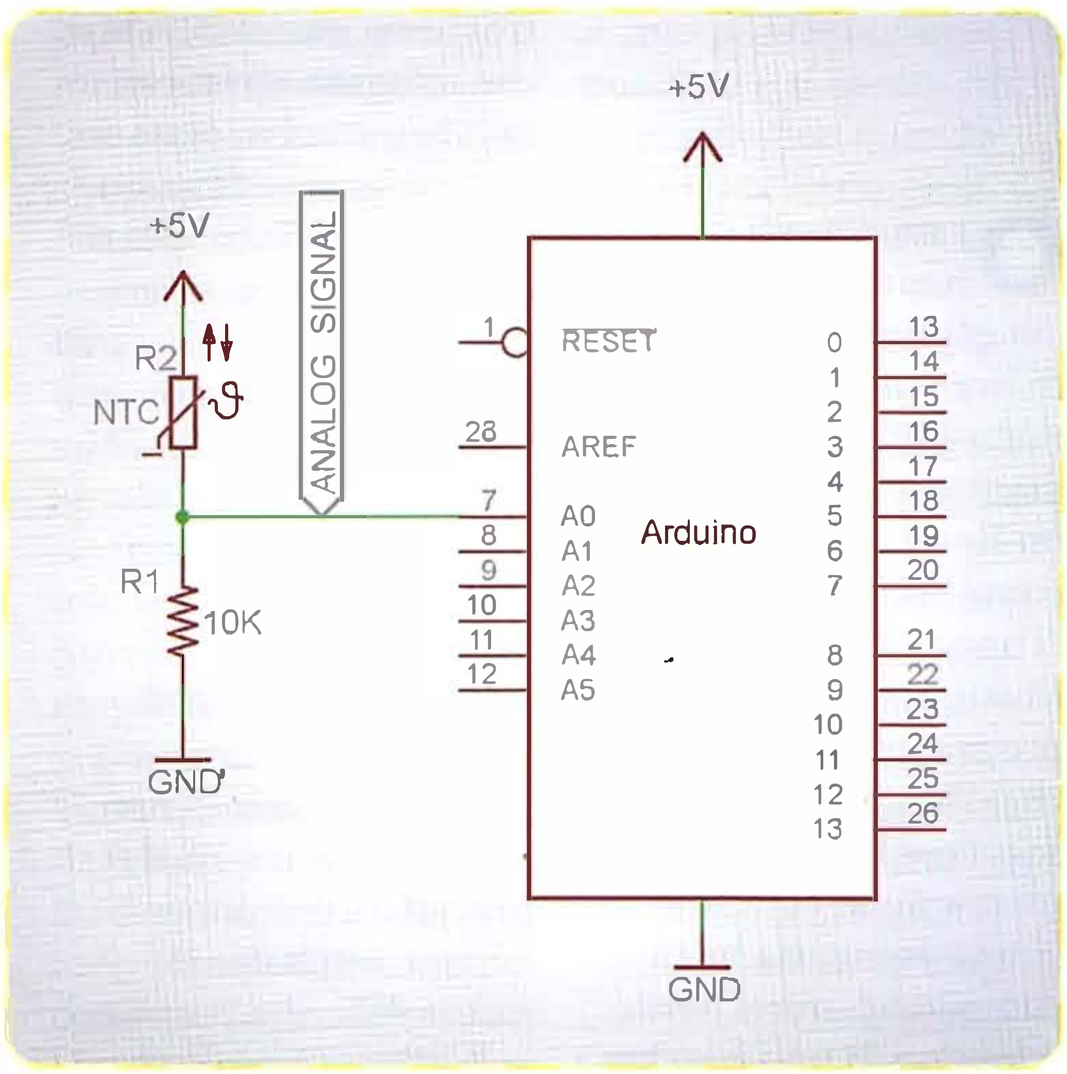


***Fig. 4** - Schema applicativo del sensore NTC.*

Ma esistono situazioni in cui il partitore resistivo viene costruito con due elementi fissi, allo scopo di ridurre l'ampiezza in volt di un segnale avente tensione maggiore rispetto alla tensione di alimentazione di Arduino.
Finora abbiamo "usato" Arduino in condizioni ideali, cioè applicando agli ingressi analogici solo tensioni inferiori a quella di riferimento e ci sono molte situazioni in cui questa condizione ideale è assolutamente possibile: per esempio con sensori che operano con una tensione di alimentazione di 5 V; ma cosa succede quando siamo costretti a lavorare con tensioni analogiche decisamente superiori, come ad esempio i canonici 12 V o anche 24 V di molti sensori? Qui le cose cambiano decisamente, almeno per quanto riguarda la protezione degli input/output del microcontrollore: se non prendiamo i giusti provvedimenti, alla prima lettura fatta male lo distruggiamo inesorabilmente!
È quindi arrivato il momento di usare il partitore resistivo fisso, costituito da due resistenze il cui valore sarà calcolato in base a formule che vedremo nella terza ed ultima puntata e la cui legenda abbiamo riportato nella pagina precedente.
Lo scopo è ottenere una riduzione "proporzionale" della tensione analogica massima, in modo da portarla ad un valore, che chiameremo *VRidotta*, uguale o inferiore alla tensione di riferimento dell'ADC.

CONCLUSIONI

Nella terza puntata proporremo formule e calcoli per poter ricavare rapidamente i valori delle resistenze da usare, in base ai parametri noti di cui disponiamo e ricaveremo le formule inverse che potranno essere utili in altre situazioni.

Oramai molti di noi hanno in tasca uno smartphone ben fornito di brani musicali in formato MP3 e tanti altri usufruiscono dei servizi on-line e on-demand come Spotify, Napster, iTunes, Google Play Music per ascoltare la propria musica preferita. Sicuramente poter scegliere la musica nel momento in cui si desidera ascoltarla ha un suo perché, ma si perde il fascino di uno speaker radiofonico che con la sua allegria e simpatica rallegra la giornata. Quel fascino per cui si preferisce questa o quell'emittente, questo o quel programma, o si ascolta una radio di musica no-stop o una in cui c'è un DJ che la annuncia.
In auto, al lavoro e molto spesso anche a casa l'ascolto di una emittente radiofonica non è ancora tramontato; ecco perché abbiamo voluto proporre un circuito ricevitore per radio FM, che oggi si può costruire con pochi e affidabili componenti.
Se cercate nei vari cataloghi di elettronica, troverete minuscoli chip che integrano praticamente tutto il necessario per svolgere la funzione di ricevitori FM, e per di più con un costo veramente irrisorio.
Ecco quindi l'idea di realizzare una radio FM moderna e funzionale, da portare ovunque vi piaccia.

SCHEMA ELETTRICO

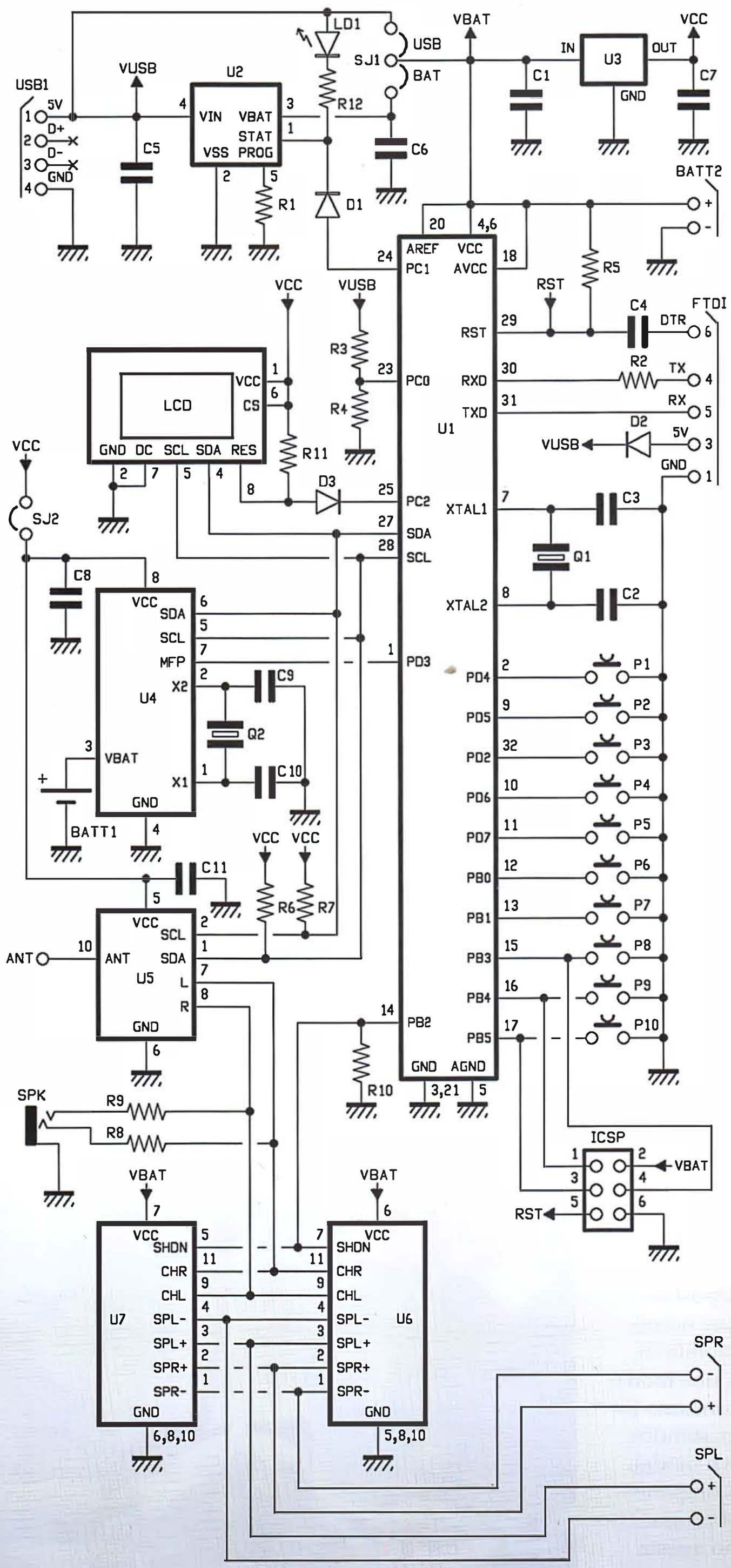
Volendo realizzare un prodotto moderno non potevamo esimerci dal prevedere un'alimentazione con batterie ricaricabili, che permette l'utilizzo ovunque, senza vincoli.

OPEN RADIO

dell'Ing. MIRCO SEGATELLO

Costruiamo un ricevitore per la radiodiffusione in FM stereo dotato di display su cui visualizzare informazioni come la stazione, la potenza del segnale e i messaggi dell'RDS, oltre che di amplificatore stereo integrato con altoparlanti da 3 watt.

Dall'analisi dello schema elettrico noterete la mancanza di un interruttore di accensione, il che fa supporre che il circuito non venga mai spento; in effetti è proprio così, perché l'intero circuito rimane costantemente sotto tensione e l'accensione e lo spegnimento degli stadi che presentano consumo rilevante avvengono esclusivamente tramite un pulsante, che però non agisce direttamente sull'alimentazione ma "avvisa" il microcontrollore.
La gestione energetica del circuito avviene infatti interamente a livello software, permettendo di ottenere una serie di vantaggi che ne valorizzano il funzionamento. Ad esempio, quando si attiva la funzione MUTE degli altoparlanti viene spento l'intero modulo amplificatore BF, con un considerevole risparmio energetico. Altra funzionalità assolutamente fondamentale è la possibilità di portare l'intero circuito in modalità power-off qualora la tensione della batteria scenda sotto una certa soglia, garantendo la salvaguardia della stessa. Questo perché le batterie Li-Po non possono essere scaricate completamente, dato che sotto una certa tensione (di solito 2,6V) la batteria si danneggia e un tentativo di ricarica può comportarne addirittura l'esplosione.
Considerato tale rischio, non potevamo certo affidare il monitoraggio della batteria all'utilizzatore della radio, quindi abbiamo preferito che la cosa avvenisse nel complesso della gestione energetica, in maniera automatica.
Ciò avviene ad esempio nei cellulari e smartphone, che si accendono e spendono semplicemente premendo un pulsante e si spengono in automatico quando la batteria ha raggiunto la massima scarica ammissibile.
Per riuscire ad ottenere questa funzionalità è necessario progettare l'intero circuito considerando attentamente gli assorbimenti di corrente in ciascun dispositivo, prevedendo, se necessario, la possibilità di impostarli in una modalità a basso consumo (in gergo tecnico, standby o power-down mode).
Quasi tutti i componenti elettronici in commercio prevedono questa

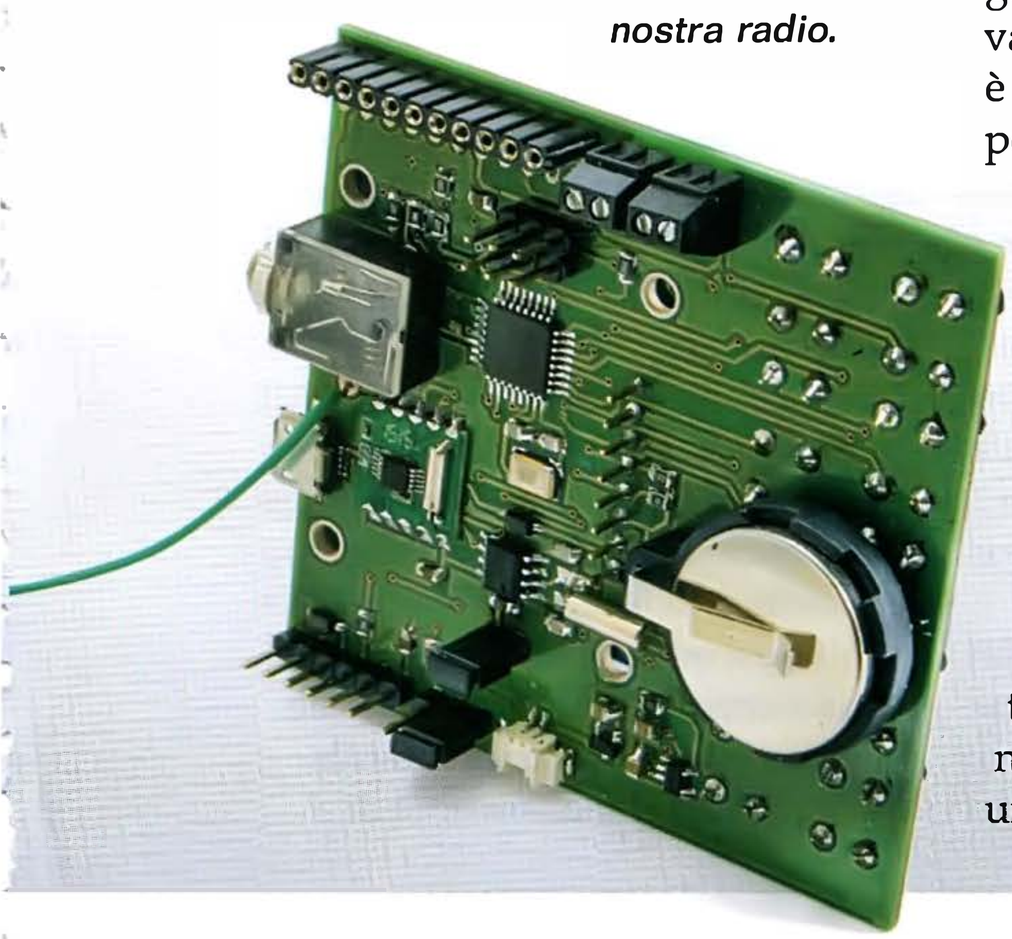


modalità, sempre più richiesta dai progettisti di apparecchiature alimentate a batteria, in cui l'autonomia risulta fondamentale.
Partiamo dal cuore del progetto, che è un microcontrollore ATMega328P, lo stesso di Arduino, in modo da garantire la completa compatibilità con il famoso ambiente di programmazione. Pochi sanno che questo micro dispone di un sofisticato sistema che permette di attivare o disattivare ogni singola periferica interna, potendo arrivare ad una situazione di power-down con un assorbimento di pochissimi microampere. Il microcontrollore è circondato da blocchi funzionali, tre dei quali si trovano su moduli in formato breakout board.
La tensione di una batteria Li-Po completamente carica arriva a 4,2 volt, che è un valore eccessivo per dispositivi funzionanti a 3,3 volt, pertanto abbiamo previsto uno stabilizzatore di tensione LDO con una quiescent current (corrente dispersa verso massa) di un solo microampere; nello schema elettrico, il regolatore è siglato U3.
Per la sezione radio ci siamo affidati a un modulo radio RDA5807M della RDA Microelectronics (siglato, nello schema, U5), il quale, oltre a disporre della decodifica per i segnali RDS, assorbe in modalità power-down (spento ma alimentato) solamente 15 µA. Il modulo è molto sensibile, supporta due deenfasi per la decodifica stereo (50 e 75 microsecondi) e spaziature tra i canali di ±100, ±200, ±50 e appena ±25 kHz, il che implica che il suo stadio d'ingresso è fortemente seletttivo.
Il modulo RDA5807 è stato pensato per l'utilizzo "worldwide" ed allo scopo il suo stadio RF è progettato per poter sintonizzare tutte le gamme FM previste nel

CARATTERISTICHE TECNICHE

- **Gamma di frequenze: 50÷115 MHz**
- **Demodulazione: FM stereo**
- **Supporto RDS**
- **Sensibilità 87÷108 MHz: 1,2 µV**
- **Selettività: ÷ 25 kHz**
- **Deenfasi di 50/75 µs**
- **Separazione tra canali: 35 dB**
- **Potenza d'uscita: 3+3 W RMS**
- **Controllo a pulsanti**
- **Display grafico**
- **Alimentazione a batteria Li-Po 3,6V**
- **Corrente assorbita: max. 300 mA**

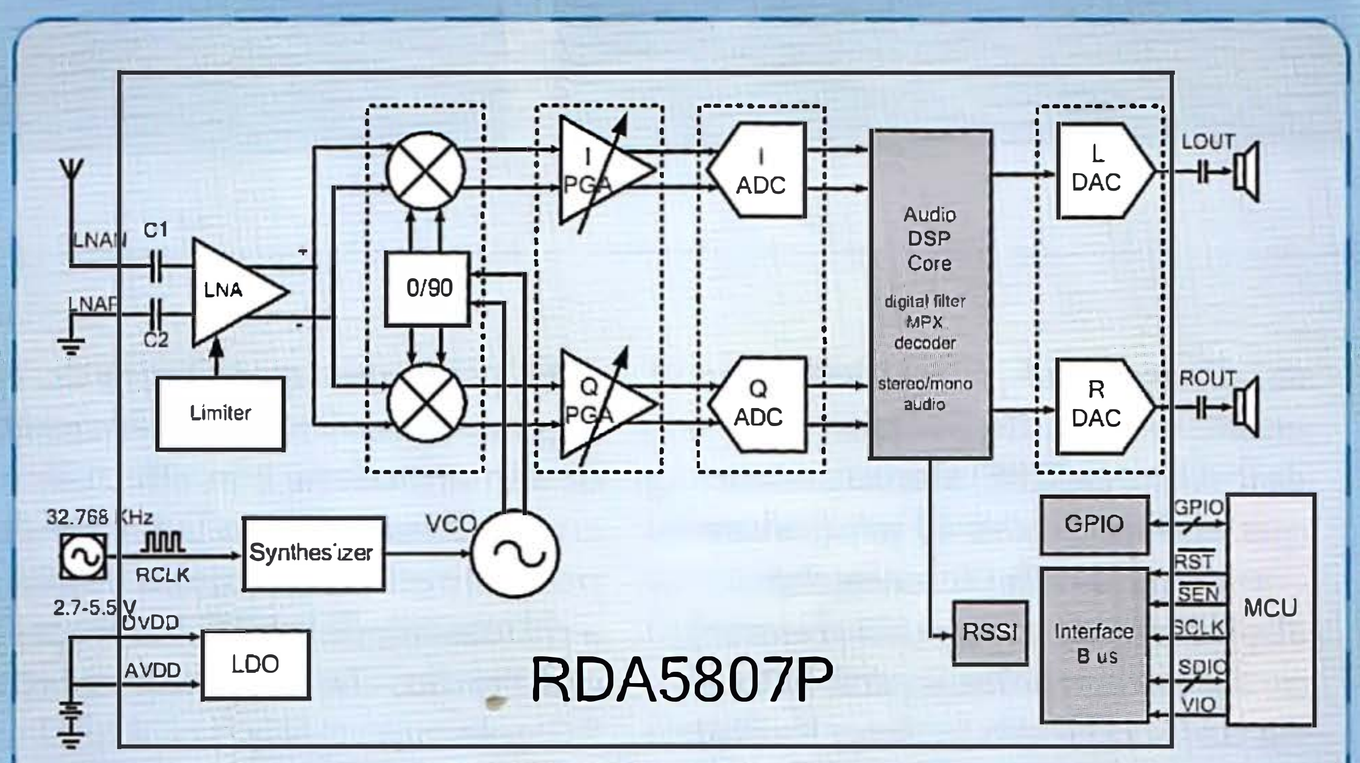
mondo, quindi per operare fra un minimo di 50 e un massimo di 115 MHz.
Il segnale audio fornito in uscita dall'U5 dev'essere amplificato, così da poterlo mandare a due altoparlanti a larga banda (vogliamo una radio stereo, ovviamente...); a ciò provvede un ulteriore modulo su breakout board, che si basa sull'integrato PAM8403. Quest'ultimo è un completo amplificatore a due canali da 3+3W operante in classe D, ma che non richiede filtri passa-basso esterni e che presenta un'efficienza garantita del 90%; il chip è in grado di operare con tensioni di valore compreso tra 2,5V e 5V ed è stato espressamente progettato per funzionare alimentato da una porta USB oppure mediante una batteria Li-Po a singola cella. Questo integrato dispone di un pin di controllo denominato shut-down che consente di portare il modulo ad assorbire meno di un microampere quando non viene utilizzato.
Proseguiamo l'analisi circuitale dicendo che a bordo della nostra scheda è previsto anche un modulo RTC, che tuttavia è opzionale; si può utilizzare in un futuro sviluppo dove un'opportuna variante software permette di trasformare questo progetto in una radiosveglia (Radio Alarm Clock). Il modulo RTC è basato su un integrato MCP79410 della Microchip ed è in grado di mantenere la piena funzionalità assorbendo appena 1,2 µA!
A completare il circuito abbiamo inserito l'integrato MCP73831, che provvede alla ricarica della batteria quando il circuito viene connesso alla porta USB. Questo integrato, se non alimentato, assorbe comunque dalla batteria una piccolissima corrente (inver-



La scheda con cui realizziamo la nostra radio.

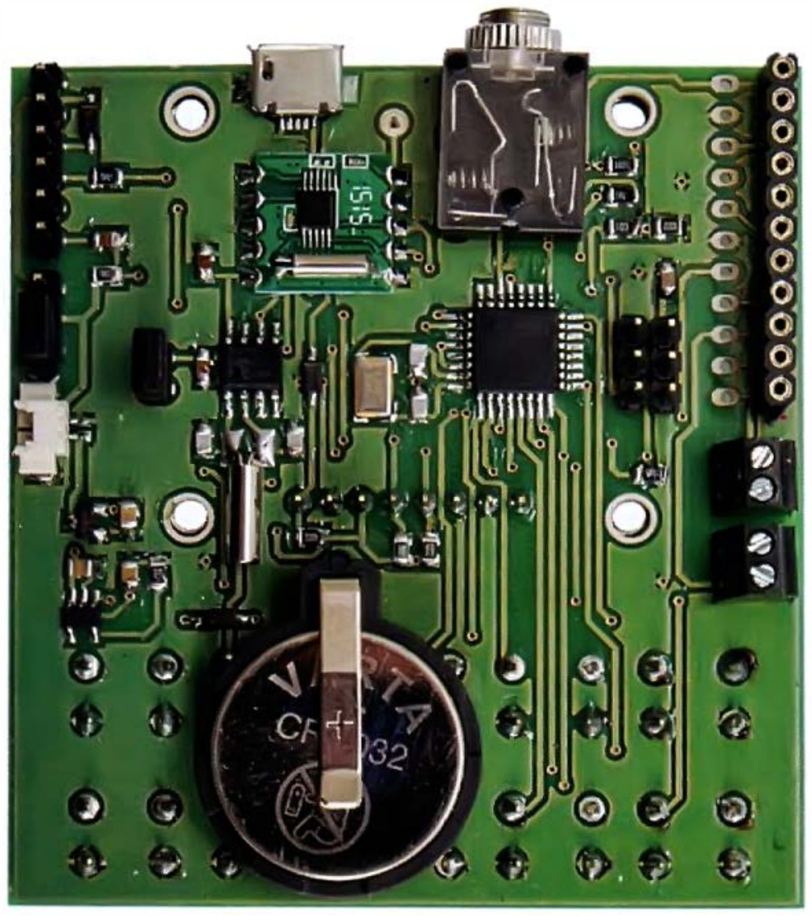
Il **ricevitore FM** single-chip

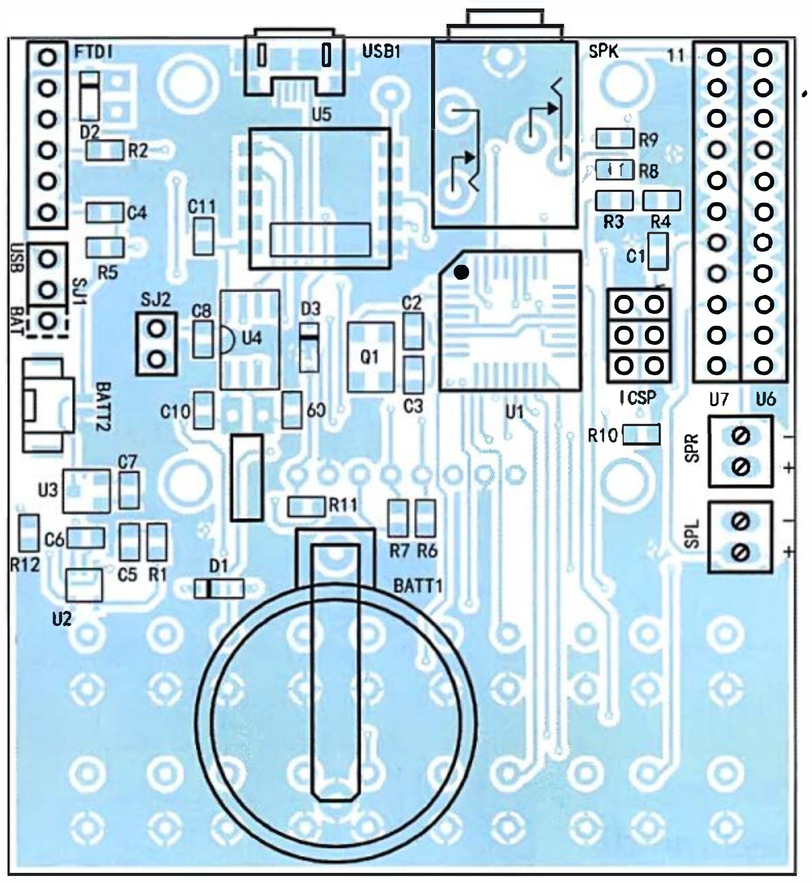
La nostra OpenRadio è stata realizzata grazie a un modulo basato su uno speciale circuito integrato della RDA Microelectronics siglato RDA5807M; questo chip è un completo ricevitore radio FM adatto a tutte le bande della radiodiffusione adottate nel mondo, non a caso il suo front-end e il suo stadio di sintonia sono in grado di lavorare tra 50 e 115 MHz (pur essendo, la FM "nostrana" estesa tra 87 e 108 MHz) con una sensibilità in antenna che si colloca mediamente sugli 1,2÷1,3 microvolt (quindi elevatissima) e che permette di sintonizzare anche le emittenti più deboli.
Come mostra lo schema a blocchi in questo riquadro, l'integrato funziona in supereterodina e dispone, allo scopo, di un sintonizzatore con oscillatore locale agganciato alla sezione di sintonia, oltre che di un miscelatore AF e del rispettivo stadio di media frequenza con demodulatore di frequenza della IF. Gli stadi di sintonia e oscillatore locale sono controllati digitalmente e sincronizzati con un quarzo esterno da 32,768 kHz che pilota un VCO. L'audio demodulato attraversa due stadi PGA (Programmable Gain Amplifier) e viene convertito in digitale e gestito da un DSP e un filtro digitale, cui segue un demultiplexer per estrarre il segnale audio stereo. Un'apposita logica separa e decodifica i messaggi RDS/RBDS. Il tutto è governato da una logica che si interfaccia al processore host (nel nostro caso l'ATmega328P sulla scheda) tramite un bus di tipo I²C che permette sia la gestione della sintonia e dei dati audio, sia l'acceso ai dati dell'RDS/RBDS. L'audio stereo digitale viene poi trasformato in analogico e reso disponibile ai piedini LOUT ed ROUT.



RDA5807P FM Tuner Block Diagram

[piano di **MONTAGGIO**]





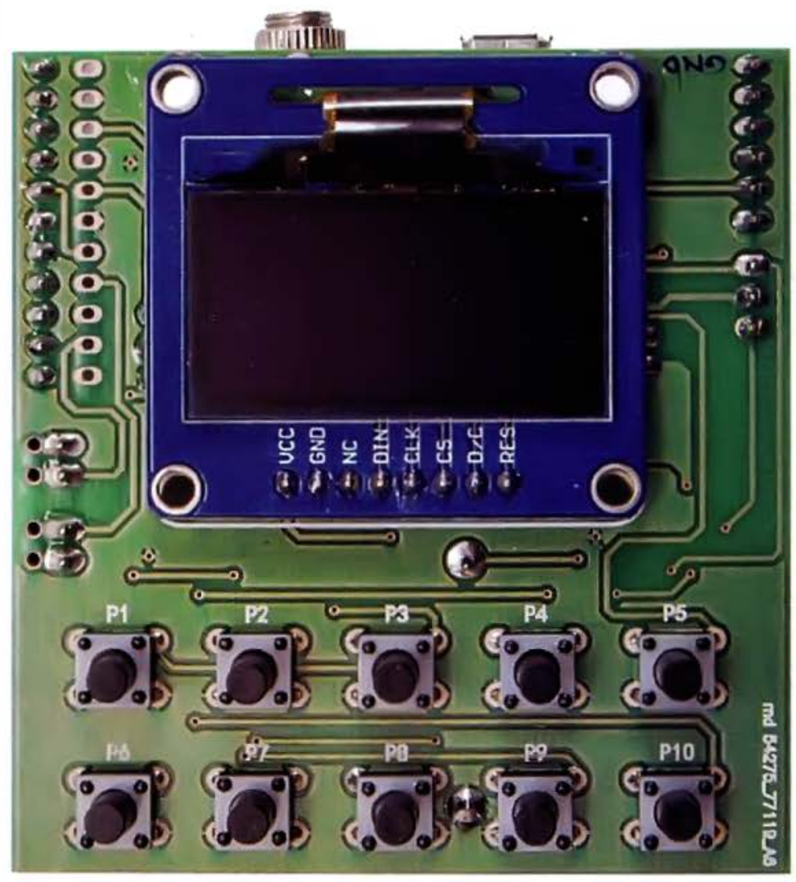
Elenco Componenti:

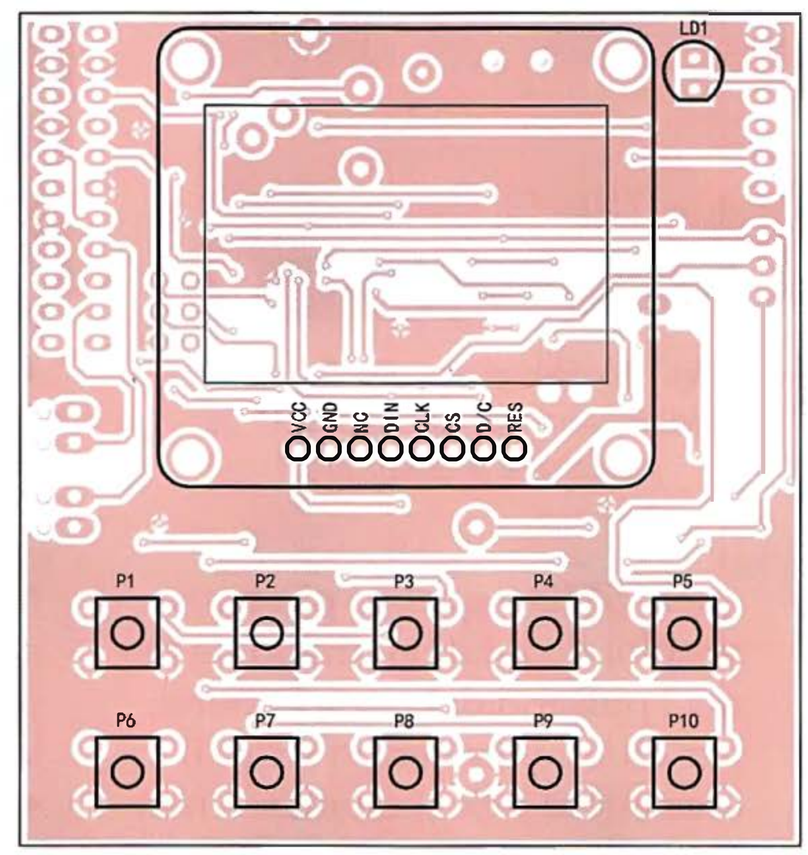
C1, C4: 100 nF ceramico (0805)
C2÷C3: 22 pF ceramico (0805)
C5÷C7: 3,3 µF ceramico (0805)
C8, C11:100 nF ceramico (0805)
C9, C10:9 pF ceramico (0805)
R1: 3,9 kohm (0805)
R2: 1 kohm (0805)
R3÷R7: 10 kohm (0805)
R8÷R10: 1 kohm (0805)
R11: 10 kohm (0805)
R12: 470 ohm (0805)
Q1: Quarzo 8 MHz (5 x 3,2)
Q2: Quarzo 32,768 Hz
U1: ATMEGA328-AU (MF1296)
U2: MCP73831T-2ATI/OT
U3: MCP1700T-3302E/TT
U4: MCP79410-I/SN
U5: RDA5807M
U6, U7: Modulo PAM8403
LCD: Display grafico 1.3" (OLEDA)

sa) di circa 1µA. Considerando anche la corrente in stand-by dell'Atmega328P, siamo comunque al di sotto dei 40 µA (valore confermato dalle misure che abbiamo eseguito in laboratorio), ovvero scaricheremo una batteria da 1.000 mAh in circa 3 anni! Molto probabilmente la Li-Po si scaricherebbe prima a causa dell'effetto di autoscarica da cui è affetta, come del resto tutte le batterie.
Piccolo dettaglio, ma forse neanche tanto piccolo: manca il partitore di tensione per la misura della tensione ai capi della batteria. Conoscere la tensione della batteria è fondamentale per sapere quando è il momento di spegnere il circuito, ma di certo non possiamo usare il classico partitore di tensione; ad esempio due resistenze da 10 kohm (poste in serie) assorbirebbero una corrente di circa 250 µA, ovvero più di tutto il resto del circuito.
La conoscenza approfondita del microcontrollore Atmega328P ci ha permesso di aggirare l'ostacolo, grazie alla possibilità di leggere via software la tensione di alimentazione e in effetti il micro è alimentato con la tensione presa direttamente dalla batteria, a differenza dell'RTC e del modulo radio, che sono alimentati a 3,3 volt.
Nel circuito abbiamo previsto un portapile (BATT 1) per alimentare l'eventuale modulo RTC in assenza di alimentazione principale, anche se, essendo il circuito costantemente alimentato dalla batteria principale, la relativa funzione non è fondamentale, perché anche se la batteria principale risultasse completamente scarica sarebbe ancora sufficiente a fornire i pochi microampere necessari a mantenere in funzione l'RTC.
Il modulo radio dispone di un controllo di volume digitale facilmente impostabile tramite comandi via software, questo ci permette di omettere il classico potenziometro e utilizzare dei semplici pulsanti.
Abbiamo previsto anche la funzionalità MUTE, che porta il volume a zero e disattiva il modulo amplificatore per risparmiare corrente, funzione utile se ricevete una telefonata e volete tacitare la radio.
Noterete anche che per il clock del microcontrollore Atmega328P abbiamo utilizzato un quarzo da "soli" 8 MHz, mentre il quarzo standard della scheda Arduino Uno, per esempio, è da 16 MHz. Non avendo particolari esigenze in fatto di velocità, far funzionare il microcontrollore con un clock a frequenza più bassa comporta il vantaggio di avere una minor assorbimento di corrente, molto importante in circuiti alimentati a batteria come la nostra radio.
L'alimentazione di tutto il circuito avviene con una batteria singola cella di tipo Li-Po da 1.000mAh; considerando che a volume moderato il circuito assorbe circa 45 mA, sarà possibile ascoltare musica per oltre 20 ore.
Per la ricarica abbiamo impostato il nostro integrato caricabatteria MCP38731 per una corrente di

USB1: Connettore micro USB
LD1: LED rosso 3mm
D1÷D3: MMSD4148
BATT1: Porta batteria CR2032
BATT2: Connettore JST 2 vie 1.25mm
SPK: Connettore jack steremo 3.5mm
P1÷P10: Microswitch

Varie:
- Strip femmina 8 vie tornito
- Strip femmina 11 vie
- Strip maschio 2 vie
- Strip maschio 3 vie
- Strip maschio 6 vie
- Strip maschio 8 vie tornito
- Strip maschio 11 vie
- Strip maschio 2x3 vie
- Morsetto 2 poli passo 2.54mm (2 pz.)
- Circuito stampato S1296 (59 x 69mm)





ricarica di circa 250 mA, che permette il totale ripristino della Li-Po in circa quattro ore.
Sullo stampato troverete anche il connettore ICSP per il download del bootloader ed il connettore FDTI compatibile con il modulo FTDI CONVERTITORE USB-SERIALE della Futura Elettronica (codice 7300-FTDI5V), necessario per caricare lo sketch sul microcontrollore.
Il jumper SJ2 è servito solo in fase di collaudo per misurare la corrente assorbita dall'RTC e dal modulo radio; notate infatti che si trova in serie all'alimentazione Vcc.
Il jumper a tre vie SJ1 ha un contatto centrale che può essere connesso nella posizione USB BAT e permette di scegliere la modalità di alimentazione del circuito, secondo quanto esposto qui di seguito.

- MODO 1; il contatto centrale di SJ1 viene chiuso verso la serigrafia BAT ed il circuito è alimentato tramite la batteria. L'inserimento del cavo USB e/o del programmatore FDTI comporta la ricarica della batteria.
- MODO 2: il contatto centrale di SJ1 viene chiuso verso la serigrafia USB ed il circuito è alimentato tramite il connettore USB e/o il programmatore FDTI. In questa modalità la batteria DEVE essere rimossa.

Per la visualizzazione dei dati abbiamo optato per un moderno display OLED con risoluzione di 128x64 pixel, il quale, vista la tecnologia costruttiva, non necessita di retroilluminazione, consuma veramente pochissimo e presenta un ampio angolo di visione. Essendo di tipo grafico, con esso possiamo visualizzare lettere, numeri e anche icone (**Fig. 1**); inoltre la visualizzazione è sempre molto nitida, il che è apprezzabile in ogni caso.

REALIZZAZIONE PRATICA

Spiegato il sistema sul piano teorico, passiamo alla costruzione, con una nota: la realizzazione richiede una certa pratica con i componenti SMD, che vedete largamente usati nel progetto. Per lavorare bene dovete disporre di un saldatore da 20÷25 W a punta finissima, della pasta flussante e del filo di lega saldante da 0,5 mm di diametro, una pinzetta a molla, una lente d'ingrandimento e della trecciola dissaldante per rimuovere eventuali eccedenze o baffi di lega saldante.
Partendo dallo stampato (a doppia ramatura, ottenibile per fotoincisione dopo aver realizzato le pellicole partendo dalle tracce rame scaricabili dal nostro sito *www.elettronicain.it* insieme agli altri file del progetto) saldate via-via i componenti partendo da

***Fig. 1** - Il display di OpenRadio.*

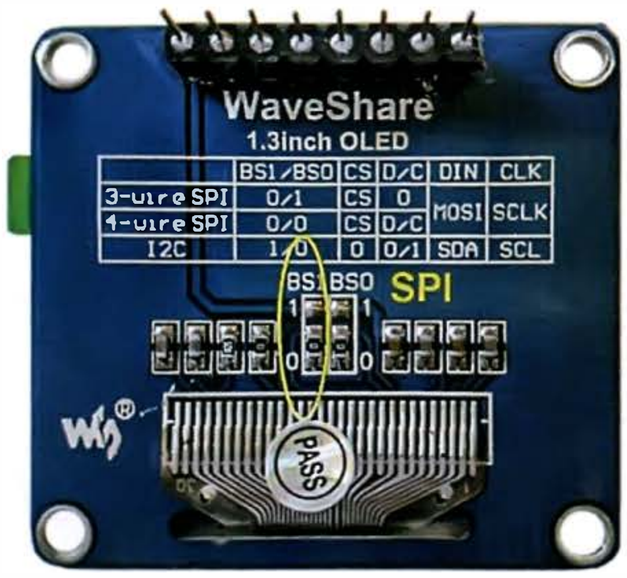


Fig. 2 *- Retro del display con evidenziato il ponticello BS1 in posizione predefinita.*

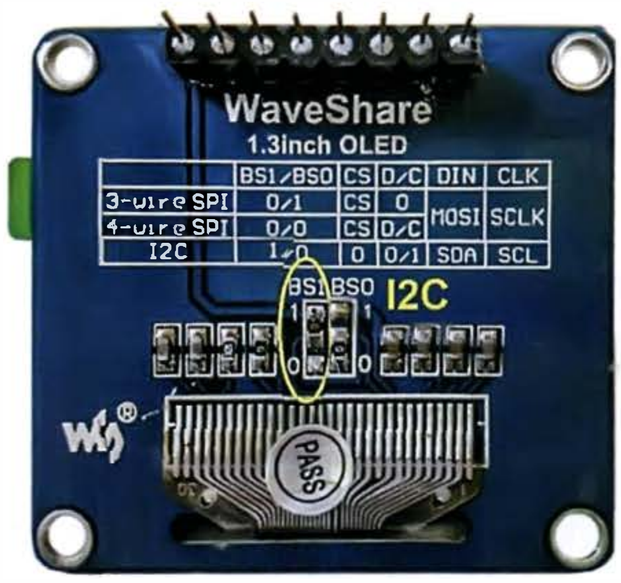


Fig. 3 *- Retro del display con evidenziato il ponticello BS1 nella posizione adatta ad OpenRadio.*

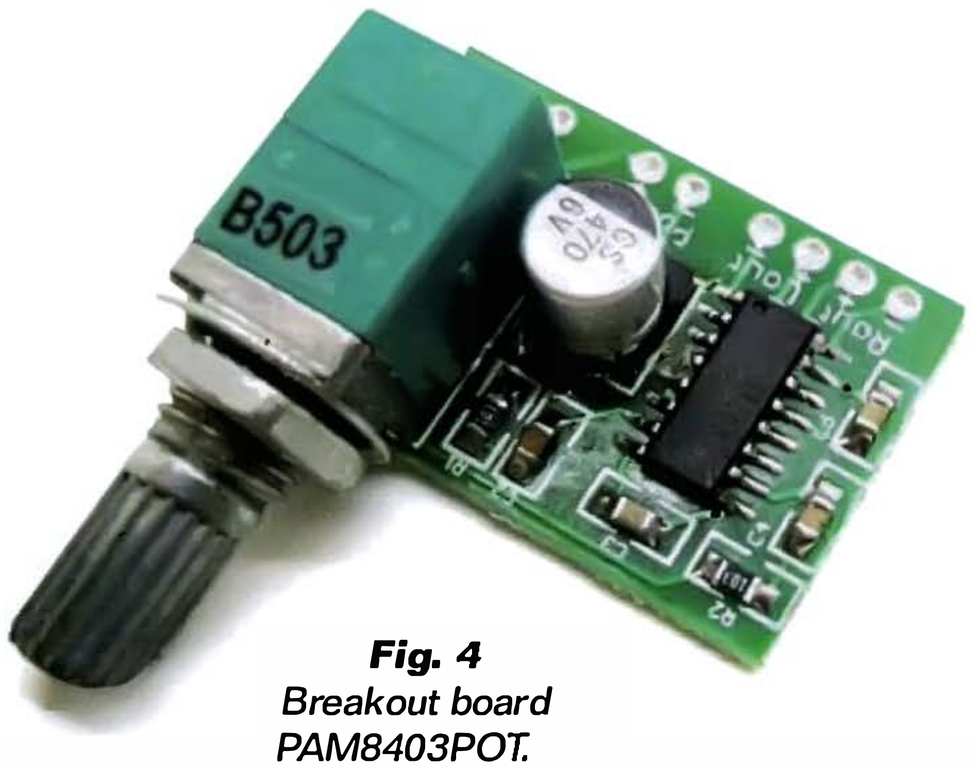


Fig. 4
Breakout board PAM8403POT.

quelli SMD e quelli a più basso profilo; ricordatevi di saldate prima i pulsanti del porta batteria, per ultimi i connettori strip. Il connettore jack al momento non viene usato, ma lo abbiamo previsto nel caso di utilizzi futuri. Massima attenzione deve esse prestata nella scelta dei pulsanti, in quanto la lunghezza dell'alberino di azionamento è fondamentale per l'utilizzo finale dopo l'installazione nel contenitore. I pulsanti da noi utilizzati nel prototipo sono nel formato 6x6x9,5 mm in modo lasciare l'alberino sporgere di circa 4 mm rispetto al vetrino del display.
Il display viene fornito con impostazione di fabbrica per la comunicazione tramite bus SPI (**Fig. 2**), mentre per questo progetto è necessario venga impostata la modalità I²C; per ottenere ciò dovete agire a livello hardware riposizionando il piccolissimo ponticello di nome BS1 verso la posizione "1", come mostrato nella **Fig. 3**.
Per mantenere basso il profilo nel nostro prototipo abbiamo saldato il display direttamente allo stampato con un unico connettore strip a 8 vie; due piccole rondelle di plastica sono sufficienti per mantenere in posizione il display dal lato opposto al connettore; comunque lo stampato prevede i fori per il fissaggio con le viti.
Nel nostro prototipo abbiamo saldato il display utilizzando un connettore strip in modo da lasciare il display a 3 mm dallo stampato. L'integrato PAM8403 viene fornito già assemblato in breakout in diversi formati, pertanto lo stampato è stato progettato per accettare i principali formati in commercio.
La breakout a catalogo Futura Elettronica (codice 2846-PAM-8403POT, mostrata in **Fig.** 4) è compatibile con il connettore siglato U7, ma per il suo utilizzo è necessario rimuovere il potenziometro (cosa non agevole) e portare all'esterno con un filo il contatto di shut-down.
La breakout board che abbiamo utilizzato, sempre commercializzata dalla Futura Elettronica ma con il codice 2846-MICROAMPLID2X3W (**Fig. 5**) è compatibile con il connettore siglato U8 ed è priva di potenziometro; è però necessario rendere disponibile il pin di shut-down, operazione non difficilissima, ma da eseguire con la massima attenzione.
Per prima cosa dovete tagliare la pista che unisce il pin 12 e 13; successivamente praticate due piccoli fori sullo stampato tra il pin "+" ed il pin "R" a questo punto saldate un connettore strip maschio con passo 2,54 a sette poli. Ora saldate un piccolo spezzone di filo che unirà il pin 12 dell'integrato PAM8403 con il pin dello strip, come mostrato nella **Fig. 6**. Alla fine il pin 12 (Shutdown) dell'integrato PAM8403 dovrà risultare connesso al pin 7 del connettore U8. Per comodità utilizzate anche due piccoli strip applicandoli sui contatti di uscita, cui saranno connessi gli altoparlanti.
Nella **Fig. 7** vedete la breakout board 2846-MICRO-AMPLID2X3W montata sulla nostra scheda.
Per completezza vi diciamo che esiste anche un'ulteriore breakout board compatibile con il connettore U8 (mostrata nella **Fig. 8**), che dispone già sulle piazzole di connessione del pin di shutdown; occorre però rimuovere la piccola resistenza di

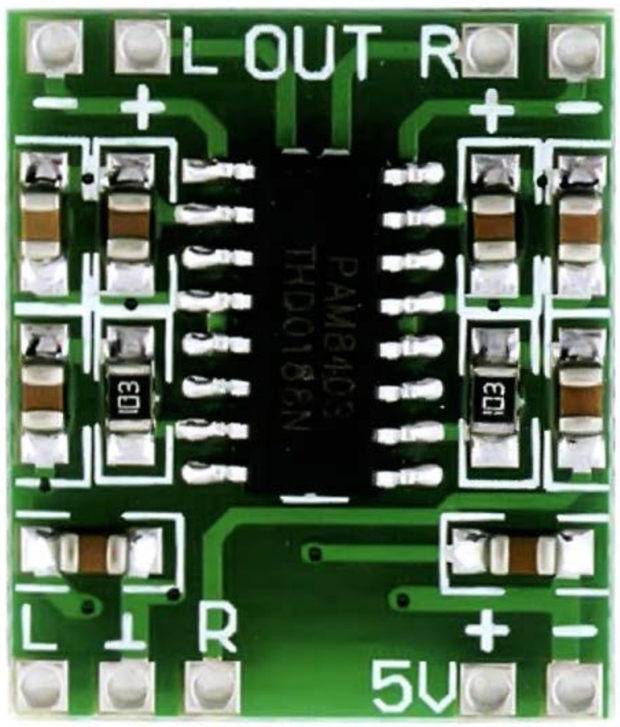


Fig. 5 *- Breakout board MICROAMPLID2X3W usata nel progetto.*

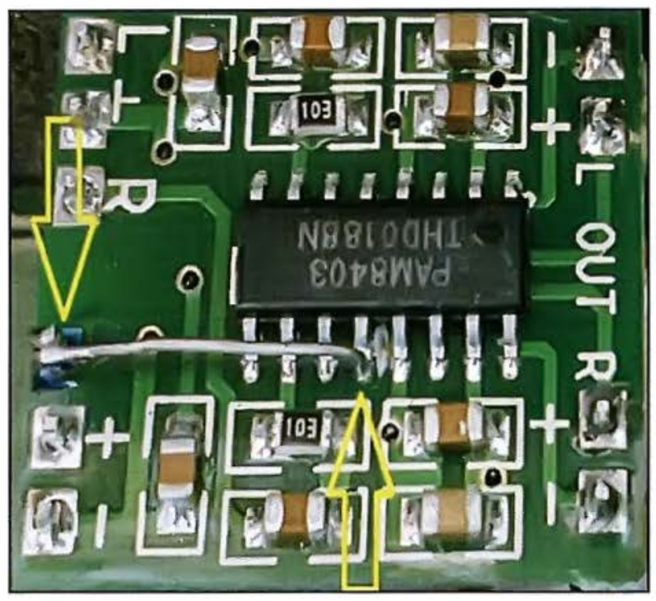


Fig. 6 - *Breakout board MICROAMPLID2X3W con modifica al pin SHDN.*

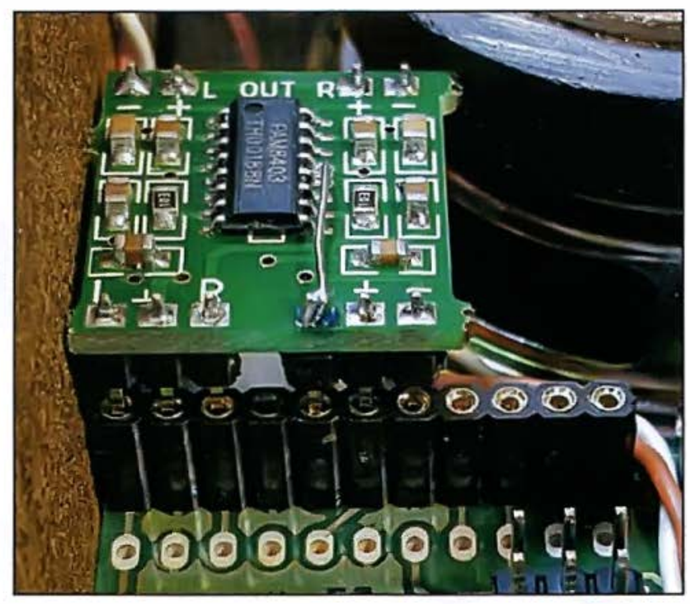


Fig. 7 - *Breakout board MICROAMPLID2X3W installata sulla scheda.*

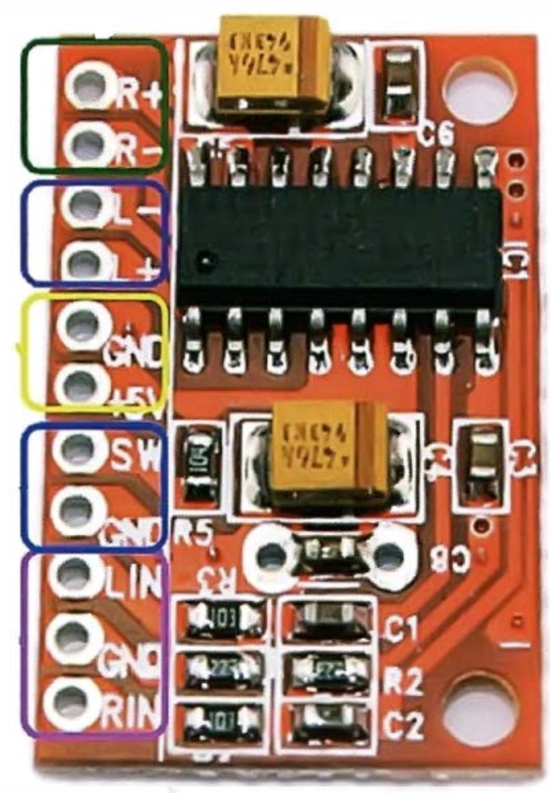


Fig. 8 *Breakout board PAM8403 con PIN di shut down.*

pull-up che manterrebbe sempre attivo il modulo.
L'antenna può essere fatta con un semplice spezzone di filo da 75 cm di lunghezza (1/4 d'onda a centro banda FM...) oppure è possibile utilizzare un'antenna telescopica recuperata da una radioricevente FM o da un ricevitore per radiocomando in disuso.
Come accennato, abbiamo previsto di alimentare il circuito con una batteria singola cella Li-Po da 1.000 mA/h di codice 7893-PLIB1000, essa va semplicemente fissata sul fondo del contenitore con della colla a caldo.
Gli altoparlanti ideali per questo progetto, che vedete nelle foto del prototipo, sono commercializzati dalla Futura Elettronica con il codice 2846-AP5243W (ne servono due); si tratta di trasduttori a cupola invertita da 52 mm di diametro, capaci di sopportare una potenza di 3 W e caratterizzati da una costruzione di buona qualità. Sono dotati di un magnete di generose dimensioni che permette un'elevata efficienza e quindi un elevato livello sonoro pur con piccole potenze. Hanno anche una buona risposta alle basse frequenze, così da conferire al suono della nostra radio le prestazioni di un compatto stereo.

LA RADIO IN SCATOLA

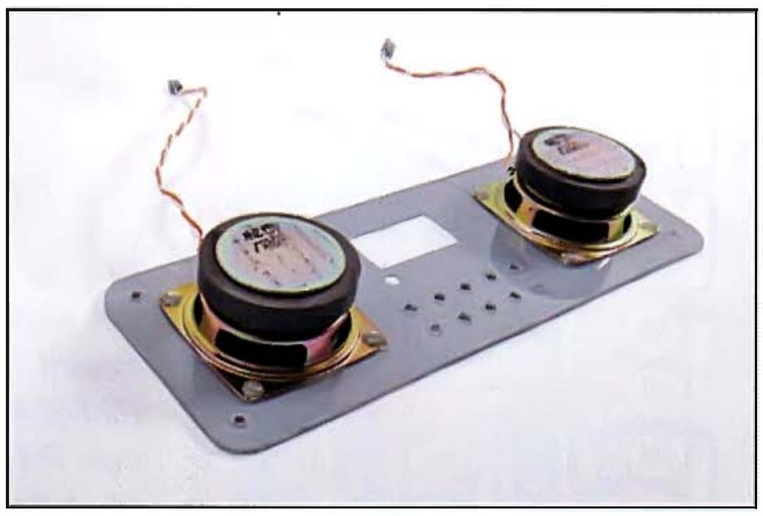
Un radioricevitore così bello e prestante merita di essere racchiuso in un contenitore all'altezza, magari con un fascino retrò o anche tecnologico.
Il contenitore che vedete nell'articolo è stato realizzato dall'autore in legno e plexiglass; per la precisione il pannello frontale e quello posteriore sono stati ricavati da una lastra di plexiglass da 3 mm di spessore, mentre la parte rimanente è in legno (faesite) da 4 mm di spessore, tenuto insieme da listelli interni angolari che fanno da rinforzo e conferiscono all'insieme la richiesta robustezza. Per renderlo più gradevole alla vista, il contenitore è stato smussato sugli spigoli mediante carta vetrata a grana prima grossa e poi fine; infine un paio di passate di spray nero hanno nascosto le giunture e gli inevitabili segni della lavorazione.
Notate che invece della faesite potete utilizzare anche un pannello di multistrato da 4-5 mm di spessore, sempre lavorato.
Per il fissaggio dei componenti internamente della semplice colla a caldo è più che sufficiente.
Siccome la ricarica potrà avvenire anche a radio spenta, abbiamo previsto un piccolo LED che segnali lo stato di carica della batteria; fate in modo che esso risulti visibile dopo aver inserito la scheda nel contenitore.
Per chi volesse seguire il nostro modello di contenitore, riportiamo nella pagina accanto i disegni meccanici con le rispettive quote. I fori da praticare sulla parte superiore del telaio.

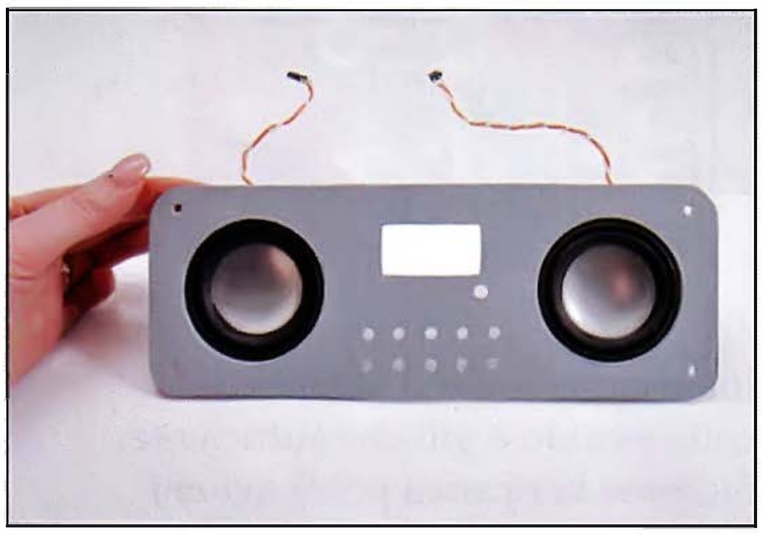
FUNZIONAMENTO

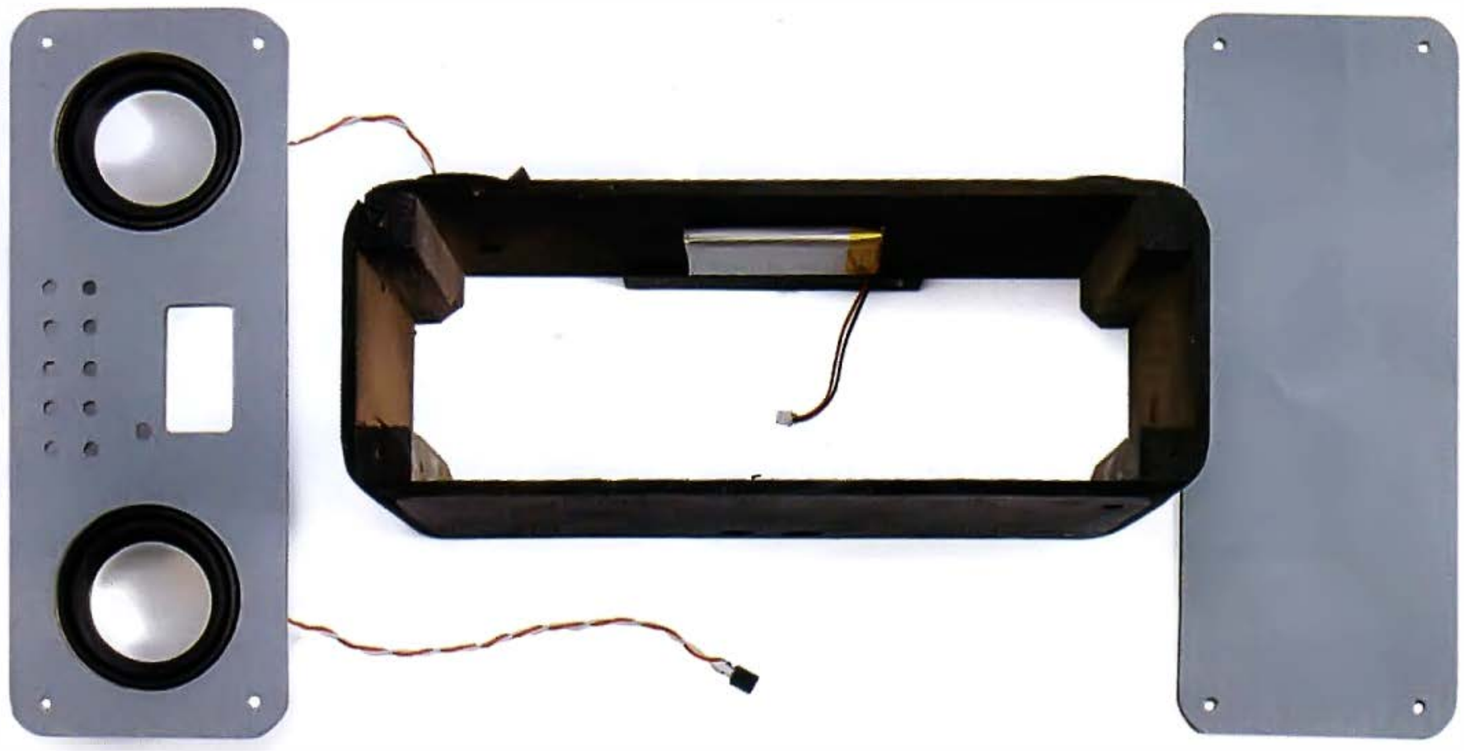
La prima operazione da compiere non appena la scheda elettronica è pronta è l'installazione del bootloader. Per questa operazione è necessario disporre di una scheda Arduino da usare come programmatore; inoltre rimuovete tutti i jumper e la batteria e connettete OpenRadio alla scheda Arduino seguendo i collegamenti riportati nella **Tabella 1**.
Aprite l'IDE di Arduino e cari-

Tabella 1 - *Collegamenti per la programmazione del bootloader.*

Arduino (programmatore)	OpenRadio
ICSP pin 1 (MISO)	ICSP pin 1 (MISO)
ICSP pin 2 (VCC)	ICSP pin 2 (VCC)
ICSP pin 3 (SCK)	ICSP pin 3 (SCK)
ICSP pin 4 (MOSI)	ICSP pin 4 (MOSI)
Arduino pin 10	ICSP pin 5 (RESET)
ICSP pin 6 (GND)	ICSP pin 6 (GND)







Pannello frontale con applicati gli altoparlanti a larga banda visto davanti e dietro (foto qui a sinistra e in alto) e particolari componenti il mobile; notare che nel telaio abbiamo fissato la batteria Li-Po mediante del biadesivo.

cate nella scheda Arduino (con funzione di programmatore) lo sketch ArduinoISP, poi impostate come target la scheda "Arduino Pro o Pro Mini" con processore "ATmega 328 (3,3V, 8 MHz)". Impostate Arduino come programmatore con il comando Strumenti-Programmatore: "Arduino as ISP" quindi avviate la scrittura del bootloader con il comando Strumenti-Scrivi il bootloader. Nel nostro caso la procedura ha dato errore con la versione 1.6.10 mentre ha dato esito positivo con la versione 1.0.5 dell'IDE di Arduino. Con installato il bootloader, OpenRadio diventa a tutti gli effetti una scheda Arduino compatibile, purché si imposti il tipo di scheda su "Arduino Pro o Pro Mini" con processore "ATmega 328 (3,3V, 8MHz)". Prima di caricare lo sketch OpenRadio è necessario installare le librerie aggiuntive usate nel progetto. Nel listato trovate il loro nome ed il link dal quale poterle scaricare ma, per evitare possibili incompatibilità, sono comunque disponibili assieme ai file di questo progetto scaricabili dal sito della rivista.
Abbiamo previsto che, durante la fase di compilazione dello sketch, il compilatore legga in automatico data e ora dal PC e conseguentemente sincronizzi OpenRadio. La prima volta che si carica lo sketch è necessario de-commentare la riga setDataTime() necessaria per impostare data e ora del modulo RTC, successivamente, per caricare altre varianti dello sketch non è più necessario ag-

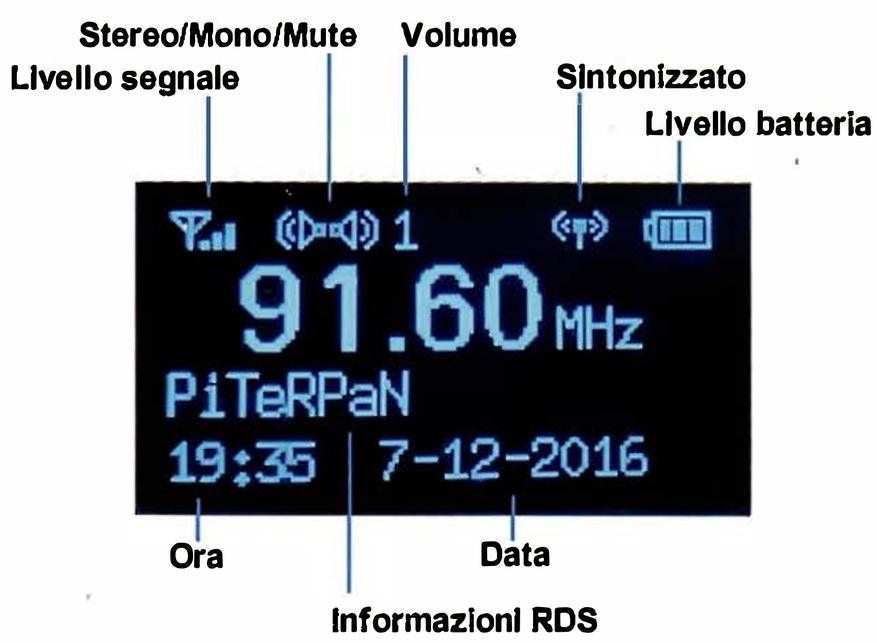


***Fig. 9** - Informazioni fornite dal display.*

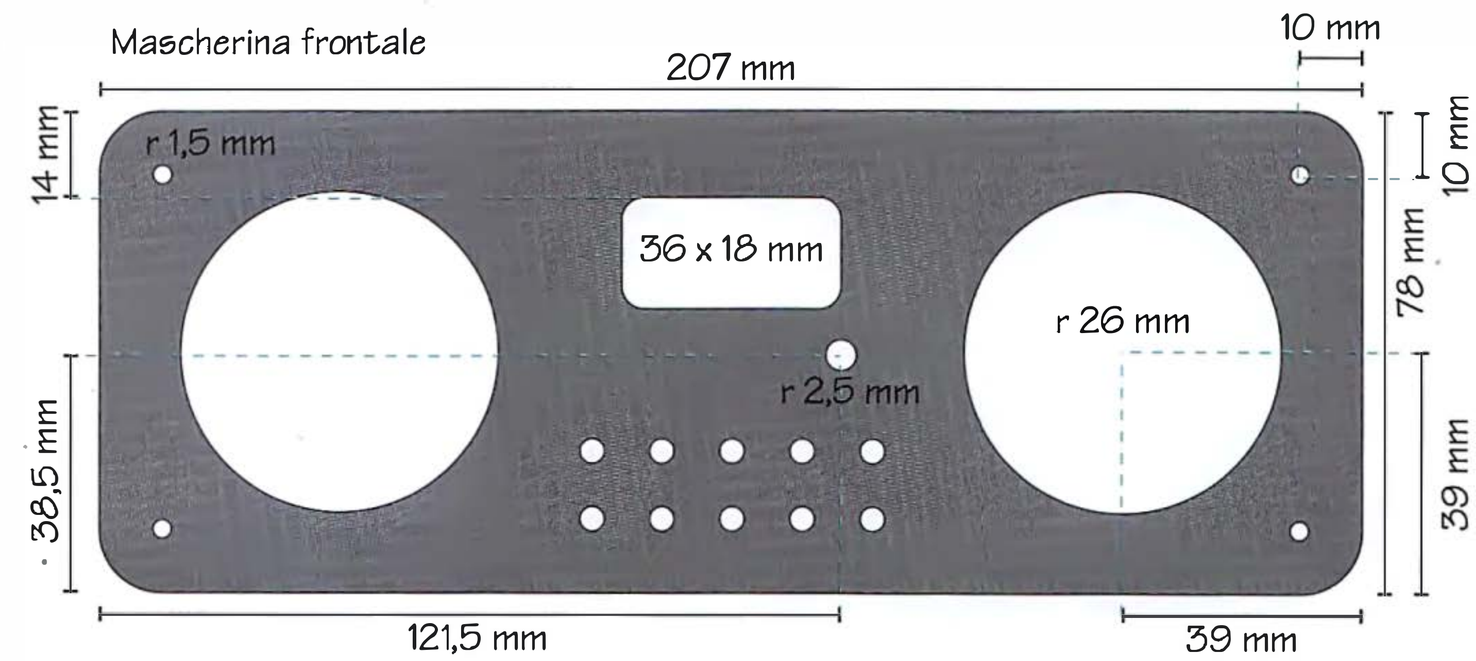
***Tabella 2** - Funzionalità dei pulsanti.*

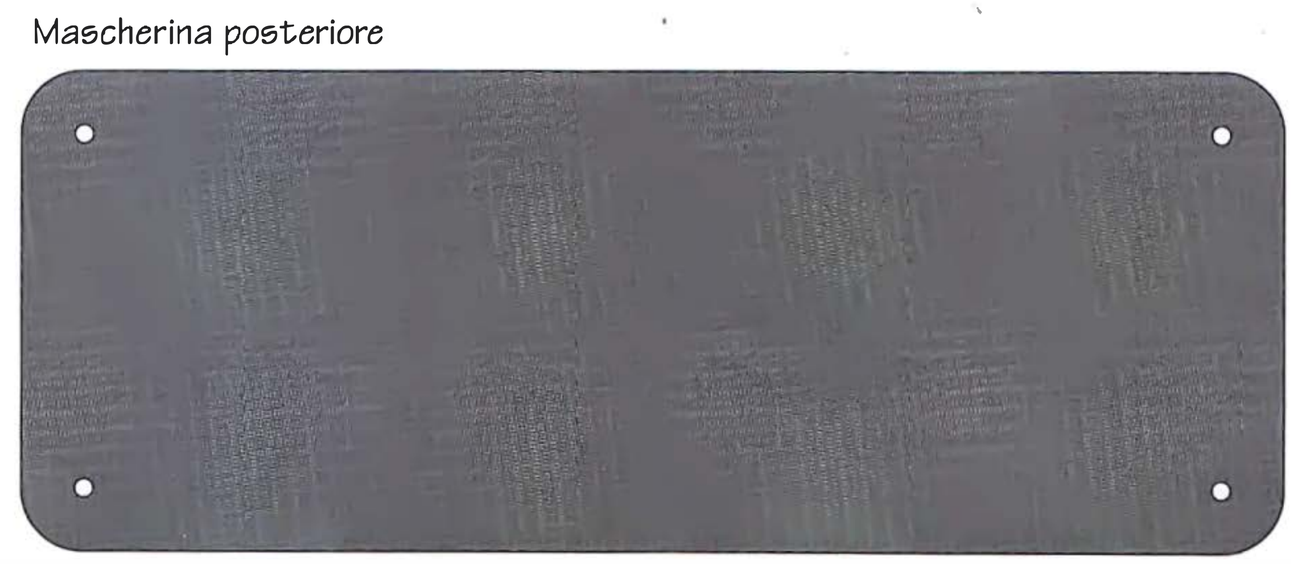
Pulsante	Funzione (breve pressione)	Funzione (pressione prolungata)	Serigrafia
P1	Decremento volume	nessuna	V-
P2	Incremento volume	nessuna	V+
P3	On/Off	nessuna	⏻
P4	Ricerca canale precedente	Arretramento rapido frequenza	|<<
P5	Ricerca canale successivo	Avanzamento rapito frequenza	>>|
P6-P10	Richiamo memoria	Salvataggio memoria nella posizione del pulsante	M1, M2,...

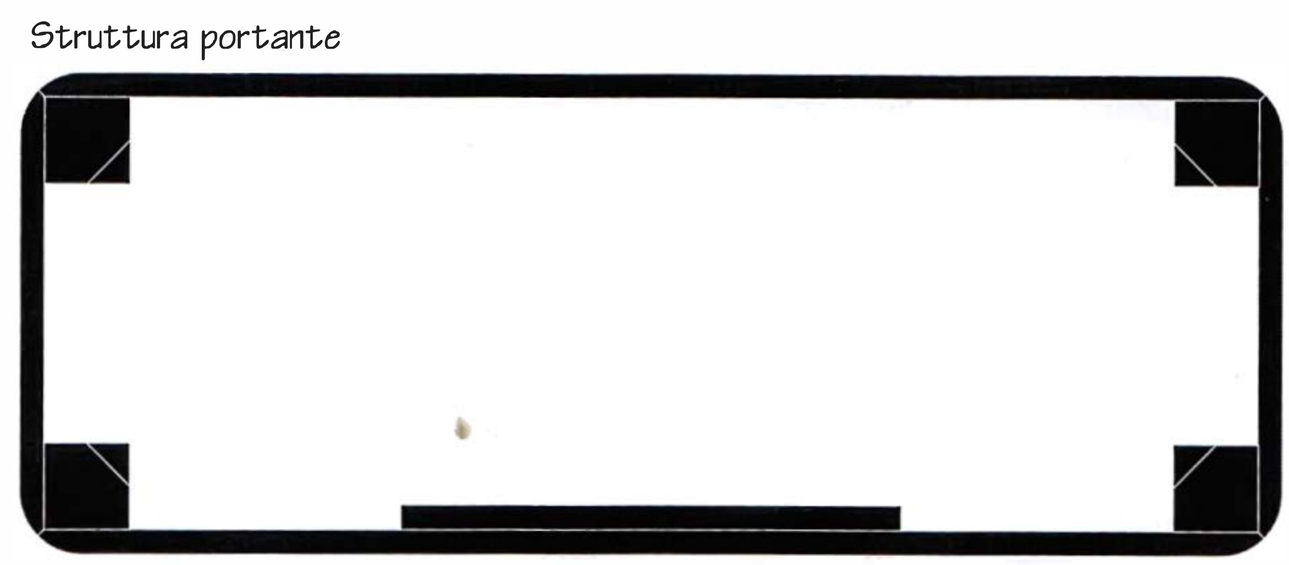
***Tabella 3** - Comandi da seriale.*

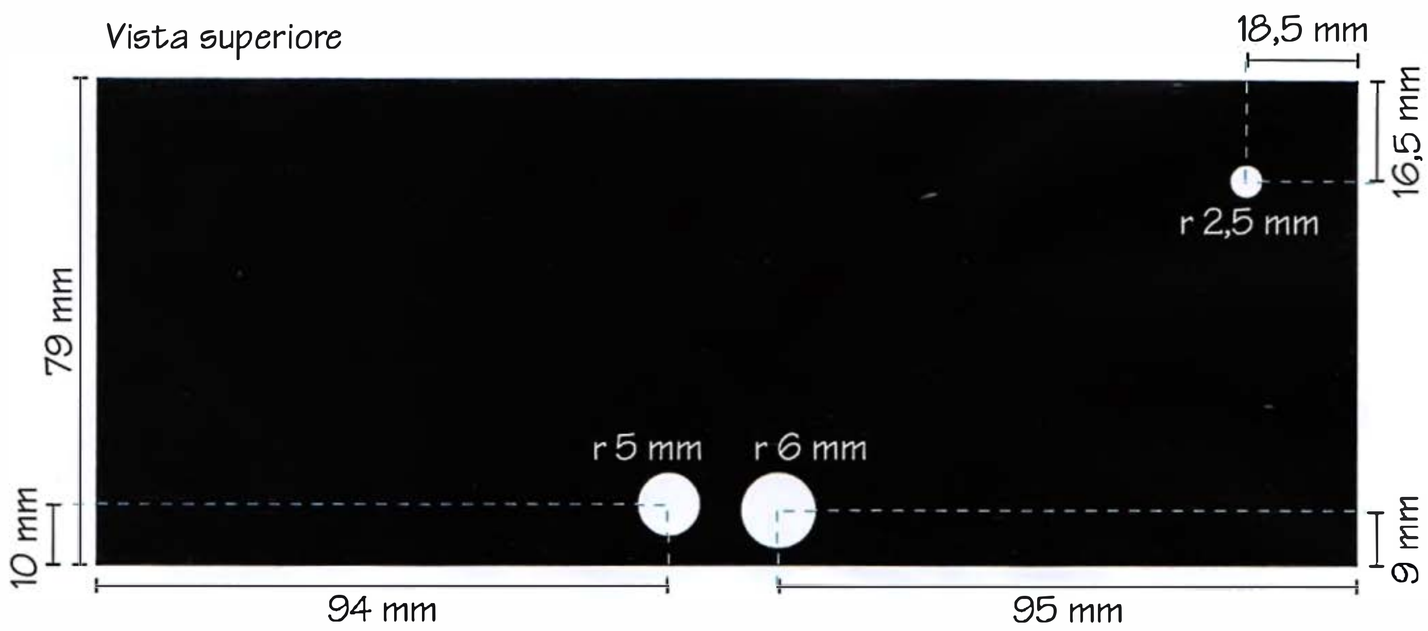
Carattere inviato	Funzione
+	Incrementa volume
-	Decrementa volume
:	Ricerca canale successivo
;	Ricerca canale precedente
i	Radio info
d	Radio status
1-5	Seleziona memoria 1-5

Misure dei pannelli frontale e posteriore e del telaio (struttura portante) da realizzare per la nostra radio. Le quote dei fori della mascherina posteriore sono le stesse dei fori della mascherina frontale.

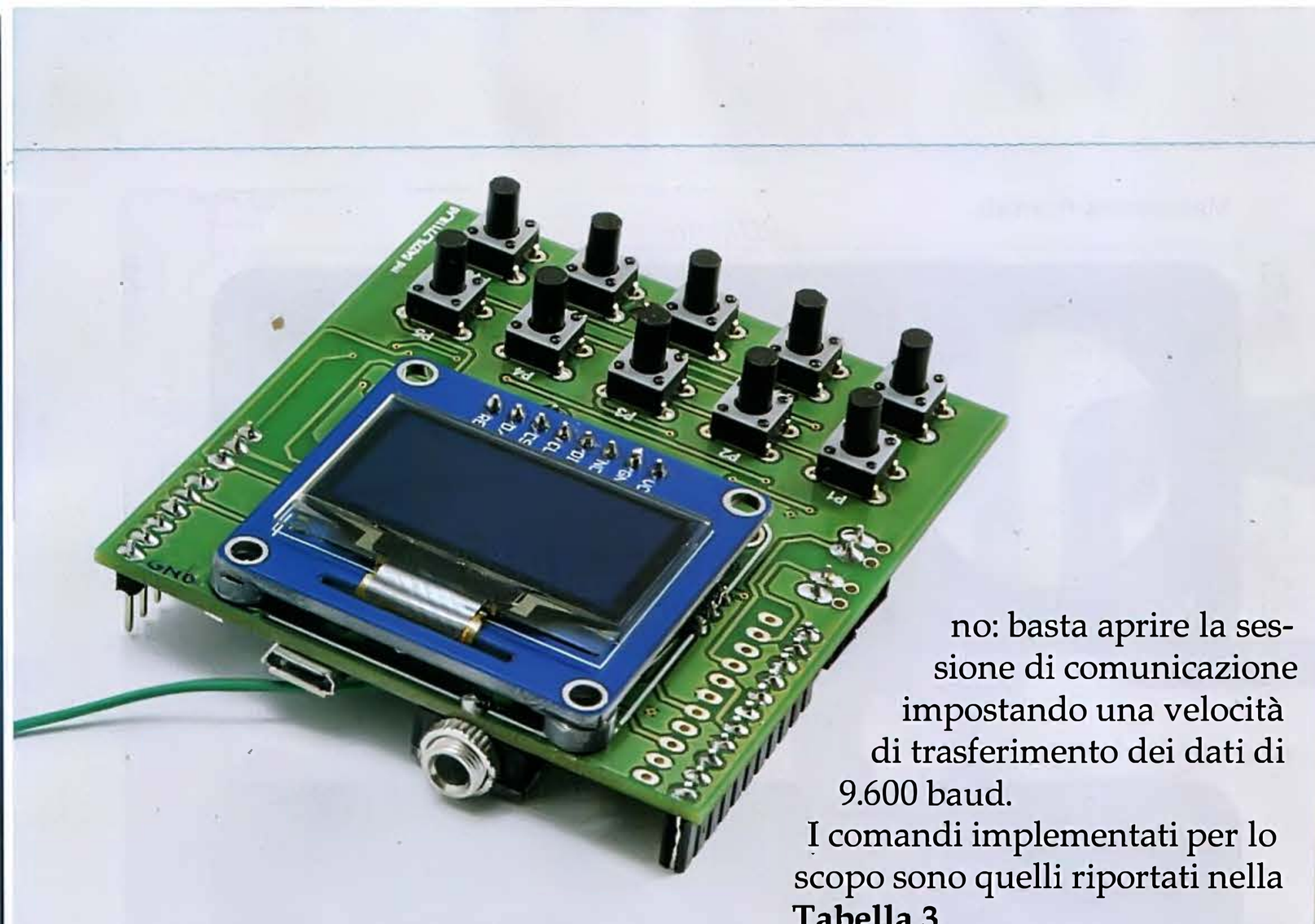








giornare l'orologio e questa riga può essere commentata.
Il display è in grado di fornire numerose informazioni, dalle fondamentali, come il livello di carica della batteria, alla frequenza di sintonia, ma anche il livello del segnale, il modo di funzionamento Mono/Stereo e se la radio è perfettamente sintonizzata, in basso l'ora e la data mantenuta aggiornata dal modulo RTC. Vedete, a riguardo, la **Fig. 9**.
I pulsanti sembrano tanti ma in realtà cinque di essi sono per richiamare velocemente le stazioni in memoria, inoltre alcuni hanno una doppia funzionalità a seconda di quanto tempo vengono premuti, nella **Tabella 2** riassumiamo le loro funzionalità.
Per ottenere un funzionamento avanzato dei pulsanti ci siamo avvalsi della libreria Button di Jack Christensen, perché dispone di alcune funzionalità avanzate assenti in altre librerie; attenti perché esistono altre librerie di nome Button, che però implementano funzioni differenti.
Questa libreria permette di rilevare il momento in cui si preme il pulsante ed il momento in cui si rilascia, generando due eventi separati; inoltre è in grado di rilevare la pressione prolungata del pulsante.
Combinando questi eventi è possibile far svolgere al programma due funzioni separate, a seconda che il pulsante venga premuto e rilasciato immediatamente, oppure venga premuto a lungo.
Resta inteso che l'istante in cui viene premuto il pulsante non viene usato per svolgere alcuna funzione perché in quel momento non si sa ancora per quanto tempo l'utente manterrà premuto il pulsante. Questa funzionalità avanzata è stata usata per gestire la sintonia che può avvenire con la funzione SEEK, ovvero cerca il canale successivo e vi si sintonizza oppure la funzione FAST FORWARD che permette di far avanzare rapidamente la frequenza, utile ad esempio se



si cerca una stazione ad una frequenza molto diversa da quella attuale.
Anche la gestione delle memorie (PRESET) viene gestita in modalità avanzata: un tocco breve del pulsante richiama la stazione radio corrispondentemente memorizzata, mentre una pressione prolungata permette di memorizzare nella posizione specificata la frequenza attuale. Il pulsante volume permette anche di ottenere la funzione MUTE durante la quale il modulo amplificatore viene impostato in shutdown lasciando gli altoparlanti completamente muti.
Se lasciate la scheda connessa al Personal Computer, oltre ai messaggi di debug sarà possibile un controllo tramite Serial Monitor di Arduino: basta aprire la sessione di comunicazione impostando una velocità di trasferimento dei dati di 9.600 baud.
I comandi implementati per lo scopo sono quelli riportati nella **Tabella 3**.

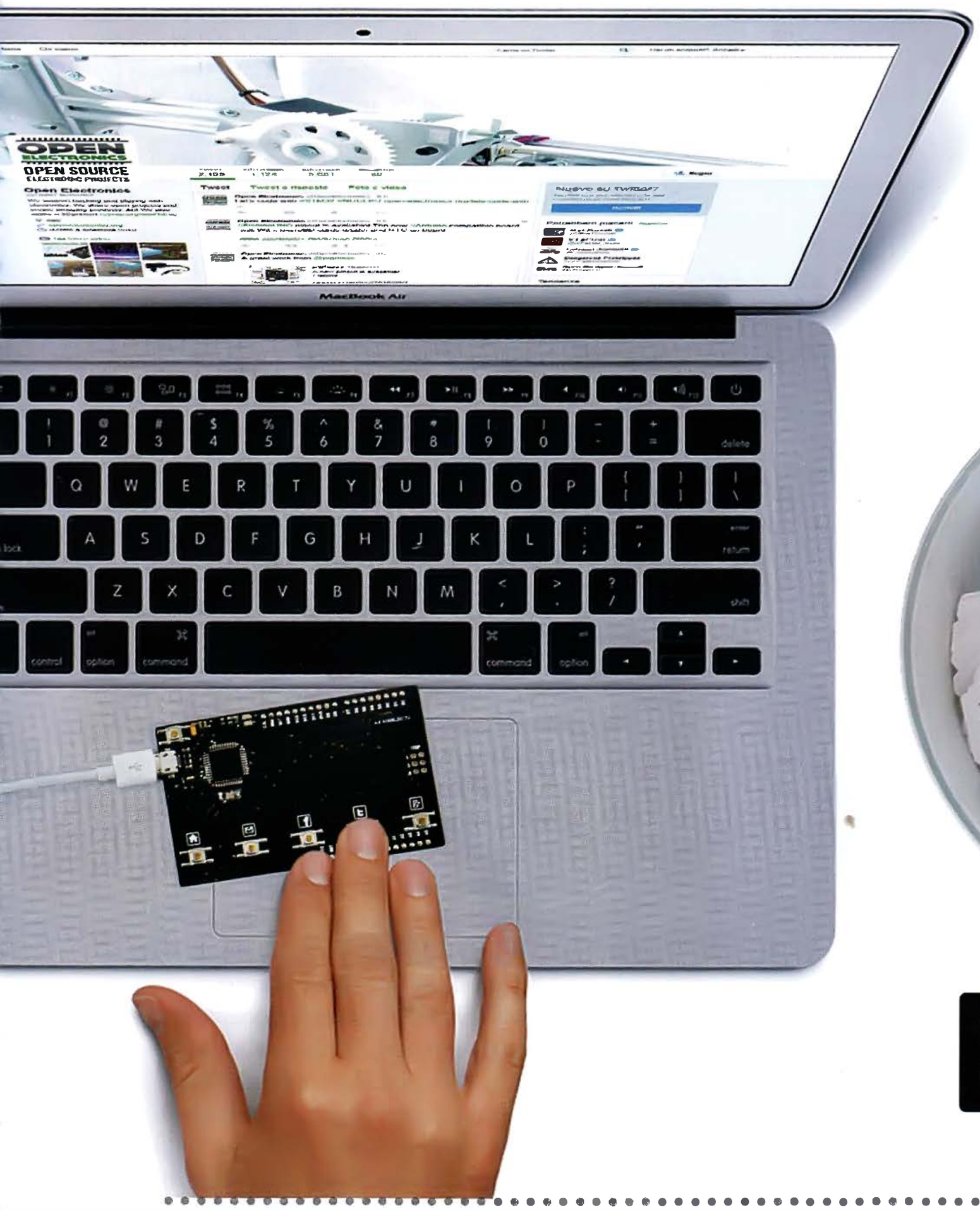
CONCLUSIONI

Bene, siamo giunti alla fine: in questo articolo vi abbiamo proposto un radioricevitore FM stereo di qualità, portatile, energeticamente autonomo, eventualmente equipaggiabile con un orologio per trasformarlo in radiosveglia; l'hardware utilizzato è all'avanguardia e per semplificare la progettazione e ridurre gli ingombri dell'elettronica abbiamo montato a bordo della scheda a microcontrollore moduli specifici per il radioricevitore, il visualizzatore e l'amplificatore BF, la cui descrizione può essere per voi il punto di partenza di nuovi sviluppi. Detto questo, non ci resta che augurarvi buon lavoro e soprattutto buon ascolto della vostra musica! ■

per il MATERIALE

Tutto il materiale presentato in questo progetto è di facile reperibilità. I principali componenti utilizzati sono acquistabili presso Futura Elettronica. Il modulo radio stereo (cod. RDA5807M) è in vendita a Euro 2,00; il regolatore di carica per lipo (cod. MCP73831T) costa Euro 1,50; il micro amplificatore con potenza 3+3W dotato di potenziometro (cod. PAM8403POT) e disponibile a Euro 6,50, mentre l'amplificatore senza potenziometro (cod. MICROAMPLID2X3W) costa Euro 4,00. Il display OLED da 1.3" (cod. OLEDA) si può acquistare a Euro 11,00; l'altoparlante da 4Ohm/3W (cod. AP5243W) costa Euro 2,80; il real time clock (cod. MCP79410) è in vendita a Euro 2,80, mentre il microcontrollore (da programmare) ATmega328 (cod. ATMEGA328-AU) si può acquistare a Euro 6,50.

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



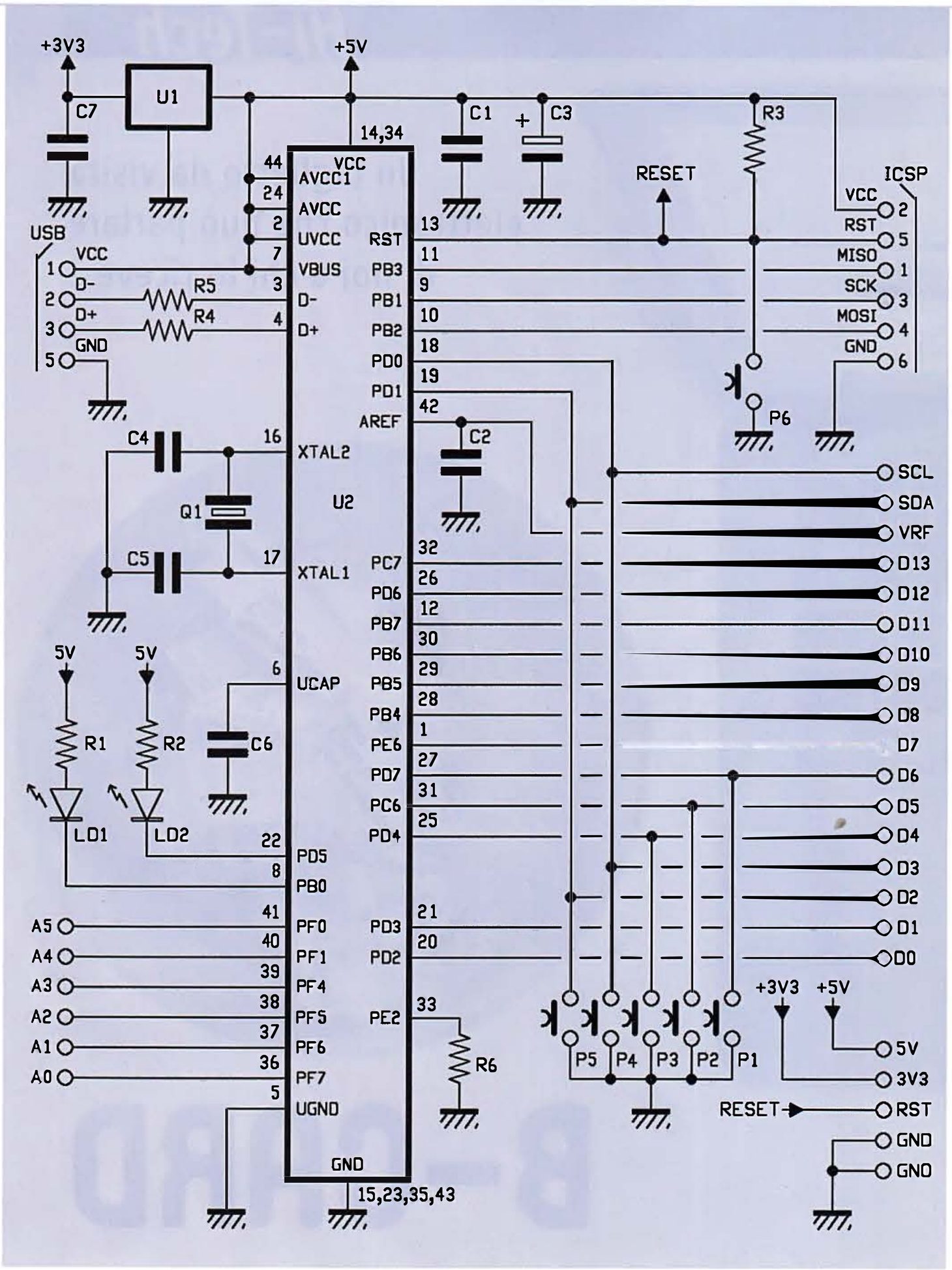
Un biglietto da visita elettronico che può parlare di noi a chi lo riceve...

B-CARD

di BORIS LANDONI

Da tempo è di moda, per chi opera nell'elettronica e in special modo presso le aziende produttrici di circuiti stampati, fornire il proprio biglietto da visita inciso su un PCB. Partendo da questa idea, noi siamo andati oltre e ci siamo detti: "perché visto che facciamo un PCB, non stamparne uno che corrisponda a un circuito reale, programmabile, ed eventualmente completarlo dei componenti per farne un dispositivo che parli di noi". Detto...fatto! Così è nata Bi-Card, la scheda descritta in questa pagine, considerabile un biglietto da visita elettronico che, completato con i componenti e collegato via USB a un PC, punta al browser web o ad altre applicazioni. Si tratta, insomma, di un circuito in formato business card il cui tracciato non è fittizio ma è effettivamente quello di un circuito elettronico, il cui schema elettrico è quello visibile in queste pagine.

Lo spessore risulta ridottissimo grazie all'adozione di pochi componenti, tutti SMD a profilo bassissimo (il più spesso è il connettore micro USB, almeno se non si montano i connettori di espansione).
Grazie all'architettura Arduino Leonardo (il micro è un ATmega 32u4 ...lo stesso della popolare scheda di Banzi...) su cui il circuito si basa e che in questo caso che simula la tastiera (periferica HID), alla connessione dell'USB, dopo aver aperto a mano il browser, viene digitato il comando per ognuno dei tasti premuti apre il sito Internet, il client di posta elettronica con predefinito l'indirizzo e-mail, la pagina Facebook, Twitter, ...i tasti sono comunque personalizzabili per implementare altre funzioni quali la visualizzazione di pdf contenenti il proprio curriculum o propri lavori, relazioni, collegamenti a filmati di presentazione su



YouTube, link ad altri social come Linkedin.

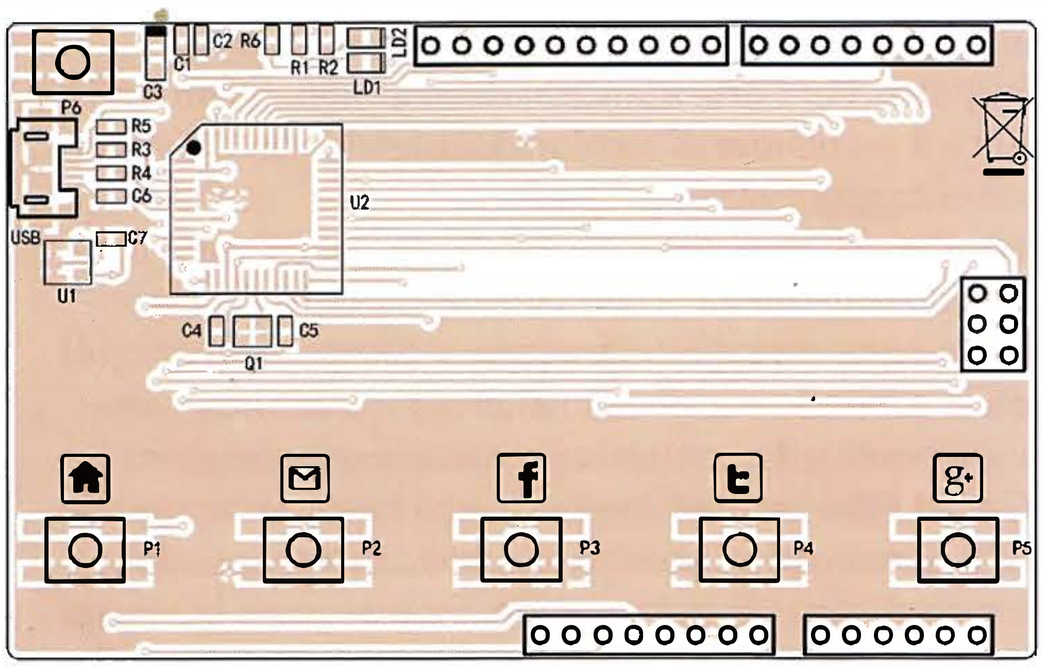
SCHEMA ELETTRICO

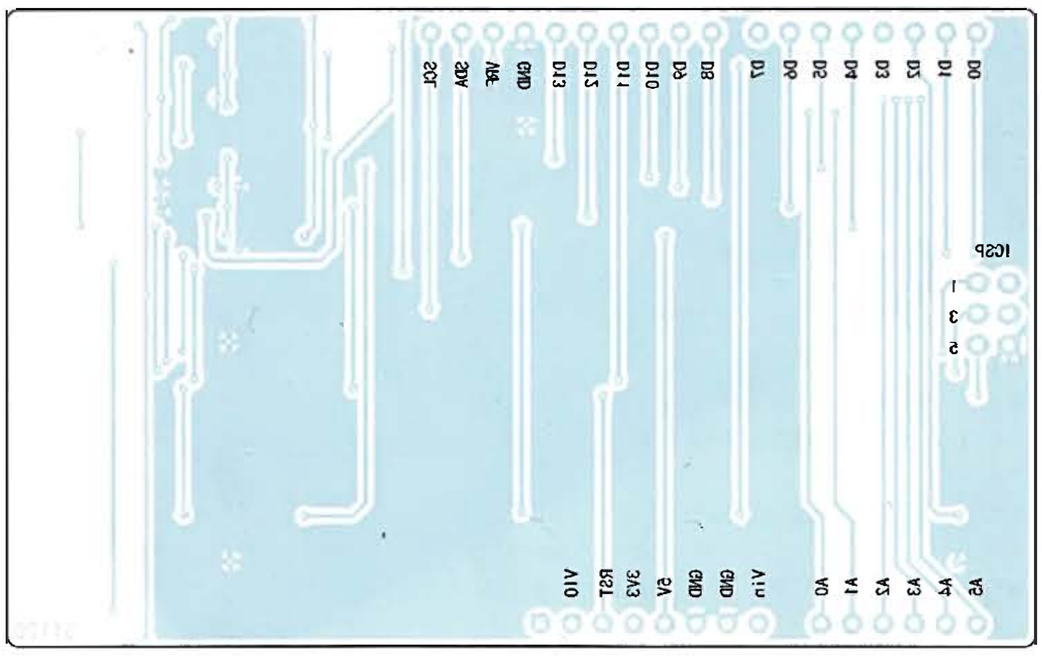
Come detto, il circuito realizzato dalla nostra business card è una scheda Arduino Leonardo con formato compatibile Arduino e connettori laterali (può quindi ospitare i connettori strip per supportare gli shield) più quello per l'ICSP, ma le manca sezione alimentazione Vin, quindi riceve 5V. La Vin sui connettori non è portata. I 3,3 volt necessari alla logica degli eventuali shield e riportati sul contatto laterale 3V3, sono ricavati dai 5V dell'USB mediante un regolatore di tensione, che nello specifico è U1.
Il cuore del circuito è il microcontrollore U2, che è appunto l'Atmel 32u4 e che dispone internamente dell'interfaccia USB di tipo Device; questo micro è alimentato con i 5 volt dell'USB e ricava internamente 3 volt per la propria logica. Le linee per la programmazione in-circuit sono riportate sul connettore ICSP standard delle schede Arduino (2 file da 3 contatti, a passo 2,54 mm). Come di consueto, la linea di reset (RST) viene utilizzata per avviare il caricamento dello sketch attraverso il bootloader e nello schema è collegata all'immancabile resistore di pull up e al pulsante che la porta a massa quando serve resettare il microcontrollore manualmente (il reset automatico viene gestito dal PC tramite la connessione USB).
Gli altri cinque pulsanti, collegati alle linee PD7, PC6, PD4, PD0 e PD1 (rispettivamente P1, P2, P3, P4, P5) permettono, se premuti, di attivare le rispettive funzioni (quelle predefinite sono rispettivamente la home page del sito web, l'indirizzo di posta elettronica, la pagina Facebook, la pagina Twitter e quella di Google Plus, ma possono essere cambiate dal firmware). Le linee dei pulsanti sono ripetute sui contatti D6, D5, D4, D3, D2 laterali di Arduino per eventuali altri utilizzi; ognuna dispone, inoltre, di un resistore di pull-up settato internamente al microcontrollore da software.
I due LED presenti nel circuito vengono gestiti dal microcontrollore per segnalare l'avvio dello sketch, il caricamento e l'attività sull'USB; in quest'ultimo caso LD2 è il TX LED e LD1 l'RX LED di Arduino. Inoltre LD1 (rosso) lampeggia quando, dopo il collegamento e il riconoscimento da parte del PC, la scheda avvia lo sketch ed è pronta all'uso. LD2 (giallo) lampeggia invece ogni volta che si preme uno dei tasti P1÷P5 per accedere alle rispettive funzioni. Il clock del micro è ottenuto dall'oscillatore interno, che si affida al quarzo Q1 e ai condensatori C4 e C5.
Il piedino AREF, filtrato dal condensatore C2, porta la tensione di riferimento dell'ADC interno al micro Atmega 32u4 sul pin VREF standard Arduino; UCAP (piedino 6 del microcontrollore, ovvero linea d'uscita del regolatore 3 V interno all'Atmega) è invece filtrato dal condensatore C6.

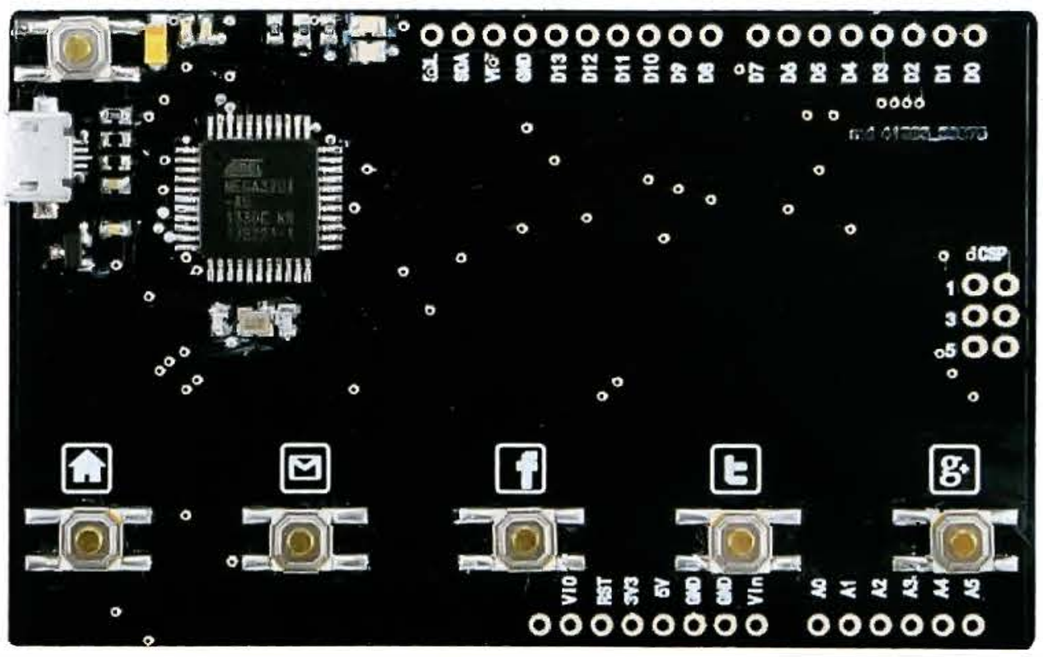
REALIZZAZIONE PRATICA

Realizzare il biglietto da visita elettronico B-Card richiede un minimo di pratica con i componen-

[piano di **MONTAGGIO**]







Elenco Componenti:

R1, R2: 330 ohm (0603)
R3, R6: 10 kohm (0603)
R4, R5: 22 ohm (0603)
C1, C2: 100 nF ceramico (0603)
C3: 10 μF 6,3 VL tantalio
C4, C5: 15 pF ceramico (0603)
C6: 1 μF ceramico (0603)
C7: 100 nF ceramico (0603)
LD1: LED rosso (0805)
LD2: LED giallo (0805)

Q1: Quarzo 16MHz > RS: 753-7240
U1: TS3480CX33 RF
U2: ATMEGA32U4-AU
P1÷P6: Pulsante SMD basso profilo > RS: 758-2063

Varie:
- Connettore micro USB
- Circuito stampato S1120

ti a montaggio superficiale, nonché la preparazione di una basetta stampata doppia faccia, su piastra a doppia ramatura.
L'attrezzatura del caso consiste in un saldatore da 20 watt a punta molto fine, in un filo di lega saldante da non più di 0,5 mm di diametro, in della pasta flussante di bassa densità (molto utile soprattutto se utilizzate della lega saldante Rohs, che notoriamente "attacca meno" di quella contenente piombo) e in una lente d'ingrandimento e una pinzetta per posizionare correttamente i componenti (la lente vi aiuterà anche a verificare, una volta finito il montaggio, che non vi siano cortocircuiti tra contatti, causati da "baffi di stagno").
Ottenuto il c.s. si procede al montaggio dei pochi componenti richiesti. Il primo componente da disporre è il microcontrollore, da posizionare orientato come mostra il piano di montaggio visibile in queste pagine, ben centrato nelle rispettive piazzole, dopo aver spalmato queste ultime con il flussante; con il saldatore si stagna un piedino e poi uno del lato opposto, così da bloccare il componente, dopodiché si procede con tutti gli altri, alternando i lati per agevolare il raffreddamento del chip. Sempre spalmando prima il flussante (che agevolerà lo scioglimento e il posizionamento della lega saldante sugli elettrodi, limitando al contempo la possibilità di "attaccare" tra loro pin attigui...) montate i restanti componenti, partendo dai passivi e terminando con gli attivi.
Per il connettore USB, rinforzate con abbondante lega saldante le linguette laterali di ancoraggio meccanico, così da essere certi che non si stacchi dopo due o tre inserzioni

Guarda B-Card su YouTube!

Vuoi vedere come funziona B-Card, la Business Card del futuro? Nulla di più semplice: collegati alla pagina *https://youtu.be/ILqLKvafKC4*. Potrai anche vedere i video di moltissimi altri nostri progetti proposti in passato.

Listato 1

```
/*
 Keyboard Button test
 For the Arduino Leonardo, Micro and Due boards.
 Sends a text string when a button is pressed.
 The circuit:
 * pushbutton attached from pin 2 to +5V on AVR boards
   and to +3.3V to the Arduino Due
 * 10-kilohm resistor attached from pin 2 to ground
 created 24 Oct 2011
 modified 27 Mar 2012
 by Tom Igoe
 This example code is in the public domain.
 http://www.arduino.cc/en/Tutorial/KeyboardButton
 */
int previousButtonState = HIGH;
                    // for checking the state of a pushButton
int counter = 0;  // button push counter
void setup() {
  // make the pushButton pin an input:
  pinMode(2, INPUT);
  digitalWrite (2,HIGH);
  pinMode(3, INPUT);
  digitalWrite (3,HIGH);
  pinMode(4, INPUT);
  digitalWrite (4,HIGH);
  pinMode(5, INPUT);
  digitalWrite (5,HIGH);
  pinMode(6, INPUT);
  digitalWrite (6,HIGH);
  pinMode(8, INPUT);
  digitalWrite (8,HIGH);
  // initialize control over the keyboard:
  Keyboard.begin();
}
void loop() {
  // read the pushbutton:
  int buttonState = digitalRead(2);
  // if the button state has changed,
  if (digitalRead(6)==0) {
    Keyboard.println("www.open-electronics.org");
    delay(2000);
  }
  if (digitalRead(5)==0) {
    Keyboard.print("mailto");
    Keyboard.write(62);
    Keyboard.println("info@open-electronics.org");
    delay(2000);
  }
  if (digitalRead(4)==0) {
   Keyboard.println("www.facebook.com/OpenElectronics");
   // Keyboard.print("]+");
    delay(2000);
  }
  if (digitalRead(3)==0) {
    Keyboard.println("www.twitter.com/OpenElectronics");
    delay(2000);
  }
  if (digitalRead(2)==0) {
     Keyboard.println
     ("https://plus.google.com/+OpenelectronicsOrgPage");
     delay(2000);
   }
   if (digitalRead(8)==0) {
     Keyboard.println("A");
     Keyboard.write('A');
//     for (int i=0;i<200;i++)     Keyboard.write(i);
     //Keyboard.write('@');
     delay(2000);
   }
   // save the current button state for comparison next time:
   previousButtonState = buttonState;
}
```

del connettore del cavo USB per il collegamento al computer. Per l'orientamento dei componenti attivi (i LED e il regolatore di tensione) aiutatevi con il disegno di montaggio visibile in queste pagine.
Completato il montaggio e verificato che sia tutto a posto (saldature lucide e ben fatte, senza baffi di stagno che possano cortocircuitare piste o componenti attigui) potete connettere il circuito al programmatore e caricare il bootloader, quindi effettuare la connessione al PC via USB e caricare lo sketch, che trovate disponibile per il download sul nostro sito *www.elettronicain.it* insieme agli altri file del progetto. Se acquistate la scheda in versione già montata, trovate già il bootloader nel microcontrollore e dovete solo caricare lo sketch dal PC, mediante l'IDE Arduino, indicando come scheda Arduino Leonardo. Ora la B-card è pronta per l'uso; naturalmente dovrete, prima di caricare lo sketch, personalizzarlo inserendo i vostri contatti (e-mail, Facebook, sito web ecc.).

UTILIZZO

L'uso della B-card è piuttosto semplice: una volta collegata al PC, dopo il lampeggio del LED rosso, è pronta per l'uso; per visualizzare il sito web, ovvero affinché P1 sia efficace, bisogna aprire il browser Internet sulla home-page di un motore di ricerca: Google, per esempio. Fatto ciò, premendo P1 in pochi istanti si accede al sito memorizzato nello sketch, dove si può navigare come di consueto. L'accesso viene ottenuto perché il microcontrollore simula una tastiera e compone i caratteri del sito seguiti da Invio.
Aprendo il client di posta elettronica e premendo P2, si avvia la scrittura di un'e-mail all'indirizzo di posta contenuto nello sketch. Sempre con il browser aperto, il pulsante P3 punta alla pagina Facebook contenuta nello sketch, P4 a Twitter e P5 all'account Google+.
Va notato che premendo i rispettivi tasti quando è aperto un editor di testo, vengono mostrati i rispettivi link web e, per la posta elettronica, l'indirizzo. Quindi in caso di difficoltà nell'accesso diretto basta fare copia e incolla.

IL FIRMWARE

Diamo adesso uno sguardo allo sketch della Bi-card (è riportato per interno nel **Listato 1**) e analizziamo i punti riguardanti i dati da personalizzare, vale a dire le righe contenenti l'indirizzo web, la casella di posta elettronica e gli eventuali account Facebook, Twitter e Google+.
La prima è quella che contiene l'indirizzo web cui puntare quando viene premuto P1 ed è:

```
void loop() {
  // read the pushbutton:
```

```
int buttonState = digitalRead(2);
// if the button state has changed,
if (digitalRead(6)==0) {
  Keyboard.println("www.open-electronics.org");
  delay(2000);
}
```

Si tratta del loop che testa i cinque pulsanti e che, nel caso in questione, riguarda l'azione correlata allo stato logico zero sul piedino 6. Nella riga **Keyboard.println("www.open-electronics.org");** al posto di *www.open-electronics.org* potete scrivere il vostro indirizzo web. L'istruzione permette di comporre il testo tra parentesi e virgolette inviandolo sull'USB come si trattasse di tasti premuti.
La successiva porzione del loop è:

```
if (digitalRead(5)==0) {
  Keyboard.print("mailto");
  Keyboard.write(62);
  Keyboard.println("info@open-electronics.org");

  delay(2000);
}
```

e specifica l'indirizzo di posta elettronica nella riga **Keyboard.println("info@open-electronics.org");**.
L'istruzione è uguale alla precedente e tra virgolette potete scrivere l'indirizzo di posta elettronica desiderato.
Passiamo adesso alla terza porzione del loop, che riguarda la pressione del pulsante P3 (facente capo alla linea digitale D4 della nostra Arduino) e fa uso della stessa istruzione:

```
if (digitalRead(4)==0) {
  Keyboard.println("www.facebook.com/OpenElectronics");
 // Keyboard.print("]+");
  delay(2000);
}
```

nella riga **Keyboard.println("www.facebook.com/OpenElectronics");** si scrive l'url della propria pagina Facebook.
La quarta porzione del loop dello sketch riguarda la pressione del pulsante P4 (linea digitale D3) e nella riga **Keyboard.println("www.twitter.com/OpenElectronics");** tra le virgolette si specifica l'eventuale propria pagina Twitter.
Ora vediamo la parte di loop riguardante l'indirizzo per raggiungere il proprio account Twitter, che è:

```
if (digitalRead(3)==0) {
```

```
  Keyboard.println("www.twitter.com/OpenElectronics");
  delay(2000);
}
```

Nella solita istruzione **Keyboard.println("www.twitter.com/OpenElectronics");** tra virgolette indicate il vostro eventuale account Twitter.
Infine vediamo l'ultima porzione del loop, che con la solita istruzione Keyboard.println specifica l'eventuale indirizzo per raggiungere il proprio account Google+:

```
if (digitalRead(2)==0) {
  Keyboard.println("https://plus.google.
com/+OpenelectronicsOrgPage");
  delay(2000);
}
```

Al solito, tra le virgolette indicate l'url corrispondente al vostro account Google+.
Notate che, volendo, potete sostituire il testo tra virgolette nelle porzioni di loop analizzate, cambiando di conseguenza la funzionalità dei pulsanti; per esempio potete richiamare più pagine web o altri servizi accessibili da Internet, così da creare il vostro biglietto da visita personalizzato. ■

per il MATERIALE

La B-CARD biglietto da visita (cod. FT1120M) viene fornita montata e testata ed è disponibile presso Futura Elettronica al prezzo di Euro 14,90. 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

CONTROLLER AC

Variatore di velocità per motori in corrente alternata monofase del tipo a spazzole operante fra 24 e 240 Vca, che consente di mantenere un'elevata coppia anche a bassi regimi grazie alla parzializzazione d'onda.

di DAVIDE SCULLINO

Molte applicazioni che fanno uso di motori in corrente alternata richiedono la regolazione della velocità, ovvero dei giri al minuto compiuti dall'albero; questa forma di controllo non è semplice perché non basta porre in serie al motore un reostato di potenza: infatti in tal caso si otterrebbe un rendimento bassissimo a causa della perdita di energia nel reostato stesso e un inaccettabile calo della coppia (che dipende dalla corrente) ai bassi regimi. Il metodo che si è dimostrato il più efficace è quello della parzializzazione d'onda (qualcosa di simile al PWM utilizzato nel controllo dei motori in corrente continua), preferibilmente con sincronizzazione degli impulsi generati attraverso circuiti di zero crossing detector. Quello che proponiamo in queste pagine è qualcosa del genere, che nasce per il controllo di motori a spazzole.
Funziona a parzializzazione d'onda sincronizzata

CARATTERISTICHE TECNICHE

- **Tensione di alimentazione: 110÷240V**
- **Tensione di alimentazione carico: 24÷240VAC**
- **Corrente massima erogabile: 5,5 A**
- **Regolazione della minima velocità**
- **Regolazione della potenza: 5÷95%**
- **Filtro EMI incorporato**
- **Dimensioni: 130 x 75mm**

con la rete, riducendo la durata degli impulsi generati da un timer retriggerabile progettato per la frequenza di rete, che innesca il dispositivo di commutazione ad ogni periodo. Tale tecnica permette di elevare l'efficienza del regolatore, in quanto si gioca sulla tensione e corrente medie del motore e la perdita si limita alla caduta nel dispositivo di commutazione, negli istanti in cui conduce. Inoltre tale soluzione consente di non perdere coppia motrice, che è quindi elevata anche a basso regime di giri, in virtù del fatto che il motore riceve impulsi di corrente la cui energia se non è costante è quantomeno elevata, mentre se avessimo optato per una regolazione a reostato la corrente avrebbe condizionato la coppia.
Ma in questi dettagli entreremo analizzando lo schema elettrico, che ci mostra l'intero circuito, il quale, contrariamente a quanto si potrebbe pensare, è galvanicamente separato dalla rete elettrica.

SCHEMA ELETTRICO

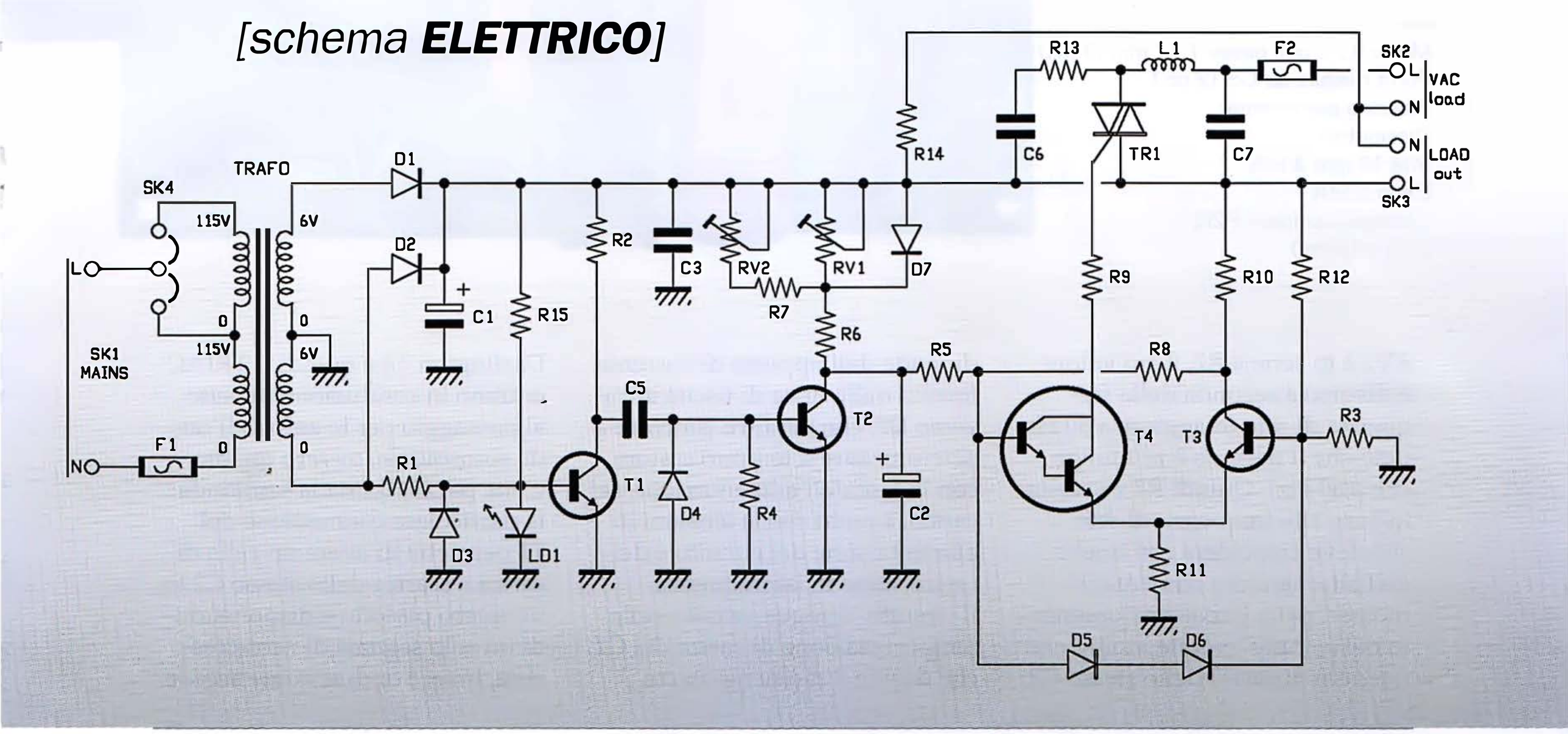
Per quanto sia idoneo al controllo dei motori in alternata, il nostro circuito non attinge direttamente alla rete a 230 Vca ma viene da essa alimentato solamente per quanto riguarda la circuitazione di controllo; il motore va poi collegato ad una morsettiera che ha un contatto in comune con il positivo di alimentazione del circuito di controllo. Questo consente il controllo di motori anche in bassa tensione, senza interferenza con la rete elettrica.
L'alimentazione del circuito viene ricavata da un trasformatore con primario a presa centrale, connesso alla morsettiera di rete tramite il fusibile di protezione F1 e il ponticello J1/J2, che permette di alimentare il trasformatore stesso con 220÷240 Vca (jumper chiuso in alto, verso l'estremo della seconda porzione di primario, così da avere alimentato il primario intero) oppure con 110 Vca (jumper chiuso sulla presa centrale, così da alimentare solo metà primario); il secondario, a presa centrale anch'esso, insieme alla coppie di diodi D1 e D2 e al condensatore elettrolitico C1, realizza un raddrizzatore a doppia semionda (basato su trasformatore a presa centrale) con filtro capacitivo, grazie al quale viene alimentata l'intera circuitazione di controllo con circa 8 Vcc.
La presenza dell'alimentazione è segnalata dall'accensione del LED LD1.
In questo tipo di alimentatore, la presa centrale del secondario è portata a massa per assicurare che le tensioni fornite ai diodi raddrizzatori siano in opposizione di fase tra loro e che il raddrizzamento sia effettivamente a doppia semionda.
Dal capo inferiore del secondario, ossia dall'anodo del D2, prelevamo mediante R1 e D3 (usato come raddrizzatore a singola semionda) una tensione variabile composta dalle sole semionde positive della sinusoide presente ai capi della porzione inferiore del secondario del trasformatore, che ci servirà come clock. Ed è da qui che partiamo per descrivere il funzionamento della regolazione di velocità del motore.
Gli impulsi positivi sinusoidali (che si ottengono nella semionda negativa della sinusoide di rete) attraversano la resistenza di limitazione della corrente R1 e polarizzano la base del transistor T1, il quale essendo un NPN, appena superata la tensione di soglia (0,6 volt) inizia a condurre e la sua corrente di collettore viene limitata dalla resistenza R2, per effetto della caduta sulla quale il collettore del BC547 scende a un potenziale di poche centinaia di millivolt, scaricando il condensatore C5 (caricatosi a transistor interdetto attraverso la resistenza R2) tramite il diodo D4.
Al ritorno a zero volt dell'impulso sinusoidale fornito da R1 il T1 va in interdizione e all'arrivo della successiva semionda negativa la giunzione base-emettitore del T1 riceve un impulso, ma dell'ampiezza di circa -0,6V, che va a interdire il transistore senza danneggiarlo. Ora, però, attraverso la resistenza R2 e il C5, scarico, fluisce corrente fin nella base del transistor T2, per un periodo circa uguale alla costante di tempo τ, uguale a:

$$\tau = (R2+R4) \times C5$$

L'impulso di corrente che ne deriva manda ora in saturazione T2, la cui tensione collettore-emettitore si porta a circa 0 V, scaricando quasi all'istante il condensatore elettrolitico C2, fino a prima mantenuto in carica dalla tensione di alimentazione, attraverso il complesso di resistenze fisse e variabili R7, RV2, RV1, R6.
Ne deriva che la base del Darlington T4 viene ora posta a livello basso e T4 resta interdetto.
Finito l'impulso fornito dal C5, T2 torna in interdizione e il condensatore C2 prende a caricarsi effetto di RV2, RV1, R7 ed R6, fino a far entrare in conduzione

il Darlington. Quando la tensione di rete inverte la propria polarità, T1 torna in saturazione e scarica nuovamente C5 attraverso D4, ma T2 resta interdetto e per effetto di RV2, RV1, R7 ed R6, il condensatore elettrolitico C2 inizia a caricarsi, fin quando a un certo punto la tensione ai suoi capi è sufficiente a polarizzare la giunzione base-emettitore del Darlington, attraverso la resistenza di limitazione R5. L'entrata in conduzione del T4 fa sì che il gate del TRIAC TR1 sia eccitato dalla corrente di collettore, che scorre verso l'emettitore e quindi verso massa, cosicché lo stesso TRIAC entra in stato di ON e conduce quasi fosse un cortocircuito tra i due estremi (SK9-L ed SK3-L) facendo fluire corrente nel carico. Ciò avviene a prescindere dalla polarità dell'alternata applicata ai morsetti di alimentazione del motore.
Il carico riceve alimentazione attraverso il fusibile di protezione F2 e la bobina L1, la quale insieme a C7 forma un filtro passa-basso utile a spegnere gli spike prodotti dalla commutazione del TRIAC, ogni volta che si accende e si spegne, il che avviene due volte ogni periodo dell'alternata applicata ad SK2. Infatti il TRIAC una volta triggerato sul gate si eccita e resta in stato di ON fin quando non avviene l'inversione della polarità, allorché dopo il passaggio per lo zero, se il gate è ancora polarizzato torna a condurre.
Tra gli estremi del TRIAC troviamo anche un bipolo serie (R13-C6) con la stessa funzione, ossia smorzare i picchi di tensione generati dalla commutazione sul motore, inevitabili a causa del fatto che si tratta di un carico elettrico fortemente induttivo. Sopprimere i transienti ai capi del TRIAC è necessario perché controllando carichi come motori, possono verificarsi impulsi con elevato dV/dt, ovvero con pendenze ripidissime e in casi del genere i tiristori (quindi il TRIAC, che lo è) possono autoinnescarsi. Quando il carico viene alimentato, la tensione che si trova ai suoi capi viene parzialmente riportata tramite R14 e D7 al nodo di unione di R6, R7 ed RV1, contribuendo ad elevare la tensione sul C2 in semionda positiva e non contribuendo (visto che il D7 verrebbe polarizzato inversamente) in semionda negativa e in corrispondenza di ogni passaggio per lo zero, quindi dell'interdizione del TRIAC, che avviene inevitabilmente all'inversione di polarità.
Notate che la rete di carica del C2 è dimensionata in modo che inserendo la minima resistenza serie (trimmer cortocircuitati) l'elettrolitico si carichi poco dopo il passaggio per lo zero e anche inserendo la massima resistenza la conduzione del Darlington T4 avvenga entro il periodo dell'onda sinusoidale. Allo scopo va notato che i trimmer sono due perché regolano ognuno una temporizzazione e in particolare

[schema **ELETTRICO**]

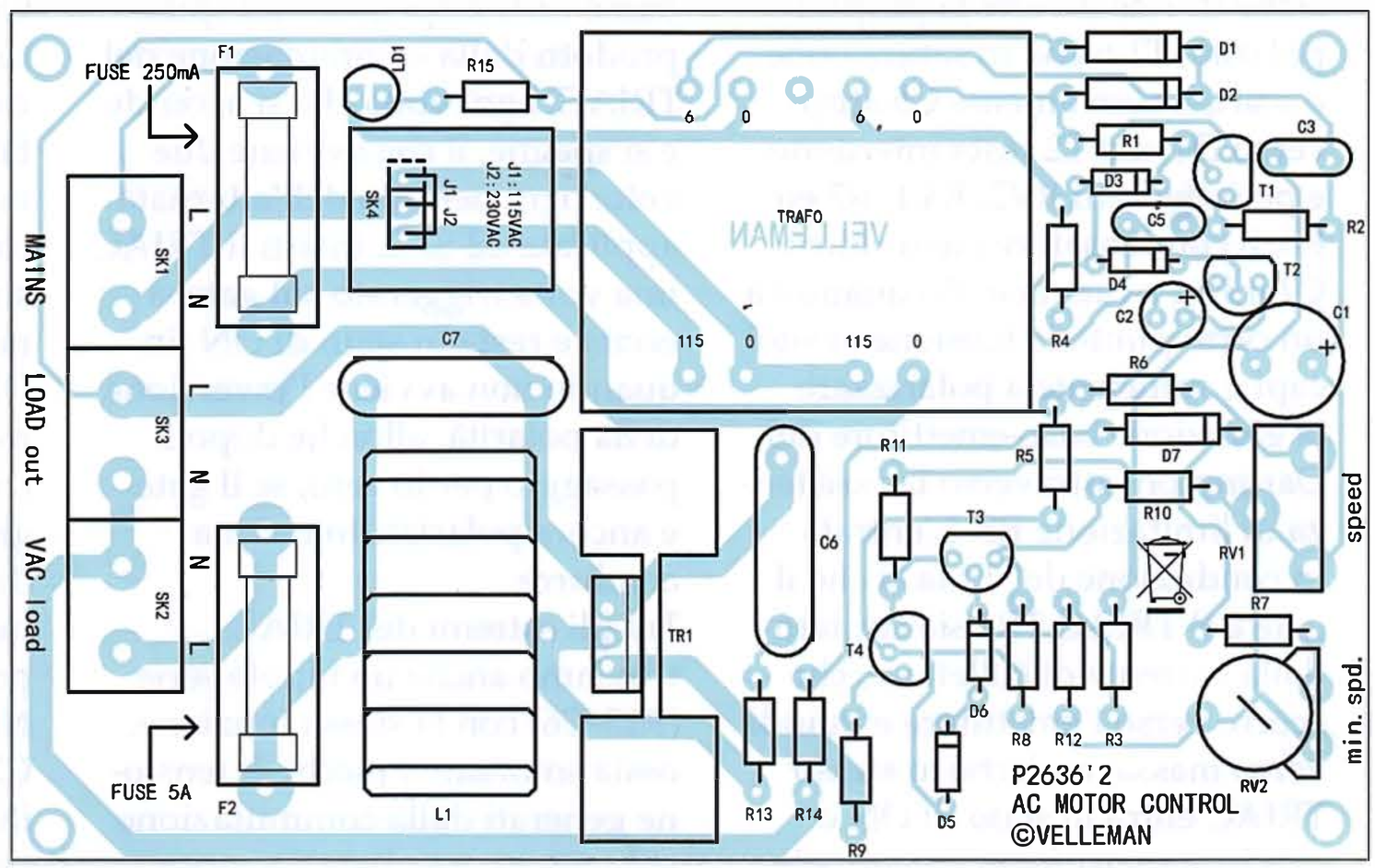


[piano di **MONTAGGIO**]

Elenco Componenti:

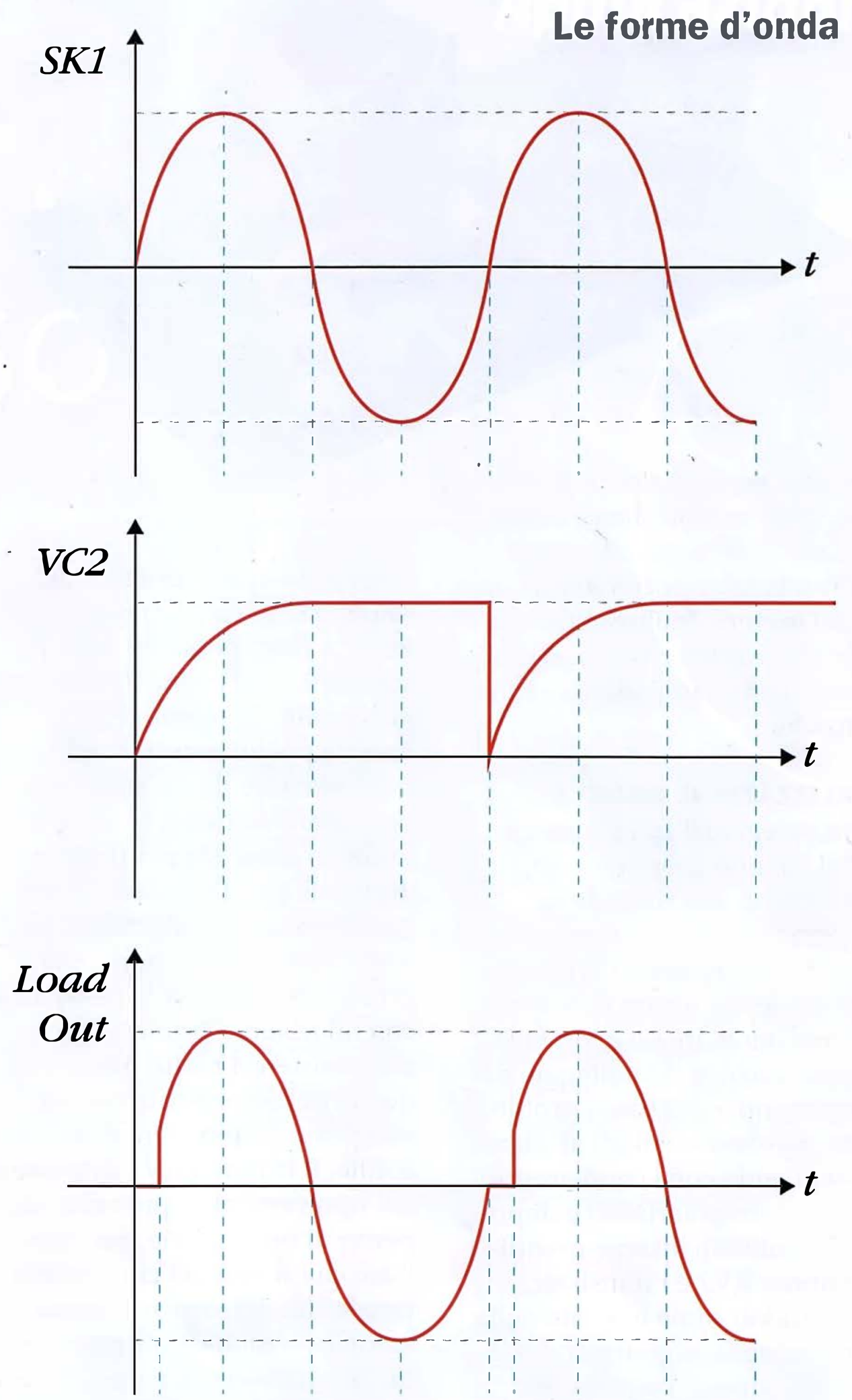
R1: 4,7 kohm
R2: 3,3 kohm
R3: 680 ohm
R4, R5: 22 kohm
R6: 1,5 kohm
R7: 47 kohm o 10 kohm (vedi testo)
R8: 100 kohm
R9: 100 ohm
R10: 120 ohm 0.6W
R11: 68 ohm 0.6W
R12: 1 kohm
R13: 27 ohm
R14: 390 kohm
R15: 2,2 kohm
RV1, RV2: Trimmer 100 kohm
C1: 470 µF 35 VL elettrolitico
C2: 1 µF 50 VL elettrolitico
C3: 100 nF ceramico
C5: 47 nF 100 V poliestere
C6: 100 nF 275 VAC poliestere
C7: 47 nF 630 V poliestere
D1, D2: 1N4007
D3÷D6: 1N4148
D7: 1N4007
T1÷T3: BC547
T4: BC517
F1: Fusibile 250mA
F2: Fusibile 5A
LD1: LED 3 mm rosso
L1: Bobina 1 mH/5 A
TRAFO: Trasformatore 2x6V/2x0.3A
TR1: BT137F-600

Varie
- Morsetto 2 poli passo 7,62 mm (3 pz.)
- Porta fusibile da CS (2 pz.)
- Alberino per trimmer
- Dissipatore
- Vite 12 mm 3 MA
- Dado 3 MA
- Circuito stampato P2636 (120 x 75mm)



RV2 è in serie a R7, il cui valore è diverso a seconda della frequenza di rete (maggiore a 50 Hz, dato che il periodo è più lungo che a 60 Hz). Quindi R7 va scelta in base alla frequenza di rete, che deve coincidere con quella dell'alternata che alimenta il motore, pena il malfunzionamento del circuito. Notate inoltre che il tempo di carica dello stesso C2 dipende dall'apporto di corrente fornito dalla linea di uscita attraverso D7, che peraltro concorre a sincronizzare il temporizzatore con la fase dell'alimentazione del carico, a patto che le tensioni di alimentazione del circuito e del carico siano in isofrequenza.
Il circuito, dunque, si basa sulla temporizzazione di carica del C2, che decide il momento in cui il Darlington T4 e quindi il TRIAC entrano in conduzione rispetto al passaggio per lo zero dell'onda sinusoidale, ovvero quanto viene parzializzata la semionda; la particolare connessione del T1 permette di avere un ciclo di carica e scarica dello stesso C2 in un intero periodo e disponendo di un solo segnale di zero-crossing, invece di due, come accade

tipicamente nei dimmer.
Quindi il T4 e il TRIAC entrano in conduzione, con il ritardo imposto dalla carica del C2, dopo l'esaurimento dell'impulso fornito da C5 (ovvero dopo l'interdizione del T1) e vanno in interdizione all'arrivo di un nuovo impulso su C5; all'inversione della polarità della tensione Vac load, se T4 è ancora in conduzione, dopo un po' il TRIAC rientra in conduzione, assicurando l'alimentazione del carico in entrambe le semionde, fatta salva la parzializzazione imposta dalla rete di temporizzazione.
La velocità del motore si regola con RV1: più elevata è la resistenza inserita da questo trimmer, più tardi avverrà, nel semiperiodo, l'innesco del TRIAC, quindi meno veloce girerà il motore; viceversa, minore è la resistenza e prima il TRIAC verrà innescato, così da fornire un maggior valore di energia al motore e farlo girare più velocemente. RV2 permette una taratura più precisa, in virtù del fatto che si trova in serie alla resistenza il cui valore adatta la rete di temporizzazione alla frequenza di rete; in particolare, consente di registrare la minima velocità impostabile con RV1.
Il circuito facente capo al T3 agisce da antagonista con T4; il BC547 è polarizzato a riposo dal partitore R12-R13 e solleva da massa l'emettitore del Darlington, imponendo una tensione di soglia per la conduzione del T4 stesso durante la carica del C2.
Per effetto dei due diodi D5 e D6 la base del T3 è sempre 0,6 volt meno positiva di quella del T4, cosicché quando il Darlington viene polarizzato in base T3 è irrilevante, mentre quando C2 viene scaricato va a spegnere immediatamente il T4, dato che ha una polarizzazione fissa.
La particolare configurazione del parzializzatore d'onda non agisce simmetricamente sui semiperiodi ma sull'intero periodo. Al contrario dei tradizionali dimmer, dove il TRIAC parzializza in egual misura in entrambe le semionde, non c'è dunque un taglio della sinusoide ogni 1/2 periodo ma solo una volta nel periodo. Il sistema siffatto consente quindi di variare l'energia



Correlazione tra le tensioni di rete, sul C2 e sul carico, nel tipico funzionamento del circuito, supponendo che la tensione sul carico sia in fase con quella di rete.

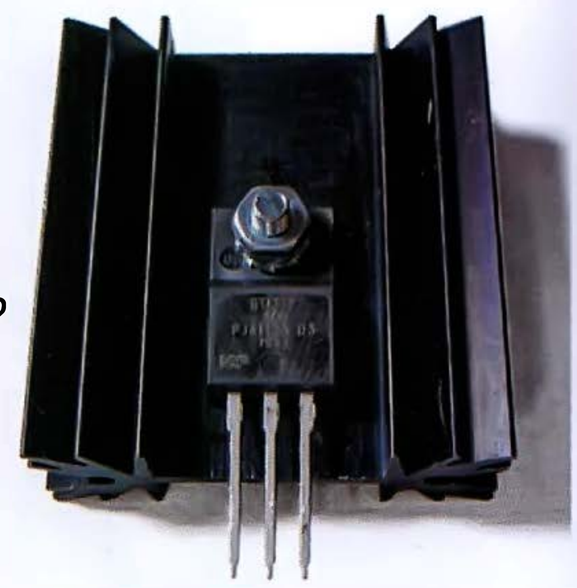
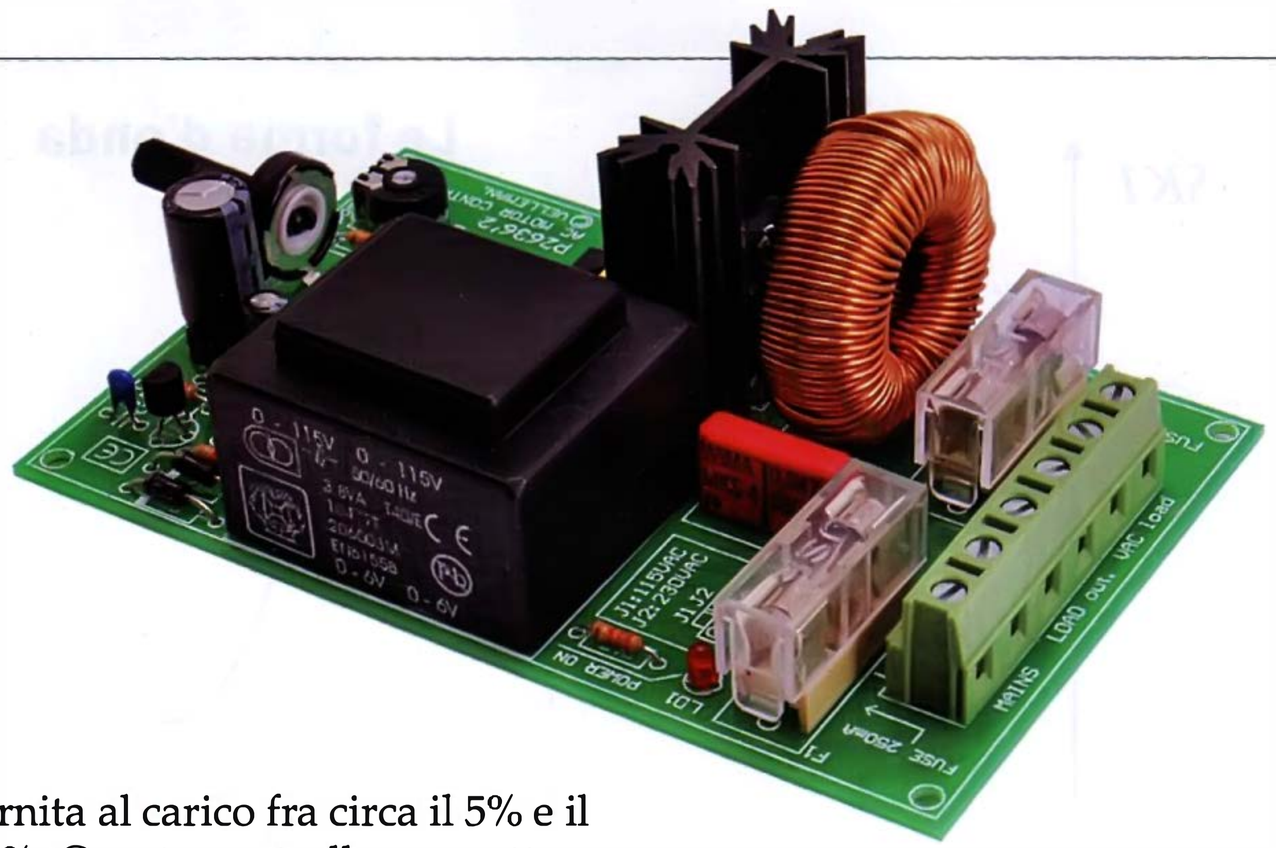


***Fig. 1** - Il TRIAC montato sul dissipatore prima dell'inserzione nei fori del circuito stampato.*



fornita al carico fra circa il 5% e il 95%. Questo controllo permette di mantenere la più alta coppia anche a bassa velocità di rotazione del motore. Inoltre consente di gestire carichi che non siano motori, come lampadine e stufe elettriche.

REALIZZAZIONE PRATICA

Bene, spiegato il funzionamento del circuito passiamo alla costruzione, che richiede la preparazione di uno stampato monofaccia seguendo la traccia scaricabile dal nostro sito *www.elettronicain.it*. Incisa e forata la basetta, iniziate il montaggio dai componenti a più basso profilo, come resistenze e diodi al silicio, proseguendo con i condensatori (prima i non polarizzati e dopo gli elettrolitici); inserite quindi il trimmer RV2 e i transistor, orientandoli come indicato nella disposizione componenti che vedete in queste pagine e i portafusibili. Montate quindi il TRIAC (che è in contenitore TO-220F, quindi tutto in plastica) in piedi, dotandolo di un radiatore di calore da 10 °C/W di resistenza termica (interponendo della pasta al silicone) prima di inserirlo nel circuito stampato (**Fig. 1**). Passate poi all'induttanza L1 e il trasformatore da circuito stampato, stando attenti, se questo ha lo stesso passo sia per il secondario che per il primario, a non scambiare gli avvolgimenti. Se avete dubbi perché non è indicato nulla, misurate la resistenza con un tester: il primario ha una resistenza molto più alta di quella del secondario, essendo composto da più spire di filo più sottile. Il trimmer RV1 dev'essere del tipo verticale e provvisto di perno di regolazione, ma visto l'uso che si farà del circuito e la possibilità di frequenti regolazioni, è possibile sostituirlo con un potenziometro lineare di pari valore resistivo.
Realizzate infine i ponticelli, inserite i fusibili nei rispettivi portafusibili e date una controllata generale al circuito. Se tutto è a posto siete pronti a utilizzarlo. Allo scopo raccomandiamo di inserirlo in un contenitore di plastica onde evitare di creare cortocircuiti o di prendere la scossa toccandone una parte. Ricordate che occorre attenzione nel manipolare il circuito, perché funziona ad alta tensione, almeno sul lato di alimentazione (anche su quello di uscita, se il carico non è a bassa tensione). Per evitare il rischio di folgorazione conviene applicare ai portafusibili gli appositi coperchietti in plastica. Se invece preferite un contenitore metallico, mantenete sollevata la scheda con delle colonnine alte almeno 1 cm, verificando che nessun componente o reoforo tocchi il metallo.
Per quanto riguarda i collegamenti, seguite la **Fig. 2**, ovvero ricordate che il circuito si alimenta dai morsetti SK1 (non serve rispettare alcuna polarità) e l'utilizzatore si collega a SK3, mentre l'alimentazione di quest'ultimo si applica a SK2. Precisiamo che l'alimentazione del carico può anche essere in comune con la rete, nel quale caso la morsettiera SK2 va connessa in parallelo alla SK1. L'aver separato galvanicamente le due sezioni è utile dove serva la separazione tra la rete e la tensione di alimentazione dei motori e, in ogni caso, dove si può verificare il contatto con l'uomo o è necessario evitare percorsi di corrente da e verso la rete di distribuzione elettrica. ■

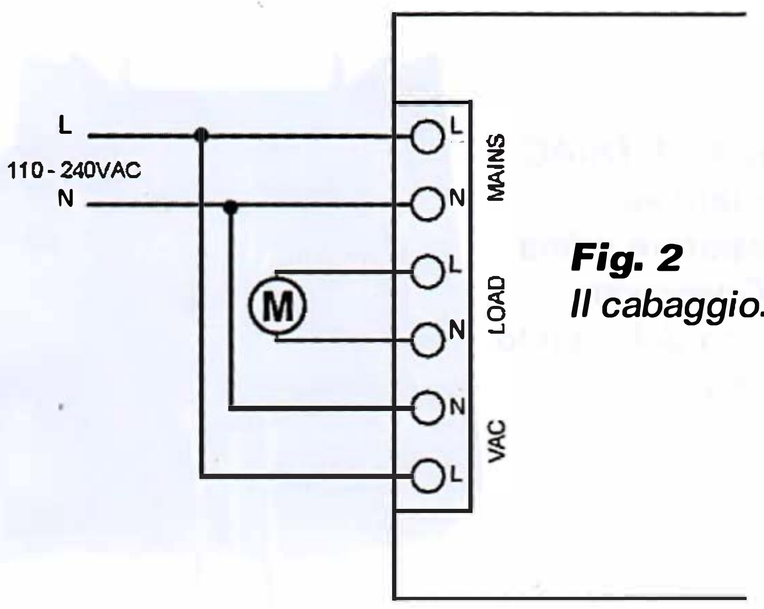


Fig. 2
Il cabaggio.

per il MATERIALE

Questo progetto viene prodotto in scatola di montaggio dalla società Velleman e distribuito in Italia da Futura Elettronica.
Il kit è completo di tutti i componenti: minuterie, basetta forata e serigrafata. È disponibile al prezzo di Euro 29,00 IVA compresa (cod. K2636).

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

LIFT BIT: IL DIVANO CONNESSO

di MARCO SANGALLI e CLAUDIO PINO

Design e tecnologia in un connubio perfetto che ha visto la rete Dust applicata al controllo in Rete di un innovativo divano modulare conformabile a piacimento grazie a un'elettronica prototipata con SmartEverything.

Nei precedenti numeri di Elettronica In abbiamo presentato la nuova famiglia SmartEverything, ossia un nutrito set di board di prototipazione di applicazioni per l'Internet delle Cose le quali schede/board dispongono, a seconda del modello, di vari link wireless low-power, oltre ad eventuali Bluetooth LE e al WiFi ed al GPS. Nello specifico, nel marzo scorso ci siamo soffermati sul protocollo DUST nella versione della Linear Technology, implementato a bordo della scheda SmartEverything DragonFly attraverso l'integrazione del modulo Dusty della IOTEAM (*www.ioteam.it*), partner di Arrow Electronics nella realizzazione del progetto SmartEverything.

Del protocollo DUST abbiamo già tessuto le lodi, evidenziando i grandi pregi che ha, soprattutto nella realizzazione di reti WPAN di tipo mesh ed ora è venuto il momento di vedere un esempio

© FOTO MAX TOMASINELLI

pratico di cosa si può fare con esso, anche per mostrare i risvolti nel mondo reale. Lo facciamo esponendo un case study (ovvero un caso applicativo) che ci è stato proposto proprio dall'azienda IOTEAM che lo scorso ottobre, in occasione di Electronica 2016 (la fiera professionale di Monaco di Baviera) ha voluto presentare al pubblico un'applicazione adatta alla vita reale, di tutti i giorni, di una rete wireless meshed che utilizza la tecnologia SmartMesh IP di Linear Technology, per il controllo digitale del primo sofà "trasformabile digitalmente", il Lift-Bit , del rinomato studio di design e innovazione Carlo Ratti Associati. L'Internet of Things trova così finalmente una sua collocazione anche nel campo del design dell'arredo per iniziativa dello studio che ha ideato il primo sistema di arredo connesso.
Questo case study ci interessa non solo perché fa uso della stessa rete Dust implementata nella SmartEverything DragonFly, ma anche perché l'elettronica è stata prototipata proprio su questa scheda prima di arrivare alla realizzazione delle unità Network Manager e Mote, che sono state realizzate come descriveremo tra breve.
SmartMesh è l'unica rete Dust costruita per soddisfare i severi requisiti di affidabilità e sicurezza di IoT per il settore industriale.
Possiamo sintetizzarne qui di seguito le caratteristiche:

- >99.999% di affidabilità della rete; SmartMesh fornisce il business-critical data dove altre soluzioni falliscono (considerate che le applicazioni industriali non tollerano percentuali di errore oltre l'1%, corrispondente a perdere 3,65 giorni di attività l'anno).
- Sicurezza e crittografia certificate NIST: i dati sono protetti end-to-end dalla crittografia AES 128-bit, dal check dell'integrità dei messaggi (per evitare che i messaggi vengano alterati) e dall'autenticazione (il trasmittente si identifica).
- Scalabilità fino a 10,000 nodi consentita dalla tecnologia time-synchronized, channel hopping, che eliminano le collisioni tra i dati. Algoritmi di ottimizzazione dei dati che bilancia in modo intelligente il traffico dati per un instradamento efficace.
- Comunicazione bidirezionale per applicazioni di monitoring e controllo: acquisizione di dati di sensori, ricerca file di log, configurazione di sensori, controllo attuatori (allarmi, serrature, valvole, regolatori per HVAC ecc.).
- Modalità Blink, che permette supporto dei nodi di roaming, comunicazioni sicure e affidabili con un assorbimento medio di 3µA.

Nel fascicolo di marzo abbiamo descritto dettagliatamente la tecnologia Dust e ad esso rimandiamo per i particolari tecnici; qui ci limitiamo a ricordare che SmartMesh IP è una rete wireless di tipo Mesh, architettura, questa, che consente di raggiungere buone coperture appoggiando la comunicazione a nodi intermedi in grado di estenderla fisicamente. Il protocollo è basato su 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks), che offre un'affidabilità simile alle soluzioni cablate e bassissimi consumi energetici, consentendo l'implementazione sicura dei sensori IoT alimentati a batteria negli ambienti difficili.
La rete wireless SmartMesh IP è time-synchronized e in essa ciascun nodo può instradare, generare o ricevere (terminare) dati, fornendo al contempo autonomie di funzionamento di anni nelle applicazioni a batterie.
I nodi della rete si chiamano Mote e raccolgono e trasmettono dati.
I Mote sono i nodi wireless della rete SmartMesh IP; essi connettono i sensori e attuatori e instradano i relativi dati verso gli altri Mote, rimanendo ancora

© FOTO MAX TOMASINELLI

a basso consumo. Il nome Mote non è casuale perché in inglese significa "granelli" ed è in perfetta sintonia con il nome Dust, che significa polvere, quindi se la rete è la polvere, i nodi che la formano sono i granelli.
Ciascun Mote può sia inviare e ricevere messaggi (supporta dati bidirezionali) e può avere un differente data reporting rate e il network manager automaticamente coordinerà comunicazioni individuali a coppie per instradare il traffico nella maniera più efficiente possibile.
I Mote sono gestiti da un SoC basato su processore ARM Cortex-M3 che se necessario può supportare il software applicativo client programmabile tramite l'IP SmartMesh On-Chip Software Developer Kit.
In alternativa, un Mote può essere controllato da un microprocessore host esterno attraverso l'interfaccia API seriale di cui dispone. Nel nostro caso funziona autonomamente ed è il software a decidere la modalità di funzionamento, ossia Mote periferico (pouf) o access point.

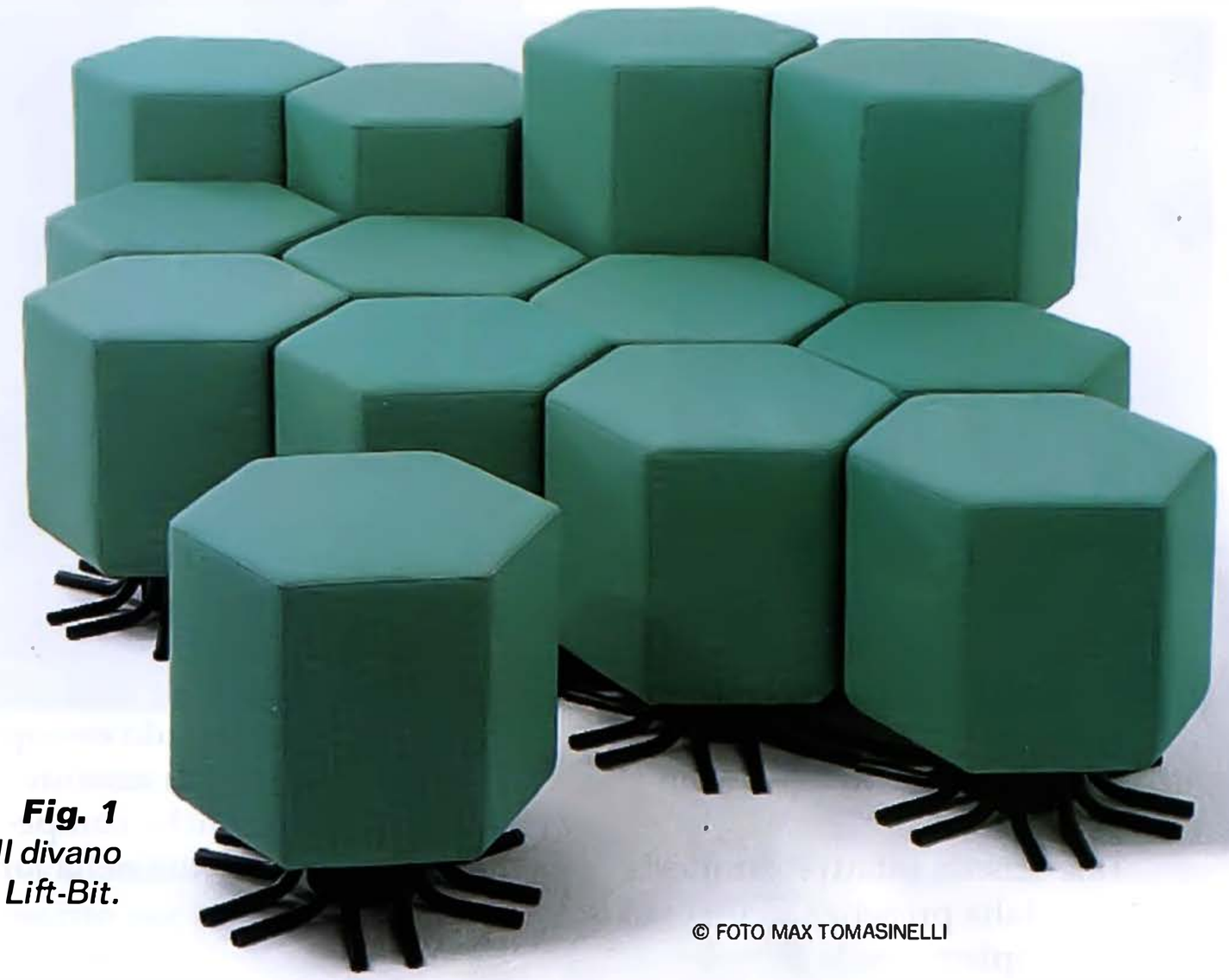


Fig. 1 *Il divano Lift-Bit.*

© FOTO MAX TOMASINELLI

COS'È LIFT-BIT

Il divano, progettato e sviluppato con il supporto di Vitra per "Stanze. Altre filosofie dell'abitare", una mostra organizzata dal Salone del Mobile di Milano nella cornice della XXI Triennale (Milano, 2 Aprile – 12 Settembre 2016), è composto da una serie di singoli sgabelli esagonali che sono, in termini di arredo, dei pouf; questi sono accostati ognuno su uno o più lati dell'esagono. La struttura è componibile a piacimento (**Fig. 1**).
Ognuno di essi è dotato di una base e motorizzato mediante un motore elettrico lineare che permette a ciascun elemento di essere alzato o abbassato (rispetto alla sua base), controllandolo remotamente tramite un'app da tablet, e permettendo a ogni sgabello di raddoppiare o dimezzare la propria altezza i pochi secondi, riconfigurando così la sagoma e lo spazio del divano in una miriade di combinazioni.
I moduli responsivi del Lift-Bit possono trasformarsi senza soluzione di continuità in un divano, un letto, un soggiorno ordinato, un piccolo auditorium, o un paesaggio domestico, secondo le necessità e i desideri dell'utilizzatore.
IOTEAM ha reso possibile tutto questo con la sua soluzione IoT basata sul chip LTC5800-IPM SmartMesh IP, integrato nei moduli Dusty e Dustino che abbiamo analizzato nella rivista di Marzo.
La logica di controllo wireless rende pilotabile il divano tramite una connessione WiFi, rendendo possibile riconfigurare lo spazio in un numero potenzialmente infinito di combinazioni.
Il Lift-Bit è tanto più interessante quanto più numerosi sono i suoi elementi.
Due pouf affiancati disegnano una seduta, quattro elementi, una chaise longue, nove elementi un ampio divano: le potenzialità estetiche si realizzano nella loro pienezza con un numero elevato di moduli esagonali, che permettono di dare vita alla forma desiderata.
L'arte e il design si combinano in una continua evoluzione abilitata dalla tecnologia wireless alloggiata nei pouf.

DESCRIZIONE TECNICA

La soluzione è costituita come detto da una serie di pouf esagonali imbottiti, che vengono affiancati e collegati in modo permanente in numero e configurazione a piacere, alimentati a 24V cc.
All'interno di ciascun pouf è presente un attuatore lineare che permette il movimento verticale della seduta imbottita ad una altezza che può raddoppiare o dimezzarsi in pochi secondi.
Una scheda elettronica realizzata ad hoc comprende tutti i componenti necessari a controllare il movimento del motore, rilevare i

***Fig. 2** - Il singolo pouf.*

***Fig. 3** - L'app in esecuzione su un tablet.*

fine corsa e la posizione dell'asse, scambiare informazioni con gli altri moduli.
Tale scheda infatti è caratterizzata dalla presenza di un chip che implementa la tecnologia Dust per comunicare in modalità wireless con gli altri pouf.
La configurazione prevede un Master e un numero a scelta di Slave. Il Master controlla il movimento di tutti gli Slave comunicando grazie alla tecnologia Dust. A sua volta il Master comunica in modalità WiFi con l'applicazione dell'utente per poter inviare la posizione di ogni pouf e ricevere i comandi di configurazione (**Fig. 3**).
L'applicazione include figure d'arredo predeterminate e offre la possibilità di disegnare combinazioni nuove. L'innovativa tecnologia wireless implementata nel divano rende più semplice la costruzione, l'installazione e il controllo dello stesso: si elimina la necessità di un numero elevato di cavi elettrici, necessari altrimenti in ogni singolo elemento della composizione, riducendo la necessità a un singolo cavo di alimentazione, peraltro in bassa tensione (24V) per evitare i rischi connessi alla vicinanza dell'elettricità.
La parte meccanica e l'app sono stati realizzati da Opendot (*www.opendotlab.it*), mentre la scheda elettronica di controllo da IOTEAM; un valido esempio di collaborazione tra aziende italiane con specifiche competenze e grande abilità nella loro integrazione.

LA SCHEDA ELETTRONICA

La scheda elettronica è stata progettata ad hoc ma con un formato DIN-rail per essere inserita in un apposito contenitore in plastica da barra DIN (**Fig. 4**) che consente una semplice installazione all'interno di ogni pouf; a bordo di ogni singolo puf è integrato un controller motori Infineon, funzionante con gli stessi 24V dell'alimentazione del sottosistema.
La scheda esiste in due versioni: Master (collegata in WiFi) e Slave. La versione Master prevede due modalità di comunicazione wireless: una è quella sulla rete a protocollo Dust ed è gestita dal chip LTC5800-IPM SmartMesh IP, che consente il dialogo con gli altri pouf slave componenti il divano; invece tramite il modulo WiFi si stabilisce la connessione alla Rete allo scopo di gestire il sistema tramite l'app. La scheda dell'unità completa (master) è illustrata nella **Fig. 5**, dove si nota il modulino WiFi con antenna integrata (quello blu).
Linear Technology rende disponibile l'hardware SmartMesh IP 802.15.4 in chip o tramite due moduli RF-certified su circuito stampato, che lo inglobano.
Il software (Mote software, network manager software o access point Mote software) a corredo consente di far funzionare l'hardware nella modalità richiesta dall'applicazione finale. Nel progetto Lift-Bit il Master ha il software access point e lo slave quello Mote.
Invece la versione Mote ha un unico modo di comunicazione wireless,

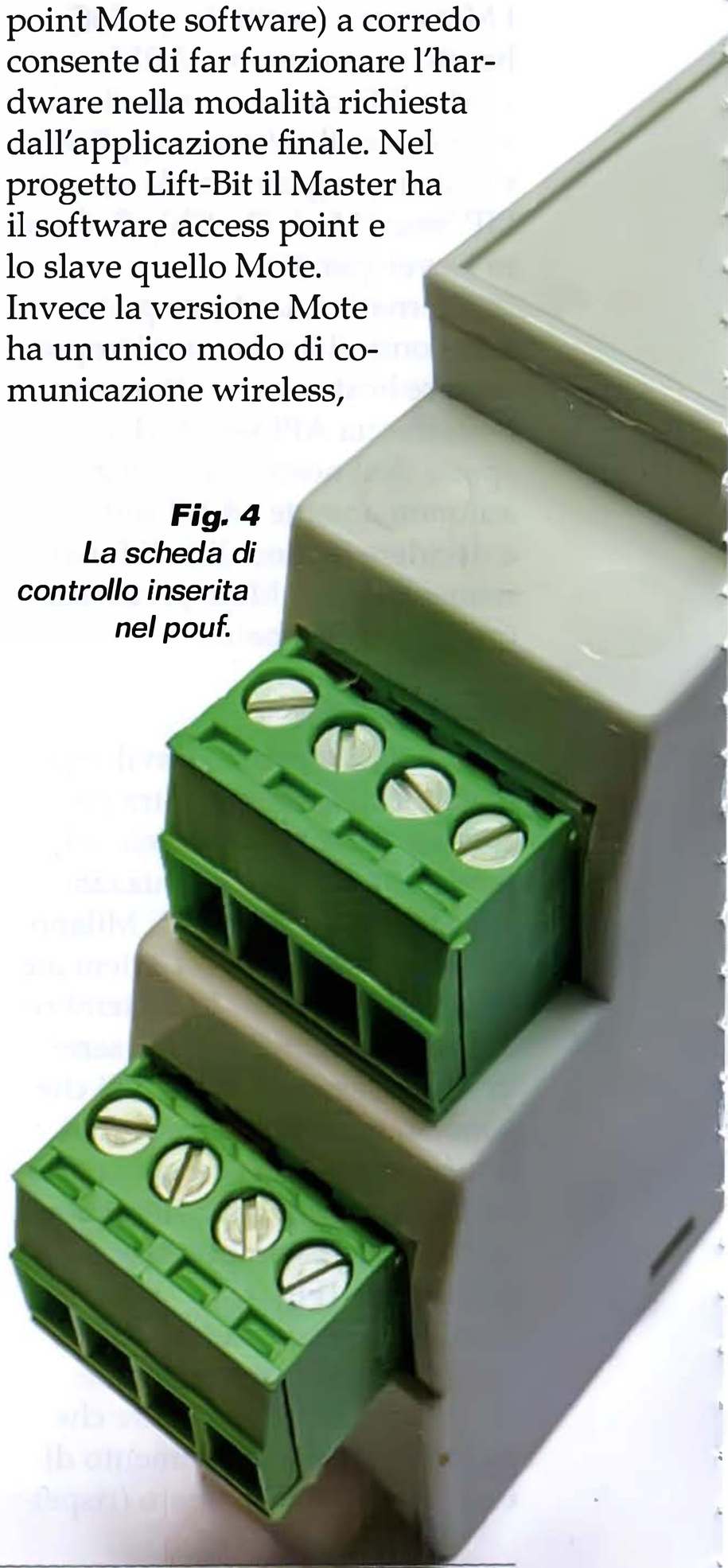


***Fig. 4** La scheda di controllo inserita nel pouf.*

quello relativo alla rete Dust; alla versione Mote è associato il controller dell'attuatore lineare, basato su un ponte ad H della Infineon; sulla relativa board manca la connettività WiFi.
In entrambe è applicato, dal lato opposto a quello visibile nella **Fig. 5**, il modulo Dust IOTEAM.
Come già detto, l'elettronica è stata prototipata con SmartEverything e con il kit di sviluppo Infineon per il controller H-bridge (**Fig. 7**) che poi nella versione definitiva è stato integrato nella scheda Mote. I System-on-Chip LTC5800-IPM in un case QFN 72 pin in soli 10x10 mm concentra tutte le funzionalità richieste, ossia il processore in banda base a 2,4 GHZ, gli stadi di gestione del protocollo e quanto è necessario per l'applicazione utente. Il comportamento dell'LTC5800-IPM in una rete SmartMesh IP è determinato dalla scelta del software che vi viene caricato: Wireless Mote, EManager o Access Point Mote. Il software per SmartMesh IP fornito da Linear Technology con l'LTC5800-IPM può essere testato e simulato per tutte le modalità operative e si carica attraverso un'interfaccia software Application Programming.

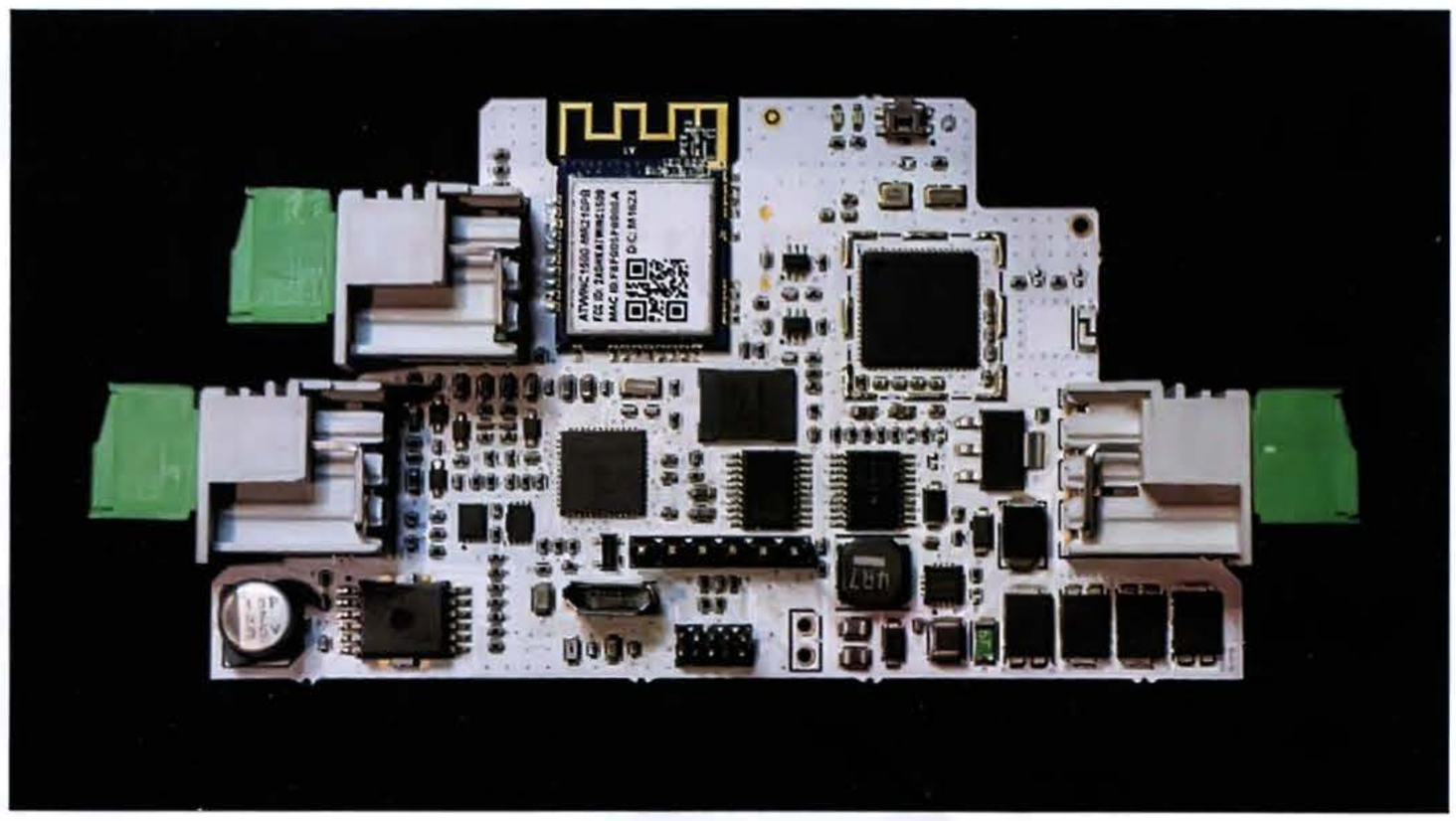


***Fig. 5** - La scheda completa (versione Master).*

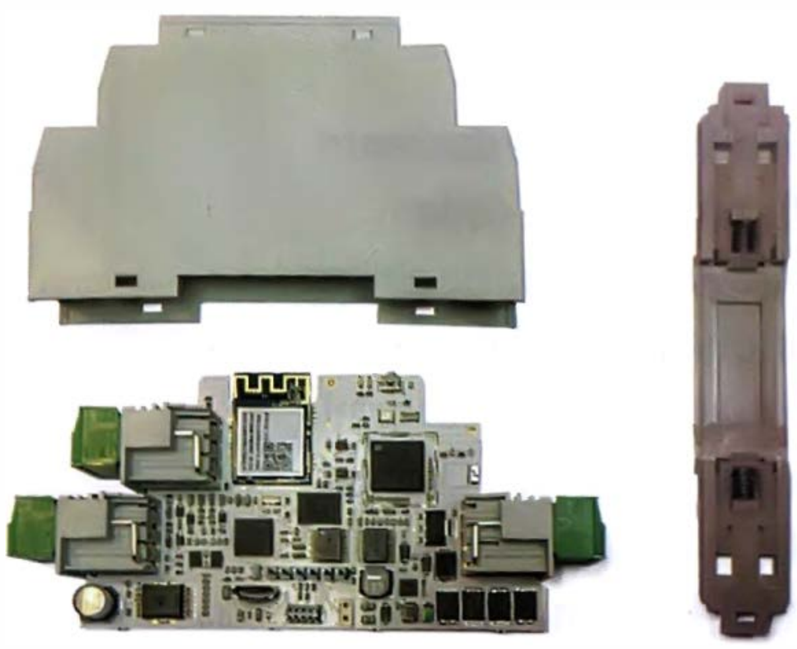


***Fig. 6** - Esploso della scheda inserita nel contenitore DIN rail.*

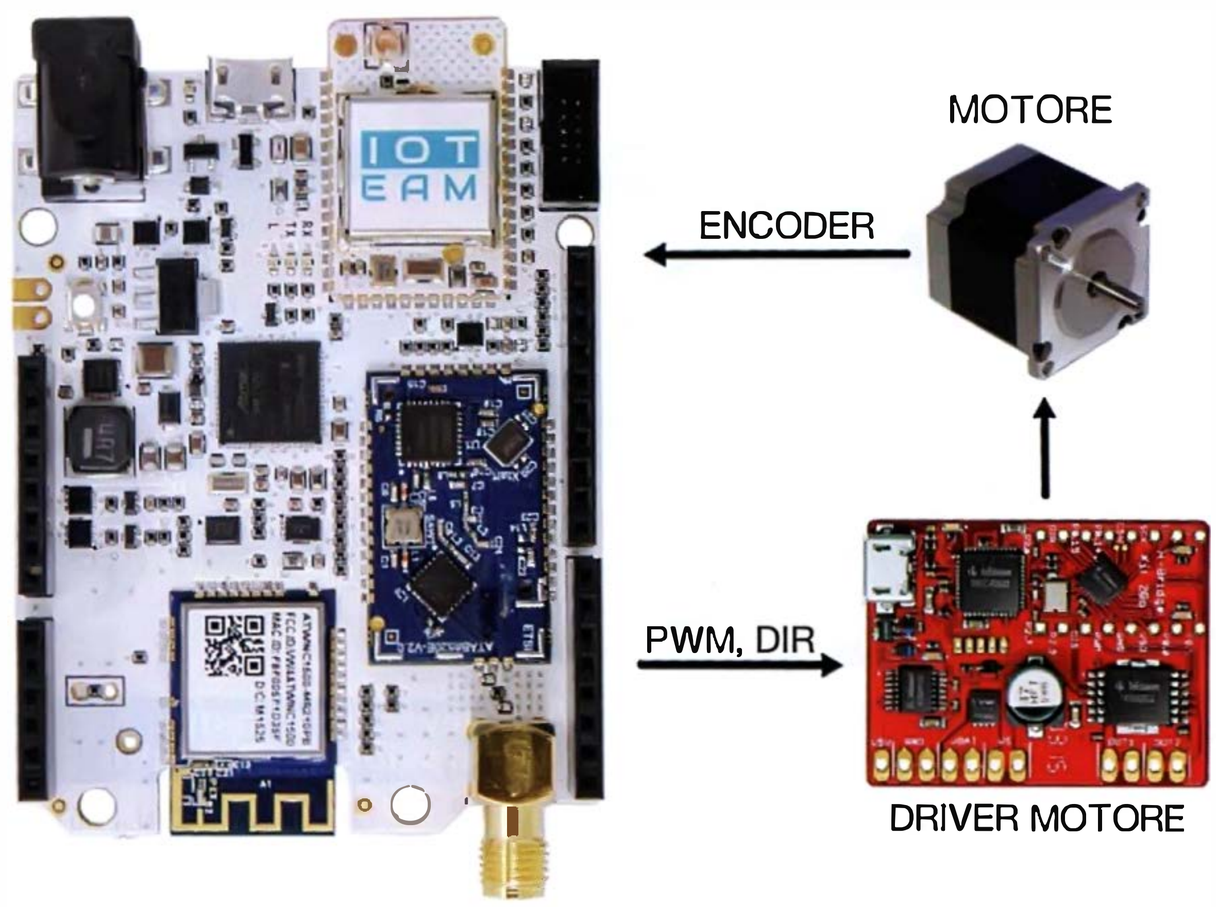
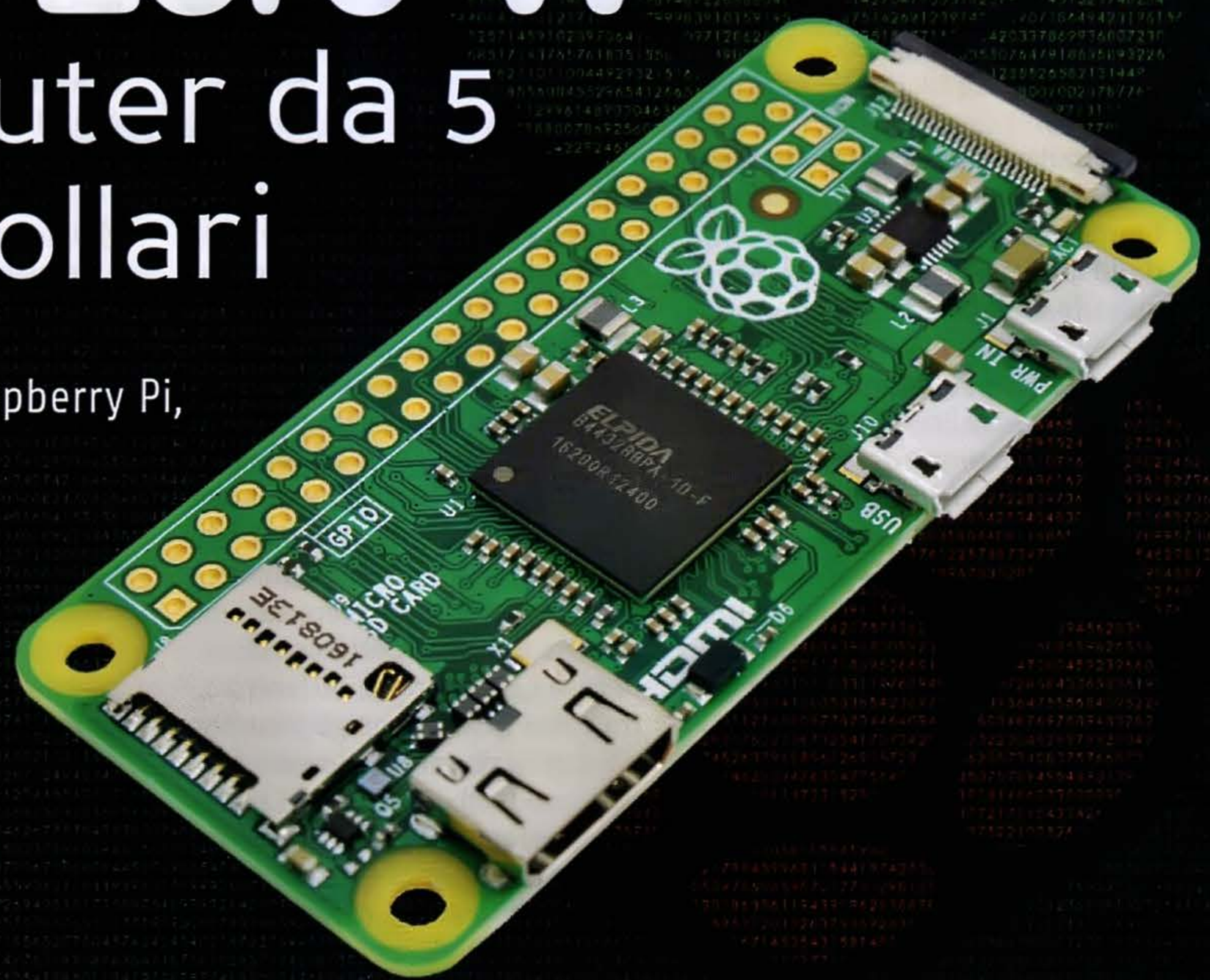


***Fig. 7** - Schema funzionale del prototipo sviluppato con SmartEverything.*

Raspberry Pi Zero e Pi Zero W

computer da 5 e 10 dollari

La Fondazione Raspberry Pi, in occasione del suo quinto compleanno, aggiorna il suo microcomputer lillipuziano arricchendolo con WiFi e Bluetooth.



di MARCO MAGAGNIN

Nel novembre 2015 la Fondazione Raspberry Pi ha presentato il microcomputer Raspberry Pi Zero, un'interpretazione "minimale" della sua serie di micro PC, che venne proposto al costo di soli 5 dollari. Ovviamente fu successo immediato. Il microcomputer fu allegato alla versione cartacea della rivista MagPi, la rivista ufficiale della fondazione, che andò esaurita nel giro di poche ore. I membri del team inglese pubblicarono l'annuncio a sorpresa, spiegando che "di tutte le cose che facciamo, ridurre il costo dell'hardware resta una delle più importanti, perché anche nel mondo dello sviluppo un PC programmabile è un bene di lusso per molti e ogni dollaro in più che chiediamo di spendere diminuisce la probabilità che una persona si metta in gioco". Da questa considerazione ha preso il via l'iniziativa che elimina ogni scusa e riluttanza ad entrare nel mondo delle tecnologie informatiche che tracceranno il sentiero del nostro futuro, oltre che di una diversa concezione dei rapporti tra individui, società, nazioni e continenti. Possiamo anche vedere questa iniziativa come una conferma della validità dell'approccio "Open" allo sviluppo tecnologico, che sostiene il concetto della massima conoscenza a disposizione del maggior numero di persone, senza un

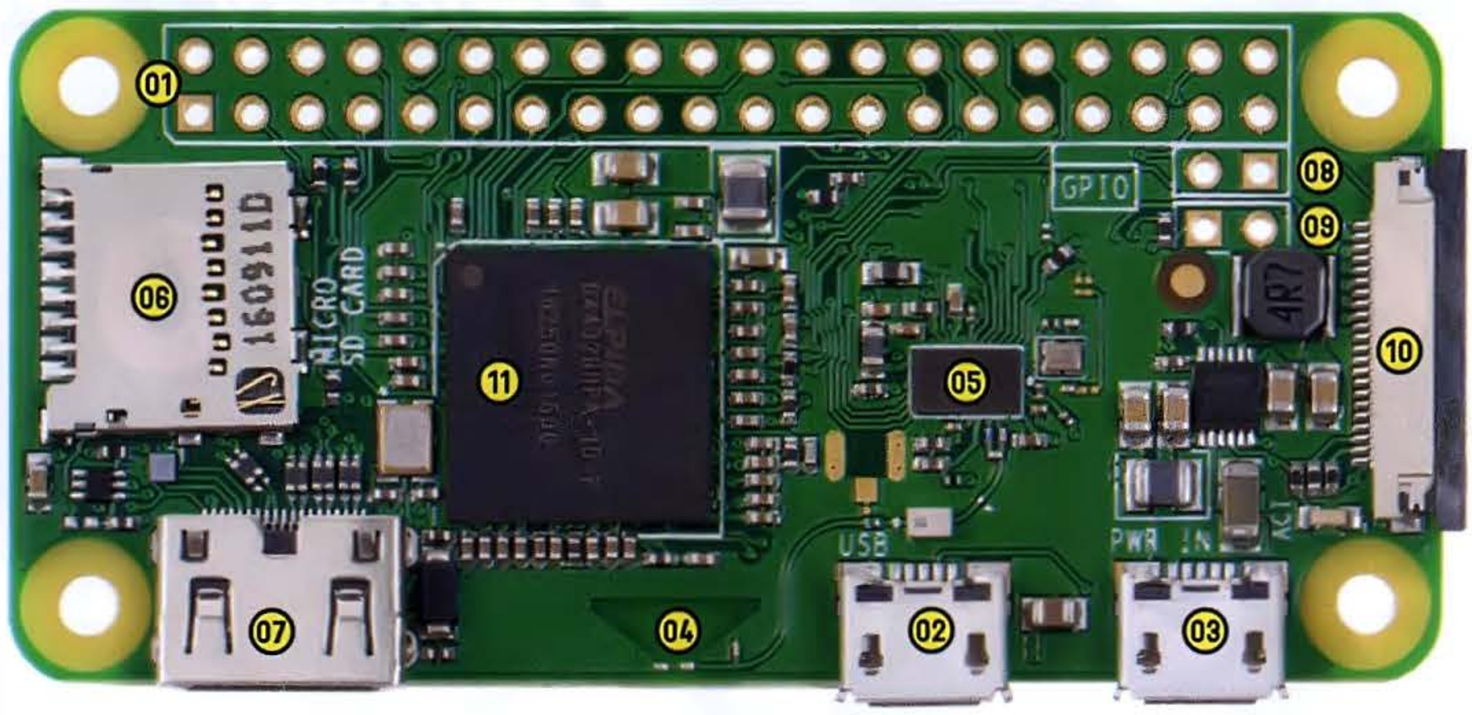


Fig. 1

corrispettivo economico diretto, concetto già sviluppato a suo tempo da Platone, e ribadito dalle lotte studentesche del '68, quando si voleva che la possibilità di studiare fosse alla portata di tutti e non solo delle persone appartenenti ai ceti più abbienti.
La prima versione del microcomputer "soffriva" di una serie di limitazioni che ne rendevano l'utilizzo un minimo complesso. In particolare la mancanza di un connettore di rete e la necessità di dispositivi di conversione per i connettori HDMI e USB. Infine non era disponibile un connettore per collegare la camera Pi.
Le versioni successive 1.2 e 1.3, dal maggio 2016 hanno risolto il problema del collegamento della camera Pi aggiungendo un connettore CSI su un lato del circuito stampato. Si possono utilizzare le versioni standard di camera Pi con l'unica accortezza di utilizzare un cavo piatto di collegamento, realizzato appositamente per la versione Pi Zero.
Alla fine di febbraio 2017 viene presentata la versione "W" di Pi Zero, che aggiunge alle versioni precedenti la disponibilità di un chip per la connettività WiFi e Bluetooth. Nel frattempo, soprattutto negli ultimi trimestri, sono state rese disponibili una serie di versioni sempre più complete ed "evolute" del sistema operativo Raspbian, il sistema operativo "raccomandato" per essere utilizzato con i microcomputer della famiglia Raspberry Pi.
Grazie a queste realizzazioni della Fondazione Raspberry Pi, studiare, o per lo meno studiare informatica, ora è veramente alla portata di tutti, almeno per quanto riguarda l'aspetto economico. Lo sforzo, la dedizione e la fatica da porre nell'imparare e nell'applicare le conoscenze acquisite, quelli no, non sono compresi nel prezzo, bisogna metterceli di persona e faranno la differenza tra chi si troverà con gli strumenti adatti a vivere proficuamente nel mondo che verrà e chi resterà indietro, relegato in un contesto lavorativo sempre meno remunerato e che andrà a scomparire sempre più velocemente. Quindi anche qui, niente scuse, è ora di impegnarsi, mettersi a studiare, acquisire e praticare le conoscenze necessarie ad affrontare il mondo due, tre o quattro punto zero che sia. Tutti, singoli individui, giovani o anziani, aziende, scuole di ogni ordine e grado, imprenditori, governanti ed istituzioni pubbliche. Il premio è poter continuare a vivere nel futuro, la pena è esserne esclusi. Ognuno faccia la sua scelta.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Torniamo ai nostri piccoli mostri del costo di pochi dollari. Non si tratta di versioni di secondo livello, anzi, come sottolineato dalla stessa Fondazione Raspberry Pi, la serie Pi Zero appartiene a pieno titolo alla famiglia di microcomputer Raspberry Pi.
In **Fig. 1** sono indicati i componenti principali dei microcomputer Pi Zero e Pi Zero W. Ovviamente nella versione "base" non è disponibile la connettività wireless LAN e Bluetooth.
Queste le caratteristiche tecniche con riferimento alla numerazione riportata in **Fig. 1**:

- 01 il connettore da 40 pin è lo stesso dei modelli maggiori Raspberry Pi 2 e 3. Non è presente il connettore a pettine, se lo si desidera deve essere saldato a parte;
- 02 connettore micro-USB per la connessione di dispositivi esterni (tastiera, mouse);
- 03 connettore micro-USB per l'alimentazione a 5V;
- 04 antenna per la connettività wireless Lan. La forma a triangolo costituisce un'antenna accordata che è stata progettata per massimizzare l'emissione del segnale WiFi. Un segno dell'attenzione posta nella progettazione del microcontrollore. Non è presente nel Pi Zero base;
- 05 chip Bluetooth 4.1 LE. Non è presente nel Pi Zero base;
- 08 vano per le schede micro-SD, dove risiede la memoria di massa del sistema;
- 07 uscita video mini-HDMI;
- 08 pin di reset ai quali può essere collegato un pulsante per eseguire il reset del sistema;
- 08 pin TV. I pin TV possono essere utilizzati per collegare il microcomputer ad un vecchio apparecchio televisivo mediante una connessione video RCA. Può essere utile per dare maggiore realtà ad applicazioni di retro gaming;

⑩ connettore CSI per collegare la Camera Pi;
⑪ processore Broadcomm BCM2835 con cpu ARM 11 ad 1 GHz di clock (40% più veloce di Raspberry Pi 1) e 512 MB di memoria SDRAM LPDDR2;

Le dimensioni di entrambi i modelli Pi Zero e Pi Zero W sono di 65 x 30 x 5 mm.
Per mettere effettivamente in funzione i Raspberry Pi Zero, a seconda della configurazione e dell'utilizzo che si vuole realizzare, è necessario corredarli di alcuni accessori esterni, come di norma per questi microcomputer. Già diversi "starter kit" proposti sul mercato includono shield e accessori aggiuntivi per realizzare configurazioni particolari. Elenchiamo i principali accessori che potrebbero essere utili:

- Un alimentatore da 5V di buona qualità con la tipica uscita micro USB (quella della maggior parte degli smartphone). È sconsigliato alimentare il Pi Zero dalla presa USB di un PC in quanto la corrente erogata può non essere sufficiente e gli sbalzi di tensione con conseguente crash del sistema non fanno certo bene alla salute della micro SD Card;
- Una micro SD Card, con il sistema operativo Raspian Jessie già predisposto per Pi Zero. L'immagine è scaricabile dalla sezione di "download" del sito Raspberry Pi;
- Se volete utilizzare un monitor dovete procurarvi un cavo con ingresso Mini HDMI oppure un adattatore da Mini HDMI ad HDMI standard;
- USB OTG Cable – Un adattatore da micro USB ad USB standard per collegare dispositivi USB a Pi Zero, direttamente, in caso di un solo dispositivo, oppure utilizzando un HUB multi porte. In questo caso è possibile collegare contemporaneamente tastiera, mouse ed un adattatore USB Ethernet per collegarsi alla rete locale;
- Come per gli altri microcontrollori della famiglia Raspberry Pi, è possibile collegarsi alla console del sistema utilizzando i pin seriali TX ed RX, oltre ad un pin GND presenti sul pettine GPIO. Data la mancanza di connettori di rete questo può essere un buon modo di collegarsi a Pi Zero per la manutenzione e la configurazione;
- Se volete utilizzare i pin del connettore GPIO esistono due possibilità, saldare i cavetti direttamente sulle piazzole di Pi Zero oppure saldare una strip da due file per 20 pin. Il fatto che il pettine GPIO non sia già saldato sul microcontrollore è molto probabilmente dovuto a fattori di costo di produzione. Questo però permette di saldare connettori diversi dallo standard permettendo di ottimizzare le soluzioni in caso di utilizzi particolari, come connettori angolati a 90 gradi, connettori parziali, ecc.

In sintesi Pi Zero è un microcomputer meno potente di Raspberry Pi 2 e 3 ma più potente dei diversi modelli Raspberry Pi 1. È dotato di un solo connettore micro USB, un connettore micro HDMI, niente connettore Ethernet. Per collegare tastiera e mouse è necessario collegare un HUB USB e per collegare il monitor HDMI è necessario un adattatore da micro HDMI ad HDMI standard. Per il connettore Ethernet si può sopperire con un adattatore da USB a Ethernet. Oppure utilizzare la versione Pi Zero W dotato di connettività WiFi e Bluetooth. Per quanto riguarda le destinazioni d'uso possiamo pensare ad un suo impiego nella didattica, allestito come un vero e proprio PC collegato alla rete con monitor, tastiera e mouse, oppure come un microcomputer headless da utilizzare per una molteplicità di applicazioni di comunicazione e controllo ad un costo … imbattibile. In alcuni casi particolari, come nell'impiego su sonde metereologiche o per applicazioni particolari si potrebbe pensare a soluzioni … a perdere,

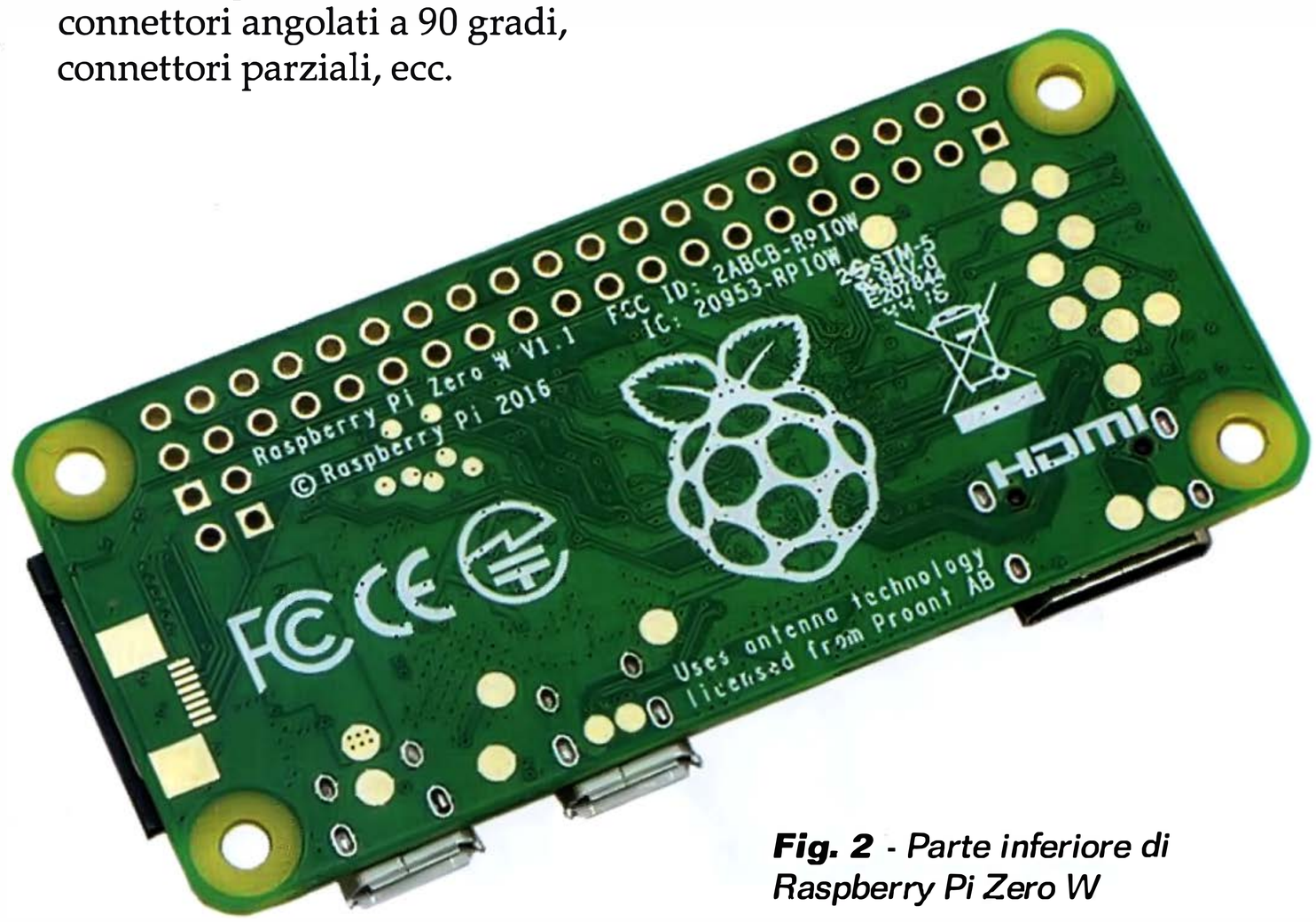


Fig. 2 *- Parte inferiore di Raspberry Pi Zero W*

visto il costo irrisorio. Nel primo caso, dell'utilizzo in campo didattico, si potrebbe pensare di dotare le postazioni di lavoro di connessione di rete, monitor, tastiera e mouse mentre il microcomputer potrebbe essere dato in dotazione a ciascun alunno. Più "personal" di così.

SISTEMA OPERATIVO RASPBIAN

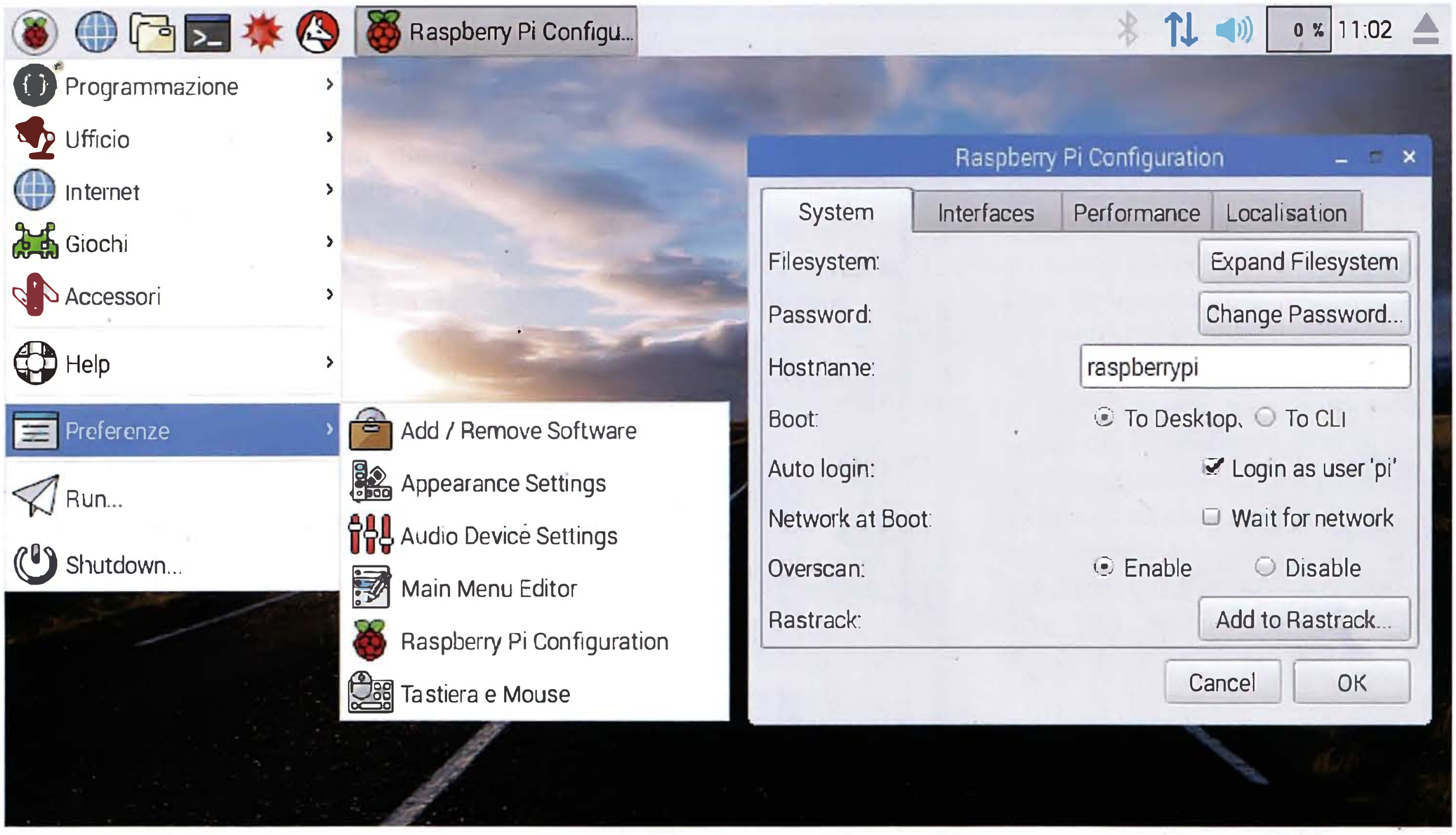
Il sistema operativo è sempre Raspbian aggiornato alla versione 8 denominata Jessie e, nelle ultime versioni, arricchito con il desktop grafico PIXEL ed una serie di applicazioni precaricate, sia destinate alla produttività individuale, come la suite Libre Office, che alla didattica, in particolare finalizzata all'apprendimento della programmazione, mediante gli strumenti Scratch, Python, SonicPi, NodeRED, ecc. Nella sezione di download del sito di Raspberry Pi sono disponibili due versioni, entrambe predisposte per funzionare con tutte le versioni di Raspberry Pi e quindi anche con Raspberry Pi Zero. Gli sviluppatori di Debian scelgono i nomi assegnati alle distribuzioni dai personaggi di "Toy Story" e Jessie è la bambola cow-girl in Toy Story 2 (**Fig. 3**).

Dunque, che c'è di nuovo? Intanto, almeno per quanto riguarda la distribuzione destinata a Raspberry Pi le già citate compatibilità con Raspberry Pi Zero e la disponibilità in due versioni: una versione "desktop" nella quale sono supportate le applicazioni più diffuse e della quale parleremo in seguito ed una versione, cosiddetta minimale o "headless", che non offre l'interfaccia grafica ed è predisposta per lo sviluppo di applicazioni server da usufruire in remoto o per applicazioni che devono elaborare dati locali e comunicare i risultati ad applicazioni remote, come è il caso delle applicazioni IoT, delle quali si sente parlare sempre più spesso. Molti dei cambiamenti sono invisibili agli utenti normali, finalizzati a migliorare le prestazioni e la gestione dei processi, in particolare l'adozione del gestore di sistema systemd. Per inciso la "d" finale sta per "daemon", una notazione assai diffusa nel mondo GNU/Linux per identificare i programmi destinati a funzionare in memoria come servizi o server, che dir si voglia. La caratteristica principale di systemd, è la capacità, durante la fase di boot, di lanciare i processi di messa in esercizio del sistema , quando possibile, in parallelo invece che rigorosamente in sequenza, come nel caso della distribuzione Wheezy che utilizza il processo di boot sequenziale "initd" in stile SysV. Questo approccio velocizza in modo sensibile il processo di boot ma introduce alcune differenze da valutare per chi utilizza Raspberry Pi come sistema di sviluppo "embedded", in quanto non è più garantito che i processi inseriti nello script /etc/rc.local, siano eseguiti per ultimi.

Gli aggiornamenti più visibili nella distribuzione Raspbian "desktop" riguardano l'adozione del desktop PIXEL (Pi Improved Xwindows Environment, Lightweight). Il nuovo desktop ha raggiunto la qualità di un prodotto maturo che rende l'utilizzo della famiglia di microcomputer Raspberry Pi all'altezza di PC tradizionali. Le principalin ovità riguardano la videata di partenza che nasconde la maggior parte dei comandi che scorrevano sullo schermo e la partenza per impostazione predefinita del desktop stesso. Un nuovo strumento di configurazione, che affianca il "raspi-config" originario permette l'impostazione del sistema utilizzando un'interfaccia decisamente più "amichevole". Altrettanto si può dire per la configurazione della connettività di rete e Bluetooth, nel caso i microcomputer siano dotati di queste funzionalità. Altre "aggiunte" particolarmente apprezzate sono la possibilità di personalizzare lo

Fig. 3

Fig. 4



sfondo del desktop, l'adozione del browser web Chromium, la suite di strumenti di produttività individuale LibreOffice, lo strumento di installazione e rimozione dei pacchetti software e la ricca dotazione di ambienti di programmazione e sviluppo che comprende il linguaggio Scratch, il linguaggio Python, l'ambiente Sonic Pi (produzione di suoni), l'ambiente di workflow Node RED e l'emulatore della board Sense HAT che permette di esercitarsi nella programmazione "fisica" senza dover acquistare, almeno inizialmente, la scheda medesima. Per chi utilizza il GPIO ora non vi è più la necessità di accedervi come utente "root". Tra le ulteriori altre funzionalità abbiamo particolarmente apprezzato la possibilità di duplicare le micro SD card con una funzionalità particolarmente semplice dotata di interfaccia grafica. Se desiderate approfondire tutte queste funzionalità potete fare riferimento al libro "Entra nel mondo di Raspberry Pi 3". Per la preparazione della micro SD Card scaricate l'immagine dalla sezione di download del sito di Raspberry Pi (*www.raspberrypi.org/downloads/*) e seguite le istruzioni contenute nei tanti articoli su Raspberry Pi, apparsi sulla rivista oppure nel libro citato in precedenza.
Un'ultima avvertenza prima di presentare una panoramica del nuovo desktop PIXEL. La Fondazione Raspberry Pi, particolarmente sensibile ai problemi di sicurezza e alla protezione dei dati personali, ha deciso di disabilitare la possibilità di accedere al terminale remoto di Raspbian utilizzando il servizio SSH. Per poter usufruire di questa funzionalità è necessario abilitarla. Se pensate di non collegare monitor, mouse e tastiera al Pi Zero e quindi avete deciso di collegarvi in remoto, una volta creata la micro SD Card, potete abilitare il server SSH aprendo la micro SD Card nel vostro file manager dove vi sarà presentata la partizione/boot visibile anche in ambiente Windows in quanto formattata in modalità FAT32. In questa partizione create un file di nome "ssh" (senza apici) con contenuto qualsiasi. Salvate, rimuovete la micro SD Card dal PC e inseritela nello slot di Pi Zero. Una volta terminato il processo di boot potrete accedere al microcomputer da remoto utilizzando la connessione SSH. Utente e password di accesso sono sempre quelli tradizionali: utente "pi" e password "raspberry". Se invece intendete utilizzare Pi Zero come un PC desktop collegate un monitor HDMI utilizzando il cavo adatto o con un cavo HDMI standard con il relativo adattatore e una tastiera ed un mouse tradizionali collegati ad un HUB USB anche in questo caso con il relativo adattatore da micro USB a USB standard. Collegate l'alimentatore a 5V al connettore micro-USB dedicato all'alimentazione, un comune alimentatore USB. Una volta terminato il processo di boot approfondiamo il nuovo

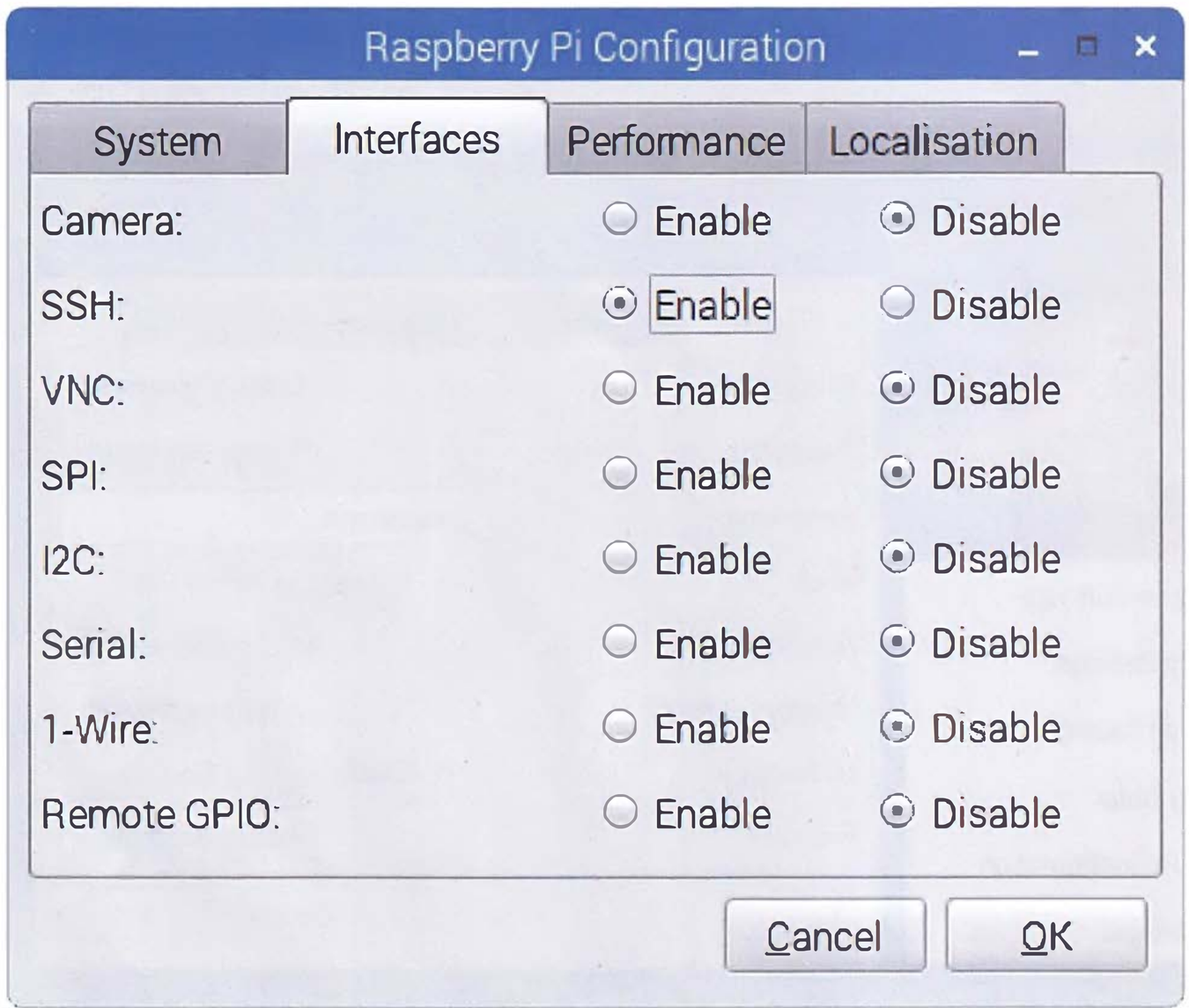


Fig. 5

desktop. Al termine del processo di boot ci appare la videata principale del desktop così come visibile in **Fig. 4**, dove abbiamo già aperto la funzionalità di configurazione del sistema che va sotto il nome di "Raspberry Pi Configuration". La troviamo nel menu "Preferences", sostitutiva, o meglio, complementare al tradizionale "raspi-config". Nella pagina "System", sempre visibile in **Fig. 4**, troviamo la funzione per espandere il file system in modo da sfruttare l'intera capacità della micro SDCard, la possibilità di cambiare la password, la possibilità di assegnare un nome Host al nostro microcomputer. La scelta tra eseguire l'interfaccia grafica al boot oppure aprire una finestra di terminale a linea di comando. La possibilità di autologin e l'abilitazione o meno dell'overscan. Il pulsante "Add to Rastrak" permette di censire il nostro microcomputer nella mappa "mondiale" dei Raspberry Pi. La pagina "Interfaces" visibile in **Fig. 5**, permette di attivare o meno il Server SSH che, ripetiamo, è disabilitato per impostazione predefinita, ed i bus I2C, SPI e la porta Seriale. La pagina "Performance" visibile in **Fig. 6** permette di impostare l'overclock della CPU (sconsigliato) e di ripartire la memoria RAM tra la CPU ed il processore grafico. La pagina "Localisation" visibile in **Fig. 7**, permette di impostare la località e la lingua che si desidera venga utilizzata nelle voci di menu del desktop e nei messaggi, l'ora di sistema ed il tipo di tastiera collegata. Quest'ultima, in realtà, nella maggior parte dei casi viene riconosciuta automaticamente all'accensione del sistema.

CONFIGURAZIONE WiFi

L'interfaccia grafica semplifica molto il processo di configurazione della connessione di rete WiFi. Molto probabilmente il vostro modem router è già configurato come punto di accesso per la rete WiFi.
Prima di cominciare dovete reperire il nome di rete pubblicato dal vostro Access Point di rete WiFi, quello comunemente noto come SSID (Service Set IDentifiers) e la relativa password (passphrase) di accesso. Ottenute queste informazioni cliccate sull'icona delle connessioni di rete in alto a destra sulla barra del desktop di Raspberry Pi in modo da ottenere la lista delle reti WiFi disponibili nei dintorni, tra le quali dovreste riconoscere la vostra (**Fig. 8**).
La prima voce della lista permette di spegnere e riaccendere il modulo WiFi. Selezionate la vostra rete cliccandovi sopra.
A questo punto si aprirà una finestra nella quale dovrete inserire la password richiesta dalla vostra rete (Pre Shared Key) (**Fig. 9**).
Al termine cliccate sul pulsante "OK" per stabilire la connessione WiFi con la vostra rete locale.
L'icona delle connessioni di rete si trasforma nella classica icona WiFi con l'indicazione dell'intensità del segnale.
Fino a questo punto l'indirizzo

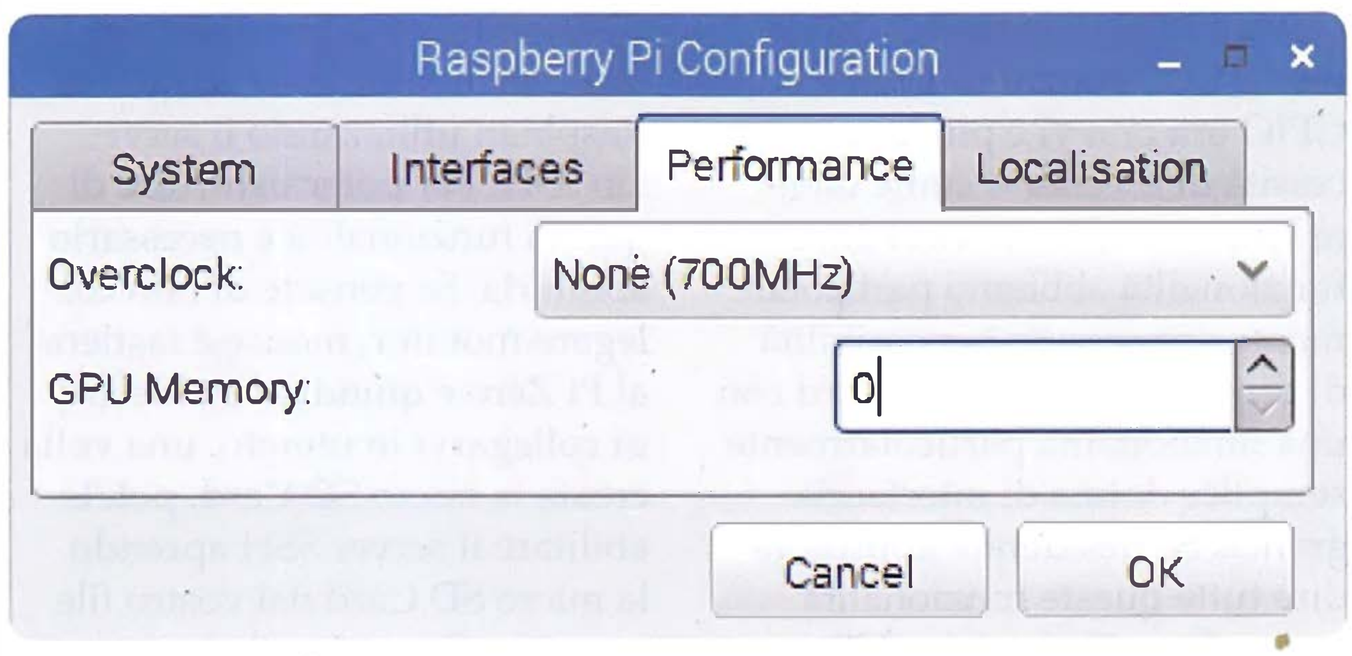


Fig. 6

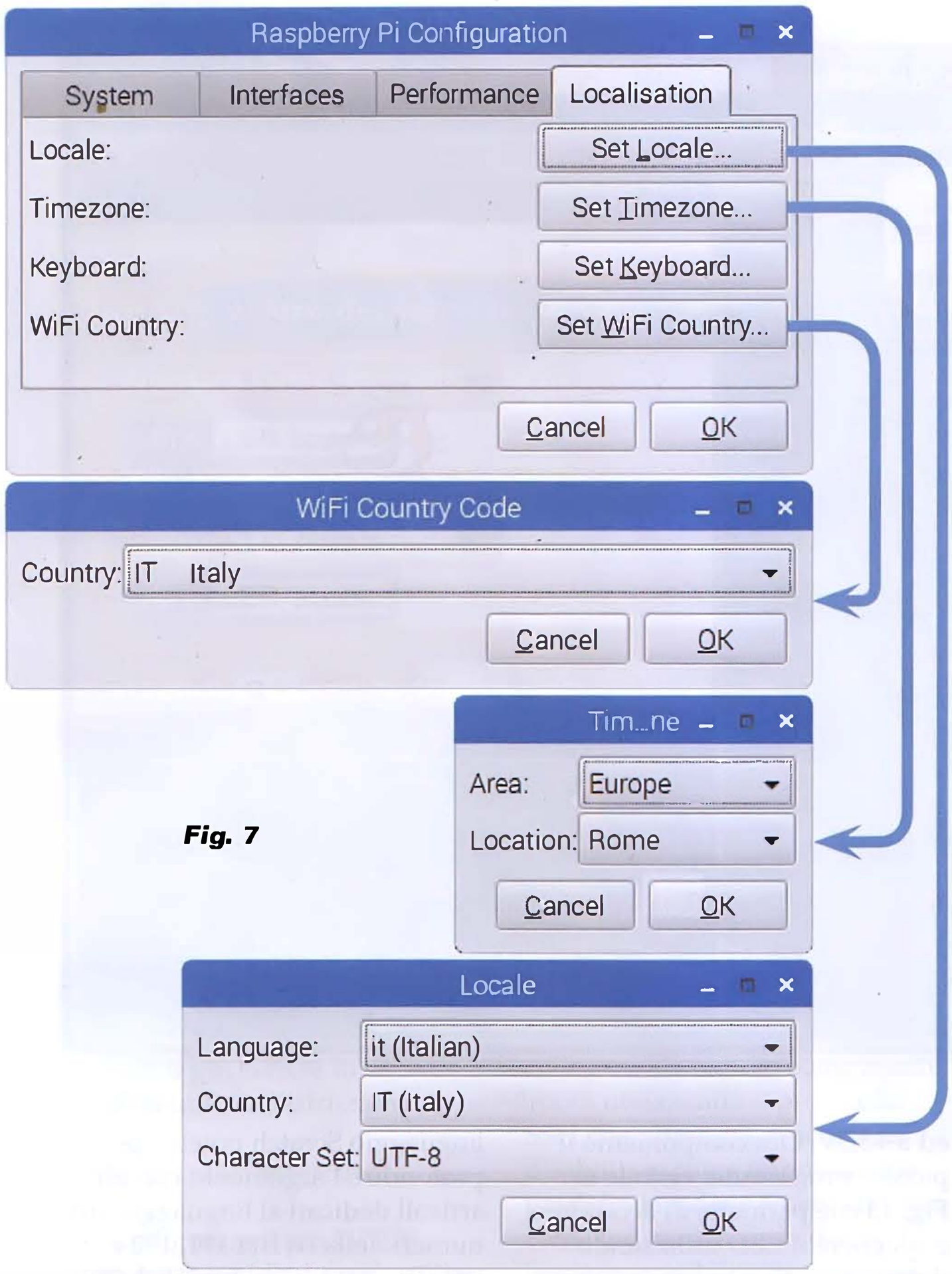


Fig. 7

Una novità offerta da Raspbian Jessie è data dalla versione di Scratch che permette di interfacciare direttamente i pin di I/O. Vediamo come. Per prima cosa apriamo l'ambiente di sviluppo di Scratch dalla voce di menu "Programming". Nella distribuzione Jessie il pulsante "Menu" si trova in alto a sinistra nella pagina del desktop. Dopo aver aperto l'applicazione Scratch è possibile personalizzare la lingua utilizzata rispetto alla lingua inglese standard. Cliccate sull'icona a forma di mondo e selezionate la lingua desiderata, nel nostro caso

Fig. 8

Fig. 9

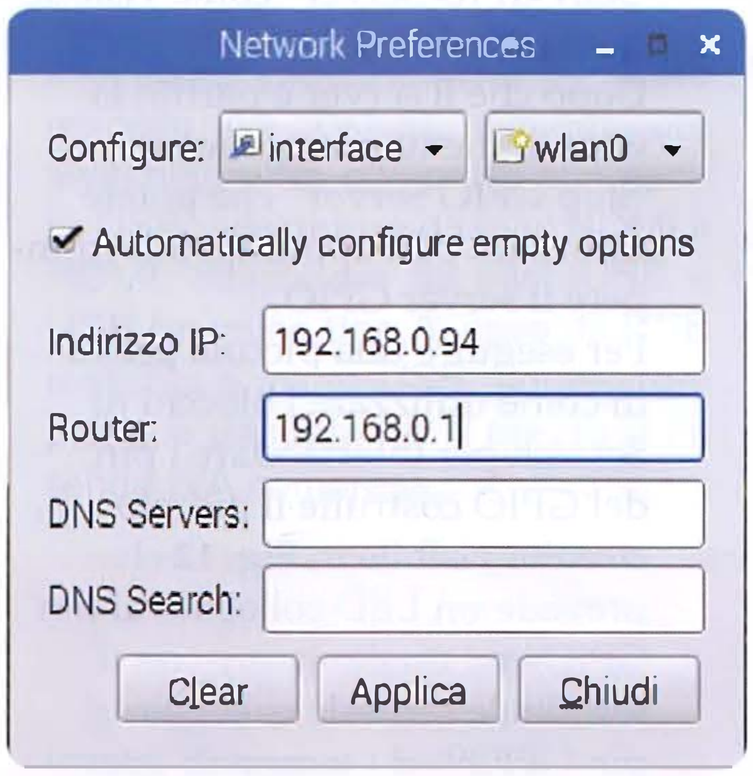


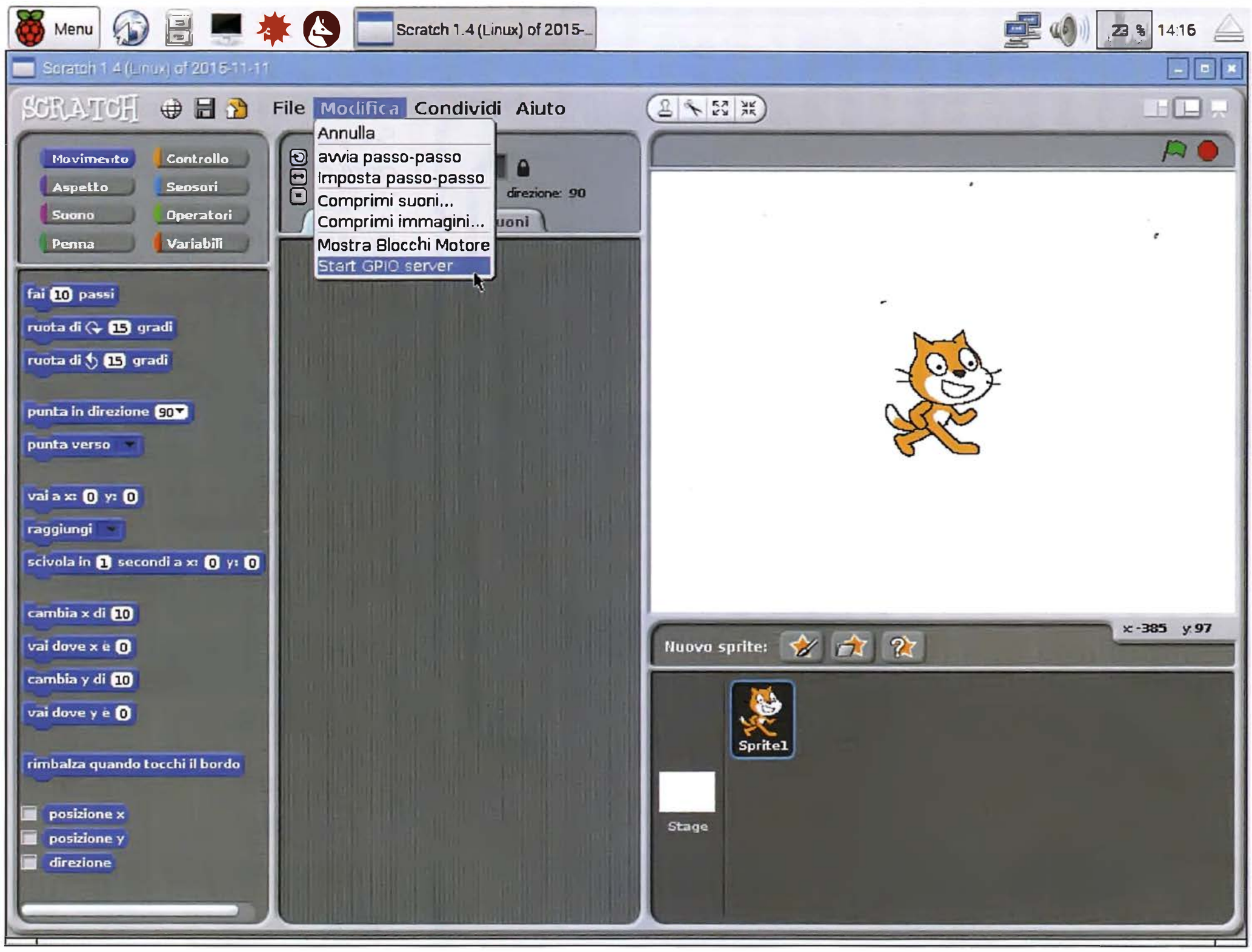
Fig. 10

IP è assegnato sempre dal server DHCP. Se volete assegnare un IP statico all'interfaccia di rete WiFi, riconoscibile dal device "wlan0", cliccate col tasto destro del mouse sull'icona delle connessioni di rete, selezionate la voce "interface" del menu a tendina. Nella finestra di configurazione selezionate l'interfaccia "wlan0" e configurate la connessione (**Fig. 10**).
Se volete spegnere la connessione Bluetooth cliccate sulla tipica icona blu in alto a destra sul desktop e selezionate la voce "Turn off Bluetooth".

UTILIZZO GPIO

L'interfaccia GPIO di Raspberry Pi Zero è identica a quelle degli altri microcomputer con GPIO a 40 pin. Raspberry Pi Zero è fornito senza il classico connettore GPIO a pettine, se si vogliono usare gli I/O del GPIO è possibile saldare le connessioni direttamente sullo stampato ma è preferibile reperire un connettore passante da due file per venti pin e saldarlo nella sua locazione. Dopo di ciò è possibile comandare i pin di I/O del GPIO con le modalità descritte varie volte nella rivista.

Fig. 11



l'Italiano. Per poter usare il GPIO è necessario attivare il server di interfaccia tra il linguaggio Scratch e l'interfaccia fisica del GPIO. Per farlo aprite il menu "Modifica" e selezionate la voce "Start GPIO Server" come visibile in **Fig. 11**.
Dopo che il server è partito la voce di menu si modifica in "Stop GPIO Server" che potete utilizzare per, appunto, interrompere il server GPIO.
Per eseguire una piccola prova di come utilizzare i blocchi di Scratch per interfacciare i pin del GPIO costruite il piccolo circuito visibile in **Fig. 12** che prevede un LED collegato al pin GPIO4 ed un deviatore con il terminale centrale collegato al pin GPIO9 ed i terminali esterni collegati rispettivamente a massa ed a +3,3V. Ora componiamo il piccolo programma visibile in **Fig. 13** che permette di accendere e spegnere il LED utilizzando il deviatore. Se non conoscete il linguaggio Scratch potete approfondire l'argomento con gli articoli dedicati al linguaggio sui numeri della rivista 191, 192 e 193 (Dic.2014/Gen.2015, Feb.2015

Fig. 12

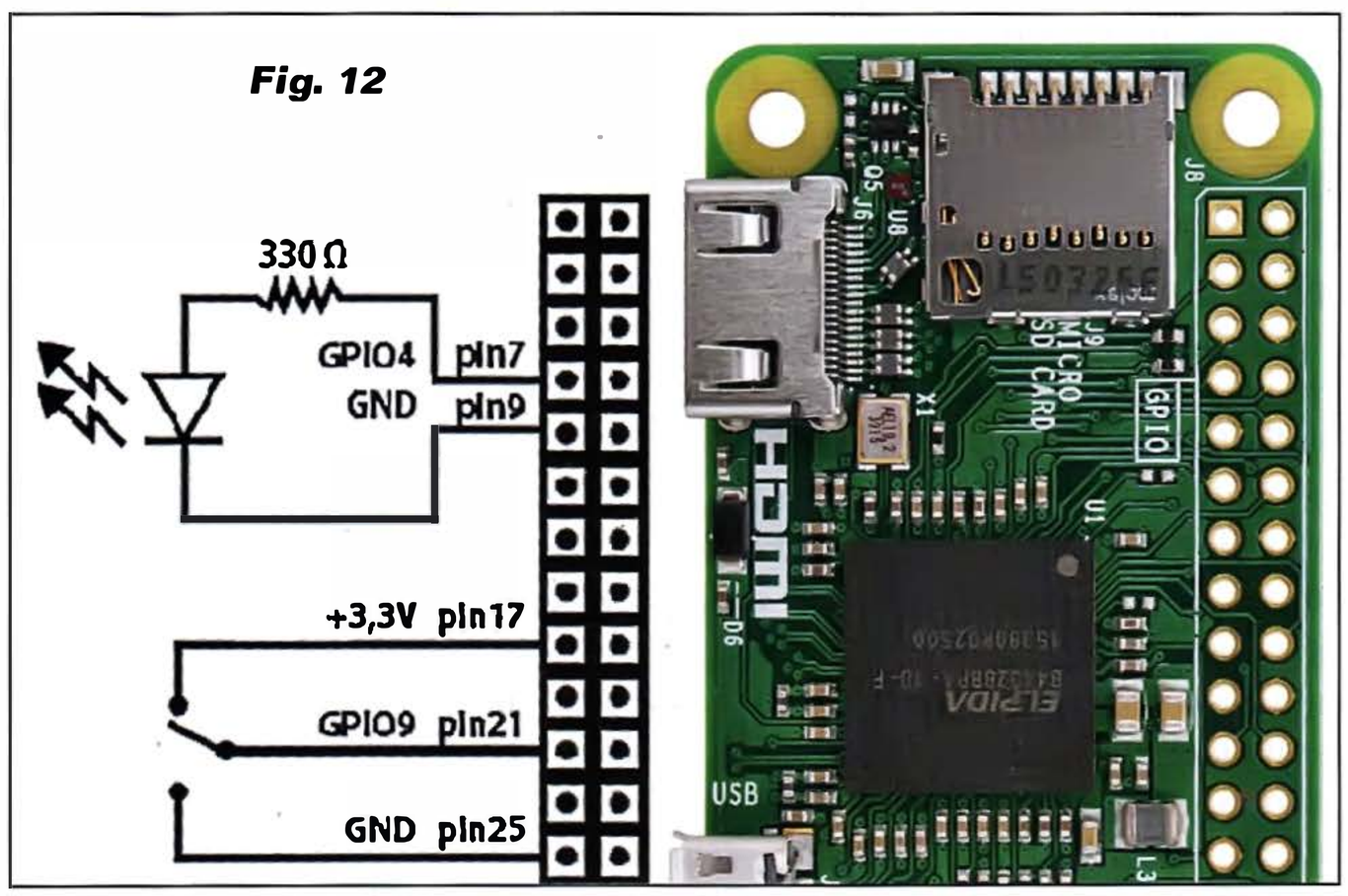


Fig. 13

e Mar.2015) oppure sempre nel libro "Entra nel mondo di Raspberry Pi 3". L'istruzione da utilizzare per configurare i pin ed aggiornarne lo stato è la "Invia a tutti" ("Broadcast" nella versione inglese). Ad esempio, per configurare il pin GPIO4 in uscita (LED) si utilizza l'istruzione

```
"invia a tutti gpio4out"
```

Per configurare il pin GPIO9 come ingresso (deviatore), utilizzate l'istruzione:

```
"invia a tutti gpio9in"
```

Per verificare lo stato del deviatore utilizzate la "variabile"

```
"valore del sensore gpio9"
```

A seconda dell'esito dell'istruzione "se" potete "accendere" o "spegnere" il LED. Rispettivamente con le istruzioni:

```
"invia a tutti gpio4on"
```

e

```
"invia a tutti gpio4off"
```

UTENTE ROOT

Per concludere ci soffermiamo su un'ulteriore differenza tra la distribuzione Wheezy e la Jessie, che ci ha fatto perdere un po' di tempo prima di venirne a capo e che riguarda la possibilità di collegarsi da remoto come utente "root" utilizzando il protocollo SSH che, come già descritto, è disabilitato come impostazione predefinita e deve essere abilitato come indicato in precedenza. In Jessie la possibilità di collegarsi da remoto via SSH come "root" è inibita a livello di configurazione di base, contrariamente a quanto avviene con la distribuzione Wheezy.
Il risultato è una serie di "accesso negato" con la causale di "credenziali errate". Per prima cosa bisogna attivare l'utente "root" che non è attivo in una distribuzione "fresca". Per farlo basta assegnargli una password, operazione che si fa dall'utente "pi" (password "raspberry"), da una finestra di terminale con il comando:

```
sudo passwd
```

ricordatevi "sudo"! Altrimenti modificate la password dell'utente "pi". Poi aprite il file di configurazione /etc/ssh/sshd_config e modificate la riga che contiene PermitRootLogin come segue:

```
PermitRootLogin yes
```

Salvate e riavviate il server SSH con il comando:

```
sudo service ssh restart
```

Se alcuni argomenti di questo articolo non vi risultano familiari, o trovare difficoltà, per esempio a collegare Raspberry Pi in rete, potete approfondire le caratteristiche dei microcomputer Raspberry Pi ed il sistema operativo Raspbian leggendo gli articoli relativi a Raspberry già apparsi sulla rivista.
Buon futuro a tutti!

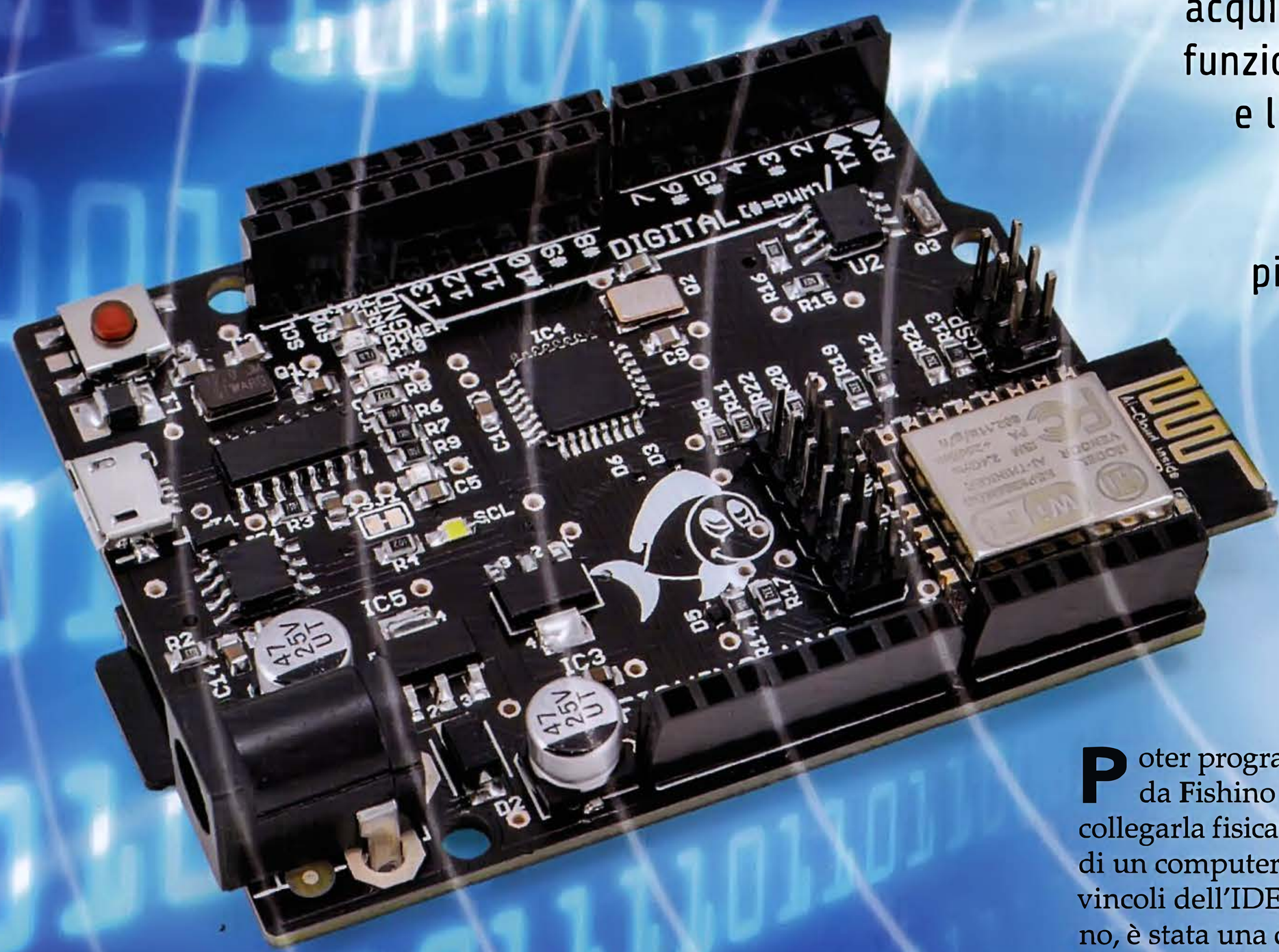
Presso Futura Elettronica è disponibile il kit per Raspberry Pi Zero modello A+ (V1.3) (cod. RPIZEROKIT) al prezzo di Euro 29,90 che contiene tutti i componenti necessari per utilizzare subito la scheda. Il kit comprende: Raspberry Pi Zero modello A+ (V1.3), alimentatore switching ultra compatto con uscita USB, adattatore da mini HDMI a HDMI, adattatore da microUSB a USB femmina tipo A, cavo da USB maschio a micro USB, contenitore plastico trasparente. Il prezzo si intende IVA compresa.

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

WiFish, PROGRAMMIAMO FISHINO DAL WiFi

di MASSIMO DEL FEDELE

La nostra board Arduino-compatibile acquisisce una nuova funzionalità: l'upload e l'aggiornamento degli sketch in wireless, senza più bisogno di un collegamento via cavo.



Poter programmare la scheda Fishino in campo, senza collegarla fisicamente all'USB di un computer né sottostare ai vincoli dell'IDE Arduino/Fishino, è stata una delle ambizioni "nascoste" del creatore della popolare board di prototipazione con WiFi ed RTC integrato, che avete visto nascere dalla Uno per poi trasformarsi nella Mega, nella Guppy e nella 32. Parliamo

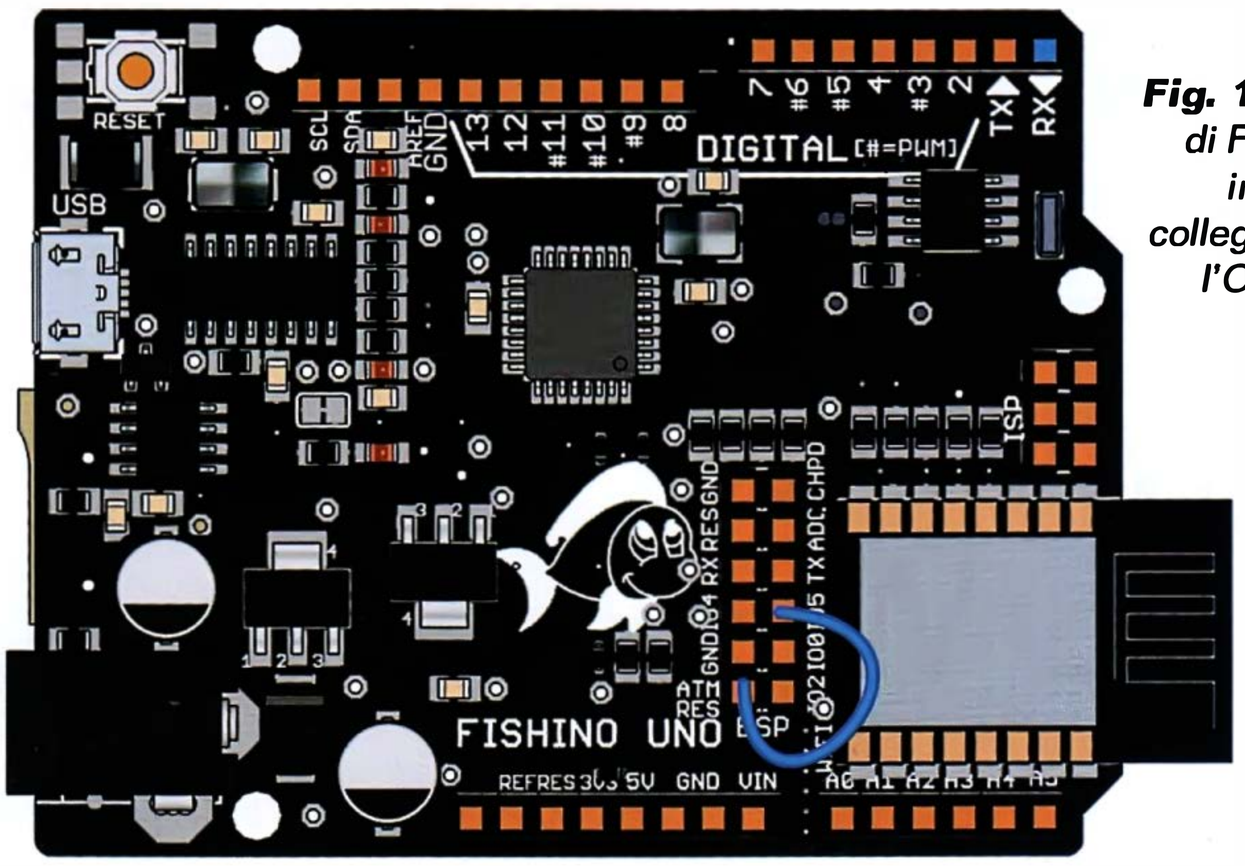


***Fig. 1** - I contatti di Fishino UNO interessati al collegamento per l'OTA da WiFi.*

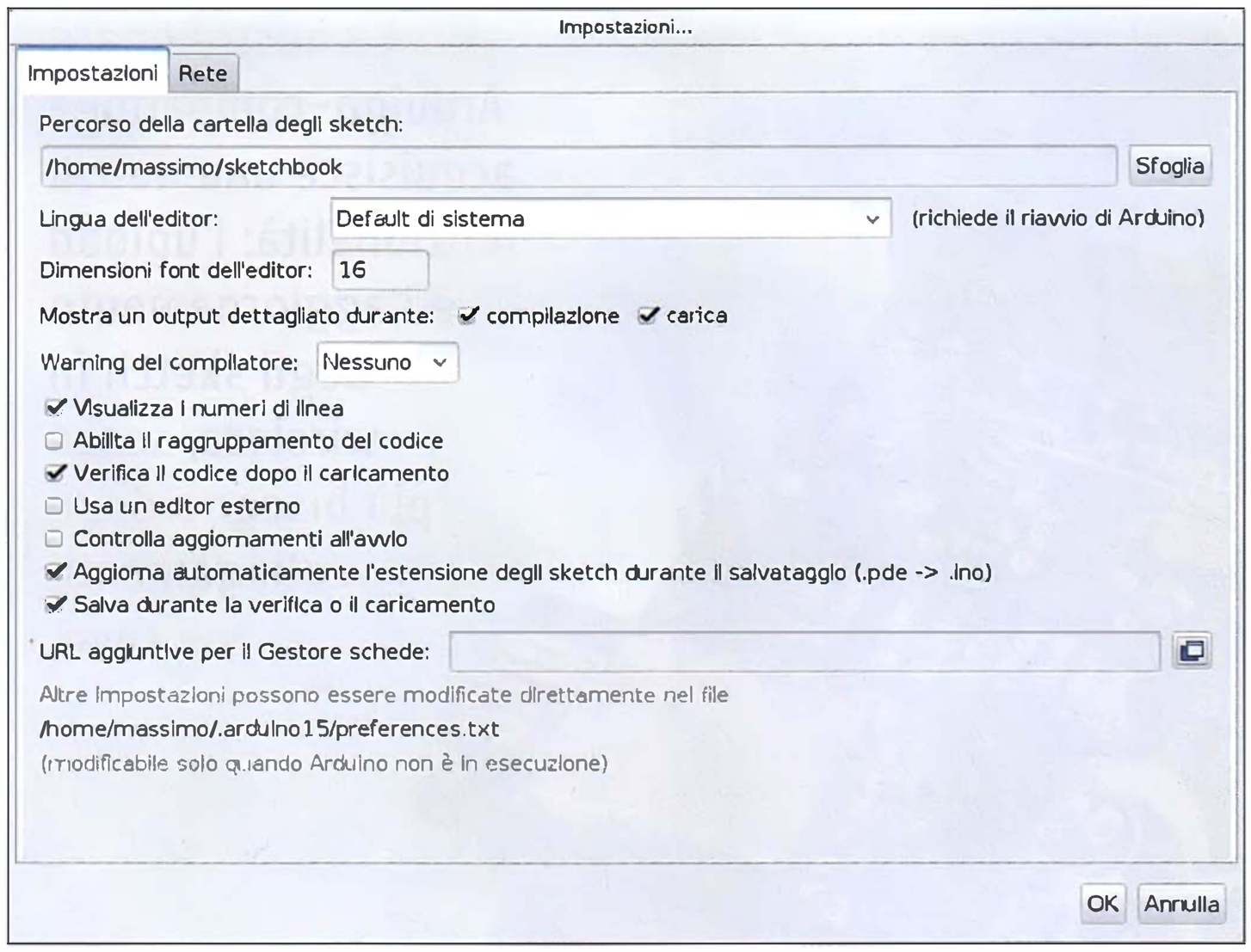


***Fig. 2** - Finestra di dialogo Impostazioni dell'IDE Arduino.*

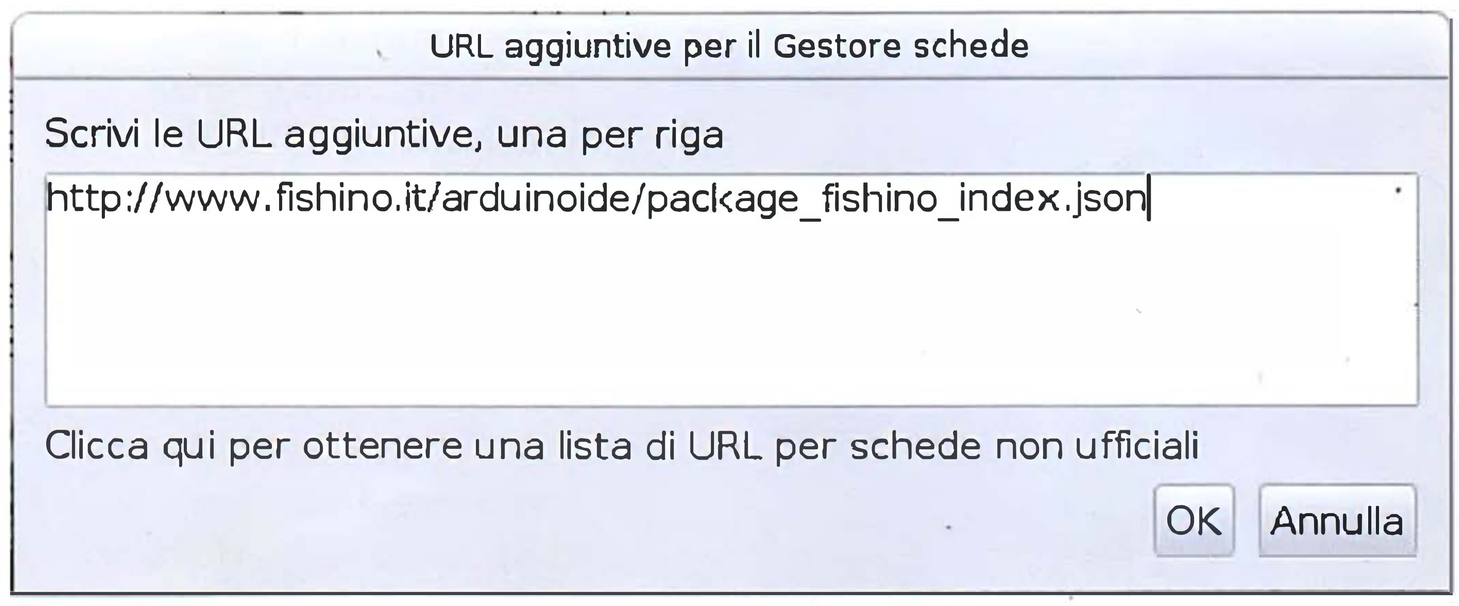


***Fig. 3** - Finestra di dialogo dove inserire gli URL.*

della possibilità di aggiornare e sostituire il firmware (ossia lo sketch) attraverso la connessione WiFi nativa della scheda. Questo consente enormi vantaggi sia per la semplicità d'uso, sia quando la board è posizionata in luoghi dove non è facile accedere, ma anche, e soprattutto, quando è necessario operare on-line da remoto per risparmiare l'intervento diretto di personale tecnico.
Fino a poco tempo fa l'autore di questo articolo l'aveva solamente teorizzato, oggi è diventato realtà. Certi che la cosa possa interessare un vasto pubblico, vogliamo descrivervela nei dettagli, partendo dalle origini, ossia dall'idea che vi sta alla base.

LA PROGRAMMAZIONE REMOTA DI FISHINO

Nonostante fosse stata prevista nell'hardware da parecchio tempo, l'attivazione della programmazione da remoto ha richiesto un notevole impegno sul piano software, un po' a causa di limiti hardware del modulo WiFi (uno dei pin previsti è risultato inadatto allo scopo perchè durante l'avvio genera impulsi che disturbano) un po' per l'IDE di Arduino, piuttosto problematico quando si tratta di utilizzare IP dinamici nella connessione.
Con la versione 5.0.0 del firmware e la contestuale 5.0.0 del programma di aggiornamento FishinoFlasher siamo finalmente riusciti nell'impresa, e questo per tutte le versioni di Fishino, sia quelle ad 8 bit (Uno, Mega e Guppy), sia quelle a 32 bit (Fishino32 e la Fishino Piranha di prossima pubblicazione).
Fishino diventa quindi programmabile, sempre utilizzando l'IDE di Arduino, anche attraverso la rete WiFi, senza più bisogno di connessione USB.
Questo apre moltissime possibi-

lità: basti pensare ad un sensore remoto, magari situato in mansarda o in cantina, alimentato da un pannello solare, che diventa riprogrammabile senza necessità di doverlo smontare, né di doverlo raggiungere con il nostro laptop, magari piazzandoci in posizioni tutt'altro che comode.

ATTIVAZIONE DELLA PROGRAMMABILITÀ REMOTA

Prima di entrare nel vivo della programmazione OTA (Over The Air, ossia via radio) occorre distinguere tra le versioni ad 8 bit e quelle a 32 bit della nostra scheda Fishino; se per queste ultime non è necessaria alcuna connessione, grazie allo sfruttamento di I/O interni alla PIC utilizzata, per le versioni ad 8 bit occorre "sacrificare" un I/O sul modulo WiFi, e per la precisione il GPIO5, che va connesso con un ingresso reset previsto in origine proprio per questo scopo, il pin ATM-RES.
Il collegamento per la scheda Fishino Uno è illustrato nella **Fig. 1**. Lo stesso collegamento va effettuato sui modelli Mega e Guppy, prendendo come riferimento per l'orientamento il modulo WiFi.
Come già detto, per le schede a 32 bit (nelle quali tra l'altro non è presente il connettore ESPCONN) non va effettuato alcun collegamento aggiuntivo.

INSTALLAZIONE DEI PACKAGES NELL' IDE DI ARDUINO

Il passo successivo, che chi ha utilizzato il modello a 32 bit già conosce, è l'installazione nell'IDE di Arduino di un package contenente la definizione delle schede Fishino e i relativi programmi necessari per l'upload senza fili.
L'installazione del package è semplicissima; innanzitutto occorre aprire, nell'IDE, la finestra di dialogo Impostazioni (aprire il menu *File* e impartire il comando *Impostazioni*) che si presenta come mostrato nella **Fig. 2**.
Notate il punto "URL aggiuntive per il gestore schede", con la casella di testo alla sua destra e il pulsante dopo di questa; facendovi clic, appare la finestra di dialogo mostrata nella **Fig. 3**.
Come si vede dall'immagine, in questa finestra è possibile inserire più righe contenenti gli URL (indirizzi web) dove si trovano i package necessari alle schede non originariamente previste dall'IDE. In questo caso abbiamo inserito l'URL relativa al package per Fishino, che è:

http://www.fishino.it/arduinoide/package_fishino_index.json

Dopo averlo inserito, è sufficiente fare clic sul pulsante OK per tornare alla schermata preceden-

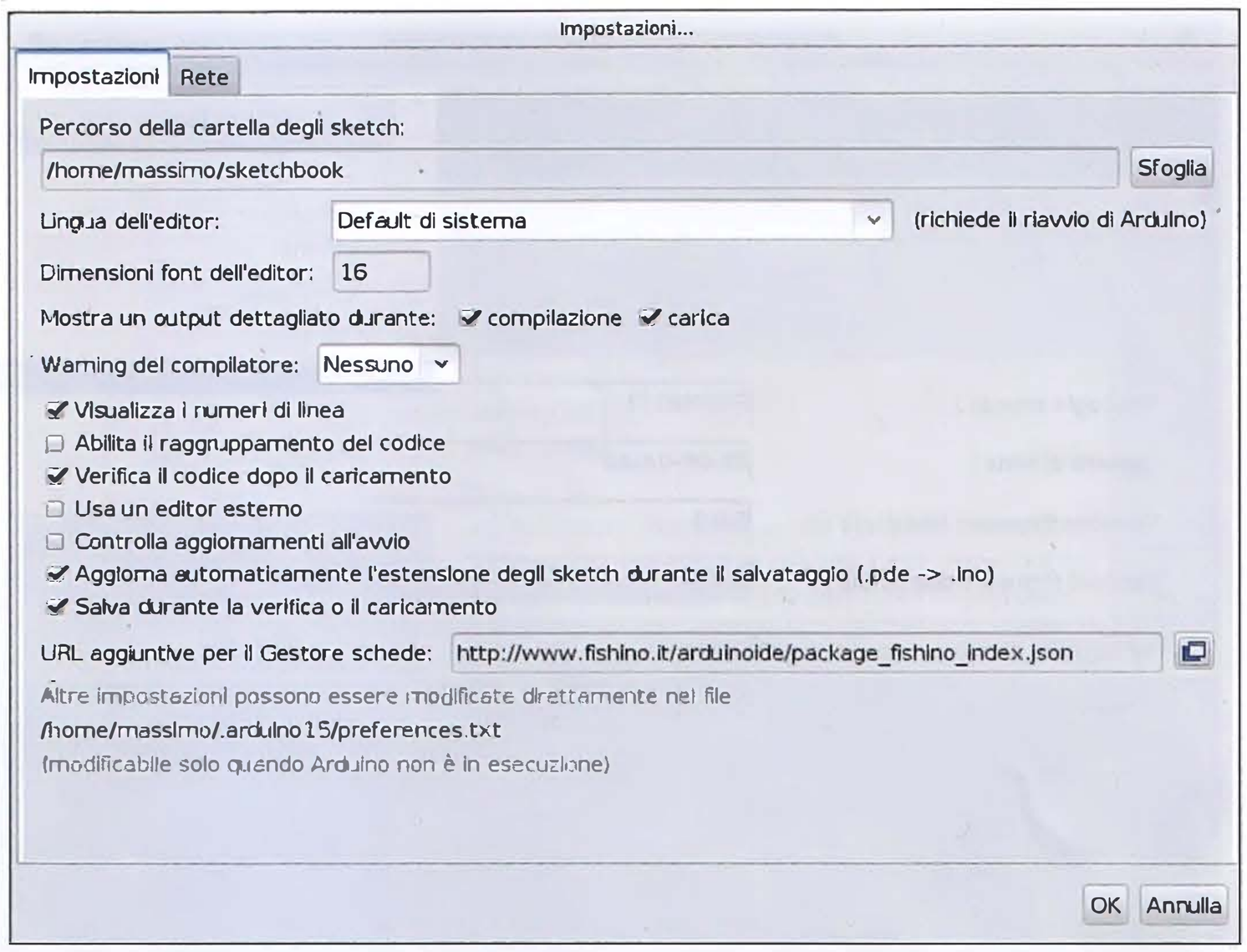


***Fig. 4** - URL aggiuntivo inserito nella finestra di dialogo.*

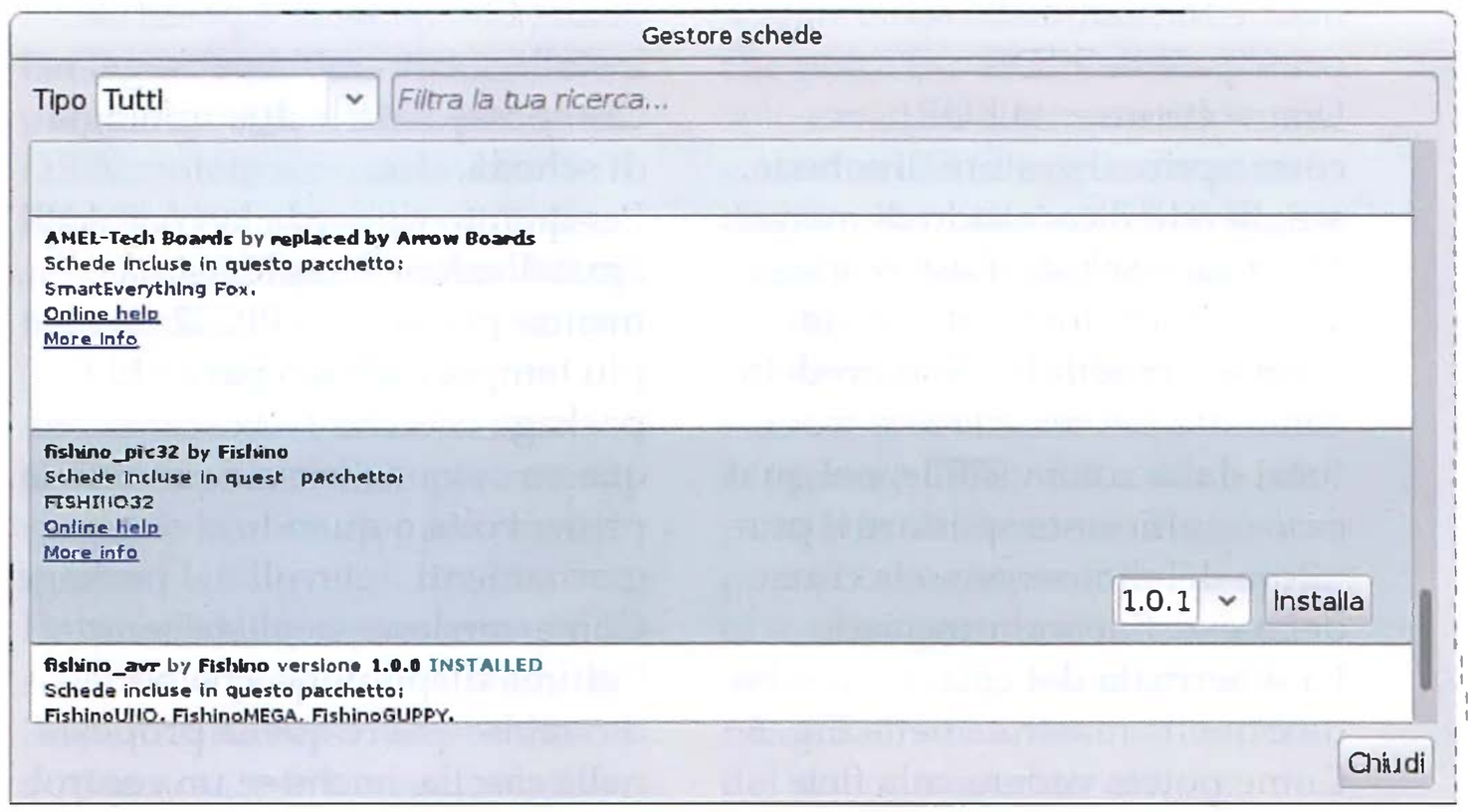


***Fig. 5** - Finestra del gestore di schede.*

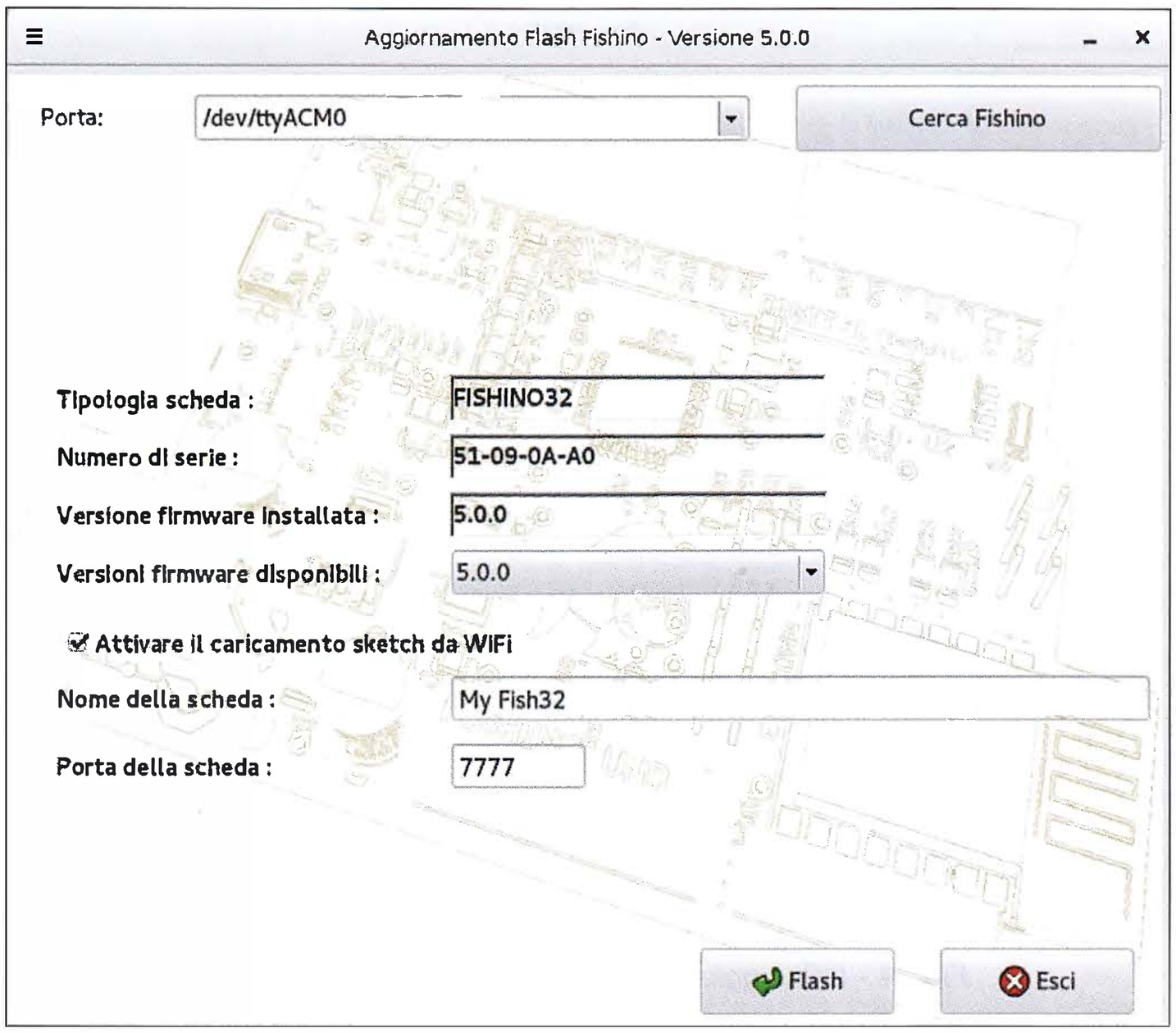


***Fig. 6** - La finestra di Fishino Flasher aggiornata.*

te, nella quale si può ora vedere la riga inserita contenente l'URL (**Fig. 4**).
Se avete già utilizzato questa funzione, magari per installare hardware tipo schede basate sul chip WiFi ESP8266, nella finestra precedente troverete già una o più righe inserite, alle quali dovrete aggiungere il nostro percorso di rete. Facendo clic sul pulsante OK accettiamo le modifiche e torniamo alla schermata principale dell'IDE.
Una volta inserita l'URL, occorre aprire il gestore di schede, scegliendo il comando di menu *Strumenti>Scheda>Gestore schede...*; se avete installato molte schede è possibile che il predetto comando *Gestore schede* si trovi fuori dalla zona visibile, nel qual caso è sufficiente spostare il puntatore del mouse verso la cima del menu fino a rintracciarlo.
La schermata del gestore di schede è quella mostrata nella **Fig. 5**. Come potete vedere, alla fine sono presenti due voci: *Fishino_PIC32* e *Fishino_AVR*; nella **Fig. 5** la *Fishino_AVR* risulta già installata, mentre la *Fishino_PIC32* non ancora; nel vostro caso appariranno entrambe non installate, quindi con a fianco attivato il pulsante INSTALLA.
Quindi selezionate la voce desiderata, ovvero *Fishino_AVR* per i modelli ad 8 bit e *Fishino_PIC32* per quelli a 32 bit e fate clic sul pulsante INSTALLA corrispondente. Ovviamente è possibile installare entrambi i package, nel caso possediate le due tipologie di scheda.
Per quanto riguarda la voce AVR l'installazione è rapidissima, mentre per la voce PIC32 occorre più tempo, essendo parecchi i package occorrenti da scaricare; questo avviene comunque solo la prima volta o quando ci sono aggiornamenti notevoli nel package. Come versione scegliete sempre l'ultima disponibile, che poi dovrebbe essere quella proposta nella casella, anche se un controllo in più non guasta.

Ed ora, l'unica nota dolente di tutta l'operazione: l'IDE ha un bug che impedisce (almeno, fino alla versione corrente, che è la 1.8.2) l'aggiornamento indolore dei package: se lo aggiornate ad una versione successiva, spesso e volentieri in fase di compilazione appare un errore del tipo "Scheda Fishino sconosciuta".
Quindi, nel caso si presenti il problema, suggeriamo di eseguire la procedura seguente.

1. Disinstallare i due package, facendo clic sul pulsante *Remove* che avrà sostituito quello *Installa*; nel caso ci sia la possibilità, selezionare tutte le versioni disponibili in casella e, se appare il pulsante *Remove* disinstallare anche quelle.
2. Chiudere l'IDE (questo passaggio è necessario).
3. Aprire la cartella **arduino15**, che è situata in percorsi differenti a seconda del proprio sistema operativo:
   - */home/nomeutente/.arduino15* per i sistemi linux;
   - *C:\Users\nomeutente\AppData\Local\Arduino15* per windows7 in inglese;
   - */Users/nomeutente/Library/Arduino15* per Mac OS/X
   Nel caso abbiate una versione differente del sistema operativo occorre cercare la cartella, che si chiamerà comunque sempre **arduino15**, con o senza '.' davanti al nome, e con la prima lettera maiuscola o minuscola.
4. Entrare nella sottocartella **staging/packages**, ed eliminare tutti i file **.zip** il cui nome contenga il termine **Fishino**;
5. Tornare in **arduino15**, entrare nella sottocartella **packages** ed eliminare la cartella **'fishino'** contenuta.
6. Tornare in arduino15 ed eliminare i files **.json** contenenti **Fishino** nel nome.

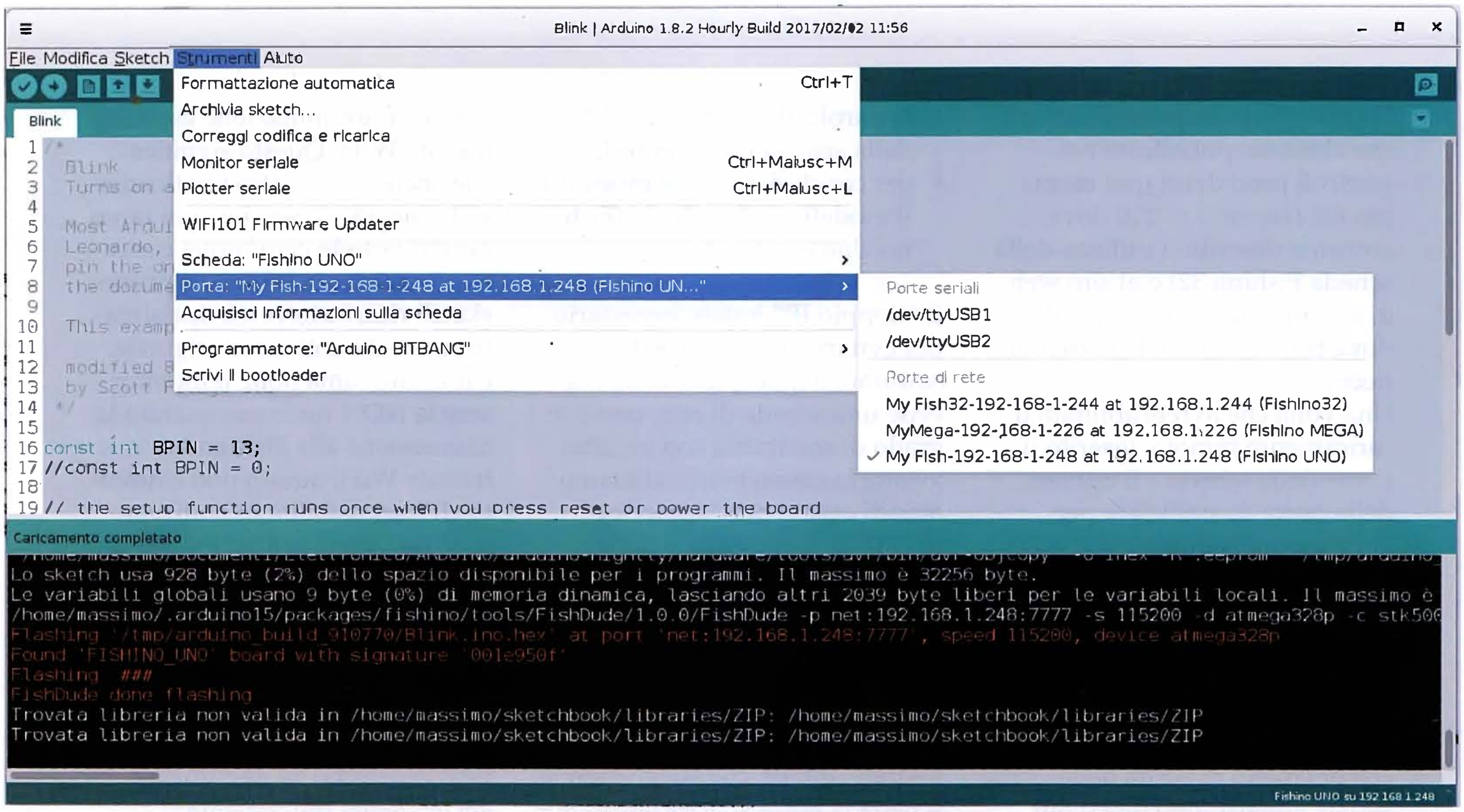


***Fig. 7** - Il menu contenente le chede disponibili nell'IDE.*

Completati questi passaggi, avrete ripulito completamente l'IDE dai package (vecchi e nuovi!) e dovrete ripetere l'installazione dall'inizio.
Volendo, è possibile eliminare una quantità minore di file e risparmiare il tempo occorrente alla re-installazione, ma consigliamo questa procedura per evitare intoppi.

DOWNLOAD DEL NUOVO FISHINOFLASHER

Anche il programma di aggiornamento firmware di Fishino è stato modificato per poter gestire le impostazioni del caricamento wireless degli sketch. In particolare, come vedremo tra breve, permette di impostare il nome della scheda, (come sarà visibile dall'IDE), e la porta TCP utilizzata per il caricamento.
L'applicazione può essere scaricata come sempre dalla pagina *Download* del sito *www.fishino.it*, oppure direttamente dai seguenti indirizzi web:

- **Windows**: *http://fishino.it/wp-content/uploads/2015/09/FishinoFlasherWin.zip*;
- **Linux 32 bit**: *http://fishino.it/wp-content/uploads/2017/02/FishinoFlasherLinux32.zip*
- **Linux 64 bit**: *http://fishino.it/wp-content/uploads/2015/08/FishinoFlasherLinux64.zip*.

Esiste (novità in anteprima) una versione "beta" che richiede il pacchetto **XQUARTZ**, per **MAC OS/X**; potete scaricarla da: *http://fishino.it/wp-content/uploads/2017/02/FishinoFlasherMac.zip*.
L'applicazione non ha bisogno di installazione: è sufficiente decomprimere l'archivio, metterla in una cartella a piacere ed eseguirla con un doppio clic del mouse.
FishinoFlasher si presenta con la schermata proposta nella **Fig. 6**.
Rispetto alla versione precedente, potete notare le tre voci relative alla programmazione remota che appariranno solamente se sceglierete un firmware dalla versione 5.0.0 in poi.
La prima voce permette di abilitare o meno la funzione, mentre le altre due contengono rispettivamente il nome della scheda come apparirà nell'IDE di Arduino e la porta TCP utilizzata.
Per la prima suggeriamo l'utilizzo di un nome univoco per ogni scheda disponibile, con il limite che potranno essere utilizzati solo caratteri alfanumerici, spazi e caratteri '-' (il primo carattere dovrà essere alfabetico). Il limite massimo di lunghezza è di 45 caratteri.
Per la porta TCP abbiamo scelto come impostazione predefina la numero 7777; vi è comunque possibile utilizzare una qualsiasi porta libera disponibile. In ogni caso vi suggeriamo di rimanere sui numeri alti, essendo quelli bassi riservati spesso a funzioni del sistema operativo.
Per il funzionamento di Fishino-

Flasher rimandiamo agli articoli che abbiamo pubblicato nei fascicoli precedenti (per esempio nel fascicolo n° 210 dove abbiamo descritto l'utilizzo della scheda Fishino 32) o al sito web di riferimento (*www.fishino.it*), dove troverete tutte le istruzioni necessarie.
Una volta che avrete abilitato il caricamento remoto, inserito il nome della scheda e il numero della porta da utilizzare per l'operazione, potrete aggiornare il firmware e iniziare ad usare la scheda con le nuove funzionalità.

UTILIZZO DELLA PROGRAMMAZIONE REMOTA

Lanciando l'IDE noterete subito che nel menu di scelta della porta seriale appariranno una o più porte di rete, a seconda di quante schede Fishino saranno state rilevate dal sistema.
Prestate attenzione a un dettaglio: il modulo WiFi si connette all'ultimo access-point utilizzato o comunque ad un numero limitato di access point "conosciuti"; questo vuol dire che al primo utilizzo (scheda mai utilizzata e/o dopo aggiornamenti firmware) il modulo non riuscirà a connettersi. Per ovviare a tale inconveniente è necessario caricare uno sketch qualsiasi che utilizzi il WiFi connettendosi all'access-point che vorrete venga poi utilizzato per l'accesso; questo occorre farlo nel modo tradizionale, via USB.
Le schede sono elencate nella finestra dell'IDE come viene illustrato nella **Fig. 7**.
Come possiamo vedere nella schermata proposta, vengono mostrati nell'ordine:

- il nome della scheda, così come l'abbiamo inserito nel FishinoFlasher;
- un trattino;
- l'IP attuale della scheda;
- la parola at e di nuovo l' IP della scheda tra parentesi;
- per concludere viene mostrato il modello della scheda (Fishino Uno eccetera).

Il "doppio IP" è stato necessario per evitare un altro bug dell'IDE Arduino, il quale, una volta che vede una scheda di rete, non è in grado di sostituirla con un'altra avente lo stesso nome; abbiamo quindi optato per "appiccicare" l'IP al nome della scheda in modo da renderlo univoco e permettere l'utilizzo di IP dinamici (e che quindi possono cambiare tra uno sketch e l'altro) senza dover per questo chiudere e riaprire l'IDE.
Vedrete, infatti, che spegnendo la scheda la porta sparirà (entro pochi secondi) e riapparirà quando ricollegherete la scheda, con lo stesso indirizzo IP oppure con un IP nuovo a seconda dello sketch caricato.
Per caricare lo sketch via WiFi sarà quindi sufficiente selezionare la porta corretta; a riguardo dovete prestare attenzione al nome della scheda: se come tipo scheda avete scelto Fishino Uno, dovrete scegliere una porta WiFi il cui nome riporti tra parentesi Fishino Uno. Idem per le eventuali altre tipologie.

CONCLUSIONI

La programmazione OTA di Fishino è resa possibile dal fatto che il modulo WiFi, con il suo firmware, esegue la programmazione del controller in via hardware diretta, utilizzando quindi i pin del connettore ISP previsti per questo scopo, come se si trattasse di un programmatore esterno collegato alla scheda; viene quindi saltata la procedura tramite il boot-loader contenuto nel controller stesso, il quale, anzi, viene ricaricato ad ogni riprogrammazione eseguita tramite WiFi. Questo significa che anche se il vostro bootloader si danneggia (cosa che ogni tanto capita) potrete comunque caricare gli sketch via WiFi e, al primo sketch ricaricato verrà ripristinato anche il bootloader originale.
Un'ultimissima nota: il monitor seriale NON funziona quando la connessione alla Fishino avviene tramite WiFi; questo non è dovuto all'impossibilità di realizzare la "cosa" lato Fishino, ma per un limite dell'IDE, che considera tutte le connessioni remote del monitor seriale come connessioni via SSH ad un Arduino YÙN.
Nel caso l'IDE Arduino venisse un giorno migliorato in tal senso, provvederemo ad aggiungere anche quella funzionalità.
Tenetevi quindi informati sul nostro sito *www.elettronicain.it*, nelle pagine della nostra rivista o sul sito di riferimento del progetto Fishino, *www.fishino.it*. ■

per il MATERIALE

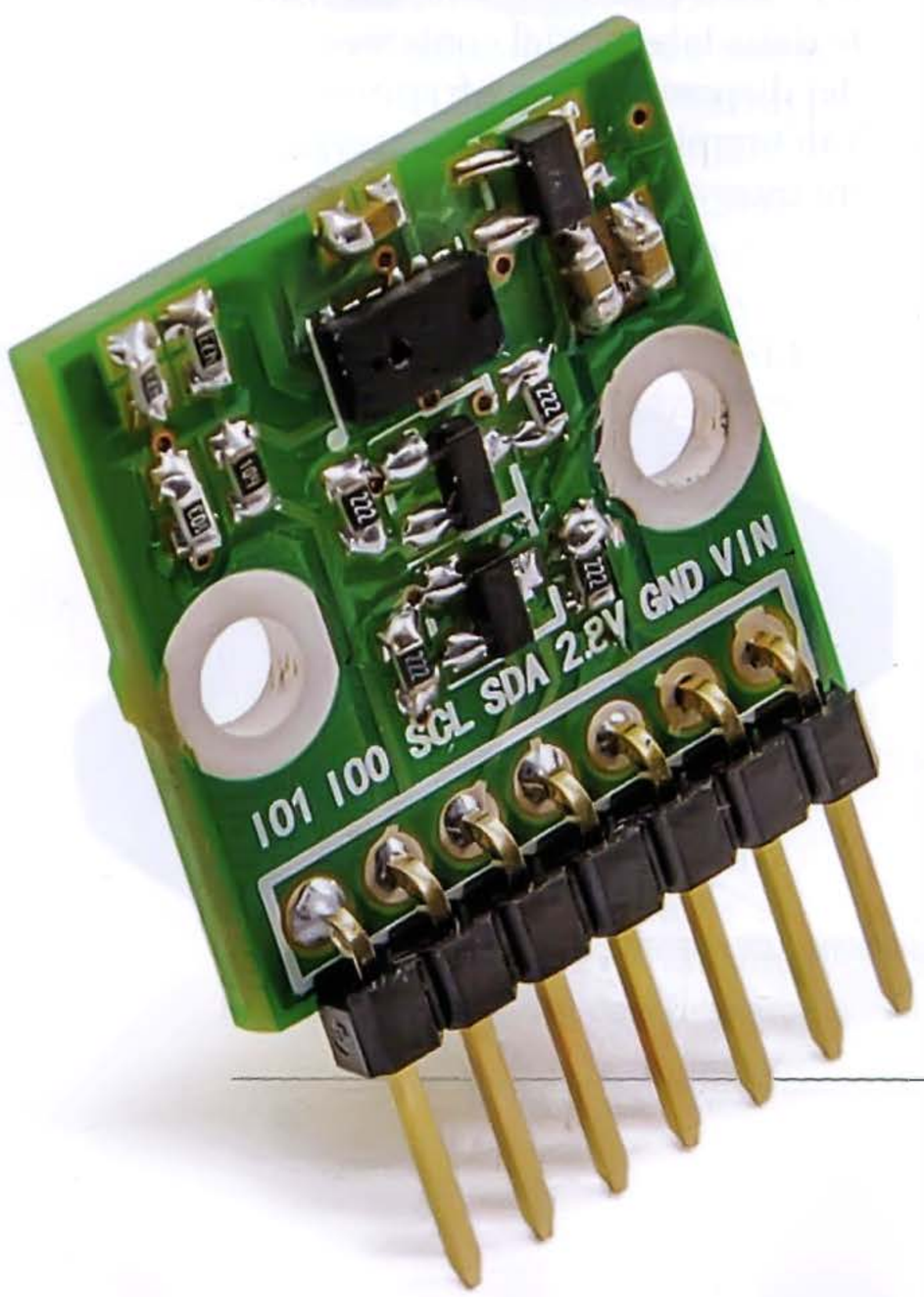
Tutta la gamma delle board Fishino è disponibile presso Futura Elettronica. Fishino UNO (cod. FISHINOUNO) basata sull'ATmega328, è in vendita a Euro 36,00; Fishino MEGA (cod. FISHINOMEGA) basata sull'ATmega2560, è disponibile a Euro 49,90; Fishino GUPPY (cod. GUPPY) compatibile con Arduino NANO, costa Euro 33,90 mentre Fishino 32 (cod. FISHINO32) basata sul PIC32MX470F512, è in vendita a Euro 59,00. I prezzi si intendono IVA compresa.

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

Basato sulla tecnologia Time of Flight, il modulo fornisce a un microcontrollore informazioni circa la distanza rilevata di fronte al proprio sensore ottico sulla base del tempo di volo di un impulso di luce.

ToF: SENSORE LASER DI PROSSIMITÀ

di BORIS LANDONI



La misura della distanza senza contatto, e quindi con strumenti elettronici, è un problema cui la tecnologia ha offerto, negli anni, varie soluzioni: da quella basata sugli infrarossi alla misura a ultrasuoni, fino ad arrivare al RADAR tradizionale, che funziona con le microonde radio. In tutti i casi il rilevamento sfrutta la misura del cosiddetto "tempo di volo" o ToF (Time of Flight) che è il tempo impiegato da un impulso a raggiungere l'oggetto da rilevare e tornare indietro. Le soluzioni esistenti vengono scelte in base alla distanza da rilevare, all'elemento di cui determinare la lontananza e dalle condizioni dell'ambiente in cui si opera, quindi, in generale, dall'applicazione. In questo articolo vogliamo proporvi un dispositivo di misura, interfacciabile con

CARATTERISTICHE TECNICHE

- **Tensione di alimentazione: 5 Vcc stabilizzati**
- **Corrente assorbita: 10 mA**
- **Sistema di misura: tempo di volo impulso laser IR**
- **Massima distanza: 10 cm**
- **Lunghezza d'onda laser e sensore: 850 nm**
- **Interfaccia dati: I²C-Bus**

un microcontrollore ed anche con Arduino, per sfruttare la tecnologia ST Flight Sense (ToF) per il rilevamento di prossimità basata sull'integrato VL6180XV0NR/1; la scheda consente la misura fino a 10 cm (adatto quindi in robotica, per sensori di prossimità e gesture) con una precisione di 1 mm e per essa è disponibile una libreria per Arduino, così da poterne testare le qualità e da sperimentare con essa, beneficiando dell'ampia disponibilità di hardware e librerie.

LA TECNOLOGIA

Prima di vedere il progetto facciamo un po' di teoria. Per compiere una misura con la tecnica ToF si invia contro l'oggetto o parete da rilevare un raggio o una vibrazione sonora e si rileva la riflessione su di essa; chiaramente ciò funziona solo se la superficie dell'oggetto o la parete non assorbono eccessivamente ciò che li investe. La misura si basa, come accennato, sul conteggio del tempo impiegato da un impulso ad andare da un emettitore alla superficie dell'oggetto da rilevare, quindi a tornare al sensore; la distanza (d) si determina come prodotto della velocità di propagazione dell'impulso (v) per la metà di tale tempo (t) secondo la relazione:

$$d = v \times t/2$$

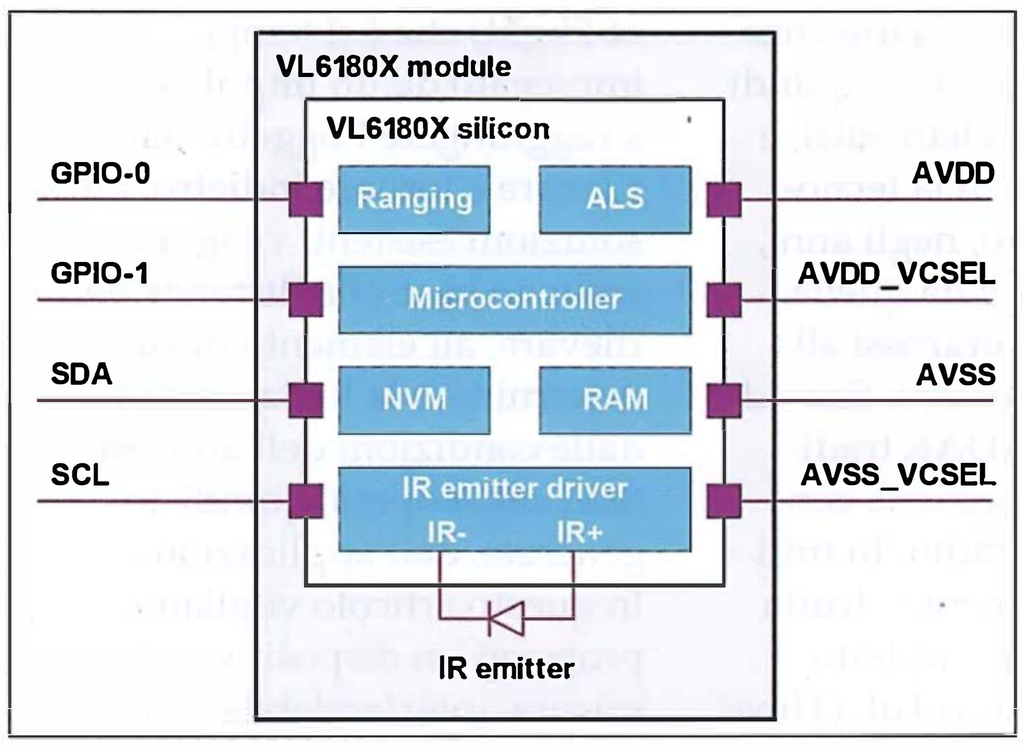
La velocità di propagazione dipende dal mezzo in cui si compie la misura e nel nostro caso supponiamo di lavorare in aria.
Se utilizzassimo degli ultrasuoni, la cui velocità di propagazione è 340 m/s, ammettendo che un impulso emesso torni dopo 100 ms, significherebbe che la distanza cui si trova l'oggetto che ha riflesso le onde sonore è pari a:

$$d = 340\ m/s \times 50\ ms = 17\ m$$

Se la misura viene effettuata con una radiazione luminosa (per convenzione di 300.000 km/s), gli intervalli sono di molto ridotti; per esempio, un intervallo di 100 ms corrisponderebbe a:

$$d = 300.000\ km/s \times 50\ ms = 15.000\ km$$

Nel caso del nostro sensore, dovendo effettuare misure a brevissima distanza con una radiazione luminosa, è indispensabile utilizzare dispositivi elettronici con tempi di latenza molto ridotti, onde evitare che il loro ritardo di risposta influenzi la misura.
Per capire questo bisogna considerare come avviene la misura: quando si fornisce l'alimentazione all'elemento irradiante, si va a triggerare un contatore che viene bloccato nel momento in cui il dispositivo ricevente viene eccitato dalla radiazione riflessa e ritornata. Ad affliggere la misura ci si mette sia il tempo di risposta dell'emettitore (quello che passa dall'instante in cui si fornisce alimentazione a quello in cui la radiazione appare dalla superficie emittente) che quello del sensore ricevente (tempo che intercorre da quando i fotoni componenti la radiazione investono la superficie sensibile a quando si registra il segnale elettrico corrispondente). Altro errore è quello derivante dalla latenza del contatore e dei dispositivi logici frapposti.
Tali tempi, considerati i brevissimi intervalli di viaggio dell'im-



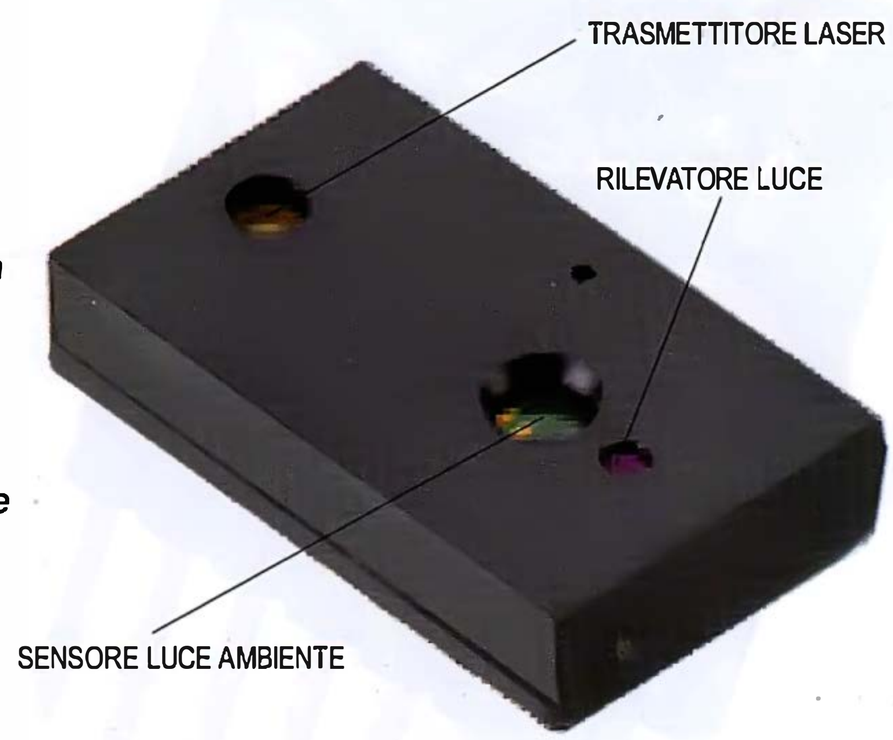
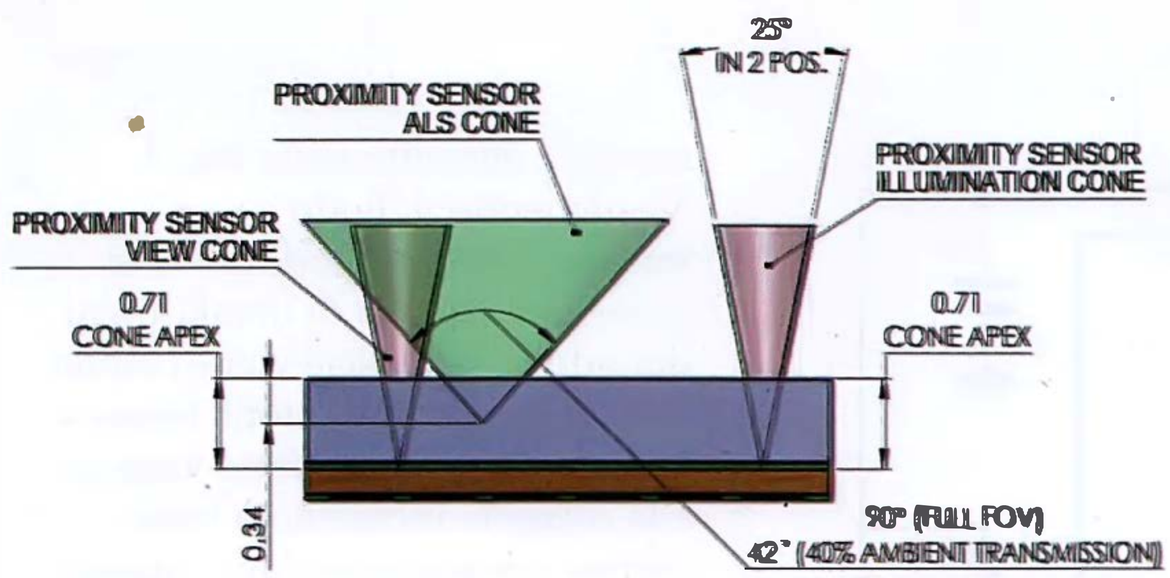


Fig. 1 *Il dispositivo ST per rilevamenti ToF (a destra): notate, accanto alla finestrella per il rilevatore di luce (in basso), il foro cui si affaccia il sensore di luce ambiente. La pinout del dispositivo ST (a sinistra).*



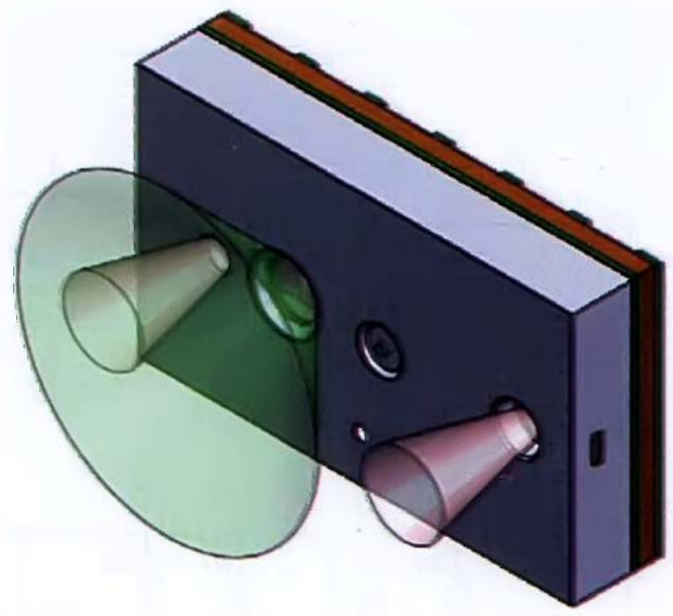


***Fig. 2** - Struttura del sensore ST: il cono della luce emessa dal LED è ristretto rispetto all'apertura del sensore SPAD.*

pulso di luce, devono essere ridottissimi. Un metodo utile a limitare l'errore (cosa indispensabile per ottenere precisioni molto elevate specie sulle piccole distanze) consiste nel posizionare un secondo sensore di luce rivolto verso l'emettitore (ma senza coprire la superficie emittente di quest'ultimo) in modo che rilevi la luce nel momento in cui esce; in teoria questo compensa sia il ritardo di risposta dell'emettitore che quello del sensore.
Ciò detto, possiamo spendere qualche paragrafo sulla tecnologia ST, che è brevettata e viene chiamata Flightsense; i dispositivi del genere sono incapsulati in un unico modulo SMD che integra il sensore di luce Photon Avalanche Diode (SPAD) array, un sensore di luce ambientale Ambient Light Sensor (ALS) tradizionale e un emettitore a diodo laser del tipo Vertical Cavity Surface-Emitting Laser (VCSEL) che opera sulla lunghezza d'onda di 850 nm, quindi nel pieno infrarosso. Questa tecnologia è l'ideale per realizzare, oltre che misuratori di prossimità e di breve distanza, anche rilevatori di gesti. Il sensore di luce ambiente ha un'ottima sensibilità: da meno di 1 Lux a 100.000 Lux.
Una particolarità innovativa della tecnica è che permette misure e rilevamenti praticamente indipendenti dal coefficiente di riflessione della luce della superficie da rilevare, grazie a una speciale circuitazione che consente di regolare il guadagno dello stadio ricevente e la luce nell'ambiente e di far emettere impulsi brevissimi.
La particolarità del modulo è che dalla parte del sensore di luce (**Fig. 1**) incorpora un secondo rivelatore di luce che serve a determinare la luminosità dell'ambiente, così da ottenere un segnale che viene sottratto, perché uniforme, a quello impulsivo derivante dal ritorno dell'impulso laser riflesso; in questo modo l'ampiezza del segnale ottenuto rispecchia fedelmente la distanza. In altre parole, è facile discriminare la luminosità nell'ambiente conoscendo la partenza degli impulsi di luce e attendendo il loro arrivo, mentre la luce ambiente è abbastanza costante.
L'esistenza del sensore si rivela fondamentale nelle applicazioni come i rilevatori di prossimità posti dietro al vetro di un tablet, di uno smartphone o di un touch-panel, allorché consente di discriminare la riflessione di parte della radiazione luminosa emessa dal diodo laser, sull'interno del vetro, che tornando al fotosensore lo ingannerebbe.
La **Fig. 2** propone una simulazione del funzionamento del sensore, con in rosa la luce IR emessa dal laser e in verde il cono di ricezione del sensore, con i relativi angoli di apertura: come si nota, l'angolo di ricezione del fotosensore è nettamente superiore a quello di emissione del laser, che idealmente dovrebbe essere nullo, in quanto la soluzione migliore sarebbe emettere un raggio che non si apre, collimato all'infinito.
In pratica un fascio conico consente di individuare con più facilità gli oggetti, specie quelli di piccole dimensioni.
L'eliminazione della luce riflessa è in questo caso fondamentale, non tanto per il livello di disturbo che sovrappone al segnale di ritorno, quanto, piuttosto, per il calcolo del tempo di volo dell'impulso di luce, giacché l'onda riflessa all'interno del vetro arriverebbe prima della luce riflessa dall'oggetto di cui rilevare la di-

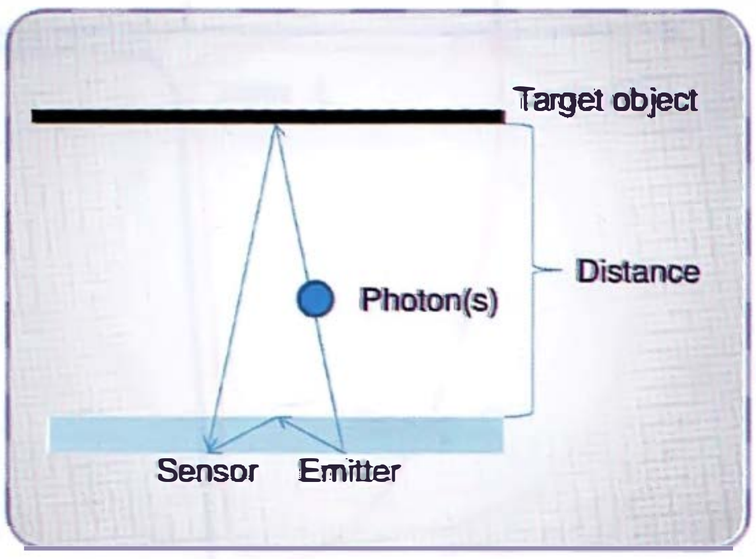
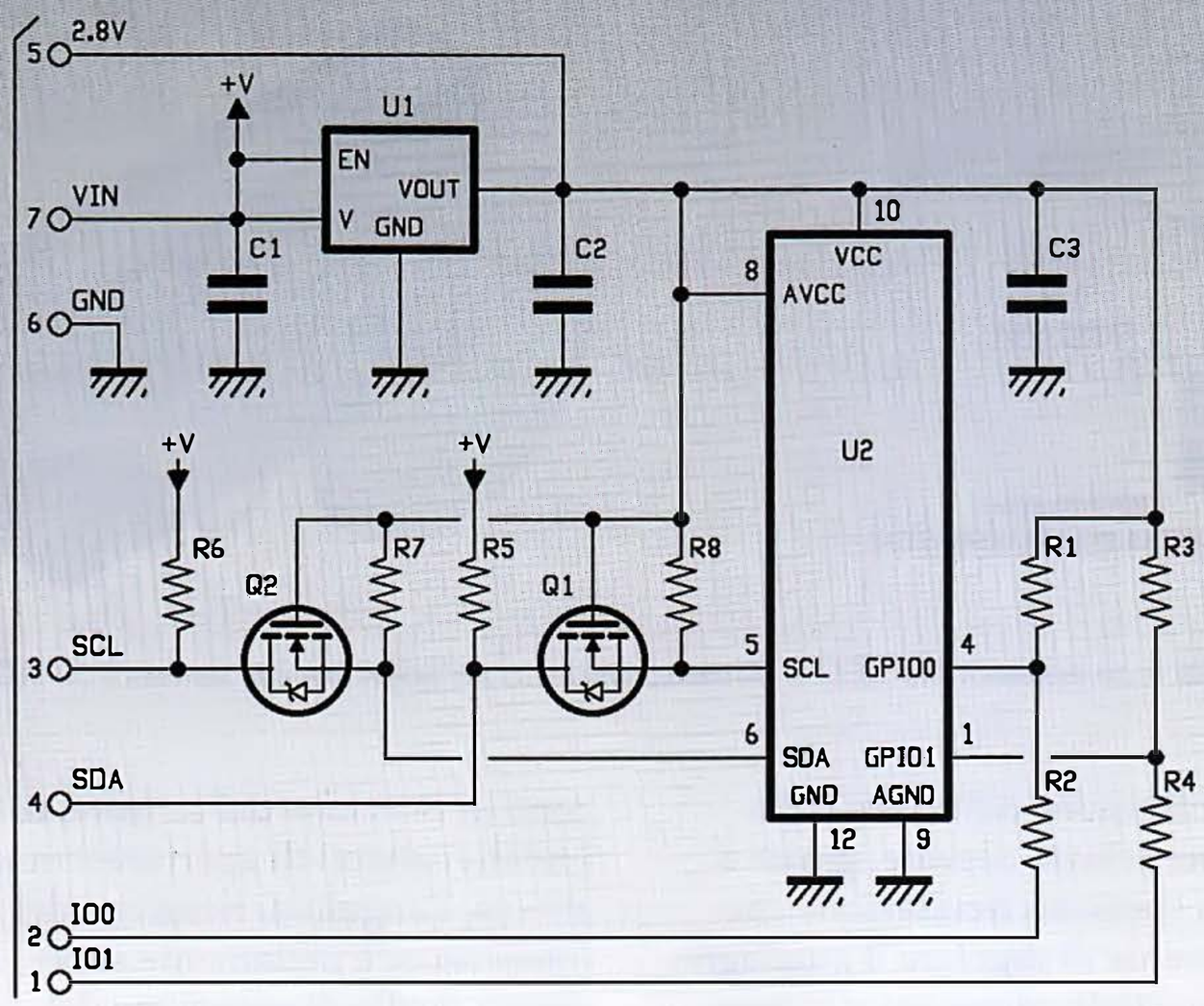
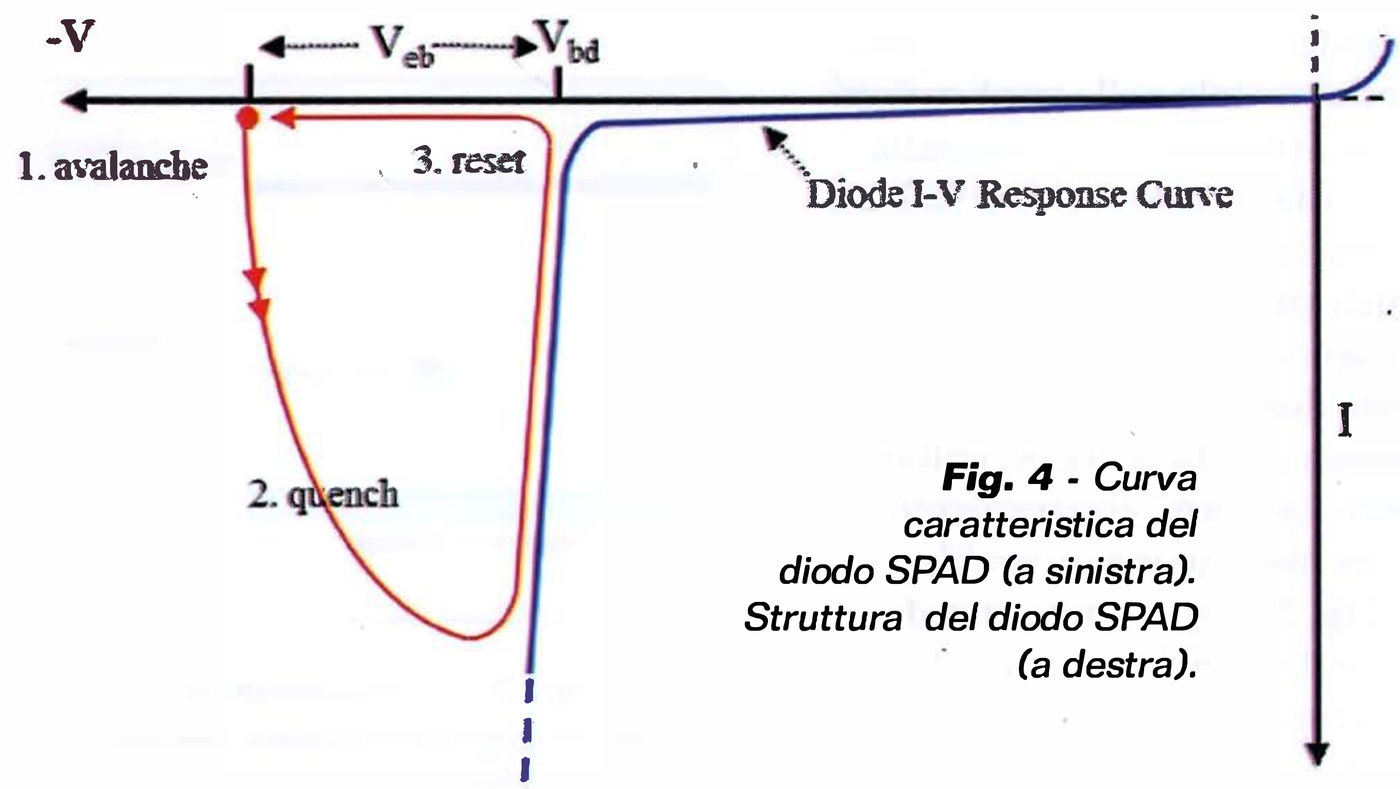


***Fig. 3** - Schematizzazione del funzionamento della famiglia di dispositivi VL6180x.*



stanza, determinando un errore di misura i difetto (la distanza misurata sarebbe inferiore).
La **Fig. 3** schematizza il funzionamento del dispositivo: il diodo laser (emitter) emette impulsi di luce periodici dei quali una parte viene riflessa fino a tornare al sensore; sincronizzando l'emissione con l'attesa degli impulsi (si può fare supponendo un range di intervalli di tempo e una frequenza di emissione) è possibile rimuovere il disturbo determinato dalla luminosità nell'ambiente, elevando la sensibilità del dispositivo.

Invece i tipici misuratori IR di prossimità si basano sull'intensità dell'onda riflessa, il che li rende poco affidabili perché essa dipende dal coefficiente di riflessione della superficie dell'oggetto da rilevare.
La peculiarità del diodo usato è che si tratta di un Single Photon Avalance Diode, vale a dire un fotodiodo da polarizzare inversamente come tutti i fotodiodi (con un resistore di carico postogli in serie) che però lavora nella regione dove si verifica l'effetto valanga, che si trova nel terzo quadrante. Il ciclo di funzionamento è descritto nella **Fig. 4**.
Mantenendo il diodo a una tensione anodo-catodo inversa prossima a quella di breakdown, quando la superficie viene colpita dalla luce il primo fotone innesca la conduzione per effetto valanga e la corrente incrementa fortemente, per poi annullarsi quando la tensione scende sotto quella di breakdown (Vbd nel diagramma di **Fig. 4**). A questo punto serve un ulteriore fotone per innescare la conduzione. Disponendo di un array di diodi SPAD è possibile effettuare conteggi dei fotoni.
Ai capi del resistore di carico si può quindi registrare un impulso brevissimo in corrispondenza di ciascun fotone, il che permette in teoria il rilevamento e il conteggio dei singoli fotoni, che sono, secondo la teoria quantistica, le particelle di energia componenti le radiazioni luminose.
L'integrato della ST viene alimentato attraverso i piedini AVDD (positivo) e GND (massa) per la sezione ricevente e AVDD_VCSEL e AVSS-VCSEL per il diodo laser; dispone di due GPIO che tipicamente vengono utilizzati come ingressi (cui applicare, come nello schema elettrico del nostro circuito, resistori di pull-up) per gestire alcune funzioni.



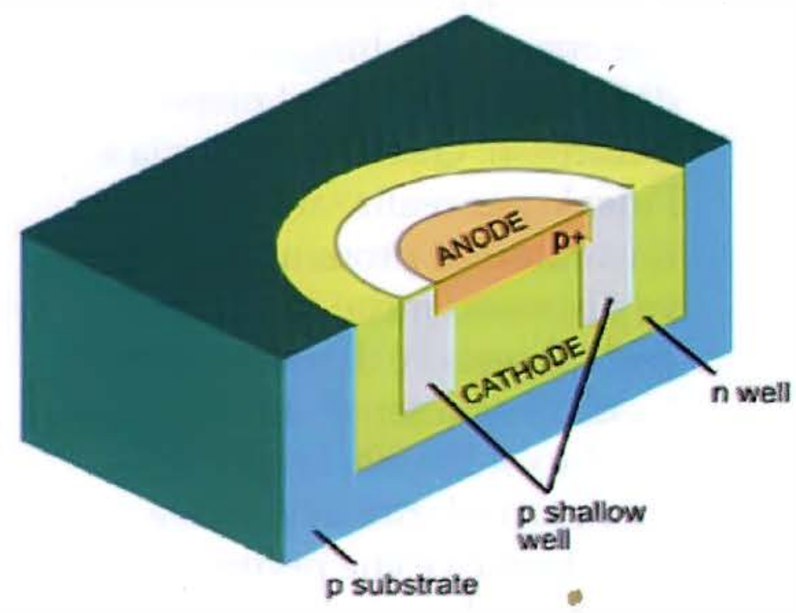


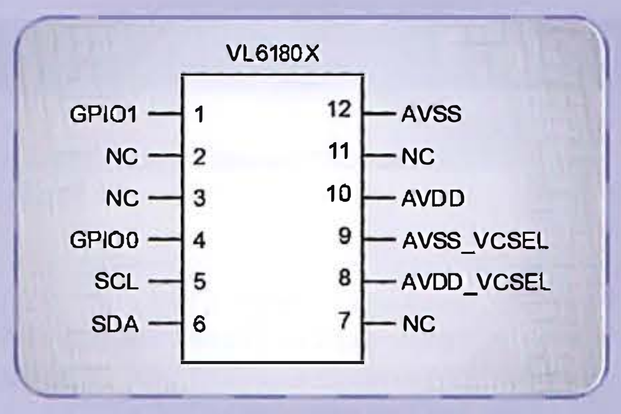
***Fig. 4** - Curva caratteristica del diodo SPAD (a sinistra). Struttura del diodo SPAD (a destra).*

La comunicazione con il dispositivo host, tipicamente un microcontrollore, avviene sull'I²C-Bus formato dai piedini SCL (5) e SDA (6), rispettivamente clock e canale dati bidirezionale; attraverso il bus (che funziona alla frequenza di 400 kHz) è possibile impostare modalità di funzionamento, sensibilità ecc., ma anche leggere il risultato della misura.
In tema di modalità di funzionamento, va detto che il dispositivo può effettuare la misura sia con una certa periodicità impostabile, sia su richiesta (modalità che consente di ottimizzare i consumi, derivanti in gran parte dall'accensione del laser).
Per adattare i livelli di tensione del dispositivo ST ai TTL è stato impiegato un traslatore bidirezionale realizzato con la parte di circuito centrata sui due MOSFET, il cui funzionamento si può analizzare linea per linea e livello logico per livello logico; lo faremo tra breve studiando lo schema elettrico.

SCHEMA ELETTRICO

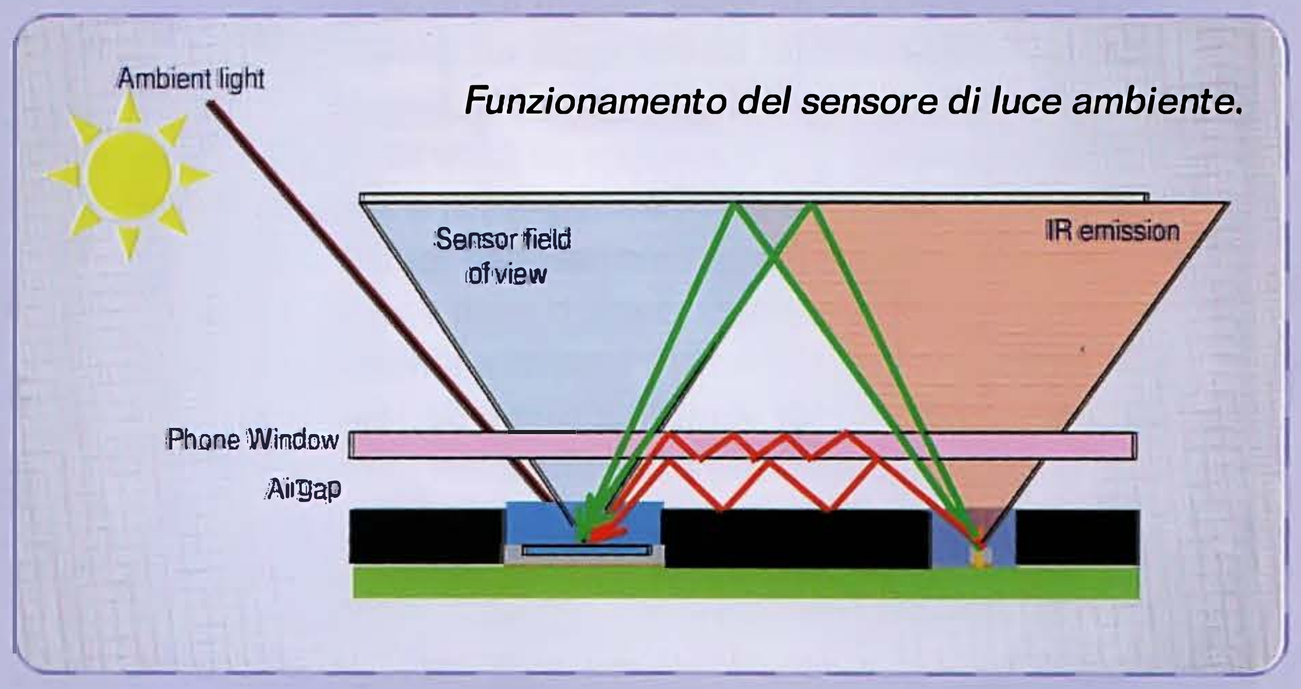
Spiegato come funziona la tecnologia alla base del nostro dispositivo, diamo uno sguardo al circuito in cui è applicato, che è stato da noi realizzato sotto forma di breakout board per essere meglio integrato in sistemi di vario tipo.
Lo schema elettrico vede, oltre all'integrato VL6180XVONR/1, un regolatore di tensione lineare a basso drop-out (U2) e un adattatore a MOSFET per l'interfaccia I²C-Bus utile a traslare i livelli logici 0/2,8 V dell'integrato per adattarli ai TTL standard di schede a logica tradizionale e ad Arduino.
Per spiegare come funziona il traslatore partiamo dal clock, che sul lato dell'U1 fa capo alla linea del piedino 5, mentre verso

Il dispositivo **VL6180x**



L'integrato utilizzato per la misura della distanza nasce prettamente come rilevatore di prossimità per molteplici applicazioni; rispetto alle soluzioni analoghe che si basano sull'ottica e in special modo a quelle LED emettitori di infrarossi e fotodiodi IR, questo ha il notevole vantaggio di non risentire dell'assorbimento della luce da parte del corpo da rilevare, ovvero dalla sua superficie.
Ciò è dovuto al modo di funzionamento, che non prevede la lettura dell'intensità della radiazione luminosa riflessa ma, semmai, il calcolo del tempo intercorso dall'emissione degli IR da parte dell'emettitore (in questo caso è un laser VCSEL) alla ricezione da parte del fotodiodo sensore; tale tecnica, denominata ToF, fa quindi una verifica della distanza molto più affidabile. A ciò si aggiunge il fatto che il dispositivo della ST incorpora un secondo sensore di luce, che serve a misurare la luminosità nell'ambiente, in modo da sottrarla all'illuminazione che il fotodiodo subisce a seguito della luce laser riflessa dall'ostacolo da rilevare. La disponibilità di un secondo sensore è inoltre ideale per le applicazioni dell'integrato come sensore di prossimità in tablet e smartphone, dove ponendo il componente dietro al vetro del touch-screen si verificano riflessioni e rifrazioni tali da riportare una porzione della luce emessa dal laser sul fotodiodo con forte anticipo, il che falserebbe la misura.
Il fenomeno è meglio descritto dalla figura in questo riquadro.
Altra caratteristica che concorre a rendere il circuito poco sensibile all'assorbenza della superficie di cui rilevare la distanza è una specia-le circuitazione che consente di regolare il guadagno dello stadio ricevente e la luce nell'ambiente e di far emettere impulsi brevissimi. Inoltre la tecnica di misura del tempo di volo dell'impulso di luce si basa su un fotorivelatore a diodo Photon Avalanche Diode (SPAD), che passa dallo stato di polarizzazione inversa prossimo alla tensione di breakdown, a quello di conduzione inversa a valanga all'arrivo di un fotone della luce che investe la superficie sensibile.
In altre parole lo SPAD è un componente che aggancia il singolo fotone.
Tra le applicazioni dell'integrato troviamo:

- applicazioni consumer come sensori di prossimità per smartphone, sistemi di autofocus per smartphone, tablet e fotocamere, riconoscitori di gesture per la navigazione dei contenuti in dispositivi mobile;
- applicazioni domestiche come gesture per il controllo di luci, robot, giocattoli, home-entertainment;
- applicazioni automotive quali gestione del computer di bordo e del car-entertainment tramite gesture;
- impieghi industriali come rilevatori di luce e prossimità, controllo di porte e robotica.



Funzionamento del sensore di luce ambiente.

Listato 1

```
//Recommended settings from datasheet
//http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/application_note/DM00122600.pdf

//Enable Interrupts on Conversion Complete (any source)
VL6180x_setRegister(VL6180X_SYSTEM_INTERRUPT_CONFIG_GPIO, (4 << 3)|(4) ); // Set GPIO1 high when sample complete
VL6180x_setRegister(VL6180X_SYSTEM_MODE_GPIO1, 0x10); // Set GPIO1 high when sample complete
VL6180x_setRegister(VL6180X_READOUT_AVERAGING_SAMPLE_PERIOD, 0x30); //Set Avg sample period
VL6180x_setRegister(VL6180X_SYSALS_ANALOGUE_GAIN, 0x46); // Set the ALS gain
VL6180x_setRegister(VL6180X_SYSRANGE_VHV_REPEAT_RATE, 0xFF); // Set auto calibration period (Max = 255)/(OFF = 0)
VL6180x_setRegister(VL6180X_SYSALS_INTEGRATION_PERIOD, 0x63); // Set ALS integration time to 100ms
VL6180x_setRegister(VL6180X_SYSRANGE_VHV_RECALIBRATE, 0x01); // perform a single temperature calibration
//Optional settings from datasheet
//http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/application_note/DM00122600.pdf
VL6180x_setRegister(VL6180X_SYSRANGE_INTERMEASUREMENT_PERIOD, 0x09); // Set default ranging inter-measurement period to 100ms
VL6180x_setRegister(VL6180X_SYSALS_INTERMEASUREMENT_PERIOD, 0x0A); // Set default ALS inter-measurement period to 100ms
VL6180x_setRegister(VL6180X_SYSTEM_INTERRUPT_CONFIG_GPIO, 0x24); // Configures interrupt on 'New Sample Ready threshold event'
//Additional settings defaults from community
VL6180x_setRegister(VL6180X_SYSRANGE_MAX_CONVERGENCE_TIME, 0x32);
VL6180x_setRegister(VL6180X_SYSRANGE_RANGE_CHECK_ENABLES, 0x10 | 0x01);
VL6180x_setRegister16bit(VL6180X_SYSRANGE_EARLY_CONVERGENCE_ESTIMATE, 0x7B );
VL6180x_setRegister16bit(VL6180X_SYSALS_INTEGRATION_PERIOD, 0x64);

VL6180x_setRegister(VL6180X_READOUT_AVERAGING_SAMPLE_PERIOD,0x30);
VL6180x_setRegister(VL6180X_SYSALS_ANALOGUE_GAIN,0x40);
VL6180x_setRegister(VL6180X_FIRMWARE_RESULT_SCALER,0x01);
}
```

il pin-strip di connessione è collegato a SCL (entrambe le linee sono provviste di un resistore di pull-up): quando SCL del connettore è a livello logico alto, il diodo di protezione interno al MOSFET (posto tra drain e source) è interdetto perché il source si trova negativo (è a 2,8 volt) rispetto al drain (che è mantenuto a 5 volt da R5) e pur se l'impulso non giunge all'SCL dell'U1, quest'ultimo è ad 1 logico. Invece quando il contatto SCL del pin-strip è a zero logico (0 V), il MOSFET è ancora interdetto (perché il suo gate è polarizzato con 2,8 volt) ma conduce il suo diodo di protezione, dato che il source è a 2,8 V mentre il catodo è a zero, quindi il livello basso su SCL trascina a zero logico (0,6 per l'esattezza) il piedino 5 dell'U1. Il canale SCL è unidirezionale, quindi la situazione opposta non si presenta, cioè U1 riceve il clock dall'host.

Gesture per l'**auto**

MediaTek e Pixart imaging hanno avviato una collaborazione mirata a realizzare controller per l'identificazione delle gesture 3D, basati sull'abbinamento di un System on Chip MT8665 (Quad-core basati su ARM Cortex-A53) e sensori Pixart Imaging PAJ7620U2 che comunicano su I²C e sono in grado di riconoscere 9 gesti, tra cui sposta verso l'alto, sposta verso il basso, sposta a sinistra, sposta a destra, ecc. con un semplice tocco della mano. Tale soluzione permetterà di sviluppare soluzioni di riconoscimento delle gesture da applicare ad esempio nei sistemi di info-tainment delle auto in sostituzione dei comandi tradizionali e dei touch-panel.

Passiamo adesso all'SDA, analizzando il caso in cui è l'host a inviare i dati: quando SDA è a zero logico, il diodo di protezione del Q2 conduce e trascina a 0,6 V il source e con esso il piedino 6 dell'U1; invece quando è a 5 volt, MOSFET e diodo sono interdetti, quindi SDA dell'U1 è portata a 2,8V (livello alto) dal resistore di pull-up R7. Se invece è il VL6180 a trasmettere, quando pone il proprio piedino 6 a zero logico il MOSFET Q2 conduce tra drain e source, perché il suo source è a zero volt mentre il gate è a 2,8 V, quindi la sua corrente di drain trascina a circa 0 V l'SDA del connettore, a causa della caduta sul resistore di pull-up R6;

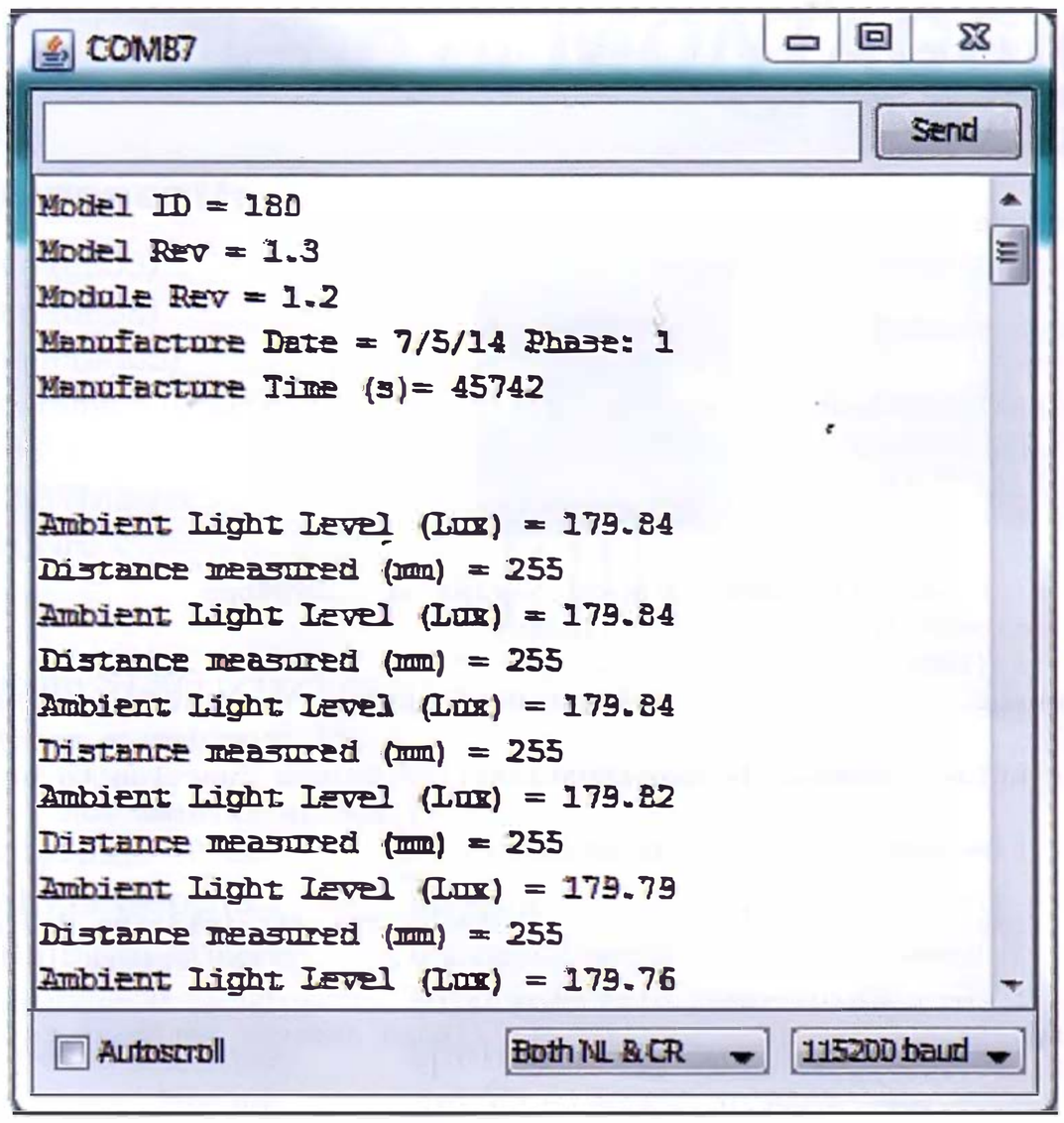


Fig. 6 *Finestra del monitor seriale con i valori in arrivo della breakout board attraverso Arduino.*

invece quando il pin 6 dell'U1 è a livello alto (2,8 V) il source e il gate sono equipotenziali e il MOSFET rimane interdetto, lasciando che sia il resistore di pull-up R6 a mantenere a 1 logico (ma a 5 volt) la linea SDA che porta al pin-strip.
Quanto al regolatore di tensione, è un MIC5219 della Micrel ed è un LDO -disponibile in varie versioni con tensioni d'uscita da 2,5 a 5V- capace di erogare 500 mA di corrente, incapsulato in contenitore SOT-23-5 e che presenta tra i piedini IN e OUT una differenza di tensione di appena 0,5 volt; è molto stabile in temperatura e integra una protezione dal cortocircuito all'uscita e dall'eccesso di temperatura, oltre che una dall'inversione di polarità all'ingresso.
L'integrato può essere posto in shutdown (quindi pur alimentato non assorbe che poche frazioni di microampere) tramite il piedino EN (1 logico attiva e 0 pone in shutdown), che accetta impulsi TTL fino a 5 V.
L'altro piedino presente, il BYP, serve per collegare un condensatore verso massa che consente di filtrare maggiormente il riferimento di tensione dell'amplificatore di errore e quindi minimizzare il rumore sovrapposto alla tensione fornita dall'integrato.
Il condensatore va scelto da 470 pF a 1 nF, tuttavia tale pin può essere lasciato scollegato.

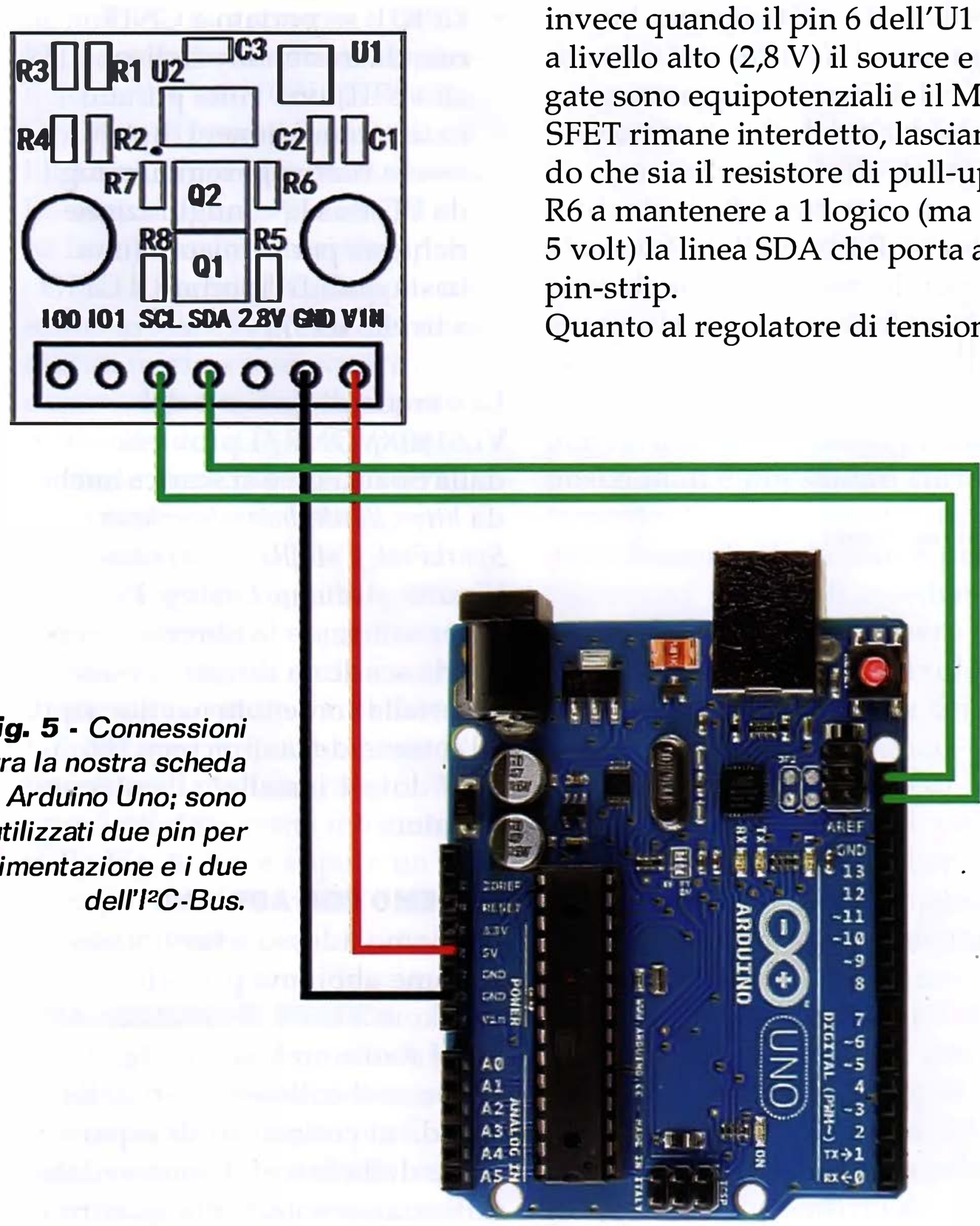


Fig. 5 *- Connessioni tra la nostra scheda e Arduino Uno; sono utilizzati due pin per l'alimentazione e i due dell'I²C-Bus.*

Listato 2

```
#include <Wire.h>
#include <SparkFun_VL6180X.h>

#define VL6180X_ADDRESS 0x29

VL6180xIdentification identification;
VL6180x sensor(VL6180X_ADDRESS);

void setup()
{
  Serial.begin(115200); //Start Serial at 115200bps
  Wire.begin(); //Start I2C library
  delay(100); // delay .1s
  sensor.getIdentification(&identification); // Retrieve manufacture info
                                             // from device memory
  printIdentification(&identification); // Helper function to print all the
                                        // Module information
    if(sensor.VL6180xInit() != 0)
    {
      Serial.println("FAILED TO INITALIZE"); //Initialize device and check
                                             // for errors
    };
   sensor.VL6180xDefautSettings(); //Load default settings to get started.
   delay(1000); // delay 1s
}

void loop()
{
  //Get Ambient Light level and report in LUX
  //Input GAIN for light levels,
  // GAIN_20     // Actual ALS Gain of 20
  // GAIN_10     // Actual ALS Gain of 10.32
  // GAIN_5      // Actual ALS Gain of 5.21
  // GAIN_2_5    // Actual ALS Gain of 2.60
  // GAIN_1_67   // Actual ALS Gain of 1.72
  // GAIN_1_25   // Actual ALS Gain of 1.28
  // GAIN_1      // Actual ALS Gain of 1.01
  // GAIN_40     // Actual ALS Gain of 40

  Serial.print("Ambient Light Level (Lux) = ");
  Serial.println( sensor.getAmbientLight(GAIN_1) );
  //Get Distance and report in mm
  Serial.print("Distance measured (mm) = ");
  Serial.println( sensor.getDistance() );
  delay(500);
};

void printIdentification(struct VL6180xIdentification *temp)
{
  Serial.print("Model ID = ");
  Serial.println(temp->idModel);
  Serial.print("Model Rev = ");
  Serial.print(temp->idModelRevMajor);
  Serial.print(".");
  Serial.println(temp->idModelRevMinor);
  Serial.print("Module Rev = ");
  Serial.print(temp->idModuleRevMajor);
  Serial.print(".");
  Serial.println(temp->idModuleRevMinor);
  Serial.print("Manufacture Date = ");
  Serial.print((temp->idDate >> 3) & 0x001F);
  Serial.print("/");
  Serial.print((temp->idDate >> 8) & 0x000F);
  Serial.print("/1");
  Serial.print((temp->idDate >> 12) & 0x000F);
  Serial.print(" Phase: ");
  Serial.println(temp->idDate & 0x0007);
  Serial.print("Manufacture Time (s)= ");
  Serial.println(temp->idTime * 2);
  Serial.println();
  Serial.println();
}
```

Prima di concludere la descrizione dello schema elettrico soffermiamoci un istante sui GPIO del VL6180XVONR/1, i quali, come accennato, possono essere configurati da appositi comandi inviati su I²C-Bus; l'impostazione per il nostro progetto è contenuta nell'apposita libreria scaricabile dal nostro sito *www.elettronicain.it* insieme agli altri file del progetto. La libreria è riportata nel **Listato 1**.
Da essa appare che GPIO0 e GPIO1 svolgono le seguenti funzioni:

- GPIO0: cambia di stato ad acquisizione terminata e può essere utilizzato per comunicare al microcontrollore Host che può leggere la misura;
- GPIO1, se portato a GND manda in standby il dispositivo ST; una volta portato in tale condizione, U1 può essere riattivato reinviandogli da I²C-Bus la configurazione richiesta per la misura (non basta quindi riportare il GPIO a livello alto).

La libreria di gestione del VL6180XVONR/1 proviene dalla SparkFun e si scarica anche da *https://github.com/sparkfun/SparkFun_ToF_Range_Finder-VL6180_Arduino_Library*. Per poter utilizzare la libreria, dopo averla scaricata dovete copiare la cartella contenuta nel file .zip all'interno della directory "libraries" dove è installato l'ambiente Arduino.

LA DEMO CON ARDUINO

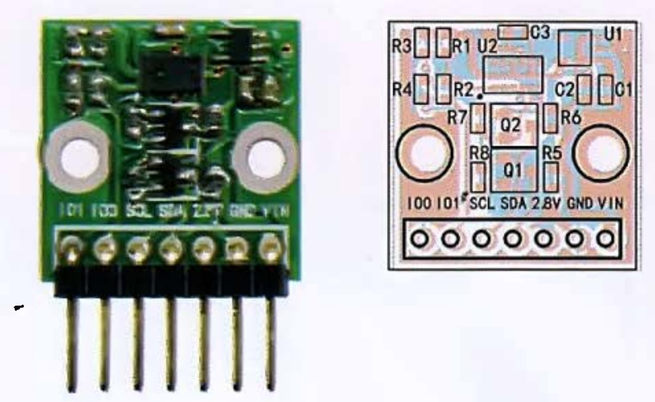
Passiamo adesso a farvi vedere come abbiamo provato la breakout board in abbinamento ad Arduino Uno; la **Fig. 5** propone il collegamento della scheda ai connettori di espansione della board. Come vedete, utilizziamo solamente quattro

fili, perché ci limitiamo all'alimentazione e alle linee dell'I²C-Bus, dato che per una prova di valutazione delle caratteristiche del dispositivo ST ci basta poter effettuare delle misure campione.
Una volta caricata la libreria all'interno della directory "libraries" dove è installato l'ambiente Arduino, potete aprire l'IDE, quindi dal menu *File>Esempi* si troverà "SparkFun VL6180 Sensor" che sarà proprio l'esempio da utilizzare per poter gestire il sensore. Lo sketch d'esempio (visibile nel **Listato 2**) è già pronto all'uso, pertanto non vanno effettuate modifiche di alcun tipo allo sketch. In esso viene inizializzata la connessione sull'I²C-Bus con clock di 400 kHz, conformemente alle specifiche dell'VL6180XVONR/1.
Ora potete procedere a caricare lo sketch d'esempio in Arduino. Lo sketch di esempio inizializza la connessione seriale e poi carica la libreria I²C-Bus per comunicare con la breakout board, quindi inizia a interrogare ciclicamente quest'ultima e a porsi in ascolto dei dati corrispondenti; lo stesso sketch invierà sulla porta seriale aperta per Arduino i dati sui Lux rilevati e la distanza dall'oggetto, pertanto per poter vedere questi dati dovrete aprire il monitor seriale di Arduino con un baud-rate di 115.200 bps; in questo modo la finestra del monitor mostrerà i predetti dati, come mostrato nella **Fig. 6**, dove appare un esempio dei dati forniti dalla breakout board.

Elenco Componenti:

R1, R3: 47 kohm (0603)
R2, R4: 10 kohm (0603)
R5÷R8: 2,2 kohm (0603)
C1÷C3: 1 μF ceramico (0603)
Q1, Q2: BSS138W-7-F
U1: MIC5504-2.8YM5-TR
U2: VL6180XV0NR/1

Varie:
- Circuito stampato S1309 (21x21 mm)



REALIZZAZIONE PRATICA

Concludiamo questo articolo spendendo qualche paragrafo per qualche consiglio pratico sulla costruzione della breakout board, la cui costruzione inizia dalla preparazione del circuito stampato, a doppia faccia, per la quale sul nostro sito *www.elettronicain.it* rendiamo disponibili per il download le tracce lato rame; incisa e forata la basetta, bisogna provvedere al montaggio, che è un po' impegnativo visto che i componenti utilizzati sono tutti per montaggio superficiale.
Procuratevi quindi un saldatore a punta fine, del filo di lega saldante da 0,5 mm max di diametro, della pasta flussante poco densa e un pennellino per spargerla, oltre a una pinzetta per manipolare i componenti e una lente d'ingrandimento per verificare che siano prima posizionati e poi saldati correttamente. Vi farà comodo anche della trecciola dissaldante per rimuovere eventuali eccedenze di stagno, che potrebbero cortocircuitare pin o piazzole attigue. Ciò detto, partite con il montaggio dei componenti più piccoli, ossia i chip di resistenze e condensatori, poi posizionate gli integrati ben centrati nelle rispettive piazzole (spalmate preventivamente con pasta flussante) e orientati come mostra il disegno di queste pagine; procedete con i MOSFET e terminate con il pin-strip, che deve essere del tipo con punte ad angolo retto, in modo da consentirvi di montare la scheda in verticale su qualsiasi circuito stampato o breadboard. Nell'utilizzare il flussante fate attenzione a non sporcare i fori sulla superficie del VL6180XVONR/1, che devono restare liberi e puliti, pena il malfunzionamento del sistema di rilevamento e misura della distanza. A montaggio terminato, con la lente d'ingrandimento verificate che tutti i componenti siano a posto, ben saldati (le saldature ben riuscite sono lucide, mentre quelle opache sono a rischio di ossidazione e falso contatto...) e centrati nelle rispettive piazzole; controllate anche che non vi siano baffi di stagno a creare cortocircuiti. Bene, con questo abbiamo concluso; buon lavoro e buona sperimentazione. ■

per il MATERIALE

Il modulo ToF con VL6180 (cod. BREAKOUT17) è disponibile montato e collaudato presso Futura Elettronica al prezzo di Euro 16,50. Il prezzo si intende IVA compresa.

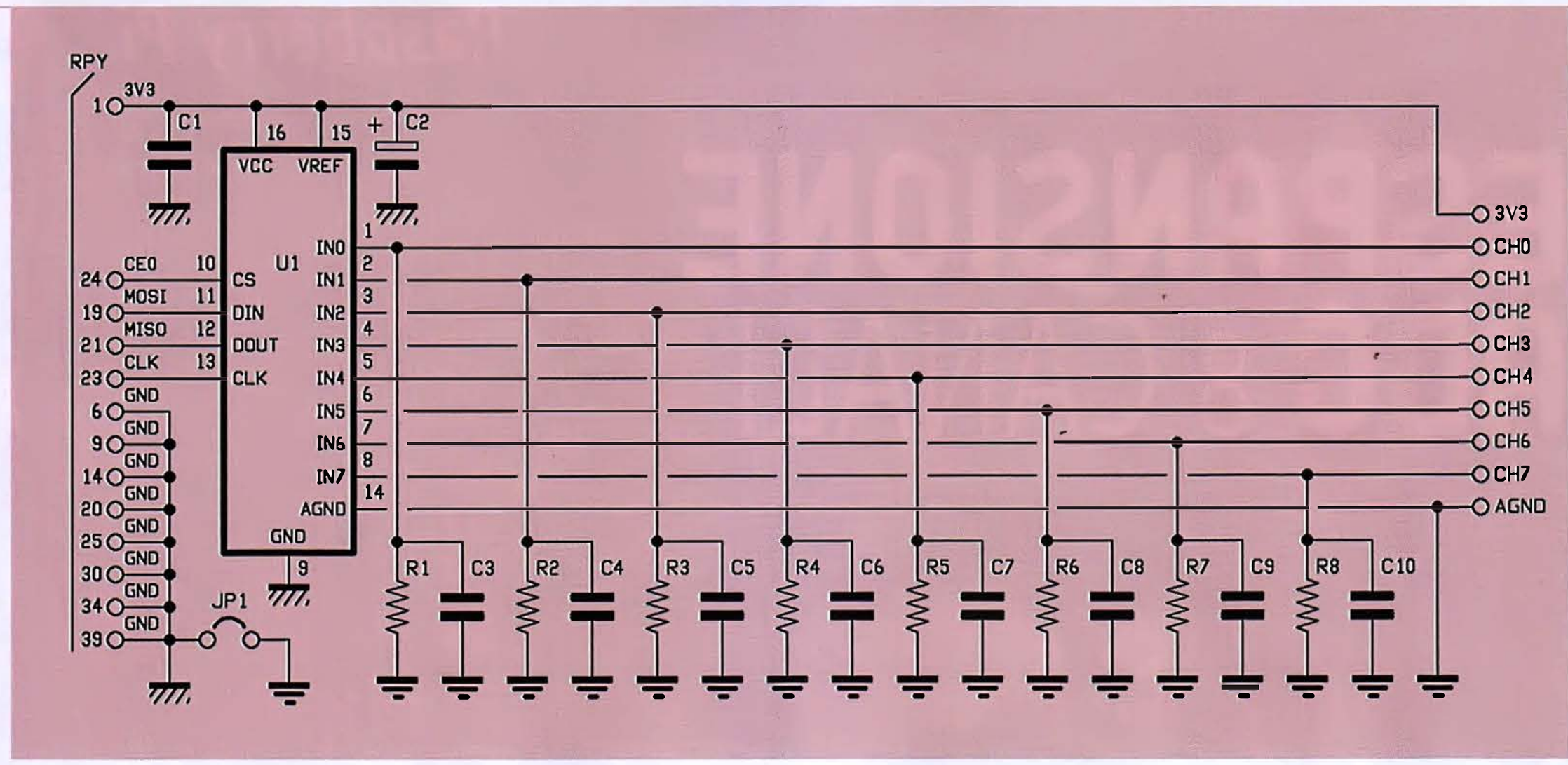
Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775
http://www.futurashop.it

ESPANSIONE ADC 8 CANALI

Shield per l'acquisizione di 8 segnali analogici dalla scheda "col lampone", impilabile con altri pari per, ad esempio, interfacciare una gran quantità di sensori in applicazioni di misura, diagnostica, controllo ambientale e IoT.

di BORIS LANDONI

La popolare scheda del "lampone" oggi arrivata alla sua terza edizione, è un potente core per sviluppare ogni genere di applicazione, anche piuttosto impegnativa; alla dotazione di porte di comunicazione standard aggiunge una serie di GPIO accessibili dal connettore di espansione, che consentono (in special modo i canali dati come l'SPI a quattro fili) di estendere enormemente le possibilità di connessione a dispositivi analogici e digitali. Già in passato



vi proponemmo uno shield (se così si può chiamare) di espansione con ingressi/uscite digitali gestito dall'I²C-Bus ed oggi vogliamo tornare sull'argomento con qualcosa di similare, ma dedicato specificamente all'acquisizione di tensioni analogiche. Si tratta di uno shield progettato per essere applicato al connettore di espansione della Raspberry Pi 3, che da un lato riporta il connettore femmina a passo 2,54x2,54 mm idoneo ad accoppiarsi a quello della Raspberry Pi e superiormente ha dei pin strip a doppia fila per ripetere le connessioni, in modo da poterle rendere accessibili ad altri circuiti ed eventuali ulteriori shield richiesti eventualmente dalle applicazioni.
Ciò detto, entriamo nel vivo del progetto partendo dall'analisi circuitale, che ci spiegherà la composizione e il funzionamento dell'hardware; descriveremo in un secondo momento l'aspetto software e la configurazione del caso.

SCHEMA ELETTRICO

Lo shield che vi proponiamo è un modulo di espansione per Raspberry Pi basato sull'integrato MCP3008, ovvero un convertitore Analogico-Digitale a 10 bit collegabile a un massimo di 8 canali, ognuno dei quali corrispondente a un suo piedino di input.
Questo integrato, incapsulato in case DIP a 7+7 pin, è l'ideale se si vuole leggere il valore della tensione fornita ad esempio da un sensore analogico, oppure per leggere la tensione in un preciso punto di un circuito; in ogni caso il range ammesso è fra 0 e 3,3 volt, perciò qualora si abbia una tensione di ampiezza superiore, è molto importante adattarla nel range 0÷3,3V o limitarla. Nel primo caso si possono utilizzare dei traslatori di livello (ad esempio circuiti trappola o attenuatori composti anche solo da un partitore resistivo) e nel secondo dei diodi Zener.
Se bisogna misurare tensioni negative occorre, invece, rovesciarle di polarità utilizzando, ad esempio, un buffer invertente ad operazionale.
Il DAC converter interno all'MCP3008 dispone di sample & hold integrato; ricordiamo che il sample & hold è il circuito di campionamento, che periodicamente collega l'ingresso a un condensatore e poi scarica quest'ultimo sull'input dell'ADC, per porlo al riparo dalle rapide variazioni di tensione. Il sample & hold è in pratica un campionatore, ossia un circuito che prende dei campioni del segnale di durata prefissata, mediante, tipicamente, due coppie di interruttori allo stato solido che si aprono e chiudono alternativamente (quando sono aperti quelli verso l'ingresso si aprono quelli verso l'A/D converter e viceversa).
Gli ingressi dell'MCP3008 possono essere assegnati ciclicamente al sample & hold e quindi letti dall'ADC vero e proprio e si possono configurare

CARATTERISTICHE TECNICHE

- **Compatibile con Raspberry Pi 3**
- **Ingressi ADC: 8**
- **Risoluzione ADC: 10 bit**
- **Risoluzione in tensione: 3,22 mV**
- **Range della tensione campionabile: 0÷3,3 V**
- **Frequenza di campionamento: 220 ksps max.**

sia come input single-ended (sbilanciati, come nella nostra applicazione) o a coppie, realizzando la modalità pseudo differenziale.
L'interfaccia SPI dell'integrato funziona nelle modalità 0,0 e 1,1. Il sample-rate del campionatore è 200 ksps max. a 5 V di alimentazione e 75 ksps max. a 2,7 V, il che evidenzia come dipenda dalla tensione di alimentazione. Quindi nel caso di acquisizione di segnali variabili periodicamente nel tempo, il nostro A/D converter è in grado di campionare frequenze di circa 100 kHz.
Come anticipato, il range di misura è da 0 a 3,3 volt e va da sè che più la tensione da convertire si avvicina in ampiezza ai 3,3 V, più precisa sarà la conversione, dato che i 10 bit, che garantiscono 1.024 campioni, con il suddetto fondo-scala determinano una risoluzione in tensione di circa 3,32 millivolt.
Va precisato che il range di misura dipende dalla tensione di riferimento dell'ADC applicata al piedino Vref e nel nostro caso è limitato a 3,3 V perché tale piedino è collegato alla linea di alimentazione dello shield; ma siccome l'integrato accetta una tensione di alimentazione compresa tra 2,7 e 5,5 V, è possibile spostare più in alto il riferimento e impostarlo, per esempio a 5 volt. Resta inteso che maggiore è la Vref, più grossolana è l'acquisizione, in quanto la risoluzione dei campioni è data dal rapporto Vref/1.024. Quindi se prevedete di dover acquisire tensioni molto deboli potete abbassare la Vref a valori poco superiori a quella che prevedete sia la massima ampiezza presentata agli ingressi, beneficiando così del miglior rapporto tra range e segnale, quindi della massima precisione possibile. Notate che eventualmente la Vref può essere ricavata da regolatori LDO (per ottenere un riferimento stabile) a tensioni d'uscita bassissime, oggi facilmente reperibili in commercio; per esempio da un LM1117 della Texas Instruments, disponibile in versione con tensione d'uscita fissa di 1,8V - 2,5V, 3,3V, 5V e nella ADJ, o da un LTC3025 della Linear Technology, che accetta all'ingresso da 0,9 a 5,5Vcc e permette di regolare la tensione di uscita addirittura tra 0,4 e 3,6V, ovvero da un LT3007, che è un altro LDO disponibile in varie versioni con tensioni di uscita a partire da 1,2V.
Lo shield che vi proponiamo in questo articolo è stato specificatamente progettato per essere utilizzato con la Raspberry Pi versione 3, la quale è del tutto priva di porte ADC. Proprio per ovviare a questa mancanza, lo shield potrà essere montato sopra il connettore di espansione a 40 vie della Raspberry Pi 3, ottenendo così 8 porte analogiche on-board, i cui segnali, opportunamente digitalizzati nel formato a 10 bit, saranno acquisiti sfruttando la porta SPI hardware della Raspberry Pi stessa, nel modo che vi spiegheremo più avanti.

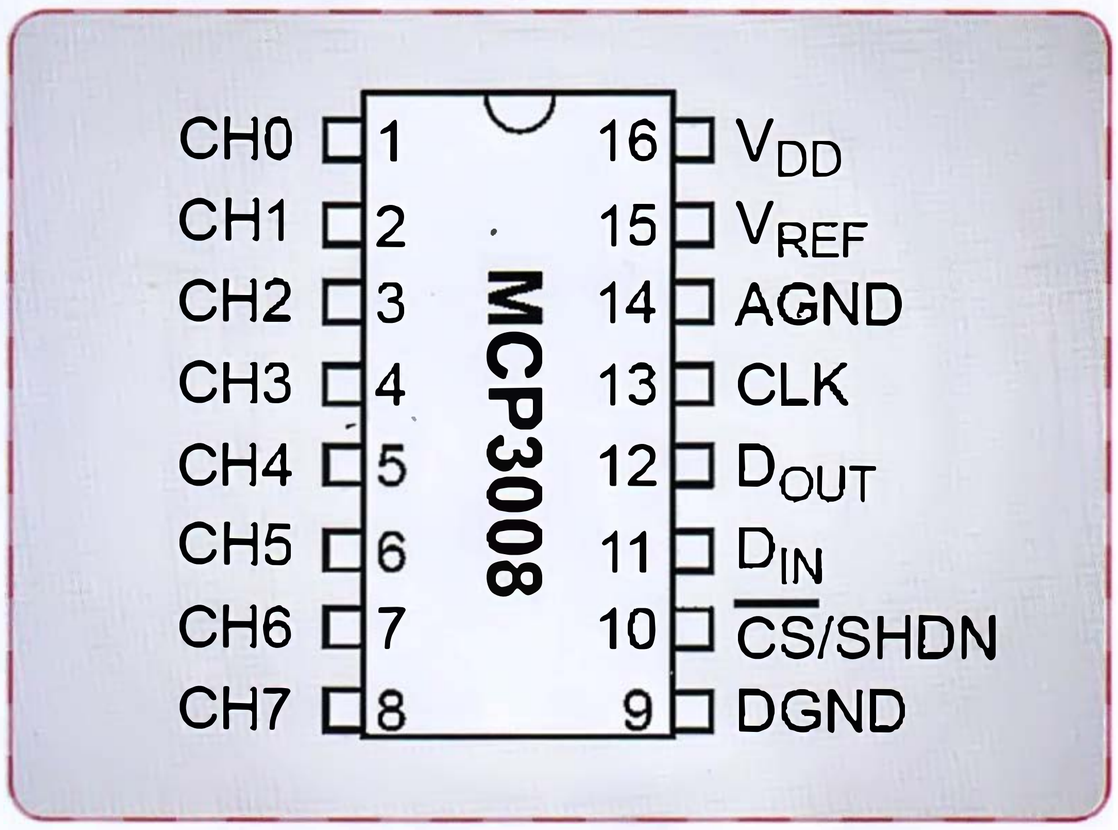


***Fig. 1** - L'integrato ADC MP3008.*

Per aiutarvi a comprendere lo schema elettrico, la **Fig. 1** riporta la pin-out dell'integrato MCP3008, che è prodotto dalla Microchip.
Come anticipato, l'integrato dovrà essere connesso alla Raspberry Pi sfruttando la porta SPI, ma sarebbe possibile sfruttare pure una SPI software, collegando i pin CLK, DIN, DOUT e CS ad un qualsiasi altro pin della scheda del "lampone".
Nel nostro caso, sfruttando la porta SPI hardware, l'integrato verrà connesso ai pin 19, 21, 23 e 24 del

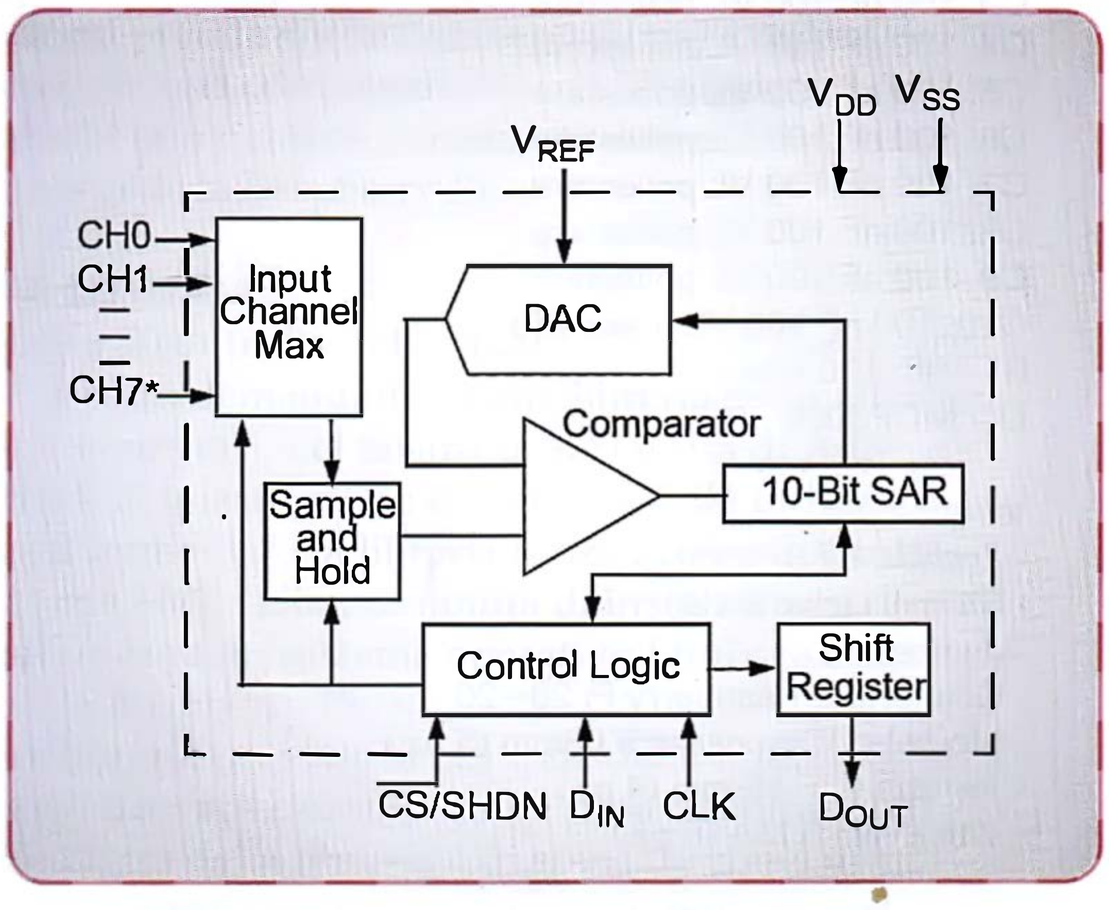
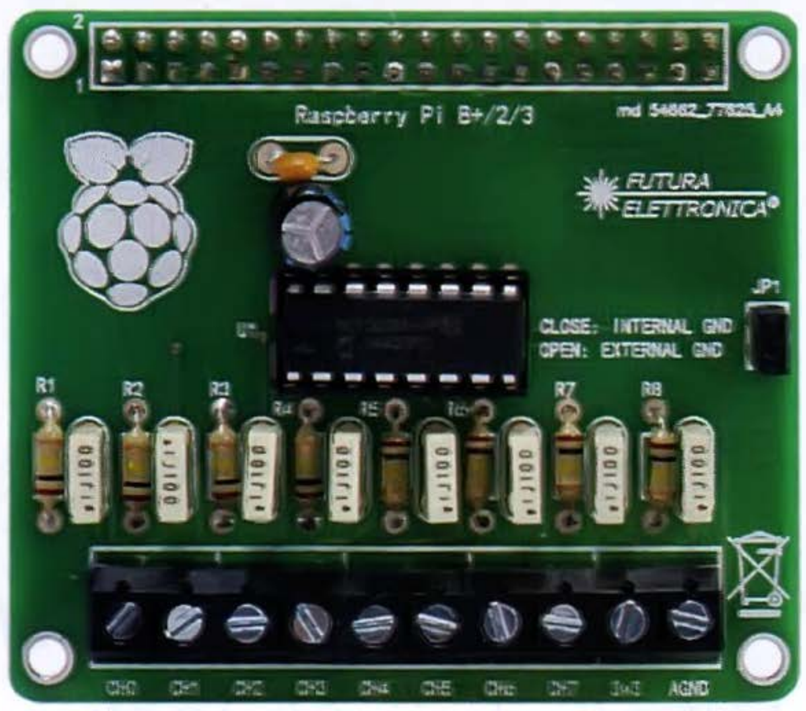
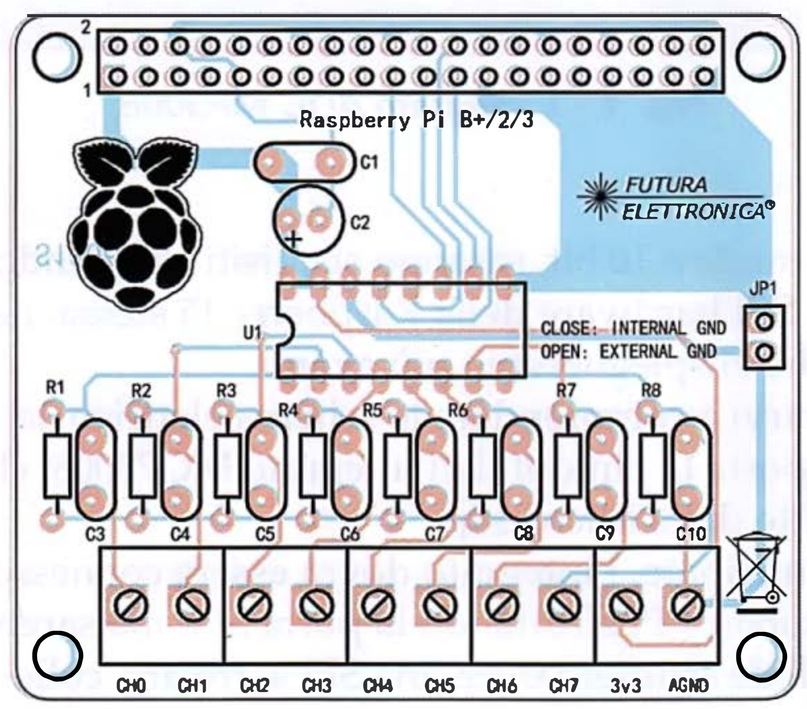


***Fig. 2** - Schema a blocchi dell'MCP3008.*





Elenco Componenti:

C1: 100 nF ceramico
C2: 47 μF 63 VI elettrolitico
C3: 100 nF 100 VL poliestere
C4: 100 nF 100 VL poliestere
C5: 100 nF 100 VL poliestere
C6: 100 nF 100 VL poliestere
C7: 100 nF 100 VL poliestere
C8: 100 nF 100 VL poliestere
C9: 100 nF 100 VL poliestere
C10: 100 nF 100 VL poliestere
R1÷R8: 100 kohm
U1: MCP3008

Varie:
- Zoccolo 8+8
- Strip maschio 2 vie
- Jumper
- Connettore Raspberry Pi 20+20
- Morsetto 2 vie passo 5.08mm (5 pz.)
- Torretta F/F 15 mm (4 pz.)
- Vite 8 mm 3 MA (8 pz.)
- Circuito stampato S1306 (65x56 mm)

connettore. Dallo schema elettrico vedete come la Raspberry Pi è interfacciata all'integrato MCP3008: utilizziamo il canale SPI bidirezionale, del quale MOSI (Master Output Slave Input) è l'uscita della Raspberry Pi e l'ingresso dati dell'U1, MISO (Master Input Slave Output) è l'ingresso attraverso il quale la Raspberry Pi riceve i dati digitali dall'ADC, CE0 è il Chip Enable che attiva e disattiva l'U1 e CLK il clock per la comunicazione seriale, che avviene in full-duplex. MOSI viene dunque utilizzato dalla Raspberry Pi per comandare l'MCP8003 e MISO per acquisire le letture. Da notare che su ogni canale in ingresso è stata prevista una rete RC per permettere di stabilizzare il valore letto dall'ADC, in quanto da test di laboratorio, è stato rilevato che il valore letto dall'ADC su un ingresso lasciato libero non è del tutto stabile, mentre in questo modo, in assenza di segnale sull'ingresso si otterrebbe un perfetto "0" perché la resistenza funziona da pull-down e il condensatore da filtro dei disturbi impulsivi captati dal circuito o dai fili di collegamento.
Da notare che è stato previsto un ponticello siglato JP1, che permette di decidere se sfruttare come riferimento la massa interna al circuito, oppure la massa esterna. Se il ponticello verrà chiuso, il riferimento verrà dato dalla massa interna dello shield, pertanto all'ingresso sarà sufficiente collegare l'uscita del sensore e l'alimentazione per il sensore dovrà essere prelevata dal circuito stesso, sfruttando i morsetti "AGND" e "3,3V".
Qualora si disponga, invece, di sensori dotati di una propria massa perché provenienti da un circuito differente, si potrà lasciare aperto JP1, ma in questo caso la massa di questo secondo circuito dovrà essere connessa al morsetto AGND dello shield.
Lo stesso vale se bisogna acquisire tensioni provenienti da un circuito con una massa distinta da quella dello shield.

REALIZZAZIONE PRATICA

Ciò detto, vediamo come si costruisce lo shield, i cui componenti troveranno tutti posto su un circuito stampato a doppia ramatura realizzabile per fotoincisione a partire dalle tracce lato rame pubblicate, insieme ai file del progetto, sul nostro sito *www.elettronicain.it*.
Una volta inciso e forato il PCB, si montano dapprima le resistenze e lo zoccolo per l'integrato, quindi i condensatori (partendo dal non polarizzato e lasciando per ultimo l'elettrolitico), il jumper e il connettore doppio maschio/femmina a passo 2,54x2,54 mm, da montare lato saldature con le punte che sporgono dal lato componenti (le punte devono es-

```
pi@raspberrypi: ~/Adafruit_Python_MCP3008
fruit_MCP3008
byte-compiling build/bdist.linux-armv6l/egg/Adafruit_MCP3008/__init__.py to __init__.pyc
byte-compiling build/bdist.linux-armv6l/egg/Adafruit_MCP3008/MCP3008.py to MCP3008.pyc
creating build/bdist.linux-armv6l/egg/EGG-INFO
copying Adafruit_MCP3008.egg-info/PKG-INFO -> build/bdist.linux-armv6l/egg/EGG-INFO
copying Adafruit_MCP3008.egg-info/SOURCES.txt -> build/bdist.linux-armv6l/egg/EGG-INFO
copying Adafruit_MCP3008.egg-info/dependency_links.txt -> build/bdist.linux-armv6l/egg/EGG-INFO
copying Adafruit_MCP3008.egg-info/requires.txt -> build/bdist.linux-armv6l/egg/EGG-INFO
copying Adafruit_MCP3008.egg-info/top_level.txt -> build/bdist.linux-armv6l/egg/EGG-INFO
zip_safe flag not set; analyzing archive contents...
creating 'dist/Adafruit_MCP3008-1.0.0-py2.7.egg' and adding 'build/bdist.linux-armv6l/egg' to it
removing 'build/bdist.linux-armv6l/egg' (and everything under it)
Processing Adafruit_MCP3008-1.0.0-py2.7.egg
Copying Adafruit_MCP3008-1.0.0-py2.7.egg to /usr/local/lib/python2.7/dist-packages
Adding Adafruit-MCP3008 1.0.0 to easy-install.pth file

Installed /usr/local/lib/python2.7/dist-packages/Adafruit_MCP3008-1.0.0-py2.7.egg
Processing dependencies for Adafruit-MCP3008==1.0.0
Searching for Adafruit-GPIO==0.9.3
Best match: Adafruit-GPIO 0.9.3
Processing Adafruit_GPIO-0.9.3-py2.7.egg
Adafruit-GPIO 0.9.3 is already the active version in easy-install.pth

Using /usr/local/lib/python2.7/dist-packages/Adafruit_GPIO-0.9.3-py2.7.egg
Searching for spidev==3.1
Best match: spidev 3.1
Processing spidev-3.1-py2.7-linux-armv6l.egg
spidev 3.1 is already the active version in easy-install.pth

Using /usr/local/lib/python2.7/dist-packages/spidev-3.1-py2.7-linux-armv6l.egg
Finished processing dependencies for Adafruit-MCP3008==1.0.0
pi@raspberrypi:~/Adafruit_Python_MCP3008 $
```

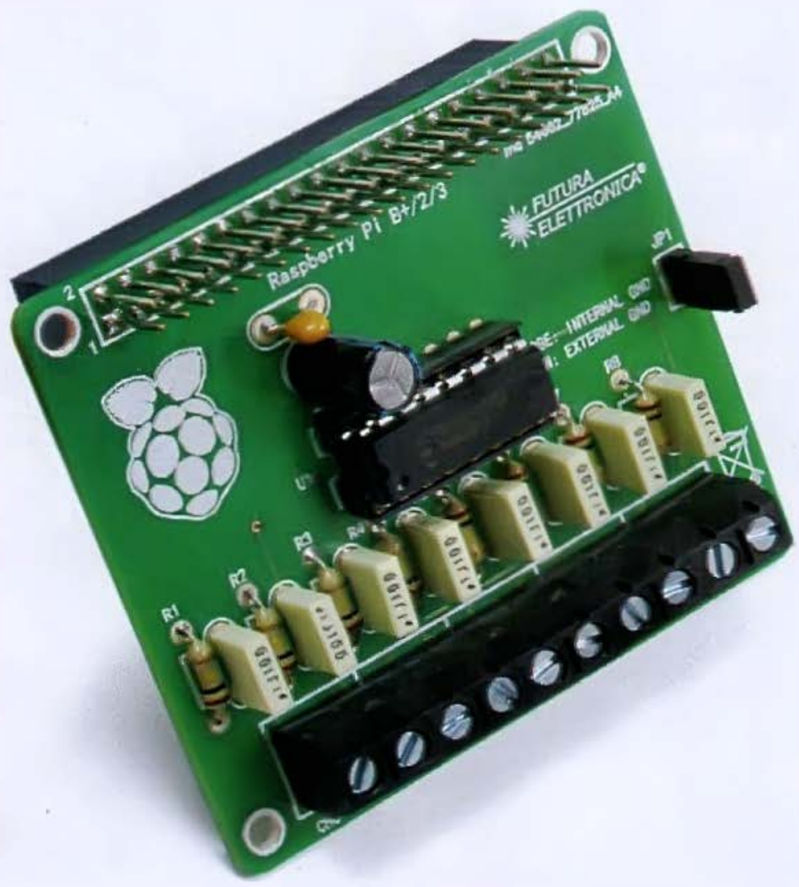
***Fig. 3** - Comandi impartiti e loro esito.*

sere lunghe circa 15 mm). Le punte serviranno per applicare sopra il circuito eventuali ulteriori shield, mentre la parte femmina del connettore consentirà di innestare il nostro shield sulla Raspberry Pi 3.
Completate lo shield con le morsettiere cui applicherete, nell'uso, i segnali da digitalizzare; sui morsetti abbiamo riportato gli ingressi degli 8 canali (CH0÷CH8) oltre alla massa comune degli input (GND) e al positivo di alimentazione 3,3 volt, anche questo riferito al contatto GND.
Alla fine inserite l'integrato nel proprio zoccolo, badando che la sua tacca di riferimento sia rivolta come indicato, ossia dal lato opposto a quello dove si trova il jumper JP1 (che tra l'altro dev'essere chiuso). Per assemblare l'unità avvitate nei quattro fori da 3 mm agli angoli della Raspberry Pi 3 altrettante colonnine esagonali (o tonde) in metallo o in plastica, purché alte 15 mm, sulle quali appoggiare, mentre lo innestate nel connettore di espansione, lo shield, fissandolo poi con le viti del caso (3MA).
Fatto questo, il sistema è pronto per essere configurato, caricandovi la libreria e copiando il software sulla SD-Card.

Ricordate che per l'alimentazione dovete utilizzare un alimentatore 220Vca/5Vcc stabilizzato dotato di cavetto terminante con un connettore microUSB (perché la Raspberry Pi 3 ha a bordo un microUSB da cui prende anche l'alimentazione) e capace di erogare una corrente di almeno 1,5 ampere. Lo shield non richiede alimentazione perché ad esso provvede la Raspberry Pi.

LA LIBRERIA

Tutto il controllo dello shield ADC per Raspberry Pi è stato demandato ad una libreria già realizzata da terze parti: nel nostro caso si tratta di Adafruit; in questo modo è stato possibile utilizzare nell'immediato la libreria senza grosse difficoltà, grazie anche alla possibilità di installazione diretta all'interno del sistema operativo Linux caricato sulla Raspberry Pi.
La libreria prevede la gestione della libreria SPI sia hardware che software. Prima di entrare nel dettaglio della libreria e di spiegare come installarla, riportiamo i pin già previsti nella libreria e interessati dall'applicazione, in modo che l'har-



dware potrà essere costruito intorno a questi pin, senza dover poi effettuare grossi interventi sul codice della libreria.

SPI Software
MCP3008 CLK > Raspberry Pi GPIO18
MCP3008 DOUT > Raspberry Pi GPIO23
MCP3008 DIN > Raspberry Pi GPIO24
MCP3008 CS/SHDN > Raspberry Pi GPIO25

SPI hardware
MCP3008 CLK > Raspberry Pi SCLK
MCP3008 DOUT > Raspberry Pi MISO
MCP3008 DIN > Raspberry Pi MOSI
MCP3008 CS/SHDN > Raspberry Pi CE0

INSTALLAZIONE DELLA LIBRERIA

Come prima cosa è necessario caricare all'interno della Raspberry Pi il sistema operativo.
A questo proposito si ricorda che è possibile scaricare l'immagine del sistema desiderato direttamente dal sito *https://www.raspberrypi.org/* attraverso la sezione "Download".
Tra i sistemi operativi proposti per Raspberry Pi, nel sito vi consigliamo NOOBS o Raspbian, in quanto si adattano perfettamente senza particolari difficoltà all'esecuzione del Terminale per poter installare e gestire la libreria di gestione del nostro shield.
Una volta creata la SD e avviato il sistema operativo, potremo procedere con il download ed installazione della libreria Adafruit attraverso GitHub.
Come prima cosa dovete assicurarvi che Raspberry Pi disponga di una connessione Internet, semplicemente aprendo il Browser e provando a navigare in Internet. Se la navigazione risulta funzionante, allora si potrà aprire il terminale e digitare i comandi nella sequenza indicata, seguiti da "invio":

1. *sudo apt-get update*
2. *sudo apt-get install build-essential python-dev python-smbus git*
3. *cd ~*
4. *git clone https://github.com/adafruit/Adafruit_Python_MCP3008.git*
5. *cd Adafruit_Python_MCP3008*
6. *sudo python setup.py install*

L'installazione della libreria dovrebbe essere eseguita senza particolari problemi, ma se si riscontrassero errori, si consiglia di provare ad eseguire nuovamente il comando o di riprendere dall'inizio la procedura appena esposta.
La **Fig. 3** propone la schermata che mostra i comandi impartiti, tutti con esito positivo.

UTILIZZO DELLA LIBRERIA

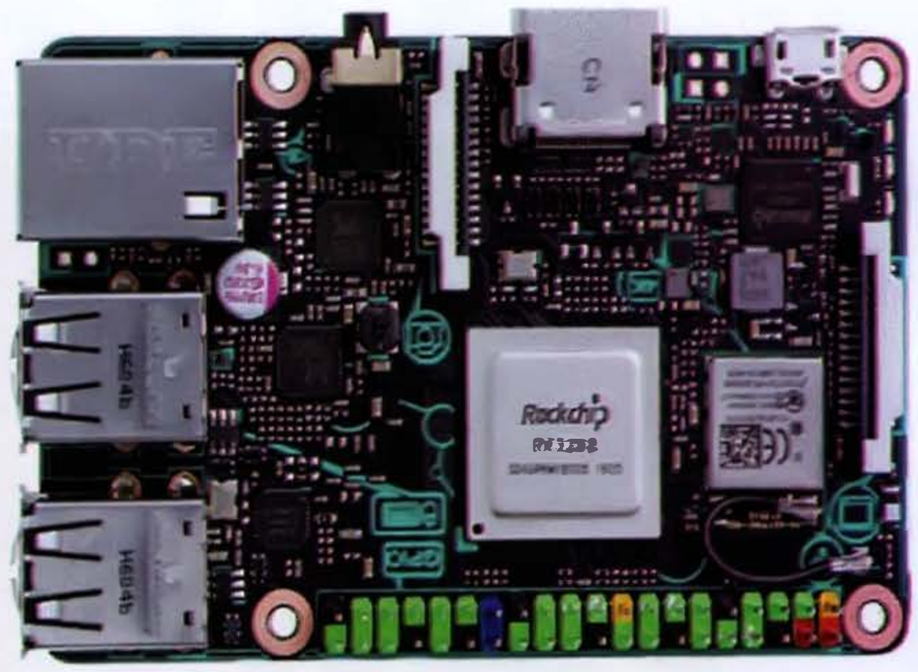
A installazione terminata, si può quindi aprire l'esempio incluso nella libreria stessa, in questo modo si potrà intervenire sulla sua configurazione e provare immediatamente ad effettuare una lettura dei canali dell'MCP3008.
Sempre da terminale bisogna digitare:

1. cd ~/Adafruit_Python_MCP3008/examples
2. nano simpletest.py

Mediante i comandi indicati verrà aperto l'esempio "simpletest.py" in modalità modifica. In questo modo sarà possibile decidere quale SPI usare (hardware o software); scorrete quindi la pagina mostrata fino a trovare le dichiarazioni CLK, MISO, MOSI e CS.
Queste sono le dichiarazioni per l'uso della SPI software, pertanto se lo scopo è utilizzare proprio questa, non saranno necessarie modifiche; in caso contrario, se vorrete utilizzare la porta SPI hardware, vi sarà necessario commentare la riga 2, 3, 4, 5, 6 nell'esempio sotto riportato, anteponendo il simbolo "#" ad inizio riga, mentre dovrà essere tolto questo simbolo dalle righe inerenti alla seriale hardware quali SPI_PORT (riga 8), SPI_DEVICE (riga 9) e mcp (riga 10):

1. # Software SPI configuration:
2. CLK = 18
3. MISO = 23
4. MOSI = 24
5. CS = 25
6. mcp = Adafruit_MCP3008.MCP3008(clk=CLK,

Tinker Board, il clone
Raspberry Pi da 4k



Come già accaduto per Arduino, anche nel mondo di Raspberry Pi è iniziata la corsa alle varianti personalizzate e migliorate sviluppate da terze parti; una di queste l'ha recentememente proposta l'Asus, leader nel settore delle motherboard per Personal Computer, battezzandola Tinker Board. Si basa su un SoC dell'Asus stessa, abbastanza potente da decodificare filmati compressi in H.264 e HEVC a ben 4k di risoluzione (2.160p a 60fps) con il supporto per schermi a 10 bit. Le quattro porte HDMI 2.0 e l'ethernet Gigabit on-board candidano la Tinker Board a diventare un media center. Il cervello della scheda è un processore ARM Cortex-A17 quad core con clock a 1,8 GHz contornato da 2 GB di RAM Dual channel LPDDR3; la dotazione hardware contempla un transceiver Bluetooth 4.0, WiFi, 4 USB 2.0, 28 GPIO, jack audio da 3,5 mm. SI, porta DSI con supporto per risoluzione HD, HDMI 2.0, lettore Micro SD con supporto per UHS-I.
La board supporta il sistema operativo Debian OS con integrato KODI (che è sviluppato proprio per i media center).
La Tinker Board sarà sul mercato in Europa ad un prezzo consigliato di 65 euro.

cs=CS, miso=MISO, mosi=MOSI)
7. # Hardware SPI configuration:
8. # SPI_PORT = 0
9. # SPI_DEVICE = 0
10. # mcp = Adafruit_MCP3008.MCP3008(spi=SPI. SpiDev(SPI_PORT, SPI_DEVICE))

Nel nostro caso la SPI da usare sarà quella hardware in quanto è quella prevista proprio da schema elettrico, pertanto il codice risultante sarà:

1. # Software SPI configuration:
2. #CLK = 18
3. #MISO = 23
4. #MOSI = 24
5. #CS = 25
6. #mcp = Adafruit_MCP3008.MCP3008(clk=CLK, cs=CS, miso=MISO, mosi=MOSI)
7. # Hardware SPI configuration:
8. SPI_PORT = 0
9. SPI_DEVICE = 0
10. mcp = Adafruit_MCP3008.MCP3008(spi=SPI. SpiDev(SPI_PORT, SPI_DEVICE))

Effettuate le dovute modifiche, potete salvare il file premendo "**Ctrl-o**" e di seguito "**Invio**" per salvare il file, quindi "**Ctrl-x**" per uscire.
Ora che il file è stato salvato dovete digitare, sempre da terminale, la seguente stringa per eseguire

```
pi@raspberrypi: ~/Adafruit_Python_MCP3008/examples
pi@raspberrypi:~/Adafruit_Python_MCP3008/examples $ sudo python simpletest.py
Reading MCP3008 values, press Ctrl-C to quit...
|   0 |   1 |   2 |   3 |   4 |   5 |   6 |   7 |
-------------------------------------------------
| 534 | 453 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |
| 533 | 452 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |
| 533 | 452 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |
| 533 | 452 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |
| 534 | 452 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |
| 533 | 452 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |
| 534 | 452 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |
| 534 | 453 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |
| 534 | 453 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |
| 534 | 452 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |
| 533 | 452 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |   0 |
```

***Fig. 4** - Il programma di test che esegue la lettura degli 8 canali.*

Listato 1

```
1.  print('Reading MCP3008 values, press Ctrl-C to quit...')
2.  # Print nice channel column headers.
3.  print('| {0:>4} | {1:>4} | {2:>4} | {3:>4} | {4:>4} |{5:>4} | {6:>4} | {7:>4} |'.format(*range(8)))
4.  print('-' * 57)
5.  # Main program loop.
6.  while True:
7.  # Read all the ADC channel values in a list.
8.  values = [0]*8
9.  for i in range(8):
10.  # The read_adc function will get the value of the specified channel (0-7).
11. values[i] = mcp.read_adc(i)
12. # Print the ADC values.
13. print('| {0:>4} | {1:>4} | {2:>4} | {3:>4} | {4:>4} | {5:>4} | {6:>4} | {7:>4} |'.format(*values))
14. # Pause for half a second.
15.  time.sleep(0.5)
```

l'esempio appena modificato e permettere la lettura delle porte analogiche.

sudo python simpletest.py

Come mostrato nella **Fig. 4**, verrà avviato il semplice programma di test che permette la lettura di tutti e 8 i canali del convertitore A/D.
Di norma, se all'ingresso non sarà collegato nulla, si dovrà vedere "0" su ogni canale, oppure un valore differente, risultato della conversione analogico/digitale se vi è un sensore connesso all'ingresso o un segnale applicato allo stesso.
Attenzione: ricordate che la tensione applicata in ingresso allo shield non deve superare i 3,3V, pena il danneggiamento dell'integrato ADC. Proprio perché il limite è 3,3V (stabilito da VREF che è posto a livello della tensione di alimentazione) il risultato della conversione con tale tensione sarà 1.023, ovvero ogni punto della conversione sarà equivalente a circa 3,22 mV di tensione.
Ad esempio, rifacendoci all'esempio sotto riportato, il valore 534 corrisponderà a 3,22 x 534 = 1.719 mV mentre il valore 452 corrisponderà a 1.455 mV.
Se ad esempio volessimo effettuare un test veloce per verificare la correttezza della conversione, potremmo prendere un potenziometro, il cui centrale andrà connesso ad un canale tra gli 8 disponibili, mentre le due estremità andranno collegate l'una a 3,3 V e l'altra a GND, quindi ruotarne il perno del cursore: si potrà osservare la variazione costante del valore risultante dall'A/D da 0 a 1.023.
Nell'esempio proposto nella **Fig. 4**, ogni colonna rappresenta il canale (da 0 a 7), mentre ogni riga espone il risultato del campionamento, quindi il risultato dell'operazione di conversione.
Per uscire dal programma di test dovete premere "**Ctrl + c**".
Per farvi comprendere meglio la logica del codice, quindi il modo in cui avviene la conversione, possiamo prendere in esame la parte di codice riportata nel **Listato 1**, ovvero la parte inclusa nel programma "simpletest.py" da noi realizzato.
Il codice riportato è abbastanza semplice e non fa altro che effettuare la lettura sequenziale degli 8 ingressi (da 0 a 7) mediante l'istruzione:

values[i] = mcp.read_adc(i)

che richiama la funzione **read_adc()** della libreria dell'MCP3008, la quale restituirà il valore corrispondente alla conversione per ciascuno degli ingressi, correlandola con il numero dell'ingresso interessato.
Bene, con questo abbiamo detto tutto; ora sta a voi implementare l'applicazione desiderata e integrare la libreria nel vostro software. Se ve la sentite potete sviluppare una vostra libreria specifica partendo dalla nostra.
Buon lavoro!

per il MATERIALE

Lo shield di espansione per Raspberry Pi (cod. FT1306K) è disponibile presso Futura Elettronica al prezzo di Euro 12,50, così come l'integrato ADC 10 Bit (cod. MCP3008IP) è in vendita a Euro 4,50. Tutti i prezzi si intendono IVA compresa.

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

Google Lunar X Prize, ecco i 5 finalisti

La competizione spaziale sponsorizzata da Google entra nella fase finale con la selezione dei 5 team che si contenderanno i 30 milioni di dollari del Google Lunar X Prize. Vincerà chi riuscirà a mandare entro quest'anno un rover sulla Luna il quale dovrà percorrere almeno 500 metri sulla superficie del satellite della Terra inviando immagini e video in alta risoluzione. Il team che completerà per primo la missione si aggiudicherà il Grand Prize di 20 milioni di dollari mentre 5 milioni andranno al secondo; i 5 milioni restanti andranno a quanti riusciranno a completare alcune prove speciali come percorrere altri 5 km, verificare la presenza di acqua o ghiaccio, fotografare i siti di allunaggio delle missioni Apollo, ecc.
Un'impresa non semplice, tenendo conto sia delle difficoltà tecniche che di quelle economiche: il regolamento prevede infatti che i finanziamenti provengano per almeno il 90% da associazioni private.
Le cinque squadre finaliste utilizzano tecnologie (e strategie) molto diverse tra loro, sia per arrivare e scendere sulla Luna che per muoversi e spostarsi sulla superficie del nostro pianeta.
Questi i cinque finalisti che hanno sottoscritto un contratto per il lancio entro quest'anno: SpaceIL (Tel Aviv, Israele), Moon Express (USA), Synergy Moon (International), Team Indus (India), Hakuto (Giappone). Il termine ultimo per tutti i team è il 31/12/2017.

http://lunar.xprize.org

Taglio del nastro per Advanced Virgo

È stato inaugurato allo European Gravitational Observatory (EGO), Advanced Virgo, l'interferometro gravitazionale di seconda generazione, di cui l'Italia con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) è tra i fondatori. Advanced Virgo ha ultimato la fase di costruzione ed è entrato nella fase di tuning-up, in cui sta calibrando e mettendo a punto tutti i suoi strumenti. Nei prossimi mesi sarà pronto a unirsi ai due interferometri statunitensi LIGO: comincerà il primo ciclo di presa dati per fare fisica nel nuovo campo dell'astronomia gravitazionale, aperto un anno fa dalla scoperta delle onde gravitazionali.
Advanced Virgo è il progetto di potenziamento dell'interferometro Virgo con l'obiettivo di migliorarne la sensibilità di un fattore 10 e, di conseguenza, consentire l'esplorazione di un volume di cosmo 1000 volte maggiore che in precedenza. Dopo 5 anni di lavoro (dal 2012 al 2016) e un investimento di 23,8 milioni di euro, come da previsione di budget, di cui 21,8 finanziati al 50% dall'INFN e dall'altro istituto fondatore, il francese Centre Nationale de la Recherche Scientifique (CNRS), e 2 milioni dall'olandese Nikhef, Advanced Virgo ha previsto modifiche dell'apparato di ottica con specchi più pesanti e performanti, un'elettronica nuova e più potente, un sofisticato sistema di compensazioni delle aberrazioni, un sistema di isolamento sismico ulteriormente potenziato, sistemi di smorzamento della luce diffusa e un miglioramento del sistema di vuoto. Ora, nella sua configurazione Advanced, Virgo sarà in grado di guardare gli ultimi istanti di vita di una coppia di stelle compatte, come le stelle di neutroni, o di buchi neri che ruotano l'uno attorno all'altro sempre più vicini fino a fondersi in un unico oggetto più massivo, come è accaduto nel caso della prima rivelazione delle onde gravitazionali da parte dei due interferometri statunitensi LIGO, il 14 settembre 2015.

www.infn.it

Materia e antimateria: importanti progressi grazie a LHCb

È stata misurata per la prima volta, con una significatività statistica di 3,3 sigma, un'asimmetria nei decadimenti dei barioni, particelle che costituiscono la maggior parte della materia che conosciamo. In particolare, la misura riguarda i barioni chiamati Λb0, la cui massa è circa 6 volte quella dei neutroni, e che sono composti di tre quark, di cui uno pesante, detto quark beauty.
Questo risultato mostra, come ci si aspettava, che le leggi della natura sono diverse anche per la materia e l'antimateria barionica. L'effetto misurato, conosciuto come violazione della simmetria CP (dove C rappresenta l'operatore che indica la carica e che trasforma particelle in antiparticelle, e P inverte le coordinate spaziali), era stato osservato nei decadimenti dei mesoni K e B, particelle composte di due quark, e la sua scoperta nel 1964 valse il premio Nobel a James Cronin e Valery Fitch. La violazione di CP ha importanti implicazioni sul meccanismo di evoluzione dell'universo, perché ha portato da uno stato di simmetria iniziale tra materia e antimateria al momento del Big Bang, alla totale assenza di antimateria che osserviamo oggi.
L'esperimento LHCb si sta preparando a un upgrade del rivelatore per raccogliere una quantità di dati circa 10 volte maggiore di quella attuale e consentire misure più precise delle asimmetrie tra materia e antimateria, così da condurre test ancora più stringenti del modello standard delle particelle elementari, e rispondere a molte domande ancora senza risposta, in particolare sull'evoluzione dell'universo.

www.infn.it

Falcon 9 mette in orbita la navicella Dragon e rientra a terra

Il Complex 39A del Kennedy Space Center è stato testimone di un altro storico evento spaziale dopo le missioni lunari statunitensi del secolo scorso e i lanci degli Space Shuttle: per la prima volta ha infatti ospitato il lancio di un vettore di una società privata, il Falcon 9 di Space X, con la messa in orbita della navetta Dragon senza equipaggio a bordo ma con un carico di rifornimenti per la Stazione Spaziale Internazionale (ISS). Lancio perfettamente riuscito così come il rientro del primo stadio del razzo vettore, nella Landing Zone 1, l'area vicina a Cape Canaveral, in Florida, 8 minuti dopo il liftoff. La missione, denominata CRS-10, era stata commissionata dalla NASA per portare sulla ISS 5.000 libbre di rifornimenti e nuovi strumenti tra i quali lo Stratospheric Aerosol and Gas Experiment (SAGE) III per lo studio dell'ozono e di altri gas e aerosol nell'atmosfera.
A parte i rifornimenti, la missione doveva testare la funzionalità della navicella Dragon che in futuro verrà utilizzata per l'invio (e il rientro) degli astronauti sulla ISS (attualmente gli USA non dispongono di un sistema in grado di inviare astronauti nello spazio, compito affidato alle navicelle russe Soyuz) nonché per le future missioni su Marte, così come per perfezionare le procedure di rientro del primo stadio del vettore Falcon 9 con i suoi preziosi motori Merlin.
Ed anche questa fase della missione è stata coronata da successo con il rientro, per la prima volta, di giorno e sul suolo (anziché su una piattaforma marina) del vettore.
Una procedura che ormai sta diventando di routine, garantendo un taglio sui costi di lancio di non poco conto.

www.nasa.gov

SW-4 Solo: primo volo sperimentale

Con il primo volo dell'innovativo elicottero a controllo remoto SW-4 'Solo' avvenuto pochi giorni fa presso l'Aeroporto di Taranto-Grottaglie, Leonardo-Finmeccanica dà il via alla campagna sperimentale che ha l'obiettivo di verificare le caratteristiche di condotta del velivolo e validarne le procedure di volo, sia in condizioni normali che di emergenza.
L'attività di ieri è nata nell'ambito di una collaborazione avviata nel 2015 tra Leonardo, Aeroporti di Puglia (AdP) ed il Distretto Tecnologico Aerospaziale (DTA) per il "Grottaglie Test Bed", che si candida da oggi a diventare la soluzione italiana alla richiesta dell'industria nazionale ed europea per la sperimentazione di velivoli 'unmanned'.
La campagna di volo, svolta in collaborazione con l'Ente Nazionale

Sviluppato a Pisa l'esoscheletro controllato con la mente

Per la prima volta sono state restituite capacità di presa della mano, sufficienti a compiere azioni come mangiare e bere in maniera autonoma, a persone quadriplegiche, immobilizzate nel tronco e negli arti inferiori e superiori. La momentanea restituzione di questa capacità di presa è risultata possibile grazie a un robot esoscheletrico, indossabile, per l'assistenza della mano e a un'interfaccia non invasiva con il sistema nervoso.

La dimostrazione della funzionalità del sistema è stata compiuta con successo da un gruppo di scienziati europei, coordinati in Italia da Nicola Vitiello e Maria Chiara Carrozza dell'Istituto di BioRobotica della Scuola Superiore Sant'Anna, ed è descritta sul primo numero della nuova rivista del gruppo "Science", "Science Robotics", che pubblica un lungo articolo con i dettagli di questa ricerca, a cui hanno partecipato ricercatori dell'Università di Tübingen in Germania e del Guttmann Institute in Spagna, guidati rispettivamente da Surjo Soekadar e da Eloy Opisso.
La sperimentazione ha evidenziato come i pazienti possano utilizzare il robot esoscheletrico sviluppato in Italia, all'Istituto di BioRobotica della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, per svolgere semplici ma importanti azioni – mangiare e bere in modo indipendente al ristorante, ma anche scrivere o afferrare una carta di credito – ambientate in uno scenario quotidiano, potenzialmente in grado di aumentare la qualità di vita delle persone affette da quadriplegia. In passato sono stati condotti altri studi all'interno dei quali interfacce invasive uomo-macchina sono state utilizzate con successo su persone quadriplegiche, ma questo nuovo studio ha evidenziato per la prima volta come prestazioni simili si possano ottenere con più semplici interfacce non invasive, basate sull'elaborazione di "bio-segnali" registrati con elettrodi posizionati sulla testa e ai lati degli occhi. Posizionare queste interfacce non richiede elaborate procedure chirurgiche, come invece accadeva per i precedenti studi.

http://www.santannapisa.it/

per l'elicottero a pilotaggio remoto

Aviazione Civile (ENAC) ed il DTA, proseguirà durante i primi mesi del 2017. Tra i suoi obiettivi vi è anche la validazione di procedure e normative per l'impiego di velivoli senza pilota.
Il 'Solo', derivato dell'elicottero SW-4 prodotto nello stabilimento di Leonardo in Polonia e dotato di avanzati sistemi e sensori realizzati anch'essi dall'azienda in Italia e in UK, è unico nel suo genere perché progettato per operare con o senza pilota a bordo.
Il 'Solo', appena tornato da una brillante campagna dimostrativa in UK, è una soluzione innovativa per attività quali monitoraggio idrogeologico e di infrastrutture critiche, attività antiincendio, ricerca e salvataggio, pattugliamento e attività di protezione civile.

www.leonardocompany.com/

BLUETOOTH LOW ENERGY

di DAVIDE SCULLINO

3

Valutiamo alcuni moduli Bluetooth commerciali per comprendere le potenzialità del BLE e approcciamo al Bluetooth 5.0. Ultima puntata.

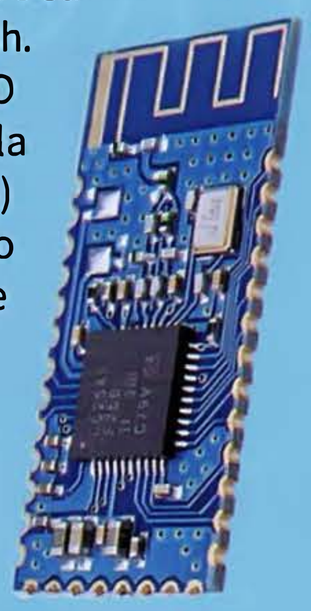
E' giunto il momento di concludere la trattazione sul Bluetooth con qualche confronto tra moduli e una panoramica sul Bluetooth che verrà: la versione 5.0. Iniziamo con il valutare alcuni moduli reperibili in commercio, cosa che può esservi utile sia a scegliere il prodotto più adatto alle vostre esigenze, sia a vedere in pratica le differenze, soprattutto per quanto riguarda il consumo energetico e le funzionalità di sicurezza.

SCEGLIERE IL PROPRIO MODULO BLUETOOTH

Il mercato oggi offre una gran quantità di moduli Bluetooth Low Energy a prezzi accessibili e dalle buone prestazioni, quindi volendo realizzare un sistema o dispositivo Bluetooth c'è l'imbarazzo della scelta e sicuramente possono sorgere più perplessità.
A parte la rispondenza alle specifiche Bluetooth LE, che non dev'essere in discussione, bisogna considerare quegli

IL MODULO BLUETOOTH LE-CC2541

Questo dispositivo è un transceiver Bluetooth 4.0 (Low Energy) conforme ISM 2,4 GHz, che può funzionare in modalità master/slave con trasmissione dati trasparente; è basato sul chip CC2541 della Texas Instruments e dispone di un controllore che può contare su memoria sia RAM che Flash. L'ampia disponibilità di I/O (vedere la piedinatura nella tabella in questo riquadro) permette di programmarlo per svolgere compiti come la gestione di utilizzatori sulla base dello stato del link Bluetooth o dell'arrivo di messaggi su Bluetooth.



PIN	nome PIN	Descrizione	Note
Pin1	GND	The ground pad must be connect to a solid ground plane.	
Pin2	Vcc	Power-supply connection	2V-3,6V
Pin3	P22	I/O	DEBUG_DC
Pin4	P21	I/O	DEBUG_DD
Pin5	RESET	Reset, Active Low	
Pin6	P20	I/O	
Pin7	P17	I/O	
Pin8	USB_P/I2C_SCL	USB+/I2CClock line	CC2540 USB_P: CC2541 I2C_SCL
Pin9	USB_N/I2C_SDA	USB+/I2CClock line	CC2540 USB_N: CC2541 I2C_SDA:
Pin10	P12	I/O	
Pin11	P11	I/O	
Pin12	P07	I/O	
Pin13	P06	I/O	
Pin14	P05	I/O	
Pin15	P04	I/O	
Pin16	P03	I/O	
Pin17	P02	I/O	

aspetti che variano da un prodotto all'altro e che sono essenzialmente:

- il consumo di elettricità;
- le caratteristiche della parte RF (sensibilità in ricezione, selettività ecc.);
- l'interfaccia per il controllo;
- l'aggiornabilità del firmware;
- le prestazioni del controller Bluetooth e della sua MCU;
- i profili supportati;
- il form-factor.

Il consumo non è ovviamente uguale per tutti, perché dipende dai componenti utilizzati, nonché dal transceiver Bluetooth, dal microcontrollore che lo governa e dalle tecnologie con cui sono realizzati, oltre che dalla dotazione di componenti a bordo, come ad esempio memorie permanenti aggiuntive per immagazzinare firmware. Chiaramente un modulo BLE che a parità di classe consuma meno, è preferibile nelle applicazioni alimentate a batteria o tramite soluzioni di energy harvesting. Quando si parla di consumo si intende sia quello massimo in trasmissione, sia quello in modalità di riposo. Sono rilevanti anche le modalità disponibili riguardanti il risparmio energetico, ossia lo sleep (possibilità di spegnere tutti gli stadi a riposo eccetto quello che serve al risveglio) lo standby ecc. I moduli con modalità a ridottissimo consumo energetico (sleep) sono preferibili nelle applicazioni dove l'alimentazione è un fattore critico. Le qualità della sezione ricetrasmittente e in particolare della ricevente sono importanti anch'esse: un modulo più sensibile permette connessioni più stabili e a maggiore distanza; anche la selettività, ovvero la capacità di sintonizzare con precisione un canale, concorre a determinare la copertura. Tra le caratteristiche della sezione RF rientra l'antenna, che può essere integrata o meno: nel primo caso è una pista del circuito stampato su cui è realizzato il modulo e conferisce compattezza ma meno versatilità, obbligando il costruttore dell'apparato in cui il Bluetooth è inserito a porla vicino a una parete che non sia metallica, pena l'ostacolo alle onde radio. Se invece non c'è antenna, il modulo ha un connettore coassiale tipo MMCX cui si collega il cavetto di un'antenna esterna; in questo caso il modulo può essere collocato liberamente perché l'antenna si può posizionare nel punto più favorevole per garantire la massima portata. L'interfaccia per il controllo è quella attraverso cui si gestisce il modulo, ovvero si carica e aggiorna il firmware; serve anche per la comunicazione dati nel profilo SPP. Ci sono poi le linee audio, nei moduli che supportano i profili A2DP, HSP e HFP. Di norma si tratta di una porta seriale a livello TTL che fa capo a un UART, ma è possibile

trovare moduli dotati di USB nativa (a quelli con l'UART la connessione USB si aggiunge di solito con un apposito convertitore, tipo FT232 della FTDI).
Il firmware, o meglio, il supporto fornito dal costruttore e la disponibilità degli aggiornamenti del caso, sono un altro punto da valutare nella scelta di un modulo Bluetooth.
Quanto al controller, le sue prestazioni e nello specifico quelle della MCU che integra, ma anche la memoria disponibile per i programmi, i GPIO a disposizione, eventuali periferiche per sviluppare applicazioni embedded, sono tutti elementi rilevanti, perché un modulo Bluetooth funziona bene anche se fa solo da transceiver in modalità trasparente (cioè scambia dati senza intervenire su di essi), però se dispone di I/O configurabili da firmware, varie periferiche (come ad esempio gli ADC e DAC) e memoria quanta ne basta, in esso può essere scritto molto firmware per realizzare un sistema embedded come un telecontrollo che si interfaccia via Bluetooth a uno smartphone o tablet.
Il form-factor definisce l'ingombro, ma in esso è compreso il peso, che normalmente poco rileva, ma che in applicazioni mobili ha la sua importanza.

QUALCHE ESEMPIO

Diamo uno sguardo, ora, ad alcuni prodotti reperibili in commercio, tra cui quelli commercializzati dalla Futura Elettronica. Il primo è il Modulo Bluetooth Low Energy 4.0 - CC2541 della Futura Elettronica (*www.futurashop.it/BLECC2541_bluetooth_cc2541*) che si basa sul chip controller della Texas Instruments CC2541 con 256 K di memoria Flash e 8 K di RAM. Può essere gestito attraverso semplici comandi AT (tramite UART) o programmato con applicazioni personalizzate. Ideale per essere utilizzato in progetti dove necessita una connessione Bluetooth, come ad esempio tra microcontrollore e PC, richiede una tensione d'alimentazione compresa tra 2 V e 3,6 Vcc e misura 27 x 13 x 1,6, pesando appena 5 grammi.
Le sue caratteristiche sono:

- supporto per modalità master e slave;
- assorbimento (a 25°C con VDD = 3 V):
  Power Mode 3 (External Interrupts) = 0,4 µA;
  Power Mode 2 (SleepTimerOn) = 0,9 µA;
  Power Mode 1 (3-µs Wake-Up) = 235 µA;
- assorbimento in TX a -6 dBm = 24 mA;
- frequenza di lavoro: 2.402÷2.483,5 MHz in passi da 20 kHz;
- 40 canali RF;
- potenza in trasmissione: -23 ÷ 4 dBm;
- sensibilità in ricezione: -93dBm/-87dBm;
- modulazione GFSK;
- data-rate: 1 Mbps;
- stack: ATT, GATT, SMP, L2CAP, GAP;
- portata: oltre 70 metri;
- ADC a 10-bit;
- Interfaccia seriale: UART / SPI;
- Wake-up interrupt, Watchdog Timer;
- coprocessore per crittografia AES;
- ripple sull'alimentazione: max 100 mV
- Temperatura di funzionamento: da -40°C a +85°C
- Dimensioni (mm): 27 x 13 x 1,6

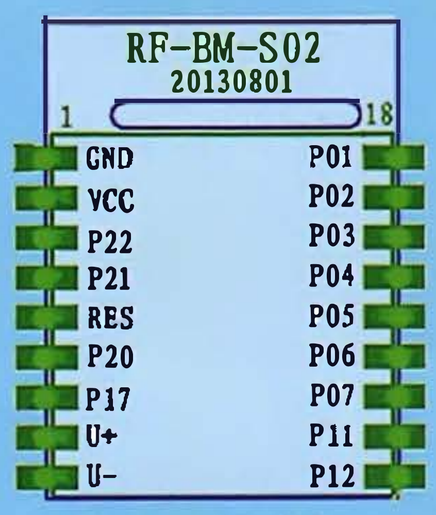
Altro modulo interessante è il BLE40 della Futura Elettronica (*www.futurashop.it/modulo-bluetooth-low-energy-4.0-2846-ble40*) sempre Bluetooth 4.0 (Low Energy) conforme ISM 2,4 GHz e capace della modalità di funzionamento master/slave con trasmissione dati trasparente, basato sul chip della Texas Instruments CC2540 con 256K di memoria Flash e 8 K di RAM. Può essere controllato attraverso semplici comandi AT (tramite UART) o programmato con applicazioni personalizzate. Ideale per essere utilizzato in progetti dove necessita una connessione Bluetooth, come ad esempio tra microcontrollore e PC.
Le caratteristiche del modulo sono le seguenti:
Modulo Bluetooth 4.0 conforme ISM 2,4 GHz

- supporto alla modalità master e slave
- assorbimento in TX a -6 dBm: 24 mA
- frequenza operativa: 2.402÷2.483,5 MHz in passi da 20 kHz;
- modulazione GFSK;
- data-rate: 1 Mbps;
- 40 canali RF;
- potenza in trasmissione: -23 to 4 dBm;

Fig. 1 – Il modulo BLE40 Futura Elettronica.

IL MODULO BLUETOOTH BLE40

Basato sul chip controller CC2540 della Texas Instruments, richiede un'alimentazione compresa tra 2 V e 3,6 Vcc. Dimensioni (mm): 15,35 x 11,35 x 2. Il chip controller dispone di ben 12 GPIO utilizzabili per leggere segnali e attivare di conseguenza funzioni come l'invio di messaggi in Bluetooth o comandare utilizzatori all'arrivo di messaggi. In questo riquadro trovate la piedinatura e la descrizione dei contatti del modulo.



Pinout del modulo.

Significato dei contatti

PIN	PIN name	Description	Remarks
Pin1	GND	The ground pad must be connect to a solid ground plane.	
Pin2	Vcc	Power-supply connection	2V-3.6V
Pin3	P22	I/O	DEBUG_DC
Pin4	P21	I/O	DEBUG_DD
Pin5	RESET	Reset, Active Low	
Pin6	P20	I/O	
Pin7	P17	I/O	
Pin8	USB_P/I2C_SCL	USB+/I2CClock line	CC2540 USB_P: CC2541 I2C_SCL
Pin9	USB_N/I2C_SDA	USB+/I2CClock line	CC2540 USB_N: CC2541 I2C_SDA:
Pin10	P12	I/O	
Pin11	P11	I/O	
Pin12	P07	I/O	
Pin13	P06`	I/O	
Pin14	P05	I/O	
Pin15	P04	I/O	
Pin16	P03	I/O	
Pin17	P02	I/O	

- sensibilità in ricezione: -93/-87dBm;
- stack: ATT, GATT, SMP, L2CAP, GAP;
- portata: oltre 70 metri;
- ADC interno a 10-bit;
- interfaccia seriale: UART / SPI;
- Wake-up interrupt, Watchdog Timer;
- coprocessore per crittografia AES;
- tensione di alimentazione: 2 V ÷ 3,6 V;
- ripple alimentazione: max 100 mV;
- assorbimento (a 25°C con VDD = 3 V):
  Power Mode 3 (External Interrupts): 0,4 uA
  Power Mode 2 (SleepTimerOn): 0,9 uA
  Power Mode 1 (3-µs Wake-Up): 235 uA
- Temperatura di funzionamento: da -40°C a +85°C.

Anche questo modulo dispone di un nutrito set di I/O generici che da firmware è possibile assegnare a varie funzioni. La comunicazione e l'aggiornamento del firmware si effettuano mediante una porta seriale TTL.
Tra i produttori di moduli Bluetooth Low Energy troviamo la Silabs, che offre per esempio il piccolissimo Blue Gecko BGM12x, un Bluetooth Smart SiP (*www.silabs.com/products/wireless/bluetooth/Pages/bluegecko-bluetooth-sip-module-intro.aspx?utm_source=Blog&utm_medium=blog post&utm_campaign=Bluetooth&utm_term=awareness&utm_content=product*) dalle dimensioni ridottissime: 6,5 x 6,5 x 1,4 mm.

Questo modulo ha prestazioni eccezionali e una sezione RF compatibile Bluetooth LE 4.2; inoltre è gestito da una un microcontrollore ad architettura ARM Cortex-M4 (con 256 kB Flash) cui sono demandate anche le funzioni di sicurezza. La parte radio TX eroga una potenza di +3 dBm (BGM123) o +8 dBm (BGM121) a seconda della versione. Il chip ha l'antenna integrata, il che concorre a minimizzare le dimensioni. A differenza dei moduli visti finora, che sono circuiti stampati contenenti vari componenti (integrati e discreti) questo è un SoC. Per questo interessantissimo modulo Bluetooth il produttore ha messo a disposizione un kit di sviluppo per testarne subito le qualità e prestazioni.
Il modulo Silabs ha una potenza in trasmissione di +8 dBm e in ricezione presenta un'ottima sensibilità, di ben -91 dBm (@ 1 Mbit/s GFSK (2.4 GHz). La portata garantita è di 200 metri, più che adatta ad applicazioni nel campo del'IoT.
Il processore ARM Cortex è un 32 bit che lavora con un clock di 38,4 MHz, supporta istruzioni DSP e integra un'unità di calcolo in virgola mobile; dispone di 256 kB di Flash, 32 kB di RAM. Con un SoC del genere è evidente che

si può implementare nel modulo un intero sistema basato su comunicazione Bluetooth, che può acquisire segnali, gestire utilizzatori e sensori, ecc.
Il consumo energetico è ai vertici del settore:

- 9 mA in RX;
- 8,2 mA in TX @ 0 dBm;
- 63 µA/MHz in Active Mode (EM0)
- 2,5 µA EM2 DeepSleep current (full RAM retention and RTCC running from LFXO);
- 2,1 µA EM3 Stop current (State/RAM retention)

Il modulo Silabs supporta un ampio range di tensioni di alimentazione (da 1,85 a 3,8 V) e integra un DC/DC. Può operare tra 40 e +85 °C. Può essere utile, ai fini di un confronto con quelli BLE, vedere le caratteristiche di un paio di moduli Bluetooth 2.0 + EDR... se non altro per valutare la differenza nei consumi. Prendiamo ad esempio il modulo HC05 della Futura Elettronica (*www.futurashop.it/HC05?search=bluetooth&page=1*) che si basa sul chipset CSR BlueCore4. Dispone di 7 porte I/O, 8 Mbit di memoria Flash per l'archiviazione di software e due modalità di funzionamento: tramite comandi AT e in modalità trasparente. Nella modalità trasparente può essere configurato come Master, Slave o Loopback, e può connettersi ad altri dispositivi che supportano il protocollo SPP. Nella modalità di comando AT, l'utente può configurare il modulo e inviare i comandi. Controllando il livello logico del pin PIO11, l'utente può attivare la modalità di lavoro tra comando AT e trasparente.
Altro modulo Bluetooth è l'RN42 della Roving Networks (Classe 2), compatibile con le specifiche Bluetooth v. 2.0; integra lo stack Bluetooth e in modalità sleep, pur essendo individuabile e collegabile, consuma solo 26 µA.
Le principali caratteristiche sono:

- tensione di alimentazione: 3,3 Vcc;
- assorbimento: 50 mA;
- potenza di uscita: Classe 2;
- compatibile con tutti i prodotti Bluetooth che supportano SPP;
- include i supporti per i protocolli BCSP, DUN, LAN, GAP, SDP, RFCOMM e L2CAP;
- UART completamente configurabile;
- data-rate dell'UART fino a 3 Mbps;
- data-rate Bluetooth da 721 kbps a 2 Mbps;
- basso consumo in modalità sleep;
- certificato CE, FCC e RoHS;
- portata: circa 20 m;
- dimensioni: 26,9 x 13 x 2,2 mm.

Dal confronto delle caratteristiche tecniche appare evidente che i moduli Bluetooth LE arrivano a consumare anche 10÷20 volte meno dei Bluetooth 1.0 e sostengono data-rate fino a cinque volte superiori.
Tutti i moduli analizzati, come del resto i

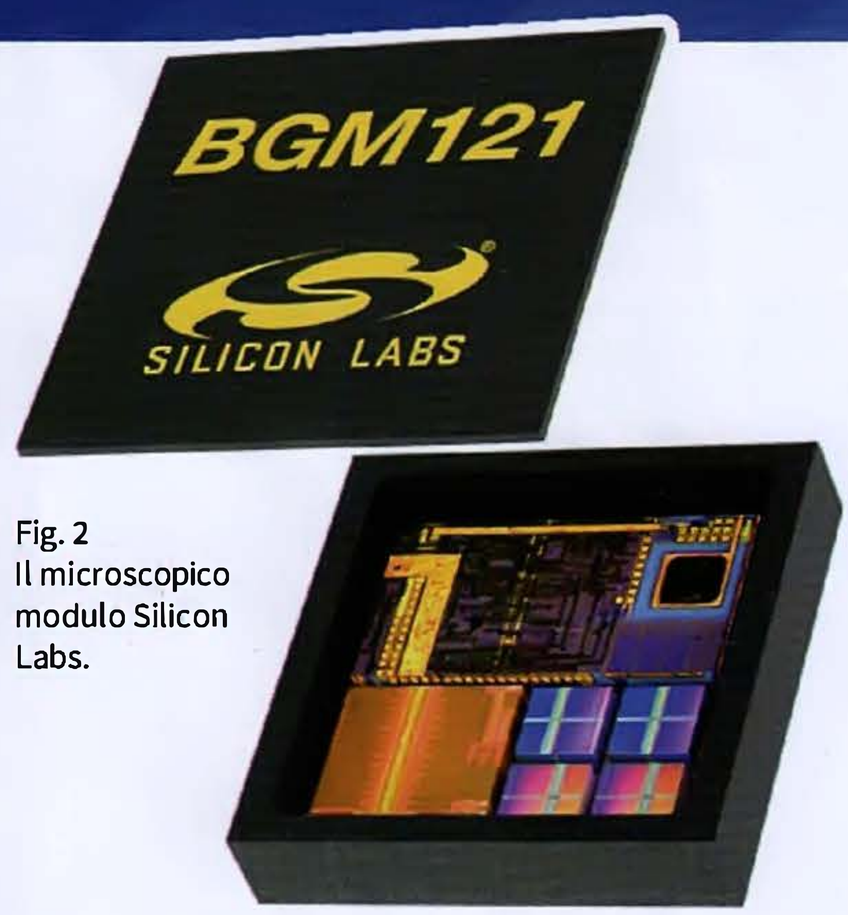


Fig. 2
Il microscopico modulo Silicon Labs.

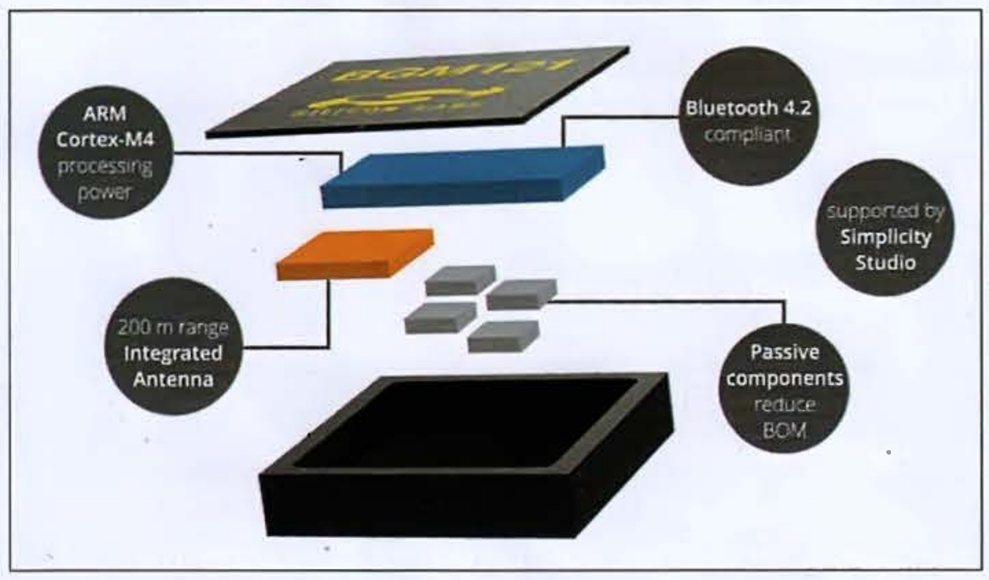


Fig. 3
La board di sviluppo per il BGM121.

IL MODULO HC05

Un transceiver Bluetooth molto utilizzato è quello basato sul chip CSR BlueCore4, che supporta il Bluetooth v2.0+EDR (aggiornabile v2.1). Il trasmettitore sviluppa una potenza di +6dBm controllabile da un DAC 6-bit e può operare nelle classi 2 e 3.
La sezione ricevente è provvista di filtri di canale e demodulatore digitale (supporta Π/4 DQPSK e 8DPSK modulation). Sul piano dell'interfacciamento, dispone sia dell'UART sia dell'interfaccia USB (USB 1.1/2.0).
Le caratteristiche principali del modulo sono:

- Frequenza: 2,4 GHz ISM band
- Modulazione: GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
- Potenza in trasmissione: circa 4dBm, Class 2
- Sensibilità (BER): circa -84dBm
- Max. baud-rate seriale: 1.382.400 bps
- Sicurezza: Autenticazione e crittografia
- Support profiles: Bluetooth serial port (master & slave)
- Alimentazione: +3,3 Vdc 50 mA (165 mW)
- Temperatura di lavoro: da -5°C a +45°C
- Dimensioni (mm): 27x13

Il modulo HC05.

dispositivi Bluetooth moderni, integrano lo stack Bluetooth affidato a una CPU embedded, quindi non richiedono un processore Host esterno; va comunque detto che i moduli più datati possono anche essere solamente transceiver Bluetooth e richiedere la CPU esterna che li governi.

BLUETOOTH 5.0

Il futuro del Bluetooth è stato annunciato il 16 giugno 2016 con un comunicato stampa del Bluetooth SIG e confermato nello scorso 16 dicembre. La 5.0 è attualmente l'ultima versione dello standard, ha piena compatibilità con le versioni precedenti ed offre i seguenti miglioramenti:

- area di copertura quadruplicata, pur mantenendo lo stesso livello di consumo per connettere spazi di grandi dimensioni;
- raddoppio della velocità di comunicazione, che porta il data-rate da 1 a 2 Mbps; ciò incontra le esigenze dei moderni dispositivi come tablet e smartphone, ma anche dei sistemi IoT, giacché consente di trasferire un'elevata quantità di dati dimezzando i tempi di trasmissione e quindi il consumo complessivo rapportato al tempo;
- capacità di data broadcasting fino a 8 volte superiore a quella del Bluetooth Low Energy (4.2), che consentirà la riduzione del tempo richiesto per il completamento delle task; tale miglioramento renderà il Bluetooth adatto all'adozione e gestione dei beacon (i dispositivi utilizzati nei luoghi pubblici per rilevare la presenza di persone in una certa zona e fornire informazioni attinenti come segnalare promozioni in corso);
- maggiore efficienza nell'uso dei canali di trasmissione sulla banda dei 2,4 GHz;
- funzionalità di individuazione delle interferenze e successiva eliminazione.

La nuova tecnologia consentirà così di aprire nuove strade alla connettività, sia all'interno delle abitazioni, sia negli ambienti industriali. Ciò verrà reso possibile anche attraverso la capacità dello standard di limitare le potenziali interferenze con altri dispositivi wireless connessi alla rete, tramite un adattamento continuo del segnale, pur garantendo nel contempo una migliore affidabilità ed un elevato livello di sicurezza.
Il Bluetooth 5.0 prosegue il percorso di contenimento dei consumi iniziato con la versione 4, ossia la Low Energy.
Tra le nuove caratteristiche implementate nel Bluetooth 5.0 troviamo:

- CSA 5 (più potenza di uscita in TX);
- Slot Availability Mask (SAM);
- 2 Msym/s PHY per Low Energy;
- Bluetooth LE Long Range con due nuovi data-rate, di 500 e 125 kbs (**Fig. 4**);
- High Duty Cycle Non-Connectable Advertising;
- LE Advertising Extensions;
- LE Channel Selection Algorithm #2;
- Park State rimosso.

Bluetooth 5 include inoltre degli aggiornamenti che permettono di ridurre l'interferenza

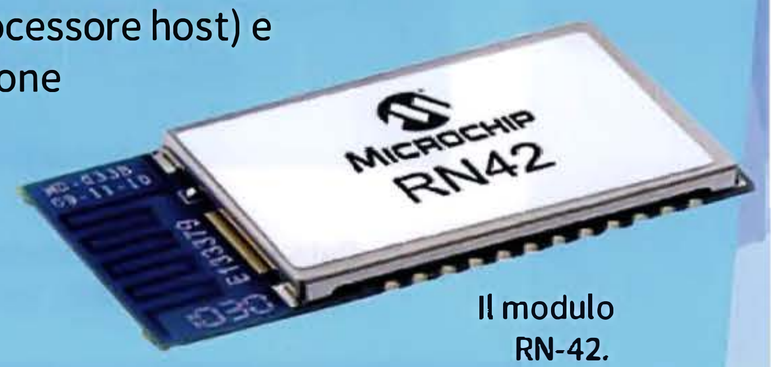
potenziale con altre tecnologie wireless come LTE e Wi-Fi, affinché tutti i dispositivi coesistano senza problemi nelle case sempre più connesse e non solo.
Anche se nelle specifiche della versione 5.0 non vi è alcun riferimento, sfruttando la velocità di 2 Mbs è sicuramente possibile introdurre trasmissioni audio in tempo reale a basso consumo energetico.
Uno dei principali aggiornamenti legati all'Internet of Things previsti per il nuovo standard 5.0 non è invece stato ancora implementato; si tratta del "mesh networking", ossia la capacità per i dispositivi di funzionare come ripetitori, così da fare da ripetitori e coprire distanze maggiori di quella consentita dalla connessione tra master e slave.
La tecnologia è ancora in sviluppo e sicuramente la sua mancanza è un punto a sfavore rispetto ad altre soluzioni wireless per l'IoT (è presente persino nello ZigBee). Ma va detto che anche primo del supporto per mesh networking, il Bluetooth 5.0 resta competitivo e per il momento non teme la concorrenza del WiFi e, nello specifico, del nuovo standard HaLoW, ideato per costituire l'alternativa WiFi al Bluetooth nelle applicazioni dove serve trasportare poco payload dati e non sono necessarie un'alta copertura ed elevate velocità di trasferimento, quindi, in definitiva, anche nell'IoT.
Secondo uno studio riguardante l'Internet of Things, entro il 2021 ci saranno nel Globo 48 miliardi di dispositivi connessi a Internet; il Bluetooth SIG punta a dotarne un terzo con la tecnologia Bluetooth, grazie alle nuove caratteristiche della versione 5.0, che avrà come punti di forza la semplicità, la flessibilità e il contenimento dei costi e garantirà una perfetta interazione tra i dispositivi connessi alla rete.
I primi dispositivi equipaggiati con lo stack standard Bluetooth 5.0 sono in fase di rilascio, anche se per il momento non è prevedibile quanto tempo la nuova tecnologia si diffonderà massicciamente a livello consumer. Comunque al momento c'è già in commercio qualcosa, su cui facciamo una rapida panoramica, in attesa che il mercato si arricchisca di nuovi prodotti.

NUOVO STANDARD, NUOVI DISPOSITIVI

Già pochi giorni dopo la presentazione ufficiale delle caratteristiche del nuovo standard Bluetooth 5, avvenuta in dicembre 2016, Nordic Semiconductor (*www.nordicsemi.com*) ha annunciato la disponibilità sia dello stack Bluetooth 5 che di un sistema di sviluppo (SDK) dedicato, che offre ai progettisti la possibilità di

IL MODULO RN-42

Tra i classici moduli transceiver Bluetooth figura sicuramente l'RN-42, sviluppato dalla Roving Networks e attualmente commercializzato dalla Microchip, che ha acquisito tale azienda. È un dispositivo che abbiamo più volte utilizzato in passato per i nostri progetti e presenta caratteristiche di buon livello; proprio per queste, è ancor oggi molto utilizzato.
Il modulo, nella versione della Microchip (mostrata nella figura in questo riquadro) è compatibile 2.1 + EDR. Come tanti altri moduli, anche l'RN-42 integra lo stack Bluetooth (quindi non richiede alcun processore host) e per la comunicazione con l'esterno dispone sia dell'UART (SPP or HCI) sia della porta USB (HCI only) che è l'ideale per l'interfacciamento ad un Personal Computer. Il modulo supporta i profili SPP (porta seriale) e DUN (modem) ed anche il profilo HID, risultando così indicato, ad esempio, per l'inserimento in tastiere, mouse e altri dispositivi di puntamento Bluetooth.



Il modulo RN-42.

L'RN-42, inoltre, implementa la crittografia a 128 bit e la modalità automatica di discovery e accoppiamento, oltre al protocollo di correzione d'errore per garantire l'affidabilità dello scambio di dati via Bluetooth.

Parametro	Valore
Bluetooth Classic-Data/SPP	sì
ASCII Interface	sì
GPIO disponibili	11
Contatti	35
Memoria programma	Flash
Dimensioni	13,4 x 25,8 x 2,4
Tensione d'alimentazione	3÷3,6V
Interfaccia	seriale TTL

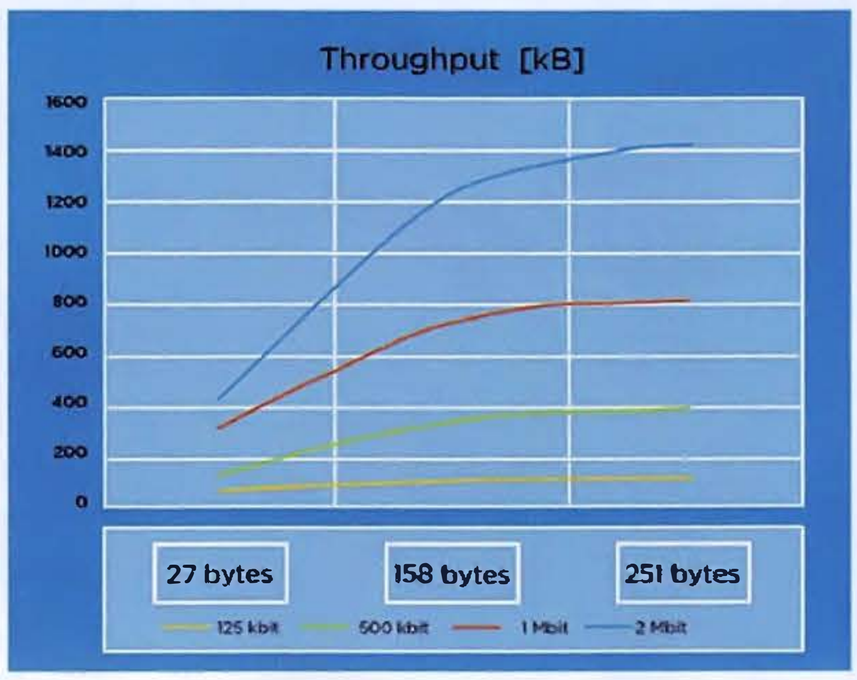


Fig. 4 - Data-rate raggiungibile in rapporto alle dimensioni dei pacchetti dati, per il Bluetooth 5.

Fig. 6 - I moduli Bluetooth Fanstel Bluetooth 5.0 ready.

creare applicazioni basate sul System-on-Chip nRF52840 e di beneficiare delle prestazioni in termini di portata e di throughput dei dati previsti dal nuovo standard. Il supporto software è disponibile anche per l'upgrade del più datato SoC nRF52832, ma limitatamente alle funzionalità di throughput ad alta velocità (2Mbs).Lo stack è multi-ruolo ed è implementabile nei moduli Bluetooth LE 4.2 già esistenti, come il SoC nRF52840.
Il sistema di sviluppo Nordic nRF5 SDK v13.0-alfa offre esempi di applicazioni che consentono di sfruttare rapidamente tutte le nuove caratteristiche del Bluetooth 5.0.
Unitamente all'aumento della potenza di uscita massima dell'nRF52840 è possibile raggiungere un link budget di ben 111 dBm, valore significativamente superiore rispetto a quello delle versioni precedenti.
Le soluzioni Nordic Semiconductor sono sostanzialmente upgrade per i moduli e non moduli specifici BT 5.0.
Il SoC nRF52840 SoC è basato su processore a 32 bit ARM Cortex M4F con clock a 64 MHz, contenente una CPU, un'unità di calcolo in virgola mobile, funzioni DSP. Incorpora l'acceleratore crittografico ARM CryptoCell-310 che offre la migliore sicurezza possibile nelle comunicazioni Bluetooth.
Anche Qualcomm, gigante dei semiconduttori, ha annunciato la disponibilità di propri moduli per il nuovo standard e l'implementazione del Bluetooth 5.0 nel suo nuovissimo SoC Snapdragon 835. Tra i moduli rispondenti al Bluetooth 5.0 Altro produttore è Fanstel, che rende disponibile la serie BlueNor BT832 basati su core Cortex M4F (*www.fanstel.com/bt832-1-1/*).

Fig. 5 - Modulo e chip Bluetooth della Nordic Semiconductor.

CONCLUSIONI

Bene, con questo abbiamo concluso; crediamo di avervi fornito le basi della tecnologia Bluetooth, partendo dalla prima versione e arrivando a quella di più recente implementazione; ci siamo soffermati con una certa attenzione sulla Low Energy, che è quella più interessante per le applicazioni moderne e per l'applicazione nell'IoT, cui il Bluetooth 5.0 "strizza già l'occhio" pur non avendo ancora (salvo nuove release) la funzionalità di mesh networking. Proprio dall'ultima release del Low Energy deriva il Bluetooth 5.0, che migliora le prestazioni in fatto di troughput dei dati, estensione delle reti e di contenimento energetico.

Arriva Open Meter, il contatore 2.0 di Enel

A partire dal 2001 e-distribuzione (società del gruppo Enel) ha installato la prima generazione di contatori elettronici telegestiti, accurati e facili da consultare. Da allora, tuttavia, ogni aspetto della nostra vita è cambiato e la tecnologia ha fatto passi da gigante. Oggi Enel si prepara ad introdurre un'importante novità: Open Meter, il contatore elettronico 2.0 di e-distribuzione, che sarà in grado di fornire ai clienti informazioni sempre più puntuali sui consumi e di aprire la strada all'utilizzo delle applicazioni per la domotica e la smart home.

Con Contatore 2.0 gli utenti potranno visualizzare sia i propri consumi, suddivisi per fasce orarie flessibili, e valutarne l'andamento ogni 15 minuti, sia l'effettiva potenza assorbita in ogni momento, così da avere una maggiore consapevolezza del proprio utilizzo e, in caso di autoproduzione, anche della quantità di energia generata. Il nuovo contatore permetterà anche a e-distribuzione di monitorare in maniera più capillare la rete di bassa tensione, mentre gli operatori del mercato potranno disporre di informazioni più tempestive e dettagliate, e proporre quindi offerte commerciali più aderenti alle reali esigenze dei consumatori. Ispirato al concetto di energia aperta, accessibile, tecnologicamente all'avanguardia e sostenibile, il contatore elettronico 2.0 verrà installato a tutti i 32 milioni di clienti connessi alla rete di e-distribuzione. Tramite il nuovo protocollo aperto di comunicazione verso la casa, consentirà ai clienti di connettere dispositivi e sistemi di automazione per la smart home, offrendo così l'opportunità di vivere l'energia nella vita quotidiana in un modo completamente nuovo.

www.enel.it

La turbina eolica di Siemens che si ispira ai dinosauri

Nel 1999 gli esperti Siemens hanno iniziato a sperimentare il montaggio di flap seghettati sulla propria turbina da 600 kW installata a Drantum, vicino a Brande, in Danimarca. L'esperimento aveva lo scopo di capire se i flap seghettati – utilizzati sugli aerei – avrebbero consentito di diminuire le emissioni sonore delle pale. I risultati furono convincenti: il livello massimo di rumore diminuì di 1÷2 dB. Inoltre, la curva di potenza mostrò un miglioramento significativo. Questo è l'inizio della storia di DinoTails. Gli add-on aerodinamici che permettono importanti benefici consentendo di massimizzare sia le performance aerodinamiche sia la robustezza. I DinoTails sono flap seghettati, che prendono il nome dalle pinne della coda dello stegosauro, alle quali assomigliano.

Un maggiordomo virtuale per tagliare la bolletta energetica

ENEA ha brevettato "Sesto Senso", un sistema multisensoriale in grado di monitorare e ottimizzare i consumi energetici di abitazioni e uffici assicurando temperatura e illuminazione ideali sia in estate che in inverno. Ma c'è di più. Grazie ad un sistema innovativo di rilevamento delle presenze, questo vero e proprio "maggiordomo virtuale" può attivare o disattivare autonomamente luci, elettrodomestici, tapparelle e schermature solari nella casa; inoltre, attraverso un'analisi qualitativa della CO_2, avvisa anche se occorre aprire le finestre per arieggiare i locali.

Questo sistema intelligente è composto di un'unità centrale e da un insieme di sensori ambientali che funzionano come una rete neuronale artificiale: i sensori di monitoraggio acquisiscono i dati su temperatura, umidità, luminosità, valori della CO_2 ma anche informazioni su movimenti, rumore e transito di persone nell'abitazione. L'unità centrale, una piattaforma informatica "open source" in collegamento Wi-Fi, raccoglie i dati sulla situazione ambientale, li rielabora e determina autonomamente la corretta gestione energetica dell'abitazione.

"Sesto Senso" è stato brevettato dalla Divisione Smart Energy dell'ENEA, che punta a sviluppare strumenti sperimentali e dimostrativi, sistemi intelligenti e ICT per le smart city e svolge attività di ricerca nei settori della modellistica, diagnostica e automation.

www.enea.it

Le DinoTails seghettate alterano la formazione del vortice sul bordo posteriore della sezione della pala locale e rendono la pala più ferma. Possono essere progettate anche con un flap che consente di aumentare la forza che solleva e di mantenere minime emissioni acustiche allo stesso tempo. Le DinoTails vengono applicate sia alle versioni di turbine a basso impatto acustico che nei kit per l'upgrade della curva di potenza (Power Curve Upgrade Kits). Le DinoTails sono collocate vicino alla punta della pala, la parte più rumorosa a causa dell'alta velocità raggiunta.

www.siemens.com

Il sogno delle finestre fotovoltaiche è sempre più vicino

Nanosfere di silicio: ecco il nuovo ingrediente dei concentratori solari luminescenti (LSC) che sono l'elemento fondamentale della tecnologia perfezionata dai ricercatori del Dipartimento di Scienza dei Materiali dell'Università di Milano-Bicocca per la realizzazione della finestre fotovoltaiche.

Le finestre fotovoltaiche sono la prossima frontiera nel settore delle energie rinnovabili in quanto permetterebbero di aumentare a dismisura le superfici di un edificio sfruttabili per la produzione di energia elettrica, senza tra l'altro modificarne l'estetica. Una delle strategie più promettenti per la loro produzione è proprio quella degli LSC che sono lastre di plastica contenenti dei particolari materiali otticamente attivi capaci di assorbire una parte della radiazione solare e concentrarla sui loro bordi. Gli LSC possono quindi essere integrati nelle vetrocamere a doppio o triplo vetro che normalmente equipaggiano gli attuali infissi convenzionali, trasformandoli a tutti gli effetti in pannelli solari semitrasparenti. Negli ultimi tre anni la ricerca sugli LSC ha subito una improvvisa accelerazione, grazie tra l'altro, a ricerche condotte proprio in Italia, ma resta comunque difficile trovare materiali idonei per l'assorbimento e la concentrazione della luce solare. Fino a ieri i migliori risultati erano stati ottenuti con sistemi relativamente complessi a base di elementi potenzialmente tossici come il cadmio, o non propriamente economici come l'indio e il selenio. Da oggi invece sarà possibile sostituire questi elementi con delle nanosfere di silicio come dimostrato nello studio appena pubblicato su Nature Photonics.

www.unimib.it

Toscana, nuovo record di produzione per la geotermia

Con quasi 6 miliardi di KWh prodotti in Toscana, Enel Green Power batte un altro record nella produzione di energia geotermica in Italia e colloca l'azienda ai vertici mondiali. Il 2016 fa segnare un aumento di ben 51 GWh rispetto al 2015, il quarto incremento in quattro anni, ottenuto grazie a un perfetto bilanciamento fra gestione dei pozzi, eccellenza degli impianti ed ottimizzazione tecnologica, con un tasso di efficienza che si attesta oltre il 98%.

Nata oltre 100 anni fa grazie all'intuizione del principe Piero Ginori Conti, che nel 1904 sperimentò a Larderello il primo generatore, la geotermia, oggi targata EGP, conta 34 centrali (per un totale di 37 gruppi di produzione) distribuite fra la provincia di Pisa (2.976 GWh), Siena (1.492 GWh) e Grosseto (1.403 GWh): un complesso di per sé capace di soddisfare potenzialmente il consumo medio annuo di oltre due milioni di famiglie, riscaldando di fatto 10mila utenze residenziali, ma anche aziende, serre, caseifici e tutte quelle realtà produttive che hanno generato un vero e proprio indotto economico "geotermico" su quasi 30 ettari del territorio regionale.

Una delle esperienze di maggior successo degli ultimi anni riguarda l'avvio di una Comunità del Cibo a energie rinnovabili sviluppatasi grazie alla distribuzione dei vapori delle centrali geotermiche di EGP: il loro impiego non solo permette di produrre birre, basilico, formaggi e salumi con un processo totalmente rinnovabile e sostenibile, ma ha sviluppato un indotto turistico che supera i 60mila visitatori all'anno.

www.enel.it

Da Cree nuove soluzioni per lo street lighting col 25% in più di performance

Cree Europe estende il proprio portafoglio nel settore dello street lighting presentando la nuova gamma Cree XSP HIGH OUTPUT Series. Sfruttando le innovazioni della piattaforma di ultima generazione utilizzata per i prodotti Cree XSP, la nuova famiglia Cree XSP HO è in grado di offrire prestazioni di circa il 25% superiori. Disponibile in pacchetti fino a 17.000 lumen e 140 LPW, la serie Cree XSP HO è ideale per applicazioni in strade urbane, extraurbane e svincoli autostradali.
La gamma XSP HO rappresenta la scelta migliore per sostituire gli obsoleti apparecchi al sodio ad alta pressione ed è capace di migliorare l'efficienza di ogni singolo apparecchio da 70W fino a 250W. Inoltre, grazie al maggiore flusso luminoso di Cree XSP HO è possibile aumentare la distanza tra gli apparecchi per aiutare i progettisti nella pianificazione delle installazioni, riducendo il numero dei dispositivi.
Gli apparecchi sono facili da installare e gestire, sono compatibili con la presa NEMA 7-poli, permettono di semplificare i calcoli illuminotecnici e le normative sulla sicurezza fotobiologica sono regolarmente rispettate. La serie offre oltre 140.000 ore L80/B20 di durata ed è disponibile in temperature di colore fino a 5700°K con un indice di resa cromatica (CRI) superiore a 70; anche la gamma Cree XSP HO è supportata dalla garanzia Cree di 10 anni.

www.cree-europe.com

Bill Gates investe un miliardo di dollari nelle energie pulite

Mentre nei prossimi mesi, con l'insediamento di Donal Trump alla Casa Bianca, sapremo se, e in che modo, cambieranno le politiche ambientali del Paese più industrializzato del mondo, ovvero se alle dichiarazione fatte in campagna elettorale seguiranno atti concreti da parte della nuova amministrazione, quasi a lanciare un guanto di sfida al nuovo presidente statunitense, un gruppo di miliardari americani guidati dall'ex capo di Microsoft Bill Gates, ha dato vita – mettendo sul piatto un miliardo di dollari – ad un nuovo fondo di investimenti che finanzierà tutte quelle iniziative in grado di combattere i cambiamenti climatici in atto, favorendo in particolare i sistemi di produzione e di stoccaggio di energia elettrica da fonti rinnovabili.
Al Breakthrough Energy Ventures (BEV), daranno il loro sostegno finanziario altri magnati dell'hi-tech, da Mark Zuckerberg, Ceo di Facebook, a Jack Ma Ceo di Alibaba a Jeff Bezos, Ceo di Amazon. Partecipano anche il miliardario John Arnold e il principe Alwaleed Bin Talal, fondatore di Kingdom Holding nonché John Doerr e Vinod Khosla, venture capitalist nelle startup di energia pulita.
Il fondo è una diretta emanazione del Breakthrough Energy Coalition (BEC), l'associazione che si propone di ridurre le emissioni globali, responsabili dei cambiamenti climatici, per aiutare a raggiungere gli ambiziosi obiettivi del trattato di Parigi.

www.b-t.energy/ventures/

Siemens per il progetto SmartNet

Per la prima volta in Italia, un progetto pilota dimostra come realizzare uno scambio evoluto di dati e informazioni tra operatori delle reti di distribuzione e trasmissione con le soluzioni Siemens protagoniste. Sono due i sistemi che Siemens Italia fornirà al progetto europeo SmartNet – finanziato in ambito Horizon 2020 e coordinato da RSE (Ricerca sul Sistema Energetico), alla guida di un consorzio di 22 partner, di 9 paesi europei.
Obiettivo del progetto europeo, della durata di tre anni, è quello di analizzare architetture per l'interazione ottimale tra TSO (gestore della rete di trasmissione) e DSO (gestore della rete di distribuzione) funzionale allo scambio di informazioni per il monitoraggio e per l'acquisizione di servizi forniti dalle risorse energetiche, quali bilanciamento, regolazione di tensione e gestione delle congestioni.
Grazie alla propria competenza ed esperienza nella fornitura di apparecchiature e sistemi per la gestione delle reti di trasmissione e distribuzione, Siemens si inserisce nel progetto italiano – insieme a Terna, Edyna, Selta e Rse – in qualità di partner tecnologico con due soluzioni all'avanguardia: HVRS (High Voltage Regulation System) e MVRS (Medium Voltage Regulation System). Le due soluzioni – nate, nella loro fase progettuale, in collaborazione con il Politecnico di Milano, con il nome di ISOLDE e INGRID – hanno conosciuto uno stadio prototipale in alcune applicazioni e trovano ora una nuova occasione di implementazione proprio nei sistemi HVRS (High Voltage Regulation Systems) e MVRS (Medium Voltage Regulation Systems) per questo progetto pilota.

www.siemens.it