

Elettronica In

www.elettronica.in.it

€ 6,00 - Anno XXII - n. 205 - MAGGIO 2016



Touch Key,
apri con un tocco

- Spia a LED universale
- La carica di Genuino 101
- Domotica Open Source con i moduli UdIoT



Quadricottero open-source



- Una VPN con Raspberry Pi
- Scanner 3D con fotocamera
- Variatore di velocità per motori DC
- RTC shield per Arduino e Raspberry Pi



SENSOR TAG

Tutorial

Direttore responsabile:

Arsenio Spadoni
(Arsenio.Spadoni@elettronica.in.it)

Redazione:

Gabriele Daghetta, Paolo Gaspari, Boris Landoni,
Marco Magagnin, Davide Scullino,
Alessandro Sottocornola
(redazione@elettronica.in.it)

Grafica:

Alessia Stulcini, Filippo Gori
(Alessia.Stulcini@elettronica.in.it)

Ufficio Pubblicità:

Monica Premoli (0331-752668)
(Monica.Premoli@elettronica.in.it)

Ufficio Abbonamenti:

Elisa Guarniero (0331-752668)
(Elisa.Guarniero@elettronica.in.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.D.I.P. Angelo Patuzzi S.p.A.
via Bettola 18 - 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Telefono 02-660301 Fax 02-66030320

Stampa:

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

Elettronica In:

Rivista mensile registrata presso il Tribunale di Milano con il n. 245 il 3-05-1995.
Prezzo di copertina Euro 6,00. Gli arretrati nei formati cartaceo e digitale (pdf) sono acquistabili sul sito della rivista al prezzo di Euro 6,00.
Poste Italiane Spa - Spedizione in abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004) art.1 comma 1 - DCB Milano.
FUTURA GROUP srl è iscritta al Registro Operatori della Comunicazione n. 23650 del 2/7/2013.
Impaginazione ed immagini sono realizzati in Desktop Publishing con programmi Adobe InDesign e Adobe Photoshop per Windows.
Tutti i contenuti della Rivista sono protetti da Copyright. Ne è vietata la riproduzione, anche parziale, la traduzione e più in generale la diffusione con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione scritta da parte dell'Editore. I circuiti, il firmware ed il software descritti sulla Rivista possono essere realizzati solo per uso personale, ne è proibito lo sfruttamento a carattere commerciale e industriale. Tutti possono collaborare con Elettronica In. 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.elettronica.in.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.

Futura
Group
Edizioni

© 2016 FUTURA GROUP srl

Internet Day, per non sbagliare di nuovo

Abbiamo appena festeggiato i primi trent'anni di Internet in Italia. Era il 30 aprile 1986 quando il nostro Paese venne collegato per la prima volta ad Internet, che allora si chiamava Arpanet: tra i primi al mondo, sicuramente i primi in Europa.

Grazie, come di solito avviene in Italia, ad un piccolissimo gruppo di ricercatori di frontiera, un manipolo di visionari

del CNUCE, il Centro Nazionale Universitario di Calcolo Elettronico di Pisa, tra i quali ci piace ricordare

Luciano Lenzini, Stefano Trumpy, e Blasco Bonito.

Avanguardie con una grandissima professionalità, prive però di un esercito alle spalle. Ovvero con alle spalle un esercito completamente disorganizzato, incapace di capire le preziose informazioni in arrivo da questi pionieri, spesso diviso in fazioni e, in generale, fortemente corrotto. Non a caso il nostro Paese è oggi agli ultimi posti al mondo per qualità e diffusione della rete dati. A significare che, pur essendo stati tra i primi a capire l'importanza di questo strumento per lo sviluppo del Paese, chi se ne è occupato in seguito (politici, amministratori nazionali e locali) ha sprecato una grandissima opportunità.

Una storia che purtroppo si ripete spesso: siamo stati, ad esempio, i pionieri nella fisica nucleare,

eppure nel nostro Paese non vi è una sola applicazione in questo campo; siamo stati i primi a realizzare un Personal Computer, eppure non abbiamo più alcuna azienda di rilievo in ambito informatico.

Per non parlare, poi, dello spirito fraticida che ci caratterizza, a partire dalle lotte tra Guelfi e Ghibellini sino - per rimanere nel nostro campo - alla (ormai annosa) e triste disputa Arduino/Genuino, che ha tarpato le ali (tecnologicamente parlando) ad entrambi i contendenti, mentre altri (leggi Raspberry Pi) hanno continuato a proporre prodotti sempre più innovativi.

Ecco, quando si celebrano (giustamente) i grandi talenti nazionali, bisognerebbe anche domandarsi come mai quelle intuizioni e quelle visioni non sono diventate in seguito linfa vitale per lo sviluppo del nostro Paese.



Arsenio Spadoni

(Arsenio.Spadoni@elettronica.in.it)

Sommario

Maggio 2016
n. 205



IN COPERTINA:

Il progetto di copertina di questo mese utilizza una board basata su Arduino Mega e può essere controllato mediante radiocomando.

ARTICOLI

25 DIDATTICA VARIATORE DI VELOCITA' PER MOTORI DC

Consente di variare i giri al minuto di qualsiasi motore elettrico a spazzole alimentato da 12 a 35 Vcc con una manciata di componenti elettronici e il popolare timer 555.



33 NETWORKING UNA VPN CON RASPBERRY PI

Scopriamo le Virtual Private Network e impariamo a realizzarne una utilizzando la scheda del "lampone" e uno specifico tool software. Prima puntata.



40 HI-TECH TOUCH KEY: LA CHIAVE CON UN TOCCO

Apriamo il portone con un TX radio che portiamo in tasca e che viene triggerato quando tocchiamo una piastra metallica sul citofono, trasmettendo il comando senza bisogno di premere alcun tasto.



55 LIGHTING SPIA A LED UNIVERSALE

Segnalatore luminoso da utilizzare come punto luce e per rimpiazzare piccole tradizionali lampadine a incandescenza a 12/24V. Può essere adattato a circuiti alimentati con la rete a 220 Vca.



ELENCO INSERZIONISTI

- Fiera di Genova
- Fortronic
- Futura Elettronica
- RM Elettronica
- www.mdsrl.it



TOP PROJECT

QUADRICOTTERO OPEN SOURCE

Multirobotore ad elevate prestazioni realizzabile con una base già pronta e una scheda basata su Arduino Mega, che può ricevere i comandi da un radiocomando per aeromodelli e supporta la telemetria tramite smartphone. Prima puntata.



70

59 APPLICAZIONI RTC SHIELD PER ARDUINO E RASPBERRY PI

Concludiamo la presentazione della versione per Arduino e scopriamo come utilizzare lo shield con Raspberry Pi mediante un'apposita libreria. Seconda e ultima puntata.



59

85 GENUINO LA CARICA DI GENUINO 101

Introduciamo e prendiamo confidenza con la nuova scheda di prototipazione di Massimo Banzi, stavolta dotata di un potente Core Intel che ne rende possibile l'utilizzo in applicazioni IoT.



85

95 MONDO 3D SCANNER 3D CON FOTOCAMERA

Acquisisce i contorni di oggetti tridimensionali mediante fotogrammi che compatta in un file la cui elaborazione viene affidata alla versione Cloud di 123D Catch.



95

105 DOMOTICA DOMOTICA OPEN SOURCE CON I MODULI UDOIT

Presentiamo il sensore di temperatura ed umidità che va ad arricchire la serie di dispositivi utilizzabili con il sistema di controllo domotico UDOIT.



105

115 DIDATTICA SENSOR TAG: ISTRUZIONI PER L'USO

Approfondiamo la conoscenza dei concetti di base che ci serviranno per utilizzare la tecnologia Sensor TAG. Prima Puntata.



115

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 APPUNTAMENTI
- 17 EVENTI
- 21 COMPONENTI & SISTEMI
- 111 SCIENZA & TECNOLOGIA
- 125 RINNOVABILI

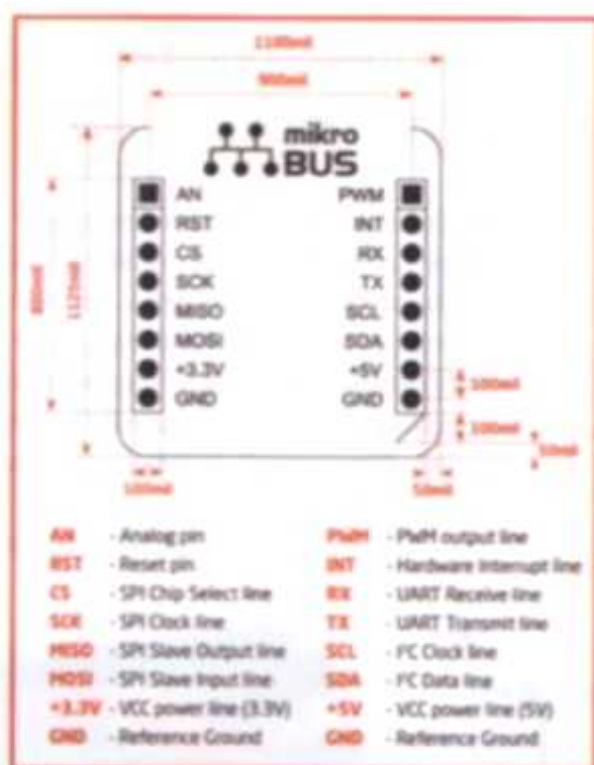
Queste pagine sono dedicate alle richieste, ai suggerimenti ed alle segnalazioni dei lettori. Raccomandiamo, per quanto possibile, di proporre argomenti di interesse generale. Contattateci numerosi all'indirizzo: redazione@elettronica.in.it

Lo standard mikroBUS

Ho visto che la nuova board MPLAB Xpress Evaluation Board di Microchip utilizza il sistema di connessione mikroBUS, che ho anche trovato su altre schede di sviluppo. Di cosa si tratta?

Mario Cazzaniga - Varese

Lo standard mikroBUS - messo a punto dalla società MikroElektronika - definisce un sistema fisico di connessione tra schede madri a microcontrollore/microprocessore e schede o moduli di espansione. Utilizzando questo standard per la realizzazione di breakout board, moduli di espansione, sensori, interfacce, eccetera, sarà possibile utilizzare successivamente questi moduli con differenti schede madri. In effetti MikroElektronika - che collabora con i principali produttori e distributori di semiconduttori - ha realizzato negli ultimi anni qualche



centinaio di add-on per le applicazioni più disparate, (definite *click boards*) che rappresentano per le schede madri e i sistemi di sviluppo di nuova produzione una preziosa e immediata risorsa per "connettersi" al mondo reale. Ecco la ragione per la quale Microchip ha previsto un bus standard mikroBUS sulla sua nuova scheda di sviluppo MPLAB Xpress Evaluation Board. Naturalmente anche la stessa MikroElektronika dispone di schede di sviluppo con questo bus per i microcontrollori di STMicroelectronics, Microchip, Atmel e altri ancora (queste board vengono chiamate *Clicker*).

Tra le *main board* di MikroElektronika la più recente (e sicuramente la più interessante) è quella denominata "Flip & Click", presentata in anteprima alla Maker Faire di Roma lo scorso anno e da poco entrata in produzione. A questa board è possibile collegare fino a 4 moduli di espansione grazie, appunto, a quattro sistemi di connessione mikroBUS.

Su un lato della scheda è presente un sistema Arduino con un micro a 32 bit ARM Cortex AT91SAM3X8E, lo stesso di Arduino Due, con un connettore per Arduino Uno; il tutto, naturalmente, si programma col tradizionale IDE Arduino. Dal lato opposto ci sono i quattro connettori mikroBUS.

Tornando al bus, lo standard messo a punto da MikroElektronika specifica il layout fisico del mikroBUS, i pin, gli standard di comunicazione, i livelli di alimentazione e la forma e le dimensioni delle schede di add-on. Più nello specifico, lo standard mikroBUS prevede una coppia di otto strip femmina; la piedinatura (sempre disposta nello stesso ordine) comprende tre gruppi di pin per la comunicazione (SPI, UART e I2C), sei pin aggiuntivi (PWM, interrupt, ingresso analogico, Reset e Chip Select) e due gruppi di pin per l'alimentazione (da un lato + 5V e massa e dal lato opposto +3,3 V e massa). La spaziatura dei pin (passo 100 mil) è quella standard delle breadboard. Per quanto riguarda le dimensioni

I NUMERI ARRETRATI SONO UNA MINIERA DI IDEE!



I numeri arretrati di Elettronica In sono disponibili sia in **formato cartaceo** che in **formato digitale** (file PDF). I fascicoli cartacei possono essere acquistati effettuando il pagamento con carta di credito o bollettino di conto corrente postale. La spedizione avverrà tramite posta con addebito delle spese di trasporto. Le versioni digitali possono essere acquistate esclusivamente mediante pagamento con carta di credito; al termine del pagamento verrà inviata un'email per il download immediato dei prodotti acquistati.

Per l'acquisto di **più numeri** è possibile creare dal sito www.elettronica.in delle **raccolte personalizzate**.

Nel caso delle riviste cartacee abbiamo previsto delle raccolte da 3, 5 e 10 arretrati disponibili a prezzo speciale.

Nel caso, invece, di fascicoli digitali, abbiamo previsto raccolte di 10, 25 e 50 arretrati. I numeri potranno essere selezionati con una semplice procedura dal nostro sito e verranno inviati su una pen drive USB da 2GB.

Cosa aspettate, collegati subito a www.elettronica.in!



fisiche dei moduli di add-on, sul sito di MikroElektronika (www.mikroe.com) sono specificate tutte le dimensioni. Ricordiamo che i prodotti MikroElektronika sono distribuiti in Italia da Futura Elettronica (www.futura-shop.it).

Un ADC a 24 bit con un elevato range dinamico

Sono alla ricerca di un convertitore ADC ad elevata risoluzione in grado di catturare segnali anche di piccolissima ampiezza (quindi perlomeno a 24 bit) da utilizzare in ambito sismologico. Ho visto le caratteristiche del nuovo ADC SAR LTC2380-24 di Linear Technology che potrebbe andare bene per il mio scopo, ma non ho ben capito il funzionamento del filtro digitale d'uscita...

Massimo Santini - Venezia

Quando l'intervallo dinamico dei segnali da digitalizzare è molto ampio, è necessario fare ricorso a convertitori ADC ad elevata risoluzione come il prodotto di Linear Technology da te citato. La presenza di segnali di ampiezza molto bassa richiede particolare attenzione rispetto ad eventuali segnali di rumore. Un modo per ridurre l'influenza del rumore sul segnale è quello di calcolare il valor medio di diverse acquisizioni. Il nuovo LTC2380-24 integra un filtro digitale di semplice utilizzo in grado, appunto, di effettuare la media dei campioni (oltre ad essere in grado di effettuare campionamenti molto veloci, sino a 2 Msps). La semplicità di

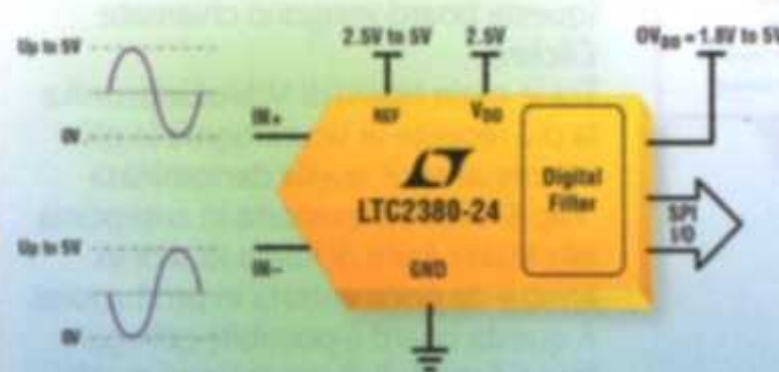
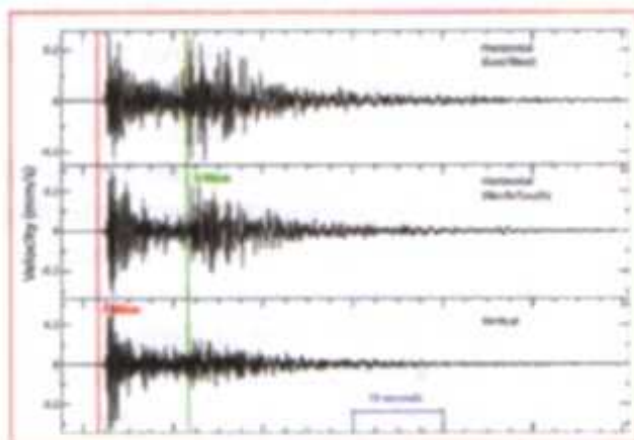
utilizzo risiede nel fatto che non è necessaria alcuna programmazione del filtro il quale continua ad effettuare la media dei campioni fino a quando non viene richiesto il valore in uscita. Il filtro digitale può eseguire la media di un numero intero di conversioni da 1 a 65536, senza necessità di programmazione: il filtro continua ad eseguire la media della conversione fintanto che l'uscita viene letta. A quel punto il filtro si resetta e inizia una nuova media. In pratica la velocità di lettura determina il numero di campioni che vanno a comporre il valor medio finale. Il calcolo della media all'interno del dispositivo, mentre riduce da una parte il sovraccarico del micro che gestisce l'ADC, semplifica la connessione tra le due unità riducendo il clock della comunicazione seriale.

In questo modo si migliora significativamente il range dinamico che risulta essere di 101dB a 1,5Msps e di ben 145dB ad una velocità dei dati in uscita di 30,5 sps: è questo che rende l'LTC2380-24 ideale per le applicazioni in ambito sismico che richiedono un intervallo dinamico elevato. Inoltre, l'LTC2380-24 permette di leggere i risultati tramite un clock seriale a soli 2MHz, facilitando l'interfacciamento con microprocessori e l'uso di dispositivi più lenti. Infine l'utilizzo del filtro digitale offre anche una implicita funzione di sincronizzazione che consente di rigettare una particolare frequenza d'ingresso riducendone gli effetti sul campionamento.

Connessione punto-punto con tecnologia LoRa

Volevo utilizzare le nuove tecnologie Long Range LoRa o Sigfox per realizzare un telecomando punto-punto in grado di coprire una distanza di una trentina di chilometri, rispettando ovviamente i limiti imposti dalle attuali normative per quanto riguarda la potenza RF emessa, l'impiego di antenne direttive, ecc. Cosa mi consigliate?

Roberto Vanzina - Roma





CC112x Range Test in Cape Town, can you go farther than 25km

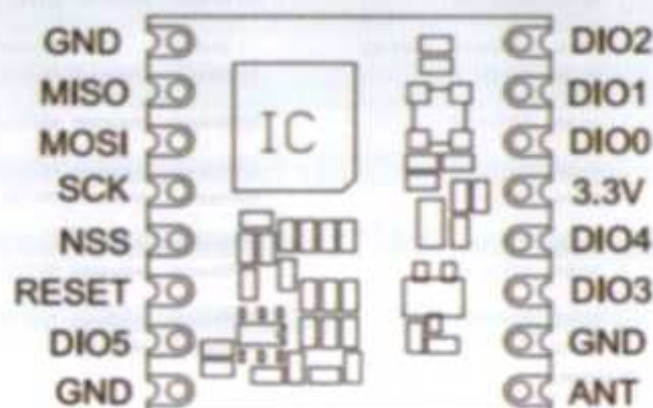


More than 100km range with CC1120

Queste tecnologie sono state sviluppate per realizzare reti per IoT in grado di lavorare sulle bande ISM, tipicamente su quelle sub-1 GHz senza licenza, a 433 o 868 MHz (915 MHz negli USA). Sono le stesse frequenze normalmente utilizzate negli apricancelli, nei telecomandi per auto e nei radiocomandi domestici coi quali azioniamo l'antifurto, alziamo le tapparelle, ecc.

In questi dispositivi la potenza RF del trasmettitore è solitamente molto bassa (1-10 mW), così come la sensibilità del ricevitore (da -90 a -100 dBm). Queste caratteristiche garantiscono una portata di 20-30 metri, sufficiente per un corretto funzionamento del sistema senza interferenze con apparati simili operanti nelle vicinanze. La bassa potenza RF emessa garantisce anche una lunga durata della batteria utilizzata nel trasmettitore. In ogni caso, per evitare interferenze (oltre che per motivi di sicurezza), il segnale radio viene modulato con particolari codifiche più o meno complesse e il ricevitore, per attivarsi, deve utilizzare la medesima codifica.

Per aumentare la portata di un sistema di questo tipo, e in generale di qualsiasi sistema wireless, è possibile (a parità di antenna utilizzata) seguire due strade differenti: incrementare la potenza RF o migliorare la sensibilità del ricevitore. La prima opzione non è percorribile a causa delle normative che impongono una potenza compresa tra 1 e 10 mW per la banda a 433 MHz e tra 5 e 25 mW per la banda a 868 MHz (100 mW negli USA per la banda 915 MHz). Pertanto non rimane che cercare di migliorare la sensibilità del ricevitore, che però, con le tradizionali tecniche analogiche, può arrivare al massimo a -115/-120 dBm a causa del rumore ambiente e del rumore intrinseco dei componenti elettronici. In ogni caso, con ricevitori dotati di questa sensibilità è già possibile aumentare la portata da alcune decine ad alcune centinaia di metri. È come se, a parità di sensibilità del ricevitore, utilizzassimo un trasmettitore da 100 mW (+ 20 dBm) anziché uno da



1 mW (0 dBm). Anche se molto approssimato, il dato che consente di valutare le prestazioni dell'insieme TX + RX è il cosiddetto Link Budget, che è dato dalla somma tra la sensibilità del ricevitore e la potenza del trasmettitore (circa 100 dB nel primo caso e 120 dB nel secondo). Le tecnologie SigFox e LoRa consentono, utilizzando tecnologie differenti (Ultra Narrow Band e Chirp Sequence Spread Spectrum), unitamente a particolari algoritmi e ad una riduzione della banda, di raggiungere sensibilità inimmaginabili sino a pochi anni, dell'ordine di -145 dBm e oltre. Tornando all'esempio di prima, è come se usassimo col tradizionale ricevitore da -100 dBm un TX da oltre 30 watt (per un Link Budget di 145 dB). Se invece di utilizzare un trasmettitore da 1 mW ne utilizzassimo uno da 10 o da 100 mW, il Link Budget arriverebbe a 155/165 dB con portate limitate solo dalla curvatura terrestre. Per convincere anche i più scettici delle possibilità offerte da queste nuove tecnologie, Texas Instruments ha pubblicato un paio di video dove si vedono dei collegamenti reali con sistemi RF con Link Budget di 140/145 dB che utilizzano chip TI UNB (CC1120, CC1190) e che hanno consentito di coprire distanze comprese tra 25 e 114 km (<https://youtu.be/42HpV2E0Zl8> <https://youtu.be/HK1qZAKO6nc>). Da notare che come antenne sono state utilizzati dei comuni stilo in gomma, omnidirezionali, con guadagno nullo. Tornando alla tua domanda, per realizzare il controllo a lunga distanza pos-



siamo consigliarti l'economico modulo ricetrasmittitore con tecnologia LoRa cod. RFM98 il cui Link Budget raggiunge l'incredibile valore (massimo) di 168 dB (sensibilità RX -148 dBm, potenza TX + 20 dBm) che ben si presta a realizzare sistemi di controllo remoto nel rispetto delle normative vigenti.

CoreMarks e DIMPS

Ho letto il mese scorso del sistema di comparazione dei consumi dei microcontrollori basati sul parametro ULPBench dell'Embedded Microprocessor Benchmark Consortium (EEMBC). Nelle indicazioni relative alle prestazioni dei processori trovo spesso anche riferimenti a DIMPS e a CoreMarks. Di cosa si tratta esattamente?

Eugenio Tarantini - Bari

In informatica il MIPS (Acronimo di Million Instructions Per Second, milioni di istruzioni per secondo) è un'unità di misura della frequenza di esecuzione delle istruzioni effettuata da un microprocessore. Le istruzioni a cui si fa riferimento sono quelle assembly del processore in esame. Tali istruzioni sono in genere molto semplici, ad esempio una singola somma o un singolo test per decidere se una condizione logica è vera o è falsa. Un normale programma per computer è composto da migliaia o milioni di queste istruzioni, normalmente generate in modo automatico da un compilatore che traduce il codice sorgente in linguaggio

Order	Processor	Compiler	Operating Speed (MHz)	CoreMark (MIPS)	CoreMark (10)	CoreMark (100)	Threads	Comments	Date Submitted
1	Intel Xeon E5-2650	GCC 4.6.3	2000	185.98	291957.48		32-Threads	2	06/09/13
2	Intel Xeon E5-2687W (2P, 14C, 32T)	GCC 4.5.3	3400	117.54	400116.76	25007.29	32-Threads	1	07/14/13
3	NXP T4240	Green Hills Multi 5.1.4 Compiler v2013.5.8	1800	104.37	187873.61	15456.13	24-Threads	comment	05/05/13
4	CAVSUM OCTEON II CN8060	GCC 4.6.3	1500	103.32	153477.22	4796.16	32-Threads	2	11/18/13
5	NXP T4240	GCC 4.7.1	1800	95.87	179763.04	14980.25	24-Threads	comment	10/15/13
6	Intel Xeon L5640 ES (2) (Fujitsu RX300 S4)	GCC 4.3.2 20080704 (Red Hat 4.3.2-46)	2300	52.35	118571.75		24-Threads	comment	06/05/10
7	Intel Core i7-3930K CPU	GCC 4.6.3 20110731 (Red Hat 4.6.3-3)	3200	47.17	150962.39	25180.40	12-Threads	2	05/18/13
8	Intel Xeon L5640 ES (2) (Fujitsu RX300 S4)	GCC 4.3.2 20080704 (Red Hat 4.3.2-46)	2300	40.87	92812.89		16-Threads	comment	06/05/10
9	Intel Xeon L5640 ES (2) (Fujitsu RX300 S4)	GCC 4.3.2 20080704 (Red Hat 4.3.2-46)	2300	40.49	91783.12		12-Threads	comment	06/05/10
10	Intel i7-3612QE	Intel C++ 12.1	2100	39.97	82933.06	20982.75	8-Threads	comment	01/20/13
11	Intel(R) Core i7-3930K CPU	GCC 4.6.3 20110731 (Red Hat 4.6.3-3)	3200	36.35	118324.16		12-Threads	comment	05/18/13
12	Intel Core i7-3750QM CPU @ 2.40GHz	GCC 4.5.3	2400	35.48	85151.88	21287.92	8-Threads	comment	10/19/13
13	AMD Opteron 6344	GCC 4.6.3	2400	32.35	85475.34	7139.61	12-Threads	comment	11/01/13
14	Intel Core i7 2600	GCC 4.5.3	2392.234	29.35	89562.34		16-Threads	comment	05/12/13
15	Intel Xeon X5450	GCC 4.3.2 (gcc-4.3-branch revision 141291)	3000	28.31	84943.73		8-Threads	comment	06/10/09
16	Intel Xeon L5640 ES (2) (Fujitsu RX300 S4)	GCC 4.3.2 20080704 (Red Hat 4.3.2-46)	2300	27.90	61227.40		8-Threads	comment	06/05/10
17	NXP P4080 (PowerPC e500mc)	gcc version 4.6.3	1500	25.10	37654.44	4706.01	16-Threads	1	04/18/13
18	Intel Xeon E5420 (80P x3550)	GCC 4.3.2 20080704 (Red Hat 4.3.2-46)	2500	23.69	59223.27		8-Threads	comment	06/14/10
19	Intel Xeon L5400 (2) (Axxon D80P-DK)	GCC 4.3.2 20080704 (Red Hat 4.3.2-46)	2133	23.39	50317.30		8-Threads	comment	06/11/10
20	AMD Phenom II X6 1090T	gcc 4.6.3	3200	23.09	71233.25		6-Threads	comment	09/07/13
21	Intel Xeon	GCC 4.3.2 20080704 (Red Hat 4.3.2-50)	2270	22.61	51315.93		8-Threads	comment	06/18/11
22	Intel Xeon W3520 (Lemote S20)	Intel gcc v2011	2640	21.85	58131.00		8-Threads	comment	10/22/13
23	Intel Xeon L5640 ES (2) (Fujitsu RX300 S4)	GCC 4.3.2 20080704 (Red Hat 4.3.2-46)	2300	20.87	47512.78		6-Threads	comment	06/05/10
24	Intel Core i5-2400	Intel gcc v2011	3100	20.04	62115.02		4-Threads	comment	10/22/13
25	Core i7 860	GCC 4.6.3	3000	19.82	55778.28	13944.57	8-Threads	comment	03/19/13

1 - 25 of 25 Scores



macchina. Il numero di istruzioni che il processore riesce ad eseguire in un secondo, espresso in milioni, è appunto, il suo MIPS. Ovviamente più elevato è questo valore e migliori sono le prestazioni della CPU. Con l'acronimo DMIPS si intende la misura delle prestazioni in termini di MIPS effettuata col programma di benchmark

Dhrystone (DMIPS), un programma sviluppato nel 1984 da Reinhold P. Weicker; il valore DMIPS (Dhrystone MIPS) equivale a quello MIPS diviso per 1757. Il CoreMark è un benchmark più recente introdotto dal Benchmark Consortium (EEMBC) con lo stesso obiettivo del Dhrystone, ovvero quello di misurare le prestazioni di una CPU in termini di capacità di elaborazione. In questo caso la procedura e gli algoritmi utilizzati offrono una valutazione migliore di quelle che sono le reali prestazioni del processore. Un altro modo per rappresentare i risultati è in DMIPS / MHz, dove il valore ottenuto è diviso per la frequenza di clock della CPU, per consentire un più agevole confronto tra CPU operanti a frequenze differenti. Anche nel caso del benchmark EEMBC abbiamo il valore CoreMark/MHz nonché quello del CoreMark/core.

RapidIO per la massima velocità di connessione

Sento sempre più spesso parlare di RapidIO, uno standard di connessione che dovrebbe garantire prestazioni al massimo livello. È possibile avere qualche ulteriore informazione?
Marco Rocca - Bologna

Per sapere tutto su questo standard è sufficiente andare sul sito dell'organizzazione non-profit RapidIO (RapidIO.org) che annovera tra i suoi membri alcuni dei più importanti produttori di semiconduttori (ARM, Texas Instruments, IDT, Huawei, NXP Semiconductors, ecc.) e che coordina lo sviluppo di questa tecnologia definendone le caratteristiche. Lo standard RapidIO viene oggi utilizzato nelle applicazioni più avanzate in ambiti quali Data Center e HPC, infrastrutture di comunicazione, telefonia cellulare, automazione industriale e Aerospace & Defence, offrendo un'elevata affidabilità, una maggiore larghezza di banda e bassa latenza in connessioni chip-to-chip, board-to-board e peer-to-peer, con prestazioni scalabili che possono andare da velocità di 100s a centinaia di Gigabit. RapidIO è uno standard aperto, definito da tre strati: logico, di trasporto e fisico. Lo strato logico definisce il protocollo ed il formato dei pacchetti, informazioni necessarie per avviare e completare una transazione. Lo strato "trasporto" definisce l'indirizzamento dei pacchetti mentre il livello fisico definisce le caratteristiche elettriche, i livelli, il meccanismo di trasporto dei pacchetti, il controllo di flusso e la gestione degli errori. Mediante l'Interworking Specification è possibile incapsulare e trasportare altri protocolli (come PCI Express e Ethernet) senza soluzione di continuità attraverso l'architettura RapidIO.

RM ELETTRONICA

Forniture per hobbisti, scuole e industria

Distributore autorizzato:

**FUTURA
ELETTRONICA**

ELETTRONICA

Il tuo punto
di riferimento
per l'elettronica
a ROMA

Via Val Sillaro 38 • 00141 Roma • Tel: +39.068104753 • rmelettronica@libero.it

Le specifiche definiscono un'ampiezza di banda bidirezionale tra 2 gigabit al secondo e 160 gigabit al secondo per ogni link; inoltre, l'interfaccia Serial RapidIO è in grado di scalare in modo incrementale da 1 Gbps fino a 160Gbps, offrendo una maggiore flessibilità al progettista. RapidIO rappresenta oggi una delle tecnologie abilitanti per lo sviluppo di applicazioni all'avanguardia, in primo luogo per la reti wireless 5G dove la bassissima latenza e l'elevata banda passante sono tra le caratteristiche fondamentali di questa rete in fase di sviluppo.



L'ora corretta arriva dal cielo

Devo sincronizzare con grande precisione il funzionamento di due apparati installati in due punti lontani della mia città. Ho provato con l'impiego di RTC ma i risultati sono stati deludenti... come posso fare?

Luca Magrini - Milano

Sicuramente l'utilizzo di comuni chip per Real Time Clock, come il DS1307, non consente di sincronizzare il funzionamento di due apparati, a meno che la tolleranza nell'entrata in funzione e nello spegnimento non sia dell'ordine di qualche decina di secondi o di un minuto. Questi



circuiti integrati, infatti, "perdono" circa 1 secondo a settimana, ovvero un minuto circa ogni anno.

Se i tuoi apparati sono connessi a Internet la soluzione migliore (a meno di non utilizzare impulsi di sincronismo tramite la rete) è quella di fare ricorso ai server e al protocollo NTP (Network Time Protocol) coi quali è possibile sincronizzare l'ora del dispositivo (o dell'RTC utilizzato). Questo metodo consente di sincronizzare gli orologi interni con una precisione compresa tra uno e cento millisecondi, in funzione del tipo di apparato e della distanza dal server NTP.

Se, invece, i tuoi requisiti di precisione sono superiori o non hai la possibilità di connetterti a Internet, la soluzione è quella di dotare ciascun apparato di un ricevitore GPS dal quale ricavare con la massima precisione l'ora da utilizzare per la sincronizzazione.

Questa soluzione viene utilizzata oggi da tutte le reti cellulari e dai sistemi di distribuzione dell'energia elettrica che necessitano di precisioni dell'ordine di qualche centinaia di nanosecondi.

La precisione degli orologi interni dei satelliti è infatti dell'ordine di 40 nanosecondi e gli stessi sono stati allineati tutti insieme nel 1980 e vengono mantenuti sincronizzati tramite il TAI (Tempo Atomico Internazionale). Periodicamente, il tempo UTC viene aggiornato togliendo un secondo ("secondo intercalare" o "leap second" in inglese) per adeguarlo al tempo basato sulla rotazione terrestre rispetto ad una griglia di riferimento fissa nello spazio. L'ora ricavata dalla costellazione

GNSS viene anche utilizzata dai computer impiegati nelle transazioni finanziarie, altro settore dove è richiesta un'elevatissima precisione.

Ancora più preciso sarà l'orologio atomico montato sui satelliti della nuova costellazione Galileo, il Passive Hydrogen Maser (PHM) realizzato da Finmeccanica-Selex ES la cui stabilità di frequenza equivale ad uno scarto di un secondo ogni tre milioni di anni.

Altre due semplici soluzioni per avere un'ora precisa di riferimento con cui sincronizzare i tuoi apparati prevedono l'impiego del segnale RDS di molte stazioni radio FM oppure l'utilizzo di un ricevitore DCF77 (a Milano il segnale si riceve facilmente).

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.elettronicaonline.it/webforum

■ 24-26 MAGGIO 2016

SPS IPC Drives Italia 2016

Parma

sps ipc drives
ITALIA



APPUNTAMENTI

La più importante fiera italiana dell'automazione torna a Parma dal 24 al 26 maggio con alcune novità, la più importante delle quali è sicuramente l'area denominata Know How 4.0, un'area dimostrativa, all'ingresso del padiglione 4, in cui innovazione e tradizione si legano in un percorso tematico - Industria intelligente, Robotica, Informatica e Industria digitale, Internet of Things - nel quale il visitatore potrà toccare con mano isole di lavoro reali o virtuali con i temi del 4.0 coniugati in modo efficace e chiarificatore. Nello stesso luogo saranno presenti anche gli espositori del settore Industrial software, i giovani ingegneri del mondo universitario e le startup. In quest'ottica, i progetti più interessanti realizzati da studenti, laureandi e neo-ingegneri, potranno essere concretamente mostrati ai visitatori, sotto forma di prototipi, applicazioni e prodotti.

"Know How 4.0 vuole essere un luogo dove l'industria 4.0 può raccontarsi attraverso dei concetti evocativi di parti-

colare effetto per il visitatore e offrire la possibilità di riflettere e interrogarsi sul ruolo che le tecnologie dell'automazione 4.0 svolgono nel processo di trasformazione del manifatturiero" ha affermato il Prof. Giambattista Gruosso del Politecnico di Milano, curatore dell'area, durante la presentazione ufficiale dell'edizione 2016 di SPS IPC Drives Italia. Da parte sua Donald Wich, Amministratore Delegato Messe Frankfurt Italia, ha dichiarato "Proprio in questo periodo storico di comunicazione virtuale la fiera ha il valore aggiunto di offrire un'esperienza totale e reale. Le fiere di tecnologie per l'automazione hanno bisogno di luoghi di incontro tra domanda e offerta, luoghi di crescita del mercato in cui stabilire una piattaforma professionale. Il brand SPS IPC Drives nel mondo parte da questo presupposto e ha l'obiettivo di rispondere a queste esigenze sui mercati internazionali."

SPS Italia risponderà ancora alla domanda di formazione e informazione proveniente dal mercato, confermate le tavole rotonde "Food&Beverage", "Pharma&Beauty" e "Automotive" e i

convegni scientifici che verteranno su Progettazione mecatronica e robotica (24 maggio) e Big Data (25 maggio). Nell'ambito della Tavola Rotonda Automotive, Roland Berger presenterà "Osservatorio Industry 4.0: la nuova frontiera della competitività industriale" con focus sui settori automotive, cyber security, elettromeccanica, food e pharma&beauty. Un'importante collaborazione firma inoltre il convegno inaugurale della fiera: il 24 maggio Cisco presenterà "IoT Talks: la fabbrica in digitale". Dopo il successo della precedente edizione, SPS IPC Drives Italia si prepara al suo sesto appuntamento con una proposta sempre più completa nel panorama dell'automazione industriale, declinata in quattordici categorie merceologiche. Il progetto di SPS IPC Drives Italia trae linfa da un Advisory Panel composto da aziende di primissimo piano, e da un Comitato Scientifico, nel quale sono coinvolti i responsabili di automazione, di utilizzatori finali e di costruttori di macchine provenienti dalle maggiori realtà produttive italiane.

www.spsitalia.it



■ 21-24 GIUGNO 2016

AUTOMATICA 2016

Monaco di Baviera • Germania

AUTOMATICA, il principale salone internazionale di automazione e mecatronica segna un nuovo record di iscrizioni: per l'edizione in programma dal 21 al 24 giugno 2016 a Monaco di Baviera, la superficie prenotata dagli espositori è già superiore a quella della precedente edizione: in cinque padiglioni, oltre 800 aziende presenteranno le loro soluzioni per

l'ottimizzazione dei processi produttivi e la robotica di servizio professionale, dimostrando che è cominciata l'era dei sistemi di automazione e dei robot intelligenti.

"Nel 2014 l'industria tedesca di robotica e automazione ha registrato un giro d'affari di 11,4 miliardi di Euro" afferma Patrick Schwarzkopf, Direttore Generale di VDMA Robotik + Automation "Questo nuovo record corrisponde a un incremento del fatturato del nove per cento rispetto all'anno precedente. Nell'anno in corso prevediamo un ulteriore aumento del cinque per cento. Spinto da questi segnali positivi, il settore prosegue

nello sviluppo di tecnologie avanzate come la collaborazione fra uomo e macchina, la robotica mobile e l'Industria 4.0."

Per AUTOMATICA questo significa non solo un'evoluzione, ma una vera e propria rivoluzione in termini di tecnologie ed esposizione.

Robotica, sistemi di visione, soluzioni di assemblaggio integrate e robotica di servizio professionale sono le avanguardie di questa rivoluzione.

AUTOMATICA propone tutta la gamma di prodotti, sistemi e soluzioni per qualsiasi progetto di automazione. Dall'industria automobilistica alla lavorazione dei metalli, dal medicale

MOSTRE MERCATO

S. BENEDETTO DEL TRONTO (AP)
FIERA DELL'ELETTRONICA
PALASPORT - VIALE DELLO SPORT
Organizzazione: G.E.F.E. FIERE
Tel: 3286467529
fiere@gefe.it
www.gefe.it
04 e 05 Giugno 2016

VERONA
ELETTRONICA OUTLET VERONA
Arsenale - Verona
Organizzazione: Expo Fiere Srl
Tel: 054527548
info@expofiere.net
www.expofiere.net
11 e 12 Giugno 2016

LUGO (RA)
ELETTRONICA OUTLET LUGO
Logge del Pavaglione - Centro storico Lugo
Organizzazione: Expo Fiere Srl
Tel: 054527548
info@expofiere.net
www.expofiere.net
04 e 05 Giugno 2016

NOVEGRO (MI)
RADIANT & SILICON
Parco Esposizioni di Novogro (MI)
Organizzazione: Comis Srl
Tel: 027562711 - Fax: 027020835
radiant@parcoesposizioninovegro.it
www.parcosposizioninovegro.it
18 e 19 Giugno 2016

ROSETO DEGLI ABRUZZI (TE)
MOSTRA MERCATO DEL RADIOAMATORE
E DELLE TELECOMUNICAZIONI
Palasport di Roseto degli Abruzzi
Organizzazione: ARI ROSETO
Tel: 0858931033 - Fax: 0858931033
info@ariroseto.it
www.ariroseto.it
11 e 12 Giugno 2016

FRIEDRICHSHAFEN (Germania)
Ham Radio - MESSE FRIEDRICHSHAFEN
Quartiere Fieristico Messe Friedrichshafen
Organizzazione: Messe Friedrichshafen GmbH
Tel: +49 7541708404
Fax: +49 75417082405
hamradio@messe-fn.de
www.hamradio-friedrichshafen.de
24, 25 e 26 Giugno 2016

PIANA DELLE ORME (LT)
Elettron2016
Museo Piana delle Orme
Via Migliara 43 Borgo Faiti
Organizzazione: 3D ITALIA
Tel: 3480686252
11 e 12 Giugno 2016

L'elenco aggiornato di tutte le Mostre Mercato del 2016 è disponibile sul sito www.elettronica.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.elettronica.it/myMainFiere.php?fiere.asp>

■ 7-9 GIUGNO 2016

TECHNOLOGY HUB MILANO

Dopo il successo della scorsa edizione di 3DPrint Hub, che ha registrato l'adesione di 7.500 visitatori professionali e 100 espositori, la manifestazione promossa da Senaf per fare incontrare l'universo della stampa 3D con il mondo produttivo si rinnova diventando parte integrante di Technology Hub - l'evento professionale delle tecnologie innovative per il tuo futuro - in programma a fieramilanocity dal 7 al 9 giugno 2016.

Technology Hub è nato per connettere il mondo imprenditoriale con i fornitori di tecnologie "per il futuro", considerate sempre più indispensabili per il successo e la crescita del business aziendale. Un trend confermato anche dalla ricerca dell'Istituto Adriano Olivetti, che ha evidenziato come nel 2015 gli investimenti delle PMI in nuove tecnologie aumenteranno ulteriormente, segnando un +4% rispetto al già importante incremento del 2014.

"I risultati positivi di 3DPrint Hub - commenta Emilio Bianchi, Direttore di Senaf - hanno confermato ancora una volta l'enorme potenziale che la stampa 3D offre a tutto il mondo produttivo, sempre più attento e interes-

all'alimentare, dal farmaceutico alla plastica, AUTOMATICA si rivolge agli utilizzatori dei settori più svariati. Perché espositori e visitatori condividono lo stesso obiettivo: ottimizzare i processi produttivi.

Da tempo, ormai, i robot hanno abbandonato le loro gabbie di protezione e lavorano gomito a gomito con gli esseri umani.

Dall'industria estrattiva all'agricoltura, dai cantieri edili ai boschi, su terra o in acqua, nei cieli o nello spazio, i robot di servizio sono entrati nella vita lavorativa di molti settori.

L'area "Robotica di servizio professionale" ad AUTOMATICA mostrerà



nuovamente le soluzioni concrete più recenti.

Dopo il debutto positivo del tema "ndustria 4.0 nella realtà produttiva"

AUTOMATICA
OPTIMIZE YOUR PRODUCTION

va" ad AUTOMATICA 2014, la prossima edizione del salone proporrà il nuovo tema "IT2Industry". Si tratta di un salone specializzato accompagnato da un convegno dedicato agli ambienti di lavori intelligenti e connessi. Nel padiglione A5 gli espositori presenteranno soluzioni e servizi per l'Internet delle Cose industriale e proporranno esempi concreti e best-practices. <http://automatica-munich.com/>

sato ai nuovi trend tecnologici. Ed è proprio per soddisfare la crescente necessità informativa delle imprese che è nato Technology Hub, un progetto ideato per essere un vero e proprio momento di interscambio formativo e commerciale del mercato oltre che un'occasione trasversale che raccolga in un unico evento tutti i comparti dell'innovazione innescando un vero e proprio 'contagio' tecnologico da cui derivare soluzioni più efficaci per il business."

Sei i settori che caratterizzeranno Technology Hub 2016 e che ospiteranno spazi espositivi, aree dimostrative, workshop e convegni, case history e presentazioni tecniche, offrendo esempi concreti di utilizzo delle tecnologie in ambito pro-

duttivo e occasioni di interazione e integrazione tra i vari mondi presenti. Costituirà un nucleo importante del progetto, la seconda edizione di 3DPrint Hub, che manterrà la sua impostazione affiancandosi ad Additive Manufacturing Hub. Uno spazio dedicato ai produttori di tecnologie, materiali e soluzioni per il rapid prototyping e il rapid manufacturing, dove saranno mostrate le ultime novità in tema di macchine, materiali e servizi per la prototipazione e la produzione rapida. Molteplici i campi di applicazione presenti: dall'aerospaziale, all'architettura, all'arredo, all'arte, all'edilizia e alla nautica, passando per il medicale, il dentale e la cosmetica, i giocattoli,

il motorsport e la meccanica, fino ai mondi dell'automotive, della moda, della calzatura e della gioielleria.

Negli altri settori di Technology Hub, lo sguardo sarà rivolto al mondo dei droni con l'area Droni Hub che, grazie alla realizzazione di un'apposita flight zone, offrirà ai professionisti la possibilità di scoprire le varie tipologie di droni esistenti (strutture a elica, planari, ibride) e valutare i loro possibili usi in ambito business: dal monitoraggio ambientale e architettonico, al telerilevamento, all'utilizzo per motivi di sicurezza, alle riprese aeree per scopi professionali. All'interno di Robot Hub, invece, si darà alle imprese l'opportunità di incontrare produttori e fornitori di robot, hardware, software, componenti e accessori, con un focus particolare sulla robotica collaborativa e umanoide.

Tra le novità della tre giorni di Milano anche "Elettronica e IoT Hub", l'area che ospiterà i fornitori di elettronica e di soluzioni per l'Internet delle Cose, un mercato in forte crescita che sta trasformando non solo il modo di lavorare e produrre, ma anche la vita quotidiana.

Infine, nell'area Material Hub verranno approfondite le tematiche dedicate all'applicazione di nuovi materiali, in particolare nanomateriali, eco materiali e grafene, per guidare la scelta delle migliori soluzioni e tecnologie legate all'innovazione di prodotto.

www.technologyhub.it



Maker Faire Bay Area, dove tutto ha avuto inizio

In quasi tutti i paesi del mondo è possibile partecipare a una Maker Faire o, perlomeno, a una Mini Maker Faire. Da questo punto di vista dobbiamo dare atto a Dale Dougherty e al suo team di essere riusciti a far sì che tutti questi eventi, anche quelli più lontani, fossero caratterizzati dallo spirito che anima il Maker Movement e che contraddistingue questo tipo di manifestazioni: grandi *kermesse* dove chiunque ha la possibilità di fare conoscere e condividere con i visitatori il frutto della propria creatività, declinata secondo quelle che sono le proprie conoscenze e inclinazioni personali.

Ecco così il più banale dei monopattini - ma che si piega e che sta in una tasca - o il mostro meccanico realizzato con gli avanzi raccolti in una discarica di bulldozer; o, ancora, l'applicazione elettronica supertecnologica realizzata grazie alla semplificazione progettuale resa possibile da board come Arduino o Raspberry Pi: applicazioni realizzate per risolvere una specifica necessità personale, per il piacere di condividere con altri le proprie passioni o magari solo per puro e semplice divertimento. Oppure per rispondere a esigenze più generali, per dare il proprio contributo a trend tecnologici o a sviluppare e portare avanti esperienze di altri. Il tutto all'insegna della condivisione, resa oggi molto semplice grazie a In-



ternet. Non a caso questo movimento è nato ed è cresciuto insieme alla Rete.

Nonostante ciò, nonostante tutte le Maker Faire siano in grado di rappresentare lo spirito più genuino del Maker Movement, la manifestazione di San Mateo, vicino a San Francisco, dove la Maker Faire è nata nel 2006, rappresenta ancora oggi un evento unico e imperdibile. Sarà per la zona dove si svolge, per le persone che la frequentano, per i progetti pro-

posti - spesso strampalati e completamente fuori di testa - sarà per l'odore di cipolla degli hamburger o per quello delle frittelle, o per le canzoni delle band country, sarà per tutto questo che la Maker Faire della Bay Area rappresenta fino in fondo quello che è lo spirito del movimento dei Maker. E che ogni anno è in grado di ispirare centinaia di migliaia di visitatori, di curiosi, di altri maker, che cercano di cogliere da quest'atmosfera, in maniera conscia o meno, i contorni del futuro che sta arrivando. A San Mateo (California) il 20-22 Maggio 2016. Ulteriori informazioni: <http://makerfaire.com/bay-area/>



European Maker Week

L'European Maker Week (30 Maggio - 5 Giugno) è un'iniziativa promossa dalla Commissione Europea (la cui organizzazione è stata affidata allo staff di *Maker Faire Roma* in collaborazione con *Startup Europe*) che ha lo scopo di fare conoscere ai cittadini europei il movimento dei Maker e tutte le altre iniziative correlate: FabLab, Makerspaces, Hackerspace, Startup. Gli obiettivi dell'European Maker Week sono sostanzialmente due:

1. Creare la consapevolezza circa l'importanza dei maker per favorire creatività e innovazione in tutte le scuole europee.
2. Costruire ponti tra le autorità e i media locali e i principali protagonisti di questo movimento attivi in quella specifica area. In particolare l'iniziativa vuole coinvolgere quelle comunità (ad esempio le

scuole) che non hanno mai organizzato eventi di questo tipo.

In Europa il movimento dei Maker si è notevolmente rafforzato negli ultimi 10 anni grazie ai tantissimi progetti innovativi sviluppati, e al sempre più folto numero di persone che utilizzano il proprio ingegno e la propria creatività per costruire un mondo migliore. Attualmente l'Europa è il continente con il maggior numero di FabLab e Makerspace ed è stato il luogo di nascita di progetti rivoluzionari come Arduino, Raspberry Pi, RepRap e tanti altri ancora. Ogni anno si svolgono più di 50 Maker Faire e Mini Maker Faire: Maker Faire Roma - la più grande - ha superato i 100 mila partecipanti nel corso della sua terza edizione nel 2015. In tutta Europa il mon-



do delle imprese sta supportando i maker e le startup, gli artigiani hanno scoperto la fabbricazione digitale e le scuole stanno aprendo propri makerspace. La Commissione Europea vuole contribuire alla diffusione della cultura maker - specie a livello scolastico - supportando una serie di eventi durante la settimana dal 30 Maggio al 5 giugno. L'elenco completo di tali eventi è disponibile sul sito dell'iniziativa al link: <http://europeanmakerweek.eu/events/>

Disruptive Week, Milano si sintonizza col futuro

Dal 7 al 14 Maggio Milano diventa la capitale della rivoluzione digitale che sta drasticamente cambiando i processi produttivi, il modo di erogare i servizi, l'Educazione e la Pubblica Amministrazione. Una settimana di eventi internazionali e nazionali dedicati alle tecnologie emergenti che stanno rimodellando il business e la nostra vita quotidiana. Un'opportunità per scoprire come poter beneficiare della rivoluzione digitale in atto e per orientare correttamente i nostri obiettivi futuri.

Nuovi mercati, nuovi modelli di business e nuove tecnologie, dunque, ma soprattutto nuovi paradigmi.

Per capire come sarà il nostro futuro non resta che immergerci completamente nei tanti eventi in programma.

Disruptive Hackathon (7/8 maggio)

Una 48 ore di full immersion per immaginare come saranno i servizi e i prodotti di prossima generazione con sviluppatori, designer e imprenditori impegnati a costruire prodotti innovativi e idee dirompenti nell'ambito di Smart Home, Smart Toys, Smart Energy, Smart Tourism e Smart Health.

Opening Talk (9 maggio)

La parola ha ancora un effetto dirompente specie se viene utilizzata come coltello per squarciare la tela che cela il futuro che sta arrivando e che investirà la nostra vita in tutti i suoi aspetti, dalle relazioni sociali, al lavoro, dal rapporto con l'ambiente all'invecchiamento. In una tavola rotonda esperti di differenti campi immagineranno gli effetti della trasformazione digitale sulla nostra vita.

IoT WALLEY TOUR (9/10 Maggio)

Visiteremo i laboratori e i centri di sviluppo delle più importanti aziende lombarde impegnate sul fronte dell'innovazione e dell'IoT, in una sorta di "IoT Valley Tour" dal quale trarre ispirazione per le nostre azioni future.

Smart Work (10 maggio)

L'evento *Smart Work* si pone l'obiettivo di approfondire il tema del lavoro ripensato in chiave "smart", divulgando nel contempo contenuti di qualità sulle tecnologie emergenti. Un appuntamento esclusivo, un'immersione nella rivoluzione del lavoro, dalla logica con cui vengono concepite le attività lavorative, agli spazi in cui queste prendono forma, passando per la mobilità intelligente e i sistemi avanzati di realtà aumentata.

IoT Now (10/11 maggio)

Un'occasione per conoscere e valutare casi reali di oggetti connessi attraverso case history di successo. Un ecosistema che nasce dal mondo M2M e dai prodotti per automazione industriale e che, grazie al Web, coinvolgerà anche i più comuni oggetti di uso quotidiano. Sarà anche l'unico evento dedicato all'analisi della sinergia tra IoT e Digital Marketing, per aumentare l'esperienza del cliente durante l'utilizzo dei servizi o durante lo shopping.

Embedded, Wireless & Display Fortronic (11 maggio)

È l'evento di aggiornamento tecnologico dedicato ai dispositivi e ai sistemi che vedono l'elettronica portare un'ondata di



innovazione nei mondi dell'Internet delle Cose (IoT), dell'Automazione, degli oggetti "smart" e di tanto altro. Un appuntamento che si propone rinnovato nei contenuti e nella formula per offrire una visione "integrata" delle migliori idee, proposte e soluzioni offerte e da offrire al mercato.

ID-ea (11 maggio)

ID-ea è l'opportunità di networking B2B dedicata alle aziende che fanno innovazione tecnologica. L'evento mette infatti in relazione proposte e soluzioni per l'ammodernamento del business, alla luce delle nuove prospettive digitali ed informatiche. Casi di successo, best practice, progetti ed innovazioni vengono presentati da fornitori ed utilizzatori di tecnologie innovative per fornire spunti di sviluppo seguiti da dibattiti costruttivi.

Industry 4.0 (11 maggio)

Soluzioni concrete che hanno consentito alle aziende manifatturiere di affrontare le tecnologie dirompenti come la robotica e Internet of Things, rimodellando il processo di produzione, anche per gli impianti e le macchine esistenti.

Smart Health (11 maggio)

Anche nel campo dei servizi legati alla salute delle persone, l'Internet delle Cose sta radicalmente cambiando le procedure consolidate di erogazione dei servizi legati alla salute delle persone con progressi di-



Festival della Luce Lake Como 2016

La città natale di Alessandro Volta apre per la terza volta le porte del sapere scientifico al grande pubblico: dal 6 al 25 maggio 2016 torna il Festival della Luce - Lake Como (www.festivaldellaluce.it), la manifestazione che racconta la scienza a Como con incontri, conferenze, mostre e spettacoli, tutti a ingresso gratuito: la luce viene declinata nei diversi rami delle scienze, dalla biologia alla fisica, all'astrofisica, alla fotonica, con un linguaggio divulgativo e adatto a tutti, incrociando lungo il percorso, altri saperi come la filosofia, l'arte, la musica, l'architettura.

Il tema trasversale di questa terza edizione è il dualismo Luce e Oscurità, nel mondo fisico (luce e materia oscura), nel mondo umano

(conoscenza, intelletto e componente oscura della mente e della natura umana), nell'arte (luce e ombra nei dipinti). La terza edizione del Festival si svolge in diverse sedi della città di Como e del territorio limitrofo nei Comuni di Cernobbio e Brunate, concentrandosi in sedi storiche della città (Palazzo del Broletto, Teatro Sociale, Collegio Gallio, Aula Magna del Politecnico, polo di Como), spazi aperti (piazza Verdi) e cortili entro le mura romane, ville di pregio come Villa del Grumello, Villa Bernasconi e Villa Erba di Cernobbio e Villa Giuliani di Brunate per avvicinare il grande pubblico alle bellezze del territorio. Il Festival ospita personalità eccellenti tra cui il Premio Nobel per la Fisica 2014 Shuji Nakamura, giapponese inventore dei LED a luce blu, di fondamentale importanza per il risparmio energetico, il filosofo e accademico Massimo Cacciari, il genetista Edoardo Boncinelli, i filosofi Giulio Giorello e Carlo Sini, l'astrofisico Giovanni Bignami, il Direttore Editoriale del famoso fumetto "Diabolik" Mario Gomboli, lo scrittore e architetto Gianni Biondillo. Tra gli eventi di grande richiamo sono previsti uno spettacolo illuminotecnico e di video-mapping sulla facciata del Teatro Sociale in Piazza Verdi, in pieno centro città

con la partecipazione straordinaria dell'astrofisico e divulgatore scientifico Giovanni Bignami; la Mostra interattiva "Fotonica. Il potere della luce", al Palazzo del Broletto di Como, corredata di exhibit interattivi che illustrano le diverse applicazioni della luce dalla visione notturna al taglio laser, dallo studio delle opere d'arte al recupero delle prove di crimini; la Mostra di pittura interattiva "Navigatori del cosmo" nella Villa Bernasconi di Cernobbio, che espone le opere luminescenti di Raimondo Galeano, il pittore illuminato che ha portato la pittura in una dimensione ad essa preclusa: il buio; un itinerario che mostra i simboli di Alessandro Volta e della luce partendo dal tempio Voltiano fino alla scultura The Life Electric donata dall'archistar Daniel Libeskind alla città di Como per arrivare al Faro voltiano di Brunate, nell'ambito dell'Anno Nazionale dei Cammini indetto dal Ministero dei Beni Culturali; un concerto in un cortile della città murata, aperto per l'occasione al pubblico, dell'arpista Floraleda Sacchi, oltre a due show didattici al Cinema Astra di Como.

rompenti nella diagnostica e nell'assistenza remota. In un'epoca in cui la popolazione vive più a lungo e ha bisogno di maggiori cure, le nuove tecnologie consentono ai pazienti di vivere tra le mura domestiche, sfruttando la continuità dei servizi di assistenza e aumentando il grado di autonomia, nonché di avvantaggiarsi dell'analisi predittiva e dei Big Data per cure personalizzate e di precisione.

M2M Forum (11/12 maggio)

La più importante manifestazione italiana, ed una delle più importanti in Europa, dedicata alla comunicazione machine-to-machine, ai nascenti sistemi IoT e allo sviluppo delle Smart Cities. L'anno scorso l'evento ha visto la partecipazione di oltre 1200 professionisti provenienti da 21 differenti nazioni.

Smart Energy Now (12 maggio)

Rappresenta l'evoluzione di quelle sessioni dedicate a questo argomento nelle precedenti edizioni del Forum M2M col nuovo paradigma dell'"Internet of Energy" e con l'impatto della trasformazione digitale in campo energetico, dalla produzione al consumo, da parte di imprese e individui, coinvolgendo efficienza energetica e tecnologie di accumulo.

Smart Home Now (12/13 maggio)

Un'iniziativa nuova e innovativa progettata per collegare i fornitori di prodotti e servizi di Smart Home con gli esperti che si

occupano di installare, integrare e implementare questi prodotti. Il roadshow Smart Home Now sarà a Milano durante la *Disruptive Week* per un evento di 2 giorni con presentazioni di prodotti, incontri e matchmaking tra venditori, fornitori di servizi, installatori, professionisti qualificati e sviluppatori di soluzioni IoT.

Smart Retail (13 maggio)

Nella società connessa di oggi molti clienti fanno ricerche online prima di entrare in negozio per fare un acquisto.

La sfida attuale è fornire lo stesso livello di customer experience on-line e in negozio (come al ristorante o in banca) trasformando tutte le interazioni con i clienti in esperienze potenziate dal digitale.

Saper conoscere e utilizzare gli strumenti che la tecnologia mette a disposizione per fornire un'esperienza più profonda, ricca, coinvolgente e personalizzata, è quindi una necessità per chiunque venda al consumatore.

Arteq Touristeq (13 maggio)

Le tecnologie digitali per il turismo culturale: una conferenza unica ed emozionante con tecnologie all'avanguardia in ambito robotico, UAV, Wearable, IoT, Telepresenza e stampa 3D utilizzare per la prima volta per migliorare l'accessibilità e l'esperienza utente all'interno di musei e istituzioni culturali.

<http://disruptiveweek.it/>

Kit di sviluppo per 2D Projected Capacitive Touch (PCAP) e 3D gestures

Microchip annuncia il primo kit di sviluppo sul mercato per riconoscimento 2D projective-capacitive touch (PCAP) e 3D gesture recognition integrati su display: il 2D/3D Touch and Gesture Development Kit (DV102014). Il kit fornisce ai progettisti un facile accesso alla tecnologia di rilevamento 2D e 3D GestIC brevettata da Microchip, consentendo loro di integrare facilmente 2D multi-touch e 3D hand gesture recognition nelle loro applicazioni con display. L'utilizzo della tecnologia basata su campi elettrici consente ora di tracciare sia gesti delle dita che della mano sulla superficie del display oltre che a distanza, fino a 20 cm. Inoltre, il



kit di sviluppo fornisce un'esperienza di facile utilizzo, pronta all'uso, che non richiede sviluppo di codice. Parametrizzazione, diagnostica e impostazioni opzionali, sono realizzati attraverso Aurea 2.0, una graphical user interface (GUI) scaricabile gratuitamente.

Il 2D/3D Touch and Gesture Development Kit utilizza il più recente PCAP controller di Microchip, l'MTCH6303, con il 3D gesture controller MGC3130. È incluso un sensore tattile trasparente da otto pollici per favorire una rapida prototipizzazione per display comunemente disponibili. L'MTCH6303 fornisce coordinate multi-touch con una frequenza di scansione delle cinque dita pari a 100Hz. Inoltre, ha una multi-finger surface gesture suite integrata che la rende un'ottima soluzione sia per applicazioni con un sistema operativo che per sistemi embedded senza sistema operativo.

www.microchip.com

Arrow Electronics introduce la piattaforma di sviluppo per IoT ARIS



Arrow Electronics ha annunciato l'introduzione di ARIS, una piattaforma hardware e software pronta all'uso per l'IoT (Internet of Things), che consente di realizzare e mettere in funzione rapidamente applicazioni IoT con il framework di sviluppo Synergy di Renesas. Lo sviluppo della scheda ARIS è stato condotto da Arrow in collaborazione con la società di progettazione italiana Reloc. Basata su

una MCU Renesas Synergy S7 con core ARM Cortex-M4 a 240 MHz, la scheda ARIS comprende diverse funzioni dedicate agli sviluppi IoT. Un accelerometro a tre assi e un giroscopio a tre assi generano le informazioni relative alla posizione e al moto, i sensori di umidità e di temperatura quelle di natura ambientale. La comunicazione con gli altri dispositivi e con il cloud sono effettuate con il supporto di una porta Ethernet 10/100, di un Bluetooth Low Energy (BLE 4.1/4.2) e di un Wi-Fi b/g/n. Sono compresi anche la funzionalità NFC tag con un crypto bootloader e il supporto per gli aggiornamenti firmware OTA (over-the-air).

www.arrow.com

Cree accelera sulle performance con i nuovi LED XLamp XP

Cree continua a offrire al mercato soluzioni di ultima generazione annunciando i nuovi LED XLamp XP-L e XP-G2. Sfruttando le caratteristiche della SC5 Technology Platform di Cree, i LED XP-L e XP-G2 offrono fino al 9% in più di efficienza rispetto al passato. Questi miglioramenti consentono ai produttori di illuminazione di aumentare rapidamente le prestazioni per le soluzioni esistenti, senza ulteriori investimenti.

Cree ha rivoluzionato il settore con la piattaforma XP e ha continuato a fornire tecnologie all'avanguardia sulla base di questa soluzione. Con un formato di 3,45 mm x 3,45 mm, i LED XLamp XP-L offrono fino a 1150 lumen, mentre

i LED XLamp XP-G2 offrono fino a 586 lumen, entrambi a 85° C. Riflettendo l'eccellente affidabilità a lungo termine della piattaforma XLamp XP, sia i LED XP-L che i XP-G2 dispongono di più di 10000 ore di test LM-80 a 105° C, offrendo fino a 36.000 ore di vita a L90, che equivale ad una perdita di meno del 10% del flusso dopo quattro anni di funzionamento.

www.cree.com



Nuovi switch RapidIO RXS per facilitare lo sviluppo di reti mobili 5G

IDT ha presentato una nuova generazione di switch RapidIO che garantiscono una bassissima latenza, un'elevata larghezza di banda a una migliore efficienza energetica per facilitare lo sviluppo di infrastrutture di rete wireless 4G LTE Advanced (LTE-A) e 5G. Con caratteristiche che superano quelle richieste dalle specifiche tecniche RapidIO 10xN, la famiglia di switch RXS di IDT offre prestazioni raddoppiate rispetto agli switch

della generazione precedente della stessa IDT, che vengono attualmente utilizzati per supportare praticamente tutte le telefonate e i download effettuati sulle reti mobili 4G

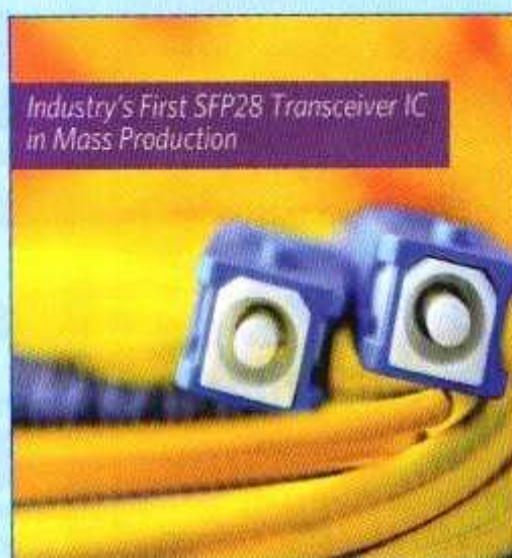


LTE. Oltre che per realizzare le infrastrutture di rete 4G LTE-A e 5G, i nuovi switch sono ideali per affrontare applicazioni che richiedono elevata larghezza di banda e bassa latenza, come i sistemi di elaborazione installati nei nodi periferici di una rete mobile (mobile edge computing), l'elaborazione di dati ad alte prestazioni (HPC, high-performance computing) e l'analisi di grandi masse di dati (data analytics).

La famiglia di switch RXS di IDT

supera gli impegnativi requisiti definiti dallo standard RapidIO 10xN in termini di larghezza di banda, pur continuando a garantire quella bassissima latenza per cui le soluzioni RapidIO sono famose. Queste caratteristiche aiutano a garantire che i dati possano essere trasferiti tra le varie parti di un sistema di calcolo con un tempo di latenza estremamente ridotto e con un'elevata efficienza energetica.

www.idt.com



Transceiver Maxim per moduli SFP28

I produttori di moduli SFP28 rivolti ai data center ed al fronthaul delle reti cellulari possono ora utilizzare componenti ottici in contenitore TO grazie al primo circuito integrato transceiver concepito per questa applicazione, realizzato da Maxim Integrated. I transceiver Maxim per moduli SFP28 elimina la necessità di collocare il

driver per il laser all'interno del sottoinsieme di trasmissione ottica (transmit optical subassembly, TOSA). Ciò permette di tenere questa fonte di calore lontana dal laser, un dispositivo molto sensibile, oltre a semplificare il processo di fabbricazione del modulo e migliorarne la resa produttiva. Il transceiver Maxim per SFP28 comprende

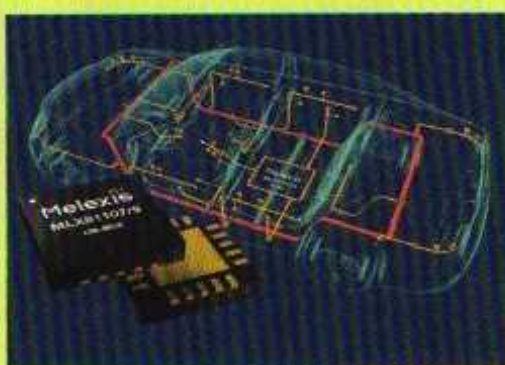
inoltre funzioni avanzate per la regolazione del "diagramma ad occhio" che rendono possibile utilizzare dispositivi ottici a basso costo in contenitore TO. Il modulo SFP28 può quindi essere realizzato allo stesso modo di un modulo SFP+, utilizzando componenti ottici in contenitore TO.

www.maximintegrated.com

MLX81107/MLX81109, nuovi integrati LIN per automotive da Melexis

Melexis ha ampliato ulteriormente la propria gamma di prodotti LIN con l'introduzione delle soluzioni MLX81107/MLX81109. Combinando degli alti gradi di funzionalità intrinseca e dei bassi costi unitari, questi dispositivi programmabili sono in grado di rispondere alle richieste crescenti da parte dell'industria automobilistica di interruttori, attuatori, driver, interfacce sensori e sistemi di illuminazione a LED sofisticati e basati sulla tecnologia LIN.

L'MLX81107 e l'MLX81109 incorporano entrambi nello strato fisico un transceiver e un controllore LIN, un regolatore di tensione, un microcontrollore a 16 bit in architettura RISC, 32 KByte di memoria Flash e un convertitore analogico-digitale (ADC) a 20 canali, oltre a possedere funzionalità di modulazione ad ampiezza di impulso (PWM) a 16 bit. L'unità di gestione del protocollo LIN



è conforme agli standard LIN 2.0, LIN 2.1 e LIN 2.2, oltre che al protocollo SAE J2602. Gli IC sono dotati di 4 I/O ad alta tensione (12 V diretti), più 8 I/O con funzionamento a bassa tensione (5V). Queste interfacce semplificano la comunicazione con l'infrastruttura LIN del veicolo. Ogni I/O può essere programmato per controllare i componenti dell'applicazione usando le risorse di memoria Flash integrate.

L'alto livello di integrazione che presentano i dispositivi MLX81107/9 riduce drasticamente sia i costi per la distinta materiali (BOM) sia l'utilizzo di spazio su scheda.

www.melexis.com

LTM8064, regolatore μ Module step-down da 60V, 7A

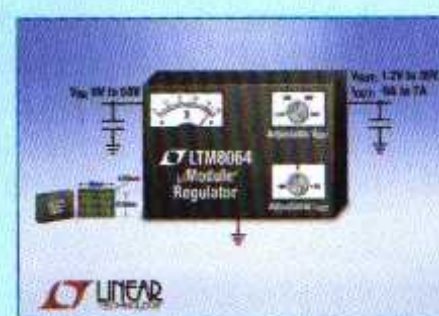
Linear Technology presenta l'LTM8064, un regolatore step-down DC/DC μ Module (power module) con intervallo di tensioni di ingresso da 6V a 58V (60Vmax) e controllo della corrente di carico regolabile con precisione $\pm 10\%$ a 7A. L'LTM8064 può essere utilizzato come regolatore step-down del punto di carico da rail di tensione di 24V, 36V e 48V utilizzati nell'infrastruttura di comunicazione, i computer di fascia alta, le apparecchiature di test, il settore automotive, l'avionica e un'ampia gamma di attrezzature industriali. L'LTM8064 funziona inoltre come generatore di corrente costante per regolare con precisione e controllo (regolazione) la corrente di carico fino a 7A in fase di alimentazione e 9,1A in fase di assorbimento. Le applicazioni che richiedono il controllo di precisione della corrente del carico includono dispositivi Peltier per il

raffreddamento e il riscaldamento, caricatori per batterie e supercondensatori, driver LED e laser e controller per motori e ventole.

Contenuto in un package BGA di 16mm x 11,9mm x 4,92mm, l'LTM8064 include un controller DC/DC, MOSFET, induttori e componenti di supporto. Per completare il progetto, sono richiesti solo due resistenze e condensatori bulk in uscita.

L'LTM8064 funziona da un range di tensioni d'ingresso regolabili comprese tra 1,2V e 36V. La frequenza di commutazione è regolabile da 100kHz a 1MHz.

www.linear.com



NXP accelera lo sviluppo di prodotti Smart Wearable



NXP ha annunciato la disponibilità di una serie di reference platform complete di hardware e software, dedicate sia ai progettisti della "maker community" che agli OEM attivi nel mercato dei dispositivi indossabili. Piattaforme che rappresentano altrettanti punti di partenza per le loro prossime innovazioni.

La piattaforma Hexiwear, ba-

sata sui microcontrollori Kinetis, costituisce una soluzione completa hardware e software che consente ai progettisti di trasferire i dati dai sensori dei dispositivi al cloud.

La piattaforma WaRP7, basata sul processore i.MX 7Solo con architettura eterogenea e core ARM Cortex-A7 e Cortex-M4, servirà a rendere più rapido lo sviluppo di funzionalità intel-

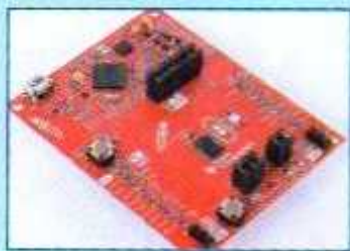
ligenti all'interno dei design originali dei prodotti.

Dal settore fitness e wellness ai dispositivi intelligenti e industriali, queste nuove reference platform sono studiate per tutta una serie di applicazioni IoT, fornendo hardware e software open source, flessibilità in termini di fattore di forma e soluzioni espandibili.

www.nxp.com

TI introduce il primo micro al mondo con TIA configurabile

I clienti Texas Instruments possono ora estendere la durata della batteria in applicazioni di rilevamento e misura con il nuovo microcontrollore MSP430FR2311, l'unico dispositivo del settore che integra un amplificatore in transimpedenza (TIA) a bassa dispersione con un valore di appena 50 picoampere. Il



nuovo microcontrollore – un elemento della famiglia ultra-low-power MSP430 – garantisce perdite 20 volte inferiori rispetto alle esistenti soluzioni di rilevamento di corrente e tensione, offrendo nel contempo una configurabilità della sezione analogica e della memoria che non va a scapito della durata della batteria o dello spazio su scheda.

La soluzione a microcontrollore con un elevato grado di integrazione e con la sezione analogica configurabile aiuta gli sviluppatori a semplificare il design consentendo un risparmio fino al 75 % delle

dimensioni del PCB. Il nuovo MSP430FR2311 permette agli sviluppatori di collegarsi a una vasta gamma di sensori grazie alla disponibilità di ADC, op amp, comparatori e TIA.

Questa soluzione integra anche la tecnologia di memoria ferro-elettrica FRAM (Ferroelectric Random Access Memory) e non necessita del quarzo; il tutto in un contenitore di appena 3,5 x 4 mm. In ultima analisi, questa soluzione single-chip riduce la complessità di progettazione e il tempo complessivo di sviluppo del progetto.

Il micro MSP430FR2311 consente agli sviluppatori di scegliere la configurazione dell'amplificatore di cui hanno bisogno (non invertente, invertente o in transimpedenza) e di scalare la loro applicazione selezionando la quantità di memoria da allocare per il codice e per i dati, eliminando i confini tra Flash e RAM.

www.ti.com

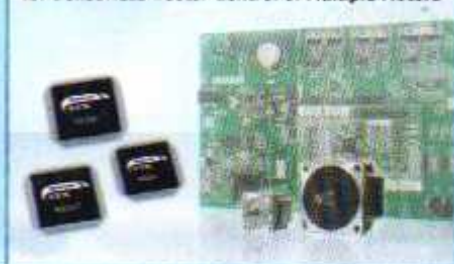
RX24T, la nuova famiglia di MCU a 32 bit ottimizzata per il controllo motori

Renesas Electronics ha ampliato l'offerta di microcontrollori a 32 bit con la nuova famiglia RX24T, ottimizzata per la gestione di più motori in ambito industriale, per l'automazione domestica e degli edifici, così come per la gestione degli elettrodomestici. I nuovi microcontrollori sono stati progettati per controllare contemporaneamente più di un motore a magneti permanenti in apparecchiature quali i condizionatori d'aria, le lavatrici e le lavastoviglie; applicazioni industriali quali, ad esempio, gli inverter di uso generico, i gruppi di continuità (UPS) così come i sistemi di riscaldamento, i sistemi di ventilazione e le applicazioni di condizionamento della

temperatura; applicazioni di automazione quali porte scorrevoli, scale mobili, apricancelli e molte altre ancora. I micro di questa famiglia offrono prestazioni di 160 DMIPs, funzioni analogiche che consentono di ridurre il numero dei componenti esterni e sono pienamente compatibili con le periferiche per il controllo degli inverter già presenti nella famiglia RX23T.

www.renesas.eu

Renesas RX24T Group of 32-Bit MCUs Optimized for Sensorless Vector Control of Multiple Motors



Circuiti integrati di STMicroelectronics per i data center

STMicroelectronics ha annunciato una nuova famiglia di circuiti integrati per la conversione di potenza studiati appositamente per le architetture di potenza a 48 V. Questi tre nuovi prodotti sono già in consegna in volumi.

Per rispondere alla richiesta di un continuo aumento delle prestazioni, è aumentata la potenza di calcolo – e i consumi energetici – di server e processori con il ricorso a chip multicore. Questa nuova generazione di architetture di potenza ha l'obiettivo di ridurre in modo consistente la potenza elettrica sprecata nei server per data center e risponde anche ai requisiti della nuova

ICs for 48V isolated resonant multiphase power conversion



architettura a 48 V annunciata da Google.

ST ha implementato la conversione diretta digitale della potenza da 48 V sviluppando una famiglia di integrati adatta a supportare tutto lo spettro di applicazioni di conversione di potenza per data center. La conversione diretta digitale di potenza elimina gli stadi intermedi di conversione per minimizzare, nei data center, le perdite di potenza che derivano dalla distribuzione dell'energia.

www.st.com

MOSFET a canale N da 800 V e 900 V con una bassa RDS(ON) da Toshiba

Toshiba Electronics Europe ha presentato una nuova gamma di MOSFET ad alta velocità e alta tensione estremamente efficienti per realizzare regolatori di tensione a commutazione (switching). Disponibili nelle versioni con tensioni nominali di 800 V e 900 V, i quattro dispositivi a canale N hanno una resistenza di conduzione (RDS(ON)) tipica che arriva fino a soli 1,9 Ω . Si tratta di dispositivi particolarmente adatti per realizzare applicazioni come convertitori flyback per lampade a LED, gruppi di continuità e altri circuiti che richiedono una corrente di commutazione inferiore a 5 A.

I nuovi MOSFET ad arricchimento si basano sul processo planare Toshiba π -MOS VIII (Pi-MOS-8) di ottava generazione, che combina elevati livelli di integrazione delle celle con un design ottimizzato delle celle. Questa tecnologia supporta una minore carica di



gate e una capacità più piccola, senza la perdita dei vantaggi di una bassa RDS(ON).

Questi MOSFET sono dei dispositivi per applicazioni a bassa corrente che vanno ad aggiungersi all'attuale gamma Toshiba DTMOS IV di dispositivi DTMOS4 a supergiunzione da 800 V. Il modello TK3A90E da 2,5 A e il modello TK5A90E 4,5 A offrono una VDSS nominale di 900 V e hanno resistenze di conduzione RDS(ON) con valore tipico di 3,7 Ω e 2,5 Ω . Entrambi i dispositivi, TK4A80E da 4,0 A e TK5A80E 5,0 A, offrono valori nominali di VDSS pari a 800 V con valori rispettivi di RDS(ON) pari a 2,8 Ω e 1,9 Ω .

<http://toshiba.semicon-storage.com>

VARIATORE DI VELOCITA' MOTORI DC

Consente di variare i giri al minuto di qualsiasi motore elettrico a spazzole alimentato da 12 a 35 Vcc con una manciata di componenti elettronici e il popolare timer 555.

In varie applicazioni, come ad esempio i trapani elettrici e gli avvitatori, ma anche i ventilatori, diviene necessario variare a piacimento, tramite un controllo manuale, la velocità di rotazione dell'alberino del motore elettrico che aziona mandrini, pale ecc. Quando si tratta di motori in alternata, la tecnica elettiva è la parzializzazione d'onda ottenuta tramite un dimmer che

di BORIS LANDONI

ha come stadio d'uscita un TRIAC, ma nel caso dei motori in continua, nello specifico quelli a spazzole, occorre un metodo per variare il valore medio della tensione applicata all'avvolgimento rotorico; la soluzione più conveniente consiste nell'adottare un circuito come quello che vi descriviamo in queste pagine, che sostanzialmente è un modulatore PWM

con uscita di potenza a MOSFET. Ma prima di scendere nel dettaglio dello schema che lo descrive, è il caso di spendere qualche paragrafo per spiegare perché quella PWM



CARATTERISTICHE TECNICHE

- Tensione di alimentazione: 12 ÷ 35Vcc
- Tensione motore: 12 ÷ 35 Vcc
- Corrente motore: 5 A
- Potenza max motore: 200 W
- Frequenza PWM: 25 kHz
- Regolazione della velocità: 0 ÷ 100%

è la tecnica elettiva per il controllo di motori in cc.

Partiamo dalla considerazione che la velocità di rotazione dei motori in continua dipende dalla tensione applicata alle spazzole, dalla corrente assorbita e dal carico applicato (coppia di carico). La coppia motrice sull'albero è proporzionale alla corrente assorbita. Dunque, per variare la velocità di un motore del genere occorre variare la tensione che lo alimenta e fornire, quando viene richiesta, la corrente del caso.

PERCHÉ IL PWM

La soluzione più immediata sarebbe utilizzare un reostato o un regolatore di tensione serie, tuttavia avrebbe la conseguenza di dissipare molta energia a parità di potenza meccanica fornita dall'albero; infatti il reostato è una resistenza che fa cadere ai propri capi una tensione proporzionale alla corrente che l'attraversa, quindi per prima cosa deve disperdere la potenza sotto forma di calore e poi dev'essere dimensionato di conseguenza. Poi non si riuscirebbe a mantenere una relazione tra la posizione del cursore e velocità di rotazione, in quanto un aumento del carico sull'albero determinerebbe un incremento della corrente assorbita e quindi un calo della tensione applicata alle spazzole, il che comporta un rallentamento. Per mantenere una correlazione tra la posizione del cursore e la velocità di rotazione si potrebbe utilizzare un poten-

ziometro alimentando con la tensione tra il cursore e massa un amplificatore di potenza accoppiato in continua la cui uscita alimenta il motore; in questo caso, tuttavia, rimane il problema che l'elemento regolatore della tensione (l'amplificatore, in questo esempio) dissiperebbe una potenza pari alla differenza tra la tensione di alimentazione e quella d'uscita, il tutto moltiplicato per la corrente erogata al motore. Ci vuole quindi una soluzione che consenta di variare la tensione fornita al motore ma senza perdite o quasi; questa soluzione è la modulazione PWM, che consiste nel fornire al motore impulsi rettangolari di ampiezza costante, pari alla tensione nominale del motore, ma di larghezza variabile pur mantenendone costante la frequenza ad un valore accettabile dal motore. Si tratta quindi di variare, nel periodo, il rapporto tra la durata degli impulsi e l'assenza di tensione, rapporto che in elettronica conosciamo come duty-cycle e che viene espresso dalla formula:

$$dc = th/T$$

dove th è la durata dell'impulso a livello alto e T il periodo, formato dalla durata dall'impulso e dalla pausa.

La canonica configurazione del modulatore PWM, ovvero del circuito che genera impulsi a frequenza costante modulati in ampiezza, si basa su un comparatore di tensione che riceve su un ingresso un'onda triangolare e sull'altro una componente continua, la quale può essere fornita manualmente mediante un comune potenziometro o automaticamente da un circuito o dall'uscita di un microcontrollore; supponendo di applicare la tensione continua all'ingresso invertente,

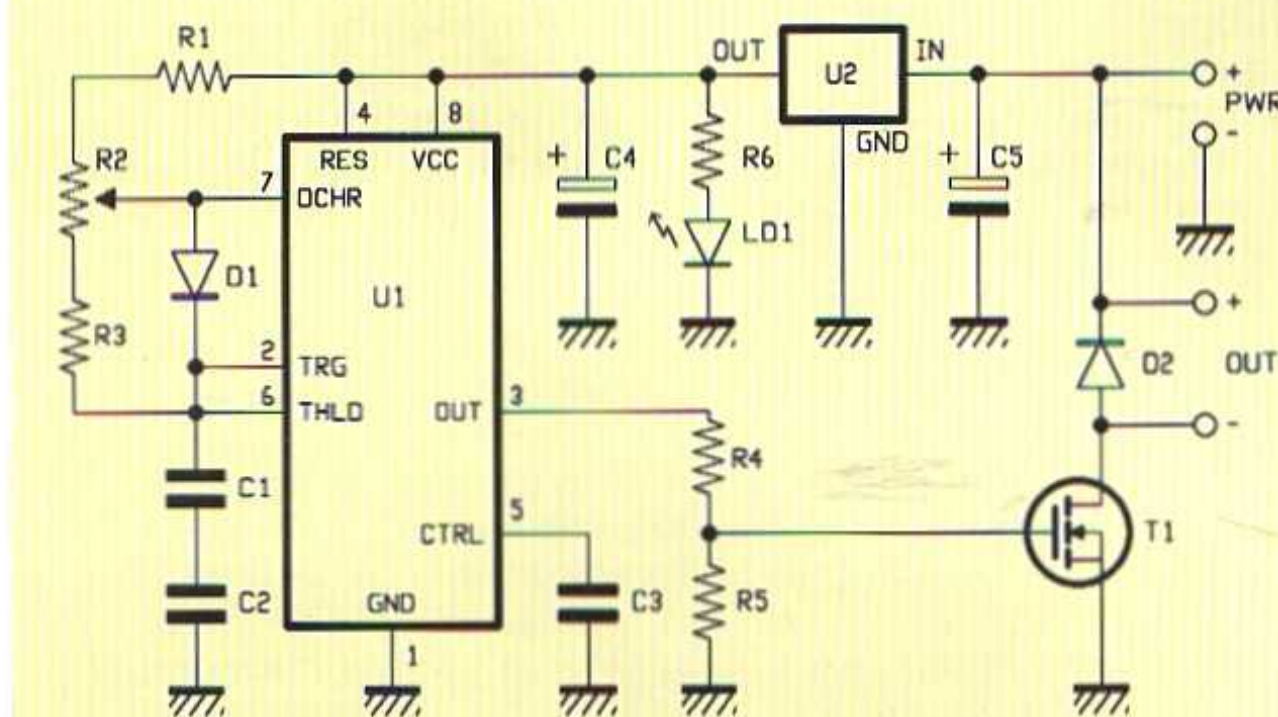
vediamo che quando il potenziale dell'onda rettangolare la supera il comparatore produce in uscita l'impulso a livello alto, mentre quando è inferiore, l'uscita rimane a livello basso.

SCHEMA ELETTRICO

In queste pagine vogliamo però proporvi un modo un po' diverso per generare un segnale rettangolare in PWM, cioè utilizziamo l'immane e versatile 555 in una configurazione un po' inconsueta; infatti sfruttando il funzionamento di tale integrato nella configurazione astabile, facendo variare il duty-cycle grazie a un artificio che sfrutta la differente modalità di carica e scarica del condensatore di temporizzazione, che nello schema elettrico visibile in queste pagine è la serie di C1 e C2 (circa 500 picofarad).

Per farvi comprendere di cosa stiamo parlando spendiamo qualche paragrafo per spiegare come funziona il 555: questo integrato contiene due comparatori aventi in comune un partitore di tensione multiplo che polarizza per l'operazionale superiore l'ingresso invertente e per quello inferiore, il non-invertente; dei comparatori vengono resi accessibili dall'esterno gli ingressi non-invertente di quello superiore (i termini superiore e inferiore si riferiscono al potenziale di riferimento che ricevono dal partitore multiplo, quindi quello superiore riceve la tensione più elevata), corrispondente al piedino 6 (THLD, ossia Threshold) e l'invertente di quello superiore, corrispondente al piedino 2 (TRG, ossia Trigger). Il nodo tra la prima e la seconda (considerate dall'alimentazione positiva) resistenza del partitore multiplo di riferimento dei due comparatori (alimentato, come il resto degli stadi interni al 555, dal piedino 8) viene portato

all'esterno tramite il piedino 5 (CTRL, Control Voltage) e ciò permette di alterare le tensioni di riferimento dei comparatori, così da controllare con una tensione esterna la frequenza di lavoro nella configurazione astabile (operando lo shift di frequenza come si fa nei VCO, ossia gli oscillatori controllati in tensione) oppure la durata degli impulsi in quella da timer (monostabile). Più esattamente, nella configurazione astabile, abbassando la tensione sul piedino 5 si accorcia il periodo della commutazione dell'uscita e quindi si incrementa la frequenza generata, viceversa lasciando salire la tensione fino al livello caratteristico (a vuoto, ossia senza alcun circuito collegato al piedino 5) o incrementandola si allunga il periodo e si riduce la frequenza prodotta. Nella configurazione monostabile, invece, la tensione altera la durata degli impulsi, il che permette, pilotando il trigger con impulsi a frequenza costante, di ottenere un modulatore PWM. Le uscite dei comparatori entrano una nel RESET (quella del comparatore superiore) e nel SET (comparatore inferiore) di un flip-flop di tipo RS, che è un circuito logico la cui uscita diretta (Q)



va a livello alto (corrispondente a circa il potenziale del piedino 8) quando il SET è a livello alto, ovvero assume lo zero logico se SET è posto a circa zero volt; l'uscita presenta un comportamento esattamente opposto quando ad essere stimolato è l'ingresso RESET, il quale, posto a livello logico alto, resetta il flip-flop, intendendo con ciò che ne azzera lo stato di Q. Il flip-flop ha anche un'uscita complementata ($\bar{Q}$), la cui condizione logica è sempre l'inverso di quella Q; nel 555 è collegata, tramite una resistenza, alla base di un transistor NPN configurato ad open collector il cui emettitore è connesso a massa e il collettore al piedino

DCHR (Discharge, 7). Il transistor può commutare una corrente di collettore di 200 mA, utilizzato in modo sink (ad assorbimento di corrente). L'uscita diretta, Q, è invece collegata al piedino OUT (3) dell'integrato attraverso un buffer interno push-pull, capace di erogare un massimo di 200 mA. Il negativo di alimentazione, vale a dire la massa di riferimento del 555 corrisponde al piedino 1, mentre al 4 è connesso il reset a logica invertita del flip-flop: questo piedino permette di resettare forzatamente il circuito dall'esterno applicando un livello logico basso. La massima frequenza di funzionamento del 555 configurato come stabile è 500 kHz. Ciò detto, vediamo che nel circuito il 555 è configurato come astabile, con una piccola variante al circuito canonico, che prevede un resistore tra i piedini 4, 8 e 7, uno tra 7 e 2,6 e un condensatore tra questi ultimi e massa; nel nostro caso la resistenza tra i pin 4,8 e 7 (che chiameremo R_a) e quella tra 7 e 2,6 (la chiameremo R_b) possono variare l'una a discapito dell'altra grazie al fatto che c'è in mezzo un potenziometro il cui cursore, collegato al piedino 7, può avvicinarsi ad R_1 (riducendo la resistenza inserita fra 4, 8 e 7) o a R_3 (riducendo la resistenza tra 7 e 2,6 e, di riflesso, aumentando

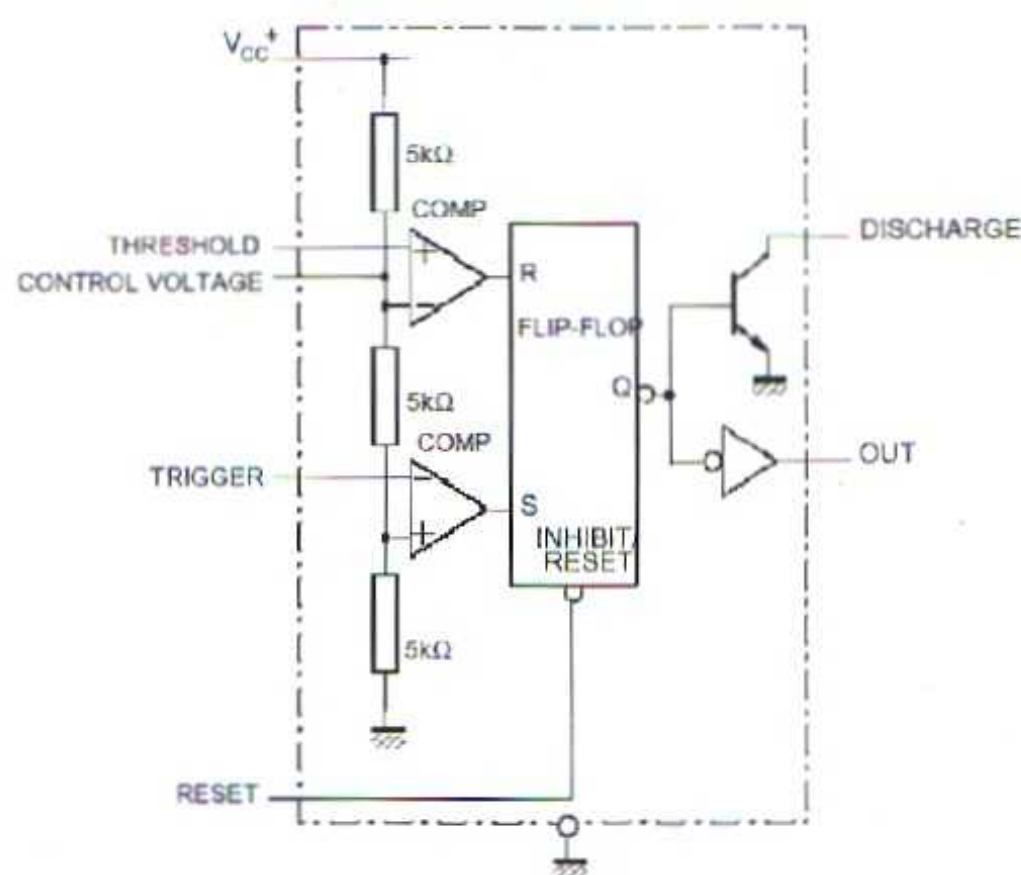
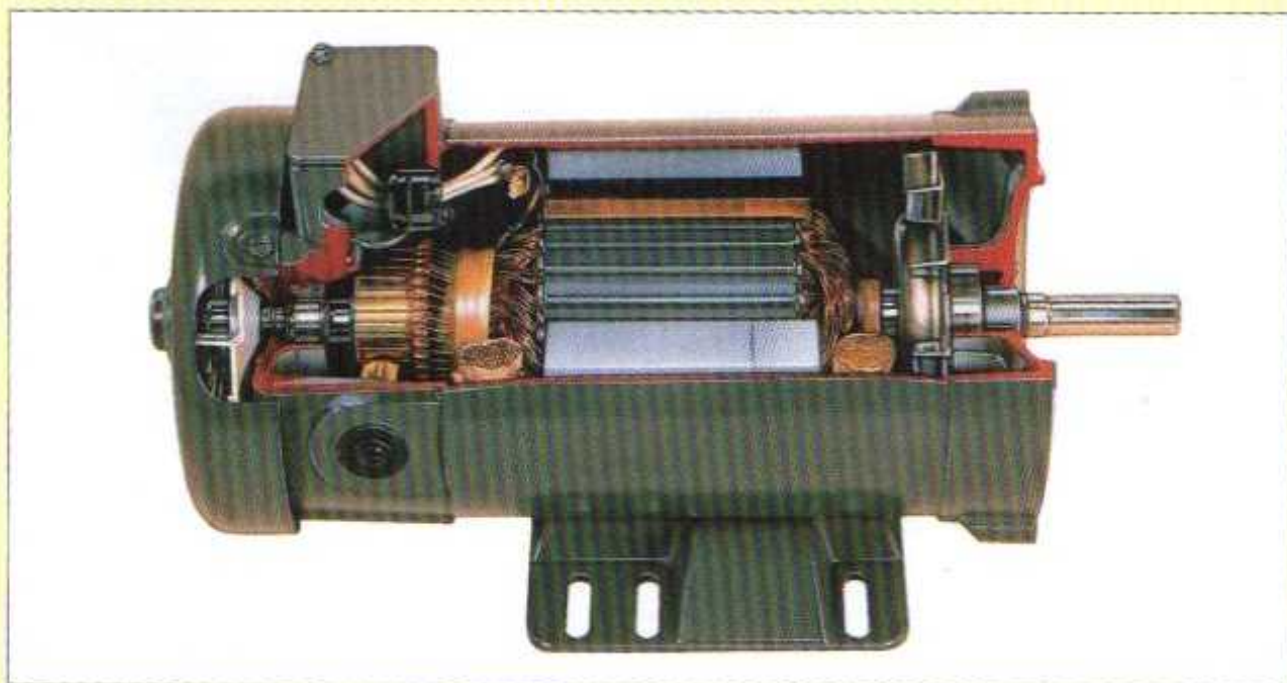


Fig. 1
Schema a
blocchi del 555:
la massa è il pin
1, il TRIGGER
è il 2, OUT è il
3, RESET è il
4, CONTROL
VOLTAGE è il 5,
THRESHOLD il
6, DISCHARGE
è il 7 e il +Vcc
è l'8.

I motori CC

Nella sua forma elementare, un motore in continua a spazzole è formato da una spira, situata fra le espansioni polari di un magnete, i cui estremi sono collegati a un anello chiamato "collettore" attraverso cui ricevono corrente. Per comprenderne il funzionamento immaginate di ruotare la spira in modo che i due contatti siano toccati ognuno da una spazzola e che la polarità sia tale da presentare un campo magnetico con polarità nord rivolta al nord di un magnete e sud verso il sud dell'altro magnete: per effetto di ciò la spira viene respinta dalle calamite e ruota. Per effetto della rotazione, i contatti sull'albero si girano e non toccano più le spazzole, così il campo magnetico smette e con esso la forza repulsiva; se il rotore ha una certa inerzia, la rotazione continua fin quando le spazzole non toccano nuovamente i contatti, stavolta al contrario. Adesso la corrente percorrerà la spira nel verso opposto e presenterà un campo opposto; essendo però rovesciata la posizione della spira, avremo ancora il polo sud del campo elettromagnetico contro il sud del magnete in basso e il nord verso il nord del magnete in alto. Ciò comporta una nuova repulsione e una ulteriore spinta che fa proseguire la rotazione del rotore (spira) fin quando i contatti non toccano di nuovo più le spazzole. La solita inerzia fa proseguire la rotazione fin quando non si torna nelle condizioni iniziali. Il ciclo si ripete e continua all'infinito, mantenendo il rotore in rotazione. Nella pratica il rotore dei motori è realizzato da espansioni polari in ferro o altro materiale ferromagnetico e su di esso sono realizzati degli avvolgimenti (bobine) opportunamente collegati al collettore; in questo modo si posso-

no ottenere campi elettromagnetici molto intensi e coppie motrici elevate. Il collettore del motore in continua è formato, nella sua forma più essenziale, da due contatti sagomati ad arco; tipicamente i contatti sono multipli di due e disposti sempre in opposizione. Ogni coppia rappresenta una bobina e ogni bobina corrisponde a una coppia di espansioni; infatti i poli del rotore possono essere anche quattro o più. Il motore CC a magneti permanenti ha un comportamento reversibile: diventa un generatore di corrente continua (dinamo) se si collega un altro motore all'albero. Si può allora prelevare l'energia elettrica prodotta collegandosi alle spazzole. In ragione di ciò, il motore può agire da freno: applicando tra le spazzole un resistore, l'energia meccanica trasmessa all'albero si dissipa su questo resistore. Le spazzole sono in grafite, il che consente un buon contatto elettrico minimizzando gli attriti; devono però essere sostituite periodicamente. Le spazzole pongono un limite alla massima velocità di rotazione: maggiore è la velocità e più forte è la pressione che bisogna esercitare su di esse per mantenere un buon contatto. Le spazzole, nei momenti in cui non toccano i contatti del collettore, producono transitori di apertura degli avvolgimenti induttivi e quindi scintillio, che arreca disturbo agli apparecchi radio. Tali problemi si possono evitare scambiando il rotore con lo statore, ovvero collocando nello statore gli avvolgimenti e disponendo sul rotore due o quattro magneti con i poli alternati l'uno all'altro. Non servono collettore né spazzole, e gli avvolgimenti possono smaltire più facilmente il calore generato. Motori siffatti prendono il nome di brushless.



quella tra 4, 8 e 7). Per farvi capire cosa accade analizziamo, riferendoci alla Fig. 1, il funzionamento del circuito partendo con C1 e C2 scarichi e aventi quindi una tensione di 0 volt: trascurando le vicende di C3, che si carica quasi subito e quindi non disturba la tensione di riferimento applicata dal partitore multiplo ai comparatori interni al 555, la condizione iniziale del circuito vede i piedini 2 e 6 a circa zero volt e quindi l'uscita del comparatore inferiore a livello alto; ciò determina il livello logico alto sull'ingresso SET del flip-flop e lo stesso sull'uscita Q (la /Q si porta a zero logico lasciando interdetti il transistor collegato al DISCHARGE e quindi il condensatore libero di caricarsi). A questo punto C1 e C2 iniziano a caricarsi attraverso la corrente che fluisce nella serie R1, R2, R3 (ed anche nel diodo D1 che per il momento trascuriamo; il pin 7 non assorbe alcunché), fin quando supera la tensione di soglia del comparatore inferiore, che è pari a 1/3 di quella applicata al piedino 8; ora l'uscita del suddetto comparatore si porta a zero logico e libera il SET del flip-flop, la cui uscita rimane comunque a livello alto fin quando la tensione ai capi su C1 e C2, continuando a crescere, non si porta a un valore superiore ai 2/3 della tensione di alimentazione del 555, ovvero alla soglia di commutazione del comparatore superiore. Quando ciò accade, l'uscita del comparatore superiore si porta a livello logico alto e resetta il flip-flop, la cui uscita diretta passa a zero logico mentre la /Q si porta a livello alto, mandando in saturazione il transistor interno collegato al piedino 7, il quale attraverso R2 scarica C1/C2, ma attraverso R3 e la resistenza del potenziometro inserita tra l'estremo connesso a R3 e il cursore, perché

D1 adesso è interdettato. La situazione rimane questa fin quando la tensione su C1 e C2 non scende al disotto della soglia di commutazione del comparatore inferiore, allorché l'uscita di quest'ultimo torna a livello logico alto e setta il flip-flop, che riporta Q a 1 logico e /Q a zero. In questa condizione il condensatore riprende a caricarsi perché il piedino 7 torna aperto. La carica avviene nuovamente fino a 2/3 della tensione applicata tra i piedini 1 e 8 del 555, quindi il ciclo ricomincia.

Per effetto di ciò abbiamo l'uscita OUT dell'integrato che si mantiene a livello alto nel periodo che serve alla serie di condensatori affinché la tensione ai loro capi passi da 1/3 a 2/3 della tensione di alimentazione (siccome il 555 è alimentato a 9V, il passaggio è fra 3 e 6 volt, corrispondenti rispettivamente a 1/3 e 2/3 della tensione fra i pin 8 e 1) e a livello basso (zero volt circa) nel tempo che trascorre da quando i condensatori, in fase di scarica, vedono calare la tensione ai loro capi da 2/3 della tensione di alimentazione ad 1/3.

I tempi dipendono dai valori delle resistenze R1, R2 ed R3 e sono tanto più simili quanto più la somma R2+R3 è piccola rispetto alla R1: infatti la carica avviene attraverso tutte e tre le resistenze mentre la scarica avviene solo attraverso R2 ed R3.

Vediamo adesso che ruolo gioca il diodo D1, che in carica dei condensatori va a bypassare R3 e la porzione di R2 inserita tra il cursore e l'estremo connesso alla R3 stessa; quando la corrente di carica dei condensatori è tale da determinare ai capi di tale resistenza equivalente più di 0,6 V, il diodo va in conduzione facendo in modo che la carica di C1 e C2 avvenga praticamente solo attraverso R1 e la parte di R2

compresa tra l'estremo collegato a quest'ultimo ed il cursore. In scarica il diodo è sempre interdettato. Volendo considerare ideale il diodo D1, possiamo dire che interviene in carica cortocircuitando la parte inferiore dell'R2 ed anche la R3, perciò semplificando possiamo dire che C1 e C2 si scaricano attraverso R3 e la parte inferiore del potenziometro R2 e si carica tramite R1 e la metà superiore dell'R2.

Questo permette, in teoria ed entro certi limiti, di far variare il duty-cycle dell'onda rettangolare fornita dal piedino 3 tra 0 e 100% e consente di mantenere costante la frequenza di tale onda al variare della posizione del cursore dell'R2.

Dunque, la durata dell'impulso d'uscita a livello alto si determina come:

$$th = 0,693 (Ra + Rb) C$$

trascurando la presenza del diodo D1; C è la serie di C1 e C2, che è pari a $C1 \times C2 / (C1 + C2)$ e vale, come già detto, 500 pF. Tale durata coincide con la carica dei condensatori.

Invece la pausa dura un tempo pari a:

$$tl = 0,693 \times Rb \times C$$

e coincide con la scarica della serie di condensatori.

La durata del periodo T è pari a $th + tl$ e il duty-cycle vale:

$$dc = th/T$$

Se il cursore dell'R2 è spostato tutto verso R1, Ra vale R1 ed Rb è pari a R2+R3 e quindi 102 kohm; in realtà se ipotizziamo che il diodo D1 cortocircuiti Rb, la durata dell'impulso è pari a:

$$th = 0,693 (1 \text{ k}\Omega) 500 \text{ pF} = 0,3465 \mu\text{s}$$

Invece la durata della pausa vale:

$$tl = 0,693 \times 101 \text{ k}\Omega \times 500 \text{ pF} = 0,035 \text{ ms}$$

In questo caso il periodo teorico è di circa 0,353 ms e il duty-cycle vale:

$$dc = 0,3465 \mu\text{s} / 0,035 \text{ ms} = 0,0099$$

ossia lo 0,99 %.

La frequenza vale teoricamente 28 kHz, sebbene in realtà, dato che il diodo interviene alle condizioni dette in precedenza, è 25 kHz. Portiamo adesso il cursore dell'R2 tutto verso R3; a questo punto Ra vale 101 kohm (R1+R2) e Rb 1 kohm (R3). La durata dell'impulso ammonta a:

$$th = 0,693 (101 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega) 500 \text{ pF} = 0,03543 \text{ ms}$$

mentre la pausa dura:

$$tl = 0,693 \times 1 \text{ k}\Omega \times 500 \text{ pF} = 0,3465 \mu\text{s}$$

In questo caso il periodo dura 0,03577 ms e la frequenza è pari a 27,95 kHz, mentre il duty-cycle vale:

$$dc = 0,03543 \text{ ms} / 0,03577 \text{ ms} = 0,99$$

quindi il 99%.

Stabilito come funziona il 555, possiamo proseguire l'analisi del circuito vedendo che il segnale fornito dal piedino OUT pilotato, tramite il partitore resistivo formato da R4 ed R5, il gate del MOSFET T1; quest'ultimo è un componente a canale N di tipo a riempimento (enhancement-mode) utilizzato come interruttore statico, per applicare al motore, connesso tra i contatti + e - OUT, gli impulsi prodotti dal 555 ma amplificati in potenza. Il diodo D2, collegato in parallelo ai morsetti d'uscita, sopprime gli impulsi di tensione inversa gene-

[piano di MONTAGGIO]

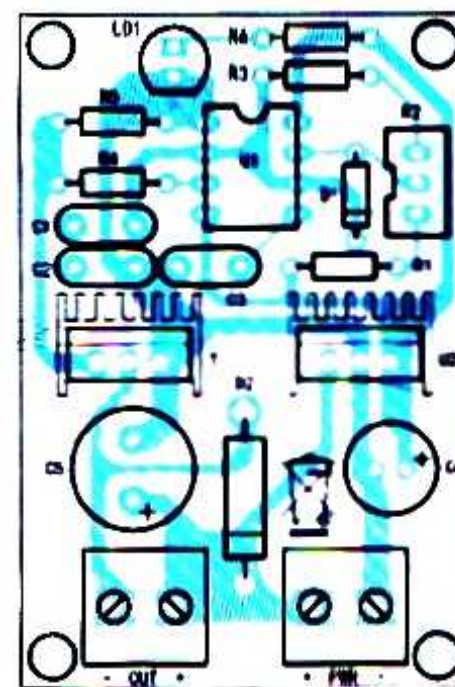
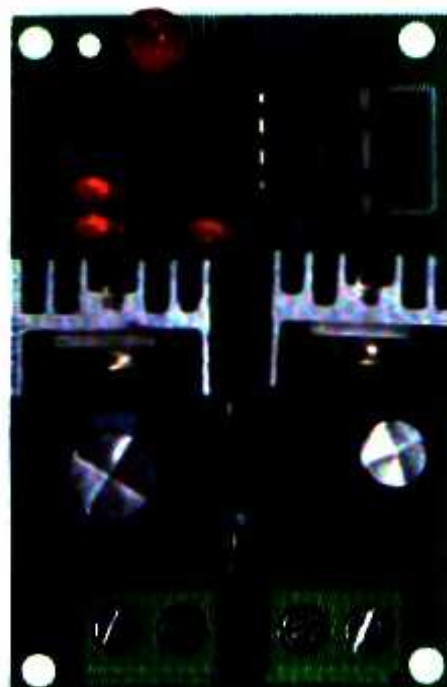
Elenco Componenti:

C1: 1 nF ceramico
C2: 1 nF ceramico
C3: 10 nF ceramico
C4: 470 μ F 25 VL elettrolitico
C5: 470 μ F 50 VL elettrolitico
R1: 1 kohm 1%
R2: Potenzimetro
Log 100 kohm
R3: 1 kohm 1%
R4: 300 ohm 1%
R5, R6: 10 kohm 1%
T1: P75NF75
D1: 1N5408
D2: BAT41

LD1: LED 5 mm rosso
U1: NE555
U2: L7809

Varie:

- Morsetto 2 poli passo 5 mm (2 pz.)
- Dissipatore (2 pz.)
- Vite 10 mm (2 pz.)
- Connettore ad innesto 3 vie volante + cavi
- Connettore ad innesto 3 vie da CS
- Circuito stampato S1262



rati dal motore quando le spazzole commutano sul collettore ed ogni eventuale picco di tensione inversa derivante dal pilotaggio di carichi induttivi.

Concludiamo l'analisi del circuito con l'alimentazione, che si applica ai morsetti + e - PWR e raggiunge in parallelo l'ingresso del regolatore U2 e il circuito di potenza per l'uscita OUT, opportunamente filtrata dall'elettrolitico C5, scopo del quale è sopprimere le ondulazioni rettangolari della tensione sulla linea quando il MOSFET pulsa su un motore che assorbe molta corrente. Il filtraggio operato dal condensatore assicura che U2 non venga disturbato e possa ricavare alla propria uscita (OUT) una tensione di 9 volt ben stabilizzata e pulita, occorrente a far funzionare il modulatore PWM basato sul 555; eventuali residui della commutazione presenti sulla linea di alimentazione principale e passati attraverso il 7809 vengono attenuati dall'elettrolitico C4. La presenza dell'alimentazione è segnalata dal LED LD1, protetto dalla resistenza di limitazione della corrente R6.

REALIZZAZIONE PRATICA

Passiamo adesso alle note costruttive, partendo dal circuito

stampato, che è un singola faccia (quindi realizzabile da tutti con facilità) e va ottenuto per fotoincisione seguendo la traccia lato rame scaricabile dal nostro sito www.elettronica.in.it; inciso e forato il c.s. dovete iniziare il montaggio dei componenti (tutti a montaggio tradizionale, per la gioia di chi non familiarizza con gli SMD...) con le resistenze, il diodo al silicio D1 e i condensatori da 1 e 10 nF, quindi procedendo con il diodo di potenza D2 e l'integrato 555, che potete montare su uno zoccolo dip 4+4 contatti (in tal caso inserirete l'integrato una volta saldati tutti gli altri componenti). Passate al LED (ricordate che il catodo di quest'ultimo è l'elettrodo dal lato smussato del contenitore) e alle elettrolitiche, quindi montate in piedi il MOSFET e il regolatore 7809, dopo averli avvitati ognuno a un dissipatore di calore con sezione a U o ad H, purché avente una resistenza termica non superiore a 20 °C/W. Fissare il componente al proprio radiatore permette di avere l'altezza precisa cui tenerlo e di stabilizzare il tutto spingendo i piedini nei rispettivi fori finché il dissipatore non aderisce alla superficie del

circuito stampato. Per agevolare il trasferimento del calore, soprattutto per il MOSFET, spalmate della pasta al silicone tra l'aletta metallica e il relativo dissipatore. Il potenziometro non va montato sul circuito stampato ma collegato alle rispettive piazzole mediante tre spezzoni di filo di rame in guaina di uguale lunghezza; ricordate che il cursore va alla piazzola centrale delle tre riservate all'R2. Per l'orientamento dei componenti polarizzati fate riferimento al disegno di montaggio visibile in queste pagine.



per il MATERIALE

Il controllo di velocità per motori DC (cod. SPEEDMOTDC) viene venduto montato e collaudato ed è disponibile presso Futura Elettronica al prezzo di 6,00 Euro. Il prezzo è inteso IVA compresa.

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

Scopriamo le Virtual Private Network e impariamo a realizzarne una utilizzando la scheda del "lampone" e uno specifico tool software. Prima puntata.

di IPPAZIO MARTELLA

UNA VPN CON RASPBERRY PI

In pochi anni, la possibilità di essere costantemente connessi a Internet ha cambiato radicalmente lo stile di vita della gente. Tenersi informati, comunicare con gli amici o trovare la strada per raggiungere un luogo, sono solo alcune delle attività per le quali la Rete (così ci siamo abituati a chiamare Internet) viene utilizzata in maniera abituale. Sfortunatamente, questo impiego intensivo di Internet espone chi ne usufruisce a rischi non trascurabili, perché nel momento in cui ci

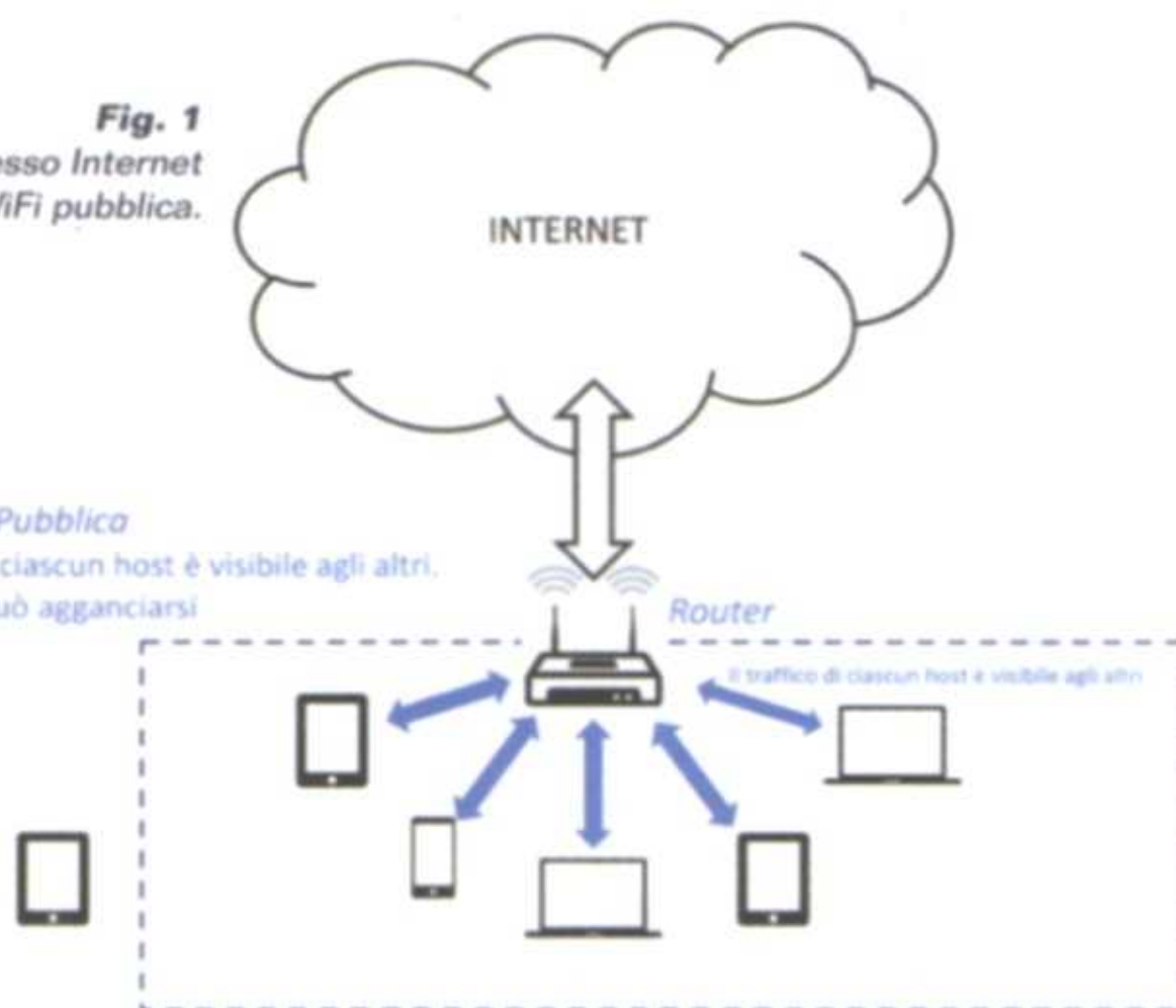
si collega a Internet attraverso una rete WiFi pubblica (come quelle dei bar o degli hotel), gran parte delle nostre comunicazioni sono di fatto accessibili a chiunque sia connesso alla stessa rete (Fig. 1). Utilizzare connessioni cellulari (come GPRS e HSPA) rende l'intercettazione relativamente più complessa, ma non impossibile come si potrebbe pensare. In contesti simili, per migliorare la confidenzialità delle proprie comunicazioni è consigliabile usare una Virtual Private Network (VPN). In queste pagine



Fig. 1
Accesso Internet
da una rete WiFi pubblica.

Rete WiFi Pubblica

Il traffico di ciascun host è visibile agli altri.
Chiunque può agganciarsi



vedremo cos'è una VPN, a cosa serve e come funziona, riservandoci, nella prossima (ed ultima) puntata, di realizzarne una mediante la popolare scheda embedded Raspberry Pi.

CHE COS'È UNA VPN?

Con riferimento alla Fig. 1, una Virtual Private Network (VPN) è una rete privata virtualizzata su un'infrastruttura di rete eterogenea. Ma cosa significa, in parole povere? Per rispondere a questa domanda procediamo per passi, iniziando col dire che una rete privata è una rete informatica in cui tutti i "partecipanti" (host) accedono alla rete previa autorizzazione. In genere, gli host che appartengono a queste reti fanno parte della stessa organizzazione (rete aziendale) oppure occupano una stessa area geografica limitata (rete WiFi domestica). Un'altra caratteristica molto comune tra le reti private è avere le infrastrutture fisiche di rete, come cavi e router, di proprietà dei partecipanti alla rete (Fig. 2). Ed è proprio qui che una VPN si distingue da una semplice rete

privata: le infrastrutture fisiche di rete in una VPN sono di tipo eterogeneo, dunque possono comprendere sia spezzoni di reti private tradizionali e sia pezzi di reti pubbliche (come Internet). In sostanza, una VPN è una rete privata che sfrutta infrastrutture pubbliche per collegare gli host che ne fanno

parte. Affinchè tutto ciò possa avvenire in maniera sicura, tutte le comunicazioni effettuate attraverso la VPN vengono cifrate (Fig. 3).

ESEMPIO D'USO DELLA VPN

Le VPN possono essere impiegate per molteplici scopi, il più comune dei quali, come accennato, è la navigazione Internet sicura da qualunque rete. Per illustrare al meglio questo caso ci aiuteremo con l'esempio schematizzato in Fig. 4. Nella figura, il notebook che per comodità abbiamo chiamato Pippo, è connesso a Internet attraverso una rete WiFi pubblica. Pippo ha bisogno di accedere a www.google.it per effettuare delle ricerche, ma teme di poter essere spiato da Pluto che è connesso alla stessa rete. Per evitare che ciò avvenga, Pippo si collega via VPN ad un server fidato che abbiamo chiamato Fido. Una volta instaurata questa connessione, Pippo utilizzerà il canale VPN cifrato per chiedere a

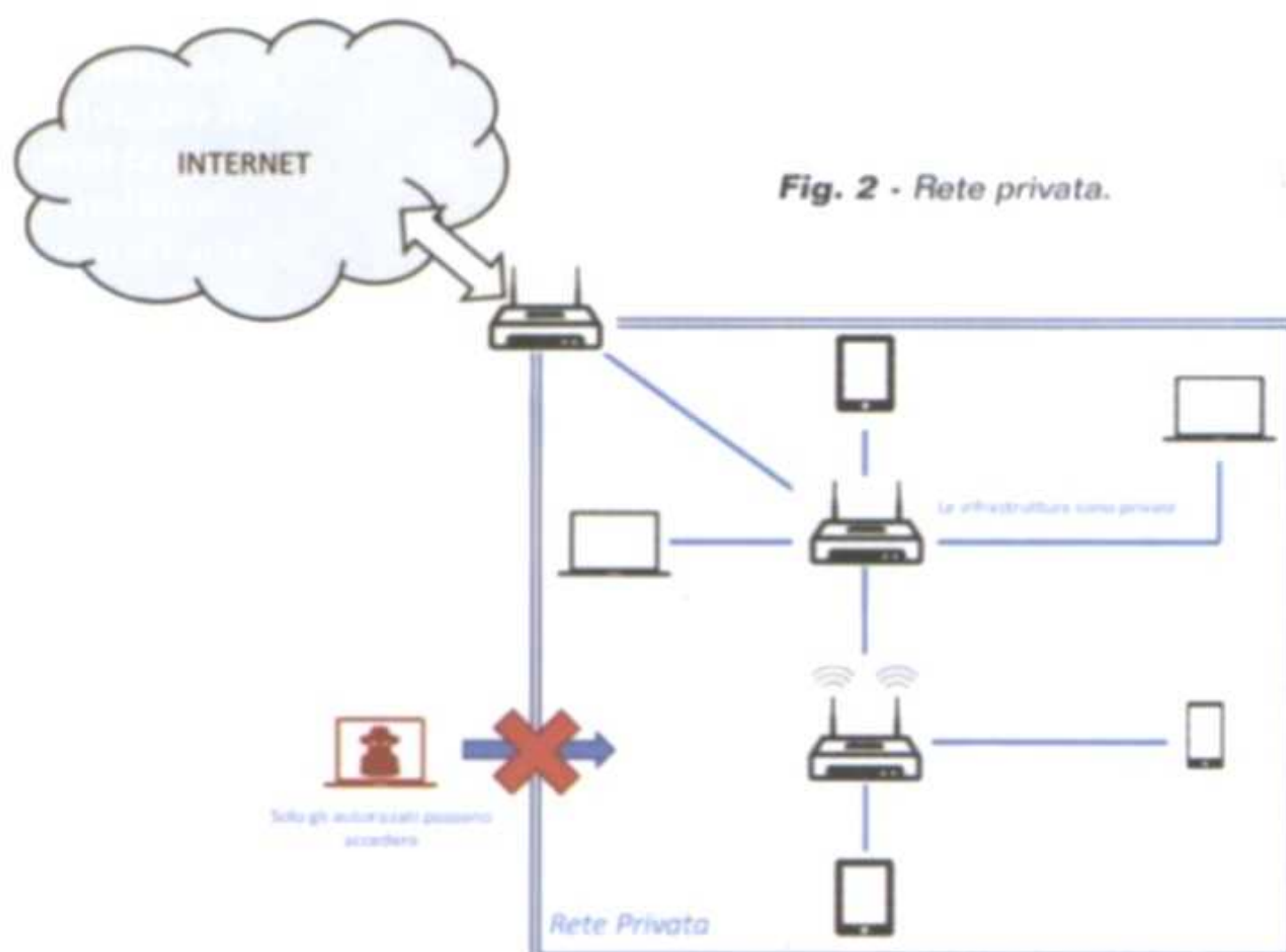
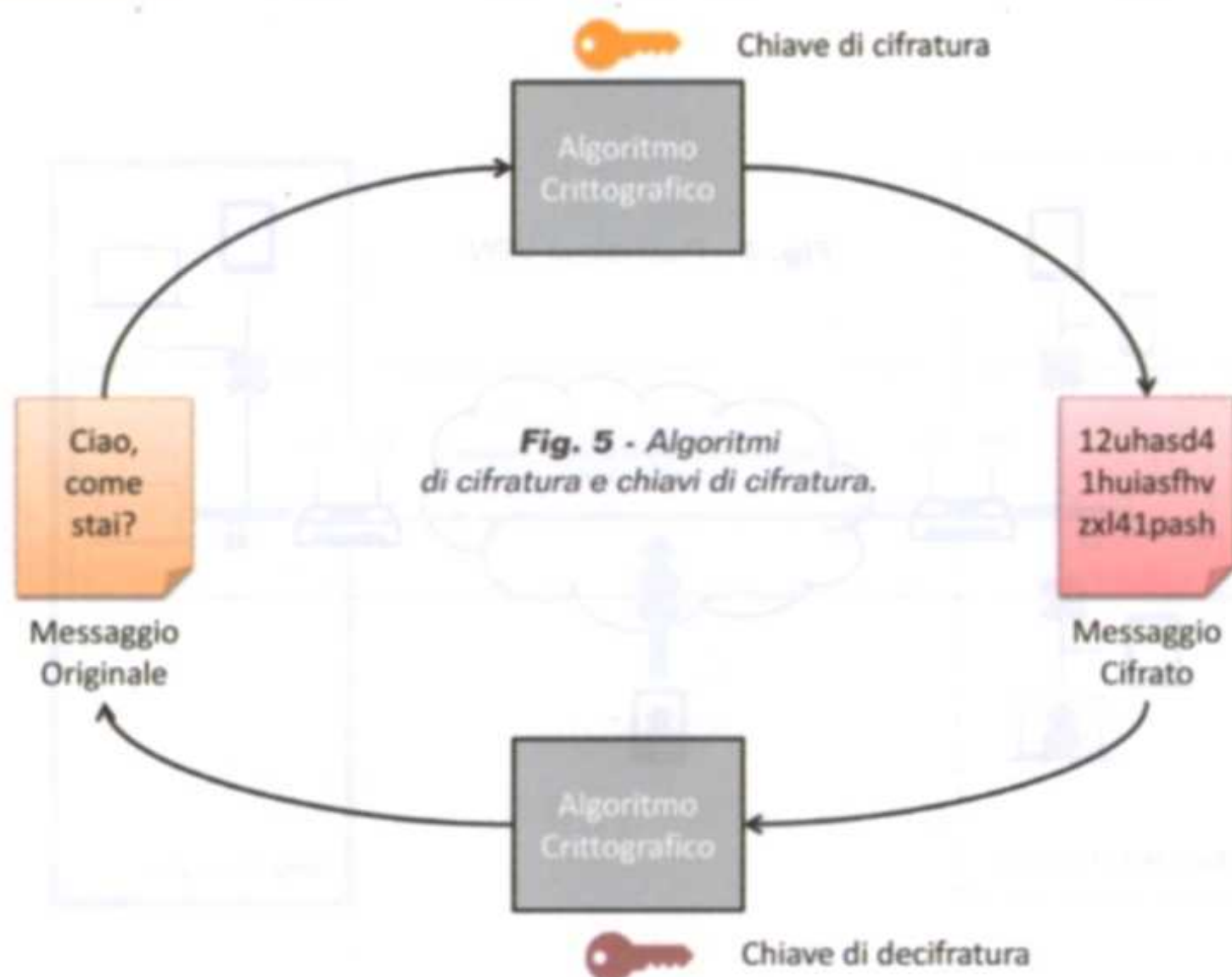


Fig. 2 - Rete privata.



più diffusi e maggiormente supportati attualmente disponibili. Infatti la gran parte dei sistemi operativi in commercio supporta PPTP senza la necessità di installare software aggiuntivi. Il protocollo PPTP, inoltre, è molto leggero dal punto di vista computazionale (può "girare" senza problemi anche su hardware poco potente) e di conseguenza è molto performante. Sfortunatamente tutti questi pregi hanno come contropartita un profilo di sicurezza insoddisfacente (in quanto a confidenzialità e autenticazione); infatti negli ultimi 10 anni numerosi ricercatori hanno dimostrato l'inefficacia delle misure di sicurezza previste dal protocollo, soprattutto alla luce dell'incessante aumento della potenza di calcolo dei PC. Per questo motivo, Microsoft (che ha partecipato attivamente alla definizione del protocollo) oramai ne sconsiglia apertamente l'utilizzo. Il protocollo **L2TP + IPsec**,

come facilmente intuibile, consiste nell'uso in tandem di due diversi protocolli: il protocollo **L2TP** (*Layer-to-Tunnel Protocol*) si occupa di gestire il "tunneling" (instradamento) delle informazioni, mentre l'**IPsec** (*Internet Protocol Security*) provvede a garantire confidenzialità, integrità e autenticazione. Il risultato finale di questa combinazione è un protocollo sicuro, che può operare in maniera completamente trasparente rispetto agli utenti (ammesso di avere l'hardware appropriato). La combinazione **L2TP+IPsec**, infatti, consente di mettere in sicurezza tutto il traffico generato da un PC (o da una rete), indipendentemente dall'applicazione utilizzata (browser, VoIP, streaming, trasferimento file, ecc.); tutto questo, in modo trasparente all'utente finale. Per questi motivi, **L2TP+IPsec** è la scelta preferita per le VPN aziendali. Il prezzo di tutte queste funzionalità si paga in termini

di pesantezza computazionale (quindi performance più basse) e complessità di configurazione dell'infrastruttura (i router sorgente e destinazione devono supportare espressamente VPN IPsec affinché il sistema funzioni). Infine, è doveroso segnalare che in seguito alla fuga di informazioni dovuta ad Edward Snowden nel 2013, è emerso come l'NSA possa aver influenzato lo sviluppo di IPsec in modo da renderlo vulnerabile a tecniche di intercettazione più sofisticate.

L'ultimo protocollo di tunneling che esamineremo in questo articolo è **SSL/TLS** (*Secure Socket Layer/Transport Layer Security*). Questo protocollo è diffusissimo perché alla base delle connessioni web sicure (è il protocollo usato ogni volta che ci si collega ad un sito che inizia per **https** invece che **http**). Il protocollo **SSL/TLS** è generalmente più performante rispetto a **L2TP+IPsec** e se configurato correttamente garantisce un livello di sicurezza senza paragoni. Un altro grosso vantaggio di **SSL/TLS** è che il traffico cifrato può essere reso indistinguibile dal normale traffico web, bypassando in questo modo parte dei blocchi imposti da enti di censura. A differenza di **L2TP+IPsec**, **SSL/TLS** è pensato per la messa in sicurezza delle comunicazioni prodotte da una singola applicazione (es. il browser) o al limite di un singolo PC e in ogni caso l'utilizzo di **SSL/TLS** non è trasparente per l'utente (normalmente bisogna lanciare un programma specifico per attivare la connessione). Un massiccio intervento dell'utente è normalmente richiesto anche in fase di configurazione, a meno di usare soluzioni proprietarie progettate ad-hoc per limitare

queste complicazioni. Il protocollo SSL/TLS è alla base di **OpenVPN**, la soluzione VPN open-source attualmente più diffusa.

ALGORITMI CRITTOGRAFICI, CHIAVI E CERTIFICATI

Per comprendere a pieno il funzionamento e i dettagli implementativi dei protocolli di tunneling esaminati nella sezione precedente sono necessarie conoscenze matematiche e di crittoanalisi molto avanzate. Sebbene una spiegazione esaustiva del funzionamento dei protocolli sia dunque proibitiva, in questa sezione verranno illustrati una serie di concetti che sono alla base della sicurezza delle VPN e del web in generale: i concetti di algoritmo di crittografico, chiave e certificato. Cominciamo con il concetto di **algoritmo crittografico**: si tratta di un algoritmo (quindi un insieme ordinato di operazioni) che consente di convertire un *messaggio* (un insieme di dati) da una forma leggibile ad una illeggibile e viceversa. Per fare ciò, tipicamente gli algoritmi crittografici combinano il messaggio originale con delle stringhe di bit chiamate **chiavi**. Controllando la distribuzione di queste chiavi, diventa possibile limitare l'accesso ai dati originali solo alle entità autorizzate (che conoscono le chiavi).

Nel corso degli anni sono stati inventati molti algoritmi crittografici, tuttavia la gran parte di essi può essere classificata in due macrocategorie: a chiave *simmetrica* e a chiave *asimmetrica*. Negli algoritmi a chiave *simmetrica* (come AES, Blowfish e DES), le chiavi utilizzate per cifrare e decifrare il messaggio sono uguali. Questi algoritmi

sono concettualmente più semplici da comprendere, ma possono essere utilizzati in maniera efficace solo in ambiti in cui la distribuzione dell'unica chiave può essere facilmente controllata. Affinchè il sistema funzioni, infatti, la chiave deve essere necessariamente comunicata a tutti i soggetti autorizzati, con il rischio che però finisca nelle mani di un hacker.

Negli algoritmi a chiave *asimmetrica* (come l'**RSA**), invece, le chiavi di cifratura e decifratura sono diverse, associate in maniera univoca (per ogni chiave di cifratura esiste una e una sola chiave di decifratura) e intercambiabili (ciò che viene cifrato da una chiave può essere decifrato dall'altra e viceversa). A livello matematico, le due chiavi sono generate in modo tale che per derivare una chiave dall'altra siano necessari anni (se non secoli) di calcoli ininterrotti, il che fornisce una sicurezza praticamente assoluta. Dopo aver generato le due chiavi, una viene utilizzata come **chiave pubblica** e può essere distribuita liberamente, mentre l'altra viene utilizzata come **chiave privata** e va assolutamente tenuta segreta. Utilizzando le due chiavi

in questo modo, è possibile effettuare delle comunicazioni in maniera completamente privata e con la possibilità di autenticare (identificare) gli "interlocutori". Questi casi d'uso sono alla base del funzionamento delle VPN, per cui vale la pena approfondirli attraverso degli esempi.

In **Fig. 6** Alice vuole inviare un messaggio privato a Bob utilizzando un algoritmo crittografico asimmetrico. Per fare ciò, Alice utilizza la chiave pubblica di Bob per cifrare il messaggio. Quando Bob riceve il messaggio cifrato, gli basta utilizzare la sua chiave privata per decodificare il messaggio e leggerne il contenuto. Questa comunicazione è confidenziale, poichè solo Bob è in grado di decodificare il messaggio in quanto è l'unico a possedere la sua chiave privata.

Ammettiamo ora che Bob voglia rispondere ad Alice: egli cifra la sua risposta usando la propria chiave privata, e invia il risultato ad Alice. Quando Alice riceve il messaggio cifrato, utilizza la chiave pubblica di Bob per decodificarlo e leggerlo.

Notate un ulteriore dettaglio: se Alice riesce a decodificare il messaggio con la chiave pubblica di Bob, allora può essere

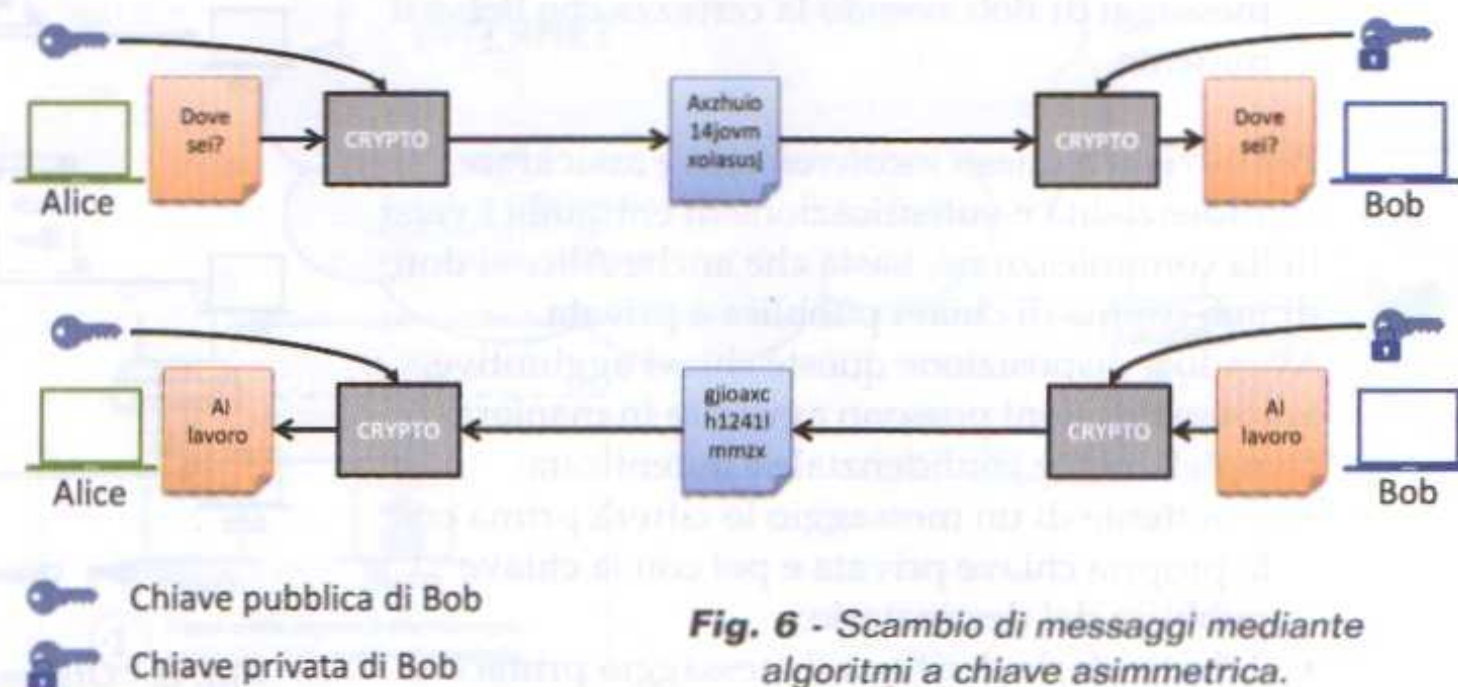


Fig. 6 - Scambio di messaggi mediante algoritmi a chiave asimmetrica.

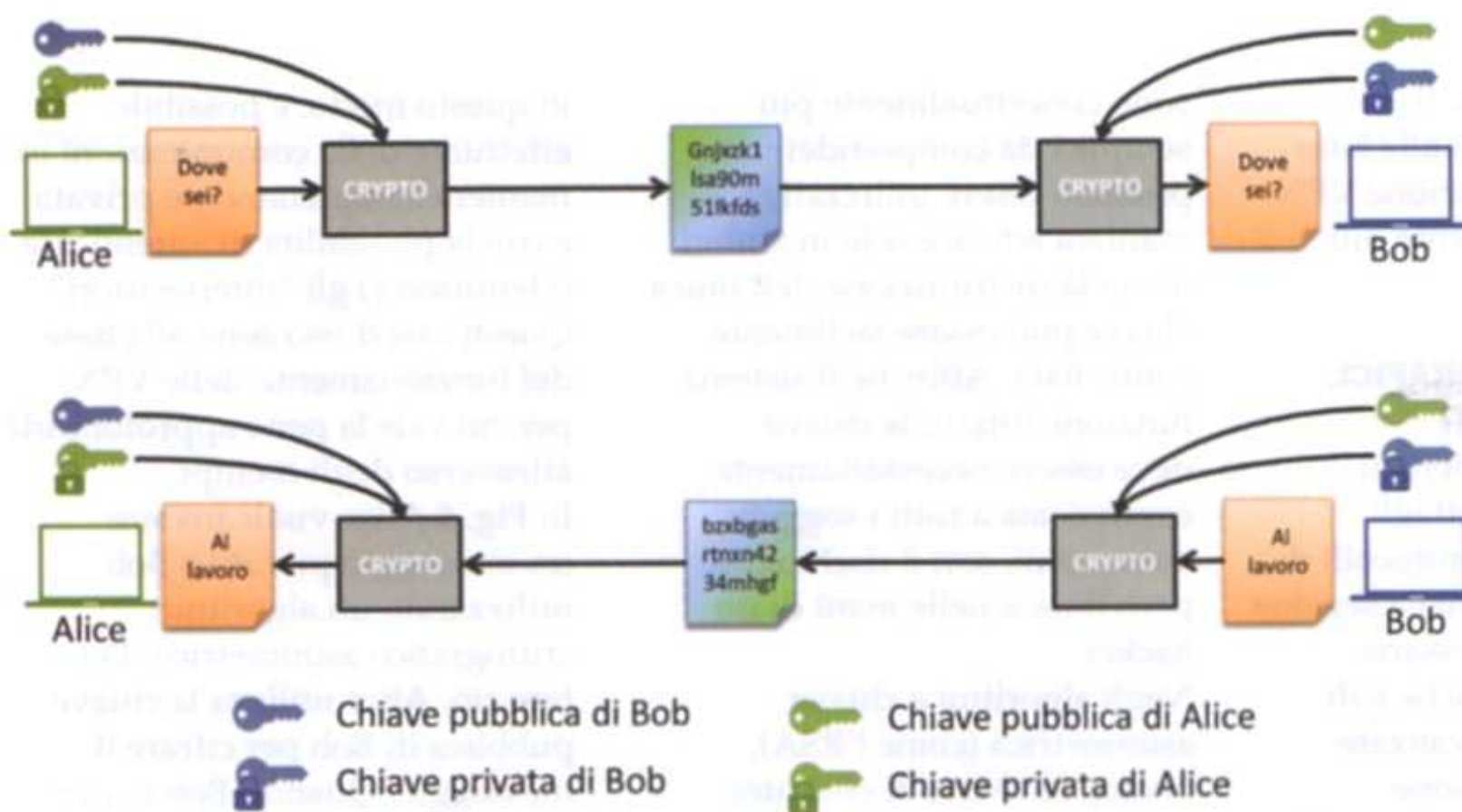


Fig. 7 - Scambio di messaggi mediante algoritmi a chiave asimmetrica (doppia coppia di chiavi).

sicura che il mittente del messaggio è veramente Bob (ricordiamo che una chiave pubblica può decodificare solo ciò che viene cifrato dalla chiave privata corrispondente).

In questo caso, la comunicazione è autenticata, poichè la chiave privata di Bob funge da **firma** del messaggio.

Lo schema illustrato nella Fig. 6 mostra quindi una serie di comportamenti interessanti per chiunque voglia implementare una VPN, ma per come è impostato presenta dei limiti che ne pregiudicano l'utilizzo:

- i messaggi da Alice a Bob sono confidenziali, ma non autenticati, quindi un attaccante (hacker) potrebbe spacciarsi per Alice e inviare un messaggio falso a Bob, senza che quest'ultimo abbia la possibilità di verificarne il mittente;
- i messaggi da Bob ad Alice sono autenticati, ma non confidenziali, quindi chiunque in possesso della chiave pubblica di Bob (quindi potenzialmente chiunque) può leggere i messaggi di Bob avendo la certezza che Bob è il mittente.

Per ovviare a questi inconvenienti e assicurare confidenzialità e autenticazione in entrambi i versi della comunicazione, basta che anche Alice si doti di una coppia di chiavi pubblica e privata.

Avendo a disposizione queste chiavi aggiuntive, le comunicazioni possono avvenire in maniera completamente confidenziale e autenticata:

- il mittente di un messaggio lo cifrerà prima con la propria chiave privata e poi con la chiave pubblica del destinatario;
- il destinatario decifrerà il messaggio prima con

la propria chiave privata e poi con la chiave pubblica del mittente.

Con questo sistema, quindi, la comunicazione avviene in maniera completamente confidenziale e autenticata in entrambi i versi. Con particolari accorgimenti, inoltre, è possibile sfruttare il meccanismo di chiave pubblica/chiave privata per assicurare anche l'integrità del messaggio, rendendo quindi la comunicazione sicura.

Uno dei punti deboli ancora esposti dallo schema in Fig. 7, è la fase di scambio delle chiavi pubbliche: come può Alice essere sicura che la chiave pubblica che sta usando sia veramente quella di Bob? E se un malintenzionato si fosse spacciato per Bob e avesse manomesso la chiave pubblica? Per evitare questi



Fig. 8 - Ottenere e utilizzare un certificato firmato da un C.A.

ulteriori inconvenienti, è stato ideato il concetto di **certificato**.

Un certificato non è nient'altro che un documento in cui una chiave pubblica viene associata ad un insieme di metadati come l'identità del proprietario, la società di appartenenza e un'eventuale data di scadenza della chiave. Il certificato viene firmato (sempre usando il meccanismo chiave pubblica/privata) da un ente terzo chiamato **Certification Authority (CA)**. La CA, in un certo senso, funge da "notaio" che si prende la responsabilità di ufficializzare e certificare l'appartenenza di una chiave pubblica ad un determinato soggetto (dopo aver condotto scrupolose indagini).

Nel momento in cui Alice e Bob vorranno comunicare, Bob fornirà la sua chiave pubblica ad Alice sotto forma di certificato firmato da una CA. Alice, a questo punto, potrà utilizzare la chiave pubblica della CA per verificare il certificato fornitogli da Bob.

LA PRATICA

Il meccanismo descritto nella sezione precedente, pur con le dovute semplificazioni, rappresenta la base del funzionamento di L2TP+IPsec e SSL/TLS. Nel caso specifico di una VPN SSL/TLS, per esempio, ciascuna entità della VPN (Pippo e Fido in Fig. 4) sarà dotata di:

- una chiave pubblica;
- una chiave privata;
- un certificato contenente la propria chiave pubblica (firmato da una CA);
- la chiave pubblica della CA.

Nel momento in cui Pippo e Fido entreranno in contatto, per prima cosa si scambieranno i certificati. Entrambi controlleranno la validità e autenticità del certificato comunicato dalla controparte utilizzando la chiave pubblica della CA. Nel caso in cui questa verifica desse esito positivo, Pippo e Fido negozieranno una chiave simmetrica generata casualmente da usare per cifrare il resto della comunicazione (solo per la sessione corrente).

E ORA?

Siamo giunti alla fine di questa prima puntata di teoria sulle VPN. È evidente che l'argomento è tutt'altro che banale, ma grazie ai concetti e alle pratiche esposte in questo articolo, l'installazione e la configurazione di una VPN risulteranno più facili e comprensibili. Nella prossima puntata metteremo in pratica quanto appreso realizzando la nostra VPN personale. ■

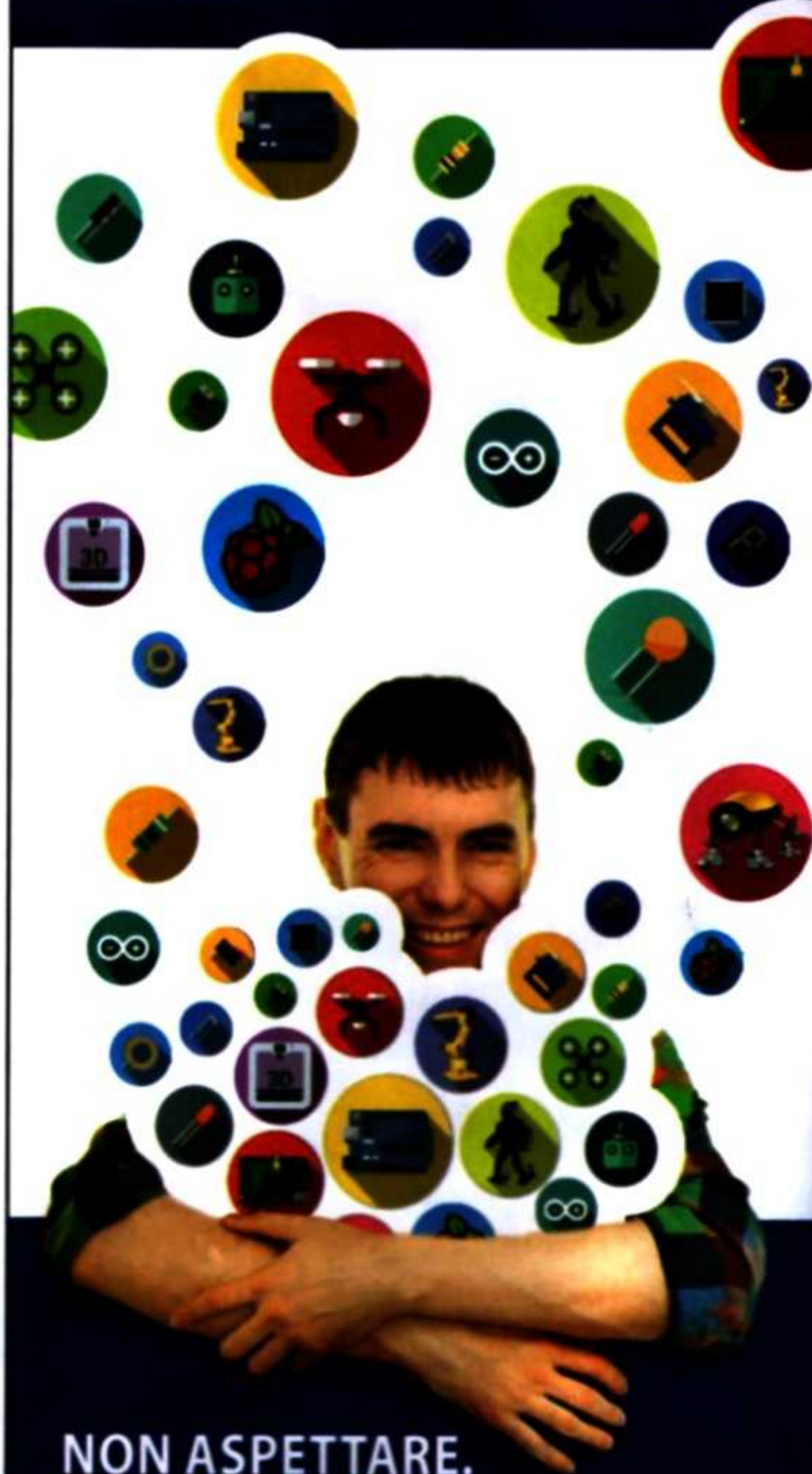
CORSI FUTURA ACADEMY



Puoi scegliere
tra numerosi argomenti:

- Stampa 3D
- Raspberry Pi
- Droni
- Arduino
- Robotica
- Eagle
- Elettronica
- Fotovoltaico

e molti altri ancora!



NON ASPETTARE.

Se ti iscrivi in anticipo avrai diritto ad uno sconto!

INFORMAZIONI DETTAGLIATE E ISCRIZIONI SU
www.futura.academy

TOUCH KEY: LA CHIAVE CON UN TOCCO

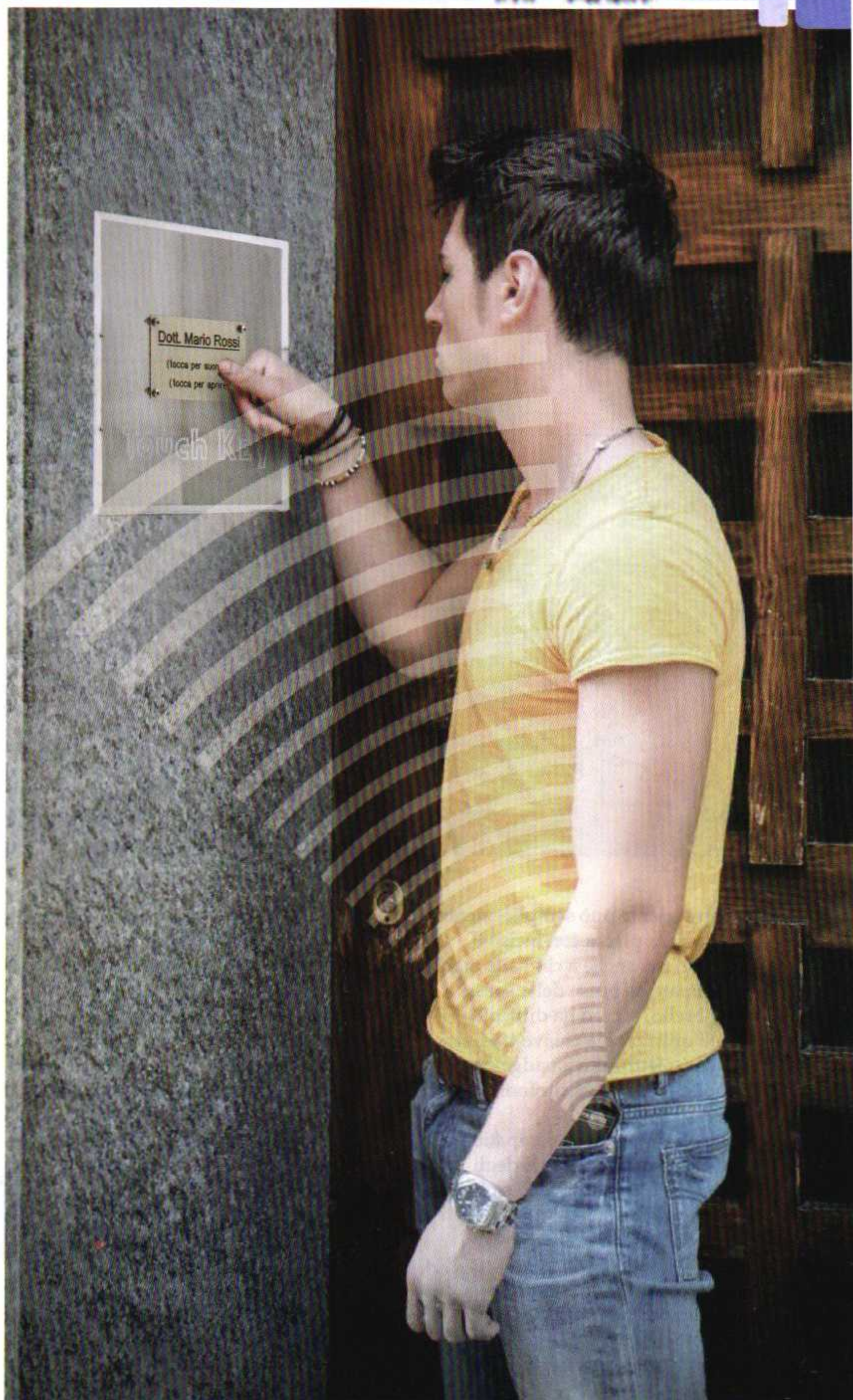
Apriamo il portone con un TX radio che portiamo in tasca e che viene triggerato quando tocchiamo una placca metallica sul citofono, trasmettendo il comando senza bisogno di premere alcun tasto.

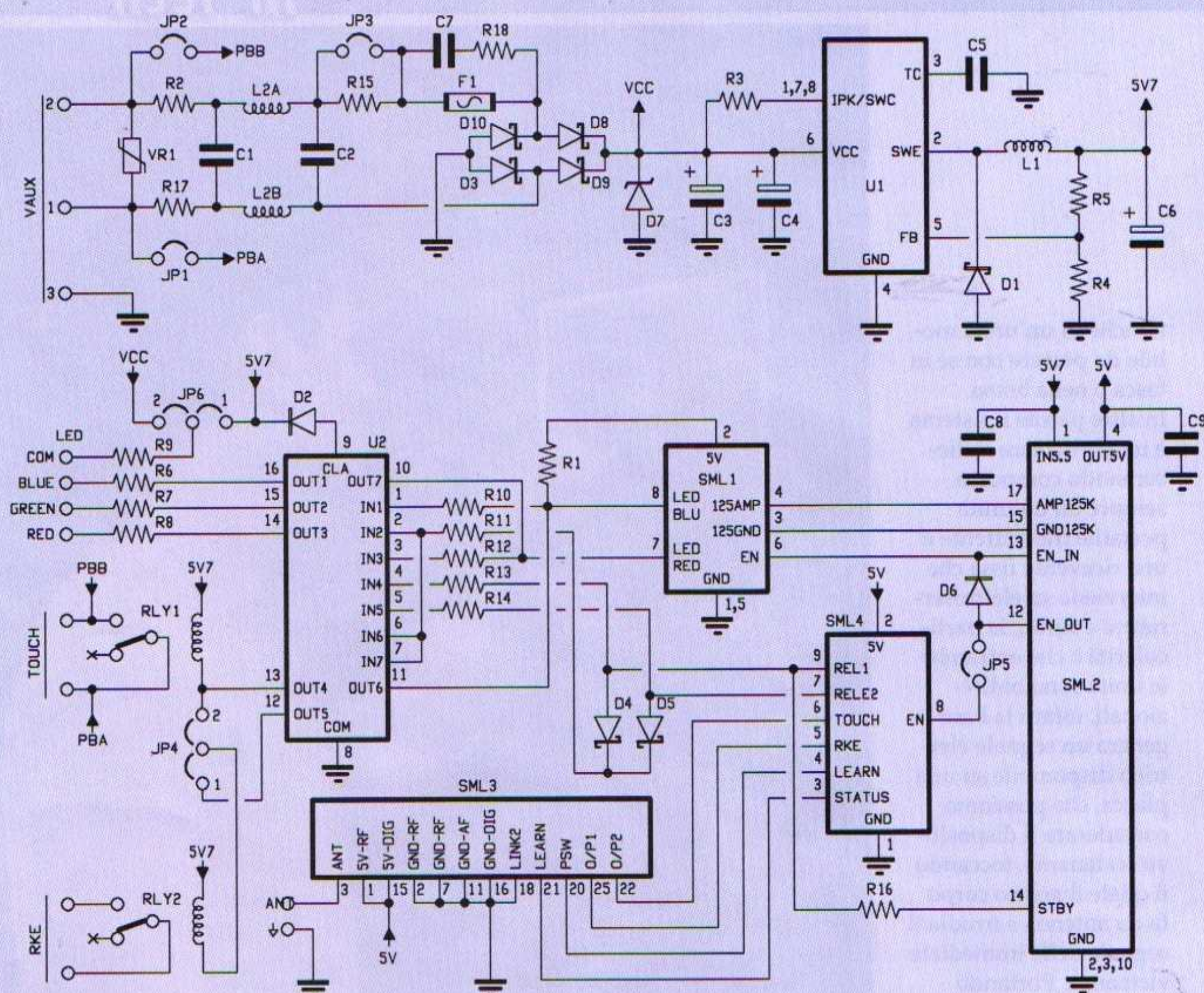
di MARCO RAPIERI



Sistemi per il controllo degli accessi ne esistono parecchi e tanti ne abbiamo descritti in questi anni sulle pagine di Elettronica In: dai classici comandi a distanza via radio e infrarossi o locali codificati, ai transponder (RFID), ai lettori di badge magnetici, fino ai riconoscitori d'impronta digitale. Ma oggi vogliamo proporvi qualcosa di innovativo che permette di sbloccare elettroserrature senza necessariamente usare le chiavi, premere un tasto del radiocomando, porre un dito su uno scanner biometrico e senza utilizzare chiave/badge a transponder o magnetiche. Basta toccare con una parte scoperta del corpo un semplice touch panel per essere immediatamente e univocamente identificati dal sistema che provvede allo sblocco dell'elettroserratura del cancello o all'invio di una segnalazione a un sistema di controllo accessi. Questo è possibile con Touch Key, un sistema che si compone di un'unità trasmettente e ricevente installata sul luogo dove deve avvenire l'identificazione e il controllo di un varco,

nonché di un'unità mobile da portare con sé in tasca o nella borsa. In altre parole il sistema è un particolare radio-comando composto sempre da un'unità portatile trasmittente e una ricevente fissa che interviene su elettroserrature e simili; la particolarità è che entrambe le unità sono bidirezionali, infatti la base genera un segnale elettrico disponibile su una placca, che possiamo considerare il dispositivo scatenante, toccando il quale il nostro corpo fa da antenna e irradia il segnale nelle immediate vicinanze. Portando addosso (in tasca o in una borsa...l'importante è che non venga racchiuso in materiale conduttivo e nelle mani) l'unità portatile, questa si attiva e trasmette a sua volta il segnale radio di comando diretto alla base. Il tutto senza premere alcuno dei pulsanti, che pure sono presenti sull'unità portatile nell'evenienza si voglia utilizzarla come un qualsiasi radiocomando apriporta o apricancello. Touch Key è utile ai disabili perché permette loro di accedere senza dover compiere particolari operazioni (un





non vedente può semplicemente toccare la placca con inciso il nome) ma anche a chi ha le mani occupate da borse della spesa, ombrello, ecc. ed ha difficoltà nell'utilizzare la chiave tradizionale o elettronica a badge oggi molto in voga nei citofoni dei condomini.

Touch Key è anche compatibile con la maggior parte degli apriporta e apricancello elettrici anche già installati.

IL SISTEMA

Ma andiamo con ordine e spieghiamo come funziona questo sistema: l'unità base genera, tramite una placca di metallo in

funzione di antenna, un campo elettrico sinusoidale a 125 kHz e quando la persona che tiene in tasca l'unità portatile tocca la placca, il campo elettrico si propaga sfruttando il suo corpo come estensione dell'antenna trasmittente, irradiando il segnale fino a fargli raggiungere il sensibilissimo ricevitore dell'unità portatile; i fenomeni elettrici che interessano il corpo a seguito del contatto con la placca sono di entità tale da non costituire pericolo e da non alterare il funzionamento dell'organismo.

L'unità portatile rileva il segnale mediante una propria antenna ricevente, lo amplifica e lo

discrimina, quindi risponde trasmettendo un segnale codificato secondo l'algoritmo Keeloq della Microchip, grazie a un TX radio UHF operante in AM a 433 MHz; tale segnale, irradiato dall'antenna dell'unità portatile, è di potenza tale (2 mW circa) da poter



L'unità portatile ricetrasmittente.

essere ricevuto ad alcuni metri di distanza anche in presenza di ostacoli. Viene ricevuto dal modulo ricevente dell'unità base, che lo amplifica e demodula in ampiezza, inviando al microcontrollore della stessa unità i dati da decifrare. Questo li decodifica secondo il solito algoritmo Keeloq e comanda la chiusura del relé che comanda l'elettroserratura del cancello o tornello.

Ogni volta che si tocca la placca, l'unità base rileva il contatto e fa illuminare un LED rosso; se al contatto segue la trasmissione, da parte dell'unità portatile, del codice esatto e se tale codice è correttamente decifrato dalla base, quest'ultima fa accendere per un istante il LED verde e scattare, per un periodo analogo, il relé di comando dell'elettroserratura. In caso contrario, ovvero se non riceve alcun segnale in risposta al tocco o se il codice è sbagliato, resta acceso il LED rosso. La presenza dell'alimentazione principale viene indicata dall'accensione del LED blu.

Bene, spiegato il funzionamento di massima, andiamo nel dettaglio delle varie unità, iniziando con quella tascabile.

L'UNITÀ PORTATILE

La parte del sistema che l'utente porta con sé è una ricetrasmittente che si acquista già pronta. In essa, un particolare componente d'accoppiamento wireless capta un debole segnale elettrico ogni qualvolta una parte scoperta del corpo dell'utente viene a contatto del pannello che compone il sistema Touch Key. Tale segnale elettrico viene successivamente amplificato da un ricevitore sintonizzato a 125 kHz a bassissimo consumo ($7,7\mu\text{A}$ @ 3Vcc) che provvede a digitalizzarlo e a presentarlo al microcontrollore; quest'ultimo si trova normalmen-

te in stand-by. Il micro appartiene alla famiglia "nanoWatt Technology" e nel suo stato quiescente di stand-by (o sleep) consuma solo 150 nA, che diventano appena 15 μA in piena operatività, condizione che si instaura solo quando il microcontrollore riconosce un tocco prodotto da una unità fissa compatibile col sistema Touch Key; tutto ciò allo scopo di rendere il circuito sicuro e immune da interferenze di varia natura che potrebbero causare operatività non coerenti.

A convalida avvenuta, il microcontrollore comanderà all'encoder Keeloq a bordo di generare un codice per un tempo pari a due secondi, che pilota l'unità trasmittente integrata, la quale opera una trasmissione radio. Espletata la funzione, il microcontrollore ritorna nel suo stato quiescente (stand-by) e, dopo circa 2 secondi, è pronto per un nuovo ciclo di funzionamento, ovvero di trasmissione.

L'encoder è un particolare circuito integrato in grado di generare un codice digitale dinamico rolling code che utilizza il protocollo Keeloq, decodificabile esclusivamente dal decoder presente sui sistemi Touch Key.

La codifica Keeloq è una delle più utilizzate nei radiocomandi ad elevata sicurezza perché implementa un algoritmo di variazione del codice praticamente non ripetibile e inviolabile; costruire il decoder è abbastanza semplice, perché la Microchip rende disponibile il software da implementare nel micro che svolge questa funzione. Sebbene venga utilizzato da gran parte dei fabbricanti di radiocomandi, l'encoder garantisce un'eleva-

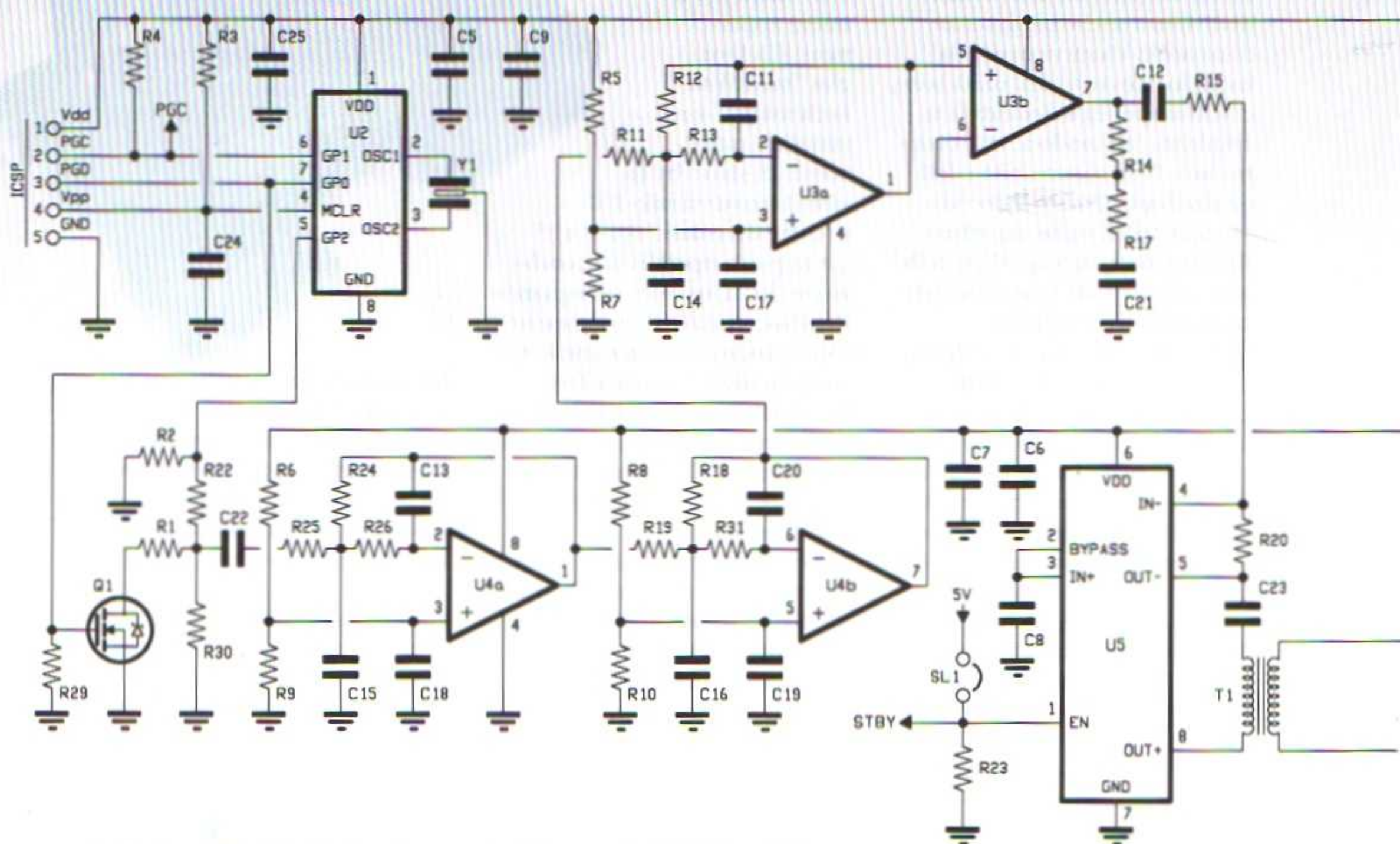


tissima sicurezza d'uso perché permette di realizzare prodotti custom: infatti ogni costruttore ha la possibilità di personalizzare la propria produzione con un Manufacturer Code a 64 bit, che rappresenta uno dei dati di partenza per generare la chiave di crittografia con la quale viene generata la parte variabile del treno d'impulsi a 66 bit prodotto dall'encoder HCS301.

Ogni singolo chip viene inoltre identificato da un codice univoco a 28 bit denominato Serial Number. Anche questo dato viene memorizzato in fase di programmazione del chip da parte del costruttore del trasmettitore. In ultima analisi, ciascun costruttore programma i chip con un proprio Manufacturer Code a 64 bit (lo stesso utilizzato nel software di decodifica del ricevitore) ed un Serial Number a 28 bit, univoco per ciascun encoder Keeloq. Il Manufacturer Code viene memorizzato sia nella EEPROM dell'encoder che nella memoria del microcontrollore utilizzato come decoder e nel quale è implementato il software con l'algoritmo Keeloq.

Per poter funzionare, un Encoder e un Decoder devono avere lo stesso Manufacturer Code, altrimenti il codice variabile che il ricevitore (il decodificatore) si aspetta sarà sempre diverso da

[schema elettrico **GENERATORE SINUSOIDALE 125kHz**]



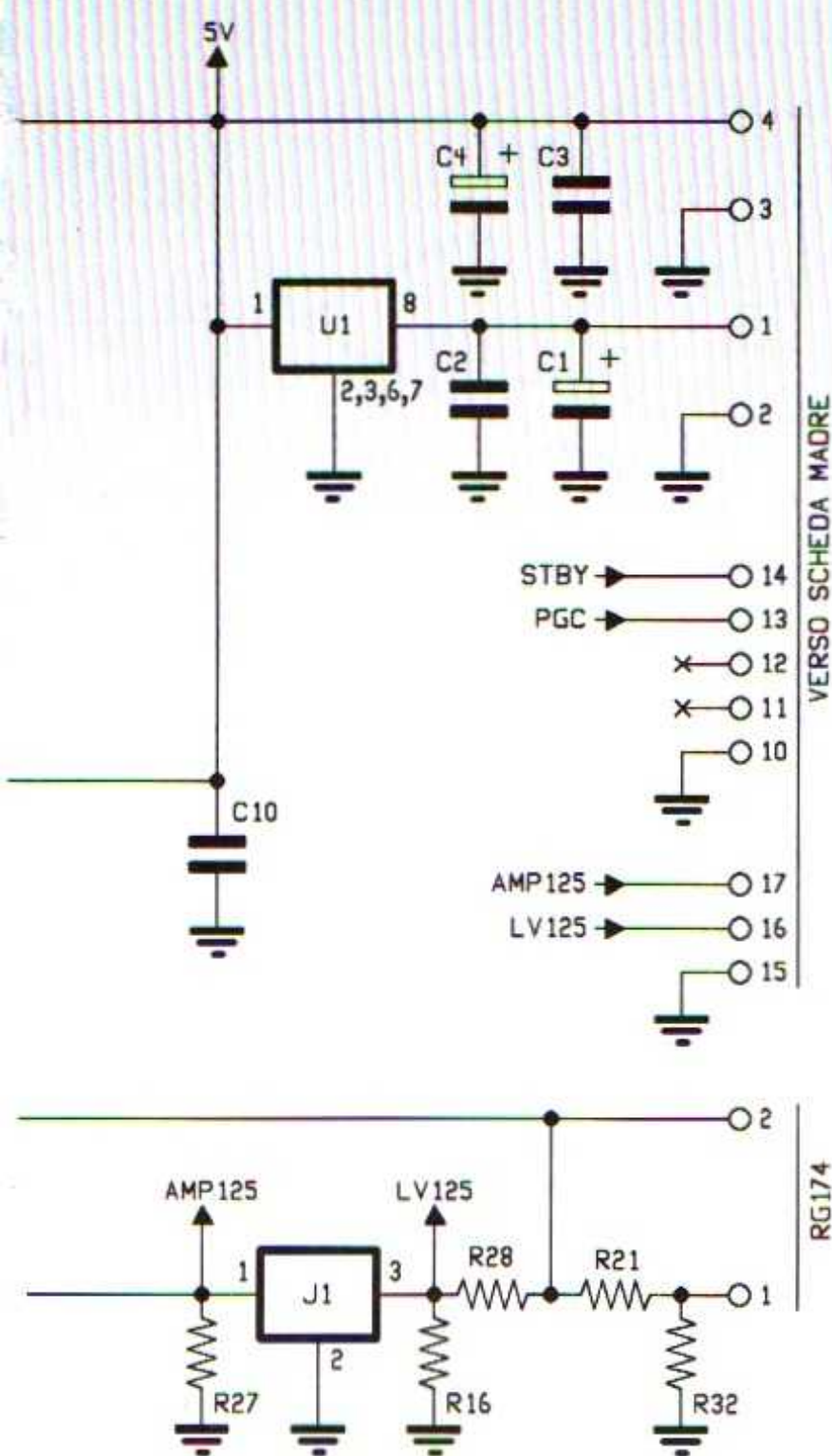
quello generato dall'encoder. Il Serial Number è un codice progressivo a 28 bit col quale vengono differenziati i chip HCS in fase di programmazione. Il Serial Number consente dunque di distinguere un trasmettitore da un altro. In fase di accoppiamento tra TX e RX, questo codice viene appreso dal ricevitore; durante il normale funzionamento, l'encoder verifica come prima cosa che il Serial Number del TX che trasmette sia tra quelli memorizzati e solo in questo caso procede a decodificare e verificare gli altri dati contenuti nella stringa in arrivo.

Tornando all'unità portatile, questa genera il codice ed effettua la trasmissione via radio in due modi: quello automatico corrisponde al funzionamento appena descritto, che viene scatenato dal-

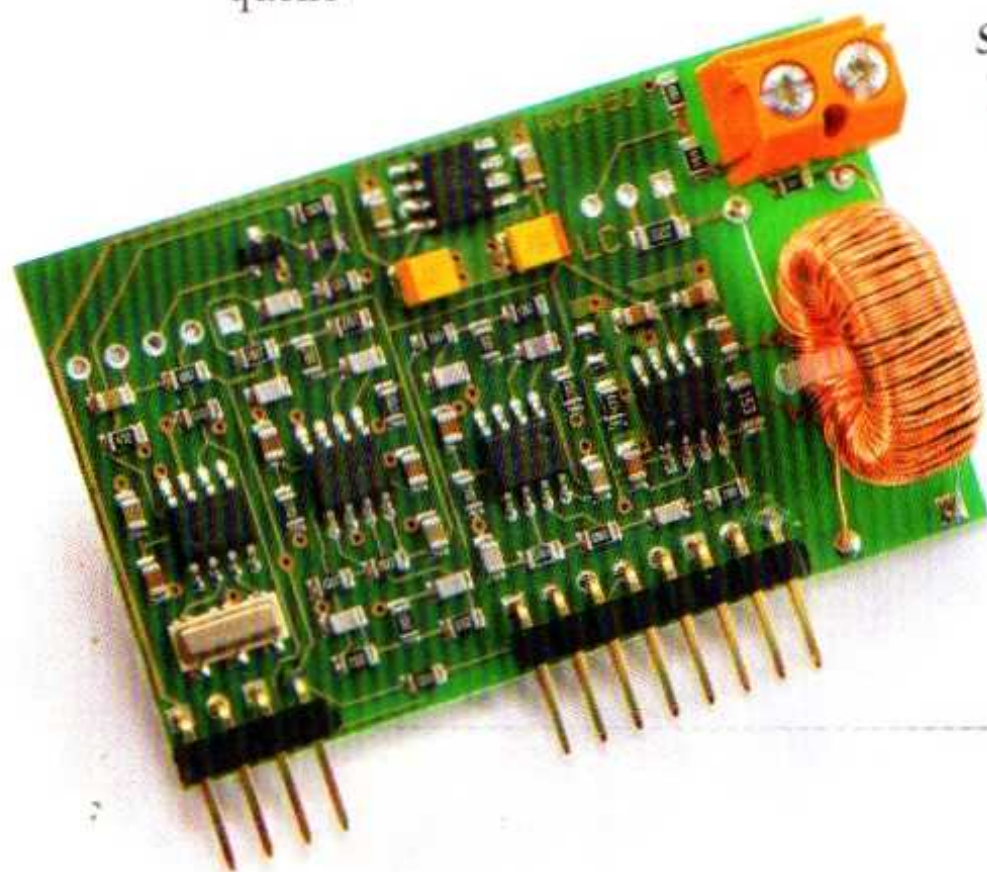
la ricezione dei dati sulla portante a 125 kHz. Ma è anche possibile far trasmettere l'unità portatile come un qualsiasi TX palmare da radiocomando, tramite la pressione di uno o di entrambi i pulsanti presenti sull'unità stessa. In ogni caso, un LED pulsa a conferma visiva della trasmissione verso l'unità base.

Tale trasmissione avviene tramite un circuito radio trasmettitore a bassissima potenza quarzato alla frequenza di 433,92 MHz accoppiato ad un'antenna del tipo "Loop Antenna" disegnata direttamente sullo stampato del circuito Touch Key che, nella sua interezza, rispetta la severa normativa CE (Compatibilità Elettromagnetica) relativa a potenza ed emissione di armoniche per i dispositivi LPD (Low Power Devices). L'unità portatile Touch

Key viene alimentata da una comune batteria litio tipo CR2032 da 3V e 220 mAh di capacità. Considerando un utilizzo medio, è verosimile pensare ad una vita della batteria di circa 2 anni dopodiché sarà possibile sostituirla semplicemente svitando le due viti che racchiudono la scheda elettronica dell'unità portatile. Per come funziona il sistema Touch Key, non si dovrà mai chiudere nella propria mano o tra due parti opposte del proprio corpo (come, per esempio potrebbe succedere se si tenesse l'unità in tasca e poi gli si appoggiasse sopra una mano) l'unità portatile, perché altrimenti verrà schermata e non riuscirà a rilevare il segnale a 125 kHz. Questo limite non è da considerarsi un difetto,



ma un aspetto intrinseco di tutti i sistemi di ricezione: racchiudere Touch Key nella propria mano o tra due parti del corpo, ha lo stesso effetto della gabbia di Faraday, che, "isolando" il circuito ricevitore dal mondo esterno, ha come conseguenza quello



di compromettere la funzionalità del sistema.

LA BASE DEL TOUCH KEY

Passiamo adesso all'analisi dell'unità base, che è composta da una scheda madre sulla quale sono inserite tre schede figlie, ossia il *generatore sinusoidale 125 kHz*, il *sensore di tocco* e il *modulo logica di gestione*. Tutti e tre sono dei PCB montati a inserzione diretta mediante connettori S.I.L. a passo 2,54 mm (pin-strip con contatti a 90°). La realizzazione modulare è stata voluta per contenere l'ingombro laterale quanto basta a far entrare l'insieme in una scatola per incasso standard a parete tipo BTicino, Vimar, Gewiss ecc.

SCHEMA SCHEDA MADRE

La scheda che ospita i tre moduli è la base e riporta le connessioni di alimentazione, dei relé e per i tre LED di segnalazione. La scheda, che è stata progettata per integrarsi con un tradizionale apriporta elettromeccanico, provvede a generare la tensione stabilizzata necessaria per il corretto funzionamento del sistema, gestisce LED e relé ed alloggia anche i vari moduli SIL atti a realizzare le due diverse versioni del sistema "All In One" ed "All In Two" (vedere l'apposito riquadro *Configurazioni di sistema*).

Stadio d'alimentazione

Il sistema accetta una tensione di alimentazione compresa tra 11 e 30V sia in continua che in alternata, grazie a un ponte raddrizzatore a diodi Schottky collegato poco dopo i morsetti di ingresso; il ponte permette di non dover prestare attenzione alla polarità durante

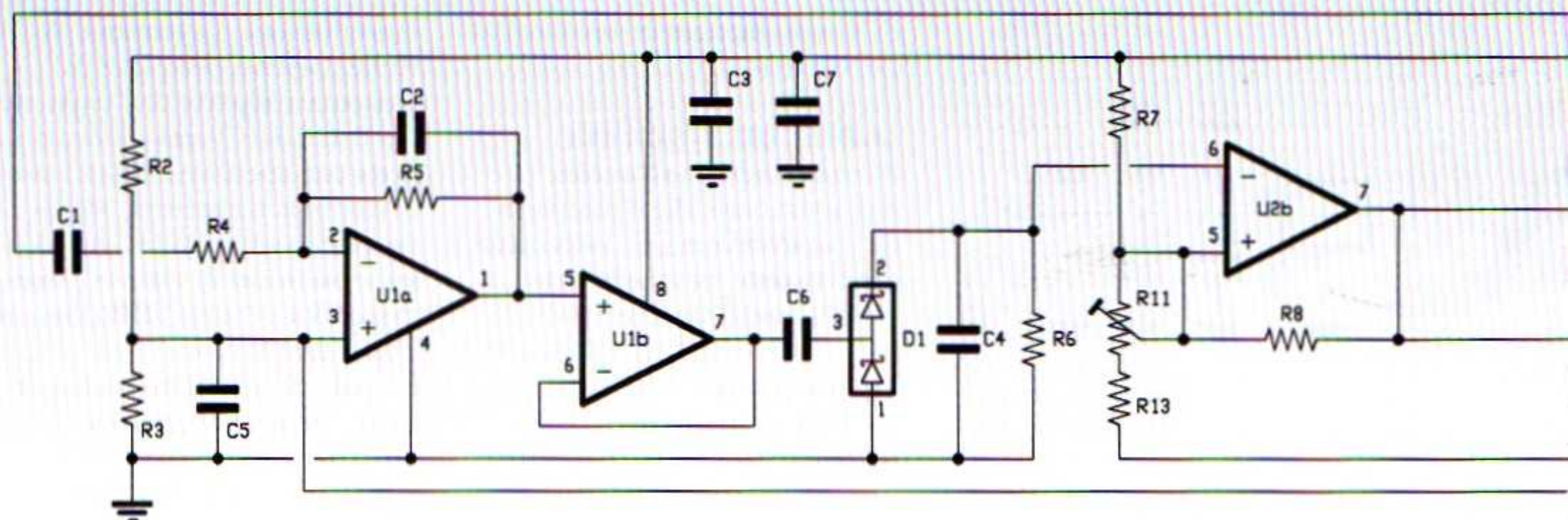
l'installazione. La tensione di alimentazione, prelevata dal pulsante apriporta dell'impianto cui Touch Key verrà connesso (o da uno specifico alimentatore in continua o alternata, secondo quanto spiegato più avanti), incontra prima di tutto la protezione VR1 del tipo VDR (Voltage Dependent Resistor) il cui scopo è quello di "assorbire" eventuali picchi anomali di tensione. Alla protezione segue una cella di filtro EMI (Electro Magnetic Interference) di tipo a pi-greco, composta da C1, L2, C2, il cui scopo è filtrare quanto possibile i disturbi elettromagnetici.

Un fusibile di protezione anticipa il raddrizzatore ad alta efficienza composto da D8, D9, D10, D11 al quale segue un diodo Zener di potenza D7 il cui esclusivo scopo è quello di livellare la tensione applicata ai condensatori di filtro C3 e C4 se la tensione di alimentazione dovesse superare per qualche istante il massimo ammesso (30V cc/ca).

Il compito di generare la tensione stabilizzata a 5,7 V, che verrà distribuita a tutta la parte seguente del sistema, è affidata a U1 un efficientissimo Step-Down di tipo switching ad alta frequenza NCP3063 della On-Semiconductor. È stato scelto questo integrato per alcune sue peculiarità: accetta una tensione d'ingresso fino a 40Vcc, richiede pochi componenti esterni (R3, R4, R5, C5, C6, D1, L1) ed è un dispositivo ad alta efficienza (fino al 75/80%).

La tensione di alimentazione principale della scheda madre deve essere fornita da una fonte isolata galvanicamente dalla tensione di rete, quindi da un alimentatore lineare o da uno switching ma pur sempre isolati da un trasformatore. Ai contatti del relé vanno collegati esclusi-

[schema elettrico **MODULO SENSORE DI TOCCO**]



vamente carichi in bassa tensione non superiori a 48Vcc/ca con massimo assorbimento di 1A. Il contatto di terra (3) della morsettiera VAUX, è consigliabile collegarlo se il circuito non è in grado di rilevare il tocco o nel caso di sistemi elettrici isolati come sono, per esempio, gli impianti ospedalieri. Notate che sezione e lunghezza dei conduttori usati per il cablaggio dell'alimentazione e del pulsante non sono vincolanti.

LED e relé

La scheda madre gestisce i tre LED di segnalazione esterni, collegati mediante la morsettiera, nonché i due relé on-board, tramite un array di transistor Darlington contenuti in U2; quest'ultimo è il classico ULN2003. I LED gestiti sono di colore blu, rosso e verde ed il loro collegamento viene effettuato tramite i contatti LED della morsettiera. A quest'ultima va portato il catodo di ogni LED mentre l'anodo è in comune (quarto morsetto). Quando i LED di segnalazione da collegare sono quelli presenti sui pannelli opzionali commercializzati per Touch Key (www.touchkey.it), è necessario cortocircuitare, con una goccia di stagno, il jumper a saldare JP6

(posizionato sul lato componenti della scheda madre) con il pad in posizione 1; in questo modo, al comune dei LED viene portata una tensione pari ai 5,7 V stabilizzati dall'alimentatore. Diversamente, se il jumper a saldare JP6 è cortocircuitato in posizione 2, la tensione portata al comune di ogni LED è più alta del valore di 5,7 V, non è stabilizzata e dipende dalla tensione di alimentazione stessa.

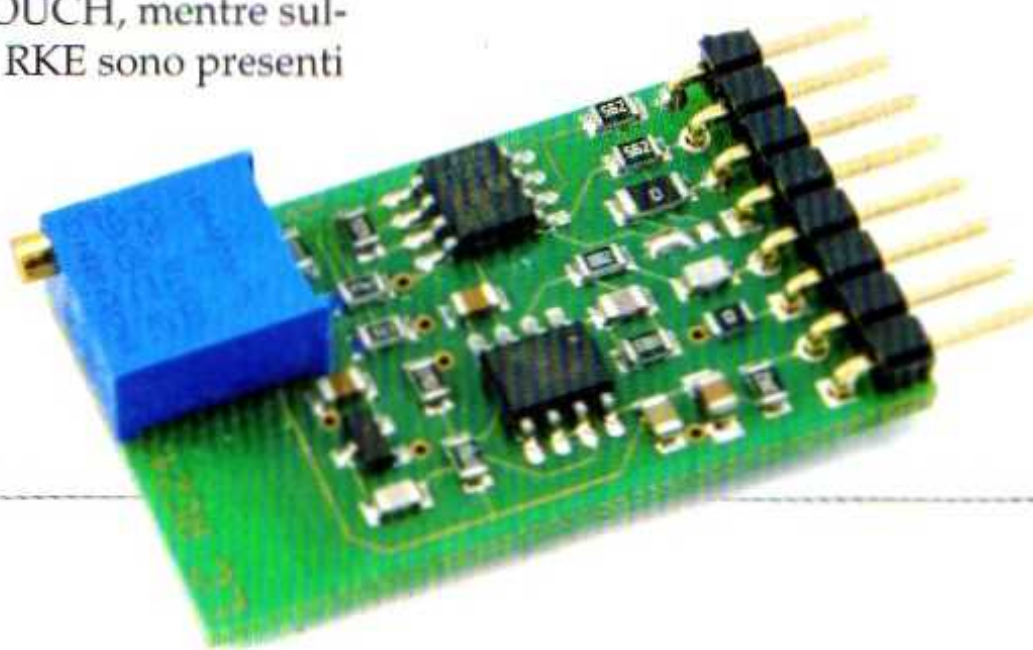
La funzione dei LED da collegare alla scheda madre è la seguente:

- LED blu: LED di ON; indica che il sistema è acceso e pronto all'uso;
- LED rosso: LED di tocco; si accende quando viene rilevato un tocco sul pannello;
- LED verde: si accende quando uno dei due relé si eccita.

I relé presenti sulla scheda madre sono due; i contatti C ed NA (normalmente aperto) del primo relé -RLY1- sono accessibili dalla morsettiera TOUCH, mentre sulla morsettiera RKE sono presenti

i contatti C ed NA del relé RLY2. Quando la sorgente d'alimentazione del sistema non proviene dal pulsante apriporta, i ponticelli di cortocircuito vanno sfilati da JP1 e JP2, altrimenti devono essere applicati (jumper chiusi). I relé vengono comandati attraverso due uscite dell'ULN2003 (i pin 12 e 13) con modalità che sono decise dallo stato del ponticello a due posizioni JP4; per l'esattezza, OUT4 dell'ULN2003 pilota direttamente la bobina del RLY1, mentre quella del RLY2 può essere commutata sia dall'OUT5 dello stesso U2, sia dalla stessa OUT4. Tutto dipende dall'impostazione del jumper JP4. La logica di eccitazione dei relé è la seguente:

- RLY1 chiude/apre i suoi contatti successivamente al tocco del pannello ma se, e solo se, il contatto ha fatto generare all'unità portatile un codice validato dal sistema (il relé



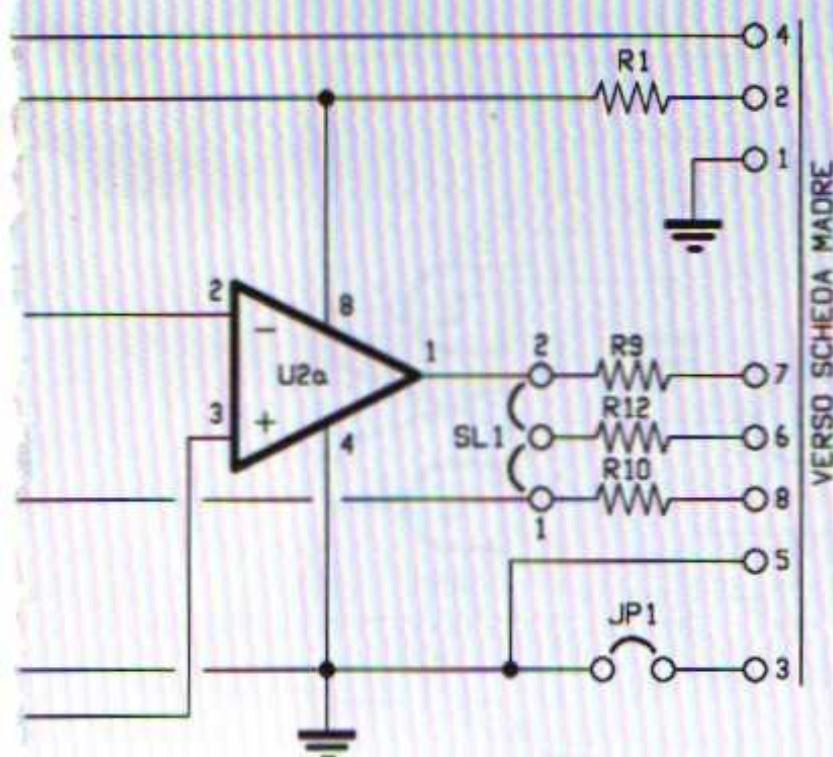
Configurazioni del sistema

Touch Key può funzionare ed essere installato in due configurazioni, a seconda delle vostre necessità e dell'impianto in cui va integrato.

Soluzione ALL-IN-ONE; l'Unità è collegata alla targa portanome o al Pannello Touch (è un dispositivo opzionale) d'ingresso con uno o cinque fili (lunghezza massima 1,8 m per filo) e connessa al pulsante apertura porta con solo due fili. Il sistema Touch Panel può essere fissato con biadesivo così come l'unità base quando è alloggiata in una scatoletta esterna, anziché in una scatola a incasso da tre moduli. È possibile collegare un Pannello Touch opzionale anche sull'uscita.

Soluzione ALL-IN-TWO; un'unità, che può integrare anche il Pannello Touch e/o essere collegata alla Targa portanome d'ingresso con un filo (lunghezza massima 1,8mt), è connessa al citofono esterno con due fili. Un'altra unità è connessa al pulsante apertura porta con due fili. Entrambe le unità possono essere fissate con biadesivo quando alloggiate in scatolette esterne anziché in scatole ad incasso a tre moduli. Anche qui è possibile collegare un Pannello Touch opzionale sull'uscita.

Maggiori informazioni su www.touchkey.it



scatta anche se viene premuto il tasto quadrato dell'unità portatile Touch Key); ai contatti di tale relé è possibile collegare, per esempio, un pulsante apriporta, laddove quest'ultimo sia inserito in un circuito in bassa tensione (non superiore ai 48V);

- RLY2: chiude/apre i suoi contatti successivamente alla pressione del tasto rotondo dell'unità portatile Touch Key oppure, in alternativa, si eccita in concomitanza al relé RLY1 se viene chiuso il jumper a saldare JP4 in posizione 2; ai contatti dello scambio del relé è possibile collegare diversi dispositivi a bassa tensione (non superiore ai 48V) come ad esempio un relé passo-passo col quale è possibile accendere/spegnere a distanza luci, ecc.

Sezione e lunghezza dei conduttori usati per questo cablaggio, LED e relé, non sono vincolanti. Ricordate che se cortocircuitate, nel ponticello a saldare JP4, il pad centrale con il 2, è consigliabile alimentare il sistema con una sorgente di alimentazione separata da quella disponibile in parallelo al pulsante apertura porte.

Ricevitore RF e decoder Keeloq

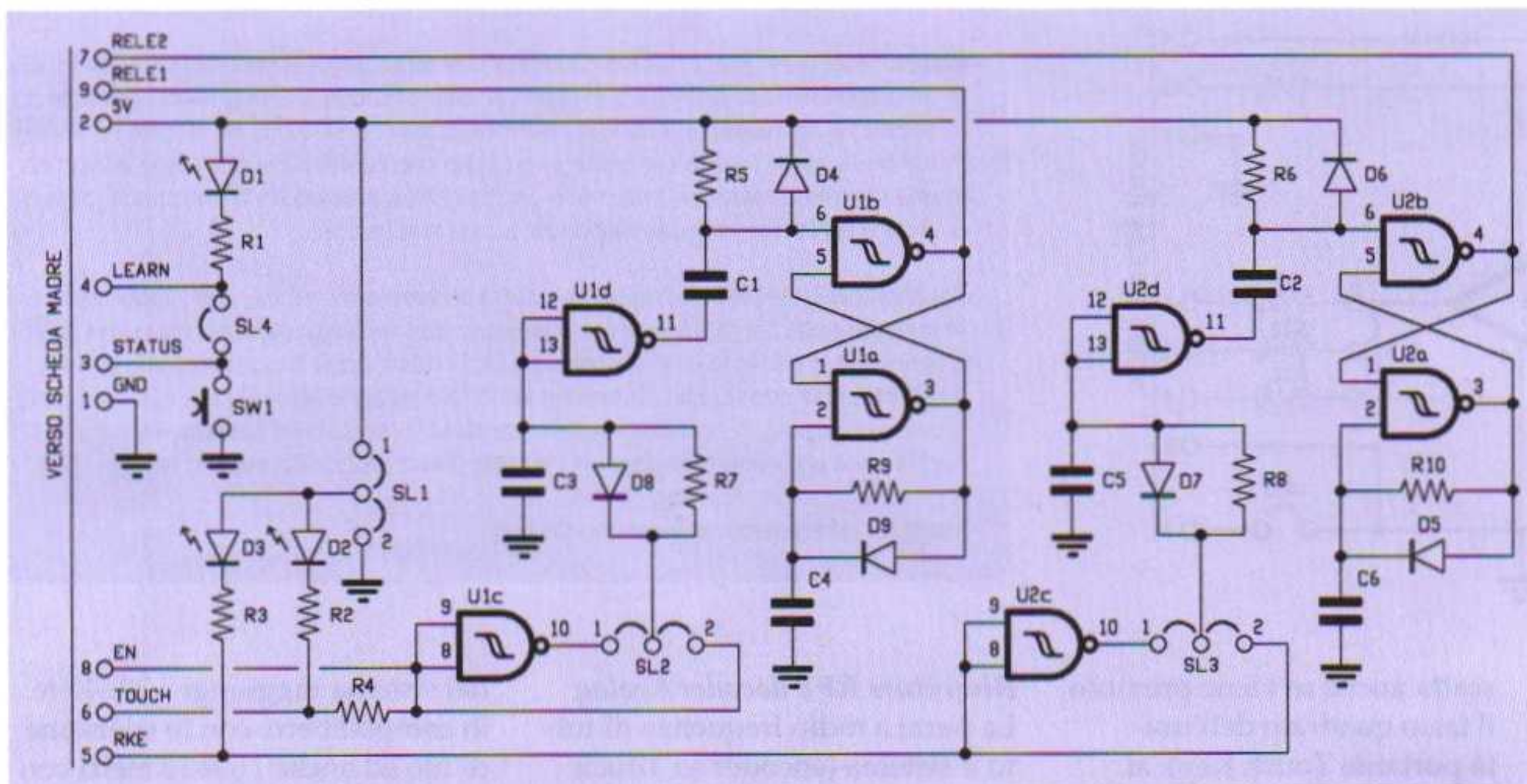
La parte a radio frequenza di tutto il sistema (encoder su Touch Key e decoder sulla scheda madre) utilizza il sicuro ed affidabile protocollo Keeloq a codice variabile. In questa versione di scheda madre tutta la ricezione del segnale radio a 433,92 MHz e la decodifica del protocollo Keeloq sono affidate a un efficientissimo modulo ibrido della RF Solutions siglato HiRK-433A (siglato SML3 nello schema elettrico della scheda madre) che integra sia un ricevitore supereterodina ad alta sensibilità più un completo decoder keeloq in grado di apprendere i codici base di un massimo di cinquanta diversi encoder; per cui, per ogni sistema, è possibile associare fino a cinquanta unità portatili Touch Key! Per garantire al modulo ricevente il massimo delle prestazioni è sufficiente collegare al contatto ANT della morsettiera uno spezzone di filo di lunghezza pari a circa 18 cm, oppure un'antenna esterna ¼ d'onda accordata a 433 MHz connettendola al solito contatto con l'anima di un cavo coassiale schermato tipo RG174, avendo cura d'infilare lo schermo del cavetto coassiale nel morsetto di massa accanto ad ANT. In condizioni ottimali la portata

del sistema raggiunge i 30÷40 m in campo libero, con lo spezzone di filo ed anche i 60÷70 metri con l'antenna esterna. Per maggiori informazioni fare riferimento al data-sheet "RF Solutions DS010-6 May 06" oppure a www.rf-solutions.co.uk.

GENERATORE SINUSOIDALE 125 KHZ

Si tratta di un modulo in SMD a montaggio verticale di dimensioni molto contenute (35x57mm), che si innesta nella scheda madre nella posizione SML2. Questo circuito, basato su un microcontrollore, genera e gestisce il segnale da applicare al pannello sensibile al tocco. Sullo stesso è presente una morsettiera a due poli alla quale sul PIN 1, va portato solo il terminale centrale del cavetto coassiale tipo RG174 collegato al pannello esterno (avente superficie non superiore ai 250 cmq). Tale cavetto coassiale non deve avere una lunghezza superiore a 180 cm. Lo schema prevede innanzitutto un regolatore di tensione a basso dropout (U1) che fornisce una tensione stabilizzata di 5V a tutto il circuito. Il segnale sinusoidale a 125 kHz, da applicare alla placchetta utilizzata come elemento Touch del sistema, viene generato da

[schema elettrico **MODULO LOGICA DI GESTIONE**]



U5 partendo da un segnale onda quadra a 125 kHz generato dalla periferica PWM (Pulse Width Modulator) hardware interna al microcontrollore Microchip U2. Quest'ultimo è un PIC12F683 che utilizza un risonatore ceramico da 8 MHz (Y1) per sincronizzare il proprio generatore di clock interno. Il firmware che vi gira è stato scritto in mikroBasic ed il sorgente è disponibile insieme al file hex (compilato) nel nostro sito www.elettronica.in

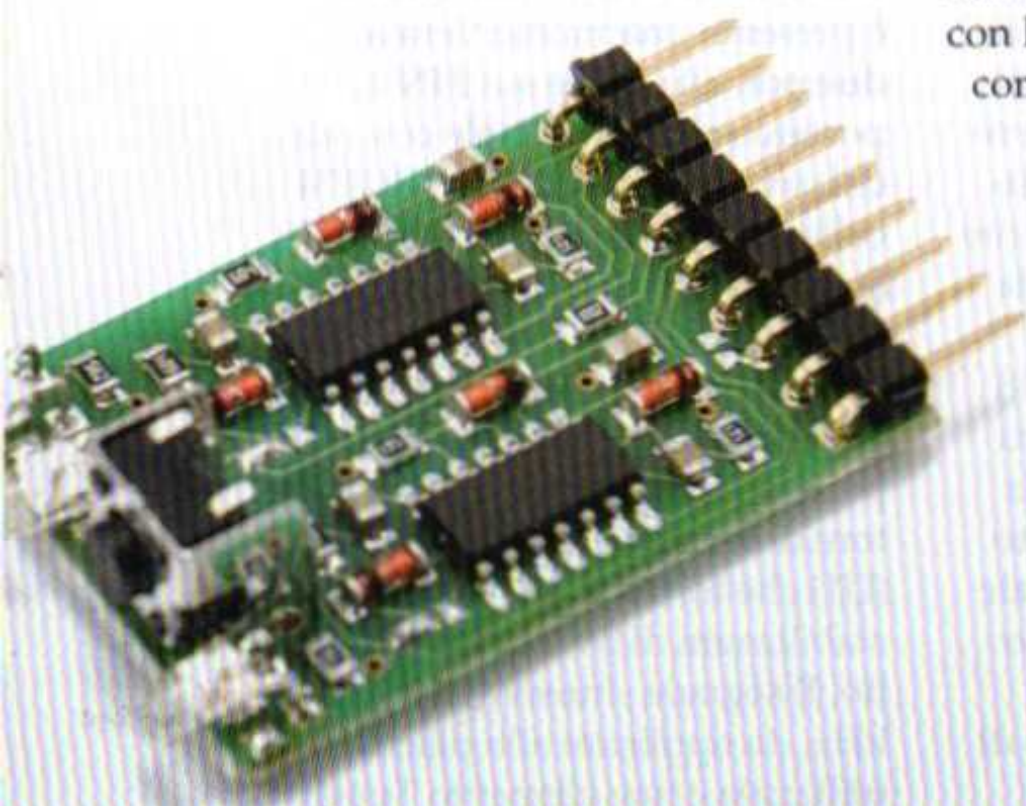
insieme agli altri file del progetto. Il segnale a 125 kHz a onda quadra generato, prima di essere presentato all'U5 attraversa ben tre filtri passa banda, composti da U4a, U4b e U3a, allo scopo di ottenere, sull'uscita di U3a (pin 1), un'onda pseudo-sinusoidale con un contenuto armonico di gran lunga inferiore a quello che avrebbe l'onda quadra; tutto questo per evitare di trasportare un segnale ad alto contenuto di armoniche che potrebbe potenzialmente essere incompatibile con le severe normative CE sulla compatibilità elettromagnetica.

Il segnale sinusoidale a 125 kHz, bufferizzato da U3b, arriva ad U5 che è un ottimo amplificatore

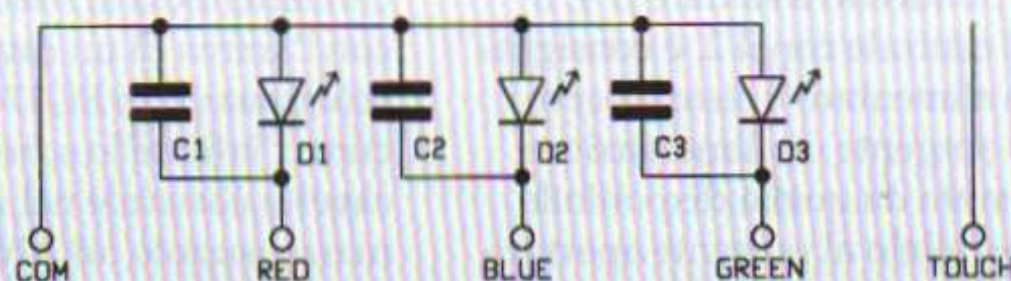
audio a banda larga con uscita a ponte, in grado di pilotare carichi a bassa impedenza. La sinusoide così amplificata in corrente, pilota un trasformatore toroidale (T1) ad alta frequenza il cui rapporto spire tra primario e secondario garantisce il corretto segnale a 125 kHz per il pannello Touch. Tale segnale varia d'ampiezza quando il microcontrollore rileva un tocco effettuato sul pannello Touch stesso: l'amplificazione è gestita dal MOSFET Q1, il cui terminale di gate è collegato ad una porta del microcontrollore U2.

MODULO SENSORE DI TOCCO

È un circuito SMD a montaggio verticale di dimensioni molto contenute (35x20mm), da inserire



[schema elettrico **PANNELLO LED**]



nella posizione SML1, che viene gestito da una logica discreta (senza microcontrollore) ed è in grado di rilevare il tocco sul pannello, vale a dire sulla placca di metallo; allo scopo è dotato di un trimmer per la regolazione della sensibilità, così da adattare il sistema alle condizioni ambientali. Lo schema prevede un amplificatore operazionale a larga banda (U1) che amplifica e bufferizza il segnale sinusoidale a 125 kHz presente sul pannello Touch; successivamente ad esso, uno stadio composto da C6, D1, C4 e R6, funziona come integratore di segnale ad alta frequenza trasformandolo in una tensione continua.

Quando si tocca il pannello, il segnale a 125 kHz, sempre presente all'ingresso di U1A, subisce una brusca variazione che provoca un aumento del valore della tensione raddrizzata presente ai capi di C4. Se questa tensione supera la soglia di riferimento positiva impostata dal trimmer multigiri R11 (regolazione della sensibilità) il sistema riconosce un tocco valido, si accende il LED rosso sul pannello e viene iniziata la routine sul microcontrollore della schedina "generatore sinusoidale" che gestisce la funzione Touch Key. Tutto ciò comporta come risultato finale la ricezione di una trasmissione radio digitale del codice trasmesso dall'encoder Keeloq contenuto nell'unità portatile Touch Key, che provoca l'eccitazione del relé. Effettuando una corretta taratura, il LED rosso si deve accendere toccando il pannello con almeno tre dei cinque polpastrelli delle dita di una mano; una taratura eccessivamente sensibile (che per esempio implica che il tocco viene riconosciuto solo sfiorando appena il pannello con un solo dito) impedisce al sistema di tra-

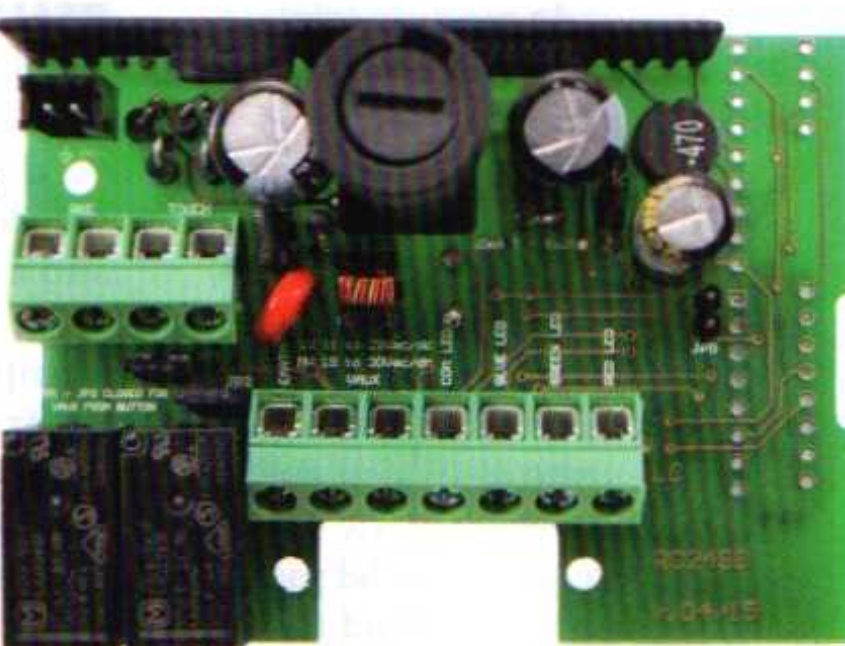
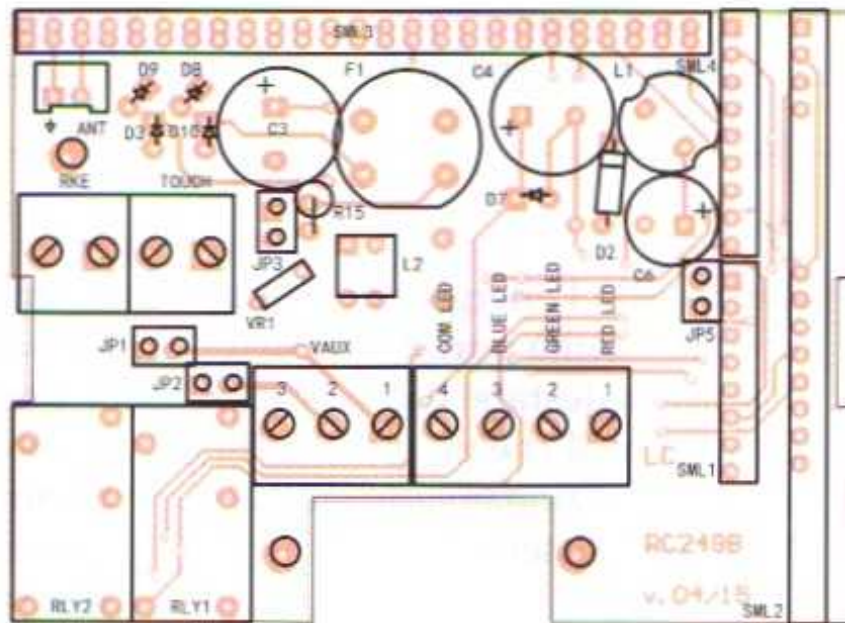
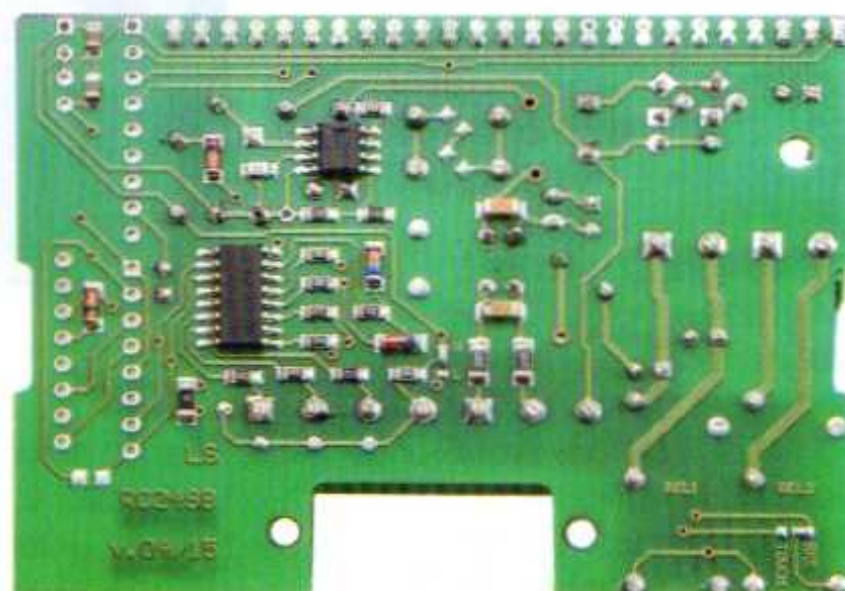
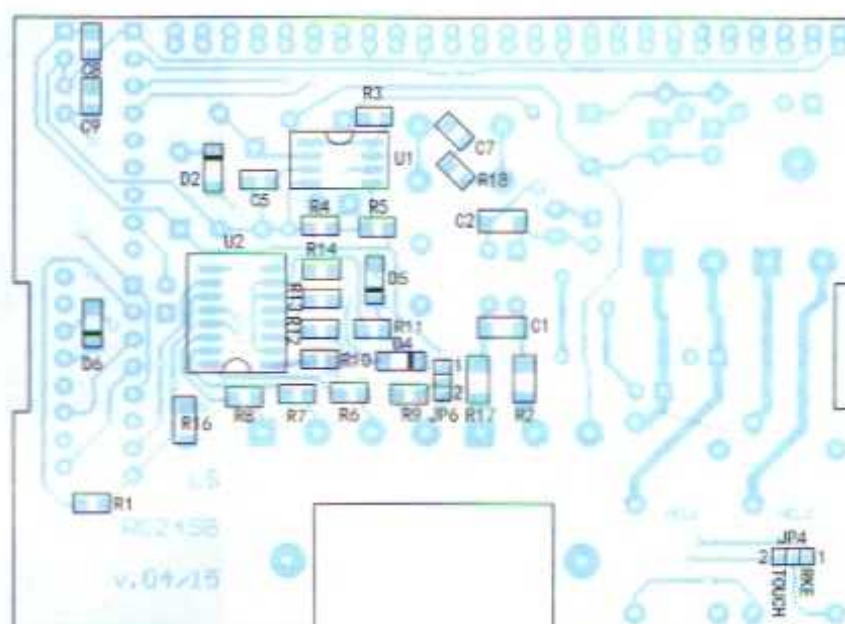
[piano di montaggio **SCHEDA MADRE**]

Elenco Componenti:

- C1: 10 nF ceramico (0805)
 C2: 10 nF ceramico (0805)
 C3, C4: 1000 μ F 35 VL elettrolitico
 C5: 2,2 nF ceramico (0805)
 C6: 1000 μ F 10 VL elettrolitico
 C7: -
 C8: 1 μ F ceramico (0805)
 C9: 2,2 μ F ceramico (0805)
 R1: -
 R2: 6,8 ohm (1206)
 R3: 0,33 ohm (0805)
 R4: 1,2 kohm 1% (0805)
 R5: 4,22 kohm 1% (0805)
 R6: 1,5 kohm (0805)
 R7: 560 ohm (0805)
 R8: 3,3 kohm (0805)
 R9: 10 ohm (0805)
 R10÷R12: 4,7 kohm (0805)
 R13, R14: 10 kohm (0805)
 R15: 180 ohm 1W
 R16: 0 ohm (1206)
 R17: 6,8 ohm (1206)
 R18: -
 D1, D3: 1N5819
 D2, D6: LL4148
 D4, D5: TMMBAT43
 D7: Zener 33V 1,3W
 D8÷D10: 1N5819
 VR1: Varistore V47ZA1P-30Vac
 U1: NCP3063DR2G
 U2: ULN2003D
 L1: Induttanza 47 μ H
 L2: Filtro 2x80 μ H
 F1: Fusibile 160mA ritardato 5x20mm
 RLY1: Relé 5V (JQ1A5F)
 RLY2: Relé 5V (JQ1A5F)
 SML1: Modulo Touch (FT1259)
 SML2: Modulo Gestione RF (FT1258)
 SML3: HiRK-433A
 SML4: Modulo Gestione Relé (FT1260)

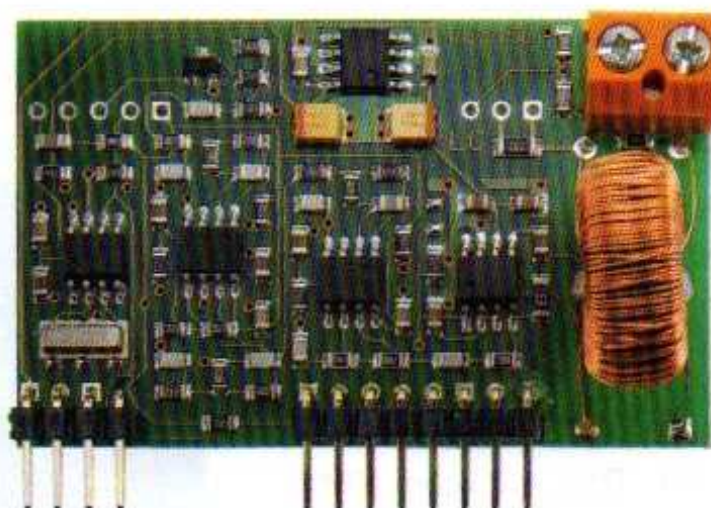
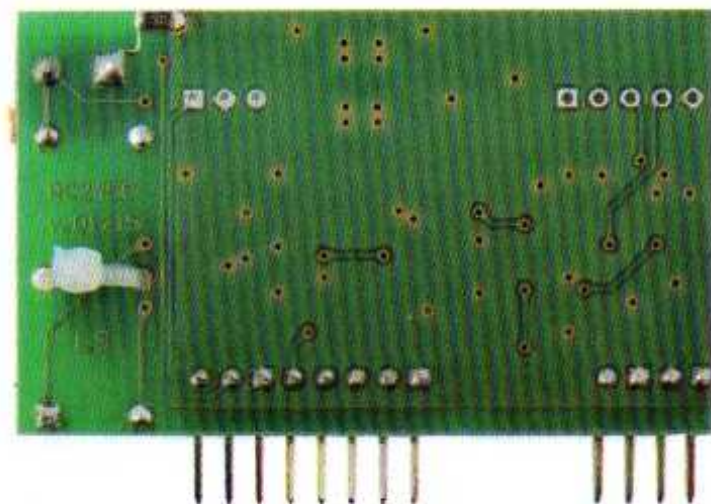
Varie:

- Morsetto 3 vie 45°
- Morsetto 4 vie 45° (2 pz.)
- Portafusibile 20x5mm
- Cappuccio portafusibile
- Strip maschio 2 vie (4 pz.)
- Jumper
- Circuito stampato S1257



Elenco Componenti:

C1: 100 μ F 6,3 VL tantalio (B)
 C2, C3: 100 nF ceramico (0805)
 C4: 100 μ F 6,3 VL tantalio (B)
 C5÷C8: 1 μ F ceramico (0805)
 C9, C10: 100 nF ceramico (0805)
 C11: 100 pF ceramico (0805)
 C12: 1 nF ceramico (0805)
 C13: 220 pF ceramico (0805)
 C14÷C16: 560 pF ceramico (0805)
 C17÷C19: 330 nF ceramico (0805)
 C20: 120 pF ceramico (0805)
 C21: 1 nF ceramico (0805)
 C22: 560 pF ceramico (0805)
 C23: 330 nF ceramico (0805)
 C24, C25: 100 nF ceramico (0805)
 R1: 1,2 kohm 1% (0805)
 R2: 4,7 kohm (0805)
 R3: 10 kohm 1% (0805)
 R4: 100 kohm 1% (0805)
 R5÷R10: 27 kohm 1% (0805)
 R11, R12: 12 kohm 1% (0805)
 R13: 1,2 kohm 1% (0805)
 R14÷R16: 10 kohm 1% (0805)
 R17: 5,1 kohm 1% (0805)
 R18, R19: 3,3 kohm 1% (0805)
 R20: 15 kohm 1% (0805)
 R21: 470 ohm (0805)
 R22: 8,2 kohm 1% (0805)



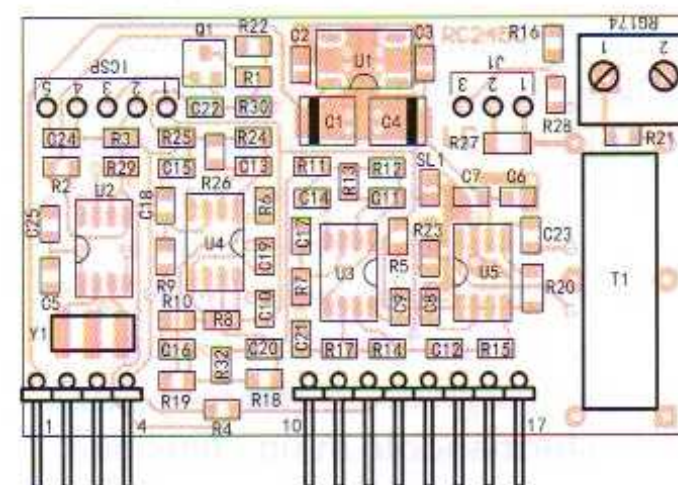
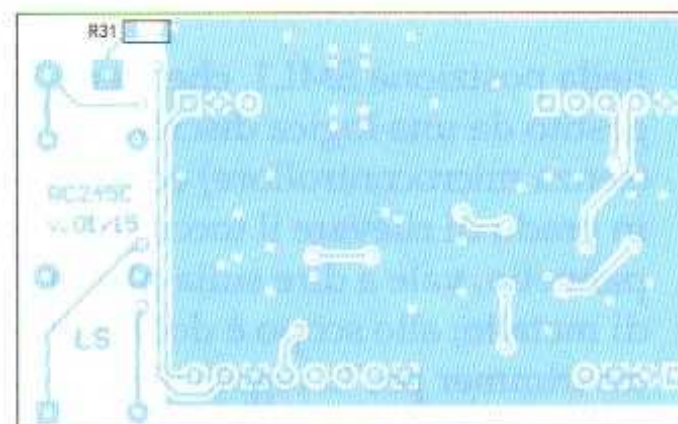
R23: 47 kohm (0805)
 R24÷R26: 2,7 kohm 1% (0805)
 R27: 22 ohm (1206)
 R28: 150 kohm 1% (0805)
 R29, R30: 100 kohm 1% (0805)
 R31: 3,9 kohm 1% (0805)
 R32: 15 kohm 1% (0805)

Q1: BSS138
 Y1: Oscillatore 8 MHz
 U1: LM2931M-5.0
 U2: PIC12F683-I/SN (MF1258)
 U3, U4: MCP602-I/SN
 U5: LM4864M

T1: Trasformatore 1:16

Varie:

- Morsetto 2 vie
- Strip maschio 4 vie 90°
- Strip maschio 8 vie 90°
- Circuito stampato S1258



sferire tutta l'energia necessaria affinché l'unità portatile Touch Key possa destarsi dal suo stato quiescente, il che pregiudica il corretto funzionamento stesso dell'intero sistema.

MODULO LOGICA DI GESTIONE

Questo piccolo modulo (siglato SML4 nello schema elettrico), in SMD e a montaggio verticale anch'esso (dimensioni di 35x23mm), contiene un blocco di logica cablata (senza microcontrollore) che gestisce i due relé seguendo una logica adatta per la maggior parte delle comuni esigenze legate ai sistemi automatici per apertura porte e/o relé passo passo. A bordo del modulo sono presenti tre LED ed un pulsante. I LED provvedono a fornir

re informazioni di stato mentre il pulsante, quando premuto, avvia la procedura di autoapprendimento dei Touch Key; invece, se premuto a lungo, determinerà la cancellazione di tutti i Touch Key precedentemente memorizzati.

REALIZZAZIONE PRATICA

Analizzati gli schemi elettrici possiamo passare alle note costruttive: di tutti i circuiti implicati trovate le tracce lato rame sul nostro sito www.elettronica.in insieme ai file del progetto. Ciascuno stampato è a doppia faccia e va realizzato per fotoincisione. In tutte le schede si fa uso di componentistica SMD e tradizionale, sebbene la scheda madre sia quella che prevede più componenti THT; per il montaggio dei

componenti su ciascuna seguite i relativi disegni di montaggio visibili in queste pagine. Al piano di montaggio della scheda madre dovete far riferimento per l'orientamento dei moduli (da disporre tutti con il lato componenti verso l'interno dalla scheda madre) una volta che li avrete ultimati: vi aiuterà a posizzarli correttamente. Sappiate comunque che, come appare dalle foto del prototipo, le tre piccole schede vanno orientate con il lato componenti rivolto all'interno della scheda madre. L'ibrido radioricevente con integrata la decodifica Keeloq entra nel PCB in un solo verso, quindi non preoccupatevi. Nel modulo sensore di tocco dovete, dopo averlo saldato, bloccare il trasformatore toroidale di

accoppiamento con della colla a caldo, del silicone sigillante, ovvero con una fascetta, altrimenti, visto che la scheda andrà montata in verticale, cadrà a causa del suo peso non indifferente, che non può essere sorretto dal sottile filo di rame smaltato da cui gli avvolgimenti sono costituiti. terminate le saldature in tutti i moduli, inserite e stagnate ciascuno dopo aver applicato alle piazzole laterali un pin strip di adeguata lunghezza, del tipo con contatti angolati a 90°. Ricordiamo che l'unità portatile del Touch Key non va autocostruita perché è un prodotto commerciale che si acquista già pronto, collaudato e configurato; dovete però farla acquisire all'unità base con l'apposita procedura.

IL CABLAGGIO

Una volta completato il montaggio dell'unità base dovete installarla e collegarla all'alimentazione e alla placca metallica; tale connessione si realizza mediante del cavo RG174 coassiale di cui andrà collegato solo il terminale centrale al PIN 1. Alla morsettiere dell'unità base si deve connettere anche il pannello delle segnalazioni, che riporta i tre LED; lo schema corrispondente è illustrato in queste pagine.

Qualora il sistema sia usato nella sua configurazione "base", ovvero quella di apriporta, basterà collegare solo i due poli 1 e 2 (il 3 è la terra), presenti sul morsetto di alimentazione VAUX, direttamente in parallelo al pulsante apriporta già presente sull'impianto (quando quest'ultimo è collegato in serie all'elettroserratura) dopo aver avuto, però, l'accortezza di misurarne la tensione ai suoi capi, così da verificare che rispetti i valori imposti, vale a dire che sia compresa tra gli 11 e

i 30V cc/ca. Dopo aver effettuato tale misura è necessario:

- infilare il ponticello di cortocircuito su JP3 se la tensione è compresa tra 11 e 22Vcc/ca;
- sfilarlo se invece è compresa fra 19 e 30Vcc/ca.

L'incertezza sulla tensione nasce dal fatto che l'integrazione in un impianto esistente comporta l'adeguamento alla tensione di funzionamento dello stesso, che non è standardizzata (esistono impianti operanti in continua e altri in alternata, a 12 o 24 V ...e non solo). Successivamente alla configurazione della sezione di alimentazione vi basterà inserire i ponticelli di cortocircuito nelle posizioni JP1 e JP2 affinché il pulsante apriporta del vostro impianto possa essere cortocircuitato dai contatti C ed NA del relé RLY1, riportati sulla morsettiere TOUCH, quando l'unità portatile si attiva.

Nel caso l'utenza da gestire necessiti di una soluzione diversa, oppure sia incompatibile con la

sopracitata configurazione "base", è possibile, avendo preventivamente avuto l'accortezza di sfilare i ponticelli di cortocircuito dalla

**Guarda Touch Key
in funzione su YouTube!**



**L'innovativo
sistema che
permette di
aprire la porta
toccando una
semplice placca
metallica. Se**



**vuoi vederlo in funzione
collegati alla pagina
[https://www.youtube.com/
watch?v=az41mzpc_bq](https://www.youtube.com/watch?v=az41mzpc_bq)
Dal nostro canale YouTube
[https://www.youtube.com/user/
ElettronicaIN/videos](https://www.youtube.com/user/ElettronicaIN/videos) potrai anche
vedere i video di moltissimi altri
nostri progetti proposti in passato.**

[piano di montaggio MODULO SENSORE TOCCO]

Elenco Componenti:

C1: 560 pF ceramico (0805)
C2: 1 pF ceramico (0805)
C3: 100 nF ceramico (0805)
C4, C5: 330 nF ceramico (0805)
C6: 2,2 nF ceramico (0805)
C7: 2,2 μF 10 VL ceramico (0805)
R1: 2,2 ohm (0805)
R2, R3: 27 kohm 1% (0805)
R4: 10 kohm 1% (0805)
R5: 180 kohm 1% (0805)
R6: 1,2 Mohm (0805)
R7: 9,76 kohm 1% (0805)
R8: 150 kohm (0805)
R9: 5,6 kohm (0805)
R10: 5,6 kohm (0805)
R11: Trimmer 2 kohm 1% (0805)
R12: 0 ohm (1206)

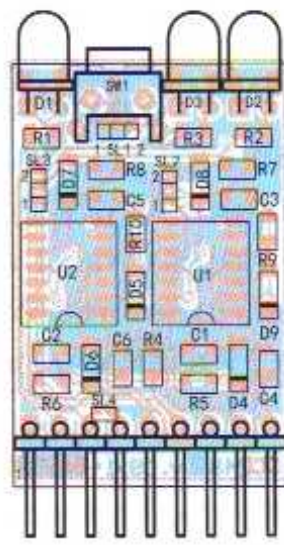
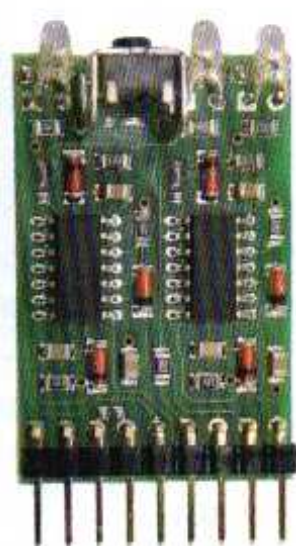


R13: 2 kohm 1% (0805)
D1: BAT54S
U1: LM6132BIM
U2: MCP602-I/SN

Varie:
- Strip maschio 8 vie 90°
- Circuito stampato S1259

Elenco Componenti:

C1, C2: 100 nF ceramico (0805)
 C3÷C6: 220 nF ceramico (0805)
 R1: 1 kohm (0805)
 R2, R3: 5,6 kohm (0805)
 R4: 10 kohm (0805)
 R5, R6: 1,2 Mohm (0805)
 R7÷R9: 680 kohm (0805)
 R10: 1,2 Mohm (0805)
 D1÷D3: LED rosso 3mm
 D4÷D9: LL4148
 SW1: Pulsante da CS 90°



U1, U2: HEF4093BT

8 vie 90°

- Circuito stampato S1260

Varie:

- Strip maschio

posizione JP1 e JP2, alimentare il sistema tramite VAUX con un alimentatore esterno, o trasformatore, così d'avere disponibili sulla morsettiera i contatti puliti del relé da collegarsi dove richiesto. Anche in questo caso è necessario decidere se il ponticello di cortocircuito va infilato, o sfilato, su JP3 in funzione della fascia di tensione d'alimentazione applicata su VAUX. Così facendo, si potrà gestire qualunque tipo di utenza indipendentemente dalla tensione di alimentazione e dal dispositivo da collegare tramite relé. Qualora sia necessario gestire

carichi di tensione superiori a 48V o commutare correnti superiori ad 1 ampere, servirà aggiungere un attuatore esterno quale, per esempio, un relé di potenza.

ABBINAMENTO DELLE UNITÀ PORTATILI

Installata l'unità base dovreste configurarla per funzionare con le unità portatili che vorrete abilitare al comando dei relé; allo scopo, premete e rilasciate il pulsante sul Modulo Logica di Gestione, quindi aspettate che si illumini il LED D1 sullo stesso. Ora trasmettete premendo uno dei tasti dell'unità

(non importa quale); alla ricezione del segnale radio D1 si spegne; premete un'altra volta un tasto dell'unità portatile e verificate che D1 lampeggi (per circa 10 secondi). Al termine del lampeggio il codice è stato appreso e la procedura abbandonata.

Notate che ad ogni ricezione nel normale utilizzo, i LED D2 e D3 lampeggeranno. La prima volta che usate il sistema, prima di iniziare l'apprendimento premete a lungo il pulsante sul predetto modulo, il che cancellerà il contenuto della EEPROM del microcontrollore riservata all'immagazzinamento dei codici delle unità portatili; ciò è utile a rimuovere eventuali dati casuali presenti nella memoria. La stessa operazione andrà effettuata se desiderate resettare la memoria dei codici dei Touch Key memorizzati, ad esempio perché volete disabilitare alcune unità portatili assegnate a persone che non devono più avere accesso al sistema o perdute (a evitare che finiscano in mani sbagliate).



per il MATERIALE

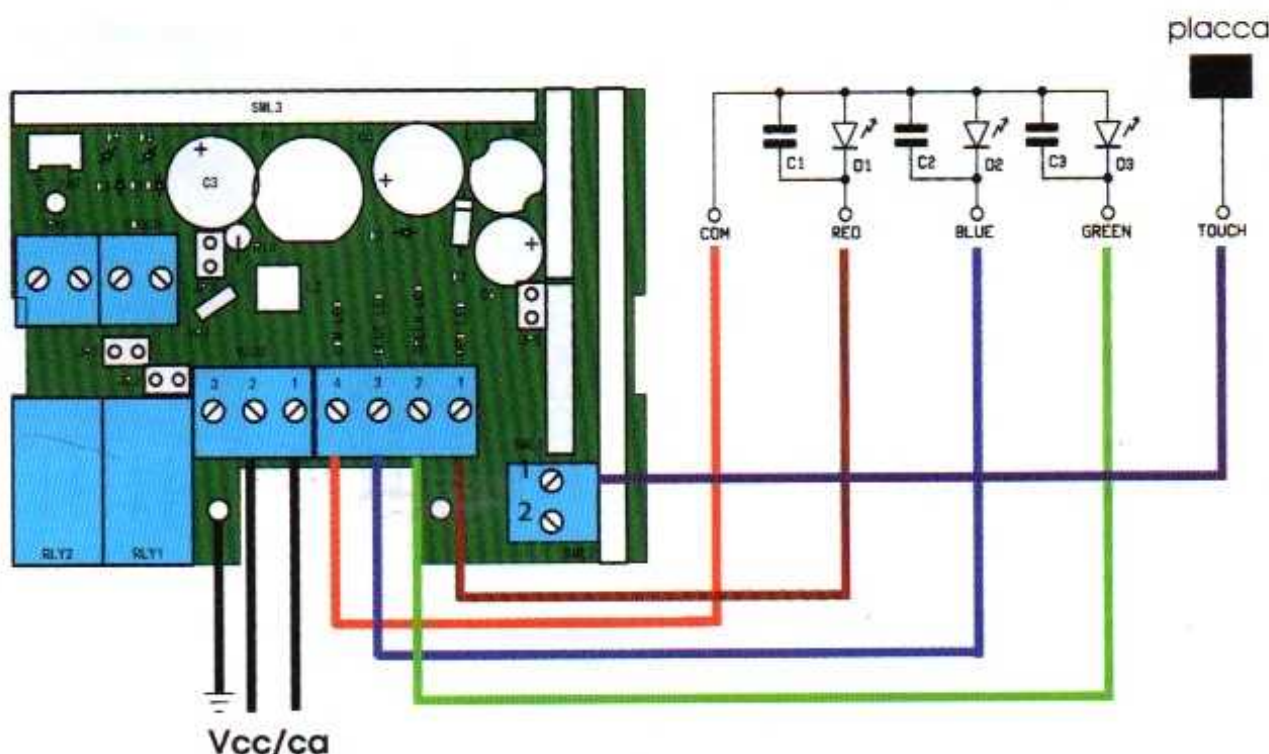
Tutto il materiale presentato in questo articolo può essere acquistato presso Futura Elettronica. Il radiocomando Touch Key (cod. TK03RC02) è in vendita a Euro 49,00; il ricevitore completo Touch Key (cod. BU0A3RC02) è disponibile a Euro 149,00; il pannello touch con LED per scatola ad incasso (cod. TPB03S103) costa Euro 19,00; il pannello touch con LED per scatola esterna (cod. TPB03M103) è disponibile a Euro 19,00. Tutti i prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

Futura Elettronica, Via Adige 11,
 21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287

<http://www.futurashop.it>



Collegamenti dell'unità base al pannello LED di segnalazione e alla placca posta vicino all'accesso.

SPIA A LED UNIVERSALE

Segnalatore luminoso da utilizzare come punto luce e per rimpiazzare piccole tradizionali lampadine a incandescenza a 12/24V, può essere adattato a circuiti alimentati con la rete a 220 Vca.

di BORIS LANDONI

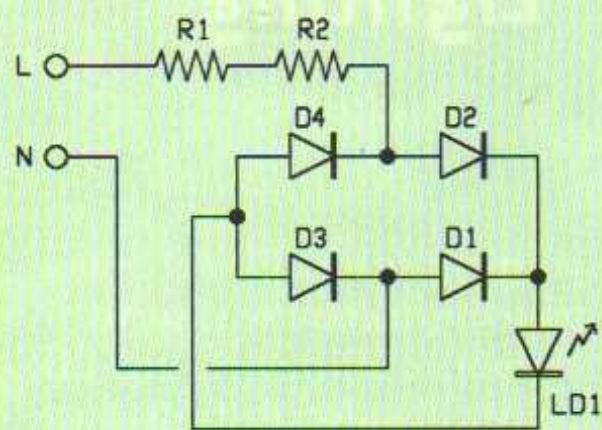


In vecchi quadri elettrici e pannelli di comando di apparati e macchinari un po' datati si trovano lampadine spia a 12 o 24 volt, come del resto nei citofoni, dove si sfruttano i 24 V del campanello e dell'apriporta per illuminare, con lampadine dotate di attacco a baionetta, le targhette portanome. Acclarati gli evidenti benefici dell'utilizzo dei LED sia come lampadine spia, sia come punti luce o sostituti delle tradizionali lampadine, ci sembra naturale proporre una soluzione allo stato solido per illuminare zone ristrette o fornire segnalazioni, che possa essere montata dove prima erano inserite piccole lampadine da pochi watt. Il circuito che vi proponiamo in queste pagine è, infatti, un LED preceduto da un raddrizzatore a doppia semionda che permette di collegarlo a impianti alimentati sia in alternata che in continua (in questo caso la presenza del ponte permette di connettere il circuito senza riguardo per la polarità del collegamento); può quindi sostituire una spia o un punto luce, ovvero una lampadina per citofono, campanello ecc. Se deve fare

da spia montate un LED del colore che preferite, mentre se vi serve per illuminare utilizzerete un LED bianco. Ma di questi dettagli ci occuperemo quando affronteremo la realizzazione del circuito. Per ora considerate che facciamo uso di un LED ad elevata efficienza, quindi un componente in grado, mediamente, di garantire flussi luminosi dell'ordine di 50÷60 lm/W, quindi funzionando a una potenza di 70 mW sviluppa un flusso luminoso di circa 3,5 lumen.

SCHEMA ELETTRICO

Adesso diamo uno sguardo allo schema circuitale, dal quale appare evidente l'estrema semplicità dell'insieme, che si riduce a un comune LED alimentato tramite un ponte di Graetz, vale a dire quello che comunemente chiamiamo ponte raddrizzatore, nonché da una serie di resistenze da 3,3 kohm; il ponte svolge due compiti, il primo dei quali è consentire l'utilizzo del nostro LED in circuiti a corrente alternata. Il secondo è mantenere, sul LED, la stessa polarità della tensione a prescindere da quale sia la polarità dell'alimentazione applicata ai contatti d'ingresso L ed N. Le due resistenze (R1 ed R2) servono a limitare la corrente nel LED e possono (come si vede nella lista dei componenti) avere valori differenti a seconda dell'impiego del circuito; è anche possibile montarne una sola. Montandone due da 3,3 kohm 1/4 di watt il circuito permette di accendere il LED con un'alimentazione di partenza pari a 24Vca o anche 24Vcc; la corrente diretta del diodo sarà, in questo caso, 3,5 mA. Partendo da un'alimentazione a 12 V bisognerà cortocircuitare uno dei due resistori, quindi avere in serie al ponte raddrizzatore solo 3,3 kohm. Si può, per incrementare la lumino-



sità del LED, ridurre R1 ed R2 a 1 kohm, così da far lavorare il diodo con 10 mA in caso di alimentazione a 24 V e a 4,5 mA con 12V (diventano 9 cortocircuitando R1 o R2).

Il nostro segnalatore a LED può comunque funzionare anche alimentato dalla rete elettrica a 220 Vca, per fare da spia o da punto luce notturno, ovvero da punto luce per evidenziare percorsi bui (tipo i corridoi dei cinema o le scale di una casa), interruttori ecc. L'unico accorgimento da prendere è incrementare il valore dei resistori portandolo a 47 kohm ciascuno; ne risulta una resistenza complessiva, in serie al ponte di Graetz, di 94 kohm, che determina lo scorrimento, nel LED, di una corrente efficace pari a 2,4 mA ipotizzando una tensione di 230 Vca sulla linea elettrica. Anche in questo caso è possibile incremen-

tare la luminosità del LED salendo, con la corrente, fino a 20 milliampere, ma ciò comporta, oltre alla riduzione del valore ohmico delle resistenze fino a 6,8 kohm, la scelta di componenti non più da 1/4 di watt ma da 2 W. Ciò detto, spieghiamo il ruolo del ponte raddrizzatore nel circuito attraverso il suo funzionamento; comprenderemo, così, perché consente di alimentare il LED sia in alternata, sia in continua.

Il ponte di Graetz, è un quadrilatero formato da diodi collegati come vedete nella Fig. 1 e nella Fig. 2, dove l'ingresso è collegato al secondario di un trasformatore o, come nel nostro caso, direttamente alla rete. La caratteristica del nostro ponte è di raddrizzare la tensione alternata con la massima efficienza. Tale circuito funziona sfruttando la particolare connessione dei quattro diodi, che permette di mantenere la stessa polarità indipendentemente dalla polarità presente all'entrata; in altre parole, il carico (nel nostro caso il diodo luminoso LD1...) riceve una tensione sempre della stessa polarità, tanto in semionda positiva quanto in semionda negativa. Per come sono interconnessi,

i diodi possono condurre una sola coppia alla volta. Per comprendere il funzionamento del ponte partiamo ipotizzando che l'alternata applicata dal secondario del trasformatore abbia, all'istante, polarità positiva sul vertice del quadrilatero; in tal caso il diodo D1 ha l'anodo positivo e conduce, lasciandosi attraversare dalla corrente, la stessa che poi passa nella resistenza (utilizzatore) e non nel D2, dato che quest'ultimo si trova polarità positiva sul catodo. La corrente prosegue il suo cammino attraversando D4, poiché quest'ultimo riceve polarità positiva sull'anodo e negativa sul catodo. D2 e D3 rimangono esclusi. Ora prendiamo il caso contrario, ossia quando l'alternata è positiva sul nodo superiore del ponte rispetto al nodo inferiore; ora conducono i soli diodi D2 e D3, mentre restano interdetti D1 e D4. Infatti D2 si trova a polarità positiva sull'anodo e si lascia attraversare dalla corrente, che fluisce nel carico ed entra nell'anodo del D3, anch'esso positivo rispetto al rispettivo catodo (che si trova sul terminale del trasformatore attualmente negativo). Insomma, è come se i diodi D2 e D3 si trovino in serie e

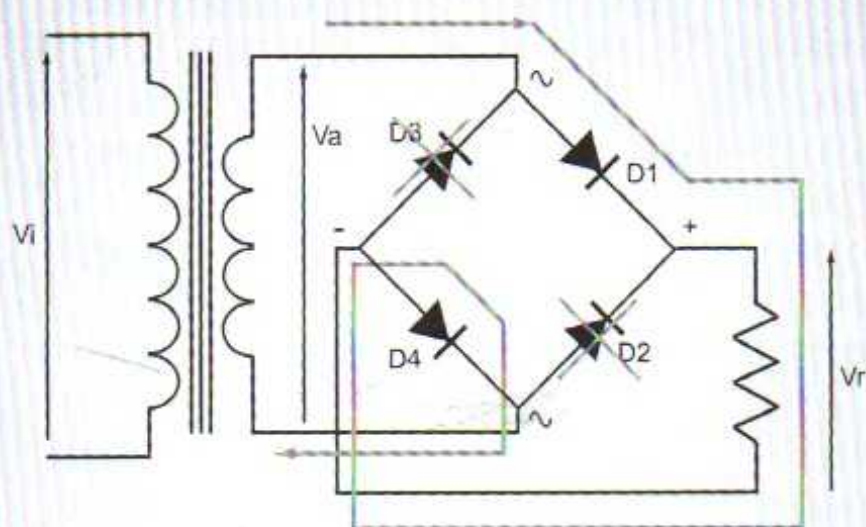


Fig. 1 - Quando la tensione alternata è positiva sul vertice del ponte, D1 e D4 si trovano in serie e conducono perché vengono polarizzati direttamente (anodo positivo rispetto al catodo).

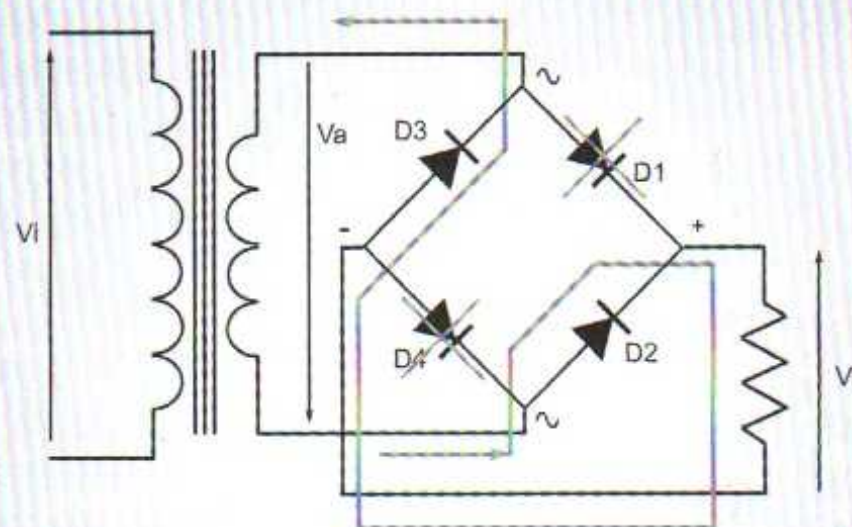
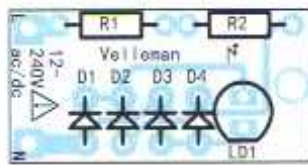


Fig. 2 - Quando la tensione è negativa sul vertice del quadrilatero, D2 e D3 si trovano in serie al carico e conducono perché vengono polarizzati direttamente (anodo positivo rispetto al catodo).



Elenco Componenti:

R1, R2: 3,3 kohm	Varie:
1/4W (vedi testo)	- Circuito
D1 ÷ D4: 1N4007	stampato
LD1: LED blu 3 mm	S1242

vengano polarizzati direttamente dalla polarità del trasformatore (positiva sull'anodo del D2 e negativa sul catodo del D3). Anche in questa fase l'utilizzatore riceve sempre la stessa polarità e una corrente della medesima intensità di quella ricevuta nella precedente semionda. Se il ponte di Graetz viene alimentato tra i punti ~ con l'alternata sinusoidale come quella della rete-luce o quella prelevata dal secondario di un trasformatore da rete, all'uscita (+ e -) si trovano impulsi sinusoidali di frequenza doppia: è come se il ponte rovesciasse la parte negativa dell'onda sinusoidale facendola diventare positiva (Fig. 3), il che permette di non perdere alcuna semionda, come invece accadrebbe raddrizzando con un semplice diodo. Il ponte di Graetz è dunque un raddrizzatore a doppia semionda, ed è proprio la caratteristica di presentare in uscita una tensione (tra l'altro sempre della stessa polarità) qualunque sia la polarità all'ingresso, a consentirci di utilizzarlo anche in continua per non doverci curare del verso di collegamento del circuito alla linea d'alimentazione. Il ponte raddrizzatore del nostro circuito è di tipo discreto, ossia realizzato da quattro diodi singoli; essendo questi degli 1N4007, capaci di sopportare una tensione inversa di ben 1.000 volt e una corrente diretta (in conduzione) di 1 A, sono più che sufficienti all'utilizzo del circuito, anche in alta tensione (220 Vca).

REALIZZAZIONE PRATICA

Passiamo adesso alle note costruttive: il circuito è tanto semplice da poter essere realizzato su un pezzetto di basetta millefori, tuttavia per chi lo volesse ottenere dalla fotoincisione, pubblichiamo sul nostro sito www.elettronica.in la traccia lato rame della basetta. Per il montaggio, partite con le resistenze e poi inserite e saldate i diodi 1N4007, che vanno disposti in piedi orientati come mostra l'apposito disegno in queste pagine (se avete dubbi potete guardare le foto del prototipo che trovate in queste pagine). Per "semplificarvi la vita" abbiamo disegnato il circuito stampato in modo che tutti i diodi vadano posizionati con la fascetta (indicante il catodo) rivolta verso l'alto. Terminate il montaggio con il LED, che potrete disporre in piedi o con i terminali piegati ad angolo retto a seconda delle vostre esigenze (cioè in base a dove deve essere montato il circuito) ma seguendo l'orientamento indicato nel piano di montaggio (il catodo, ossia il reoforo posto dal lato smussato del contenitore, va rivolto al bordo della basetta). Il LED può essere da 3 mm o da 5 mm...dipende da quanta luce vi serve fare. Per quanto riguarda l'utilizzo, se dovete impiegare il circuito collegandolo alla rete a 220 Vca vi conviene racchiuderlo in un pezzo di tubetto termorestringente di grande sezione, da stringere poi con un phon o una pistola ad aria calda, piegando i terminali del LED in modo che la testa fuoriesca dalla guaina; chiaramente farete ciò dopo aver saldato ai contatti L ed N i due fili dell'alimentazione. A proposito dell'ingresso, notate che la siglatura L ed N è stata adottata perché è quella che si usa per contrassegnare i conduttori

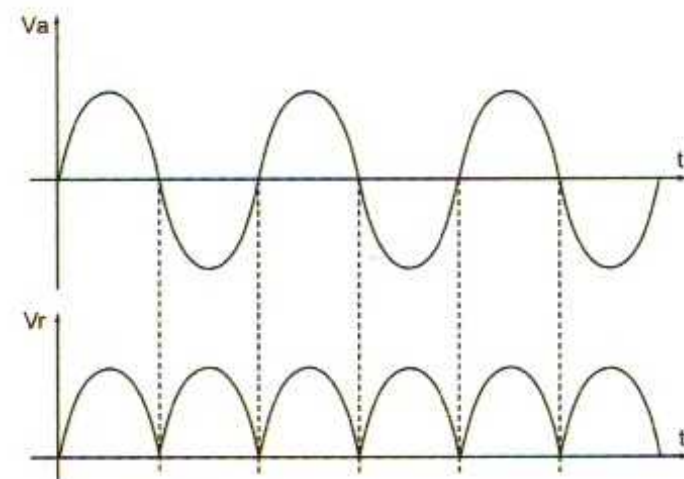


Fig. 3 - Tensione sul LED (curva in basso) correlata con quella d'ingresso nel caso tra i contatti L ed N del circuito venga applicata corrente alternata: come vedete, il ponte lascia passare tutte le semionde accodandole con la stessa polarità.

delle linee elettriche monofase a 220 Vca, ma è irrilevante: infatti il circuito funziona anche invertendo i collegamenti. Se volete realizzare un punto luce, utilizzate un LED a luce bianca o gialla, da inserire in un contenitore in plastica con una finestrella in plexiglass o comunque plastica trasparente. Se dovete inserire il circuito in contenitori metallici, isolatelo bene con la solita guaina termorestringente ad evitare che le saldature, toccando il metallo, possano causare cortocircuiti, che sono dannosi sia se lavorate a bassa tensione (12/24V) sia con l'alimentazione da rete.



per il MATERIALE

Il materiale utilizzato per realizzare questo progetto si può acquistare presso Futura Elettronica; è comunque disponibile un kit con due schede LED multi tensione (cod. MK196) al prezzo di Euro 5,30. Il prezzo si intende IVA compresa.

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



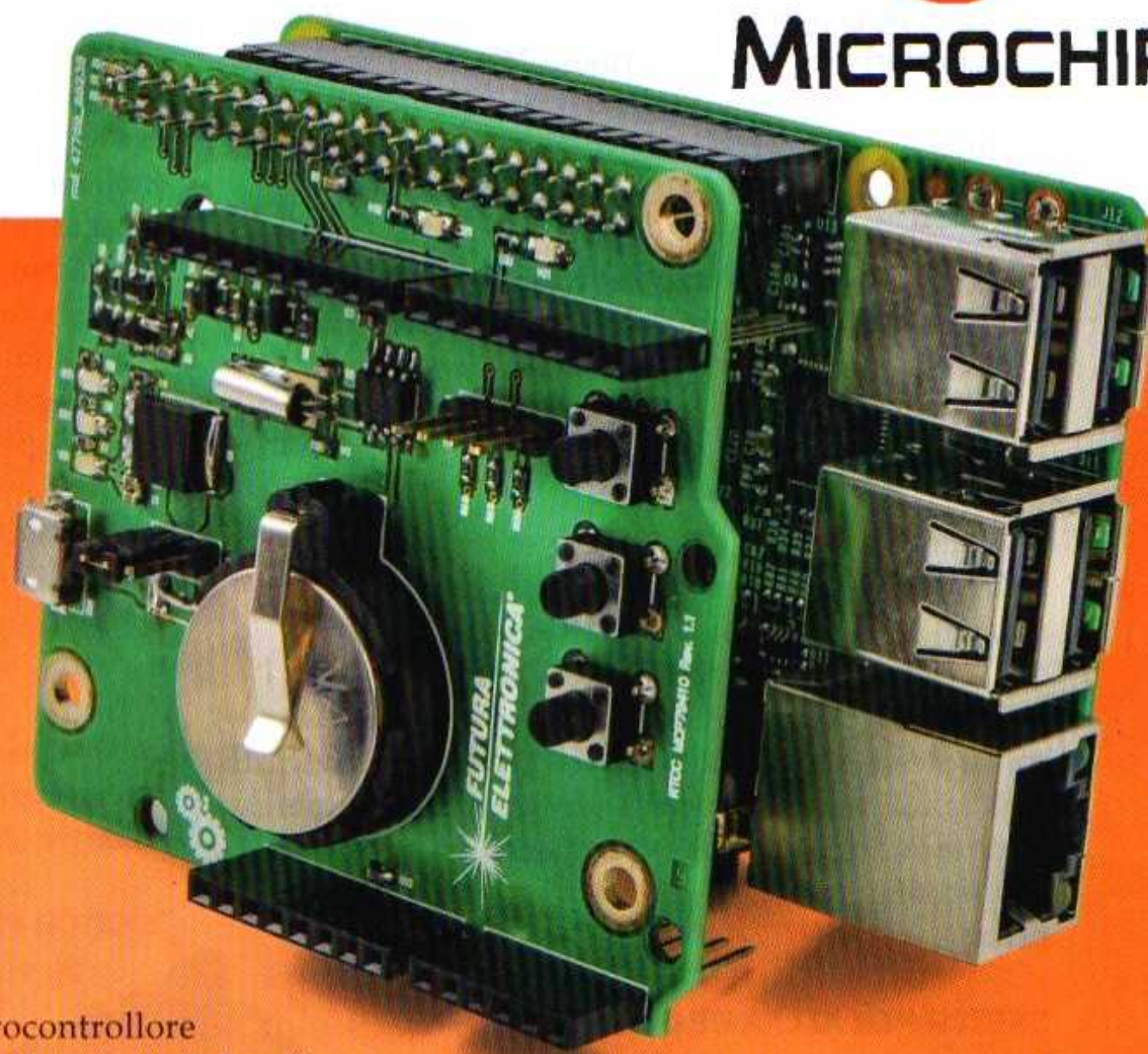
di MATTEO DESTRO

RTC SHIELD PER ARDUINO E RASPBERRY PI

Concludiamo il discorso su Arduino e vediamo come utilizzare lo shield con Raspberry Pi mediante un'apposita libreria. Seconda e ultima puntata.



MICROCHIP



Ci siamo lasciati dopo aver descritto un nuovo shield RTCC basato sull'integrato Microchip MCP79410 ed aver esaminato lo sketch per Arduino; ora, come anticipato nella prima puntata, completiamo il discorso su Arduino e passiamo "a bomba" all'applicazione con la Raspberry Pi.

Iniziamo presentandovi quattro mini sketch molto semplici e minimali per acquisire familiarità con la nostra libreria e imparare ad usarla. Questi ulteriori sketch vi aiuteranno a studiare e comprendere meglio lo sketch completo descritto il mese scorso e li abbiamo preparati come alternativa per chi desidera gestire solo alcune funzioni dell'integrato Microchip e non desidera riempire la memoria del

microcontrollore di Arduino con del codice non utilizzato.

SKETCH PER TIMEKEEPER

Veniamo allo sketch per configurare solo il TimeKeeper del nostro RTCC. Anche in questo caso abbiamo suddiviso per semplicità lo sketch su tre file distinti in particolare abbiamo:

- *MCP79410_SetTimeKeeper* → file principale contenente le funzioni "setup()" e "loop()" nonché tutte le dichiarazioni di variabili, le costanti stringa, le costanti di tempo, le dichiarazioni delle macchine a stati ecc.;

- *RTCC_Settings* → file per la configurazione del TimeKeeper;
- *TimersInt* → file di gestione dell'interrupt per il controllo dei timer.

Concentriamoci sul file "*RTCC_Settings*" e in particolare sulla funzione "`void RTCC_TimeKeeperSettings(void)`" la quale ci permette di configurare la data e l'ora del nostro RTCC. Questa funzione viene richiamata solo durante l'esecuzione del "*setup()*" e mai in altra occasione. La funzione lavora sul formato 24h, ma volendo si può modificare per lavorare sul formato 12h; infatti ci sono delle parti di codice commentate che servono appunto per la configurazione dei registri nel secondo formato. La funzione è impostata per configurare come data il Venerdì del 25/12/2015 e per fare ciò carica nella struttura dati del TimeKeeper i nuovi valori della data e il giorno della settimana, tenendo ben presente il formato, BCD dopodiché carica nella struttura dati i nuovi valori per l'ora nel formato 24h. L'ora scelta per l'esempio è 14:25:30. Infine, sempre della struttura dati, si attiva l'oscillatore agendo sull'apposito bit e si attiva la modalità batteria nel caso in cui venga a mancare l'alimentazione principale.

A questo punto per rendere effettive le modifiche si deve richiamare la funzione per programmare il RTCC e in particolare i registri del TimeKeeper:

```
mcp79410.WriteTimeKeeping(0);
```

Il parametro 0 indica che si sta lavorando in formato 24h. Durante l'esecuzione del "*loop()*" viene richiamata la sola funzione di lettura dei registri del TimeKeeper, una volta ogni 10 secondi, i quali vengono decodificati e stampati sul monitor seriale con la stessa filosofia adottata dal precedente sketch. Si può quindi vedere l'avanzare dei secondi e dei minuti. Tutte le volte che lo sketch verrà fatto ripartire, si avrà una riconfigurazione di data e ora con i valori detti prima.

SKETCH PER ALLARME 0

Vediamo ora uno sketch che riguarda semplicemente come configurare gli allarmi del nostro RTCC. Anche in questo caso abbiamo suddiviso per semplicità lo sketch su tre file distinti:

- *MCP79410_SetAlarm* → file principale contenente le funzioni "*setup()*" e "*loop()*" nonché tutte le dichiarazioni di

variabili, le costanti stringa, le costanti di tempo, le dichiarazioni delle macchine a stati ecc.;

- *RTCC_Settings* → file per la configurazione degli allarmi;
- *TimersInt* → file di gestione dell'interrupt per la gestione dei timer.

Concentriamoci sul file "*RTCC_Settings*" dove incontriamo nuovamente la funzione "`void RTCC_TimeKeeperSettings(void)`", vista nello sketch precedente, per la configurazione di data e ora e la funzione "`void RTCC_AlarmSettings(void)`" per la configurazione dell'allarme 0; per semplicità abbiamo ommesso la configurazione dell'allarme 1. La funzione di configurazione dell'allarme inizia disabilitando entrambi gli allarmi per poi passare a configurare la struttura dati apposita; questa è un array di strutture con dimensione 2, ossia allarme 0 e allarme 1. Per prima cosa si deve configurare la data omettendo l'anno che perde di significato nella configurazione degli allarmi. Al passo successivo si configura la maschera di confronto, noi scegliamo di eseguire il confronto solo sui secondi (le righe commentate mostrano che valori assegnare nel caso in cui si decidesse di utilizzare una diversa maschera di confronto).

Segue la configurazione della polarità dell'uscita MFP e per ultimo si imposta l'ora ovviamente nel formato 24h congruente con la data e l'ora impostata per il TimeKeeper.

Per rendere effettive le modifiche apportate alla struttura dati richiamare in sequenza le funzioni:

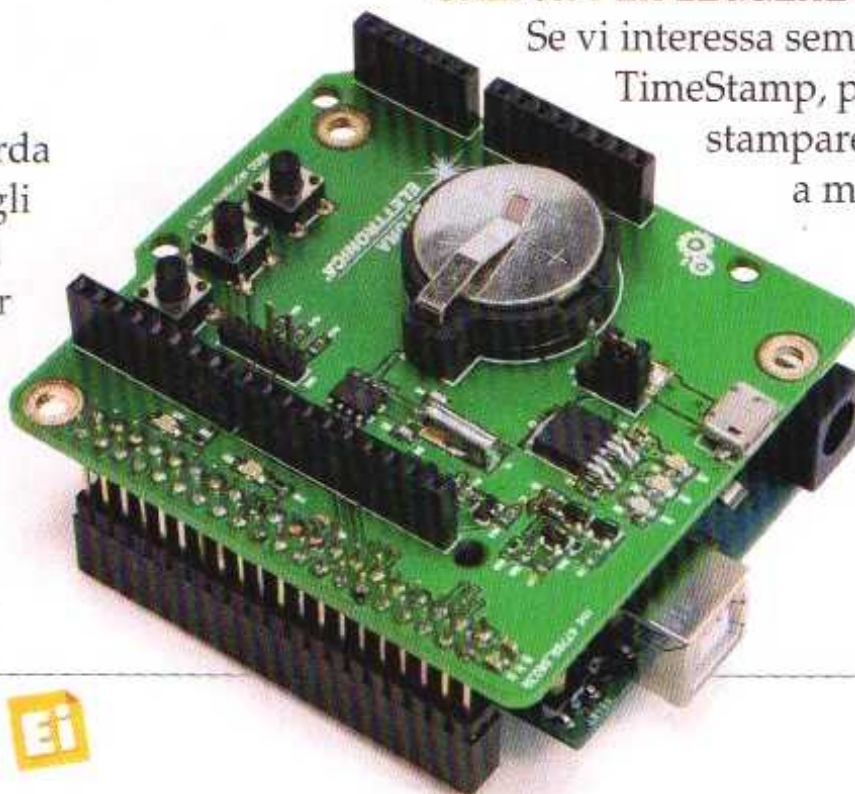
```
mcp79410.WriteAlarmRegister(0, 0);
mcp79410.Alarm0Bit(1);
```

dove la prima invia i dati appena inseriti ai registri di configurazione dell'allarme 0 mentre la seconda abilita l'allarme stesso.

SKETCH PER LEGGERE IL TIMESTAMP

Se vi interessa semplicemente leggere i registri TimeStamp, power-up e power-down, per stampare a monitor quando è venuta a mancare l'alimentazione e quando è ritornata, usate lo sketch descritto qui di seguito, che è suddiviso in due file:

- *MCP79410_timeStamp* → file principale contenente le funzioni "*setup()*" e "*loop()*"



nonché tutte le dichiarazioni di variabili, le costanti stringa, le costanti di tempo, le dichiarazioni delle macchine a stati e le funzioni di gestione dei TimeStamp;

- *TimersInt* → file di gestione dell'interrupt per la gestione dei timer.

In questo sketch non si eseguono configurazioni ma semplicemente si va a leggere il contenuto dei registri del timestamp. Questo è utile per stampare a video data e ora di quando è venuta a mancare l'alimentazione della scheda e data e ora di quando è ritornata. Durante il "*setup()*" non ci sono configurazioni particolari, carichiamo soltanto un timer per ritardare la lettura dei registri in modo da dare tempo di attivare il monitor seriale dopo il collegamento del cavo USB alla scheda Arduino UNO R3. La funzione che si occupa di leggere i registri viene eseguita una volta ogni dieci secondi, allo scadere del timer vengono letti sia i registri di data e ora correnti e, se il bit "*PwFail*" è a uno logico anche i registri del TimeStamp in quanto c'è stata sicuramente una mancanza di alimentazione. Tutte queste informazioni vengono poi stampate sul monitor seriale con la consueta formattazione. In questo sketch si sfruttano le funzioni di libreria:

```
ReadTimeKeeping(void)
ReadSingleReg(uint8_t ControlByte, uint8_t RegAdd)
ReadPowerDownUpRegister(uint8_t PowerDownUp)
ResetPwFailBit(void)
```

SKETCH PER GESTIRE LA EEPROM

Vediamo in ultimo lo sketch per utilizzare la EEPROM del nostro RTCC, sia quella protetta (8 Byte) che non protetta (128 Byte). Lo sketch è suddiviso in due file:

- *MCP79410_EEPROM* → file principale contenente le funzioni "*setup()*" e "*loop()*" nonché tutte le dichiarazioni di variabili, le costanti stringa, le costanti di tempo, le dichiarazioni delle macchine a stati e le funzioni di gestione della EEPROM;
- *TimersInt* → file di gestione dell'interrupt per la gestione dei timer.

Per testare la memoria EEPROM da 128 Byte proviamo a scrivere in memoria la scritta "*ElettronicaIn*" partendo dall'indirizzo 0x00, sfruttando la libreria e in particolare la funzione di scrittura:

```
WriteSingleReg(uint8_t ControlByte, uint8_t RegAdd, uint8_t RegData)
```

Sfruttando l'array presente nella nostra libreria e scrivendo un piccolo ciclo do-while, riusciamo a

scrivere la nostra stringa nella memoria EEPROM.

Quanto esposto è tutto raccolto in una funzione nominata "*void Set_EEPROM(void)*" la quale viene chiamata solo durante l'esecuzione del "*setup()*".

Per verificare l'avvenuta scrittura abbiamo scritto una piccola funzione "*void Read_EEPROM(void)*" per rileggere, ogni dieci secondi, il contenuto delle prime locazioni di memoria EEPROM per poi stamparne il risultato sul monitor seriale. Anche in questo caso la funzione è composta da poche righe di codice compreso un ciclo do-while per la stampa. La funzione di libreria utilizzata per leggere la EEPROM è:

```
ReadArray(uint8_t ControlByte, uint8_t StartAdd, uint8_t Length)
```

Oltre alla memoria EEPROM classica abbiamo testato la scrittura e lettura della memoria EEPROM protetta (8 Byte) per memorizzare un ipotetico MAC address. Anche in questo caso abbiamo scritto due piccole funzioni, la prima per scrivere in EEPROM e la seconda per leggere la EEPROM. Quindi con "*void Set_Protected_EEPROM(void)*" scriviamo la memoria EEPROM solo durante il "*setup()*" e poi ogni dieci secondi andiamo a rileggerne il contenuto con la funzione "*void Read_Protected_EEPROM(void)*".

Per la scrittura si usa la funzione di libreria:

```
WriteProtected_EEPROM(uint8_t RegAdd, uint8_t RegData)
```

Si può scrivere un solo byte alla volta, anche in questo caso si sfrutta l'array della nostra libreria più un piccolo ciclo do-while.

Bene, detto ciò abbiamo concluso il discorso sull'applicazione con Arduino.

ED ORA...RASPBERRY PI

Lo shield RTCC dispone di una zoccolatura doppia che ne permette l'inserzione di volta in volta sulla scheda desiderata. Dopo avervi descritto il firmware per abbinarla ad Arduino, in quest'ultima puntata mostreremo come utilizzare il nostro shield RTCC con Raspberry Pi 2.0/B+ sfruttando la libreria in codice Python sviluppata per l'evenienza. Prima di procedere riepiloghiamo alcuni dettagli dello shield, che si basa sull'integrato Microchip MCP79410; nello specifico, diamo uno sguardo alle interconnessioni tra esso e la Raspberry Pi. A tale scheda vengono collegate diverse linee tra cui il bus di comunicazione I²C per la gestione dell'integrato U1 (tra Raspberry Pi e l'integrato U1 è interposto un traslatore di livello meglio descritto nella prima puntata, in quanto Raspberry Pi lavora con livello di tensione +3,3V mentre U1 con livello

+5V), le linee dei pulsanti P1, P2 e P3, le linee di trigger, il LED e la linea di forzatura ON. Se necessario, il bus I²C, oltre a essere portato all'integrato U1, può essere prolungato verso altre schede connesse a Raspberry Pi tramite il solito connettore di espansione: l'importante è che non ci siano delle sovrapposizioni con gli indirizzi hardware già impegnati. Quindi, riassumendo, i seguenti pin della Raspberry Pi hanno questo utilizzo:

- GPIO 2 e 3 sono usati per collegare il bus I²C;
- GPIO 17, 18 e 27 sono usati per collegare i tre pulsanti utilizzati dallo sketch realizzato in codice Python;
- GPIO 22 e 23 sono usati per collegare le due linee di trigger utili durante le fasi di debug;
- GPIO 24 è usato per gestire la linea di forzatura ON dell'elettronica tramite il transistor NPN Q6 e il relativo MOSFET Q1, usato come interruttore;
- GPIO 25 serve per pilotare il LED LD5.

Concludiamo qui la descrizione dell'hardware messo a disposizione della nostra scheda, se ritenete opportuno approfondire l'argomento vi invitiamo a rileggere la precedente puntata per i dettagli.

LIBRERIA PER RASPBERRY PI

La libreria sviluppata per l'occasione permette di configurare e gestire l'integrato MCP79410 in tutte le sue funzioni rendendo agevole configurarlo per le proprie esigenze, che possono essere diverse da quelle sviluppate nel nostro sketch di esempio di cui discuteremo più avanti.

Diversamente dal mondo Arduino la libreria è scritta in Python ed è composta da soli due file con estensione ".py".

Il primo si chiama "MCP79410.py" e contiene tutte le funzioni di libreria mentre il secondo è "MCP79410_DefVar.py" e contiene la dichiarazione di tutte le costanti e le strutture dati. I due file fanno quindi parte di un pacchetto che può essere installato sulla vostra Raspberry Pi e utilizzato nei vostri sketch. Vedremo in seguito come viene generato il pacchetto da distribuire e come si deve fare per installarlo nella propria distribuzione.

Oltre ai due file di libreria abbiamo scritto uno sketch per mostrare come utilizzare le funzioni implementate. Lo sketch è composto da tre file distinti: "MCP79410_Main.py" dove trova posto il main, "MCP79410_PrintFunc.py" dove troviamo tutte le funzioni di stampa a video dei dati letti dall'integrato MCP79410 e infine "MCP79410_SetRegisters.py", dove sono memorizzate le funzioni di configurazione dell'integrato MCP79410.

Cominciamo a descrivere a grandi linee il file "MCP79410_DefVar.py" il quale, come detto sopra, contiene le definizioni di tutte le funzioni utilizzate, nonché la dichiarazione delle variabili e delle strutture dati pubbliche e private. Da una prima occhiata si può vedere che è una copia quasi identica del relativo file realizzato per Arduino con alcune differenze dovute al differente linguaggio di programmazione utilizzato. In testa al file ci sono le dichiarazioni delle costanti come ad esempio gli indirizzi hardware dell'integrato, ricordiamo che MCP79410 possiede due indirizzi hardware distinti, oppure gli indirizzi dei registri a cui puntare per la lettura/programmazione dei parametri operativi dell'integrato. Seguono una serie di costanti per la programmazione dei registri con dei valori standard, questa sezione, associata alla lettura attenta del data-sheet, aiuta a comprendere appieno come si deve fare e cosa si deve configurare per il corretto funzionamento dell'integrato. Tutte le costanti inserite possono essere modificate a piacere dall'utente a seconda delle proprie esigenze; per ogni costante è presente un commento utile a comprenderne il significato.

Infine trovano posto le costanti per la gestione della EEPROM; ricordiamo che per accedere ad essa l'indirizzo hardware da utilizzare è diverso da quello del RTCC. Oltre alle costanti appena descritte trovano parte le strutture dati fondamentali per una gestione nidificata dei dati per la programmazione/lettura dei vari registri presenti.

Le strutture dati sono suddivise in sezioni distinte, in particolare abbiamo la sezione per il TimeKeeper, la sezione per gli allarmi e la sezione per i TimeStamp. Come per il mondo Arduino, è possibile configurare i registri in due modi distinti: un metodo prevede l'utilizzo di apposite funzioni dedicate l'altro tramite la configurazione delle strutture dati e successiva programmazione dei registri. Ad esempio la struttura dati seguente permette di configurare ogni singolo bit del registro "CONTROL":

```
class CtrlBit (Structure):
    _fields_ = [("SquareWaveFreqOutput", c_uint8,
2),
                ("CoarseTrimEnable", c_uint8, 1),
                ("ExtOscInput", c_uint8, 1),
                ("Alarm0_Enable", c_uint8, 1),
                ("Alarm1_Enable", c_uint8, 1),
                ("SquareWaveOutputEnable", c_uint8, 1),
                ("LogicLevelOutput", c_uint8, 1)]

class CtrlByte (Structure):
    _fields_ = [("Byte0", c_uint8)]

class CtrlReg (Union):
    _fields_ = [("ControlBit", CtrlBit),
                ("ControlByte", CtrlByte)]
```

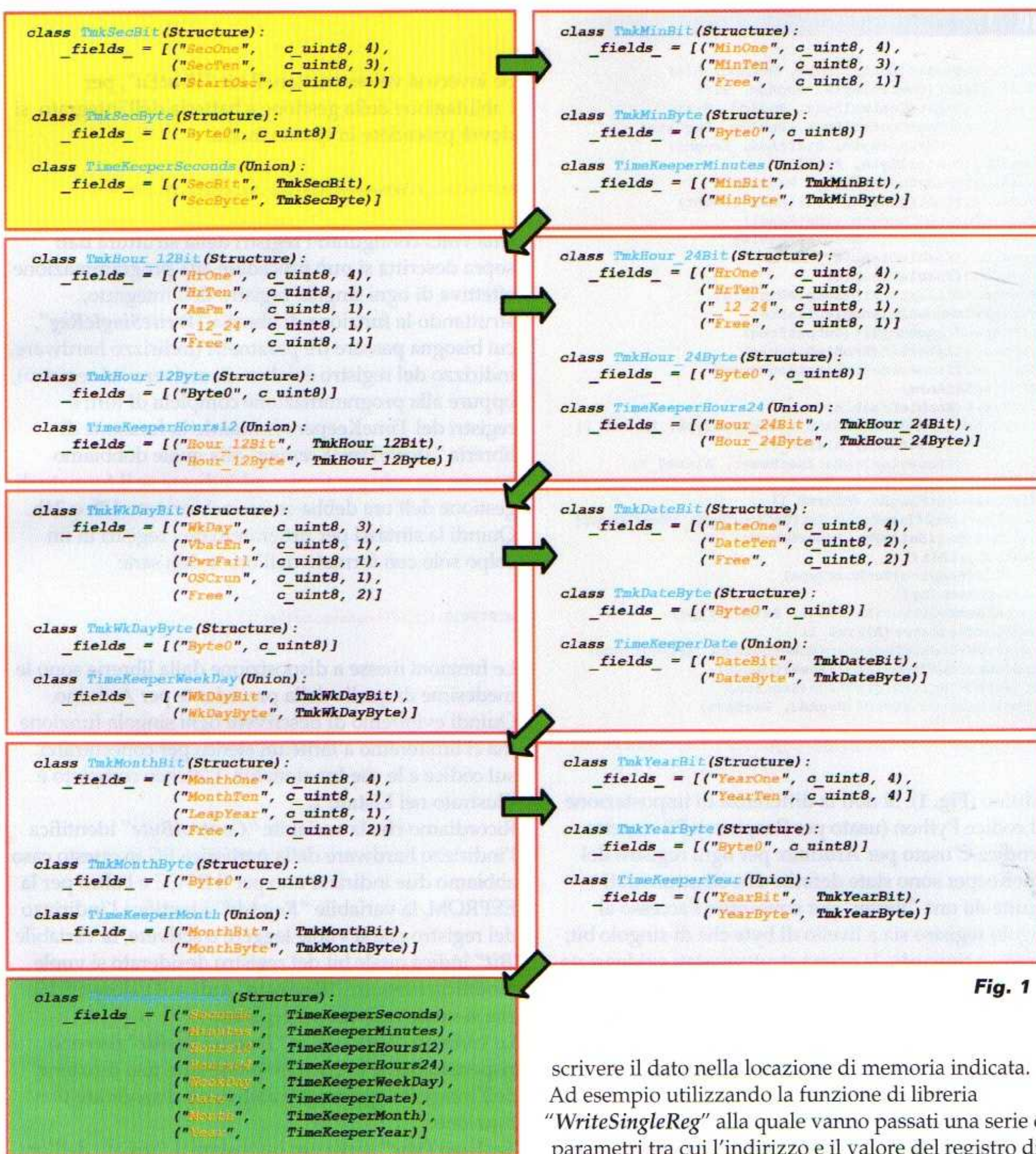



Fig. 1

Supponendo di volere abilitare l'allarme 0 si dovrà settare il bit "Alarm0_Enable" con la seguente sintassi:

```
MCP79410._CtrlReg.ControlBit.Alarm0_Enable = 1;
```

dove "_CtrlReg" è la dichiarazione globale della struttura dati in esame visibile dallo sketch. Ovviamente così facendo abbiamo solo settato un valore in RAM. Il passo successivo sarà quello di richiamare un'apposita funzione per andare a

scrivere il dato nella locazione di memoria indicata. Ad esempio utilizzando la funzione di libreria "WriteSingleReg" alla quale vanno passati una serie di parametri tra cui l'indirizzo e il valore del registro di cui si vuole modificare il valore. La sintassi completa sarà:

```
mcp79410.WriteSingleReg(RTCC_HW_ADD, CONTROL_ADD,
MCP79410._CtrlReg.ControlByte);
```

Oltre alla struttura dati appena illustrata ne seguono delle altre, più articolate, che permettono la configurazione dei registri TimeKeeper, gli allarmi e la lettura dei TimeStamp al PowerUp e PowerDown. A titolo d'esempio vediamo la struttura dati per la gestione dei registri TimeKeeper come già visto per

Listato 1

```

1) ToggleSingleBit(ControlByte, RegAdd, Bit)
2) SetSingleBit(ControlByte, RegAdd, Bit)
3) ResetSingleBit(ControlByte, RegAdd, Bit)
4) WriteSingleReg(ControlByte, RegAdd, RegData)
5) WriteArray(ControlByte, StartAdd, Lenght)
6) ClearReg(ControlByte, RegAdd)
7) ReadSingleReg(ControlByte, RegAdd)
8) ReadArray(ControlByte, StartAdd, Lenght)
9) GeneralPurposeOutputBit(SetReset)
10) SquareWaveOutputBit(EnableDisable)
11) Alarm1Bit(EnableDisable)
12) Alarm0Bit(EnableDisable)
13) ExternalOscillatorBit(EnableDisable)
14) CoarseTrimModeBit(EnableDisable)
15) SetOutputFrequencyBit(OutputFreq)
16) StartOscillatorBit(EnableDisable)
17) Hour12or24TimeFormatBit(SetHourType)
18) AmPmBit(SetAmPm)
19) VbatEnBit(EnableDisable)
20) AlarmHour12or24TimeFormatBit(SetHourType, Alarm0_1)
21) AlarmAmPmBit(SetAmPm, Alarm0_1)
22) AlarmIntOutputPolarityBit(SetReset, Alarm0_1)
23) AlarmMaskBit(Alarm0_1, Mask)
24) ResetAlarmIntFlagBit(Alarm0_1)
25) PowerHour12or24TimeFormatBit(SetHourType, PowerDownUp)
26) PowerAmPmBit(SetAmPm, PowerDownUp)
27) ResetPwFailBit()
28) WriteTimeKeeping(SetHourType)
29) ReadTimeKeeping()
30) WriteAlarmRegister(Alarm0_1, SetHourType)
31) ReadAlarmRegister(Alarm0_1)
32) WritePowerDownUpRegister(PowerDownUp, SetHourType)
33) ReadPowerDownUpRegister(PowerDownUp)
34) Set_EEPROM_WriteProtection(Section)
35) WriteProtected_EEPROM(RegAdd, RegData)

```

Arduino (**Fig. 1**). Si noti la differenza di impostazione del codice Python (usato per Raspberry Pi) rispetto al codice C usato per Arduino: per ogni registro del TimeKeeper sono state definite due strutture dati seguite da una *"union"* per consentire l'accesso al singolo registro sia a livello di byte che di singolo bit; vedete, a riguardo, la prima struttura dati evidenziata in giallo e riguardante l'impostazione dei secondi più il bit di attivazione dell'oscillatore; seguono le altre strutture dati evidenziate in grigio.

Di queste sezioni ce ne sono otto solo per la gestione dei registri del TimeKeeper.

Tutte e otto le sezioni vengono poi raggruppate assieme in un'ulteriore struttura dati in modo da avere un unico accesso strutturato ai registri (sezione evidenziata in verde). Con questo approccio si ha un unico *"contenitore"* dal quale è possibile modificare un singolo bit o un intero byte dei registri relativi al TimeKeeper.

Per chiarire meglio il concetto facciamo qualche esempio, supponiamo di voler settare il bit *"StartOsc"* del registro *"RTCSEC"*:

```
MCP79410._TimeKeeper.Seconds.SecBit.StartOsc = 1
```

dove *"_TimeKeeper"* è la dichiarazione globale della struttura dati in esame visibile dallo sketch.

Se invece si volesse settare il bit *"VbatEn"*, per l'abilitazione della gestione a batteria dell'integrato, si dovrà procedere in questo modo:

```
MCP79410._TimeKeeper.WeekDay.WkDayBit.Vbaten = 1
```

Una volta configurati i registri della struttura dati sopra descritta si può procedere alla programmazione effettiva di ogni singolo registro dell'integrato, sfruttando la funzione di libreria *"WriteSingleReg"*, cui bisogna passare tre parametri (indirizzo hardware, indirizzo del registro e valore da scrivere nel registro), oppure alla programmazione completa di tutti i registri del TimeKeeper sfruttando la funzione di libreria *"WriteTimeKeeping"* alla quale dobbiamo passare un solo parametro ad indicare se il formato di gestione dell'ora debba essere nel formato 12h o 24h. Quindi la sintassi per programmare i registri in un colpo solo con formato dell'ora in 24h sarà:

```
MCP79410.WriteTimeKeeping(0)
```

Le funzioni messe a disposizione dalla libreria sono le medesime di quelle della precedente per Arduino. Quindi eviteremo di descrivere ogni singola funzione ma ci limiteremo a farne un elenco per concentrarci sul codice e le sue funzionalità. L'elenco completo è illustrato nel **Listato 1**.

Ricordiamo che la variabile *"ControlByte"* identifica l'indirizzo hardware della periferica I²C in questo caso abbiamo due indirizzi uno per il RTCC e l'altro per la EEPROM, la variabile *"RegAdd"* identifica l'indirizzo del registro che si vuole leggere o scrivere, la variabile *"Bit"* indica quale bit del registro desiderato si vuole modificare mentre *"RegData"* indica il valore a 8 bit che si vuole scrivere nel registro.

Le variabili *"SetReset"* e *"EnableDisable"* servono rispettivamente per settare o resettare una funzione dell'integrato oppure per abilitare o disabilitare una funzione.

"SetHourType" serve per impostare il formato dell'ora (12H oppure 24H), *"SetAmPm"* serve per indicare se l'ora indicata è prima di mezzogiorno oppure dopo, *"Alarm0_1"* indica su quale allarme si vuole lavorare mentre *"Mask"* è la maschera di confronto per la generazione di una condizione di allarme.

Infine *"PowerDownUp"* indica se si vuole leggere/scrivere i registri con i riferimenti di data e ora rilevate durante le fasi di PowerUp o PowerDown.

LA LIBRERIA DIVENTA UN PACCHETTO DATI

Per agevolare l'utilizzo della libreria abbiamo creato un pacchetto di distribuzione detto *"package"*. Con

questo accorgimento l'utente installa la libreria Python creata sul proprio Raspberry Pi, questa viene posizionata in un apposito percorso sul disco, per poi essere richiamata nei propri sketch con la funzione "import".

Per creare un pacchetto si deve organizzare il codice nel seguente modo:

- 1) creare una cartella base con un nome significativo. Nel nostro caso "MCP79410";
- 2) all'interno della cartella di cui sopra creiamone un'altra, sempre con nome "MCP79410" e all'interno di essa copiamo i nostri due file di libreria "MCP79410.py" e "MCP79410_DefVar.py".
- 3) creiamo un ulteriore file Python vuoto con il seguente nome "__init__.py"; in questo modo l'interprete Python vedrà questa cartella come un pacchetto di distribuzione (tecnicamente viene chiamato "package");
- 4) nella cartella base (vedere punto 1), creare il seguente file "setup.py", il quale deve contenere il seguente codice Python:

```
from distutils.core import setup

setup(name          = "MCP79410",
      version       = "1.0",
      description    = "MCP79410 Library",
      long_description = "This package is useful  
to manage the Real Time clock  
Calendar MCP79410 developed  
by Microchip",
      author         = "Matteo Destro",
      author_email   = "info@open-electronics.org",
      url            = "www.open-electronics.org",
      license        = "GPL",
      platform       = "RaspberryPi",
      packages       = ["MCP79410"])
```

Siccome quando si crea un file "setup.py" si deve sempre importare, dalla libreria "distutils", la voce "setup" e procedere successivamente alla compilazione di alcuni campi, nel nostro caso abbiamo dato un nome alla nostra distribuzione con la voce "name", ne abbiamo evidenziato la versione con la voce "version", ne abbiamo dato una breve descrizione con la voce "description" seguita da una descrizione più esaustiva con la voce "long_description". Segue la voce "author" e relativo indirizzo e-mail di supporto "author_email". Segue la voce "url" con il link dello sviluppatore e relativa licenza software "license". Infine la voce "platform" per cui è stato sviluppato il codice e la voce "package" ad identificare che quello in essere è un pacchetto di distribuzione. Per creare il pacchetto di distribuzione si deve eseguire il seguente comando:

```
sudo python setup.py sdist
```

che crea un file compresso contenente il pacchetto di

distribuzione; il file creato è "MCP79410-1.0.tar.gz". Quindi l'utente che vorrà installare la libreria dovrà prima scompattare il file in un direttorio a piacere e poi eseguire il seguente comando per l'installazione della libreria:

```
sudo python setup.py install
```

Per importare e usare la libreria nei vostri sketch dovrete inserire in testa al file le seguenti righe di codice:

```
import sys
sys.path.insert(0, "/usr/local/lib/python2.7/dist-packages/MCP79410")
import MCP79410
```

UN ESEMPIO DI CODICE

Il codice che abbiamo realizzato ha due scopi distinti: il primo è mostrare come utilizzare la libreria messa a disposizione, nonché le procedure per la configurazione dei registri di interesse; il secondo è spiegarvi come interagire con l'hardware della nostra scheda demo, in quanto l'obiettivo è l'accensione e lo spegnimento automatizzato del Raspberry Pi in determinate condizioni dettate da come si sono configurati i registri degli allarmi.

Iniziamo la trattazione dal file principale ovvero quello che contiene la routine di "main()".

Facciamo notare che in testa al file ci sono le famose righe di codice con le istruzioni di "import" per inglobare la libreria appena trattata più altre librerie di sistema necessarie alla realizzazione dello sketch. Subito dopo seguono le dichiarazioni delle variabili globali, la dichiarazione delle costanti che identificano i pin GPIO utilizzati e la loro configurazione come ingressi o uscite. Come ingressi abbiamo i soli pulsanti P1, P2 e P3 a cui viene imposto un pull-up interno più un evento sul fronte di discesa, con tempo di debouncing di 100 millisecondi, per intercettare la pressione del pulsante.

Per andare a leggere con cadenza regolare i registri di interesse del nostro MCP79410 abbiamo predisposto due timer, uno con periodo di 5 secondi (def ReadsAndPrintsRegisters():) e l'altro con periodo pari a 1 secondo (def CheckAlarmsFlag():).

Con cadenza pari a 5 secondi si vanno a leggere i registri del TimeKeeper, allo scopo di mostrare a video la data e l'ora correnti, i registri di allarme per visualizzarne la configurazione e, se necessario, i registri di TimeStamp. Questi ultimi vengono letti una sola volta all'accensione della nostra scheda Raspberry Pi.

Configurare Raspberry Pi

Se è la prima volta che utilizzate Raspberry Pi o non avete mai provato a scrivere del codice Python conviene eseguire una serie di passi per configurare Raspberry Pi in modo da utilizzare le librerie di gestione dei GPIO e del bus I²C. Vediamo passo-passo come procedere:

- 1) Per prima cosa installare la libreria Python per la gestione degli I/O di Raspberry Pi e se già installata provvedere ad aggiornarla all'ultima release disponibile che attualmente è la 0.5.11.
 - Per verificare l'attuale versione della libreria GPIO eseguire il seguente comando:

```
find /usr | grep -i gpio
```

La **Fig. 2** evidenzia il feedback del comando inviato, in questo caso la libreria risulta aggiornata all'ultima release. Se la release della libreria dovesse essere inferiore alla 0.5.11 provvedere ad un suo aggiornamento usando i seguenti comandi:

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get upgrade
```

oppure impartendo i seguenti:

```
sudo apt-get install python-rpi.gpio  
sudo apt-get install python3-rpi.gpio
```

- 2) Passiamo ora alla configurazione della periferica I²C messa a disposizione da Raspberry Pi:
 - procediamo con l'installazione della libreria Python **"smbus"** per la gestione del bus I²C:

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

- seguita da quella dei tools I²C:

```
sudo apt-get install i2c-tools
```

- 3) Dobbiamo poi abilitare il supporto del bus I²C da parte del kernel; per fare ciò è necessario richiamare la finestra di configurazione digitando il comando:

```
sudo raspi-config
```

- come in **Fig. 3**, selezioniamo la voce **"Advanced Options"**;
- nella nuova schermata selezioniamo la voce **"A7 I2C Enable/Disable automatic loading"**, come in **Fig. 4**;
- nelle seguenti schermate rispondere in sequenza **"Yes"**, **"Ok"**, **"Yes"** e infine ancora **"Ok"**;
- usciamo quindi dalla finestra di configurazione selezionando la voce **"Finish"**;

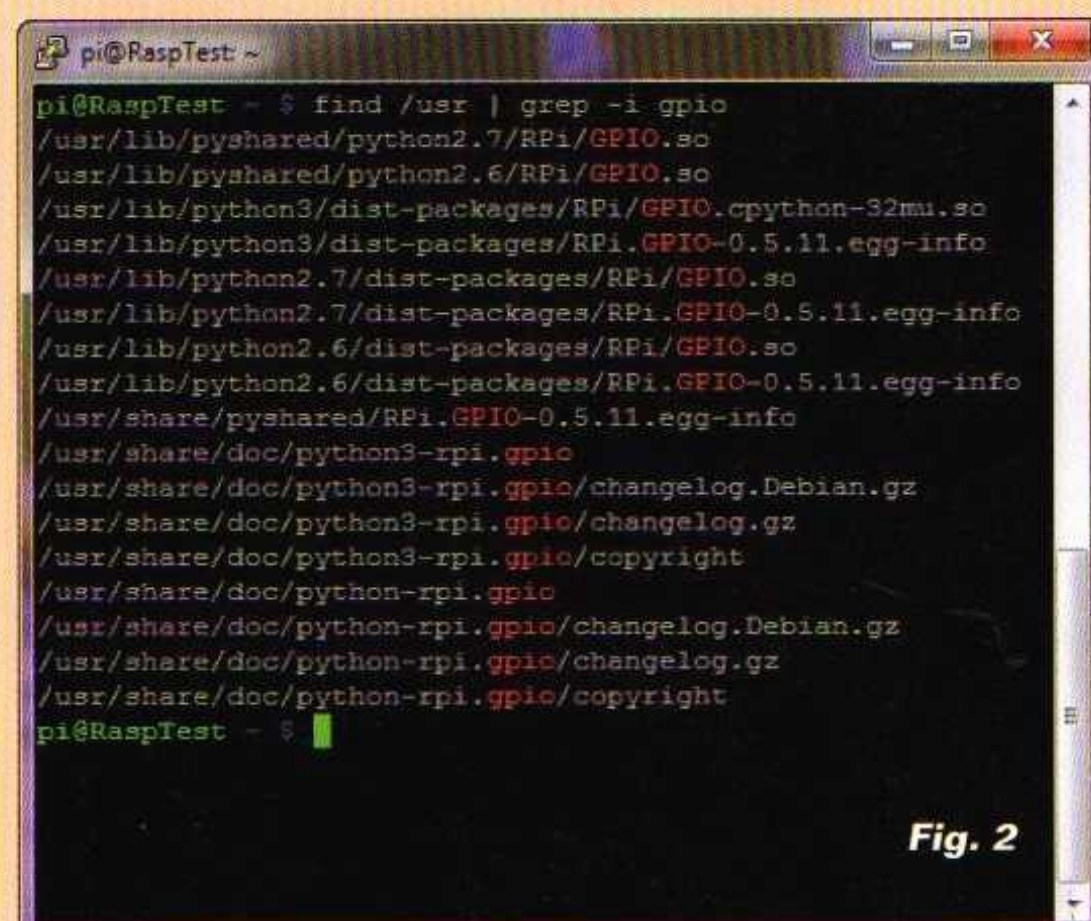
- 4) Procediamo con un reboot del sistema eseguendo il comando:

```
sudo reboot
```

- dopo avere riavviato Raspberry Pi aprire con un editor di testo generico il file **"modules"**:

```
sudo nano /etc/modules
```

- Aggiungere, se mancanti, le seguenti due righe come evidenziato nella **Fig. 5**.



```
pi@RaspTest ~$ find /usr | grep -i gpio  
/usr/lib/pyshared/python2.7/RPi/GPIO.so  
/usr/lib/pyshared/python2.6/RPi/GPIO.so  
/usr/lib/python3/dist-packages/RPi/GPIO.cpython-32mu.so  
/usr/lib/python3/dist-packages/RPi.GPIO-0.5.11.egg-info  
/usr/lib/python2.7/dist-packages/RPi/GPIO.so  
/usr/lib/python2.7/dist-packages/RPi.GPIO-0.5.11.egg-info  
/usr/lib/python2.6/dist-packages/RPi/GPIO.so  
/usr/lib/python2.6/dist-packages/RPi.GPIO-0.5.11.egg-info  
/usr/share/pyshared/RPi.GPIO-0.5.11.egg-info  
/usr/share/doc/python3-rpi.gpio  
/usr/share/doc/python3-rpi.gpio/changelog.Debian.gz  
/usr/share/doc/python3-rpi.gpio/changelog.gz  
/usr/share/doc/python3-rpi.gpio/copyright  
/usr/share/doc/python-rpi.gpio  
/usr/share/doc/python-rpi.gpio/changelog.Debian.gz  
/usr/share/doc/python-rpi.gpio/changelog.gz  
/usr/share/doc/python-rpi.gpio/copyright  
pi@RaspTest ~$
```

Fig. 2

Il secondo timer, impostato con cadenza pari a 1 secondo, serve per monitorare gli allarmi; nel caso in cui uno dei due allarmi sia attivo, si provvederà ad eseguire una delle due azioni di seguito elencate:

1) Azione accensione programmata scheda.

L'allarme 0 è impostato per accendere a un dato orario l'elettronica della nostra scheda e di conseguenza anche la Raspberry Pi.

Quindi in questo caso lo sketch rileva che il flag dell'allarme 0 è a 1, forza l'alimentazione ad ON tramite la linea **"FORCE_ON"** e resetta il flag di allarme.

Prima di concludere il processo, disabilita l'allarme 0 e attiva l'allarme 1.

2) Azione spegnimento programmato scheda.

L'allarme 1 è stato impostato per forzare lo spegnimento della scheda Raspberry Pi e quindi anche della nostra elettronica, a un determinato orario. In questo caso lo sketch rileva che il flag dell'allarme 1 è a 1 logico e di conseguenza abilita l'allarme 0 e disabilita l'allarme 1, resetta il flag pendente dell'allarme 1 e invia il comando di shutdown alla Raspberry Pi il quale inizierà la propria procedura di spegnimento. Concluso

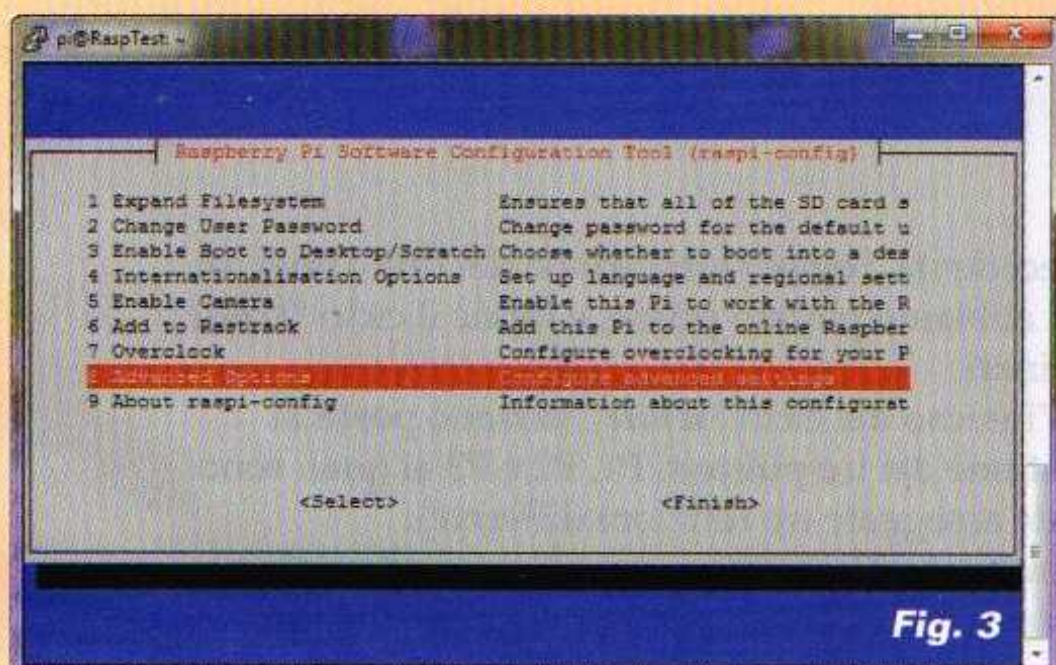


Fig. 3

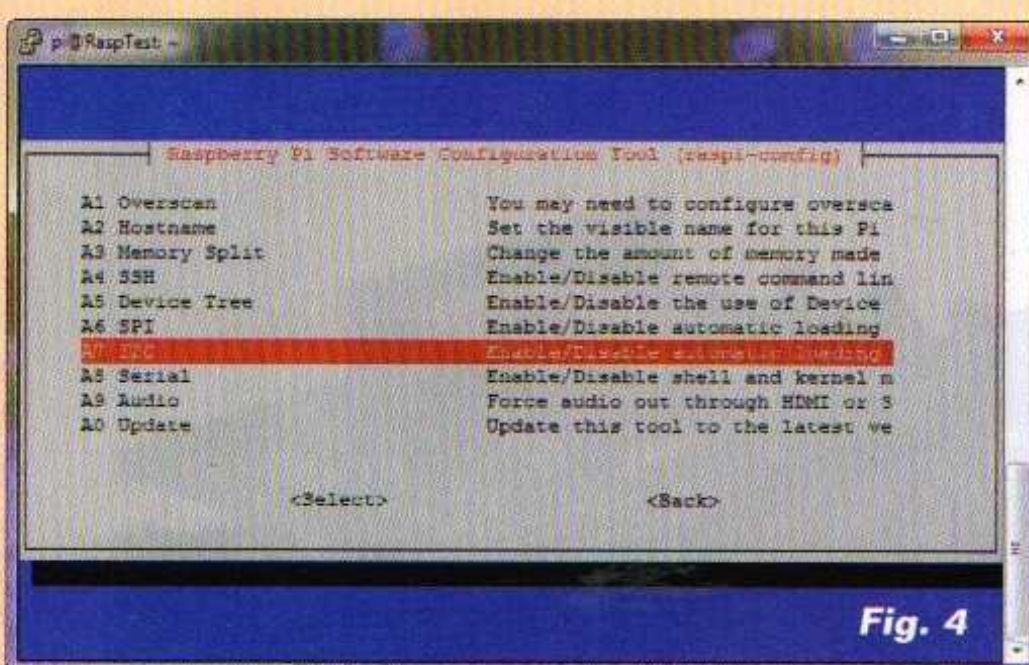


Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

5) Per ultimo dovete verificare se nella vostra distribuzione è presente il file:

```
/etc/modprobe.d/raspi-blacklist.conf
```

- Se dovesse essere presente apritelo con un editor di testo:

```
sudo nano /etc/modprobe.d/raspi-blacklist.conf
```

- Se presenti commentate, utilizzando il carattere "#", le seguenti righe:

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

6) A questo punto non rimane che riavviare nuovamente la Raspberry Pi e verificare che la comunicazione I²C sia attiva. Per fare ciò eseguite il comando:

```
sudo i2cdetect -y 1
```

Se tutto è andato a buon fine, il comando inviato ritorna una tabella come quella mostrata in **Fig. 6**. In pratica il comando analizza il bus I²C in cerca di periferiche e nel nostro caso ha individuato l'integrato MCP79410 con i suoi due indirizzi 0x57 e 0x6F.

lo shutdown della Raspberry Pi, la linea "FORCE_ON" verrà rilasciata, con conseguente spegnimento della nostra elettronica.

I due time esaminati sono dei "thread" e per avviarli si deve usare la seguente linea di codice:

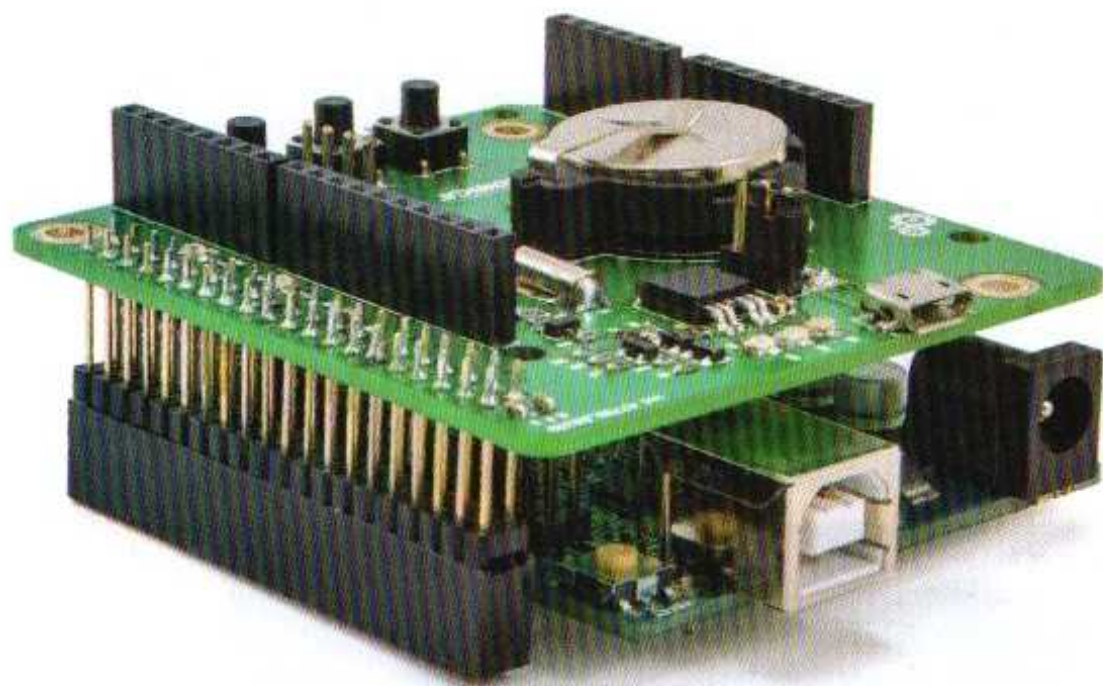
```
threading.Timer(1.0, CheckAlarmsFlag).start()
```

dove il primo parametro indica la cadenza, in questo caso 1 secondo, mentre il secondo parametro indica a quale funzione è associato. Il primo avvio

avviene semplicemente richiamando la funzione "CheckAlarmsFlag()" dal main prima di entrare nel loop infinito.

Osserviamo ora, più nel dettaglio, il codice presente nei due timer: ad esempio quello in "CheckAlarmsFlag()". Si noteranno più richiami alla nostra libreria MCP79410, sia a livello di lettura della sola struttura dati sia a livello di chiamata di funzione. Ad esempio, si testano i flag dei due allarmi sfruttando la struttura dati:

```
if (MCP79410._Alarm.Alm[0].WeekDay.WkDayBit.AlarmIF == 1):
```

Questa struttura dati è un array di strutture perché gli allarmi sono due. Nel codice esposto, si punta all'allarme 0, in particolare al registro WeekDay (*ALM0WKDAY*) e al relativo flag di allarme (*ALM0IF*). Per i dettagli sui registri consultate il data-sheet. Oltre al test sopra esposto ci sono delle chiamate a funzione, come ad esempio "MCP79410.Alarm0Bit(0)" per disabilitare l'allarme 0 oppure "MCP79410.ResetAlarmIntFlagBit(0)" per resettare il flag dell'allarme 0.

Analizziamo ora la routine "main()": in testa ad essa si esegue una lettura della EEPROM interna all'MCP79410, esclusivamente per scopo didattico, e per fare ciò si sfrutta la funzione di libreria per leggere un array di byte a partire da un dato indirizzo. La funzione prevede tre parametri:

```
MCP79410.ReadArray(MCP79410.EEPROM_HW_ADD, 0, 13)
```

Il primo è l'indirizzo hardware che come già ampiamente detto è diverso da quello del RTCC, segue l'indirizzo di partenza da cui iniziare la lettura dei dati e infine il numero di byte che si vuole leggere. Il risultato della lettura viene messo in un array a cui si punta con la seguente:

```
MCP79410.DataArray[i]
```

dove "i" è l'indirizzo dell'array. La dimensione massima è impostata a 16 byte. Il contenuto viene poi stampato a video facendo comparire la scritta "ElettronicaIn". La scrittura in EEPROM è stata fatta con l'omonima funzione:

```
MCP79410.WriteArray(MCP79410.EEPROM_HW_ADD, n, m)
```

alla quale si passano gli stessi parametri della

precedente. Segue l'attivazione dei due Timer, di cui abbiamo parlato prima, e infine il ciclo "while" infinito.

All'interno del ciclo "while" trovano posto la gestione dei tre pulsanti P1, P2 e P3 ai quali sono state assegnate tre funzioni differenti.

Il pulsante P1 serve per programmare la data e l'ora di MCP79410 e per fare ciò richiama una funzione apposita che legge data e ora di sistema e la trasferisce all'integrato. La funzione che si occupa di programmare data e ora di MCP79410 si chiama "SetTimeKeeperByLocalDateTimee("24H")" a cui va passato un solo parametro, ovvero se il formato dell'ora debba essere 12h o 24h. Il parametro è di tipo stringa (la funzione è memorizzata nel file "MCP79410_SetRegister.py"). Se invece si vuole impostare la data e l'ora manualmente, va richiamata la seguente funzione:

```
ManualSetTimeKeeper(Hours, Minutes, Seconds,  
Set_12H_24H, Set_AM_PM, Date, Month, Year, WkDay)
```

la quale richiede una serie di parametri. Un esempio di utilizzo potrebbe essere il seguente:

```
ManualSetTimeKeeper(15, 30, 00, "24H", "AM", 25, 12, 15, 5)
```

Così si imposta l'ora nel formato "24H" alle 15:30:00, la data è Venerdì 25/12/2015 e la dicitura "AM" rispetto a "PM" perde di significato in quanto il formato dell'ora è "24H".

Se fosse stata in "12H" avremmo dovuto passare i parametri nel seguente modo:

```
ManualSetTimeKeeper(03, 30, 00, "12H", "PM", 25, 12, 15, 5)
```

In entrambi i casi le funzioni riempiono la struttura dati inerente i registri del TimeKeeper per poi richiamare la funzione di libreria che esegue la scrittura fisica sul dispositivo.

Il pulsante P2 serve per programmare gli allarmi 0 e 1; allo scopo richiama due funzioni distinte, una per l'allarme 0 e l'altra per l'allarme 1.

La configurazione è solo di tipo manuale e viene eseguita solo da codice; ciò significa che non abbiamo predisposto un sistema di inserimento dati da tastiera. La funzione da chiamare per impostare gli allarmi è la seguente:

```
ManualSetAlarm0(Index, Hours, Minutes, Seconds,  
Set_12H_24H, Set_AM_PM, Date, Month, WkDay, AlarmMask, AlarmPol)
```

Come si può notare, ci sono parecchi parametri da

passarle; un esempio potrebbe essere:

```
ManualSetAlarm0(0, 12, 40, 00, "24H", "AM", 25, 12, 1, 1, "LHL")
```

Così facendo stiamo dicendo alla funzione di lavorare sull'allarme 0, l'ora è nel formato "24H" impostata alle 12:40:00. La data è impostata a 25/12/****. L'anno non è specificato perché privo di significato per gli allarmi. Il giorno della settimana è lunedì, la maschera per gli allarmi è fissata sui minuti e la polarità è "Logic High Level".

Anche in questo caso la funzione riempie una struttura dati per poi richiamare una funzione di libreria che esegue la scrittura fisica sul dispositivo. Sugeriamo di consultare il data-sheet per i dettagli sui registri.

Il pulsante P3 viene usato per disabilitare e resettare gli allarmi 0 e 1. Dopo il reset degli allarmi e la loro disabilitazione lo sketch si limita a mostrare la data e l'ora letta dal RTCC con cadenza di 5 secondi.

Per la stampa a video di tali informazioni si richiama una funzione di stampa contenuta nel file "MCP79410_PrintFunc.py" alla quale si deve passare una serie di parametri per decidere cosa stampare e cosa no.

La funzione in esame si chiama:

```
PrintDataMCP79410(PrintTimeKeeper, PrintAlarm0,  
PrintAlarm1, PrintPowerDown, PrintPowerUp)
```

I parametri da passargli non sono altro che valori booleani -vero o falso- e dicono alla funzione cosa si vuole stampare a video.

Come suggeriscono i nomi, in sequenza abbiamo:

- stampa a video di data e ora;
- stampa a video impostazioni Allarme 0;
- stampa a video impostazioni Allarme 1;
- stampa a video valori di TimeStamp PowerDown;
- stampa a video valori di timeStamp PowerUp.

Se tutti i valori booleani sono posti a "False" niente verrà stampato a video.

AVVIO AUTOMATICO DELLO SKETCH DOPO IL BOOT

Il passo successivo consiste nel rendere auto-avviante il nostro codice dopo il boot del sistema operativo. Allo scopo, prima di tutto si deve decidere se si intende mantenere il login attivo oppure no; nel caso in cui si decida di saltare la fase di login si deve procedere così:

- 1) utilizzando il terminale, eseguire il seguente comando:

```
sudo nano /etc/inittab
```

- 2) cercare nel file la seguente riga:

```
1:2345:respawn:/sbin/getty -noclear 38400 tty1
```

- 3) commentarla utilizzando il carattere "#" in testa alla riga; sotto ad essa aggiungere la seguente ("pi" è lo user-name):

```
1:2345:respawn:/bin/login -f pi tty1</dev/tty1>/  
dev/tty1 2>&1
```

- 4) uscire e salvare il file così modificato premendo "ctrl+x" e successivamente "y";

- 5) salvato il file, eseguire il seguente comando:

```
sudo nano /etc/profile
```

- 6) andare in fondo al file e aggiungere la seguente:

```
sudo python /home/pi/PythonProject/MCP79410_  
Lib/WK/MCP79410_SetAndReadRegisters.py
```

Ovviamente come percorso dovete mettere quello del vostro sistema; nel nostro caso il path in cui si trovano i tre file dello sketch di esempio è "/home/pi/PythonProject/MCP79410_Lib/WK/". Alla fine riavviate il sistema.

CONCLUSIONI

Con questo abbiamo concluso la trattazione della gestione della nostra scheda con RTCC tramite Raspberry Pi. Vi abbiamo dato diversi spunti di riflessione per realizzare le vostre più disparate applicazioni sfruttando la nostra libreria Python appositamente scritta per l'occasione.

Non ci rimane che augurarvi buon lavoro! ■



per il MATERIALE

Lo shield RTC Raspberry-Arduino (cod. FT1254M) viene venduto montato e collaudato ed è disponibile presso Futura Elettronica al prezzo di Euro 20,00 IVA compresa.

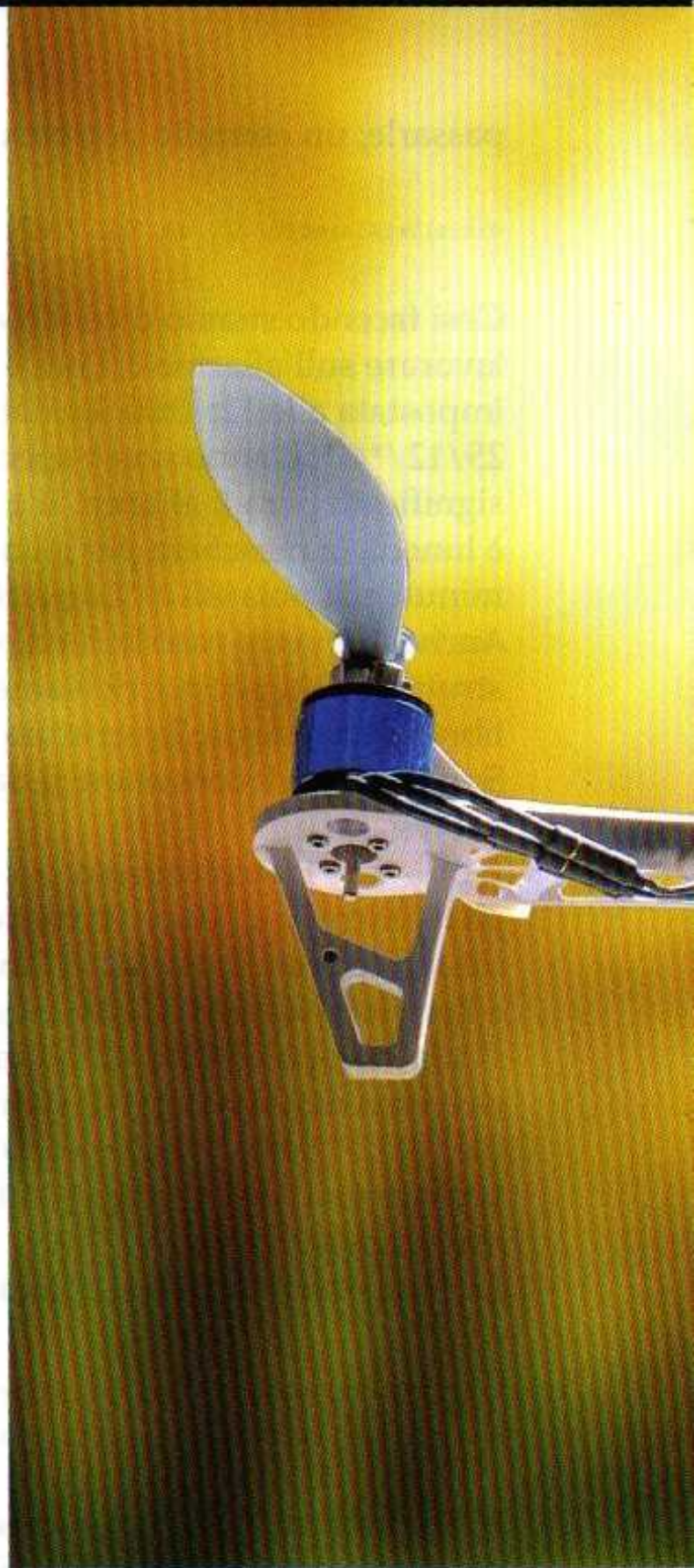
Il materiale va richiesto a:

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

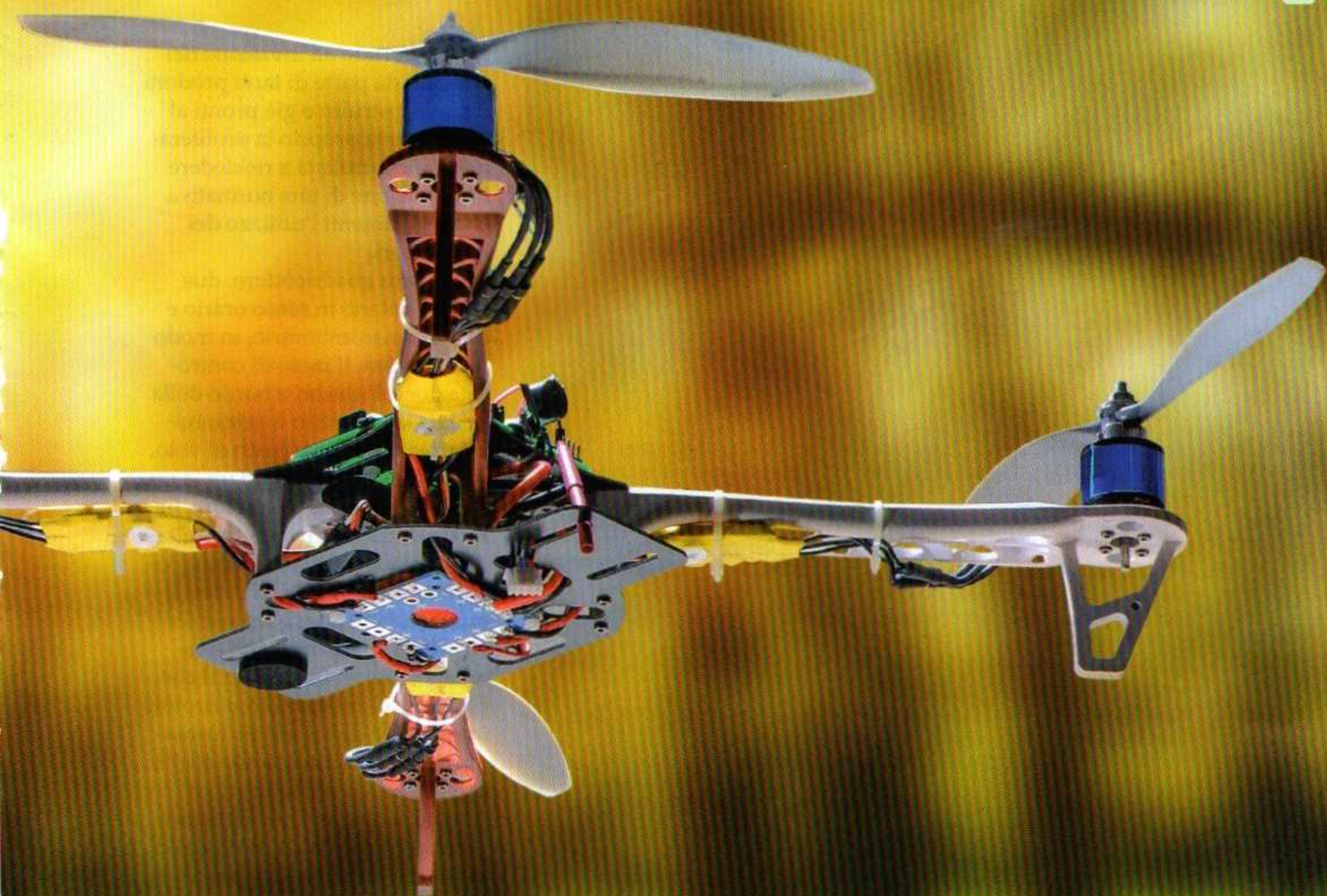
QUADRICOTTERO OPEN SOURCE

dell'Ing. MIRCO SEGATELLO

Multirottore ad elevate prestazioni realizzabile con una base già pronta e una scheda basata su Arduino Mega, che può ricevere i comandi da un radiocomando per aeromodelli e supporta la telemetria tramite smartphone. Prima puntata.



O ggigiorno si fa un gran parlare di droni, utilizzando questo termine nel modo in cui è stato assimilato dal grosso pubblico, un po' come quarant'anni fa la sigla TIR venne associata ad autotreni e autoarticolati: per tanti, il drone è in realtà il multicottero, "incarnato" nella forma più comune che è il quadricottero. Un drone è genericamente un robot, ma le notizie dai più recenti scenari di guerra ci hanno abituati a chiamare così i



velivoli capaci di volare senza pilota o di volo autonomo. Il termine drone è inglese e tradotto in italiano significa fuco, ovvero il maschio delle api, coniato per via della somiglianza dei primi velivoli droni con l'insetto. La relativa tecnologia è nata, come tante, per scopi militari, ma è diventata disponibile a tutti ed è finita per diventare un fatto commerciale, passando sotto il termine più generico di UAV (Unmanned Aerial Vehicle = velivoli senza

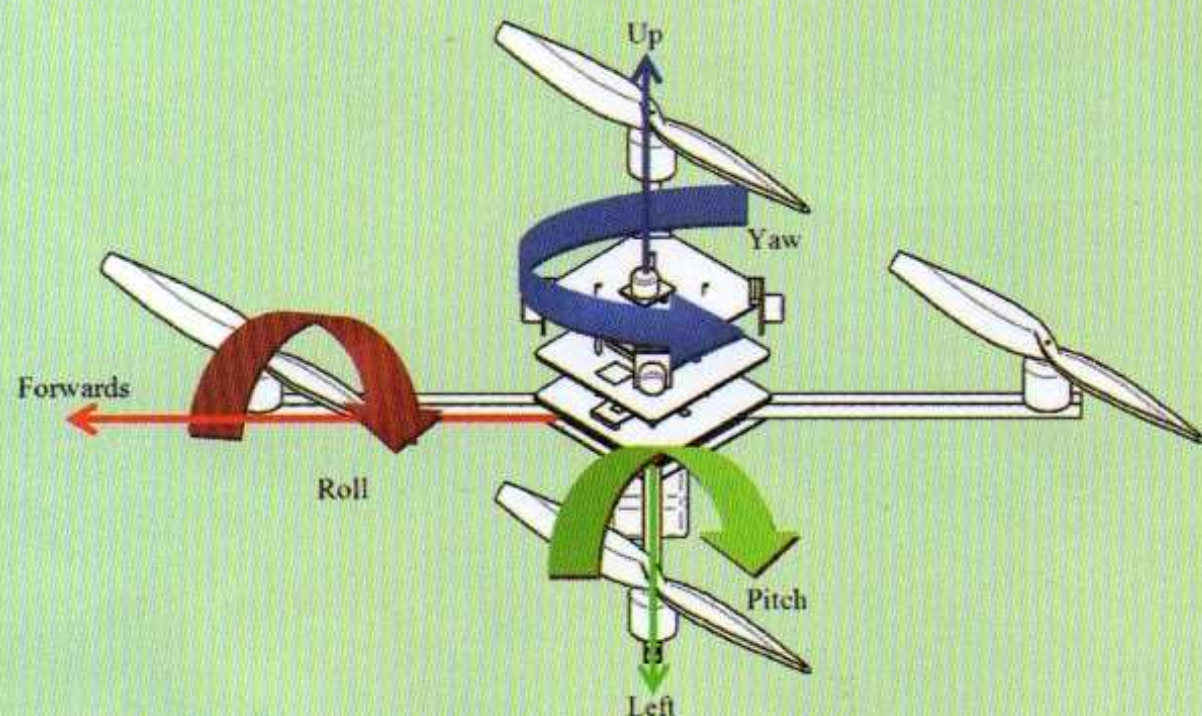
pilota). Come tutti i fenomeni commerciali è scivolata nel consumer, con i "giocattoli" che hanno invaso gli store di tutto il mondo. Le applicazioni per impieghi civili sono oggi molte: dalla videosorveglianza, alle riprese video in zone non accessibili all'uomo, sino all'analisi delle colture agricole per mezzo di speciali videocamere. Adesso è anche possibile fare rilevamenti in 3D di un intero territorio ed è diventato un utile strumento anche per la

protezione civile. L'interesse verso questi velivoli e soprattutto i radiomodelli del genere, ci ha spinti a proporre non una recensione di un prodotto commerciale, ma un progetto vero e proprio di quadricottero, ossia un radiomodello dotato di quattro eliche disposte ai vertici di una croce, azionate ognuna da un motore elettrico, il tutto governato da un'elettronica di cui in queste pagine vi descriveremo lo schema elettrico e la costruzione.

COME VOLA IL QUADRICOTTERO

Nel corso dell'articolo faremo riferimento a termini specifici e a concetti propri del volo dei quadricotteri, quindi prima di analizzare l'hardware vi introduciamo ai principi basilari di tale affascinante tecnica. Partiamo dalla teoria degli elicotteri, dove c'è un rotore per l'elevazione e l'avanzamento; per bilanciare la spinta contro-rotante del rotore si usa un rotore di coda, il cui scopo è evitare che l'elicottero

Terminologia del volo



- PITCH:** rappresenta il beccheggio, ovvero l'oscillazione sull'asse trasversale.
- ROLL:** detto anche rollio, è il termine usato per definire la rotazione del modello sul proprio asse longitudinale.
- YAW:** rotazione di coda, cioè la rotazione del modello sul proprio asse verticale.
- PASSO:** indica l'inclinazione della pala dell'elica rispetto al piano di rotazione.
- CLASSE:** indica la categoria a cui appartiene il quadricottero, identificata dalla distanza in diagonale tra due motori in millimetri.
- ESC:** acronimo di electronic speed controller ovvero il driver di potenza per i motori brushless.
- BEC:** acronimo di battery eliminator circuit indica che l'ESC è fornito di regolatore di tensione interna.
- PDB:** acronimo di power distribution board ovvero lo stampato usato per portare l'alimentazione della batteria a tutti gli ESC.
- MODE2:** modalità di utilizzo del telecomando con gas e yaw a sinistra ed il controllo pitch e roll sulla destra.
- MODE1:** modalità di utilizzo del telecomando con gas e yaw a destra e pitch e roll sulla sinistra.
- BIND:** indica l'associazione tra il telecomando ed il ricevitore in apparati radio RC.
- PID:** indica la terna dei parametri proporzionale, integrativo e derivativo di un controllo.

ruoti su se stesso. Esistono poi gli elicotteri militari a due rotori (il Chinook) in cui la spinta contro-rotante delle due pale si annulla a vicenda perché una gira in senso orario e una in senso antiorario. In questi esempi lo spostamento in verticale del velivolo avviene variando il passo dell'elica; quello sul piano orizzontale si ottiene inclinandolo nella direzione in cui si vuole che l'elicottero vada. Alcuni anni addietro andavano di moda alcuni elicotteri giocattolo che avevano due eliche principali coassiali e contro-rotanti, molto stabili proprio grazie al bilanciamento delle spinte di rotazione

delle due pale. Il baricentro molto più in basso delle eliche permetteva un'intrinseca stabilità di volo, senza utilizzare complesse elettroniche.

Poi sono arrivati i multirotori, i quali, grazie ad un sofisticato controllo elettronico, hanno ridotto enormemente la complessità meccanica degli elicotteri, ottenendo anche prestazioni migliori in fatto di volo.

Con l'avvento di moduli inerziali (IMU) sempre più sofisticati (ma economici) è stata possibile anche a semplici hobbisti la realizzazione di quadricotteri, dando il via ad un fenomeno

che ha portato all'invasione del mercato da parte di tanti prodotti da autocostruire o già pronti al volo. È stata proprio la proliferazione incontrollata a richiedere l'emanazione di una normativa che regolamenti l'utilizzo dei multirotori.

Nel nostro quadricottero, due eliche ruotano in senso orario e due in senso antiorario, in modo da bilanciare il moto di contro-rotazione; i sensori a bordo della scheda di controllo forniranno informazioni sull'assetto di volo, permettendo di comandare la potenza di ogni singolo motore, in modo da farlo rimanere perfettamente stabile. Fornendo maggiore potenza ai motori di destra il quadricottero andrà a sinistra e viceversa spingendo maggiormente i motori di sinistra, il che permette di traslare il multirottore in qualsiasi direzione. Se forniamo maggiore potenza alle eliche che ruotano in senso orario e contemporaneamente togliamo potenza ai motori di quelle delle eliche che ruotano in senso antiorario, facciamo in modo che il quadricottero non vari di altezza ma ruoti su se stesso.

LA SCHEDA DI CONTROLLO

Per gestire i motori del quadricottero abbiamo realizzato una scheda di controllo generica per multirotori (e modelli RC in generale) che abbiamo chiamato Fly Control Board e che supporta software di comando come MultiWii e MegaPirateNG. Le caratteristiche della nostra scheda sono:

- microcontrollore ATmega 2560;
- supporto per firmware MegaPirateNG e MultiWii;
- fino a otto uscite per motori;
- 8 ingressi per ricevitori RC standard e compatibile con ricevitori PPM;

- quattro porte seriali per debug/Bluetooth Module/OSD/GPS/telemetria;
- tre uscite servo per il controllo di un sistema gimbal (pitch, roll, trigger);
- I²C-Bus per aggiungere sensori o dispositivi;
- connettore per modulo GPS;
- compatibile con moduli IMU GY-521, GY-86 ed esterni;
- connettore per convertitore USB/seriale FTDI.

Lo schema elettrico è assai semplice, in quanto la scheda è semplicemente un collettore per tutti gli elementi che dovranno fare capo al microcontrollore ATmega adibito alla loro gestione. Il cuore principale è l'Atmega 2560, lo stesso presente nelle schede Arduino Mega; è poi presente uno stadio di alimentazione a 3,3V per eventuali dispositivi aggiuntivi. Il resto dell'hardware è un insieme di connettori e LED di segnalazione. Oltre al microcontrollore, l'altro elemento di fondamentale importanza è il modulo IMU (Inertial Measurement Unit, ovvero la piattaforma che rileva accelerazione, movimenti sui tre assi ecc.) che abbiamo preferito non implementare direttamente sulla scheda, ma fornire un apposito connettore sul quale inserire il modello desiderato; questo vi permetterà di utilizzare anche moduli IMU più recenti rispetto a quello qui presentato. Sia la scheda che il software supportano diverse configurazioni di volo: da semplici aeromodelli a multicotteri.

IL SOFTWARE DI VOLO

Non appena si sono presentate le condizioni, molti appassionati hanno proposto diverse soluzioni per il software di volo, sviluppatosi successivamente anche grazie al contributo della comu-

nità internet; vediamo brevemente la storia di questi software, partita ormai alcuni anni addietro. All'inizio vi fu Ardupilot per ATmega328P evolutosi in Ardupilotmega per ATmega2560 (abbreviato APM) e da noi impiegato in un progetto di velivolo a volo autonomo nel marzo 2011. All'inizio erano poco più che shield basati su Arduino, cui si aggiungeva l'IMU, ma poi divennero schede complete (AIO all in one) del tutto indipendenti dalle Arduino board.

Il progetto è ora commerciale e confluito in un unico sito web che è www.ardupilot.com, supportato da un apposito store on-line (<http://store.3drobotics.com/t/ready-to-fly>). Il progetto prevede diversi software e hardware a seconda che si voglia controllare multicotteri, aerei e auto; anche il proget-

to Arducopter, iniziato all'incirca nello stesso periodo, inizialmente disponibile all'indirizzo <https://code.google.com/p/arducopter/>, è stato inglobato dal 2013 nell'Arducopter. Malgrado le evoluzioni, specie sul piano commerciale, si tratta ancora di un progetto open source (ma con limitazioni) e quindi sono disponibili sia gli schemi dell'hardware che i sorgenti del software; inoltre è disponibile il software da caricare sulla board e il software per la pianificazione della navigazione Mission Planner Software. Il firmware per la board è complesso da installare, perché consta di molte librerie aggiuntive per cui si scarica l'intero IDE Arduino (modificato) con le varie dipendenze per un totale di 90 MB. Sullo store è disponibile qualsiasi tipo di periferica si possa ipotiz-

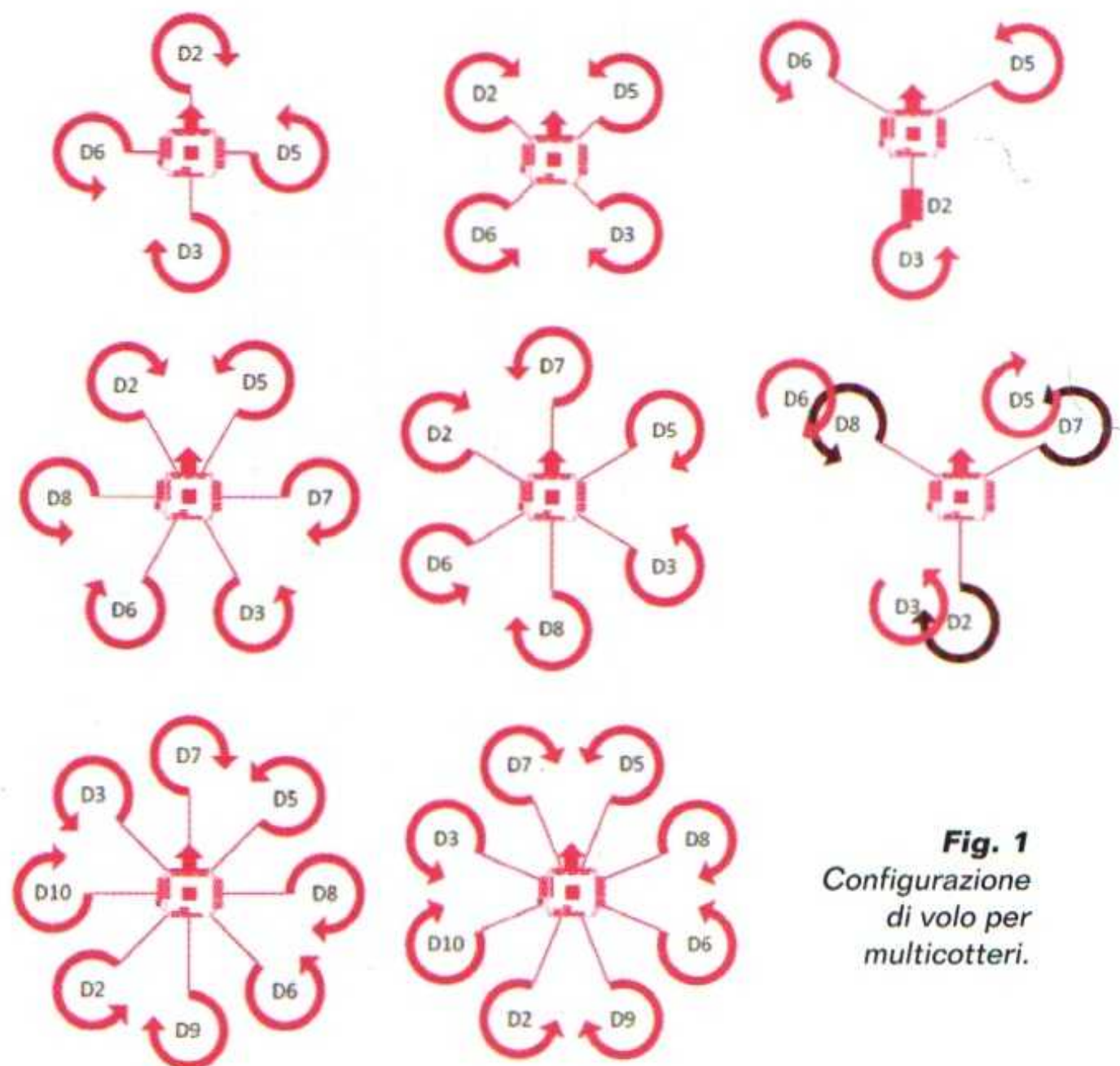
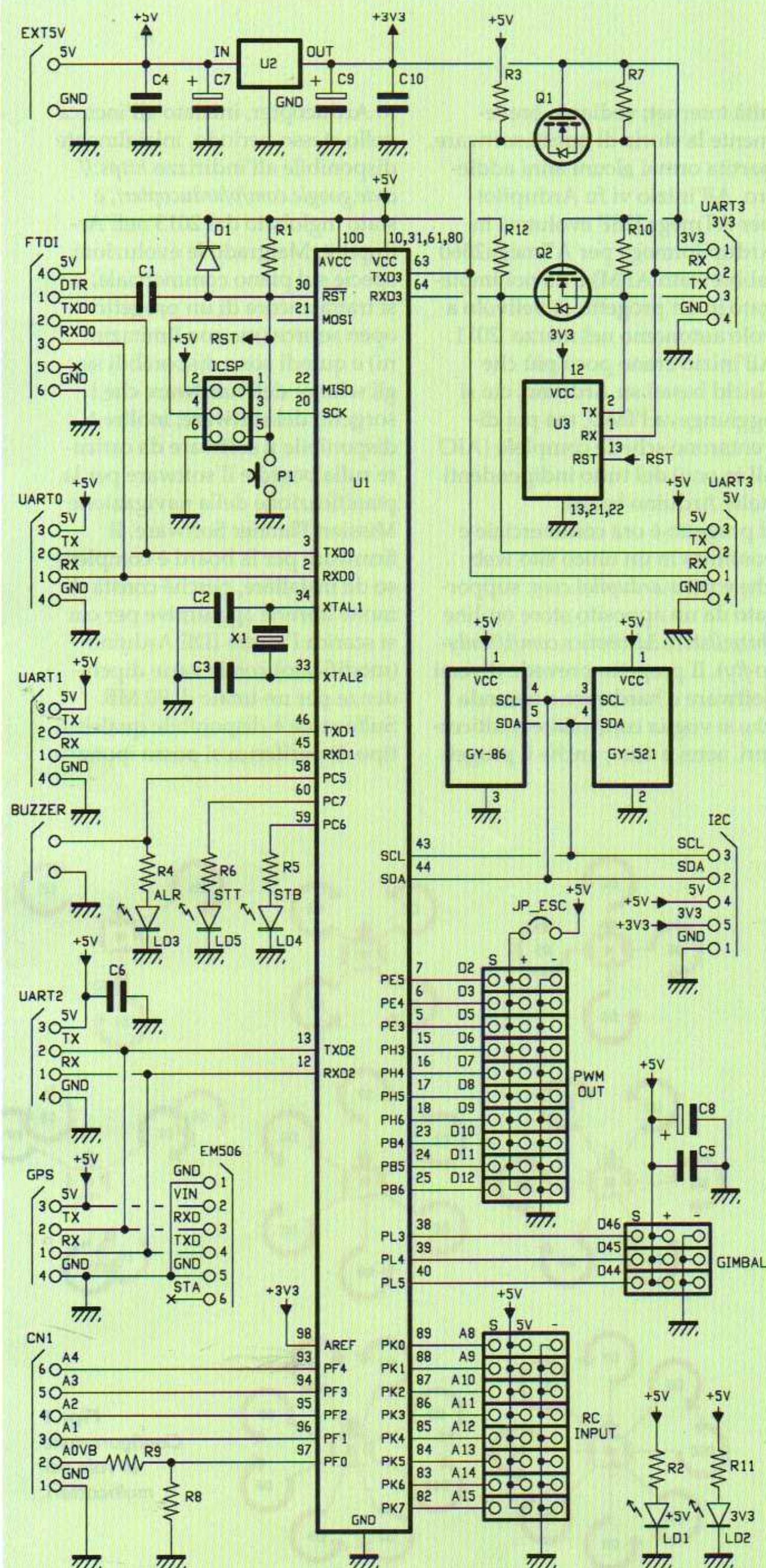


Fig. 1
Configurazione di volo per multicotteri.



zare ed è in corso lo sviluppo di un'apposita APP per la gestione via smartphone, la quale utilizza il protocollo di comunicazione standardizzato *mavlink*.

MegapirateNG (<http://www.megapirateeng.com>) è una "costola" del progetto APN ed è stato pensato per girare su più piattaforme: è completamente OpenSource e compatibile con APM.

Il firmware che gira all'interno della scheda non è dei più semplici: oltre alla stabilizzazione del volo c'è da gestire gli allarmi, la telemetria, la posizione e tanto altro, per questo abbiamo preferito utilizzare un software già esistente, completamente open source e sviluppato negli ultimi anni anche col contributo degli appassionati in rete, denominato MultiWii. Esso permette di controllare multicotteri, elicotteri ed aerei; il sito di riferimento è www.mutiwii.com (la versione italiana è www.mutiwii.it). Il progetto è nato utilizzando il giroscopio di un Nintendo Wii Motion Plus (il più economico e facile da reperire all'epoca) e una scheda Arduino mini pro, ma ora supporta un gran numero di sensori e schede. Il firmware è molto leggero e può girare su un piccolo Atmega 328, ma con tutte le funzioni attivate (navigazione e GPS) è necessario utilizzare un Atmega 2560. Il software viene gestito nel repository <https://code.google.com/p/mutiwii/>. Scaricando il pacchetto software si dispone del software per Arduino e la GUI, scritta in Processing, da far girare sul PC per gestire le impostazioni e la telemetria. Il software per Arduino usa solo librerie di sistema e quindi il suo utilizzo è immediato disponendo del solo IDE di Arduino. Per configurare la board e usare la telemetria e la pianificazione missioni, è disponibile anche il sof-

tware WinGui e una applicazione per smartphone Android. Oltre al forum in lingua inglese segnaliamo due discussioni in italiano sul forum www.baronerosso.it con topic: *MultiWii Quad! Alternativa ad Aeroquad/Baronpilot con sensori wii e Nuova MultiWii/Megapirate ALL IN ONE PRO v1.0.*

Essendo il progetto MultiWii completamente open source, sono facilmente disponibili gli schemi elettrici della scheda di controllo e tutte le informazioni inerenti al suo utilizzo. La piena configurabilità del software permette di adattarlo a numerose schede già assemblate pronte all'uso proposte da soggetti terzi. In questo articolo presentiamo la nostra esperienza nel realizzare un quadricottero classe 450 (distanza da motore a motore di 45 cm) descrivendo tutte le fasi di realizzazione e di messa in funzione nel modo più semplice e chiaro possibile, malgrado il progetto sia di per sé complicato perché coinvolge diversi aspetti della meccanica, dell'elettronica e dell'informatica.

L'HARDWARE OCCORRENTE

Quando si costruisce un quadricottero partendo da zero, la scelta del materiale diventa un punto fondamentale, sul quale porre la massima attenzione: ogni componente deve interagire con tutti gli altri alla perfezione e nulla deve essere lasciato al caso. Ci siamo orientati su componenti comuni, non eccessivamente costosi, distribuiti dallo store online www.futurashop.it: l'elenco è nella **Tabella 1**. In alternativa al converter FTDI potete utilizzare il cavo convertitore USB-Seriale FTDI 5V contraddistinto dal codice 6168-FTDICABLE5V, sempre commercializzato dalla Futura Elettronica.

Le eliche utilizzate per la pro-

Tabella 1 - Materiale utilizzato nel progetto.

	Descrizione	Codice
1	FTDI convertitore USB-seriale - 3,3V e 5V	7300 - FTDI5V
1	GY-86 Modulo sensori controllo di volo per multicotteri	2846-GY-86
1	2.4G CT6B 6-Channel Transmitter+Receiver	2846-RADIOCOM6CH
1	Buzzer con elettronica	6168-BUZZER5V
1	Caricabatteria per LIPO e ioni di litio	2510-LK1008D
3	Prolunga cavo per servo - 150 mm	7300-SERVOEXT150
1	Frame per quadricottero V1-F450	3903-QUADRIFRAME
4	Controller di velocità da 20A per motori brushless (firmware SimonK)	7300-ESC20SIMONK
4	Motore Brushless 935kv per multicotteri con eliche 10x4,5 CC+CCW	2846-EMAXMT2213
1	CRIUS MultiCopter Power Distribution Board w/ T-Plug and Cable	2846-CRIUS
1*	DAGU modulo Bluetooth controller oppure Modulo bluetooth HC-05	2586-DG010 oppure 2846-HC05

* Facoltativo per telemetria wireless

pulsione del nostro multicottero sono del tipo in plastica semplice: le più economiche; la loro leggera flessibilità gli permette di assorbire gli urti più lievi a discapito di una minore efficienza. Le eliche in plastica caricata (come ad esempio le APC) sono più rigide ed offrono migliori prestazioni; quelle in carbonio, molto leggere e rigide, sono però assai delicate perché anche un semplice urto le può spezzare.

Ricordiamo che non bisogna assolutamente far volare il quadricottero con un'elica incrinata o scheggiata e comunque che non si deve mai cercare di riparare un'elica danneggiata, perché una parte potrebbe staccarsi e investire qualcuno, con le conseguenze

del caso, che a volte possono essere anche serie.

CARICAMENTO DEL BOOTLOADER E TEST DELLA SCHEDA

Se il microcontrollore della scheda è sprovvisto di bootloader è necessario caricarlo; allo scopo potete usare un apposito programmatore o più semplicemente una scheda Arduino facente funzioni di programmatore. In quest'ultimo caso consultate la **Tabella 2** per conoscere le connessioni da effettuare tra la scheda programmatore e la nostra. Poi aprite l'IDE di Arduino e caricate lo sketch di esempio denominato *ArduinoISP*, sulla Arduino usata come programmatore, quindi acce-

Tabella 2 - Collegamenti per caricare il bootloader usando una scheda Arduino come programmatore.

Arduino (programmatore)	Fly Control Board (da programmare)
Arduino pin D12/MISO	ICSP pin 1
Arduino pin +5V	ICSP pin 2
Arduino pin D13/SCK	ICSP pin 3
Arduino pin D11/MOSI	ICSP pin 4
Arduino pin D10/RESET	ICSP pin 5
Arduino pin GND	ICSP pin 6

dendo al menu *Strumenti>tipo di Arduino* impostate come scheda target "Arduino Mega 2560 or Mega ADK"; fatto ciò impostate Arduino come programmatore (*Strumenti>Programmatore>Arduino as ISP*) quindi avviate la programmazione con il comando *Strumenti>Scrivi il Bootloader*. A procedura completata (sono richiesti alcuni minuti) sconnettete il programmatore ed interfacciate la scheda al PC tramite l'ausilio di un convertitore USB/Seriale connesso al connettore FDTI; la vostra scheda sarà vista dall'IDE di Arduino come una scheda Arduino Mega. Potrebbe succedere che a fine procedura compaia l'errore "avrdude: verification error, first mismatch at byte 0x1e000" accorso durante la rilettura dei *fuses* scritti, anche se la procedura di scrittura è andata buon fine.

CONFIGURAZIONE DI MULTIWII

Anche se la nostra scheda supporta sia Multiwii che MegaPira-

teNG, in questo articolo descriveremo in dettaglio solo il primo dei due; essendo Multiwii per uso generico, è necessario venga configurato prima di caricarlo sulla scheda. Allo scopo scaricate l'ultima versione di Multiwii dal sito <https://code.google.com/p/multiwii/> (nel nostro caso, la versione 2.4) e dopo aver scompattato il pacchetto aprite il file *MultiWii.ino*. Andate nella sezione *config* (Fig. 2) e cercate la linea di codice **#define QUADX** e togliete i due caratteri di commento "//", poi fate la stessa cosa con la riga **#define GY_86** oppure **#define GY_521** a seconda del modulo IMU che intendete usare. Fatto ciò procedete con le successive configurazioni: il *failsafe monitor* di Multiwii è una forma di protezione che se viene perso il contatto con la ricevente impedisce l'avanzamento del quadricottero. La funzione verifica ciclicamente presenza e integrità del segnale proveniente dalla ricevente del radiocomando e se

il valore eccede i limiti estremi di 1.000 e 2.000 abilita il failsafe. Non appena viene rilevato un failsafe, il software cerca di evitare il crash mantenendo stabilizzato il quadricottero tramite i sensori interni e togliendo gradatamente potenza ai motori per l'atterraggio. Il failsafe può essere abilitato togliendo i segni di commento nella riga **#define FAILSAFE**. Appena sarete operativi, potrete fare una prova spegnendo la radio e verificando il comportamento del quadricottero. È possibile abilitare un cicalino che segnali acusticamente lo stato di funzionamento; serve un cicalino con elettronica compatibile con un'alimentazione a 5V da collegare alla scheda nei contatti siglati buzzer, badando di rispettare la polarità. Per attivare questa funzione cancellate i caratteri di commento dalla riga **#define BUZZER** del file *config.h*. Gli avvisi sonori consistono in una sequenza di tre beep di dura-

```

/*****
/*****
/***** SECTION 1 - BASIC SETUP
/*****
/*****

/***** The type of m

// #define GIMBAL
// #define BI
// #define QUADP
#define QUADX
// #define QUADX
// #define Y4

// #define GY_80 // Chinese 10 DOF
// #define GY_85 // Chinese 9 DOF
#define GY_86 // Chinese 10 DOF w
// #define GY_88 // Chinese 10 DOF with MPU6
// #define GY_521 // Chinese 6 DOF
// #define OCTOFLATX
// #define FLYING_WING

```

Fig. 2
Configurazione
Multiwii.

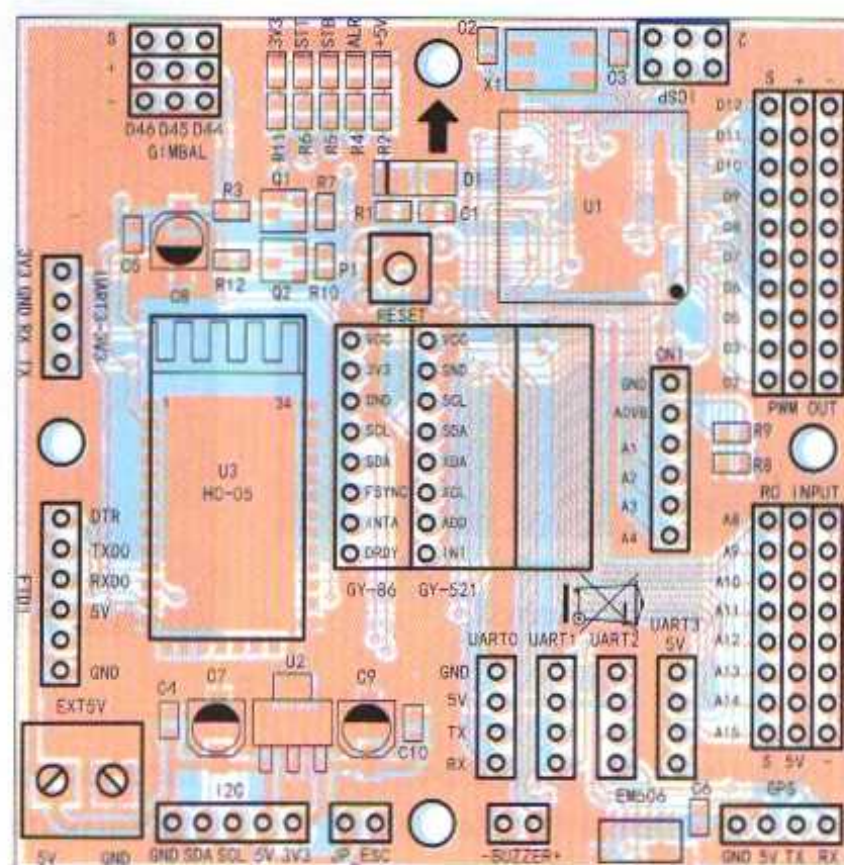
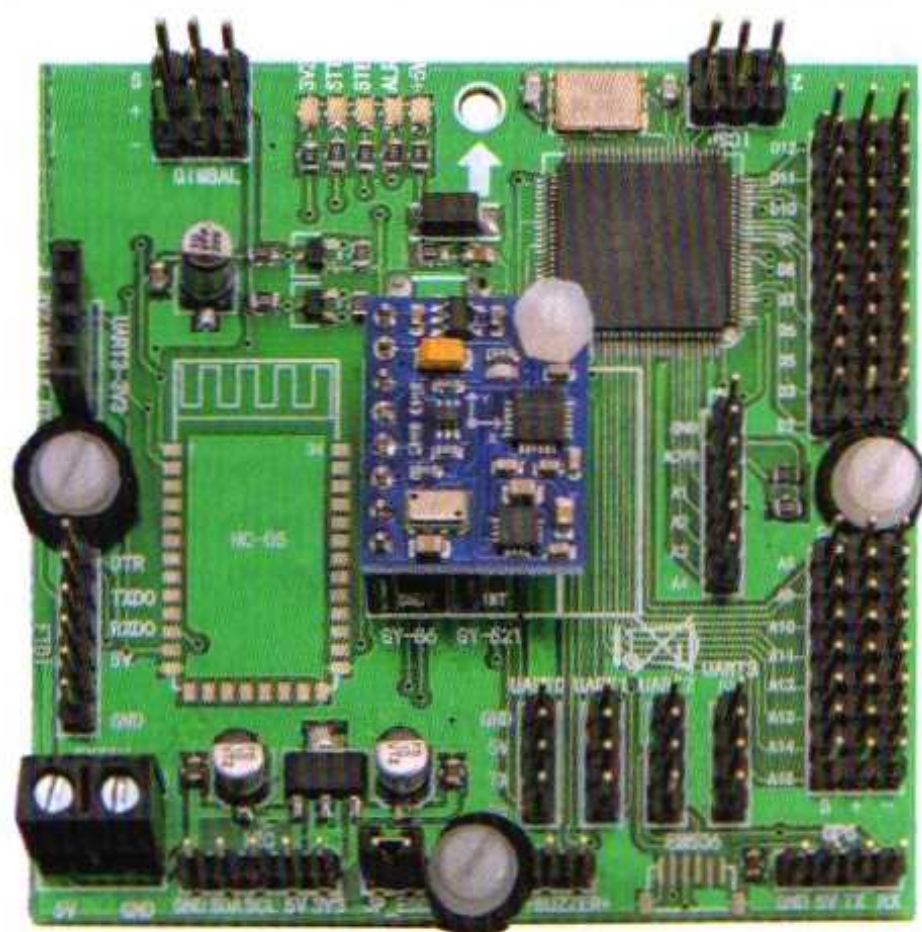


Fig. 3
Multiwii:
configurazione
seriale.



Fig. 4
Multiwii:
orientamento
scheda

[piano di MONTAGGIO]



Elenco Componenti:

R1: 10 kohm (0805)	C4: 100 nF multistrato (0805)	U1: ATMEGA2560-16AU	- Strip maschio 2 vie (2 pz.)
R2: 1 kohm (0805)	C5: 100 nF multistrato (0805)	U2: TC1262-3.3 (SOT-223)	- Strip maschio 3 vie (7 pz.)
R3: 10 kohm (0805)	C6: 100 nF multistrato (0805)	U3: HC-05 oppure HC-06	- Strip maschio 4 vie (6 pz.)
R4÷R6: 1 kohm (0805)	C7: 10 µF 16 VL elettrolitico (Ø 4mm)	P1: Microswitch	- Strip maschio 5 vie (1 pz.)
R7, R8: 10 kohm (0805)	C8: 10 µF 16 VL elettrolitico (Ø 4mm)	X1: Quarzo 16 MHz (C7S)	- Strip maschio 6 vie (2 pz.)
R9: 33 kohm (0805)	C9: 10 µF 16 VL elettrolitico (Ø 4mm)	Q1, Q2: BSS138	- Strip maschio 8 vie (3 pz.)
R10, R12: 10 kohm (0805)	C10: 100 nF multistrato (0805)	LD1, LD2: LED verde (0805)	- Strip maschio 10 vie (3 pz.)
R11: 1 kohm (0805)	D1: GF1M-E3	LD3÷LD5: LED rosso (0805)	- Strip femmina 8 vie (2 pz.)
C1: 100 nF multistrato (0805)			- Jumper (4 pz.)
C2, C3: 22 pF ceramico (0805)			- Circuito stampato S1171
		Varie:	
		- Modulo GY-86	
		- Morsetto 2 poli	

ta variabile a seconda dello stato di funzionamento. La durata dei beep e la pausa sono definiti come segue:

- N = None (0 ms);
- S = Short (50 ms);
- L = Long (200 ms);
- D = Double (2.000 ms).

Ogni avviso ha priorità differente: i primi hanno priorità maggiore e sono:

1. Failsafe find me signal: LNN,D (repeat);
2. Failsafe landing active: SLL,S (repeat);
3. GPS RTH/ PH activated without fix: SSN,S (repeat);
4. Beeper: SSS,S (repeat);

5. Runtime Warning: SSS,N (repeat) (#define ARMEDTIMEWARNING);
6. Battery voltage warning level 3: SLL,D (repeat);
7. Battery voltage warning level 2: SSL,D (repeat);
8. Battery voltage warning level 1: SLN,D (repeat);
9. ROptions Toggle: S (#define RCOPTIONSBEEP).

Sono previsti anche avvisi sonori aggiuntivi, ossia:

- Inflight ACC calibration activated: SS (#define INFLIGHT_ACC_CALIBRATION);
- Inflight ACC calibration deactivated: SSS;

- Gyro calibration done: SSS;
- ACC calibration done: L;
- LCD Configuration step: S;

La scheda prevede l'ingresso A0VB per la lettura della tensione sulla batteria; tramite un partitore di tensione, la tensione viene adattata alla tensione di alimentazione del microcontrollore. Per utilizzare questa funzione dovete cancellare i caratteri di commento sulla riga **#define VBAT** del file *config.h* e modificare la riga seguente così:

```
#define VBATSCALE 102
```

Dal polo positivo della batteria



Fig. 5 - Fissaggio modulo IMU alla scheda di controllo.

prevedete un collegamento verso un connettore femmina da connettere all'ingresso A0V della scheda; per il filo di massa verrà usato il GND degli ESC.

Il giroscopio è il sensore principale e l'unico indispensabile: grazie ad esso è possibile compensare eventuali rotazioni rispetto ai tre assi e quindi impedire che il quadricottero giri su sé stesso oppure che si cappotti. Il giroscopio soffre di una deriva nel tempo che impedisce di conoscere l'angolo assoluto del mezzo; per questo motivo il solo giroscopio non permette



Fig. 6
MultiWii:
lettura del
valore dei
sensori.

di far rimanere il quadricottero perfettamente livellato al terreno. L'accelerometro sopprime questa mancanza, fornendo un angolo assoluto per l'orientamento e garantendo che il quadricottero rimanga orizzontale, evitando che possa scivolare in qualche direzione. Purtroppo il giroscopio ed ancor più l'accelerometro che utilizziamo (sono dei MEMS) sono influenzati dalle vibrazioni (rimandiamo chi volesse appro-

fondire la materia all'articolo sugli accelerometri pubblicato nel fascicolo 204 di aprile di quest'anno...) e, come vedremo, dovremo tenerne conto. Per migliorare la stabilità è possibile filtrare i valori acquisiti dal modulo IMU, soprattutto se sono presenti ancora delle vibrazioni nonostante tutti gli accorgimenti posti nella costruzione meccanica; la riga su cui agire è la seguente:

```
#define GYRO_LPF_98HZ
```

del solito *config.h*. Abbassando ulteriormente la frequenza di taglio del filtro software si ottengono delle letture ancora più pulite, ma non sufficientemente veloci per chi vuole un volo acrobatico. Il magnetometro misura il debole campo magnetico terrestre per determinare il nord geografico, misura che permette di mantenere il quadricottero orientato sempre

Fig. 7 - Il radiocomando Radio FS-CT6B.

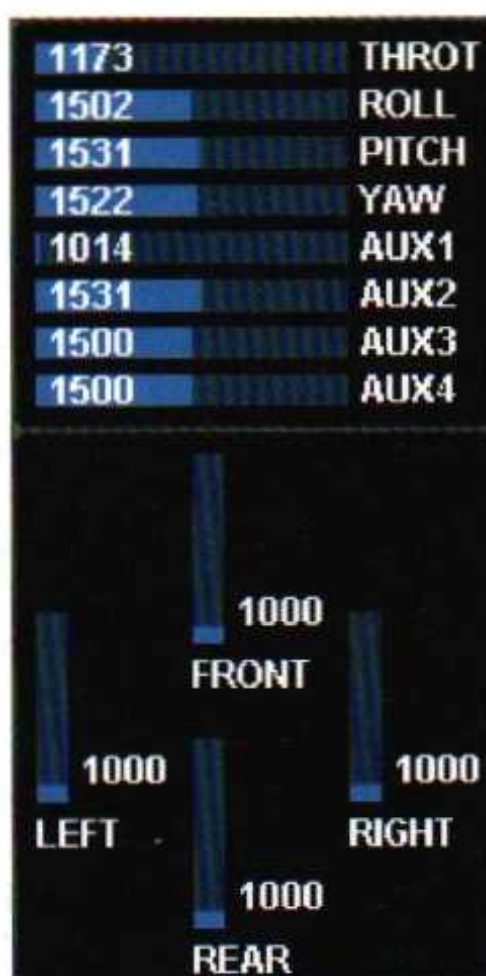


Fig. 8 - MultiWii lettura segnali dalla ricevente.

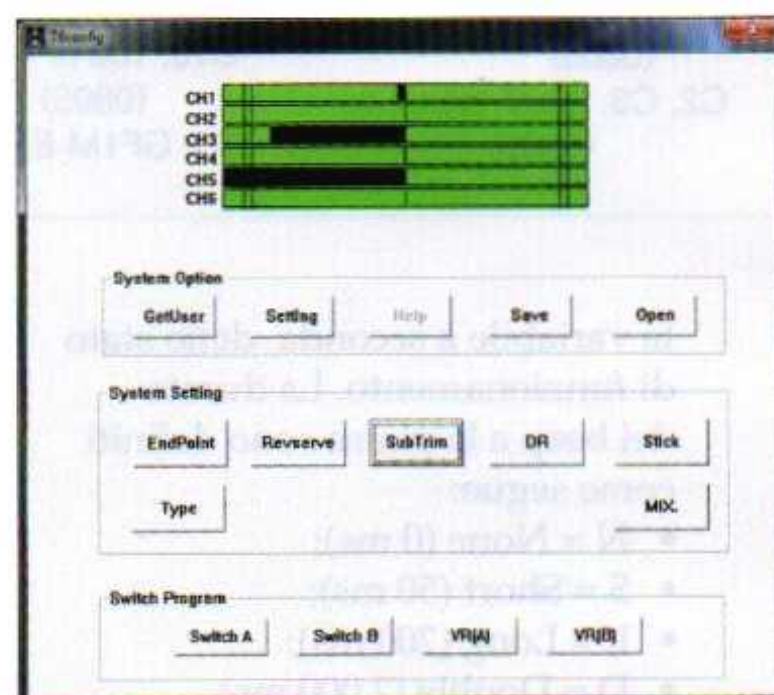


Fig. 9
Finestra di
dialogo del
software di
configurazione
della radio.

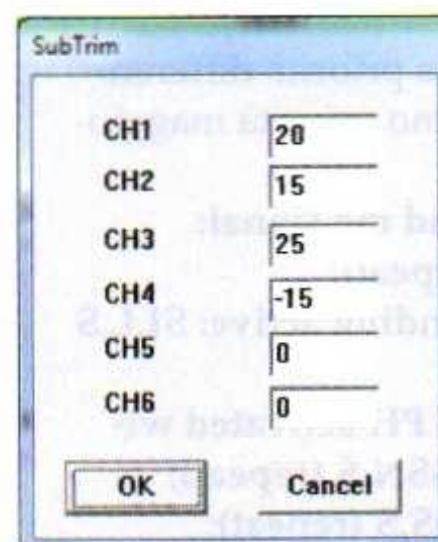


Fig. 10
Impostazione sub trim della radio.

nella stessa direzione e funzione fondamentale per la navigazione con il GPS. Il magnetometro, però, determina la direzione del nord magnetico, il quale differisce dal nord geografico a causa della declinazione magnetica; a complicare le cose c'è il fatto che quest'ultima varia nel tempo. La declinazione magnetica è quindi l'angolo tra la direzione del nord magnetico e quello geografico; per conoscere il suo valore nel punto in cui vi trovate potete utilizzare il servizio offerto nel sito web <http://magnetic-declination.com>. Una volta che avete impostato la vostra posizione, il sito vi fornisce la declinazione magnetica corrispondente espressa in gradi e minuti (con segno) che dovrete convertire in gradi con la formula:

$$\text{gradi} + (\text{minuti}/60)$$

Quando avrete fatto ciò, andate nel file *config.h* di MultiWii e modificate la riga **#define MAG_DECLINATION 4.02f** inserendo il valore appena ottenuto; se la declinazione è negativa è necessario aggiungere un "-" davanti al numero. Lasciate comunque la "f" dopo di esso. Il magnetometro è molto sensibile ai campi magnetici ed è influenzato anche dai cavi percorsi da elevate correnti come quelli utilizzati per alimentare gli ESC; quindi se azionando il gas dei motori notate che la misura dell'angolo del quadricottero dovesse variare eccessivamente, dovrete intervenire allontanando quanto più possibile i cavi dell'alimentazione dal modulo IMU, ovvero avvolgerli con della stagnola. Ricordate che prima di ogni misura dovrete calibrare il sensore. Il modulo IMU GY-86 (usato in questo progetto) dispone oltre che di giroscopio, accelerometro e magnetometro, anche di un barometro idoneo alla misura

della pressione atmosferica. Dalla misura della pressione al suolo ed in quota è possibile determinare l'altezza dei velivoli (https://it.wikipedia.org/wiki/Formula_ipso-metrica) la quale è però influenzata dalla temperatura e da ogni variazione di pressione (condizioni meteo) che si verifica dopo la taratura del sensore.

Nel caso del quadricottero, il sensore viene usato per mantenere una quota prestabilita in modo automatico; infatti per mantenere una quota costante è necessario agire continuamente sul gas dei motori e compensare in continuazione il calo di potenza della batteria. Affidare ciò a una funzione automatica agevola non poco e diventa fondamentale per il volo con il GPS.

Dato che il sensore è fortemente influenzato dalle turbolenze d'aria create dalle eliche, è fondamentale prevedere una copertura che lo metta al riparo; allo scopo potete utilizzare le spugne usate per ridurre l'influenza del vento nei microfoni (si comperano come ricambi). Anche in questo caso potete fare una semplice prova grazie ai dati di telemetria: se azionando il gas la lettura dell'altimetro subisce troppi disturbi, è il caso di operare una schermatura. Per avere delle letture pulite dovrete allontanare la scheda di distribuzione (PDB) il più possibile dal modulo IMU e tenere i cavi di alimentazione degli ESC molto corti ed intrecciati tra loro, per fare in modo che il campo magnetico creato dalla corrente sul filo positivo sia annullato da quello del filo negativo.

Spesso in alcuni quadricotteri vedete utilizzare un GPS con bussola integrata installato su un albero alto e lontano da tutta la circuizione elettrica: non è un caso. Il barometro viene usato per determinare l'altezza da terra basandosi sulla pressione atmosferica, la

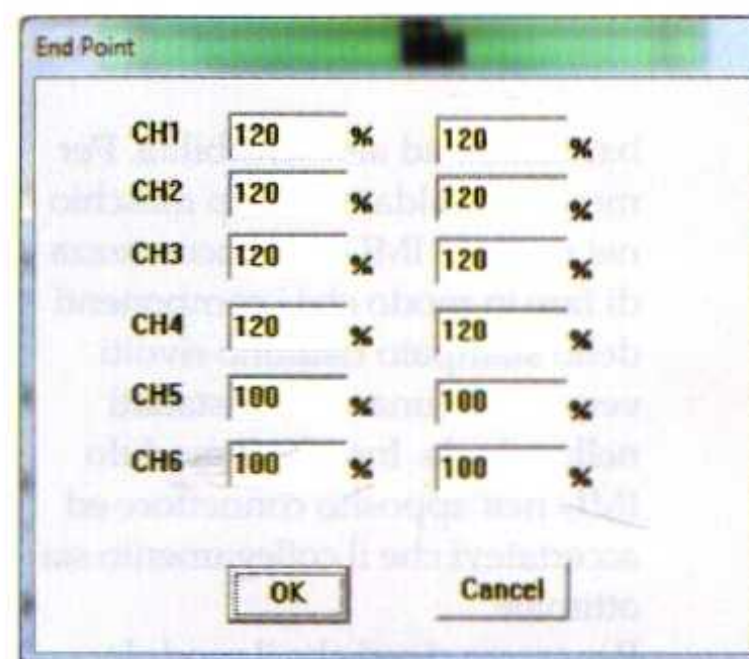


Fig. 11 - Impostazione fondo scala della radio.

quale varia in base all'altitudine; i fattori che influiscono o che in qualche modo fanno variare la pressione sono parecchi (primo fra tutti la condizione meteorologica), impedendo di determinare con esattezza l'altezza assoluta.

Tale problema è poco rilevante se ci si trova in volo ad alta quota, ma determinante se il multicottero è vicino al suolo: a 50 metri d'altezza sbagliare di qualche decimetro non è un dramma, però a un metro da terra fa la differenza tra un atterraggio morbido e un crash.

Per ottenere un'indicazione precisa nell'avvicinamento al terreno potete utilizzare un modulo SONAR (a ultrasuoni) ma al momento in cui scriviamo il software (V2.4) supporta la misura dell'altezza con il sonar solo a scopo informativo, non per integrarla nel controllo. Dovreste quindi modificare il firmware da voi.

INSTALLAZIONE IMU

E VERIFICA DI FUNZIONAMENTO

Il modulo IMU scelto per questo progetto è a 10DOF (10 gradi di libertà) molto completo ed equipaggiato con sensori di ultima generazione di tipo digitale ad alta precisione e basso rumore. Come accennato, comprende un giroscopio, un accelerometro ed un magnetometro (tutti a tre assi) più un

barometro ad alta sensibilità. Per montarlo saldate lo strip maschio nel modulo IMU con l'accortezza di fare in modo che i componenti dello stampato risultino rivolti verso l'alto una volta installati nella scheda. Inserite il modulo IMU nell'apposito connettore ed accertatevi che il collegamento sia ottimale.

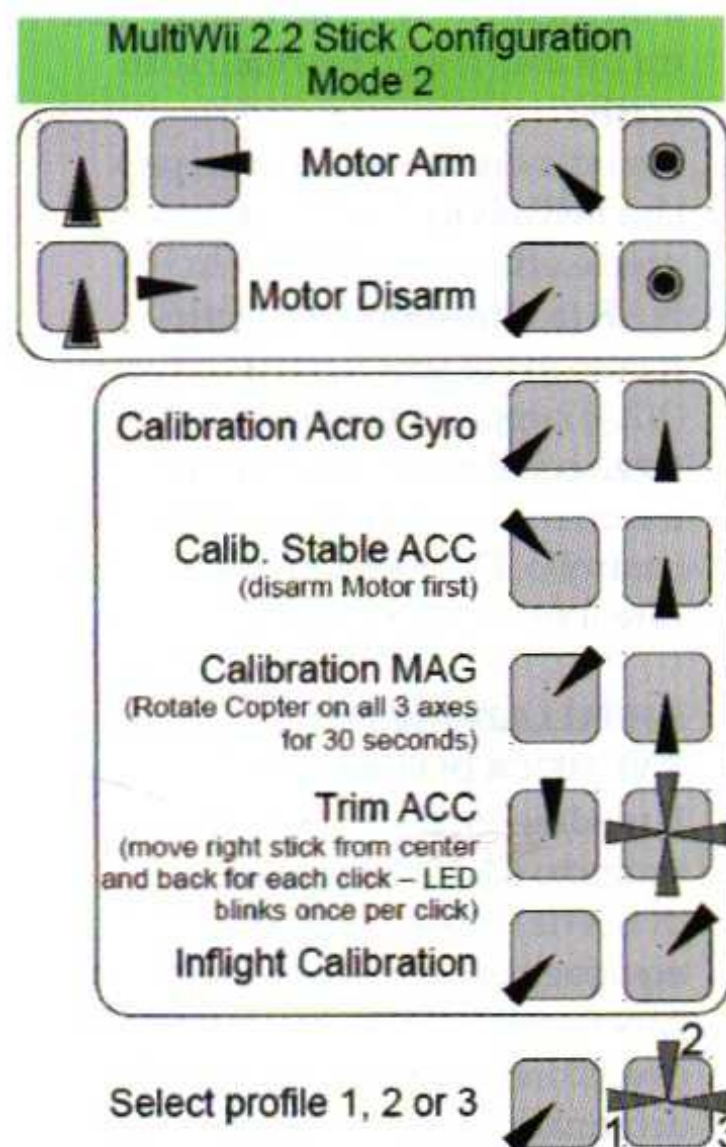
Per essere sicuri che il modulo IMU non subisca vibrazioni o possa spostarsi, è opportuno venga fissato allo stampato; non utilizzate elementi metallici ma preferite elementi in plastica, come ad esempio delle piccole viti in nylon. Essendo il cuore della stabilizzazione, è di fondamentale importanza che il modulo IMU sia perfettamente funzionante e calibrato, altrimenti in vostro quadricottero non potrà volare o comunque non lo farà secondo le aspettative. Tra i file del progetto MultiWii, trovate anche il software di gestione fondamentale per la messa

a punto del quadricottero; andate nella cartella MultiWiiConf ed avvitate il file MultiWiiconf.exe, scegliendo quello compatibile con il vostro sistema operativo, prima di avviarlo assicuratevi che la scheda sia connessa al PC con il relativo convertitore USB/Seriale. Ad una prima impressione può risultare caotico e complicato, ma vedrete che in breve prenderete dimestichezza con le sue varie funzionalità. In alto a sinistra trovate i comandi per la gestione della seriale e i pulsanti che vi permettono di salvare o caricare una serie di setup. A destra troverete evidenziati i sensori rilevati sulla scheda e l'orientamento della scheda tramite delle animazioni grafiche: risultano presenti l'accelerometro (ACC), il barometro (BARO), il magnetometro (MAG) oltre, ovviamente, al giroscopio, che è l'unico sensore assolutamente necessario.

Come vedete, il software supporta

anche un GPS, un sonar ed un sensore ottico. In basso a sinistra trovate il valore istantaneo dei sensori e più a destra un grafico dell'andamento temporale degli stessi. Calibrate l'accelerometro (CALIB_ACC) assicurandovi che la scheda sia ferma immobile in posizione perfettamente orizzontale. Calibrate il magnetometro (CALIB_MAG) ruotando la scheda di 360° in ogni direzione per almeno 30 secondi. Mantenete la scheda di fronte a voi con la freccia rivolta in avanti; ruotandola verso destra e verso sinistra, l'indicatore ROLL varierà di conseguenza. Inclinando verso l'alto e verso il basso la scheda l'indicatore PITCH varierà di conseguenza.

In fase di inizializzazione, un lampeggio breve del LED STATUS significa che non è collegato nessun tipo di IMU, un lampeggio lungo, significa che è stato rilevato l'IMU. Dopo l'inizializzazione, il LED STATUS risulterà acceso quando



Stick Configuration - Multiwii 2.2

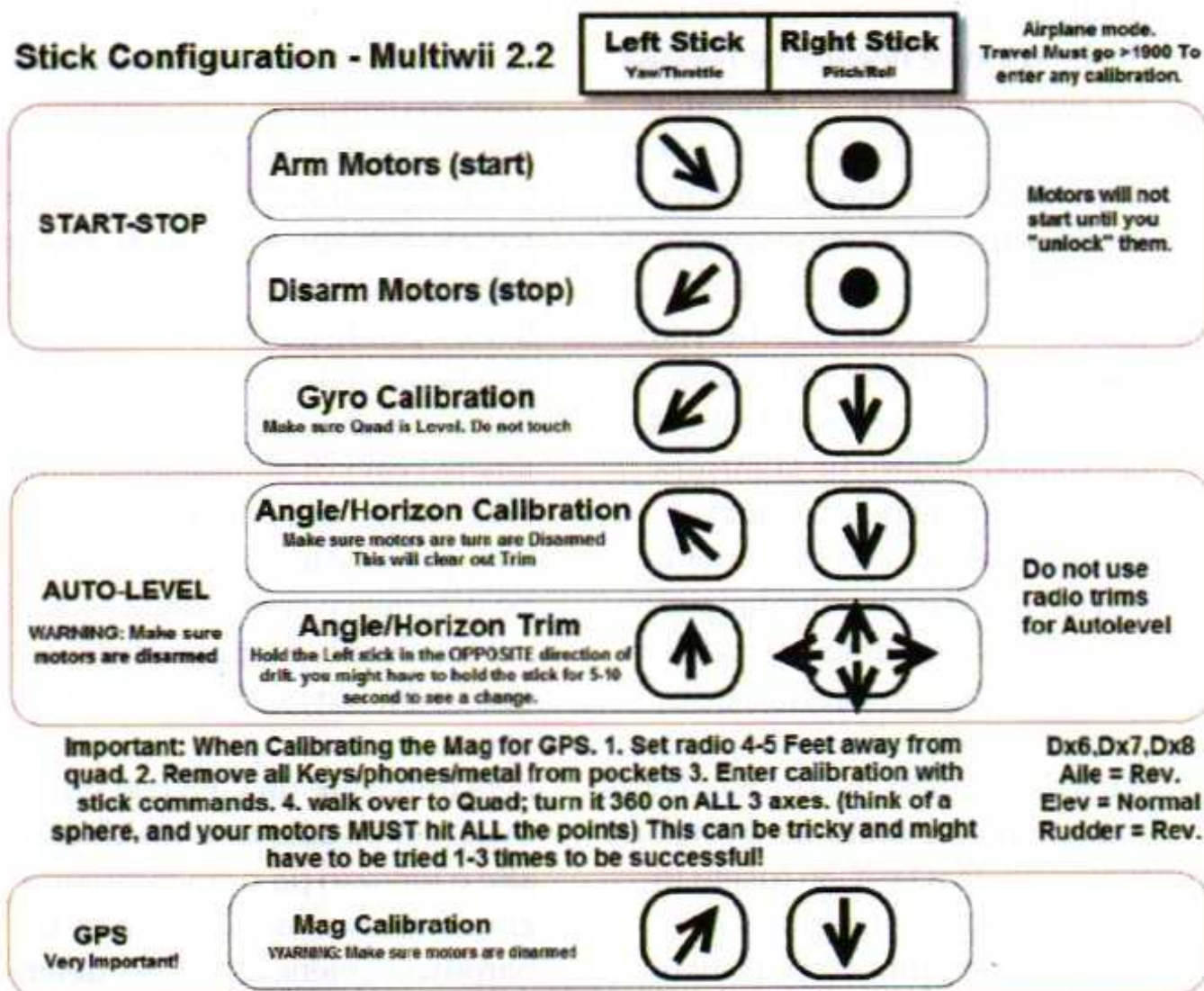


Fig. 12 - Comandi via radio.

i motori saranno armati e spento a motori disarmati. Il LED ALARM lampeggerà nel caso sia rilevata una condizione di allarme.

MESSA IN SERVIZIO DEL TELECOMANDO

Per questo progetto abbiamo utilizzato un economico, ma comunque completo, telecomando a sei canali con sigla FS-CT6B. Si tratta di un telecomando operante sulla frequenza dei 2,4 GHz, nel quale la programmazione di tutte le funzioni non avviene tramite un'interfaccia utente sul telecomando stesso, bensì tramite un apposito software per PC; il tutto va a vantaggio dell'economia e semplicità costruttiva (che tradotto significa un bel risparmio sul prezzo di acquisto) in quanto sul telecomando non sono presenti pulsanti o display, ma semplicemente un LED multicolore a segnalare lo stato di carica della batteria. Prima di utilizzarlo, dovete modificare il radiocomando rimuovendo il potenziometro a sinistra dell'antenna (Fig. 14) e montando al suo posto un deviatore unipolare a tre posizioni, al quale conatterete, tra il centrale e gli estremi, due resistori da 2,7 kohm 1/4 di watt che simuleranno il potenziometro con cursore a metà, bypassabile in parte dal deviatore stesso (Fig. 15). I fili che andavano agli estremi del potenziometro rimosso collegateli agli estremi del deviatore e quello del cursore connettetelo al capo centrale dello stesso. Così avete completato la modifica, che, lo vedremo nella seconda puntata, serve a impostare tre modalità di funzionamento del quadricottero. Il radiocomando viene fornito con il setup all'americana in MODE2, ovvero con il "gas" (ossia l'acceleratore) a sinistra; è possibile variare questa configurazione agendo a livello di impostazioni software e

	AUX1			AUX2			AUX3			AUX4		
	LOW	MID	HIGH	L	M	H	L	M	H	L	M	H
ARM												
ANGLE												
HORIZON												
BARO												
MAG												

Fig. 13
Impostazione modi di volo.



Fig. 14
Il potenziometro da sostituire nel CT6.

modificando fisicamente le impostazioni degli stick.

La MODE2 è anche la modalità utilizzata sui giocattoli, ed è quindi quella più familiare in questo genere di applicazioni. Nella confezione sono compresi il trasmettitore, la ricevente, il cavo per il collegamento al PC ed il software per Windows; non sono comprese le batterie. Essendo i telecomandi a 2,4 GHz del tipo multicanale è necessario associare ciascuna ricevente con la propria trasmettente, operazione che in gergo tecnico si dice *bind*. Assicuratevi che il trasmettitore sia spento, quindi inserite nel vano batterie 8 pile stilo (formato AA) meglio se di tipo ricaricabile. Nella ricevente inserite il jumper (bind plug) sul connettore BAT; con due jumper portate l'alimentazione dei 5V dalla scheda del quadricottero alla ricevente (pin + e - di un qualsiasi canale). Se avete fatto tutto correttamente, il LED della ricevente inizia a lampeggiare, ad indicare che è pronta all'associazione. Premete e mantenete premuto il pulsante BIND della trasmettente ed accendetela; attendete che il LED della ricevente rimanga acceso a luce fissa: questo indica che l'associazione è stata eseguita

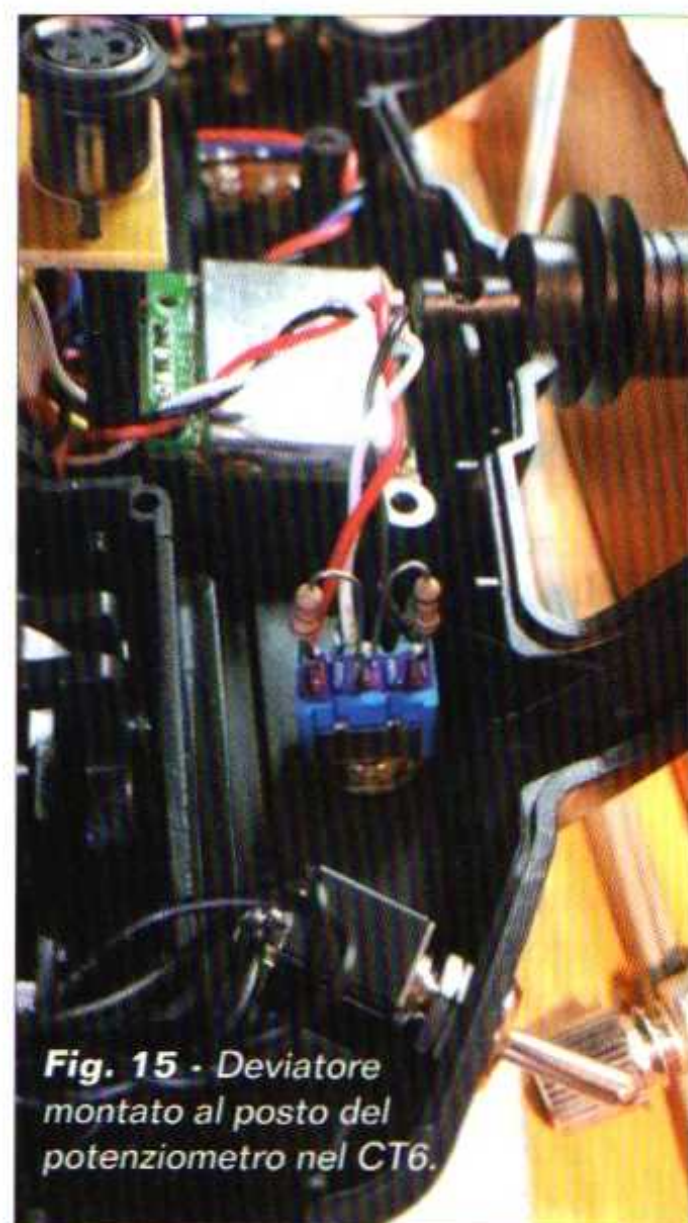


Fig. 15 - Deviatore montato al posto del potenziometro nel CT6.

correttamente, quindi togliete il dito dal pulsante BIND. Spegnete la ricevente, rimuovete il jumper e collegatevi un servo di prova in uno dei canali e verificate con il telecomando che tutto funzioni correttamente. La corretta procedura per avviare il sistema consiste sempre nell'accendere prima la trasmettente e poi la ricevente (in questo caso

Tabella 3 - Collegamento della ricevente alla scheda.

canale	nome	funzione	pin scheda
CH1	roll	controllo spostamento sinistra/destra	A9
CH2	pitch	controllo spostamento avanti/indietro	A10
CH3	Throttle	sale o scende	A8
CH4	yaw	gira su se stesso	A11
CH5	AUX1	comando ausiliario	A12
CH6	AUX1	comando ausiliario	A13
BAT+		alimentazione RX	+
BAT-		alimentazione RX	-

il quadricottero), viceversa per spegnere il sistema partite dalla ricevente e per ultima spegnete la trasmittente.

Questo impedisce possibili mal-funzionamenti dovuti ad eventuali segnali di disturbo che la ricevente potrebbe captare in assenza del segnale della trasmittente. Collegare la ricevente alla scheda utilizzando otto cavetti terminati femmina-femmina secondo le indicazioni della **Tabella 3**.

A questo punto potete rendere operativo il trasmettitore e la scheda ed analizzare i dati ricevuti. Il software Multiwii funziona correttamente se i segnali della radio di ciascun canale hanno un'escursione che va da un minimo di 1.000 ad un massimo di 2.000, con il valore centrale a 1.500. Per ottenere questa configurazione è necessario programmare opportunamente la trasmittente, quindi useremo l'apposito cavo (fornito in dotazione) per connetterla al PC. Il dischetto fornito in dotazione contiene sia i driver che il software, che andrà installato secondo le normali procedure. Il cavo fornito contiene al suo interno un convertitore USB/Seriale simile a quelli generalmente usati con Arduino, quindi una volta inserito nella USB del PC i driver forniranno una seriale virtuale con la quale poter dialogare con la trasmittente. Dovete agire sui trimmer fisici della radio e sui campi SUTRIM del software per centrare il segnale

sui 1500 ms e sul campo Endpoint per regolare il fondo scala dei vari canali. È fondamentale che ciascun canale scenda sotto i 1.100 e salga sopra i 1.900, perché molte funzioni del software MultiWii vengono implementate solo se i canali eccedono questi limiti. Con la radio in nostro possesso non è stato possibile raggiungere questo obiettivo alla perfezione, pertanto è stato necessario riconfigurare il software MultiWii modificando i valori di fondo scala della radio `#define MINCHECK 1100` e `#define MAXCHECK 1900` presenti nel file MultiWii.h.

I nuovi valori sono `#define MINCHECK 1150` e `#define MAXCHECK 1850`, mentre la radio è stata configurata per un'escursione da 1100 a 1900 lasciando un margine pari a 50.

Ricordate che i valori riportati nel software MultiWii relativi ai canali della radio aumentano quando gli stick sono portati in avanti o spostati a destra; se così non dovesse essere, agite sul comando REVERSE del canale invertito nella vostra radio.

CONCLUSIONI

Bene, per ora ci fermiamo qui: nella prossima puntata concluderemo il discorso spiegando i comandi e il completamento dell'hardware del quadricottero, oltre ad affrontare il collaudo e il volo inaugurale. Termineremo con la modalità di gestione da smartphone. ■

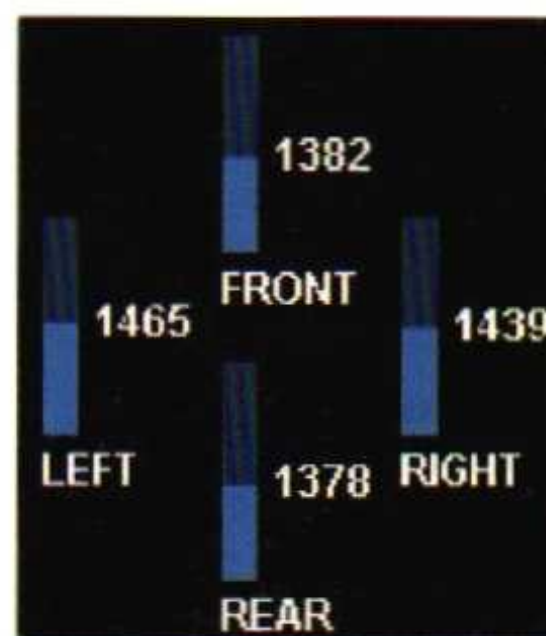


Fig. 16
MultiWii
controllo
uscite PWM.



per il MATERIALE

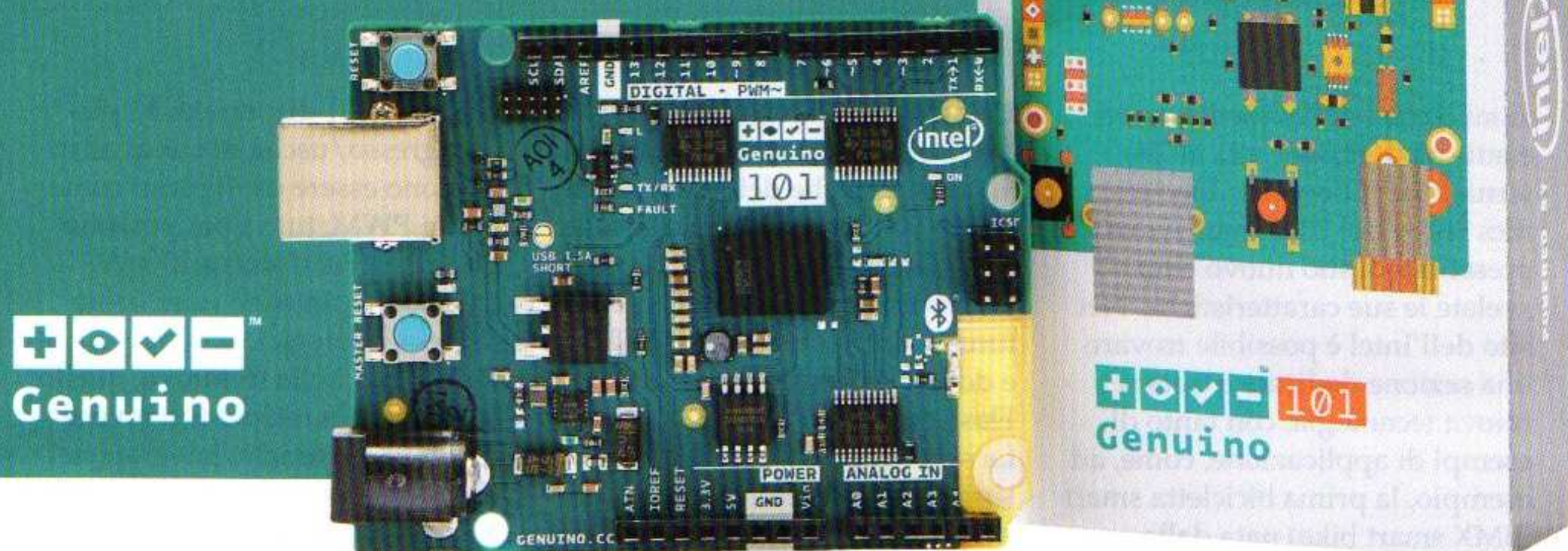
Tutto il materiale utilizzato in questo progetto è disponibile presso Futura Elettronica. La scheda Open Source premontata per quadricottero (cod. FT1171) costa Euro 35,00.

Nel progetto sono stati utilizzati anche:

- Il convertitore USB-seriale 3,3-5 V (cod. FTDI5V) Euro 19,00.
- Il modulo sensori controllo di volo per multicotteri (cod. GY-86) Euro 30,00.
- Il radiocomando 6 CH + ricevitore (cod. RADIOCOM6CH) Euro 65,00.
- Il buzzer con elettronica 5V (cod. BUZZER5V) Euro 1,90.
- Il caricabatteria lipo/ioni di litio (cod. LK1008D) Euro 12,00.
- La prolunga cavo per servo, da 150 mm (cod. SERVOEXT150) Euro 1,30.
- Il frame per quadricottero (cod. QUADRIFRAME) euro 25,00.
- Il controller di velocità da 20A per motori brushless (cod. ESC20SIMONK) euro 24,00.
- Il motore brushless per multicotteri con eliche (cod. EMAXMT2213) Euro 32,00.
- La scheda per la distribuzione dell'alimentazione (cod. CRIUS) Euro 2,90.
- Il modulo Bluetooth Transceiver (cod. HC05) Euro 9,00. Tutti i prezzi si intendono IVA compresa.

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

Introduciamo e familiarizziamo con la nuova scheda di prototipazione di Massimo Banzi, stavolta dotata di un potente Core Intel che ne permette l'utilizzo nelle applicazioni IoT.



LA CARICA DI GENUINO 101

dell'Ing. MIRCO SEGATELLO

In occasione della terza edizione della conferenza Maker Faire di Roma, Massimo Banzi e Intel hanno presentato una nuova board di sviluppo nata negli U.S.A. come Arduino 101, ma che in Italia conosciamo e viene commercializzata con il nome di Genuino 101. Banzi e collaboratori ci hanno già abituati ad un'evoluzione spinta dei loro prodotti, ma questa volta l'intesa con il produttore leader mondiale di microprocessori -Intel- ha portato alla nascita di una scheda dalle caratteristiche sorprendenti, che rappresenta una svolta rispetto all'hardware cui eravamo abituati. Tutto nasce dall'interesse dell'Intel verso i dispositivi indossabili (*wearable devices*) e per impieghi pseudo industriali

a basso consumo. Tale interesse ha dato il via alla collaborazione tra Banzi e Intel ed alla nascita di Genuino 101, che condivide il core con altre board della Intel (Galileo ed Edison) pur costando meno e implementando caratteristiche straordinarie. In Internet potete trovare tutto su questa nuova scheda, alla pagina www.arduino.cc trovate anche lo schema elettrico, come è consuetudine del progetto open source nato anni fa ad Ivrea, anche se al momento non è disponibile il data-sheet del microcontrollore.

IL MODULO INTEL CURIE

Il modulo Intel Curie, che equipaggia Genuino 101, offre caratteristiche ideali per "always-on" applica-

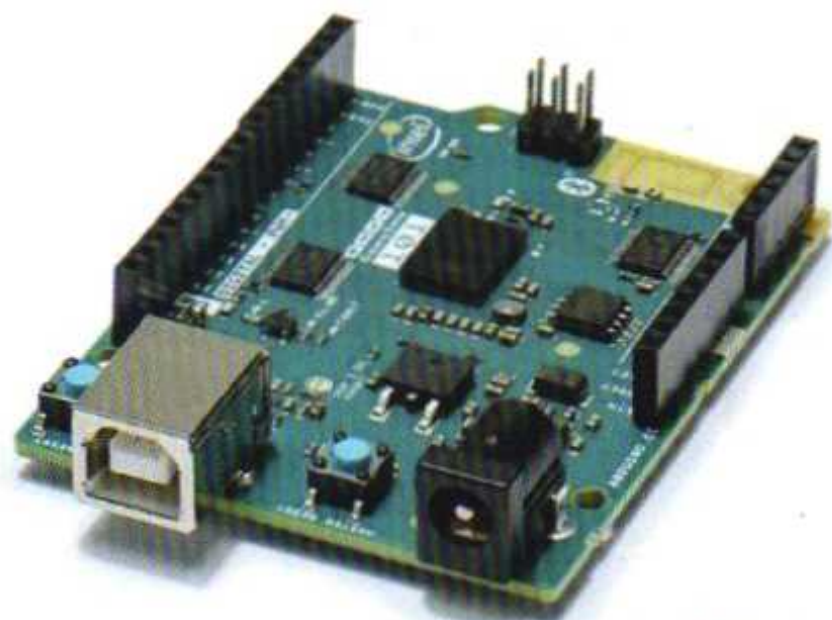


Fig. 1
La scheda Genuino 101.

CARATTERISTICHE TECNICHE

- Microcontrollore: Intel Curie
- Logica 0/3,3V (input 5V tolerant)
- Tensione d'alimentazione: 7÷12V (massima ammessa 20V)
- I/O digitali: 14 pin (4 assegnabili al PWM)
- Ingressi analogici: 6 pin
- Corrente uscite digitali: 20 mA
- Memoria Flash: 196 kB
- SRAM: 24 kB
- Frequenza di clock: 32 MHz
- Periferiche: Bluetooth LE, accelerometro a 6 assi, giroscopio, RTC ecc.
- Dimensioni: 68,6x53,4x15 mm

zioni come i social media, sport e attività di fitness. Già all'International Consumer Electronics Show del 2015 Intel aveva presentato il suo nuovo chip e svelate le sue caratteristiche. Nel sito dell'Intel è possibile trovare una sezione dedicata a questa nuova tecnologia, con tanto di esempi di applicazione, come, ad esempio, la prima bicicletta smart (BMX smart bike) nata dalla collaborazione con l'azienda specializzata in biciclette BMX. Non poteva mancare un'applicazione in cui il nuovo chip viene usato per effetti luminosi in capi di alta sartoria, presentati in una famosa passerella. Non mancano applicazioni avveniristiche nel capo degli indossabili, come ad esempio la collezione Momentum del marchio di moda Chromat, che si ispira all'idea che l'abbigliamento, come l'architettura, deve rispondere e adattarsi a chi lo indossa.

La Chromat ha collaborato con il team Innovation di Intel per creare capi sensibili che si trasformano in base alla temperatura del corpo, l'adrenalina e i livelli di stress; per esempio è stato presentato un modello di reggiseno composto da leghe a memoria di forma che permettono di aprire fenditure per migliorare l'aerazione ed evitare eccessive temperature e sudorazioni durante le prestazioni sportive delle atlete.

L'HARDWARE GENUINO 101

Nell'apposito riquadro trovate le caratteristiche della nuova Genuino 101, la quale è basata sulla CPU Intel Quark SE a 32 bit (è il vero nome della Intel Curie...) funzionante con clock a 32 MHz e dotata di 196 kB di memoria Flash e 24 kB di SRAM. La scheda ha le stesse dimensioni di una Arduino UNO e similmente può essere alimentata tramite il connettore PLUG esterno con una tensione continua tra 7 e 12V. Può essere programmata ed alimentata tramite la porta USB e se pur utilizzando un chip a 3,3V gli ingressi tollerano tensioni sino a 5V; questo grazie ad alcuni traslatori di livello bidirezionali ad alta velocità integrati nella scheda.

Genuino 101 dispone di 14 pin di ingresso/uscita di cui quattro possono essere configurati come uscite PWM; tutti i pin possono gestire correnti sino a 20 mA. Ulteriori 6 pin sono usati come ingressi analogici. Fino a qua nulla di nuovo; quello che fa la differenza sono invece le nuove periferiche integrate nel chip come un modulo BLE 4.0 a basso consumo, un modulo inerziale composto da un accelerometro a tre assi ed un giroscopio, sempre a tre assi, oltre ad un Real Time Clock (RTC). Per finire, abbiamo un modulo per la ricarica delle batterie; quest'ultimo non è però a disposizione, ma riservato a funzioni interne alla board. Sono presenti due pulsanti, il primo chiamato Master reset

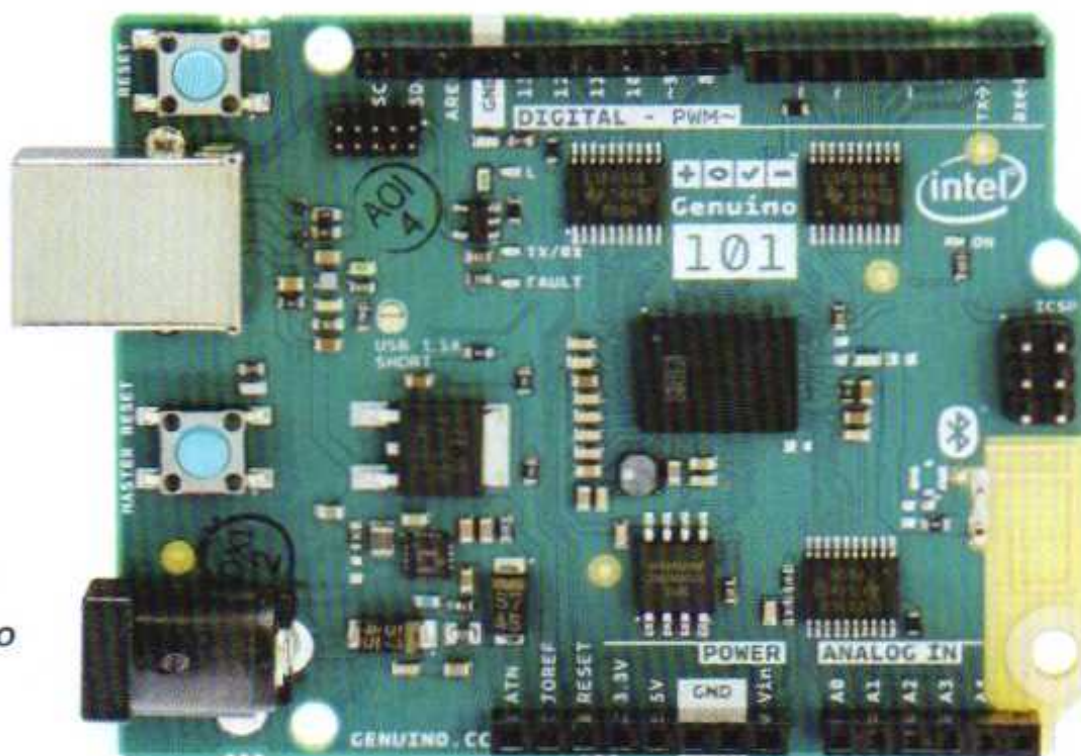


Fig. 2
Layout dei componenti della Genuino 101.

che permette di resettare l'intero microcontrollore, ed un secondo chiamato Reset, che permette il reset (il riavvio) del solo software. Per quanto riguarda le segnalazioni, a bordo della Genuino 101 troviamo un LED verde connesso al pin 13 (ideale per effettuare i primi esperimenti), un LED rosso che si attiva in caso di guasto, un LED verde per segnalare la presenza dell'alimentazione e un LED verde per evidenziare l'attività nella comunicazione seriale. Volendo entrare più in dettaglio, riusciamo a capire che l'Intel non ha progettato per intero tutte le periferiche ma si è limitata ad integrare interno moduli commerciali già esistenti, come ad esempio il modulo Bluetooth nRF51822 della Nordic Semiconductor, che fornisce anche l'applicazione per l'interfacciamento con dispositivi Android. Il modulo IMU (accelerometro) a sei assi è invece un BMI160 prodotto dalla Bosch. Conoscere le sigle dei componenti interni permetterà di scrivere sketch molto avanzati con funzionalità a livello professionale ad esempio; il modulo IMU dispone di alcune funzionalità implementate a livello di firmware interno adatte a rilevare i passi

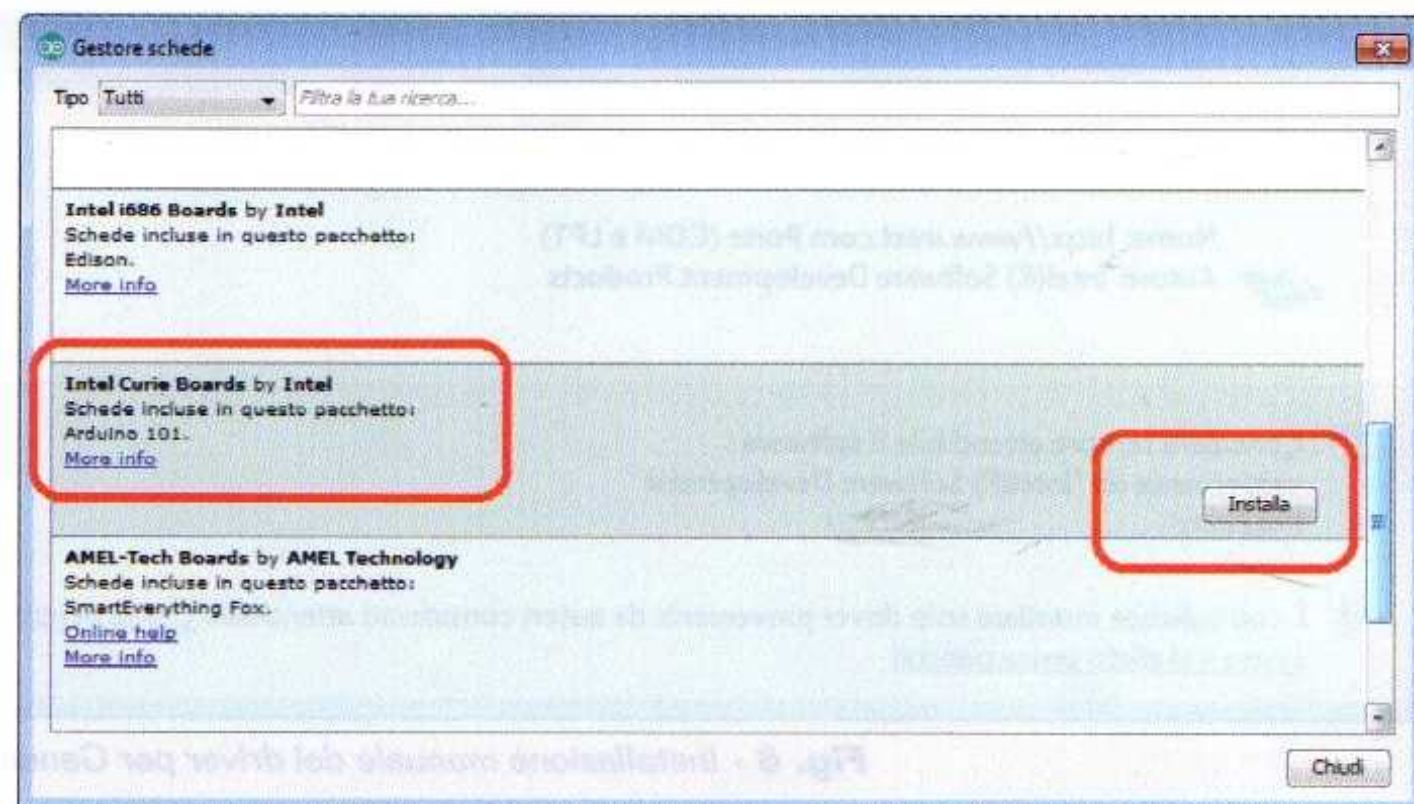


Fig. 3 - Installazione Genuino 101.

di una camminata, oppure la caduta del dispositivo o, ancora, i colpetti dati con le dita (tap detection e double tap detection): provate a dargli dei colpetti col polpatrello e vedrete. Se fate il conto di quanti shield servirebbero per ottenere le stesse funzionalità implementate a bordo, vi accorgete del vantaggio (anche economico) nell'utilizzo di questa nuova scheda, anche perché per quasi tutte le funzioni sono disponibili apposite librerie e comandi ad alto livello che semplificano notevolmente il lavoro del programmatore.

UTILIZZIAMO LA SCHEDA

La messa in funzione di questa nuova scheda non presenta particolari difficoltà, occorre però porre attenzione ad alcuni dettagli, viste le nuove funzionalità integrate. Per prima cosa è necessario scaricare ed installare l'ultima versione dell'IDE di Arduino, nel momento in cui scriviamo la versione 1.6.7. Dal menu Strumenti-Scheda-Gestore_schede selezionate e installate la scheda "Intel Curie Board by Intel". Se utilizzerete la scheda con Windows dovrete necessaria-

Fig. 5 - Windows non riconosce Genuino 101.

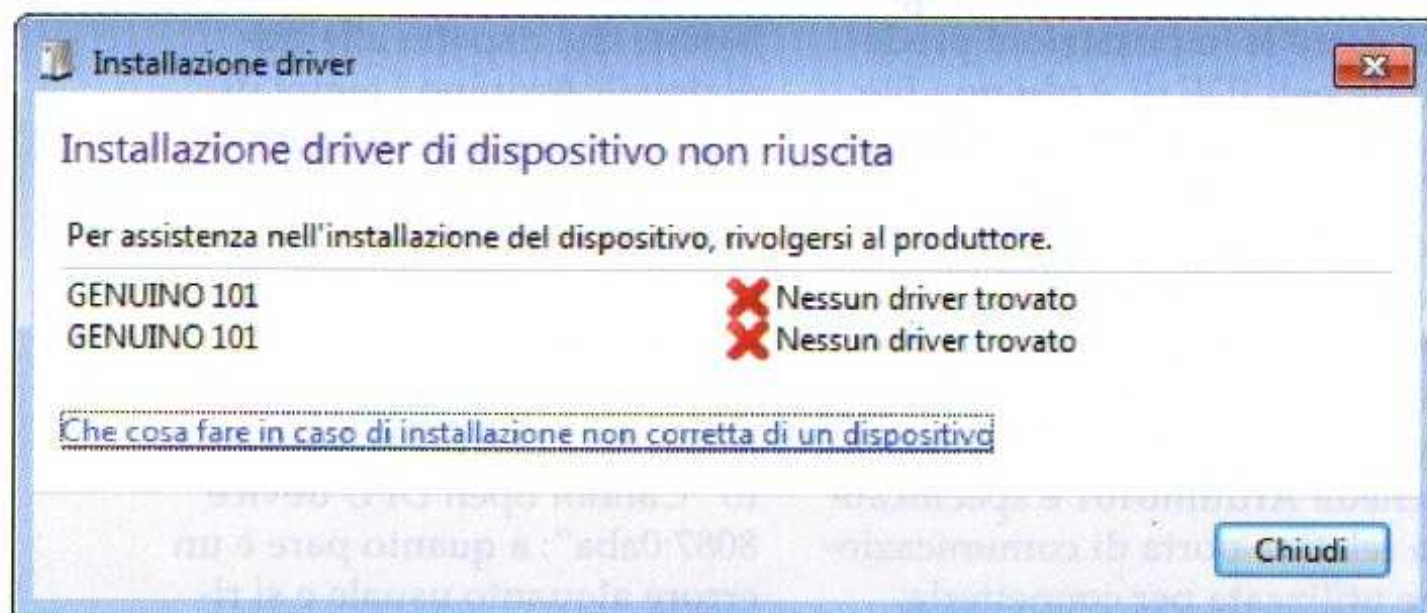


Fig. 4 - Schermata di installazione driver non riuscita.



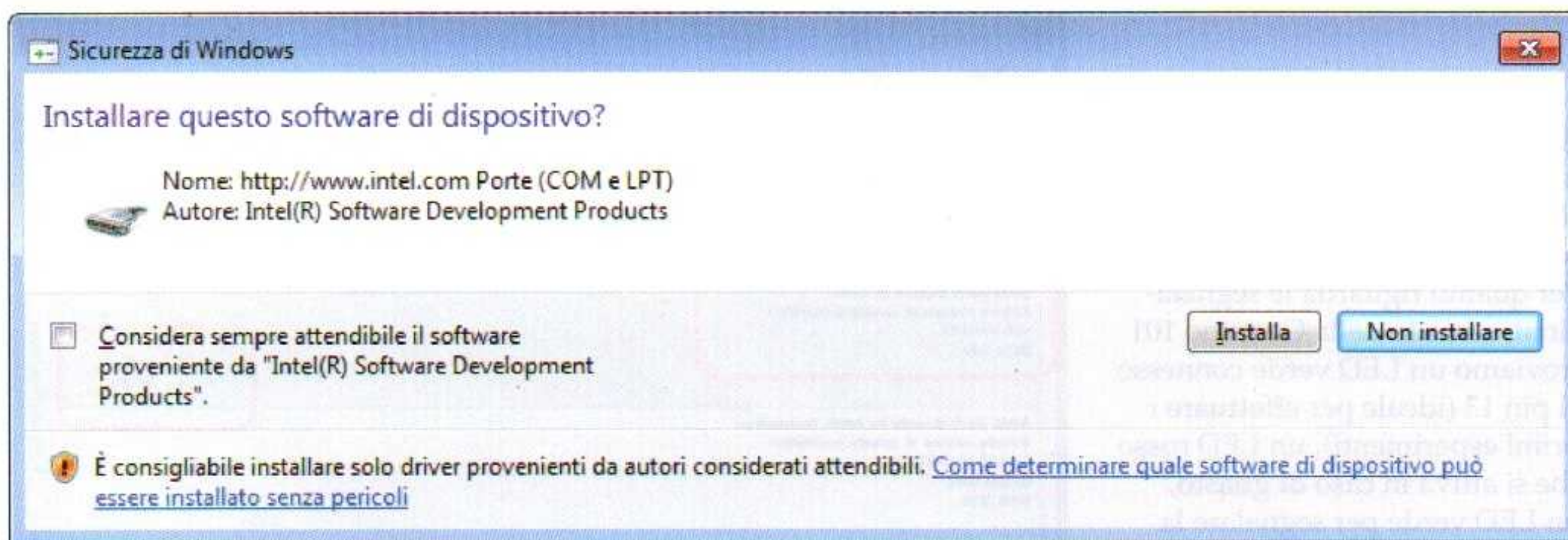


Fig. 6 - Installazione manuale del driver per Genuino 101.



Fig. 7 - Verifica installazione e relativa COM virtuale.

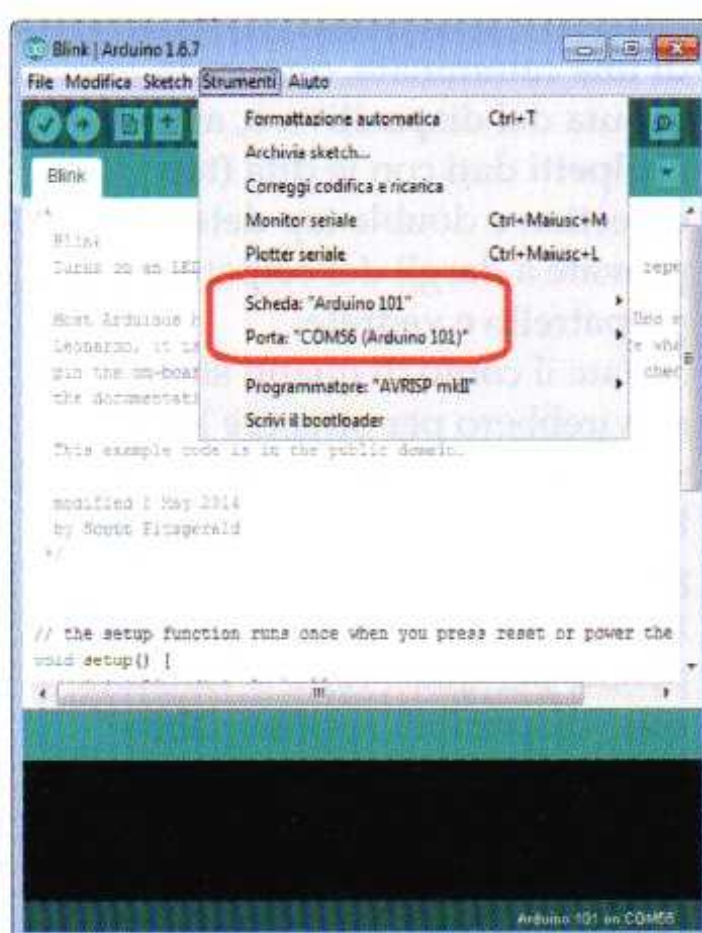


Fig. 8 - Configurazione di Genuino 101.



Fig. 9 - Avvio sketch Blink.

mente installare i nuovi driver per Genuino 101. L'installazione del nuovo software non comporta necessariamente l'installazione dei driver ma solo il download del software necessario. Può quindi capitare che, anche se avete scaricato tutto a dovere, la nuova scheda non venga riconosciuta (Fig. 4); non fatevi comunque scoraggiare, perché l'ostacolo si aggira installando manualmente i driver della nuova scheda indicando il percorso

della cartella in cui è stato scaricato il nuovo software (Fig. 6). Se usate le impostazioni predefinite nell'IDE di Arduino i file saranno disponibili all'indirizzo `C:\Users\nomepc\AppData\Local\Arduino15`. A questo punto la scheda è pronta e la sua gestione avviene come qualsiasi altra scheda Arduino; nell'IDE, selezionate la scheda Arduino101 e specificate la relativa porta di comunicazione utilizzata per connetterla. Non vi resta che aprire e carica-

re l'esempio Blink, per verificare che tutto funzioni. Notate che rispetto alle tradizionali Arduino i tempi di compilazione sono leggermente più lunghi e la scheda sarà operativa dopo circa 5 secondi dal termine del caricamento del programma. Nelle nostre prime prove si è presentato l'errore in caricamento "Cannot open DFU device 8087:0aba"; a quanto pare è un errore alquanto usuale e si risolve cancellando la cartella `C:\`

Users\nomepc\AppData\Local\Arduino15 e reinstallando il core Arduino101.

Un altro problema può occorrere nell'apertura della porta seriale; in questo caso è sufficiente resettare la scheda.

Tra le novità del nuovo IDE scopriamo la funzione Plotter Seriale, che va ad affiancare la classica finestra del Monitor Seriale (Fig. 10). Si tratta di una funzione utilissima, perché finalmente al posto dei soli numeri è possibile visualizzare un grafico temporale in tempo reale dei dati inviati da Genuino 101. Il grafico si autoridimensiona in base ai dati ricevuti: una bella comodità!

Ora viene voglia di provare le nuove funzionalità della Genuino 101; come al solito sono disponibili diversi esempi già pronto all'uso. Cominciamo con testare il Real Time Clock con l'esempio CurieTime-SetTime. Niente di più semplice: basta impostare data e ora attuale nello sketch per essere operativi; una sola riga per impostare la data e l'ora ed altre semplici righe per visualizzare i valori correnti.

Sotto gli esempi CurieIMU troviamo alcuni interessanti sketch, lo sketch RawImuDataSerial permette di visualizzare i dati grezzi rilevati da accelerometro e giroscopio, mentre lo sketch ShockDetect permette di rilevare e contare gli urti subiti dalla scheda. Lo sketch StepCount permette di rilevare e contare i passi effettuati correndo, funzione chiamata pedometro, infine lo sketch TapDetect che permette di rilevare piccoli colpi ricevuti dalla scheda.

È possibile usare la nuova funzionalità Plotter seriale per visualizzare il grafico dei valori dell'accelerometro nei tre assi;

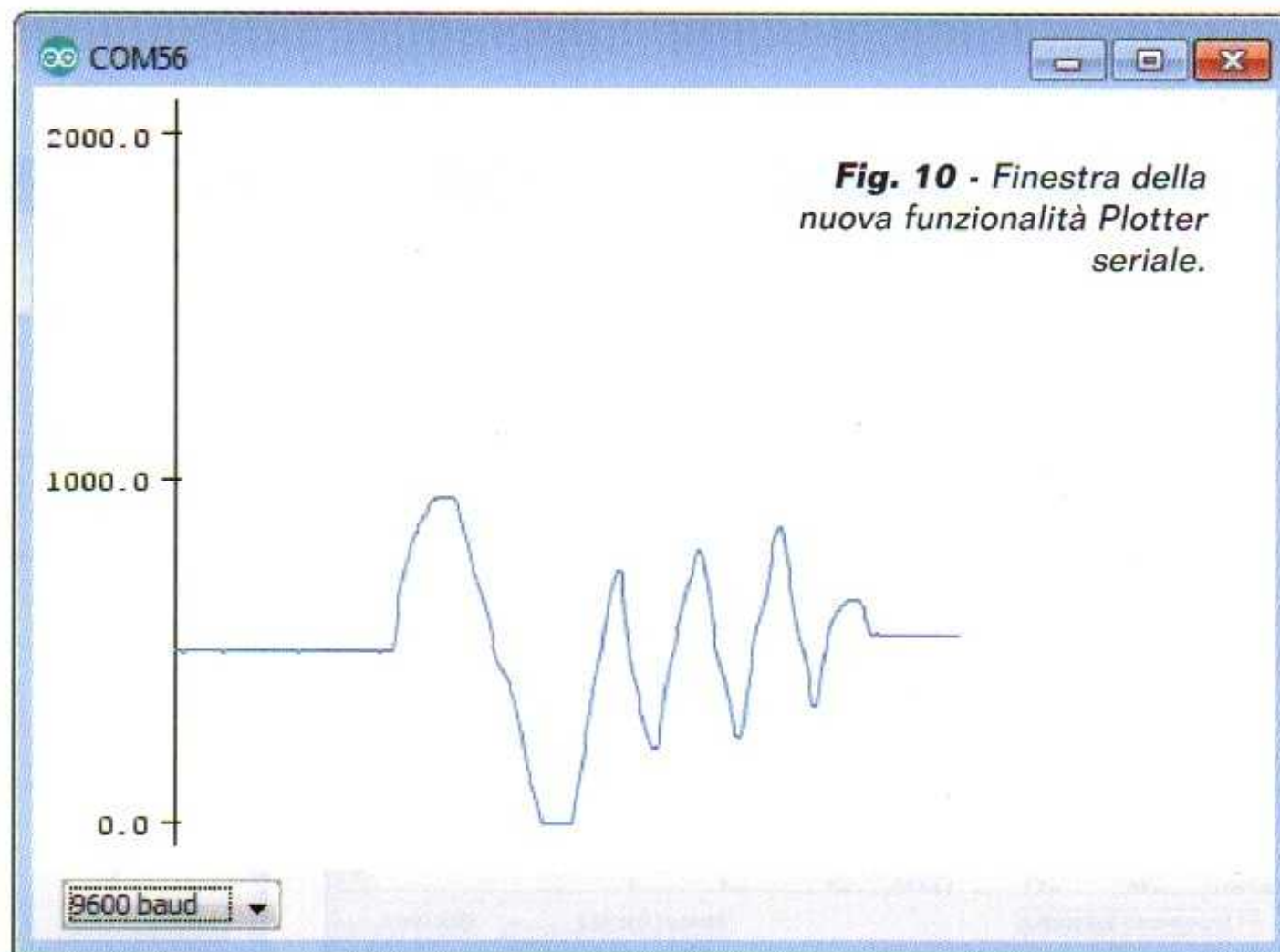


Fig. 10 - Finestra della nuova funzionalità Plotter seriale.

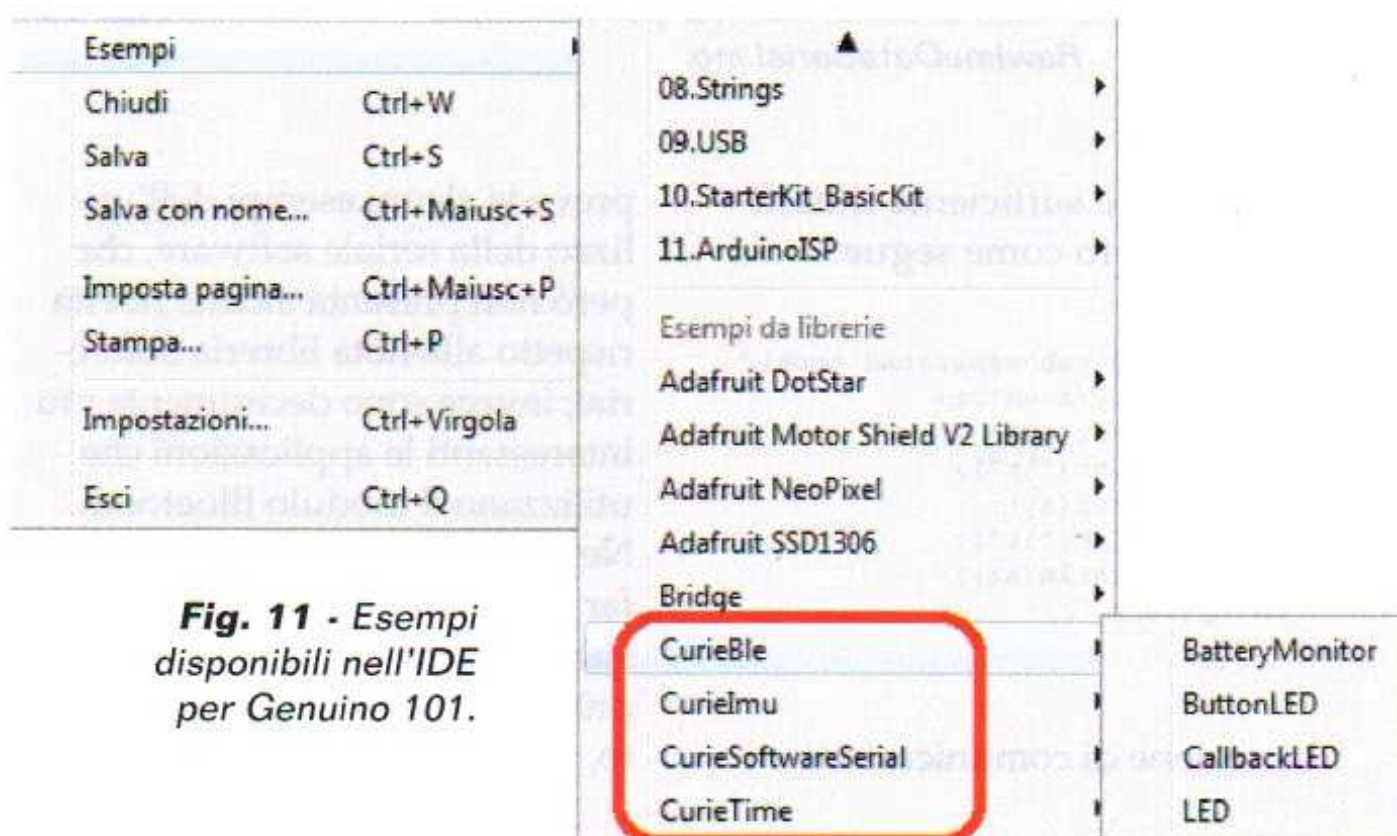


Fig. 11 - Esempi disponibili nell'IDE per Genuino 101.

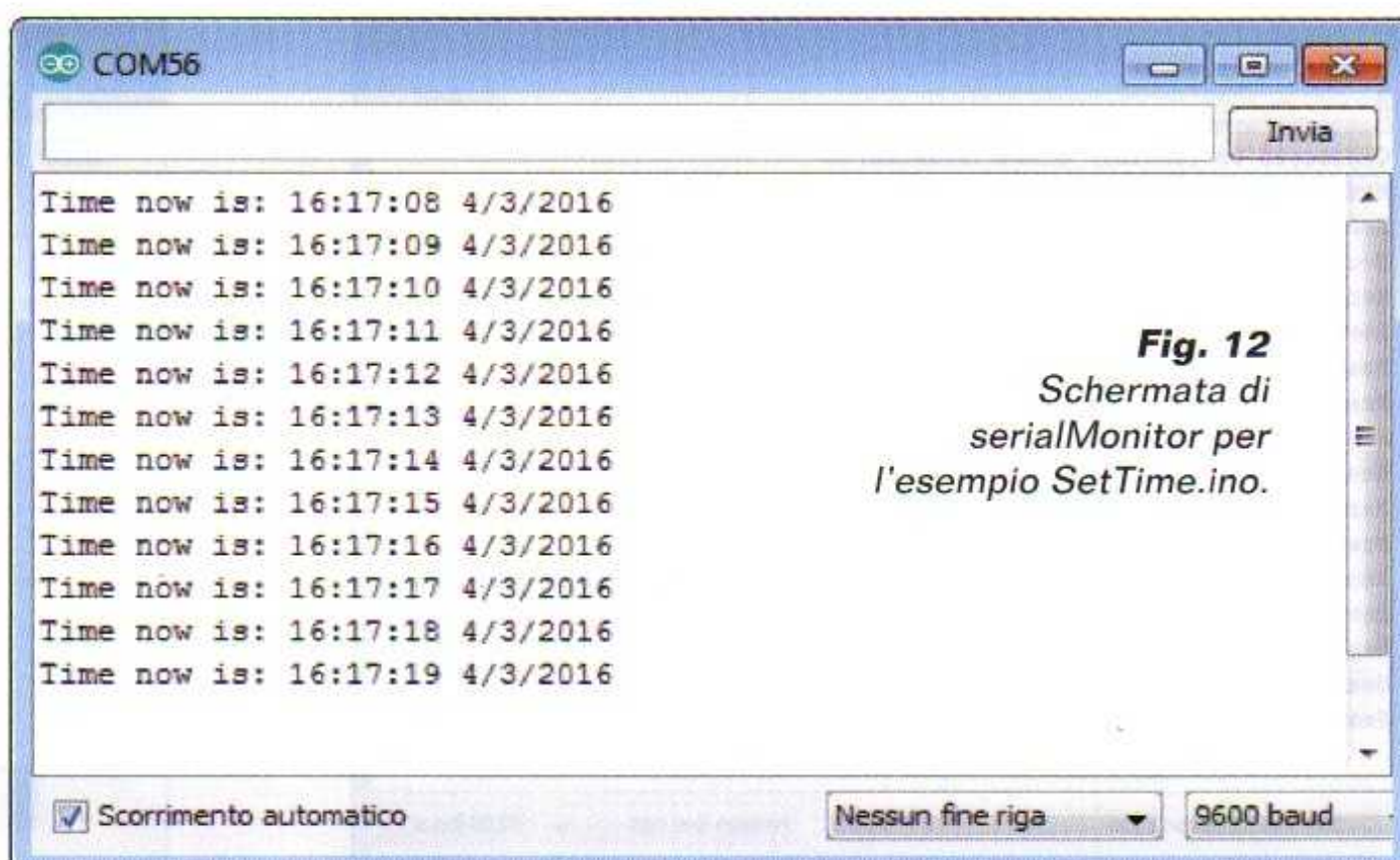


Fig. 12 Schermata di serialMonitor per l'esempio SetTime.ino.

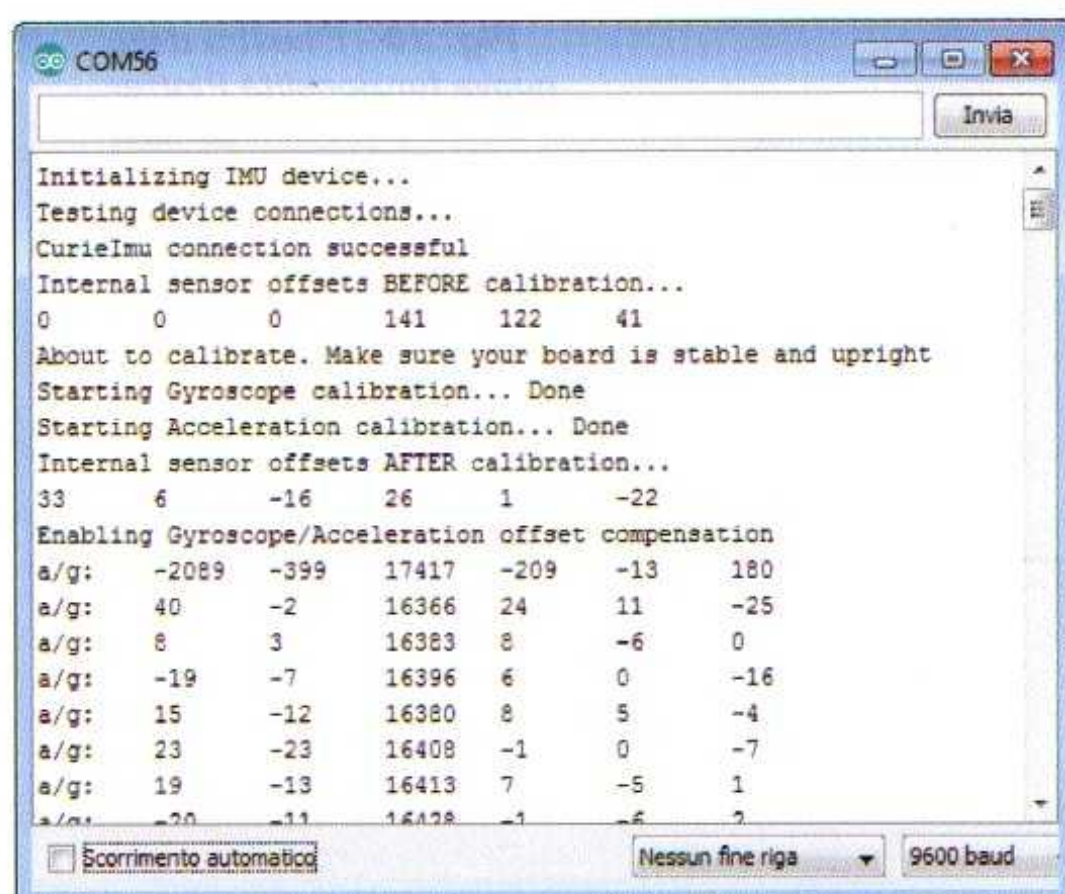


Fig. 13 - Schermata di serial Monitor per l'esempio *RawImuDataSerial.ino*.

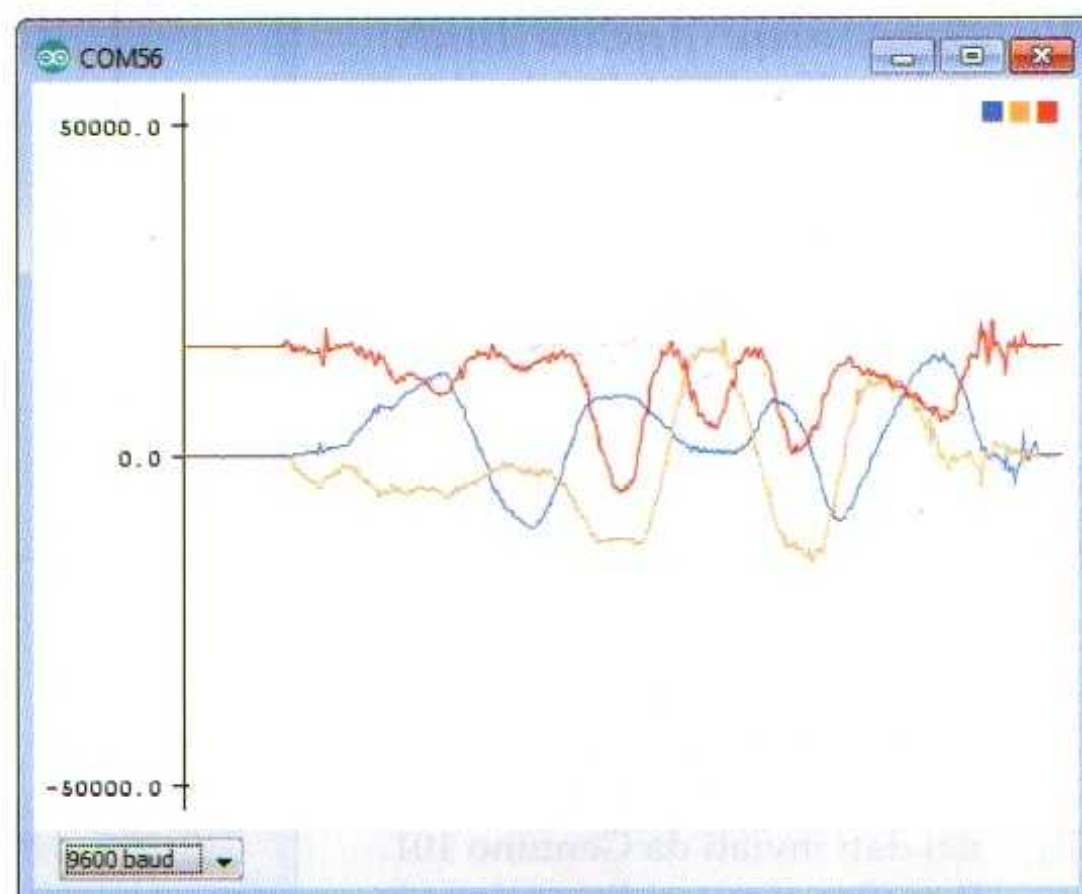


Fig. 14 - Schermata di serial Plot per l'esempio *RawImuDataSerial_2.ino*

allo scopo è sufficiente modificare il listato come segue:

```
.....  
// display tab-separated accel/  
// gyro x/y/z values  
Serial.print(ax);  
Serial.print("\t");  
Serial.print(ay);  
Serial.print("\t");  
Serial.println(az);  
delay(10);  
.....
```

La sezione di comunicazione

prevede alcuni esempi dell'utilizzo della seriale software, che però non presenta alcuna novità rispetto alla nota libreria *SoftSerial*; invece sono decisamente più interessanti le applicazioni che utilizzano il modulo Bluetooth. Nel cercare un'applicazione da far girare sullo smartphone, ci siamo accorti che le applicazioni più interessanti sono a pagamento, mentre l'unica gratuita risulta

quella segnalata sul sito *www.arduino.cc* e che risulta essere quella sviluppata dalla casa produttrice del modulo BLE ovvero la Nordic Semiconductor. Occorre ricordare che i moduli Bluetooth 4.0 a basso consumo (Bluetooth Low Energy) non sono compatibili con i moduli BT standard, pertanto per comunicare con un modulo Bluetooth LE serve necessariamente un dispositivo con un modulo analo-

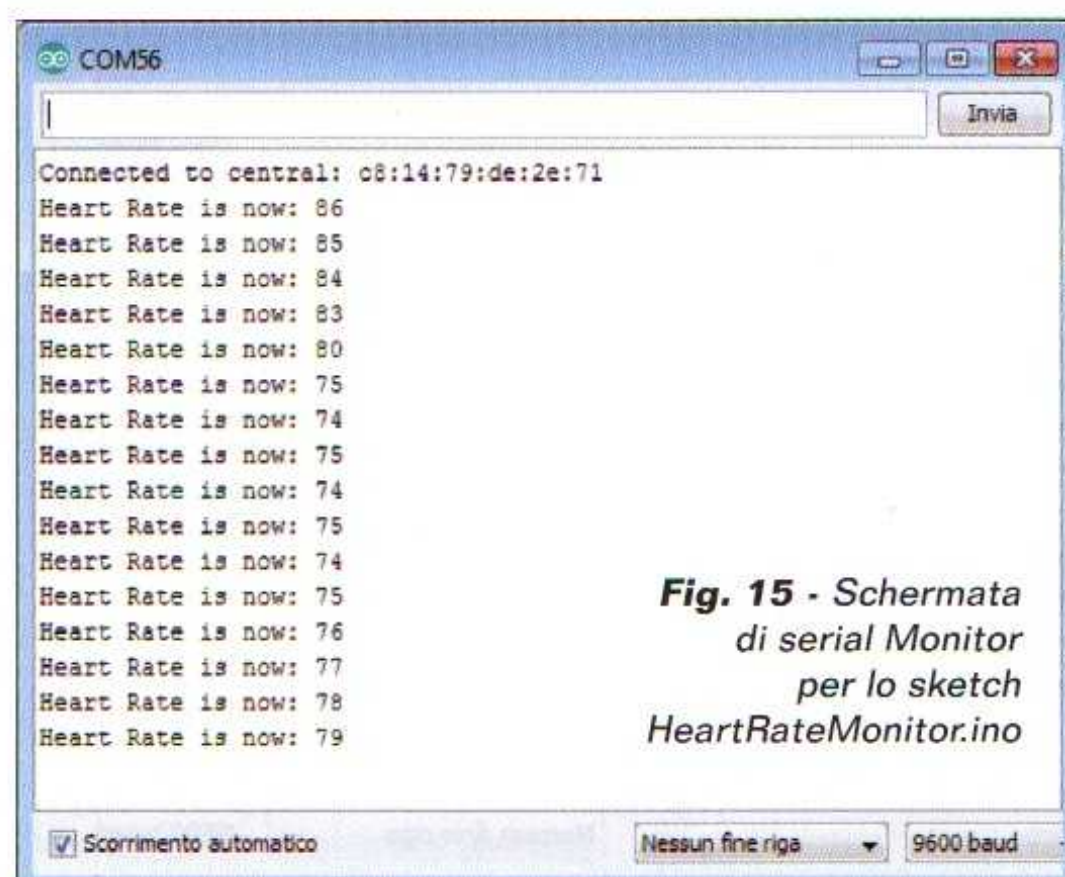


Fig. 15 - Schermata di serial Monitor per lo sketch *HeartRateMonitor.ino*

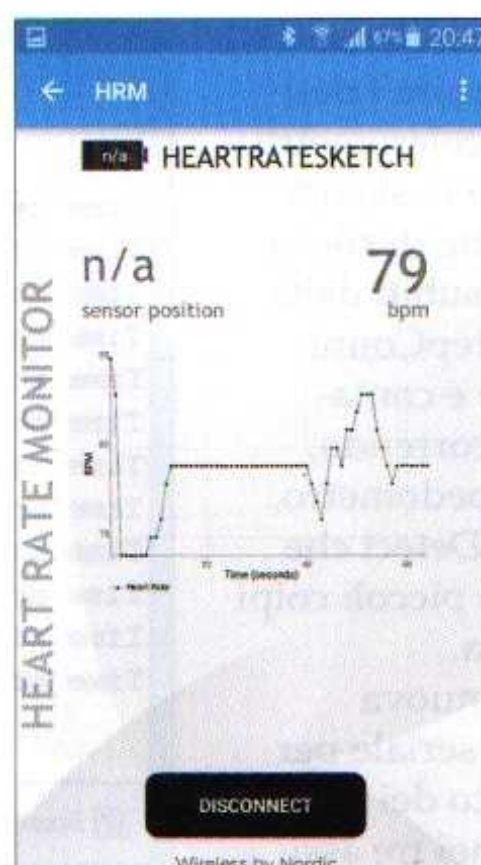


Fig. 16 Schermata Android per lo sketch *HeartRateMonitor*.

go. Anche le applicazioni scritte per i modulo Bluetooth standard non sono compatibili con i nuovi moduli, che usano una tecnica di invio dati a piccoli pacchetti, in modo da ridurre il più possibile il lasso di tempo in cui il dispositivo è nello stato attivo.

Anche a livello software ci sono parecchie novità, in quanto nello stabilire una comunicazione tra due moduli Bluetooth LE si devono tenere in considerazione i servizi disponibili e le relative caratteristiche associate; maggiori dettagli sono disponibili alla pagina web <https://developer.bluetooth.org/gatt/services/Pages/ServicesHome.aspx>.

All'indirizzo www.arduino.cc/en/Tutorial/Genuino101CurieBLEHeartRateMonitor è possibile trovare un buon esempio di partenza completo di ogni informazione. Per questo esempio è necessario caricare su Genuino 101 lo sketch di nome *HeartRateMonitor.ino* ed installare sul dispositivo remoto (lo smartphone) il relativo software di gestione dal nome nRF Toolbox App disponibile per piattaforma iOS, Android e Windows Phone i cui dettagli sono disponibili all'indirizzo www.nordicsemi.com/eng/Products/Nordic-mobile-Apps/nRF-Toolbox-App. Sempre da questo sito, è possibile accedere ai sorgenti dell'applicazione e all'elenco dei dispositivi compatibili e delle relative funzionalità implementate.

In questo esempio non viene realmente misurato il battito cardiaco in quanto manca il relativo hardware, ma l'applicazione dimostra come sia possibile far svolgere ad Genuino 101 le funzionalità di una simile periferica. La lettura del battito cardiaco viene simulata con un potenziometro collegando i due pin estremi tra GND e 3,3V ed il pin centrale all'ingresso analogico A0 (Fig. 16).

Fig. 17
Schema del collegamento degli elementi.

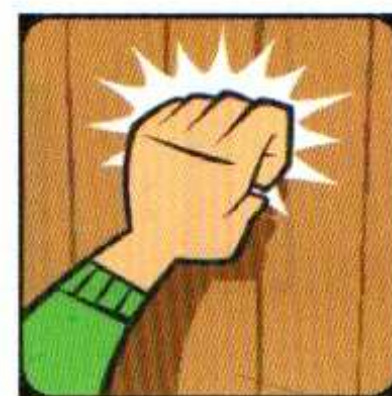
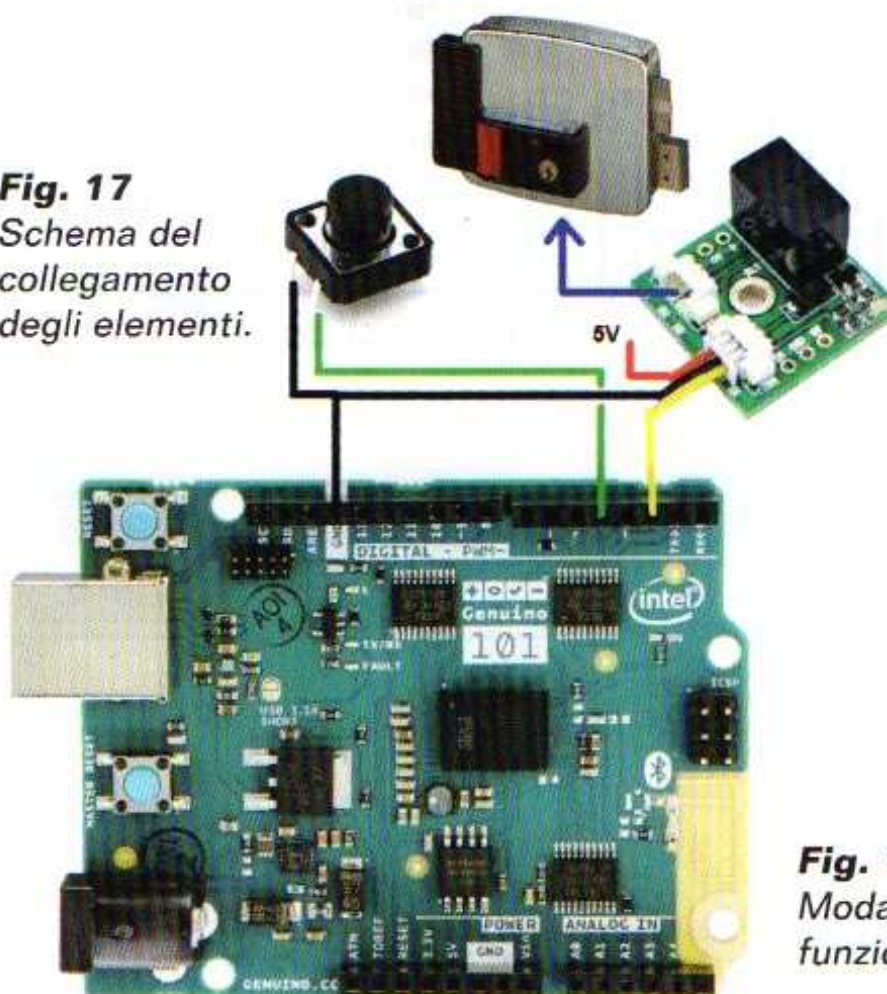


Fig. 18
Modalità di funzionamento.



L'applicazione nRF Toolbox offre la possibilità di comunicare con altri dispositivi indossabili standard, ma non offre la possibilità di modificare l'interfaccia in modo personalizzato.

Tra le tante novità, ci ha colpito la possibilità di utilizzare l'accelerometro in modalità avanzata tramite la funzione "tap detect" normalmente implementata nei dispositivi indossabili, grazie alla quale è possibile rilevare piccoli colpi dati con il dito sul dispositivo stesso. La funzione è nativamente implementata dall'accelerometro e Genuino si limita a rilevare l'evento; viene riconosciuto sia il singolo tap che il doppio tap (a simulare la funzione del doppio clic del pulsante del mouse).

Forse vi sarà capitato di bussare alla camera di un vostro amico tamburellando una piccola sequenza di colpi tali da farvi identificare senza neppure chiedere "chi è...". Ebbene, la nostra idea è proprio questa: poter aprire una porta tamburellando sulla nostra Genuino 101 una precisa sequen-

za nota solo a noi.

Ovviamente non serve più l'amico all'interno che ci apra la porta, perché la nostra scheda azionerà un'elettroserratura, consentendo l'apertura automatica della porta. Per rendere operativo il tutto è sufficiente collegare alla scheda Genuino un pulsante ed un relé. Siccome la nostra scheda non riesce ad attivare direttamente la bobina di un relé, diviene necessario utilizzare una piccola breakout board progettata allo scopo, come ad esempio la 7100-BREAKOUT005 distribuita da www.futurashop.it (Fig. 17). Affinché il tutto funzioni, è sufficiente fare in modo che il colpetto dato con il vostro pugno crei una sufficiente vibrazione alla scheda, che prontamente sarà rilevata dall'accelerometro interno. Abbiamo fatto in modo che sia catturato qualsiasi colpo dato in ogni direzione, anche se sarebbe possibile identificare in quale direzione, rispetto la scheda, sia giunto il colpo. Inoltre abbiamo previsto la possibilità di impostare la sequenza da riconoscere

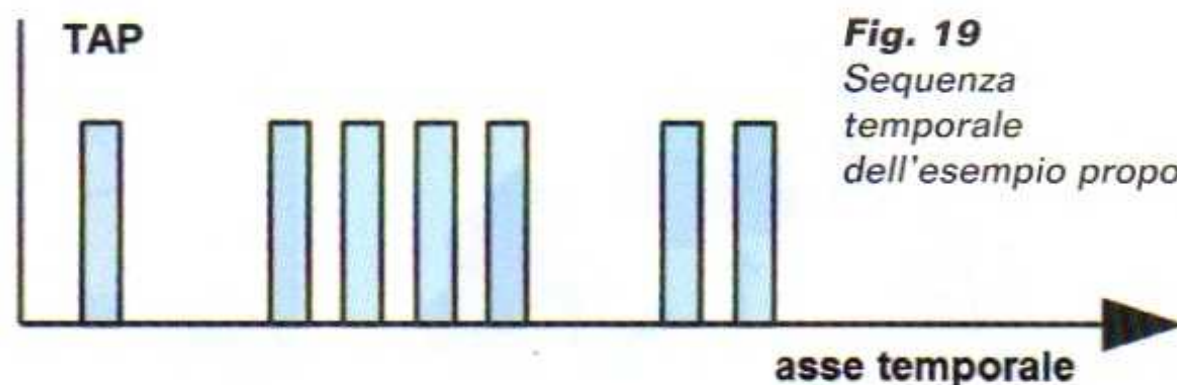


Fig. 19
Sequenza
temporale
dell'esempio proposto.

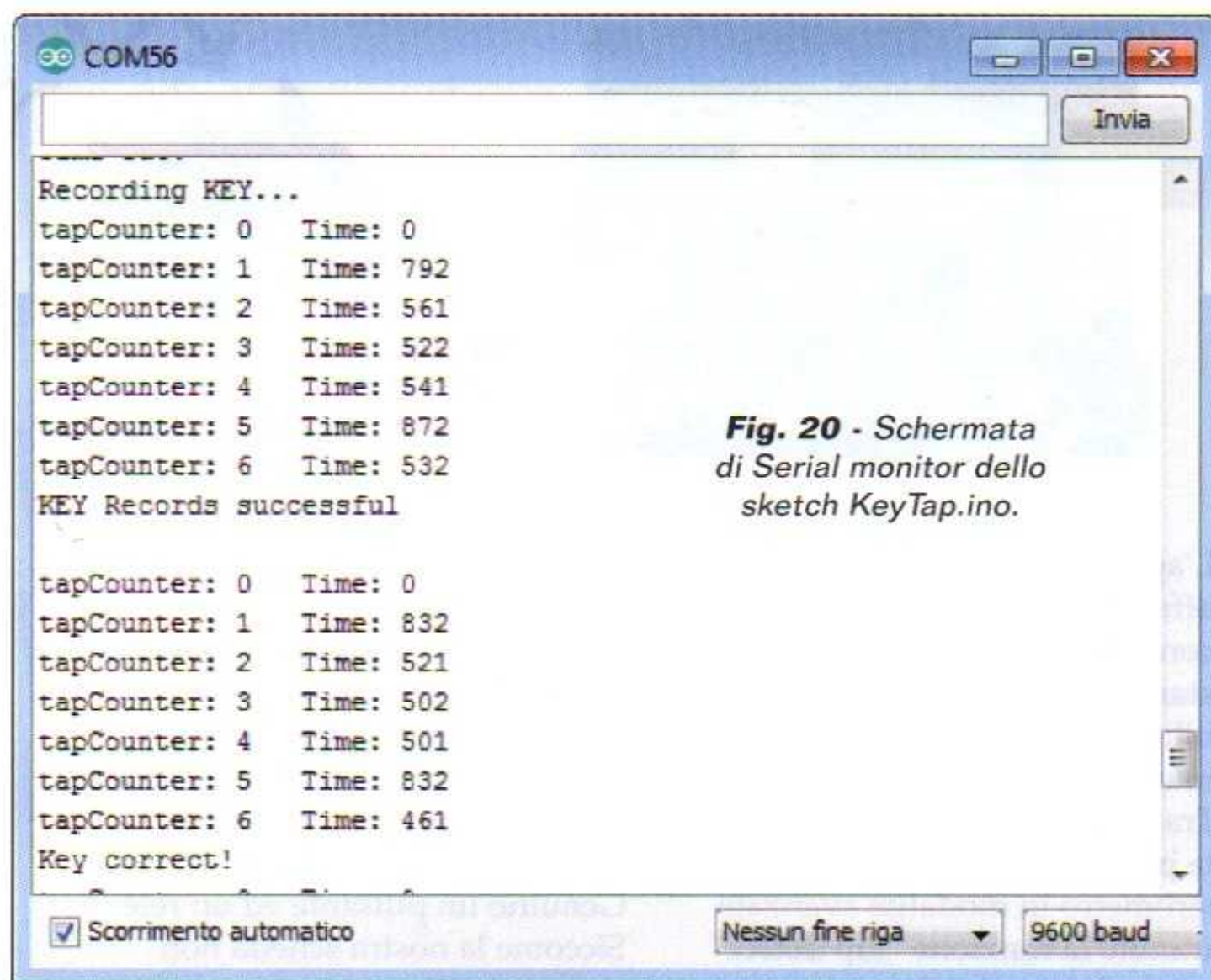


Fig. 20 - Schermata
di Serial monitor dello
sketch KeyTap.ino.

registrando preventivamente una sequenza di riferimento.

Per avviare la modalità di registrazione è sufficiente premere il pulsante connesso al pin 4, allorché il LED sul pin 13 si accende; a questo punto viene registrata la sequenza di colpi: non ha importanza l'intensità del colpo, è sufficiente che la scheda lo possa rilevare con certezza, l'elaborazione successiva terrà solo conto della distanza temporale tra un colpo e l'altro.

Supponiamo ad esempio di inviare 7 colpi di cui i primi due leggermente distanziati, poi 4 colpi in sequenza veloce a seguire una piccola pausa e poi

di nuovo due colpi ravvicinati, la sequenza temporale sarebbe quella nel grafico in **Fig. 19**.

Il software si limita a memorizzare la differenza di tempo tra un colpo e l'altro per l'intera sequenza prevista (sette colpi, nel nostro caso); successivamente basterà confrontare la sequenza temporale dei colpi ricevuti con quella di riferimento, se coincidono daremo comando al relé, che a sua volta azionerà l'elettroserratura della porta.

Siccome sarà impossibile ripetere la medesima sequenza temporale abbiamo previsto la possibilità di avere una tolleranza tra la lettura di riferimento e quella inserita

successivamente. Lo sketch permette di settare alcuni parametri di lavoro come ad esempio il time out per l'inserimento della password dopo il quale si considera non valida la sequenza. Questa funzione è utile nel caso si inserisca una chiave in modo parziale, allo scadere del tempo preimpostato la sequenza verrà cancellata.

È possibile selezionare il pin (outPin) che si attiverà se la chiave inserita è corretta e per quanto tempo (outTime) questo pin rimarrà attivo, di solito due secondi sono sufficienti per attivare un'elettroserratura.

Le righe di programma che permettono di settare la sensibilità del tap sono le seguenti:

```
// Set Accelerometer range to allow
// detection < 2g)
CurieImu.
setFullScaleAccelRange(BMI160_
ACCEL_RANGE_2G);
// Set threshold
CurieImu.setTapDetectionThreshold(2);
```

La prima definisce il valore di fondo scala dell'accelerometro e la seconda imposta la sensibilità; tale valore può essere impostato da 1 a 5. Per le prime prove consigliamo di appoggiare la scheda su una superficie morbida in modo che il "tap" sulla scheda comporti una sufficiente lettura da parte dell'accelerometro. Un semplice colpetto con un dito direttamente sul chip Curie è sufficiente affinché l'accelerometro rilevi il tocco; il sistema offre una buona affidabilità, però molto dipende da come la scheda riceve il "tap". Se necessario aiutatevi con i dati visualizzati sul Serial-Monitor dell'IDE per verificare il funzionamento (**Fig. 20**).

Bene, con questo abbiamo terminato: non ci resta che augurarvi buon lavoro con Genuino 101! ■

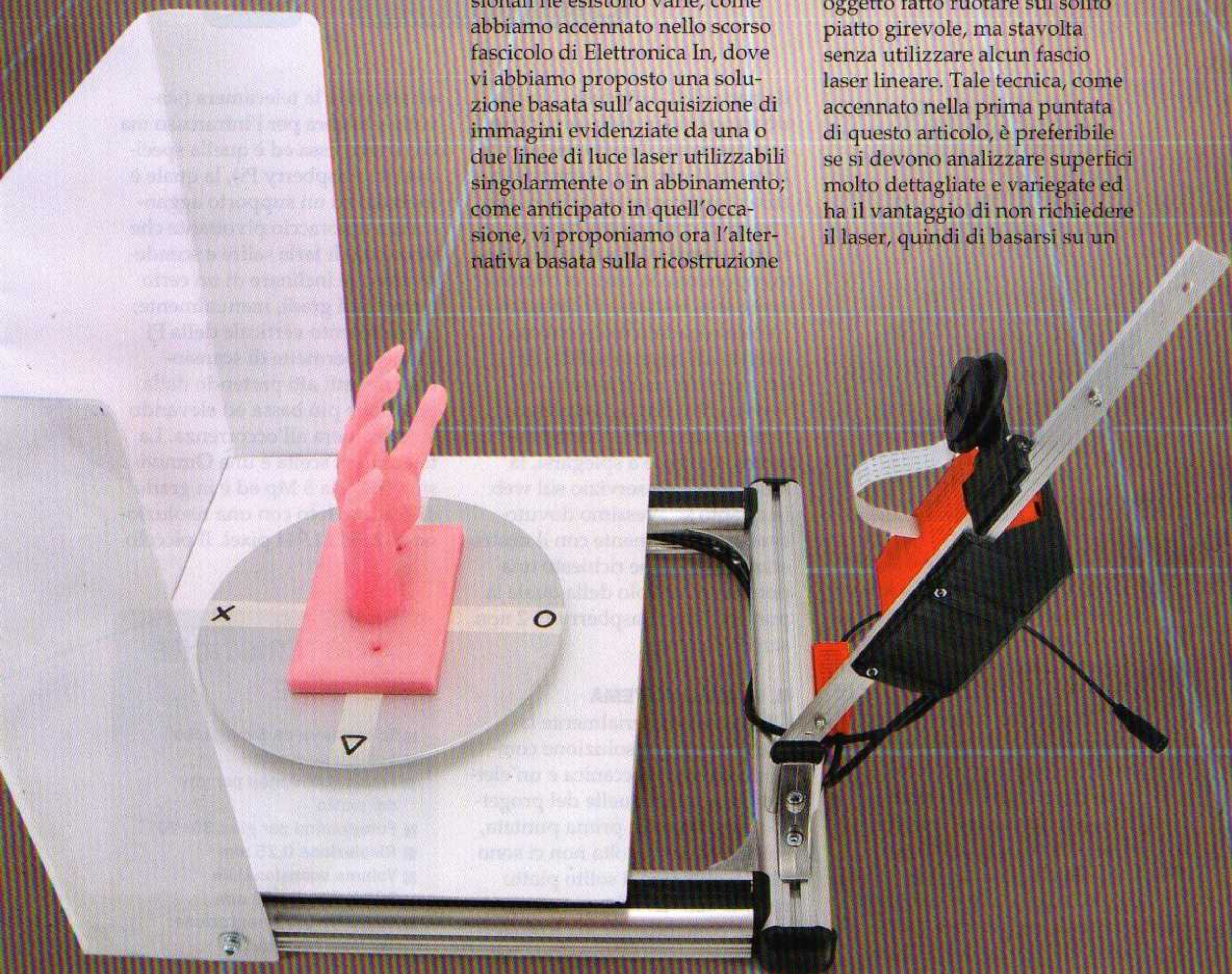
Acquisisce la superficie di oggetti tridimensionali mediante fotogrammi che compatta in un file la cui elaborazione viene affidata su Cloud a 123D Catch.

SCANNER 3D CON FOTOCAMERA

..... di MARCO BELLAN E BORIS LANDONI

Tecniche per effettuare la scansione di oggetti solidi ed ottenerne modelli tridimensionali ne esistono varie, come abbiamo accennato nello scorso fascicolo di Elettronica In, dove vi abbiamo proposto una soluzione basata sull'acquisizione di immagini evidenziate da una o due linee di luce laser utilizzabili singolarmente o in abbinamento; come anticipato in quell'occasione, vi proponiamo ora l'alternativa basata sulla ricostruzione

della superficie per fotogrammi consecutivi, che consiste nel riprendere la superficie di un oggetto fatto ruotare sul solito piatto girevole, ma stavolta senza utilizzare alcun fascio laser lineare. Tale tecnica, come accennato nella prima puntata di questo articolo, è preferibile se si devono analizzare superfici molto dettagliate e variegate ed ha il vantaggio di non richiedere il laser, quindi di basarsi su un

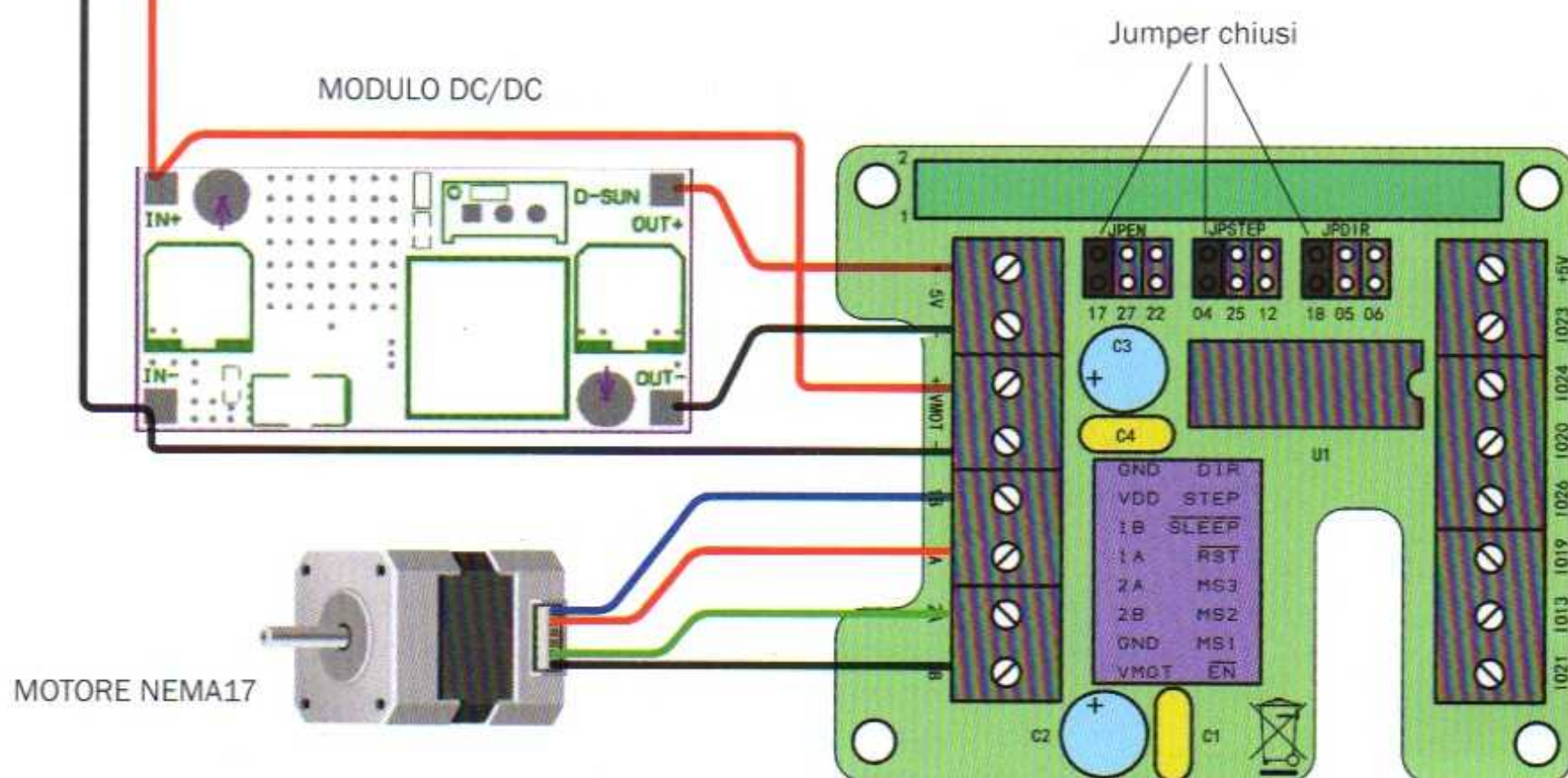


ALIMENTATORE

12V

MODULO DC/DC

Schema di cablaggio



MOTORE NEMA17

Fig. 1 - La camera per Raspberry Pi inserita nel suo contenitore a base girevole.



hardware più semplice e di richiedere una facile messa a punto prima di ogni scansione. In questa applicazione si acquisisce, tramite l'hardware già descritto e la telecamera per Raspberry Pi (Pi Camera), un certo numero di fotogrammi, che vengono salvati come file immagine e incorporati in un file compresso che invieremo al portale dell'Autodesk ed in particolare al software 123D Catch, il quale provvederà all'elaborazione (per ora gratuita a patto di registrarsi e concedere l'utilizzo dei fotogrammi

da parte dell'Autodesk...) e alla ricomposizione della superficie scannerizzata. Il software non fa altro (si fa per dire...) che analizzare i fotogrammi e individuare i punti in comune tra ciascuno e il precedente ed il successivo, sovrapponendo le parti in comune come se si trattasse di fotografie cartacee scattate muovendosi attorno all'oggetto solido, da sovrapporre nelle zone in cui sono uguali fino a completare l'intera superficie. Tale operazione, semplice a spiegarsi, la affidiamo a un servizio sul web in quanto se avessimo dovuto svolgerla localmente con il nostro scanner, avrebbe richiesto una potenza di calcolo della quale la pur prestante Raspberry Pi 2 non sarebbe capace.

IL NOSTRO SISTEMA

Chi esegue materialmente la scansione è una soluzione composta da una meccanica e un'elettronica simili a quelle del progetto proposto nella prima puntata, solo che questa volta non ci sono i laser: abbiamo il solito piatto rotante azionato da uno stepper motor comandato dalla Raspberry Pi attraverso lo stesso shield,

ed abbiamo la telecamera (stavolta è ancora per l'infrarosso ma con ottica fissa ed è quella specifica per Raspberry Pi), la quale è montata su un supporto agganciato a un braccio pivottante che permette di farla salire e scendere, nonché inclinare di un certo numero di gradi, manualmente; il movimento verticale della Pi Camera permette di scansionare oggetti alti partendo dalla posizione più bassa ed elevando la telecamera all'occorrenza. La telecamera scelta è una Omnivision 5647 da 5 Mp ed è in grado di scattare foto con una risoluzione di 2.592x1.944 pixel. Il piccolo

CARATTERISTICHE TECNICHE

- Telecamera da 5 megapixel
- Scansione a colori
- Fino a 6.400 step per giro del piatto
- Fotogrammi per giro: 30÷70
- Risoluzione 0,25 mm
- Volume scansionabile 200 X 200 X 150 mm
- Tensione di alimentazione: 12 Vcc/700 mA

modulo, che ha dimensioni di soli 25 x 20 x 10 mm e pesa 3 grammi, può anche effettuare riprese video HD in formato 1080p a 30 fps, dando la possibilità agli utilizzatori delle schede Raspberry Pi Model A e B di realizzare applicazioni video. Il modulo si collega mediante un flat-cable al connettore CSI sulla Raspberry Pi e si controlla tramite il bus della stessa board. La telecamera si acquista su www.futurashop.it (codice 7310-7757731RS) e per essa è disponibile il contenitore con base girevole 5100-RPI-CAM.9, sempre acquistabile su www.futurashop.it. La Fig. 1 mostra la telecamera completa di contenitore, che permette di "pivottarla" sulla base così da effettuare riprese dal basso o dall'alto.

LA MECCANICA DELLO SCANNER

Scendiamo adesso nel dettaglio della meccanica, dicendo che il telaio del nostro scanner è un rettangolo fatto con profilati di alluminio (ma potete scegliere il materiale che preferite) a sezione quadrata da 37,5x37,5 avvitati tra loro mediante bulloni da 4 MA e dadi prigionieri (infilati nelle cave longitudinali dei profilati) più angolari interni come quelli che vedete nelle fotografie del

prototipo in queste pagine.

Per il nostro prototipo abbiamo scelto un telaio rettangolare che ha per dimensioni di base 32 (larghezza) per 37 (profondità) centimetri, più che sufficienti ad ospitare un piatto idoneo a far ruotare molti oggetti di comune utilizzo.

Il piatto rotante è sostenuto da un mozzo cilindrico a scalini con estremità piana, avvitato mediante un grano all'albero di un motore passo-passo NEMA17 pilotato dallo shield montato sulla Raspberry Pi; il piatto è di alluminio anodizzato spesso 3 mm ed ha un diametro (nel nostro prototipo) di 20 centimetri. Consigliamo di non superare troppo questo diametro in quanto la sollecitazione sul mozzo e sul grano che lo fissa all'albero dello stepper-motor diverrebbe eccessiva.

Il piatto viene avvitato al mozzo grazie a un foro centrale filettato praticato in quest'ultimo e uno da 4 mm svasato situato al centro del piatto stesso.

Il motore passo-passo è avvitato con la flangia anteriore a un telaio in alluminio spesso 3 mm, delle dimensioni di circa 20x30 cm, che scorre su due guide applicate lateralmente. Le guide sono a slitta (si tratta di

quelle comunemente utilizzate per i cassetti dei mobili) avvitate con la base ai fianchi del telaio di profilati e con la slitta ai fianchi del telaio mediante viti 3MA. Tale soluzione permette di far scorrere manualmente a piacimento, entro i fincorsa, il piatto girevole (Fig. 4).

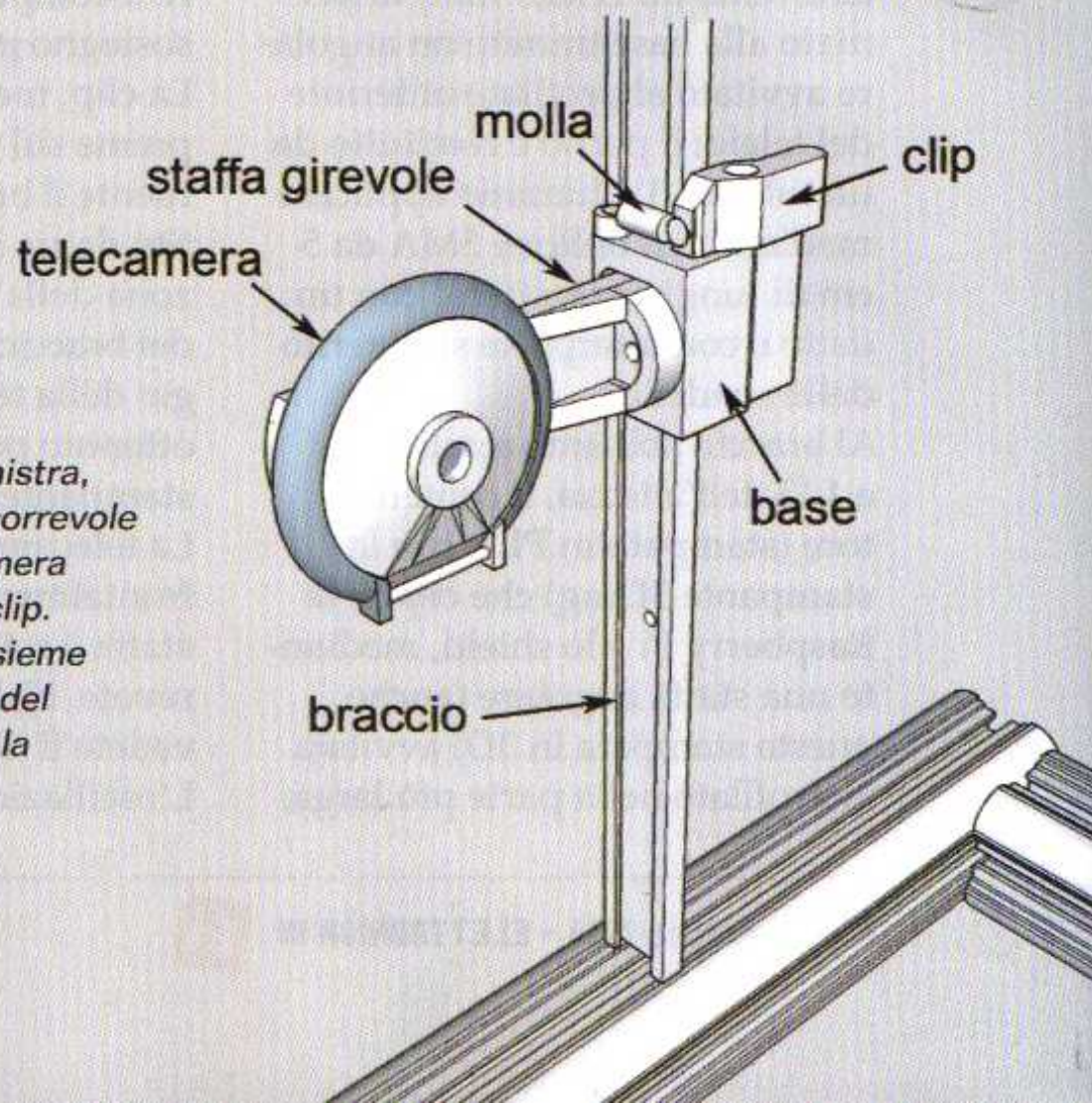
Sotto al piatto dev'essere applicato qualcosa che impedisca alla telecamera di riprendere la meccanica; questo perché il piano dev'essere uniforme, altrimenti il software, vedendo uno sfondo che parzialmente resta immutato, non ricostruisce il modello, in quanto 123D Catch nasce per riprese intorno all'oggetto e si aspetta quindi di trovare immagini sempre distinte. Se trova parti che restano uguali



Fig. 3
Il carrello contenuto nella guida, cui si avvita il supporto per la telecamera.



Fig. 2 - A sinistra, il supporto scorrevole per la telecamera con tanto di clip. A destra, l'insieme del braccio e del supporto per la telecamera.



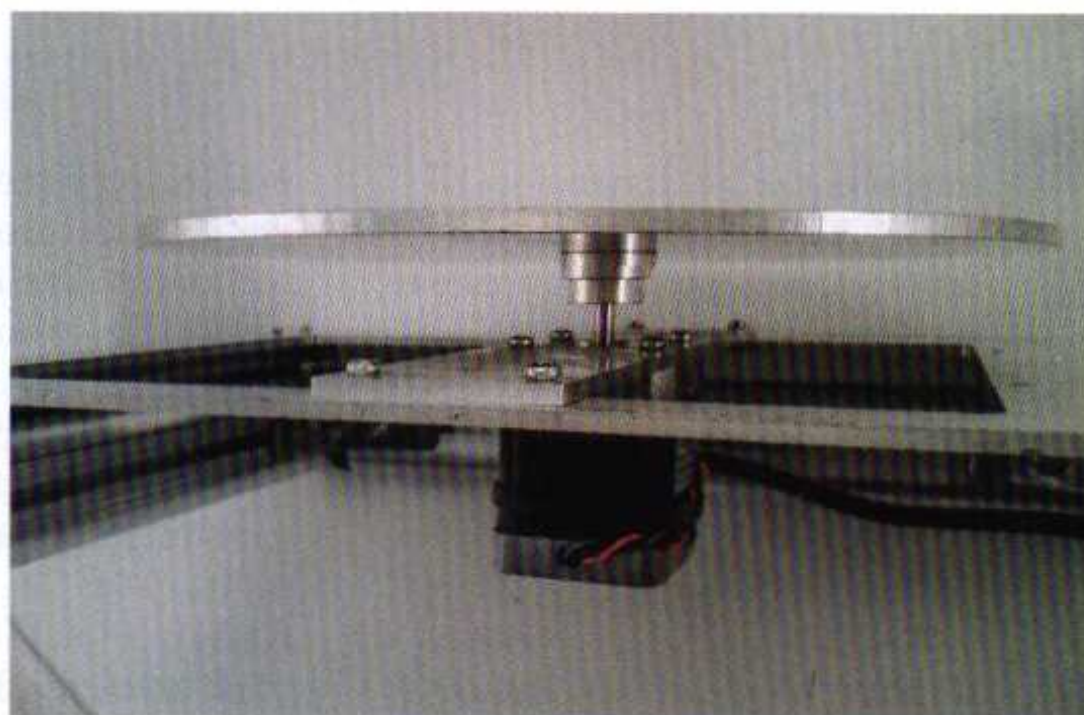
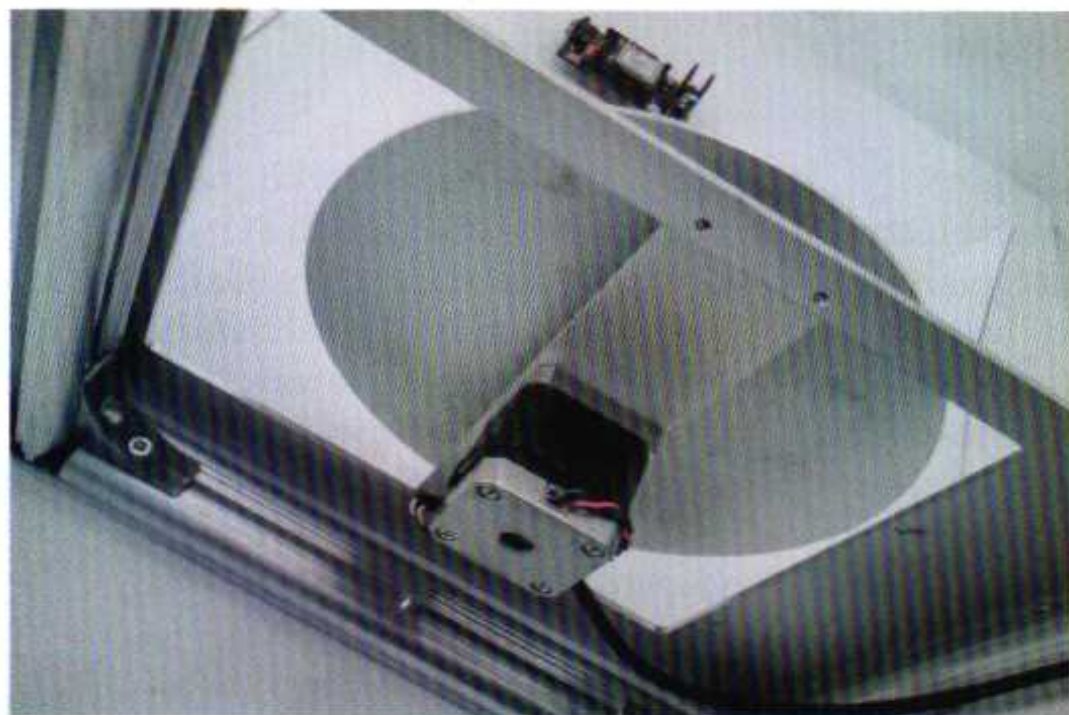


Fig. 4 - A sinistra, vista da sotto del piatto e del relativo azionamento mediante il motore passo-passo, che vedete avvitato con la flangia a una traversa del telaio scorrevole in alluminio. A destra vedete le viti di fissaggio del motore e il mozzo al quale, con una vite, va applicato il piatto rotante, in alluminio anch'esso.

dal primo all'ultimo fotogramma (questo accadrebbe se si vedesse sotto il piatto) si blocca.

Dunque, sotto al piatto dovete applicare un foglio di cartoncino bianco o materiale plastico sempre dello stesso colore, che può essere di forex (polietilene espanso); il foglio dev'essere flessibile e tagliato, a metà larghezza, realizzando una cava lunga quanto basta a passarlo sotto, facendo passare l'albero dello stepper-motor dentro la cava stessa senza che tocchi durante la rotazione (fate qualche prova a mano per vedere se striscia).

Quanto al braccio pivottante, è un profilato con sezione cava (per l'esattezza è una guida in alluminio da 17x5,5 mm) imperniato alla base tramite un angolare avvitato al profilato anteriore del telaio; il perno è costituito da un tubetto d'alluminio applicato mediante un bullone 5MA da 5 cm di lunghezza, stretto con un dado e con interposte sull'interno delle rondelle.

Al braccio abbiamo applicato, a 1/3 dell'altezza, il contenitore (stampato in PLA con la stampante 3Drag) che ospita la Raspberry Pi e lo shield, mediante una staffa angolare (anche questa stampata in 3D) avvitata al profilato nella parte più larga;

dalla scatola facciamo uscire, tramite una cava di grandezza adeguata, il flat-cable che collega la telecamera alla Raspberry Pi (che ha un connettore dedicato) la quale è vincolata al braccio mediante un sistema composto da una staffa rotante avvitata a una base, a sua volta avvitata ad un pattino specifico per la guida (ha la sezione a omega) dotato di due inserti metallici filettati 3MA (Fig. 3). Il pattino è un piccolo carrello sagomato per entrare nella cava del braccio e scorrere su e giù. La base che sostiene il corpo rotante porta-telecamera viene mantenuta in posizione tramite una clip ad essa avvitata, secondo quanto mostrato nella Fig. 2, dove appare il complesso del braccio e del sostegno per la telecamera.

La clip, mediante una molla, preme sul lato del profilato costituente il braccio; l'attrito è garantito da un inserto in gomma nella zona della clip affacciata al lato del braccio. Il sistema di fissaggio della telecamera è anch'esso ottenuto per stampa con la nostra stampante 3Drag.

La telecamera può oscillare frontalmente grazie al fatto che la staffa è rotante sulla guida scorrevole. Nelle foto del prototipo vedete il dettaglio di tale sistema. L'oscillazione permette di effet-

tuare riprese dall'alto o dal basso, il che è utilissimo ad esempio se bisogna scannerizzare particolari sottosquadra sia in alto che in basso; ad ampliare l'oscillazione provvede la possibilità intrinseca della Pi Camera di "pivottare" e ciò estende l'inclinazione possibile della telecamera (Fig. 6).

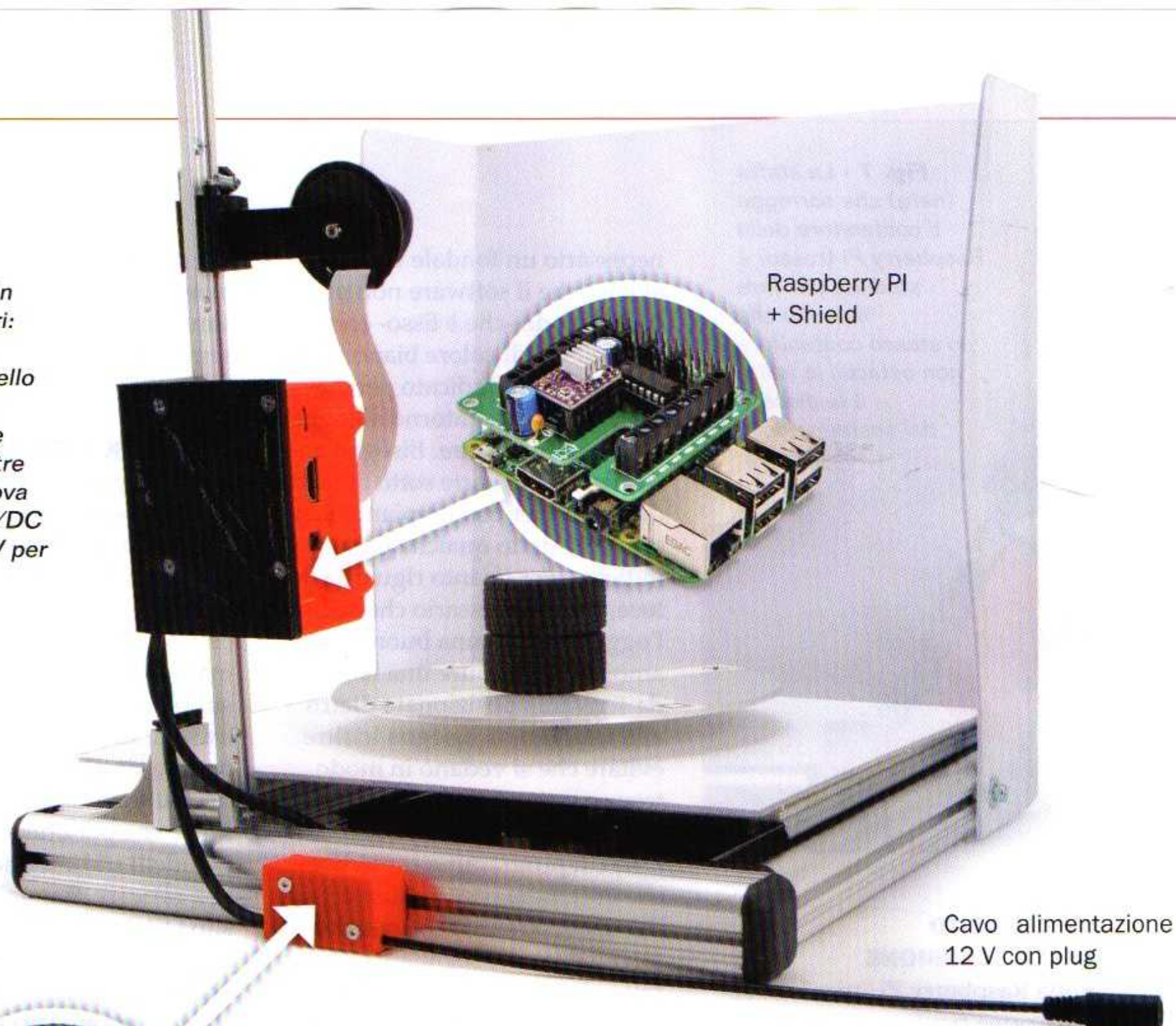
La corsa del sistema di fissaggio della telecamera lungo il braccio è limitata da due viti 3MA + dado, che dovete inserire alle altezze desiderate come limite dopo aver opportunamente forato la guida in alluminio.

Notate che la staffa di sostegno del contenitore dell'elettronica (Raspberry Pi e shield) mantiene il contenitore stesso arretrato rispetto al bordo più esterno del braccio di sostegno, in modo che il sistema di supporto della Pi Camera possa scorrere senza urtarlo (Fig. 7).

Per quanto riguarda il cablaggio, la Raspberry Pi dev'essere alimentata tramite lo shield; alla morsettiera 12V di quest'ultimo dovete applicare 12 volt in continua prelevati da un alimentatore stabilizzato che fornisca tale tensione e almeno 1,5 ampere di corrente, mentre a quella siglata 5V dovete fornire 5 Vcc stabilizzati, ottenuti da un regolatore, che nel nostro caso è un DC/DC con-

Fig. 5

L'elettronica prende posto in due contenitori: attaccato al braccio c'è quello contenente la Raspberry Pi e lo shield, mentre alla base si trova quello del DC/DC che ricava i 5V per l'elettronica.



MODULO DCDC



verter che accetta in ingresso gli stessi 12 V forniti allo shield ed eroga 5V. Il regolatore (si acquista da www.futurashop.it con il codice 2846-MODULODCDC) è in realtà un convertitore switching regolabile che, prima di essere collegato allo shield, dovete tarare (utilizzando l'apposito

trimmer, da girare con un piccolo cacciaviti a lama) per ottenere 5 volt (verificatelo con un tester collegato alla sua uscita). Per il cablaggio dei vari componenti, riferitevi allo schema corrispondente, illustrato in queste pagine.



Fig. 6

Il braccio pivottante permette di inclinare la telecamera a piacimento per trovare la miglior angolazione di scansione possibile.

Fig. 7 - La staffa (nera) che sorregge il contenitore della Raspberry Pi (rosso) è studiato per fare in modo che lo stesso contenitore non ostacoli la salita e la discesa del sostegno della telecamera.



A PROPOSITO DELLA SCANSIONE

Sulla Raspberry Pi "gira" un'applicazione per Raspbian che vi descriveremo in queste pagine, che si occupa di far ruotare l'oggetto e di generare i file contenenti i fotogrammi, applicando uno stratagemma che consente di emulare la rotazione della telecamera intorno all'oggetto; questo perché 123D Catch, come molti software di generazione di modelli 3D per scansione della superficie, è stato scritto per riprendere la superficie mediante apparati di vario tipo (telecamere, di solito...) e persino smartphone da passare intorno all'oggetto solido, mentre nel nostro caso la telecamera è fissa ed è l'oggetto a ruotare.

Infatti 123D Catch, come molti programmi simili, sfruttano dei punti di riferimento per capire la posizione della camera rispetto all'oggetto; per questo bisogna evitare che il programma si accorga che non è la telecamera a girare intorno all'oggetto, ma l'oggetto stesso.

Per eseguire le scansioni è quindi

necessario un fondale utile ad evitare che il software non prenda lo sfondo -che è fisso- come riferimento. Il colore bianco sembra essere più indicato perché diffonde la luce intorno all'oggetto da scannerizzare. Bisogna anche coprire la parte sotto al piatto dello scanner con un piano bianco, come detto qualche paragrafo indietro. Per quanto riguarda la luce, non è necessario che segua l'oggetto, basta una buona luce ambientale, oppure una lampada da scrivania posizionata dietro alla telecamera; bisogna inoltre evitare che si vedano in modo troppo marcato le ombre dell'oggetto, in quanto rimarrebbero fisse e il programma capirebbe che la camera non si muove.

Per agevolare la scansione dovremo mettere dei segnalini colorati sul piatto (o sull'oggetto ma copre alcuni dettagli), in modo che prenda quelli come punto di riferimento, essendo rotanti, il programma penserà che è stata la camera a muoversi. Quattro segnalini nei punti diametralmente opposti del piatto sembrano andare bene; durante l'acquisizione bisognerebbe fare in modo che l'obiettivo della telecamera ne inquadrino almeno 2 o 3 per ogni foto (quindi, in caso di scansione di oggetti particolarmente ingombranti, bisogna eventualmente mettere più segnalini).

Nell'inquadratura, l'oggetto dev'essere in primo piano, quindi se dobbiamo scansionare un oggetto piccolo rispetto alla zona inquadrata ci occorre avvicinare la telecamera, eventualmente avvicinando al centro del piatto i segnalini di riferimento.

I fotogrammi vanno scattati consecutivamente con un minimo scostamento angolare tra ciascuno e il successivo.

Dalle prove effettuate, con oggetti abbastanza complessi lo scan-

ner sembra non avere problemi, mentre con oggetti fortemente simmetrici e con tinte uniformi sembra incontrare qualche difficoltà a creare il modello.

AUTODESK 123D CATCH

Prima di passare all'analisi dell'hardware e del software per Raspberry Pi spendiamo due parole su 123D Catch: questo software, utilizzabile via Internet (in Cloud...) è di libero utilizzo ma richiede la registrazione sul rispettivo sito (all'indirizzo www.123dapp.com/catch); per quanto sia potente, non è possibile automatizzarne l'utilizzo, nel senso che per ottenere da esso i modelli tridimensionali bisogna caricare manualmente sul sito i file compressi contenenti i fotogrammi della superficie analizzata, perciò niente stringhe che forniscano l'accesso diretto o cose del genere. Tale limitazione è imposta sia per evitare la congestione del sito, sia per impedire l'utilizzo intensivo e professionale del prodotto. Inoltre 123D Catch accetta -per ciascun modello da creare- un numero di fotogrammi relativamente limitato (fino a 70, ma ce ne vogliono almeno 30 per ottenere un modello realistico) e poi richiede un po' di tempo per l'upload e l'elaborazione dei fotogrammi. Dalle nostre prove abbiamo riscontrato che in più occasioni, dopo il caricamento e l'elaborazione dei fotogrammi, anziché fornire il risultato il server restituisce un errore di connessione che ci ha costretto a ripetere la procedura di invio ed elaborazione. A tali limitazioni si contrappongono pregi come il fatto che dopo il caricamento dei fotogrammi possiamo vedere il risultato (ossia il modello) direttamente nel programma ed esportarlo in molti formati di co-

mune utilizzo. Se il modello non dovesse venire bene, è possibile selezionare i punti di riferimento manualmente nelle varie foto, anche se è una procedura un po' lunga e macchinosa, e richiede di rielaborare tutto da capo.

COME FUNZIONA L'INTERFACCIA GRAFICA

L'interfaccia web che ci permette di interagire con la Raspberry Pi è stata realizzata usando MaterializeCSS e jQuery. Dall'interfaccia effettuiamo chiamate asincrone (così da non dover mai aggiornare la pagina) a un sito realizzato in Python usando il framework web "Flask". Quest'ultimo è molto pratico per la stesura di semplici progetti IoT in quanto ci permette di abbinare un URL (esempio "IPraspberry/foto")

Fig. 8 - Misure di massima del telaio della base dello scanner e del braccio che sostiene la telecamera e la Raspberry Pi con lo shield.



a una funzione Python, risparmiando così molti passaggi necessari allo sviluppo di un sito web. Inoltre questo ci permette di comandare il motore passo a passo dello scanner usando la libreria GPIO per Python e di scattare fotografie usando la Pi Camera. Quando viene effettuata una richiesta di download, i fotogrammi corrispondenti alla scansione richiesta vengono compressi in un file zip e inviati al nostro dispositivo.

IL NOSTRO SOFTWARE

Passiamo adesso a descrivere il programma che gira nella Raspberry Pi, la cui interfaccia utente è quella illustrata nella Fig. 9 ed appare sullo schermo del computer con il quale -tramite la connessione ethernet- punteremo all'indirizzo IP assegnato alla Raspberry Pi contenuta nello scanner. Quella in Fig. 9 è la schermata della home-page e alla sua destra troviamo un form che ci permette di impostare i seguenti parametri dello scanner:

3D Scanner



Fig. 9

- Photos per turn = sono i fotogrammi che lo scanner acquisisce per ogni giro completo dell'oggetto, ovvero del piatto su cui ruota (360 gradi);
- Turns per level = è il numero di volte che l'oggetto gira sul piatto dello scanner mentre viene ripreso, prima che il sistema richieda un riposizionamento della fotocamera;
- Levels = numero di livelli (diverse posizioni della fotocamera in altezza) da cui lo scanner effettuerà le foto; completate tutte le foto di un livello, lo scanner ci chiederà di riposizionare la fotocamera prima di proseguire.

I parametri hanno un range molto ampio, per cui è possibile effettuare molti tipi di scansione, tuttavia è bene ricordare che alcuni programmi come 123D Catch consentono l'elaborazione di un numero limitato di immagini (70 per la versione normale che gira su Windows, 40 per quelle mobile, fatte per le acquisizioni da smartphone). Facendo clic sul pulsante *Start* nella schermata home, la scansione avrà inizio (Fig. 10). Quando la scansione è stata avviata, l'interfaccia grafica ce ne mostrerà lo stato. Mentre lo scanner attende che la sua fotocamera venga posizionata, ci sarà mostrata la sequenza di immagini ripresa dalla fotocamera, in modo da poter centrare il piatto nell'inquadratura. Il pulsante *Abort* ci consente di annullare lo scan in

ogni momento, mentre *Continue scan* fa partire la scansione del prossimo livello (Fig. 11). Durante la scansione di un livello potremo comunque annullare la scansione o monitorare il suo progresso. Sulla parte destra della schermata, a prescindere dallo stato della scansione, è possibile vedere la lista delle scansioni effettuate in passato, in ordine cronologico. Con il pulsante a forma di freccia sarà possibile scaricare tutte le foto della scansione in oggetto (quella selezionata) in un archivio zip, mentre con quello a forma di bidone potremo eliminare la scansione dalla nostra Raspberry Pi per liberare dello spazio, laddove non ci serva più.

La Fig. 12 mostra un oggetto da tavolo che abbiamo scannerizzato e che, per quanto un po' grottesco è stato scelto in virtù della varietà di forme e colori e della superficie piena di curve e insenature; notate, sul piatto, la croce tracciata con dello scotch di carta e uno dei segnalini colorati per creare il riferimento dello sfondo necessario all'elaborazione con 123D Catch. Nella Fig. 13 vedete come si presenta la schermata di 123D



Fig. 11

Catch quando abbiamo inviato il file compresso contenente i fotogrammi dell'oggetto ripreso, prima dell'elaborazione. Infine, la Fig. 14 mostra il modello corrispondente al file .stl creato da 123D Catch partendo dalla scansione dello stesso oggetto, in questo caso aperto in Repetier Host.

NON SOLO 123D CATCH

In questo articolo abbiamo detto che la nostra applicazione è basata sull'invio dei fotogrammi relativi alla scansione all'apposito software su Cloud 123D Catch dell'Autodesk, per ottenere il modello 3D. In realtà esistono molti altri software utilizzabili per il 3D scanning, i quali si distinguono tra loro soprattutto per il prezzo, la quantità di immagini elaborabili e

per la collocazione fisica dell'elaborazione, che può essere in locale o in Cloud. A riguardo va ricordato che l'elaborazione in locale può risultare più veloce e immune da possibili problemi di connessione a Internet, tuttavia richiede dei computer estremamente performanti. Uno dei software alternativi a 123D Catch più utilizzati è 3DSOM (www.3dsom.com), che consente di elaborare un numero di immagini illimitato in locale e di correggere in automatico eventuali errori di scansione o elaborazione. Tuttavia questo programma richiede un computer molto potente e il "masking" (separare l'oggetto dallo



per il MATERIALE

Tutto il materiale per realizzare lo scanner 3D è disponibile presso Futura Elettronica. La board Raspberry Pi 2 Tipo B (cod. 8326274RS) è disponibile a 44 Euro; la Camera Module per Raspberry Pi (cod. 7757731RS) è in vendita a Euro 29,00; il convertitore DC/DC (cod. MODULODCDC) costa 4,30 Euro. Il motore passo-passo bipolare (cod. STEPMOT3DRAG) è disponibile a Euro 24,00; la scheda Driver (cod. FT1255K) costa Euro 21,00 e l'alimentatore switching 12V/1,2A (cod. AL12V1A2) Euro 8,50.

Il materiale va richiesto a:

Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287
<http://www.futurashop.it>



Fig. 10



Fig. 12

sfondo) manuale di 5-10 immagini. Inoltre il suo utilizzo costa 28,50 \$ al mese. Un altro software molto diffuso è insight3d (<http://insight3d.sourceforge.net>) che è opensource e completamente gratuito. Anche questo offre un'elaborazione in locale sia in ambienti linux che Windows. Tuttavia richiede la selezione di punti di riferimento manuale e non offre strumenti utili per rifinire il risultato. Il software è ancora molto grezzo e il suo utilizzo non risulta molto user-friendly; inoltre, come indicato dal principale sviluppatore, per ora il programma funziona solo con alcuni tipi di fotocamera.



Fig. 13

CONCLUSIONI

Bene, con questa puntata si conclude la nostra carrellata sugli scanner 3D. Avete avuto modo di conoscere le principali tecniche di acquisizione e vi abbiamo offerto due soluzioni tecniche open source con le quali sperimentare, senza spendere un capitale, quali sono le qualità dell'una e quali

quelle dell'altra. La realizzazione è semplice in entrambi i casi, sia perché la meccanica è essenziale e composta da elementi di facile reperibilità, sia perché l'elettronica si trova in commercio già pronta ed il software è open source. Buon divertimento e buona sperimentazione, dunque, con il mondo 3D!

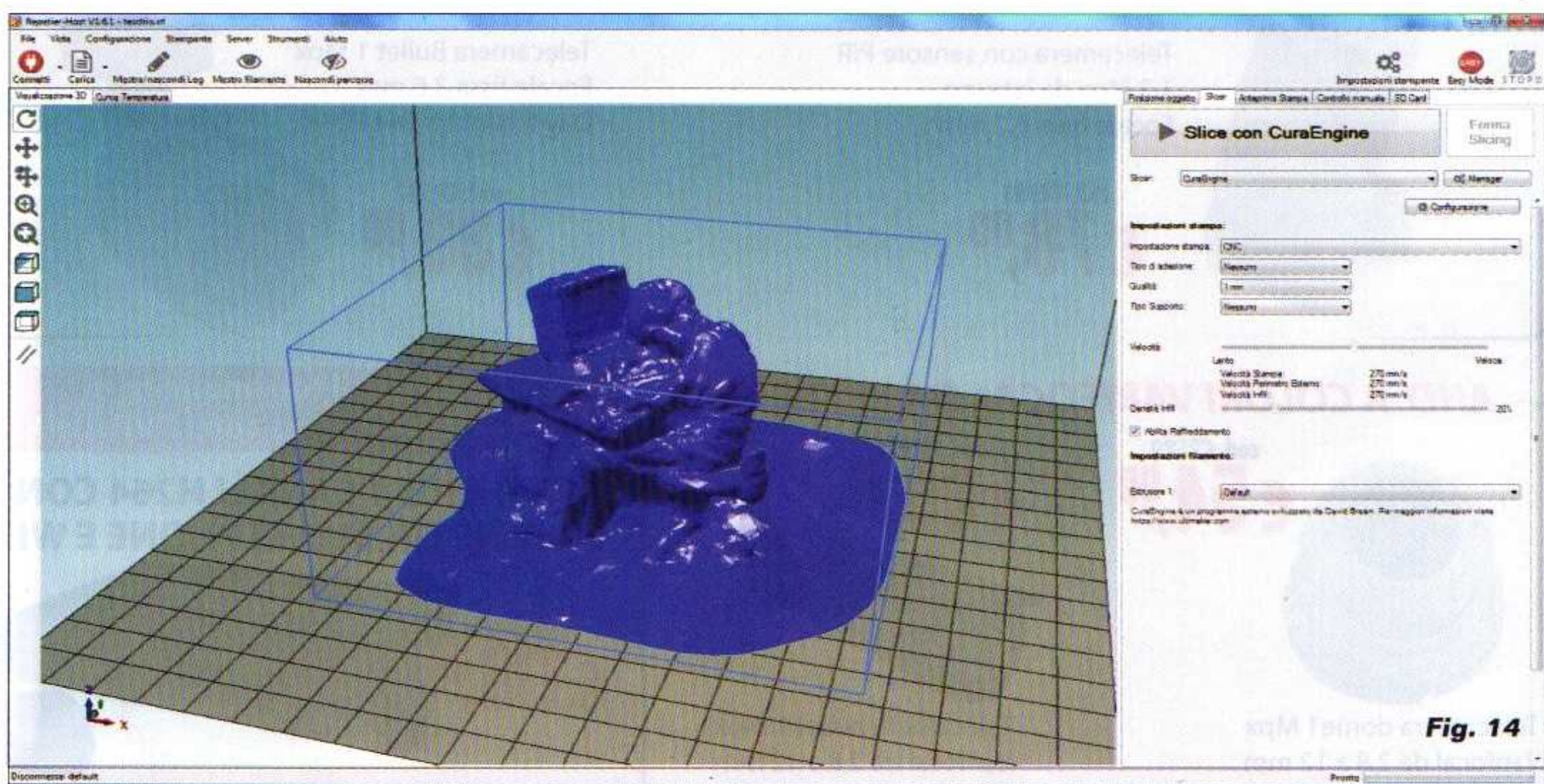
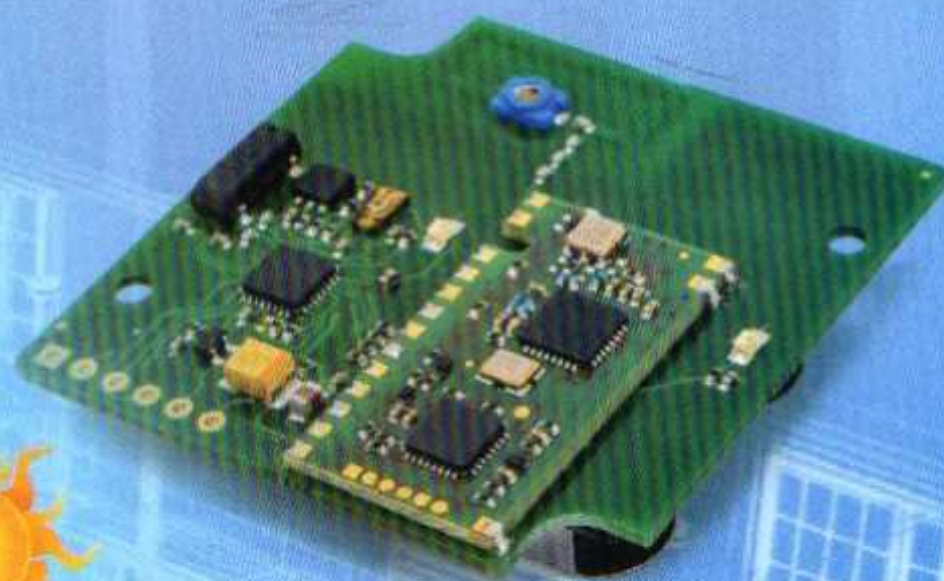


Fig. 14



Presentiamo il sensore di temperatura ed umidità che va ad arricchire la serie di dispositivi utilizzabili con il sistema di controllo domotico UDOiT.



DOMOTICA OPEN SOURCE CON I MODULI UDOiT

di MARCO MAGAGNIN

Nei sistemi di automazione in genere, che siano essi di natura industriale, destinati a gestire grossi complessi immobiliari o più semplicemente di supporto alla gestione domestica, i sensori di grandezze fisiche, come nel nostro caso la temperatura e la luminosità, ma anche umidità, gas, fumo, consumo di energia e simili, permettono di realizzare sistemi di controllo in grado di gestire impianti in base alle condizioni ambientali. È il caso del sistema di regolazione termica dell'ambiente ma anche della gestione di una serra o del giardino. Ad esempio la misura costante della luminosità esterna

può essere messa in relazione alla produzione di energia elettrica per mezzo di celle fotovoltaiche, così come l'andamento della temperatura nel tempo è utilizzata in agricoltura per prevedere lo svilupparsi di parassiti e o possibili eventi negativi nella crescita delle colture.

Il nostro dispositivo misura la temperatura con un sensore digitale e la luminosità per mezzo di un fototransistor. In aggiunta nel "pacchetto" di dati trasmessi è presente anche il valore di tensione della batteria.

Il circuito stampato del dispositivo, popolato su entrambi i lati, è visibile nella foto di Fig. 1.

Nella parte superiore è saldato il modulo RFTide a radiofrequenza, nella versione miniaturizzata con la relativa antenna ricavata sullo stampato ed un connettore per il collegamento di un'eventuale antenna esterna. Sempre sullo stesso lato è visibile la circuiteria di controllo, il sensore di temperatura digitale ed il fototransistor per la lettura della luminosità. Questo lato dello stampato deve essere rivolto verso le fonti di temperatura e luminosità. Nel lato "inferiore" dello stampato sono stati collocati l'alloggiamento per la batteria di alimentazione ed i due pulsanti per il learning ed il "wake-up" del dispositivo.

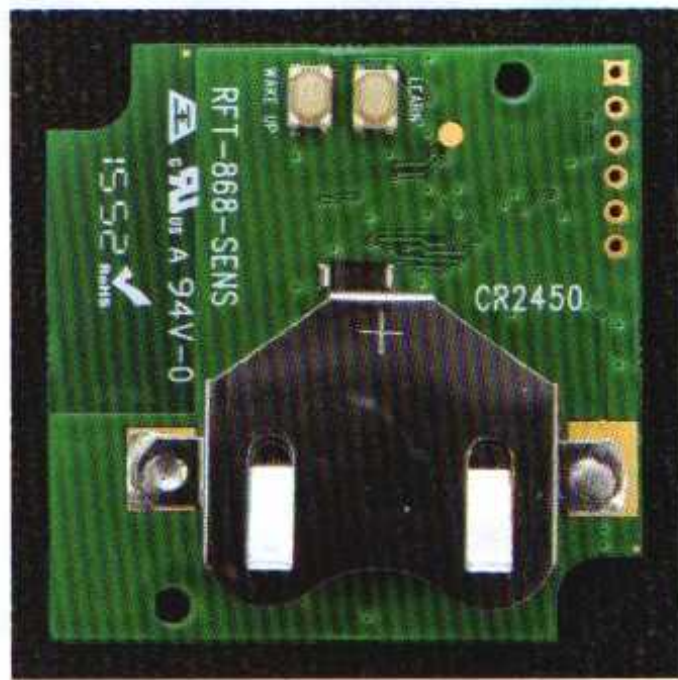
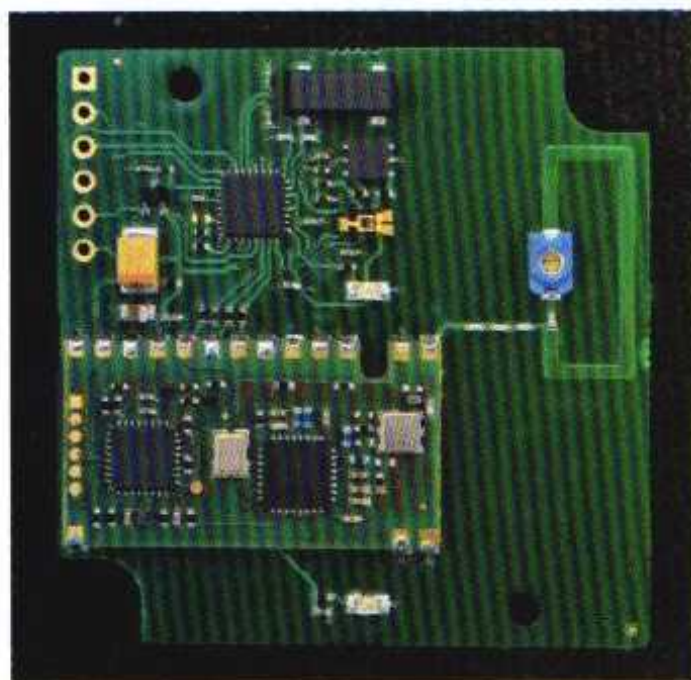


Fig. 1

Come è visibile nella Fig. 2 i dati dei sensori vengono trasmessi utilizzando due byte ciascuno, ovvero 16 bit in esadecimale per ogni valore. Il formato è quello noto come "Big endian", ovvero con l'ordine dei byte meno significativi a destra. Il formato, Little endian, invece prevede l'ordine dei byte opposto, con i byte meno significativi a sinistra. Nel nostro caso, per esempio, per avere il valore esadecimale rilevato dal sensore di temperatura, dobbiamo semplicemente "accodare" il contenuto esadecimale dei byte 2 e 3 del protocollo, per poi, ovviamente, trasformarli in decimale. Per la temperatura tutti i 16 bit sono significativi. Per trasformare il dato proveniente dal sensore in un valore di temperatura in gradi centigradi, è necessario eseguire il calcolo di conversione:

$$T_{reale} = ((T_{pacchetto} * 175.75) / 65536) - 46.85$$

Il valore di luminosità è espresso in 10 bit, e per il momento viene fornito tal quale.

Il livello di carica della batteria è espresso anch'esso in 10 bit dove ogni unità vale circa 3,36 millivolt. Quindi per ottenere il valore in Volt della tensione della batteria, dopo aver convertito in decimale

In seguito descriveremo il loro utilizzo. La batteria è del tipo CR2450, da 3V a bottone. Una prima avvertenza. Quando installate la batteria fate molta attenzione al verso di inserimento. Il positivo della batteria va tenuto verso l'esterno del circuito stampato, con il negativo a contatto dello stampato stesso. Un inserimento errato non giova certo alla buona salute del dispositivo. Per ridurre i consumi di corrente il modulo passa la maggior parte del suo tempo "dormendo", ovvero in stato di sleep. In questo stato il consumo è di circa 1uA. In realtà la durata della batteria è condizionata principalmente dalla frequenza di invio dei "pacchetti" con i dati dei sensori. Più frequente è l'invio, più velocemente si scaricherà la batteria. Il "firmware" del modulo a radiofrequenza implementa i comandi di gestione del dispositi-

vo che comunque adottano il formato del protocollo RFTide come tutti gli altri dispositivi della famiglia. Per mettere in funzione il modulo, che per sua natura è uno "slave", è necessario, come prima operazione, associarlo alla rete gestita dal modulo "master" collegato al gateway Raspberry Pi che ospita l'applicazione di gestione. Una volta "associato" con l'operazione di "learnig" il dispositivo inizierà ad inviare i pacchetti con le letture con una frequenza temporale che può essere configurata inviando opportuni pacchetti di configurazione con la funzionalità "send packet" dell'applicazione di gestione. Vediamo i pacchetti in dettaglio. Il primo è il pacchetto che viene inviato periodicamente dal dispositivo (pacchetto di stato) contenente i valori delle misure eseguite sui sensori (Fig. 2).

Fig. 2

Comando		Indirizzo	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
0x0D	0x00	Indirizzo in esadecimale	0x04	0x01	Temp MSB	Temp LSB	Luce MSB	Luce LSB	Batteria MSB	Batteria LSB

Fig. 3

Comando		Indirizzo	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
0x00	0x00	Indirizzo in esadecimale	0x04	0x02	Periodo TX LSB	Periodo TX MSB	Modalita' TX	0x00	0x00	0x00

Fig. 4

Comando		Indirizzo	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
0x00	0x00	0x33 Indirizzo in esadecimale	0x04	0x02	0x06 Periodo TX LSB	0x00 Periodo TX MSB	0x00 Modalita' TX	0x00	0x00	0x00

il valore contenuto nei byte 6 e 7 del protocollo, è necessario eseguire il calcolo:

$$V_{batt} = (V_{pacchetto} * 0,00336)$$

Il pacchetto descritto in Fig. 3 e' invece quello che permette di configurare l'intervallo temporale di invio tra un pacchetto di dati ed il successivo. È anche possibile configurare la modalità di trasmissione, con o senza attesa di una risposta ad ogni invio. Per gli utilizzi con l'applicazione di gestione la modalità è sempre senza risposta.

Il periodo di trasmissione e' configurato con un campo di due byte con base 10 secondi a bit, fino ad un massimo di un'ora di intervallo, che si ottiene impostando il valore 360. Fate attenzione, perché impostando il periodo con il valore 0 si disabilita la trasmissione automatica del pacchetto. Riguardo invece al tipo di trasmissione è possibile, tramite un byte, cambiare tra trasmissione monodirezionale e bidirezionale. La prima, che e' quella impostata in modo predefinito, permette di avere consumi di batteria piu' ridotti visto che il modulo, appena dopo aver spedito il pacchetto radio, torna subito in sleep. Il sensore non controlla che il pacchetto sia effettivamente arrivato al master della rete.

In caso invece di ambienti molto 'rumorosi' dal punto di vista RF si puo' impostare la modalita' bidirezionale, in questo modo il sensore aspetta la ricezione dell'ACK da parte della chiavetta master prima di tornare a "dormire"; questo pacchetto di ACK e' trasmesso autonomamente dalla chiavetta master. Ovviamente il consumo aumenta, ma in ambienti ostili in cui magari il sensore e' configurato per trasmissione rade potrebbe valerne la pena. Nel

Fig. 5

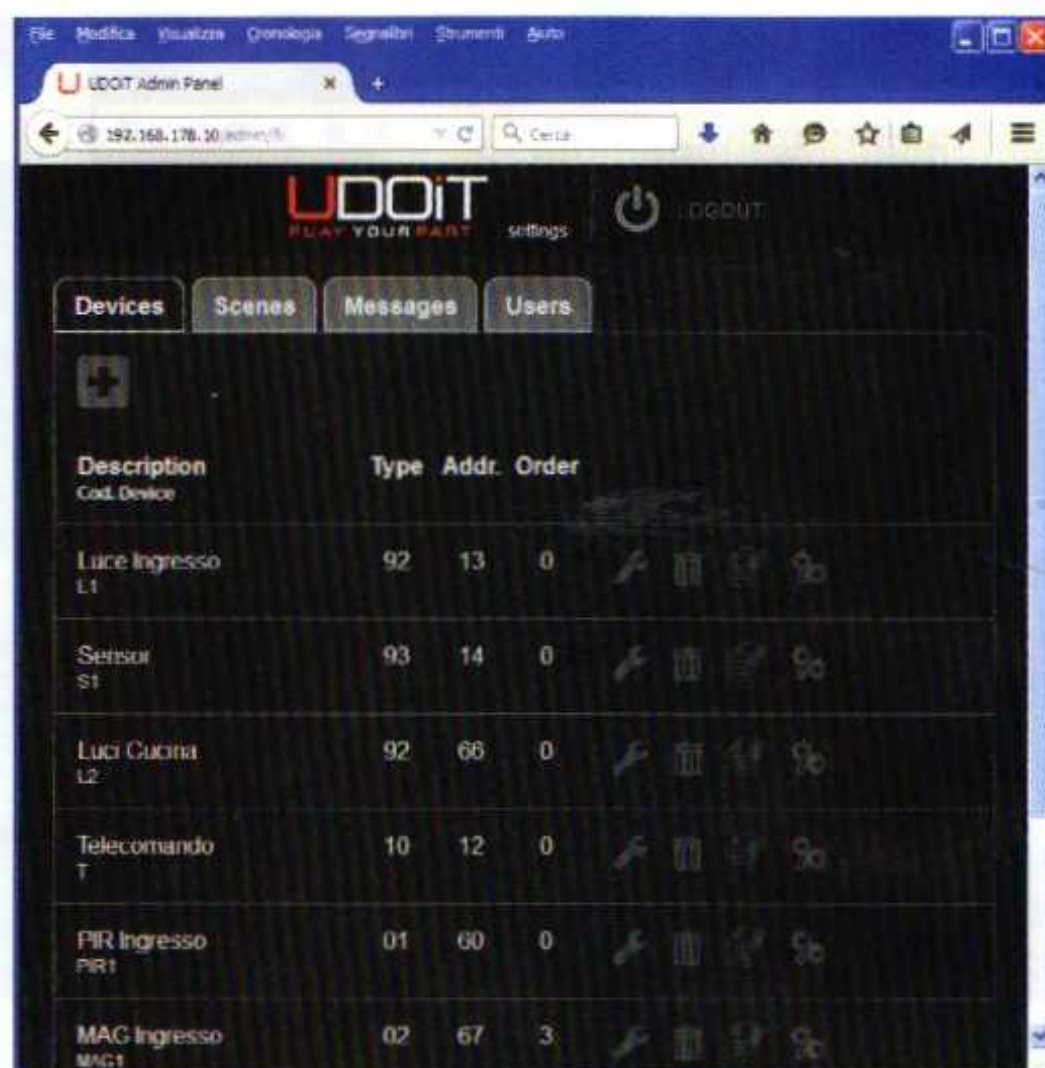


Fig. 6

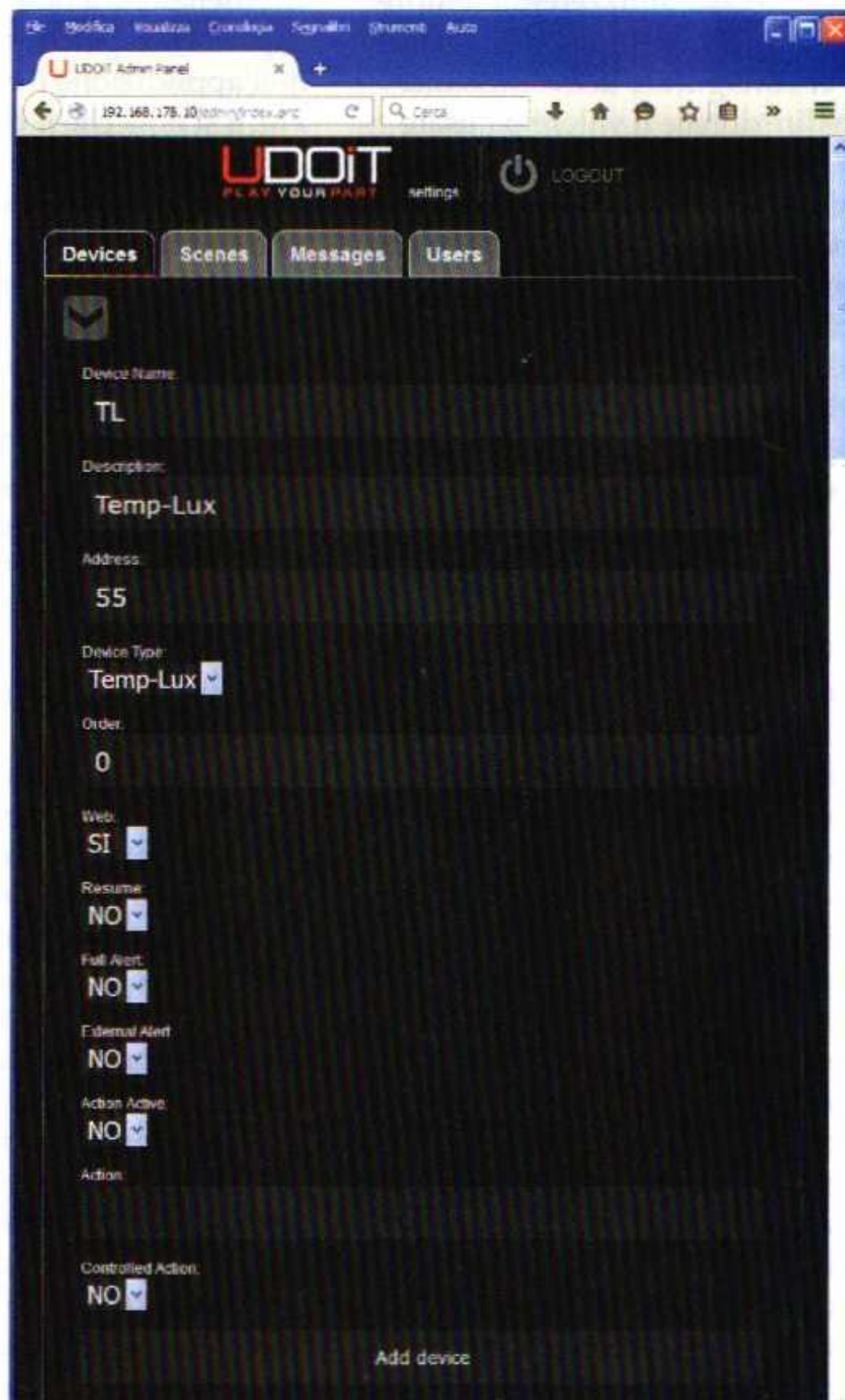


Fig. 7

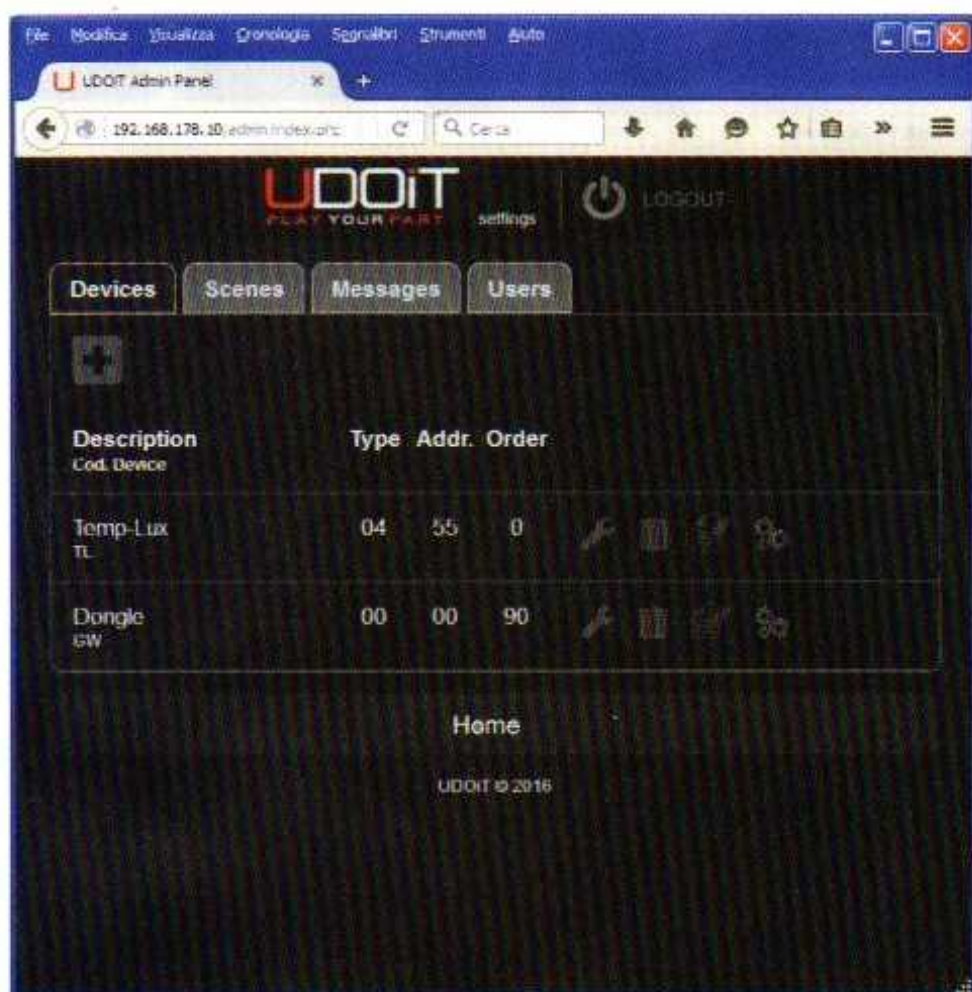
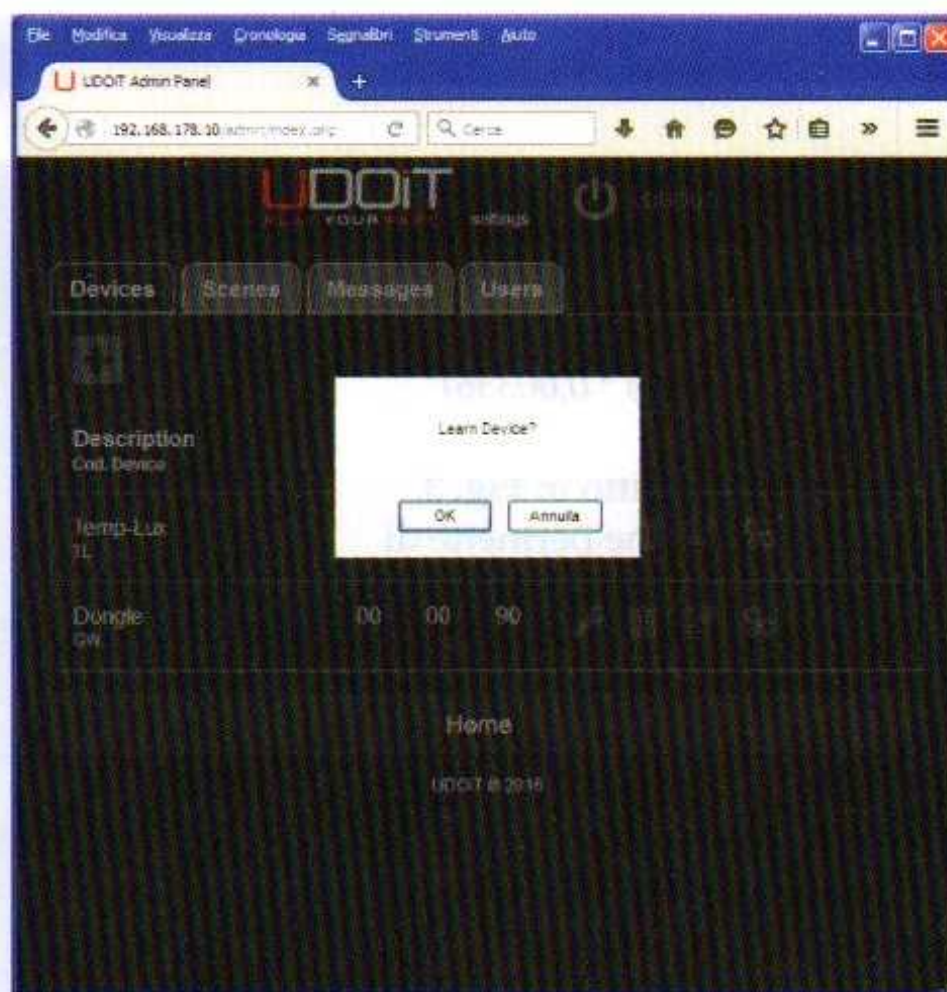


Fig. 8



nostro caso utilizzeremo sempre la trasmissione monodirezionale. Per configurare la trasmissione bidirezionale il valore da usare è 1, mentre 0 imposta la trasmissione unidirezionale. Ad esempio per configurare il dispositivo con indirizzo 33 con trasmissione ogni minuto in modalità unidirezionale il pacchetto da inviare è quello visibile in Fig. 4. Questa volta il campo esadecimale di 16 bit è espresso nel formato Big endian ovvero con il byte meno significativo a sinistra.

APPLICAZIONE DI GESTIONE RASPBERRY PI

Come per tutti i dispositivi UDOiT "ufficiali" descritti sino ad ora è necessario far riconoscere e quindi "associare" alla rete il nuovo dispositivo. Per aggiungere un dispositivo alla rete si utilizza la funzione "Add Device" della applicazione di gestione, che si trova nella pagina "Settings", come visibile in Fig. 5. Per accedere alla pagina "settings", viene richiesta un'autenticazione con userid e password. La userid e la password predefinite sono "admin/admin". Una volta entrati è possibile modificare la password e aggiungere e/o sostituire gli uten-

ti. Attenzione a non dimenticare la password perché nel database dell'applicazione è criptata. Nella Fig. 6 si nota che il dispositivo è caratterizzato da un nome, di lunghezza massima quattro caratteri, una descrizione, che apparirà nelle pagine web di gestione dei dispositivi della rete, un indirizzo, che deve essere univoco nell'intero sistema, ed il tipo di dispositivo, nel nostro caso "Temp-Lux". Per questo tipo di dispositivo i risultati delle letture saranno visibili nella pagina "Logs" e non nella pagina "Home" di gestione dell'applicazione e quindi i campi "Web" e "Order" non hanno effetti pratici. Così come, al momento, non hanno effetto i campi successivi che servono per fare entrare o meno il dispositivo nella rete di controllo e sicurezza e per pilotare, in caso di attivazione, l'esecuzione di un processo personalizzato. Quindi nel nostro caso li lasciamo con i valori predefiniti. Per inciso questo è il tipo di sensore che per essere utilizzato per eseguire azioni o per memorizzare i dati richiede la scrittura di script personalizzati o anche la personalizzazione dell'applicazione. E questo è anche il motivo per il quale l'applicazione è stata

rilasciata con licenza "Creative Common", in modo da lasciare agli utilizzatori la possibilità di modificare e personalizzare il codice in base alle proprie esigenze ed al proprio grado di preparazione nello sviluppo di applicazioni in ambiente GNU/Linux. Una volta configurata l'anagrafica del dispositivo la salviamo cliccando sul pulsante "Add device", dopo di che troviamo il nuovo dispositivo aggiunto alla pagina "Devices" come visibile in Fig. 7. Per associare e quindi far "partecipare" il modulo alla rete si deve eseguire l'operazione di "learning". L'operazione di learning è necessaria per associare alla rete il dispositivo appena descritto mediante un processo di apprendimento, durante il quale il dispositivo viene personalizzato con il Network ID di appartenenza (quello del Dongle, Master della rete) e l'indirizzo univoco di identificazione del dispositivo stesso, una sorta di cognome e nome che permetteranno di riconoscere univocamente il dispositivo nella rete e impediranno ai dispositivi presenti su reti adiacenti di interferire. Il processo di apprendimento avviene come segue:

- Nella pagina "Devices" del

Fig. 9

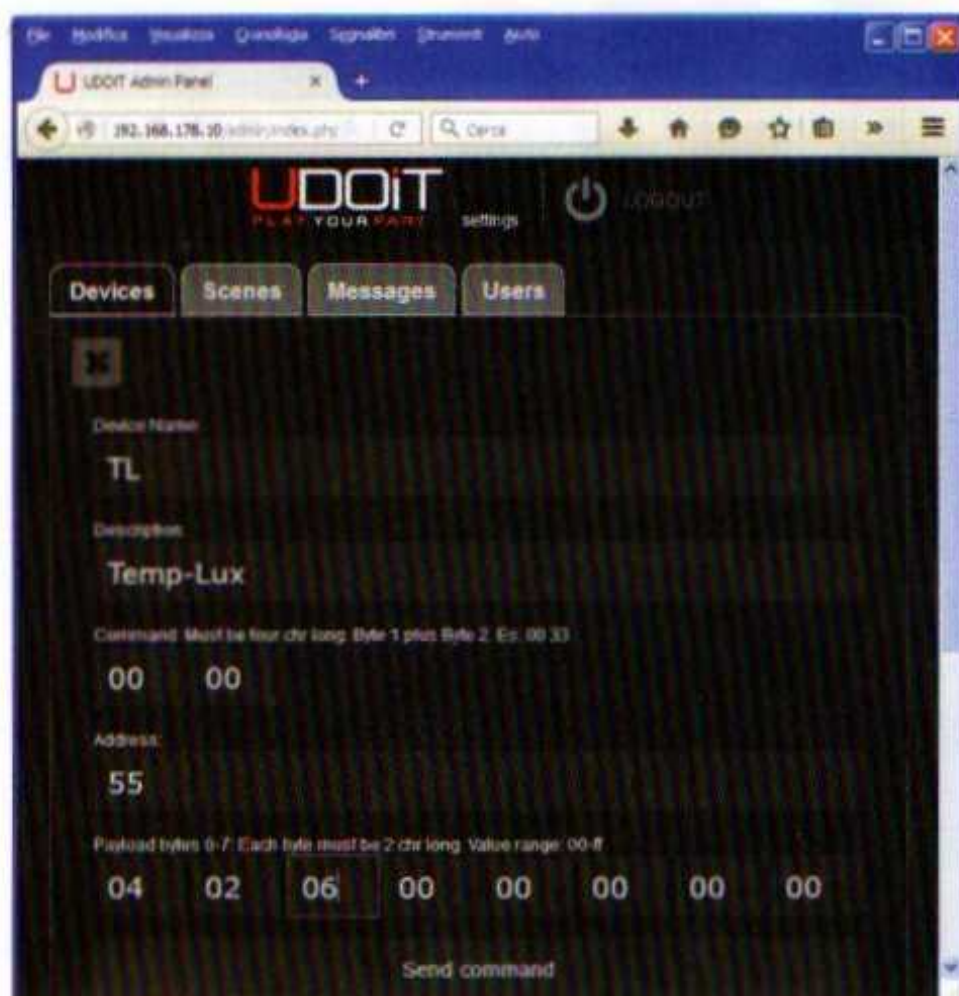
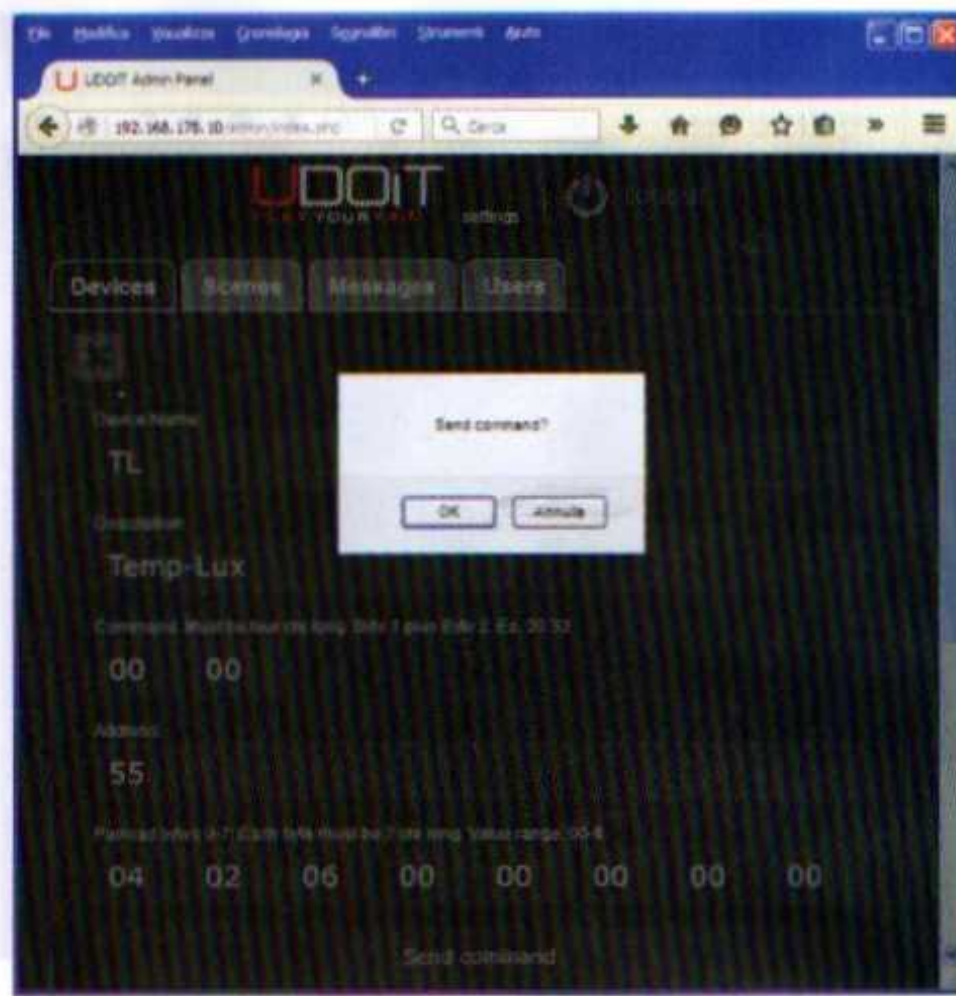


Fig. 10



pannello "Settings" si "prenota" l'operazione di apprendimento cliccando sull'icona a forma di foglio di carta e matita ("Learn Device" in corrispondenza del dispositivo per il quale si vuole eseguire l'associazione Fig. 8). Al momento NON cliccate sul pulsante "OK" ma lasciate la finestra aperta:

- A questo punto si preme il pulsante "LEARN" presente sul circuito stampato per circa cinque secondi, al rilascio si accendono i due LED rossi;
- Entro pochi secondi cliccare sul pulsante "OK" della finestra "Pop-Up" sulla pagina web;
- Se tutto ha avuto successo i LED rossi lampeggiano per qualche secondo, per poi spegnersi;
- Il dispositivo è in grado di essere riconosciuto ed operare sulla rete;
- In caso non venga avviata la procedura di apprendimento il dispositivo esce dalla stato di apprendimento dopo circa dieci secondi;
- Se qualcosa non è andato a buon fine ripetete l'operazione.

A questo punto il sensore fa parte della rete ed è possibile personalizzarne la configurazione. Per

questa operazione andate sempre nella pagina "Devices" della funzionalità "Settings". Ed eseguite le seguenti operazioni:

- Nella pagina "Devices" del pannello "Settings" si "prenota" l'operazione di apprendimento cliccando sull'icona a forma di tre ingranaggi, "Send command", in corrispondenza del dispositivo per il quale si vuole eseguire la configurazione, nel nostro caso il sensore di temperatura e luminosità. Otterrete la finestra dove inserire un pacchetto da inviare al dispositivo. Lo configurate come visibile in Fig. 9, facendo attenzione a lasciare inalterato il valore nel campo "Address".
- Cliccate sul pulsante "Send Command" ma NON cliccate sul pulsante "OK". Lasciate la finestra aperta (Fig. 10):
- Siccome il nostro dispositivo passa la maggior parte del suo tempo a "dormire" per risparmiare l'energia proveniente dalla batteria, è necessario "svegliarlo" prima di inviargli il comando di configurazione. Premete il pulsante "Wake Up" sul dispositivo. In questo modo il dispositivo si sveglierà attivando un LED a conferma

del "risveglio". Ora si hanno circa dieci secondi per inviare il comando di configurazione.

- Entro i dieci secondi cliccate sul pulsante "OK" della finestra "Pop-Up" sulla pagina web;
- Se tutto ha avuto successo il LED rosso lampeggia per qualche secondo, per poi spegnersi;
- In caso non venga inviato alcun pacchetto il dispositivo esce dalla stato di attesa configurazione dopo circa dieci secondi;
- Se qualcosa non è andato a buon fine ripetete l'operazione.

L'intervallo di un minuto che avete inserito nel pacchetto di configurazione è adatto per eseguire dei test ma costituisce un carico eccessivo per la durata della batteria. Una volta verificato che tutto funziona è opportuno portare l'intervallo a valori più adatti alla applicazione effettiva. Per esempio mezz'ora od un'ora, che corrisponde al valore massimo, in esadecimale 0x168. Nel pacchetto ricordate di inserirlo come "68" "01". I valori letti dai sensori sono visibili nella pagina "Logs" di gestione web del sistema (Fig. 11). L'interfaccia grafica si presenta come un insieme di righe con il nome del modulo ed il nome di ciascun sensore

Fig. 11

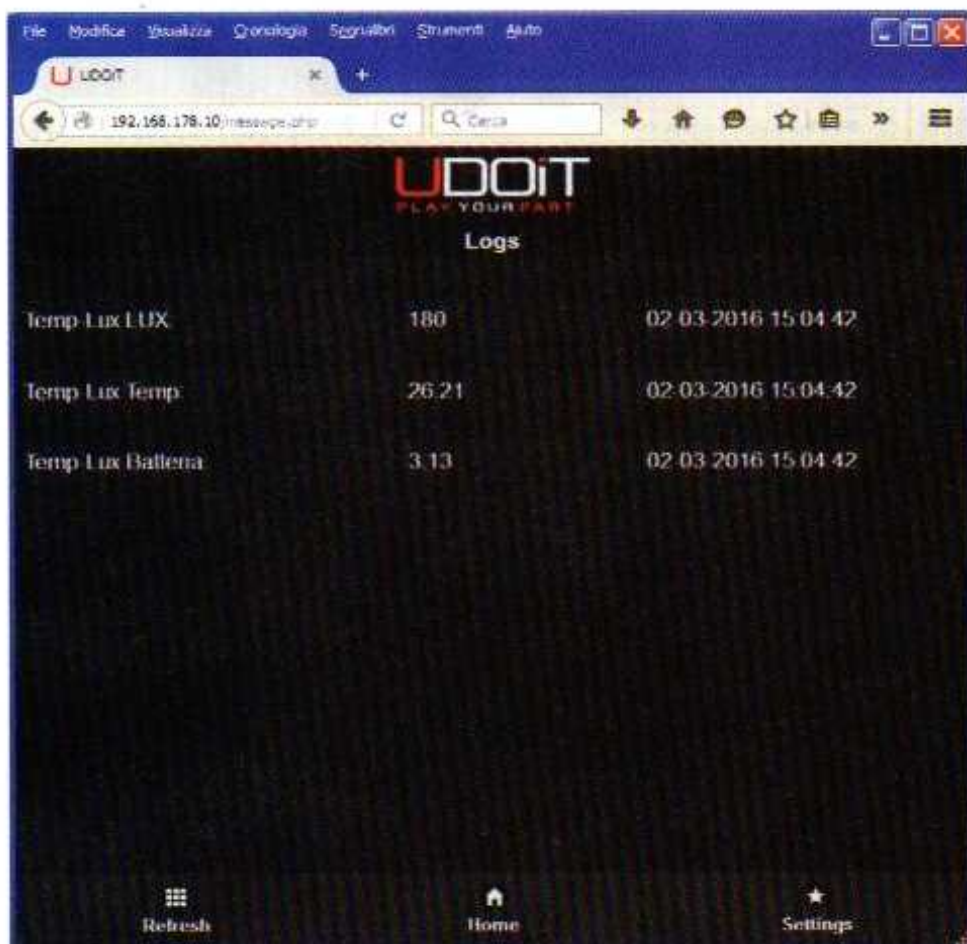
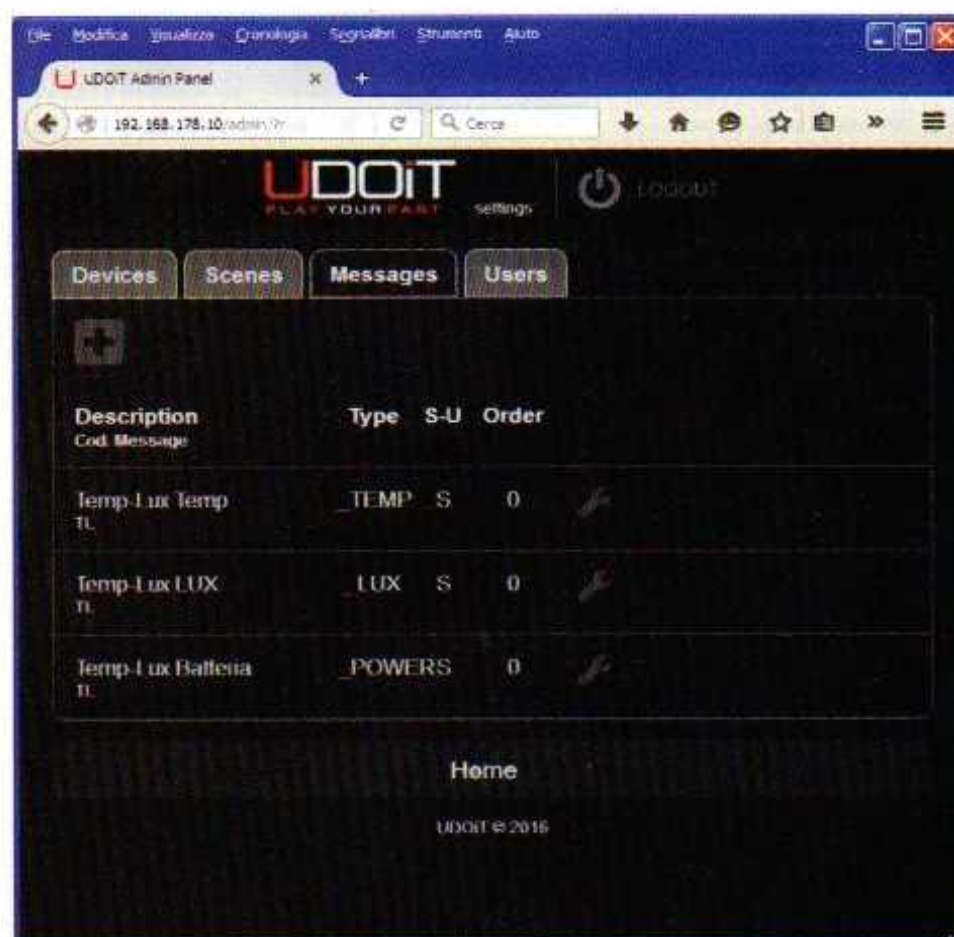


Fig. 12



presente nel modulo stesso, oltre ad una riga che riporta il valore di tensione della batteria.

Ogni volta che il dispositivo invia un pacchetto di dati al master (Raspberry Pi), i valori delle letture dei sensori vengono convertite nelle relative unità di misura ed archiviate nell'entrata corrispondente nella tabella dei messaggi (RF_Tab_Var) presente nel database MySQL dell'applicazione di gestione.

In questa tabella vengono memorizzate unicamente le grandezze

contenute nell'ultimo pacchetto ricevuto, che sono rese visibili nella pagina "Logs" dell'applicazione di gestione. Per personalizzare la visualizzazione dei sensori nella pagina web dell'applicazione di gestione si utilizza la pagina "Messages" della funzionalità "Settings" (Fig. 12). Cliccate sul pulsante "Update" (chiave inglese) in corrispondenza dell'entrata del sensore. I sensori sono caratterizzati dai suffissi _TEMP per la temperatura, _LUX per la luminosità e _POWER per la batteria.

Nella pagina di "Update" (Fig. 13) il campo "Order" permette di posizionare l'entrata del sensore nella posizione voluta nella pagina web, mentre il campo "Web" permette di rendere visibile la riga del sensore nella pagina Web di gestione oppure di oscurarlo. A questo punto posizionatevi sulla pagina web "Logs" ed avvicinate ed allontanate la mano dal sensore. Ad intervalli di un minuto vedrete le variazioni di temperatura e luminosità lette dai sensori del dispositivo.

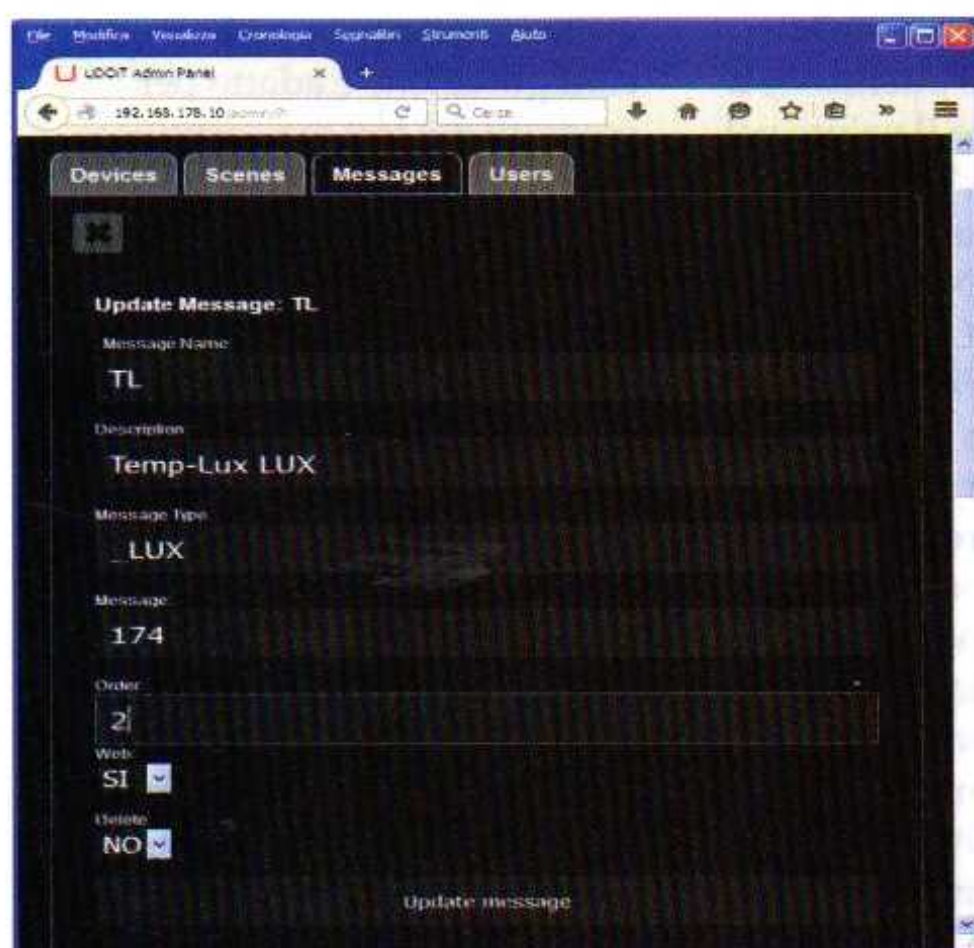


Fig. 13



Il modulo di temperatura e umidità (cod. UDOIT-RFT868TEM) è disponibile presso Futura Elettronica al prezzo di Euro 49,00.

I moduli domotici UDOiT si possono acquistare sullo store on-line di Futura Elettronica digitando il seguente link: www.futurashop.it/moduli-radio/UDOiT. Tutti i prezzi si intendono IVA compresa.

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

Primo volo per il 737 MAX 8 di Boeing

Il Boeing 737 MAX 8 ha effettuato il suo primo decollo. Il programma 737 MAX ha raggiunto questo traguardo importante in linea con i tempi previsti, dando inizio a un programma completo di test in volo che porterà alla certificazione dell'aereo e alla sua consegna. Dotato della più recente tecnologia dei motori LEAP-1B di CFM International e delle Advanced Technology winglets progettate da Boeing, il primo componente della famiglia 737 MAX ha completato un volo di 2 ore e 47 minuti, decollando dalla pista di Renton Field a Renton, Washington e atterrando sulla pista di Boeing Field a Seattle alle 12:33. Il nuovo 737 MAX 8 garantirà la massima efficienza, affidabilità, comfort per i passeggeri nel mercato

degli aerei a corridoio singolo, con un consumo di carburante ridotto del 20% rispetto al primo 737 Next-Generation e un risparmio dell'8% per posto a sedere sui costi operativi rispetto al concorrente A320neo. Il 737 MAX 8 è il primo membro della nuova famiglia di aerei Boeing a corridoio singolo - il 737 MAX 7, il MAX 8, il MAX 200 e il MAX 9 - ad iniziare i test di volo. Il 737 MAX estenderà il range del 737 Next-Generation con una capacità di volare a più di 3.500 miglia nautiche (6.510 km) e lo incrementerà di

340-570 miglia nautiche (629- 1.055 km) rispetto al 737 Next-Generation. Con gli altri tre membri della flotta 737 MAX 8 per i test in volo attualmente in diverse fasi finali di assemblaggio, il 737 MAX rispetta i tempi per la prima consegna a Southwest Airlines prevista nel terzo trimestre del 2017.

www.boeing.com



Exomars, comincia il viaggio verso Marte

È cominciato il viaggio verso Marte di ExoMars 2016: il lift-off del razzo Proton-M con a bordo la missione ESA a guida scientifica e tecnologica italiana - realizzata in collaborazione con l'agenzia spaziale russa Roscosmos - è regolarmente avvenuto dal cosmodromo di Baikonour; successivamente il via libera definitivo con il distacco dall'ultimo stadio e la sonda che intraprendeva il suo lungo cammino verso Marte.

"Exomars è l'Europa che ci piace. E l'Italia di cui siamo orgogliosi" ha twittato immediatamente prima del lift-off il presidente

tutto trasmesso live da RAI NEWS24; il secondo in Piazza del Popolo a Roma, dove una piccola folla di curiosi e appassionati ha seguito l'avvenimento davanti all'installazione inaugurata la scorsa settimana dal ministro per l'Istruzione, Università e Ricerca, Stefania Giannini.

Terza location Torino, dove oltre 600 persone hanno affollato il centro AL-TEC, società partecipata da Agenzia Spaziale Italiana e Thales Alenia Space, dove è stato proiettato in diretta streaming l'avvenimento, permettendo a tutti di seguire in diretta le fasi precedenti e immediatamente successive il lancio.

Tutte le operazioni post-lancio si sono svolte come da programma: otto minuti dopo il lift-off il vettore è entrato nell'orbita di parcheggio e alle 10:43 il direttore di volo ha confermato la

separazione di primo, secondo e terzo stadio. Subito dopo sono cominciate le manovre di stabilizzazione, cui ha fatto seguito la sequenza di quattro spinte (burn) programmata.

La sonda ha quindi continuato a passare da un'orbita all'altra, fino a quando è stata raggiunta la velocità di fuga dal campo gravitazionale terrestre.

L'ultima separazione è avvenuta alle 21:15 italiane: in quel momento è stata data la conferma definitiva della riuscita di tutte le operazioni e il viaggio di ExoMars 2016 è a tutti gli effetti incominciato.

Anche in questo caso l'Italia ha avuto un ruolo di primo piano: ad acquisire il segnale del definitivo "tutto bene" è stata la base dell'ASI di Malindi in Kenya.

L'agenda della missione prevede da adesso sette mesi per raggiungere il pianeta rosso: l'arrivo nell'orbita marziana dovrebbe infatti avvenire il prossimo 19 ottobre. A quel punto cominceranno le operazioni per lo 'sgancio' del lander, il modulo EDM (Entry Descent and Landing Demonstrator Module, dedicato all'astronomo Schiaparelli che nacque esattamente il 14 marzo del 1835), mentre l'orbiter TGO (Trace Gas Orbiter) resterà su un'orbita circolare di circa 400 km.

www.asi.it

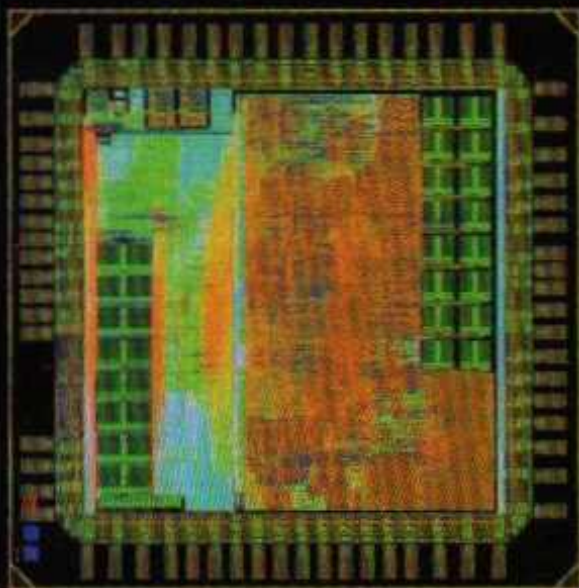


del consiglio, Matteo Renzi.

L'avvio della missione ha avuto, per l'Italia, tre epicentri. Prima di tutto il cosmodromo di Baikonur, da dove è stato lanciato il vettore Proton con a bordo la sonda, il



PULPino, microprocessore open source targato Unibo



Dai braccialetti elettronici agli abiti "smart", fino a sistemi di realtà aumentata: permetterà di rendere accessibile la realizzazione a basso costo di microcontrollori ad elevate prestazioni.

Dopo Linux e il software libero arriva anche l'hardware open source, e l'Università di Bologna si posiziona tra gli attori centrali di questa nuova sfida con PULPino, il primo sistema microprocessore sviluppato interamente in Europa basato su architettura RISC-V.

Nato dal laboratorio Energy Efficient Embedded Systems (EEES) dell'Alma Mater, in collaborazione con l'Integrated Systems Laboratory (IIS) del Politecnico di Zurigo, PULPino si inserisce nella terza generazione dell'open source e mira a rendere accessibile ad una vasta comunità di utenti la realizzazione a basso costo di microcontrollori ad elevate prestazioni.

Per fare cosa? Le possibilità sono innumerevoli: applicazioni indossabili, come braccialetti elettronici e abiti "smart", capaci di acquisire ed analizzare battito cardiaco, contrazioni muscolari e movimenti e monitorare così in tempo reale lo stato fisico dell'utente, oppure applicazioni in ambito di comunicazione "da macchina a macchina", la cosiddetta "Internet of Things", o ancora interfacce uomo-macchina intelligenti portabili o indossabili, come comandi vocali o gestuali, oppure sistemi di realtà aumentata.

www.magazine.unibo.it/

Il Wi-Fi per la localizzazione indoor

La tecnologia satellitare è perfetta per la localizzazione all'aperto, quando non vi sono ostacoli tra il segnale radio emesso dalla rete di satelliti e il piccolo ricevitore. In ambienti chiusi, all'interno di un centro commerciale, un museo o un aeroporto, dove il segnale è assente, non è invece possibile utilizzare questa tecnologia per la navigazione.

Per ovviare a questo problema sono stati messi a punto sistemi alternativi che, però, risultano costosi e difficili da scalare; inoltre nessuno presenta una

precisione tale da poter, ad esempio, controllare un robot. Una soluzione a questo problema sembra averla trovata il Computer Science and Artificial Intelligence lab (CSAIL) del MIT che ha messo a punto un sistema di localizzazione che sfrutta la presenza del segnale Wi-Fi negli ambienti chiusi nonché quella degli smartphone presenti negli stessi ambienti. La tecnologia, chiamata Chronos, sfrutta le differenze di fase dovute ai salti di frequenza dei trasmettitori Wi-Fi a 2,4 e 5,8 GHz per calcolare il

Riparte LHC

Il 25 marzo dopo la consueta pausa tecnica invernale, cominciata il 14 dicembre scorso, alle ore 11.33 i primi due fasci di protoni hanno completato il loro primo giro all'interno dell'anello di 27 km del superacceleratore del CERN di Ginevra.

"Grazie a una preparazione della macchina rapida e precisa, oggi LHC è di nuovo pronto per ricevere i fasci di protoni", dice Mirko Pojer tra i responsabili delle operazioni di macchina, che ha seguito tutte le fasi dalla sala di controllo.

"Nelle prossime ore faremo il commissioning di tutti i sistemi e della strumentazione di LHC a bassa energia, - spiega Pojer - e tra un paio di giorni faremo la prima 'rampa', saliremo cioè di energia fino a 6,5 TeV per fascio, ma con un solo pacchetto di protoni (bunch), per verificare che siamo in grado di guidare bene i fasci e che tutto funziona correttamente nella macchina".

In seguito saranno incrementati progressivamente il numero dei bunch e, infine,



tempo di risposta e quindi la distanza tra gli smartphone. Se il dispositivo ha più antenne Wi-Fi, come di solito avviene negli smartphone più moderni, è anche possibile calcolare l'angolo tra i due dispositivi, e localizzarli nello spazio. Sfruttando questa tecnologia ed utilizzando normali router Wi-Fi, il sistema Chronos ha consentito di raggiungere una precisione di 65 centimetri.

La possibilità di localizzare con precisione gli smartphone presenti in spazi chiusi consentirà, ad esempio, di contare le



persone presenti nelle varie stanze delle case intelligenti del futuro, attivando l'illuminazione e altri servizi, di offrire una password Wi-Fi solo alle persone effettivamente presenti all'interno di un locale pubblico, nonché di controllare dei robot.

www.csail.mit.edu

Un radar per i fondali marini

Attualmente la ricerca del relitto di un aereo o di una nave sott'acqua è affidata a strumenti come il sonar che utilizzano la propagazione del suono nell'acqua e permettono di individuare il relitto sulla base delle caratteristiche del segnale riflesso. Finora non è stato possibile impiegare tecniche più sofisticate, come quelle che si basano sulle onde elettromagnetiche, perché la penetrazione delle onde magnetiche (luce, microonde e onde radio) risulta fortemente attenuata dall'acqua. Un gruppo di ricercatori del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni della Sapienza, di cui fanno parte Fabrizio Frezza e Nicola Tedeschi, ha prospettato l'uso di una particolare antenna (detta antenna a onda leaky, inventata da Carlo Di Nallo, Fabrizio Frezza, Alessandro Galli, Giorgio Gerosa, Paolo Lampariello e brevettata dall'Università Sapienza) che permette alle onde elettromagnetiche di attraversare l'acqua e giungere fino ai fondali marini.

L'antenna a onda leaky, messa a punto dai ricercatori della Sapienza, consente alle onde elettromagnetiche (come la luce, i raggi X, le microonde, le onde radio) di muoversi all'interno dei cosiddetti materiali dissipativi, che normalmente intralciano la propagazione delle onde elettromagnetiche, senza perdere di potenza o addirittura amplificandosi.

Le applicazioni di questi dispositivi potrebbero riguardare non soltanto l'individuazione di oggetti sepolti o immersi, ma anche la trasmissione di informazioni in mezzi con perdite, l'analisi di materiali, la microscopia e l'interazione con tessuti biologici.

www.uniroma1.it

tra qualche giorno saranno messi in collisione i fasci: anche qui inizialmente con un solo pacchetto per esperienza. Seguiranno tutti i test di machine protection per controllare che la macchina sia in sicurezza, e nell'arco del prossimo mese LHC dovrebbe raggiungere il livello di performance raggiunto lo scorso anno. Le prime collisioni buone per fare fisica si dovrebbero così avere verso fine aprile, dando il via alla seconda fase del RUN2 all'energia di 13 TeV.

Le aspettative scientifiche sono davvero alte, perché nei prossimi mesi sarà possibile raccogliere una quantità di dati sufficiente per sapere se il bump, il picco, per ora piccolo, a 750 GeV di massa, che corrisponde a un eccesso di coppie di fotoni energetici, è una semplice fluttuazione statistica oppure no. Se venisse confermato, si aprirebbero scenari inaspettati e tutti da interpretare.

www.infn.it





TEXAS INSTRUMENTS



**Approfondiamo la conoscenza
dei concetti di base che ci
serviranno per utilizzare la
tecnologia Sensor TAG.
Prima Puntata.**

di PIERO BOCCADORO

SENSOR TAG: ISTRUZIONI PER L'USO

1

SimpleLink Sensor Tag è una soluzione integrata di alto livello tecnologico che Texas Instruments ha messo sul mercato "strizzando l'occhio" all'Internet delle Cose (Internet of Thing, o IoT) e dando agli sviluppatori la possibilità di sperimentare il loro primo progetto di comunicazione wireless, automazione industriale o domotica, partendo da una scheda estremamente performante.

In questo tutorial offriremo una panoramica completa di tutto quello che l'Internet delle cose significa e che lo sviluppo di firmware del caso comporta, ivi compresi gli strumenti utili per sviluppare sia sulla soluzione TI, sia su tutte le altre cui faremo riferimento.

Ma prima è necessario muovere alcuni passi nella giusta direzione, perciò prima di tutto proviamo a capire che cos'è l'Internet delle cose, su che cosa si basa e come si passa dalla filosofia di interconnessione al dispositivo fisico connesso. Per capirlo è necessario fare un passo indietro ed imparare insieme alcuni concetti di base.

Lo standard 802.15.4 e i Beacon

Per comprendere come avviene la comunicazione tra dispositivi Bluetooth Low Energy è necessario analizzare il livello fisico e **MAC** della comunicazione, così come da specifica **IEEE 802.15.4** e suo emendamento. A partire dal protocollo Zigbee, che si appoggia a queste linee guida per i livelli più bassi dello stack protocollare **ISO/OSI**, vediamo il funzionamento delle reti **WPAN** (Wireless Personal Area Network), iniziando dalle frequenze di interesse: stiamo parlando della banda **ISM** (Industrial, Scientific and Medical) e in particolare ci riferiamo a valori di 2,4 GHz adottati su scala mondiale, 868 MHz per l'Europa e 915 MHz per gli USA. La nascita dello standard IEEE 802.15.4, come del resto di tutti gli standard di comunicazione, ma anche di tutti i protocolli a livello operativo (quindi, per esempio, sanitario) è il risultato di un percorso di evoluzione che porta alla definizione di necessità comuni e dei criteri accettati e da rispettare al fine di ottenere

determinati obiettivi. In questo caso ci stiamo riferendo ad esigenze relative alla messa in opera di reti di telecomunicazioni senza fili, in grado di gestire sensori ed attuatori che comunichino a distanze a corto raggio (siamo nell'ordine della decina di metri), riducendo da un lato i costi di realizzazione del sistema e dall'altro la complessità dello stesso, senza impattare sul consumo energetico.

La necessità di uno standard è, inoltre, una risposta globale alla domanda di omologazione di sistemi proprietari che altrimenti imporrebbero soluzioni non condivise e costi potenzialmente inaccessibili. Senza contare, poi, che la possibilità di aggiornare i sistemi, sia nell'hardware sia nel software, per le mutevoli esigenze che nel tempo potrebbero manifestarsi, risulterebbe altrimenti impossibile o molto difficoltoso, il che si palesa come problema soprattutto quando si tratta di investimenti piuttosto ingenti. Un esempio di tutto questo è l'USB, il risultato di un lavoro di ricerca e di valutazione di tutte le interfacce di comunicazione e connessione presenti sul mercato (soprattutto in ambito industriale) al fine di ottenere un livello fisico di interconnessione tra dispositivi compatibile con tutte le soluzioni e che garantisca velocità ed efficienza.

Sebbene in questo caso ci riferiamo a soluzioni wireless, è importante sottolineare che le medesime esigenze sorgono anche nella realizzazione di reti cablate.

I dispositivi

Vediamo adesso dispositivi, perché è importante specificare che all'interno di questa tecnologia essi possono essere divisi in due tipologie, rivestendo tre ruoli distinti. Le tipologie sono **FFD**, che sta per **Full Function Device** ed **RFD**, dove la R sta per **Reduce**. Dal punto di vista operativo, queste differenze si manifestano nel loro ruolo all'interno della rete, dal momento che gli FFD possono essere coordinator e i secondi (dato che vengono semplificati anche nell'ambito dell'utilizzo delle risorse) "semplici" device. Queste differenze si verificano soprattutto nella tipologia di dispositivo, per esempio semplici interruttori o sensori, che non avranno la necessità di elaborare grandi moli di dati e

potranno essere più piccoli, consumare di meno e quindi non richiedere prestazioni elevate. Naturalmente, per poter gestire una rete e farla funzionare correttamente, sarà indispensabile che ci sia almeno un FFD, che svolga il ruolo di PAN Coordinator e che sia in grado di organizzare il traffico di rete. La gestione di quest'ultimo può essere anche molto complicata dal fatto che in ambito wireless un cambio di polarizzazione o l'allineamento che varia, possono creare fenomeni di interferenza oppure di attenuazione, locali, che rischiano di inficiare il funzionamento della rete, soprattutto per comunicazioni a corto raggio.

Quindi se i ruoli possono essere differenziati, le prestazioni possono variare e le specifiche di funzionamento impongono strumenti differenti; anche l'applicazione degli stessi all'interno di una topologia piuttosto che un'altra in qualche modo suggeriscono una destinazione d'uso e pertanto un caso reale di applicazione della topologia a stella può essere l'automazione dell'ambiente domestico, quindi proprio la Domotica. È possibile anche che questo schema venga applicato nell'ambito dei videogiochi, piuttosto che delle periferiche per Personal Computer. Diverso è il caso dell'ambito industriale, per esempio per catene di montaggio o magazzini intelligenti, in cui è possibile pensare a più livelli di coordinamento con più PAN Coordinator.

Stack e MAC

Ed ora, dal momento che abbiamo accennato al fatto che vi sono delle caratteristiche fondamentali per la comunicazione, è arrivato il momento di parlarne diffusamente. Iniziamo con la trasmissione vera e propria e vediamo come vengono inviati i singoli bit: parlando del data-rate, che per queste comunicazioni ha valori variabili tra 20 e 250 kbps, passando per 40 e 100. Naturalmente in questo caso non si fa confusione tra bit-rate e baud-rate ma si intende la trasmissione del bit come dell'elemento fondamentale.

Ci si riferisce anche a diversi tipi di topologia; quelle a stella, per esempio, prevedono un coordinatore al centro dell'intera rete ed i vari dispositivi a distanza di 1 "hop", ovvero di un salto cioè con un solo grado di separazione.

Esistono, però, altre topologie all'interno delle quali ciascun dispositivo opera come "pari" rispetto agli altri e pertanto ciascuno ha sempre a distanza unitaria almeno un altro dispositivo, senza che ciò comporti alcun cambio in termini di ruoli nelle comunicazioni, perché ciascuno di essi opera nello stesso modo di tutti gli altri. Esistono poi altre possibilità, come ad esempio l'albero binario, ovvero una struttura che prevede che ciascun nodo abbia collegati a sé altri due nodi differenti.

Si distinguono anche per indirizzo, perché il metodo di indirizzamento può prevedere parametri di lunghezza differenziata; per questo motivo esisteranno indirizzi espressi in forma breve, a 16 bit, oppure a 64.

L'altro parametro fondamentale è la possibilità che uno slot temporale, allocato per la trasmissione oppure per la ricezione, sia "garantito", ovvero sia in qualche modo opzionato in maniera preferenziale ed allocato non dinamicamente.

Come per tanti altri protocolli, anche nel caso delle LR-WPAN, abbiamo un'architettura divisa in blocchi denominati livelli (layer). Ognuno di questi è responsabile di una parte dello standard e offre servizi ai livelli superiori. Lo standard IEEE 802.15.4 tratta unicamente i due livelli inferiori dello stack ISO/OSI (che conta un totale di sette livelli) ovvero livello fisico e MAC.

Il livello fisico (PHY) fornisce due servizi: **PHY Data Service** e **PHY Management Service Interfacing**.

Questi si interfacciano con l'unità di gestione del livello fisico, denominata **Physical Layer Management Entity (PLME)**. I pacchetti dati a tale livello consistono in unità dati del livello fisico, **PHY Protocol Data Units (PDDUs)** ed è compito del servizio **PHY Data Service** abilitare la trasmissione e ricezione sul canale radio. Altre funzioni rivestite da questo livello sono:

- attivazione e disattivazione delle trasmissioni;
- energy detection (ED);
- link quality indication (LQI);
- selezione del canale;
- clear channel assessment (CCA);
- invio e la ricezione dei pacchetti su medium fisico.

Le frequenze su cui opera (da ricordare che sono unlicensed band, ovvero libere) sono: tre canali tra 868 e 868,6 MHz (Europa), 30 canali nel range 902÷928 MHz (Nord America), 2.400÷2.483,5 MHz (worldwide) e 3.100÷10.600MHz (UWB introdotta dalla draft 2007 e variabile da paese a paese).

Come per quello fisico, il livello MAC fornisce due servizi: **MAC Data service** e **MAC management service**. Questi si interfacciano con l'unità di gestione del livello MAC ed access point denominato **MLME-SAP (MAC sublayer management entity service access point)**. Compito del MAC data service è l'abilitazione della trasmissione e ricezione delle unità dati del livello MAC, ovvero dei **MPDUs (MAC protocol data units)**, attraverso il PHY data service. Altre funzioni rivestite da questo livello sono:

- la gestione dei beacon;
- l'accesso al canale;
- la gestione dei GTS (guaranteed time slot);
- la validazione dei frame;
- gli acknowledged frame delivery;
- le associazioni e dissociazioni dei dispositivi;
- la gestione di applicativi di sicurezza.

Alcune funzioni generali delle LR-WPAN risultano piuttosto importanti per chiarire il funzionamento per cui è utile prendere subito confidenza con nozioni quali: **superframe structure, modello di trasferimento dei dati, struttura del frame, robustezza, consumo energetico, sicurezza e precision ranging**.

Tra questi, analizziamo, **superframe structure**, una modalità di accesso al canale in regime di beacon abilitati. Non è obbligatorio utilizzare la struttura superframe, e può essere disabilitata.

Il superframe non è altro che una **divisione del tempo in 16 slot di uguali dimensioni** ed è fortemente legata ai beacon poiché essi sono spediti periodicamente durante il primo slot di ogni superframe e la loro funzione è quella di **sincronizzare i dispositivi connessi, identificare il PAN coordinator e descrivere la struttura del superframe**. Nell'intervallo fra due beacon avviene la fase **Contention Access Period (CAP)** durante la quale i dispositivi che vogliono comunicare si contendono il canale tramite meccanismi

CSMA-CA. Ogni fase di negoziazione ha un tempo definito e deve comunque terminare entro il tempo previsto di invio del beacon successivo. **Il superframe può avere porzioni attive e inattive:** questo è importante per ottimizzare il consumo energetico. Durante la porzione inattiva il coordinator può non interagire con la rete e attivare, quindi, una modalità a consumo ridotto. Compito del coordinator è anche valutare se esistono applicazioni che necessitano di bassi tempi di latenza o di una specifica bandwidth. In questi casi può riservare delle porzioni di superframe, fino a un massimo di 7 slot, ed allocarli a GTS (guaranteed time slots) creando un periodo contention free (CFP). Il contention free period, se esiste, segue sempre il contention access period.

Natura dei dati

A questo punto è necessario fare riferimento alle modalità di trasferimento dei dati: dal momento che esiste un coordinator ed una serie di dispositivi ad esso connessi, le modalità di comunicazione riguardano la possibilità che il trasferimento dei dati avvenga da un dispositivo verso il coordinator, tra dispositivi oppure da coordinatore a dispositivo.

È importante ricordare che la topologia all'interno della quale i sensori ed i dispositivi sono collocati determina anche il metodo e l'importanza della brevità delle connessioni, oltre alla politica di gestione del segnalamento e della comunicazione dei dati.

Ma come sono organizzati effettivamente i dati? Ebbene, quando si parla di questo aspetto ci si riferisce alla struttura del frame, studiata in maniera tale da ridurre la complessità sempre, però, garantendo la robustezza su un canale che è comunque sempre soggetto ad interferenze.

Ciascun livello dello stack protocollare aggiunge dati rispetto al risultato della

trasmissione del livello precedente, un processo che è noto con il nome di "incapsulamento". Vi sono, infatti, un header ed un footer aggiunti, rispettivamente, come il nome suggerisce, all'inizio ed alla fine del frame il cui scopo è quello di identificare un metodo di riconoscimento del dato in fase di decodifica. Si distingue, nella specifica, una serie di tipologie di struttura (Fig. 1):

- Beacon frame;
- Data frame;
- Acknowledgment frame;
- MAC command frame.

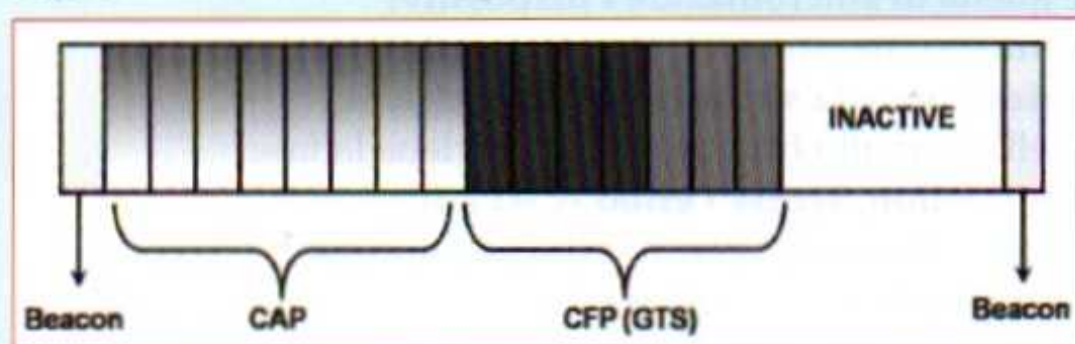
Altro punto cardine della questione è il consumo energetico: l'ottimizzazione parte dal presupposto che tutti i dispositivi sono prevalentemente alimentati a batteria, per garantire facilità di installazione ed eventualmente consentire l'assistenza evitando potenziali disservizi della rete elettrica che renderebbero il sistema meno affidabile. Dal momento che la necessità è garantire il funzionamento più prolungato possibile, i dispositivi che si occupano della trasmissione dovranno consumare quanto meno possibile. Per ottenere questo risultato non solo vengono inviati dati di "piccola" dimensione, ma si opta anche per gestire il tutto in maniera tale che l'accensione dell'impianto radio avvenga soltanto in caso di trasmissione (o ricezione).

Rilevante è anche il duty-cycle, che in questo caso corrisponde al rapporto tra il tempo di attività e il tempo complessivo di svolgimento del task da parte del sistema. In una trasmissione, quindi, possiamo pensare al duty-cycle come il rapporto tra il tempo di trasmissione ed il tempo complessivo di transito dell'informazione dal punto di arrivo al punto di destinazione. Esiste un'altra possibilità nel definire il duty-cycle: possiamo pensarlo come il tempo di ON dell'impianto radio rispetto alla durata della trasmissione. Da quanto detto si intuisce che la definizione non è univoca ma non per questo risulta essere meno utile.

È tutto chiaro? Vediamolo...

Tutto quello di cui abbiamo parlato fino a questo momento inquadra i requisiti generali del sistema, con particolare riferimento a

Fig. 1



ciò che accade a livello fisico, dove sono fondamentali le seguenti attività:

- attivare e disattivare il trasmettitore;
- energy detection (ED);
- link quality indicator (LQI);
- clear channel assessment (CCA) per carrier sense multiple access collision avoidance (CSMA-CA);
- selezionare la frequenza del canale;
- trasmettere e ricevere dati.

Lo standard specifica quattro frequenze operative ed altrettanti canali fisici (PHY):

- 868/915 MHz direct sequence spread spectrum (DSSS) PHY, che utilizza la modulazione binary phase-shift keying (BPSK);
- 868/915 MHz DSSS PHY, che utilizza la modulazione offset quadrature phaseshift keying (O-QPSK);
- 868/915 MHz parallel sequence spread spectrum (PSSS) PHY, che utilizza le modulazioni BPSK e amplitude shift keying (ASK);
- 2.450 MHz DSSS PHY, che utilizza la modulazione O-QPSK.

Per rendere tutto più chiaro riportiamo in Fig. 2 un'immagine esplicativa di una delle modulazioni: la BPSK; tale grafico sarà importante per comprendere l'alternanza dei simboli in funzione della fase del segnale, che in questo caso resta uguale a meno della componente angolare. I canali di comunicazione sono identificati a partire dall'intera banda di comunicazione disponibile, calcolando l'estensione del singolo canale anche in funzione della portante, e questo restituisce un numero totale di 27 canali disponibili su frequenze distinte. Questa considerazione è fondamentale soprattutto quando si decide di lavorare con dispositivi che devono effettuare salti di frequenza (Channel Hopping) specie quando sono periodici, e decodifica coerente. L'ultimo aspetto dello standard, che resta da analizzare, è lo scambio dei dati, ovvero il meccanismo di negoziazione del trasferimento in funzione della segnalazione del fatto che il nodo sia effettivamente disponibile ed in "visibilità" del router: dalla Fig. 3 risulta chiaro che il nodo ed il router si scambiano

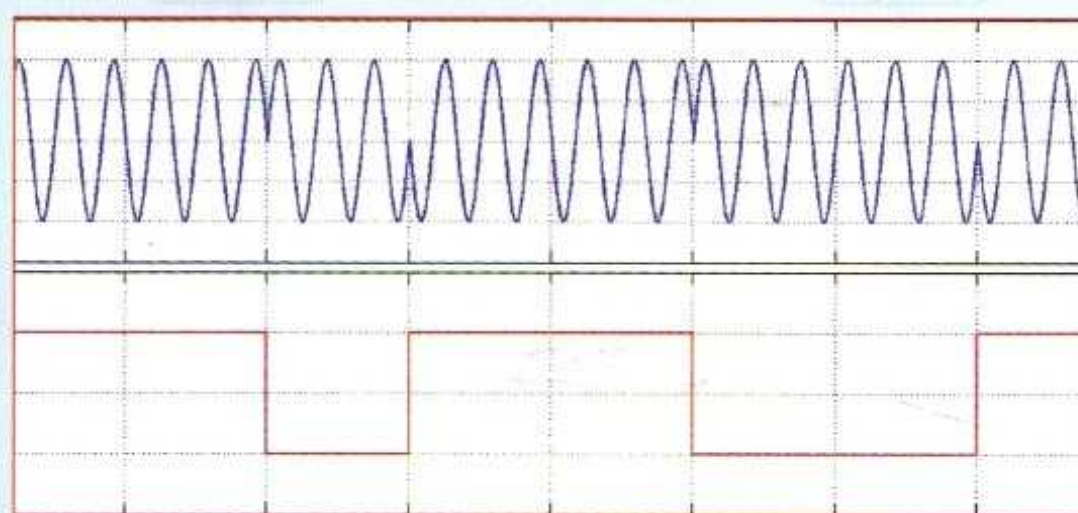


Fig. 2

informazioni che servono per effettuare trasmissioni prima di tutto di segnalamento della presenza e poi di negoziazione del trasferimento di messaggi e questo viene fatto in maniera multicast dal nodo al router ed in maniera unicast in senso opposto. La differenza è facilmente spiegabile, visto che il nodo cerca i suoi simili nella topologia ma anche un coordinator e finché non lo trova prosegue. Quando questo passaggio è andato a buon fine si passa ai messaggi successivi, che naturalmente rappresentano una comunicazione unicast in entrambe le direzioni. Tale meccanismo tutela la possibilità che le reti siano composte da migliaia di sensori, magari operanti in condizioni ostili.

Le "mani" sul codice

Ora che abbiamo inquadrato compiutamente tutta la problematica, lo standard e gli aspetti fondamentali e caratteristici di queste comunicazioni, passiamo all'analisi di ciò che abbiamo per le mani, ovvero il SensorTag Simple Link. Sappiamo, infatti, come deve funzionare ed abbiamo già visto nel dettaglio le sue specifiche tecniche; quindi ora possiamo passare all'analisi e alla caratterizzazione, nonché alla verifica del corretto funzionamento.

In Fig. 4 trovate la definizione dei parametri all'interno di una struttura il cui scopo è definire come sono organizzate le informazioni all'interno dei pacchetti che vengono comunicati sulla rete. Si tratta di una serie di variabili di diversa dimensione e di puntatori che classificano pacchetti ed informazioni a partire dalla loro funzione, arrivando alla destinazione d'uso. Questo perché, per esempio, il "creator" è da un

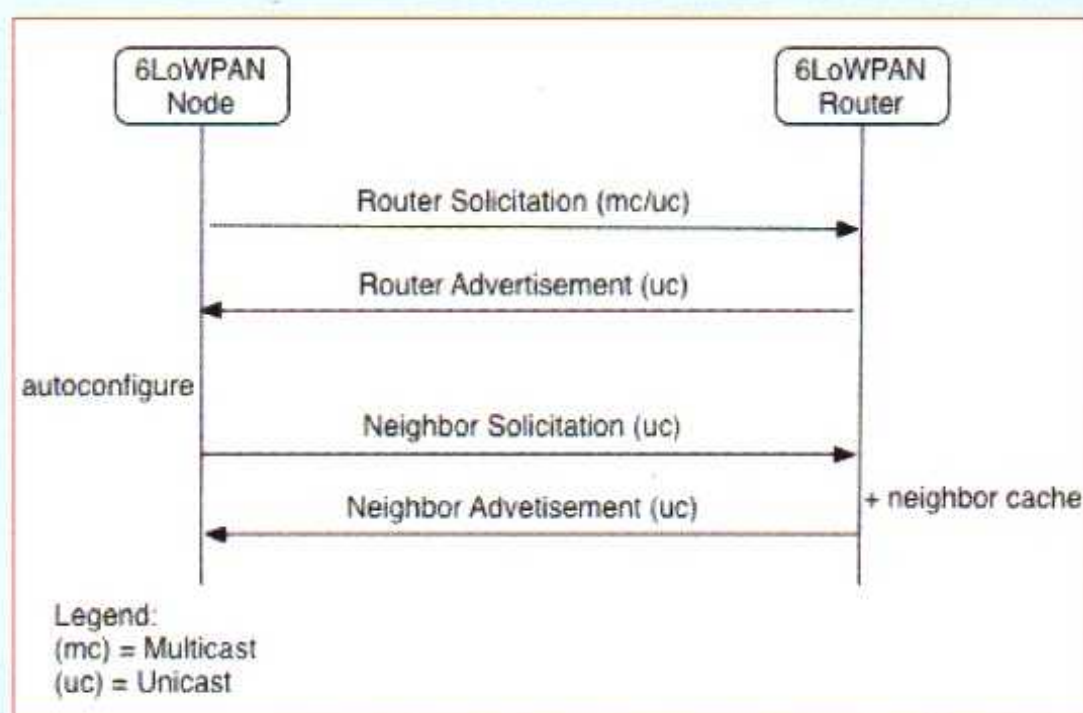


Fig. 3

lato un identificativo per il tracciamento del pacchetto dati all'interno della rete, ma anche il metodo col quale possiamo decidere se un pacchetto ricevuto va utilizzato oppure no. Infatti all'interno di una rete composta da più nodi il cui scopo è quello di inviare dati ad alcuni *mote* (parti elementari) e non ad altri, la lettura dei parametri "creator" e "owner" può essere la condizione discriminante per definire l'accesso al dato. La lettura del pacchetto e del parametro "length" è fondamentale, per esempio, durante il processo di incapsulamento, perché il pacchetto va allocato dinamicamente e quindi prima di tutto va letta la lunghezza del dato ricevuto e poi allocata nuova memoria e così ad ogni passo successivo.

Altrettanto è possibile fare, per esempio, con un parametro come il "destination_port" che, per esempio, può indicare che la comunicazione avvenga su UDP (Fig. 5).

La formulazione dell'indirizzo dipende anche dal tipo di dato utilizzato. In particolare, è possibile che gli indirizzi siano costituiti da

un numero di byte differente, ma soprattutto all'interno dell'indirizzo non tutti i campi hanno la stessa importanza. Su 8 byte in esadecimale, infatti, i primi due sono relativi al PAN-ID e saranno uguali per tutti mentre i successivi saranno necessariamente differenti. Quando si assegna un indirizzo e poi si gestiscono gli slot di comunicazione e si assegnano i canali e si negozia lo schedule (sia quando ci si basa sui Beacon, sia quando la gestione è centralizzata ed affidata al DAGRoot), l'indirizzo può essere fondamentale. I canali comunicativi possono essere aperti tra mote successivi, soltanto in alcuni punti della topologia, oppure possono essere dedicati. I canali, tra le altre cose, possono anche essere condivisi, il che vuol dire che sullo stesso viaggeranno dati in entrambe le direzioni TX ed RX (Fig. 6). Dal momento che lo stack protocollare

Fig. 5

```
// types of addresses
enum {
    ADDR_NONE           = 0,
    ADDR_16B            = 1,
    ADDR_64B            = 2,
    ADDR_128B           = 3,
    ADDR_PANID          = 4,
    ADDR_PREFIX         = 5,
    ADDR_ANYCAST        = 6,
};
```

prevede una serie di variabili per la gestione delle connessioni in entrambe le direzioni, è evidente che vanno definite delle variabili globali che poi, nel funzionamento ordinario, dovranno essere, a vari livelli dell'implementazione dello stack, utilizzate. Non soltanto, perché sarà indispensabile, per gli stessi motivi, definire le variabili globali delle applicazioni ogni volta che ne scriveremo una. Ecco perché qui vengono riportate le variabili globali per la gestione dello stack protocollare a livello High, ma sono anche definite le variabili che fanno capo al layer di trasporto. Concordemente, per una serie di esempi che servono a testare la funzionalità dei sensori a bordo della scheda, sono identificate le variabili di riferimento per l'utilizzo dei vari LED presenti oppure l'implementazione dei livelli di sicurezza previsti dallo standard quando

```
typedef struct {
    //admin
    uint8_t      creator;
    uint8_t      owner;
    uint8_t*     payload;
    uint8_t      length;
    //l4
    uint8_t      l4_protocol;
    bool         l4_protocol_compressed;
    uint16_t     l4_sourcePortOrIcmpv6Type;
    uint16_t     l4_destination_port;
    uint8_t*     l4_payload;
    uint8_t      l4_length;
};
```


Fig. 6

```
//MAClow<->MACHigh ("virtual components")
COMPONENT_SIXTOP_TO_IEEE802154E = 0x0a,
COMPONENT_IEEE802154E_TO_SIXTOP = 0x0b,
//MACHigh
COMPONENT_SIXTOP = 0x0c,
COMPONENT_NEIGHBORS = 0x0d,
COMPONENT_SCHEDULE = 0x0e,
COMPONENT_SIXTOP_RES = 0x0f,
//IPHC
COMPONENT_OPENBRIDGE = 0x10,
COMPONENT_IPHC = 0x11,
//IPv6
COMPONENT_FORWARDING = 0x12,
COMPONENT_ICMPv6 = 0x13,
COMPONENT_ICMPv6ECHO = 0x14,
COMPONENT_ICMPv6ROUTER = 0x15,
COMPONENT_ICMPv6RPL = 0x16,
//TRAN
COMPONENT_OPENTCP = 0x17,
COMPONENT_OPENUDP = 0x18,
COMPONENT_OPENCOAP = 0x19,
// applications
COMPONENT_C6T = 0x1a,
COMPONENT_CEXAMPLE = 0x1b,
COMPONENT_CINFO = 0x1c,
COMPONENT_CLEDS = 0x1d,
COMPONENT_CSENSORS = 0x1e,
COMPONENT_CSTORM = 0x1f,
COMPONENT_CWELLKNOWN = 0x20,
COMPONENT_TECHO = 0x21,
COMPONENT_TOHLONE = 0x22,
COMPONENT_UECHO = 0x23,
COMPONENT_UINJECT = 0x24,
COMPONENT_RRT = 0x25,
COMPONENT_SECURITY = 0x26,
```

viene trasferito il dato. È il caso di notare che queste sono definite in ordine progressivo e ciò perché si rispetta l'ordine in cui vengono utilizzate; ciò identifica e stabilisce anche una certa gerarchia (Fig. 7). L'importanza dell'ordinamento è fondamentale nell'interpretazione dei dati. Senza ordine corretto di lettura, tutto quello che riceviamo o leggiamo o proviamo ad interpretare è inutile. Soprattutto, facendo riferimento a quanto detto in precedenza, dal momento che i pacchetti vengono incapsulati in maniera tale da tenere traccia di quali sono le destinazioni e quali i contributi che vengono da ciascun layer. Se non si rispettano questi criteri, tutto quello che viene ricevuto e letto viene interpretato in maniera non corretta. Senza contare, poi, che quando si ha a che fare con dati digitali esistono tecniche che mirano a confinare l'errore il più possibile e molto

```
enum {
    OW_LITTLE_ENDIAN = TRUE,
    OW_BIG_ENDIAN    = FALSE,
};
```

Fig. 7

spesso vengono applicate manipolazione dei bit meno significativi per rendere la trasmissione del dato resistente e robusta rispetto alle componenti di rumore. Questi artifici passano sotto il nome di "dithering" ovvero una commutazione pressoché casuale che non altera la parte significativa del dato ma aiuta a nascondere o rendere meno significative le componenti di disturbo inevitabilmente presenti sul segnale. Nella Fig. 8 sono riportate una serie di condizioni di errore relative a diverse situazioni, da quello di sincronizzazione fino alla rilevazione di un pacchetto danneggiato oppure di un frame incompleto passando per diverse condizioni di overflow dovute, per esempio, ad un tempo di latenza troppo alto piuttosto che al fatto che l'intero pacchetto sia stato generato in maniera errata e contenga più dati. La gestione degli errori e la tipologia degli stessi ci aiuta a comprendere cosa stiamo sbagliando e perché. Anche in questo caso l'ordine progressivo suggerisce che le condizioni di errore siano state inserite secondo un criterio prima di tutto cronologico e comunque relativo al funzionamento e al meccanismo di trasmissione. E con lo stesso metodo con cui definiamo componenti, facciamo per gli errori. Specifiche condizioni possono, inoltre, essere utilizzate per svolgere funzioni di debug o per verificare l'esecuzione di porzioni di codice. Se utilizziamo le funzioni definite nella libreria con cui possiamo stampare su interfaccia seriale i messaggi di errore, possiamo introdurre alcune di queste condizioni all'interno del codice per verificare quando le condizioni sono vere, quali dati vengono effettivamente inviati, come vengono gestiti e così via dicendo. Altra componente fondamentale per il funzionamento di un protocollo di comunicazione sono i parametri IANA (Fig. 9). IANA è una sigla che identifica la **Internet Assigned Numbers Authority**, cioè un organismo il cui scopo è delegare la gestione di blocchi di indirizzi IP ad enti locali chiamati **Regional Internet Registries**, ciascuno dei quali assegna gli indirizzi per una specifica zona del mondo

Fig. 8

ERR_SYNCHRONIZED	= 0x1b,
ERR_LARGE_TIMECORRECTION	= 0x1c,
ERR_WRONG_STATE_IN_ENDFRAME_SYNC	= 0x1d,
ERR_WRONG_STATE_IN_STARTSLOT	= 0x1e,
ERR_WRONG_STATE_IN_TIMERFIRES	= 0x1f,
ERR_WRONG_STATE_IN_NEWSLOT	= 0x20,
ERR_WRONG_STATE_IN_ENDOFFRAME	= 0x21,
ERR_MAXTXDATAPREPARE_OVERFLOW	= 0x22,
ERR_MAXRXACKPREPARE_OVERFLOW	= 0x23,
ERR_MAXRXDATAPREPARE_OVERFLOW	= 0x24,
ERR_MAXTXACKPREPARE_OVERFLOW	= 0x25,
ERR_WDDATADURATION_OVERFLOW	= 0x26,
ERR_WDRADIO_OVERFLOW	= 0x27,
ERR_WDRADIOTX_OVERFLOW	= 0x28,
ERR_WDACKDURATION_OVERFLOW	= 0x29,
// general	
ERR_BUSY_SENDING	= 0x2a,
ERR_UNEXPECTED_SENDDONE	= 0x2b,
ERR_NO_FREE_PACKET_BUFFER	= 0x2c,
ERR_FREEING_UNUSED	= 0x2d,
ERR_FREEING_ERROR	= 0x2e,
ERR_UNSUPPORTED_COMMAND	= 0x2f,
ERR_MSG_UNKNOWN_TYPE	= 0x30,
ERR_WRONG_ADDR_TYPE	= 0x31,
ERR_BRIDGE_MISMATCH	= 0x32,
ERR_HEADER_TOO_LONG	= 0x33,
ERR_INPUTBUFFER_LENGTH	= 0x34,
ERR_BOOTED	= 0x35,
ERR_INVALIDSERIALFRAME	= 0x36,
ERR_INVALIDPACKETFROMRADIO	= 0x37,
ERR_BUSY_RECEIVING	= 0x38,
ERR_WRONG_CRC_INPUT	= 0x39,
ERR_PACKET_SYNC	= 0x3a,
ERR_SECURITY	= 0x3b,

ed a loro volta formano un ente che prende il nome di **Number Resource Organization**, che ha lo scopo di definire le politiche di assegnazione e gestione degli indirizzi. Infatti, i parametri protocollari sono definiti in funzione del livello di riferimento. In questo caso non c'è molto da commentare, salvo che l'introduzione e la gestione di queste variabili è fondamentale. In Fig. 10 vediamo come si gestiscono le funzioni di inizializzazione; le variabili, com'è buona norma, vanno inizializzate e in particolare ci serve indicare la dimensione della struttura che gestisce tutte le variabili protocollari. Pertanto va inizializzata a 0 una quantità di memoria

Fig. 9

```
// protocol numbers, as defined by the IANA
enum {
    IANA_IPv6HOPOPT           = 0x00,
    IANA_TCP                   = 0x06,
    IANA_UDP                   = 0x11,
    IANA_IPv6ROUTING          = 0x03,
    IANA_IPv6ROUTE             = 0x2b,
    IANA_ICMPv6                = 0x3a,
    IANA_ICMPv6_ECHO_REQUEST   = 128,
    IANA_ICMPv6_ECHO_REPLY     = 129,
    IANA_ICMPv6_RS             = 133,
    IANA_ICMPv6_RA             = 134,
    IANA_ICMPv6_RA_PREFIX_INFORMATION = 3,
```

della stessa dimensione della struttura. La stessa cosa facciamo per tutte le variabili che servono a effettuare il debug e gestire le condizioni di errore, dopodiché dobbiamo decidere se lavoriamo con un solo canale di sincronizzazione, facendo riferimento ad un parametro specifico tra le variabili, oppure no. Se l'ACK è abilitato, verranno inviati pacchetti con questo scopo sul canale comunicativo; altrimenti no. Siccome per la prova che è stata effettuata non necessitava abilitare il protocollo di sicurezza e che l'abilitazione era dichiarata come una variabile booleana, in questo caso è stata impostata al valore logico FALSE. Viene poi definito il metodo

```
// initialize variables
memset(&ieee154e_vars,0,sizeof(ieee154e_vars_t));
memset(&ieee154e_dbg,0,sizeof(ieee154e_dbg_t));

ieee154e_vars.singleChannel    = SYNCHRONIZING_CHANNEL;
ieee154e_vars.isAckEnabled     = TRUE;
ieee154e_vars.isSecurityEnabled = FALSE;
// default hopping template
memcpy(
    &(ieee154e_vars.chTemplate[0]),
    chTemplate_default,
    sizeof(ieee154e_vars.chTemplate)
);

if (idmanager_getIsDAGroot()==TRUE) {
    changeIsSync(TRUE);
} else {
    changeIsSync(FALSE);
}

resetStats();
ieee154e_stats.numDeSync      = 0;

// switch radio on
radio_rfOn();

// set callback functions for the radio
radio_setOverflowCb(isr_ieee154e_newSlot);
radio_setCompareCb(isr_ieee154e_timer);
radio_setStartFrameCb(ieee154e_startOfFrame);
radio_setEndFrameCb(ieee154e_endOfFrame);
```

Fig. 10

predefinito con il quale deve avvenire l'hop e così di conseguenza la verifica che, qualora il nodo sia root, la sincronizzazione possa avvenire. Nessun nodo che non sia root può gestire una condizione del genere e può garantire la sincronizzazione, per ovvi motivi. Le altre condizioni sono abbastanza autoesplicative: si abilita l'interfaccia radio e si impostano i parametri che servono alla gestione della trasmissione dei dati (Fig. 11). Molto spesso risulta poco chiaro come fare a gestire un dato, scrivere un parametro, aggiornare un indice. Ma lavorare su un pacchetto significa conoscerne la dimensione, poterne stimare i valori oppure ricavarli oppure impostarli ad un numero che scegliamo. Supponiamo, come nell'esempio che abbiamo appena visto, di voler creare una quota del payload all'interno della quale allocare delle informazioni che desideriamo: in particolare, 5 byte che vengono inizializzati ad un valore e poi aggiornati, più due byte dell'ID (quelli riguardanti lo specifico nodo). Dobbiamo aggiornare quei 5 byte ogni volta che avviene una trasmissione, perché vengono utilizzati come marca temporale (timestamp) per stabilire la differenza tra la trasmissione di un pacchetto e la successiva. Ebbene, a livello applicativo il dato può essere scritto con questa soluzione; a livello protocollare definiremo una funzione che materialmente scrive il dato puntando sempre a **pkt->payload[0 - 5]**.

Ricordate quando abbiamo scritto che la topologia è impostabile e vi avremmo fatto vedere come? Bene, è arrivato il momento: guardate il codice nel **Listato 1**, dove un certo numero di nodi (quattro) riconosciuti per uno specifico byte degli 8 che compongono l'indirizzo, vengono impostati affinché possano comunicare soltanto con quelli con cui è previsto che instaurino comunicazioni

```
packetfunctions_reserveHeaderSize(pkt,sizeof(asn_t));
pkt->payload[0]=255;
pkt->payload[1]=255;
pkt->payload[2]=255;
pkt->payload[3]=255;
pkt->payload[4]=255;

packetfunctions_reserveHeaderSize(pkt,2);
p=idmanager_getMyID(ADDR_64B);
pkt->payload[0]=p->addr_64b[6];
pkt->payload[1]=p->addr_64b[7];
```

Fig. 11

Listato 1

```
bool topology_isAcceptablePacket(ieee802154_header_iht*
ieee802514_header) {
bool returnVal;
switch (idmanager_getMyID(ADDR_64B)->addr_64b[7]) {
case TOPOLOGY_MOTE1:
if (ieee802514_header->src.addr_64b[7]==TOPOLOGY_MOTE2) {
returnVal=TRUE;
} else {
returnVal=FALSE;
}
break;
case TOPOLOGY_MOTE2:
if (ieee802514_header->src.addr_64b[7]==TOPOLOGY_MOTE1 ||
ieee802514_header->src.addr_64b[7]==TOPOLOGY_MOTE3) {
returnVal=TRUE;
} else {
returnVal=FALSE;
}
break;
case TOPOLOGY_MOTE3:
if (ieee802514_header->src.addr_64b[7]==TOPOLOGY_MOTE2 ||
ieee802514_header->src.addr_64b[7]==TOPOLOGY_MOTE4) {
returnVal=TRUE;
} else {
returnVal=FALSE;
}
break;
case TOPOLOGY_MOTE4:
if (ieee802514_header->src.addr_64b[7]==TOPOLOGY_MOTE3) {
returnVal=TRUE;
} else {
returnVal=FALSE;
}
break;
default:
returnVal=TRUE;
}
return returnVal;
}
```

in ingresso e in uscita. Gli altri non saranno visibili, quindi non saranno possibili interazioni o comunicazioni. È importante sottolineare che la topologia non deve essere fissa; ciò che vogliamo da questi sensori e che siano in grado di connettersi e scambiare informazioni, e che l'informazione segua un percorso prestabilito, anche perché ciò assicura che la rete possa ospitare nuovi nodi in maniera dinamica. Perciò il procedimento illustrato va inteso come verifica della funzionalità e come un esercizio di programmazione.

Notate che i codici riportati in queste pagine sono parte di un lavoro basato sul modulo TI CC2420, una board TelosB e un sistema operativo open source chiamato OpenWSN e li abbiamo utilizzati perché compatibili con la scrittura di firmware SimpleLink Sensor Tag. Con quest'ultima nota si conclude questa puntata; a partire dalla prossima "metteremo le mani" sui software per gestire i SensorTag e inizieremo a lavorare sui nostri progetti.

Incontri ravvicinati del terzo tipo... scopri la nuova **Raspberry Pi 3**

 **Bluetooth™**

 **Wi-Fi**



€49,90

| cod. 8968660RS |

Raspberry Pi 3 Tipo B

- ✓ Processore quad-core Cortex-A53 Broadcom BCM2837 1.2 GHz ARM con GPU dual-core VideoCore 4
- ✓ Memoria SDRAM LPDDR2 1 GB
- ✓ Modulo Wi-Fi BCM43143 integrato
- ✓ Modulo Bluetooth (BLE) integrato
- ✓ Uscita video HD 1080p
- ✓ Ethernet RJ45 10/100 BaseT
- ✓ Uscita video/audio HDMI 1.3 e 1.4
- ✓ Jack femmina per uscita audio/video composito da 3,5 mm
- ✓ 4 porte USB 2.0 con uscita fino a 1,2 A
- ✓ Connettore a 15 vie per videocamera Raspberry Pi ad alta definizione
- ✓ Connettore interfaccia seriale per display a 15 vie
- ✓ Connettore MicroSD
- ✓ Connettore a 40 pin per GPIO e bus seriali
- ✓ Alimentazione 5 Vdc a 2,5 A tramite micro USB
- ✓ Dimensioni 86x56x17 mm
- ✓ Supporta Raspbian, Windows 10 IoT, OpenELEC, OSMC, Pidora, Arch Linux, RISCOS e altro ancora!

Vastissima gamma di accessori su www.futurashop.it

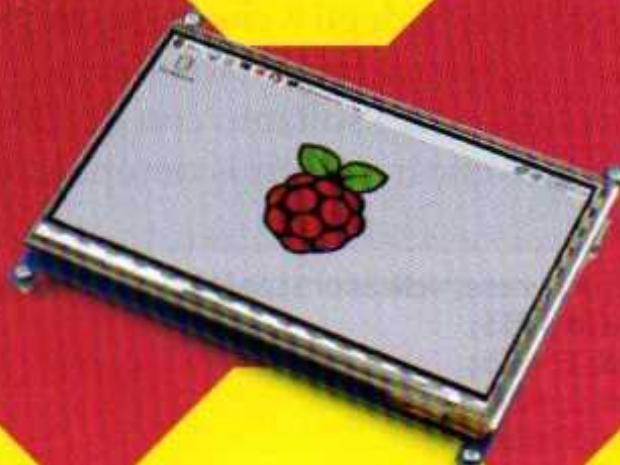
**Telecomando IR
con ricevitore**

**Tastiera touch
a 16 pulsanti**

**Telecamera
da 5 megapixel
con LED IR,
sensore da 1/4"
e focale da
3,6 mm**

**Display a colori
da 7" 1024x600
pixel con touch
screen
capacitivo**

**Fotocamera
da 5 megapixel
con ripresa
video HD**



€12,00

| cod. RASPREMOTEKIT |

€10,80

| cod. RPITOUCHKEY |

€60,00

| cod. RASPBERRYCAMIR |

€68,00

| cod. 7INCHHDMI |

€29,00

| cod. 7757731RS |

**FUTURA
ELETTRONICA®**
www.futurashop.it

Futura Group srl
Via Adige, 11 • 21013 Gallarate (VA)
Tel. 0331/799775 • Fax. 0331/792287

Caratteristiche tecniche di questi prodotti
e acquisti on-line su www.futurashop.it

Inaugurato Stillwater, l'impianto ibrido a tre rinnovabili di Enel Green Power

Alla presenza del Presidente del Consiglio italiano Matteo Renzi è stata inaugurato l'impianto ibrido rinnovabile di Stillwater di Enel Green Power a Fallon, nel Nevada. Stillwater è la prima centrale al mondo a combinare tecnologie basate sul geotermico a ciclo binario a media entalpia, il solare termodinamico e il solare fotovoltaico nello stesso sito.

L'integrazione di diverse tecnologie di generazione in un unico sito permette di incrementare la disponibilità della risorsa energetica rinnovabile e ridurre l'intermittenza. Il geotermico e il solare (termodinamico e fotovoltaico) sono complementari, poiché la produzione del solare

aumenta nei giorni più caldi e soleggiati dell'anno, quando l'efficienza termica dell'impianto geotermico è inferiore. La maggiore erogazione di potenza nelle ore di picco consente inoltre un profilo di produzione più load-following. Nel contempo, la condivisione delle infrastrut-

ture esistenti promuove un risparmio dei costi e una riduzione dell'impatto ambientale dell'impianto per unità di energia prodotta e consegnata. In base ai risultati di una ricerca condotta fra marzo e dicembre 2015, l'integrazione di un impianto solare termodinamico a 2 MW con un geotermico a 33,1 MW ha consentito un incremento complessivo della produzione di Stillwater del 3,6% rispetto al solo geotermico. Questi risultati sono stati ulteriormente confermati da uno studio sull'integrazione fra geotermico e solare termico.

www.enelgreenpower.com



Quasi 300 mila ordini per la Tesla Model 3

È la più grande scommessa della sua vita e la più colossale operazione di crowdfunding mai portata a termine: stiamo parlando della presentazione da parte di Elon Musk e della successiva raccolta ordini della nuova vettura elettrica – la Tesla Model 3 – che, se tutto andrà per il verso giusto, segnerà una svolta epocale nel mercato dell'automobile. Insieme ai sistemi di guida autonoma, sarà infatti la trazione elettrica che cambierà nei prossimi 10-15 anni le nostre abitudini e tutto quanto ruota attorno al mondo dell'automobile. I numeri sono impressionanti: dopo tre giorni di pre-ordini, quasi 300 mila persone da tutto il mondo avevano prenotato una Model 3 per un importo di circa 10-15 miliardi di dollari di fat-

turato (nel momento in cui gli ordini diventeranno vere e proprie vendite). Intanto Elon Musk ha incamerato 300 milioni di dollari di acconti che sicuramente consentiranno di accelerare l'avvio della produzione.

Se Elon Musk e la sua Tesla Motors riusciranno a mantenere la promessa e consegnare le vetture nei tempi previsti (... e la Model 3 manterrà le prestazioni dichiarate), tutti gli altri produttori dovranno ripensare rapidamente le proprie strategie. Una volta abituati alla trazione elettrica, nessuno ne potrà più fare a meno, anche perché, grazie all'efficienza del motore elettrico, il costo di esercizio di una vettura di questo tipo è pari alla metà di quello di una vettura con motore endotermico.

E tutto questo senza considerare gli aspetti legati all'inquinamento.

Tornando alla nuova nata di casa Tesla, Model 3 combina autonomia, prestazioni, sicurezza e spazio in una berlina premium: l'autonomia è di 345 km con accelerazione da 0 a 100 km/h in meno di 6 secondi. Gli interni sono in grado di accogliere 5 adulti mentre le dotazioni di sicurezza sono al top nella sua categoria. Il tutto ad un prezzo (base) di 35 mila dollari, che sicuramente lieviterà a causa dei numerosi optional ma che potrà calare sensibilmente in virtù degli incentivi locali e statali.

Le consegne sono previste per la fine del 2017.

www.teslamotors.com



Più vicina la produzione sostenibile di idrogeno



Produrre idrogeno e ossigeno dall'acqua può sembrare fantascientifico, ma è l'obiettivo di chimici e ingegneri dei materiali come il professor Paolo Fornasiero e il dr. Tiziano Montini dell'Università di Trieste, dell'Istituto ICCOM-CNR e del Consorzio INSTM. Esperti

nel campo della catalisi, e in particolare della fotocatalisi - metodo che usa la luce e un catalizzatore per accelerare reazioni chimiche - i ricercatori hanno mosso un importante passo verso tale traguardo modificando la struttura di un materiale comune, l'ossido di

Aria liquida per immagazzinare energia

Il prezzo dell'energia prodotto da fonti rinnovabili ha ormai raggiunto quello dell'energia prodotta con combustibili fossili, tanto che, ormai, in molti paesi le rinnovabili forniscono dal 15 al 40 % dell'energia elettrica consumata.

Oltre questi valori è molto difficile andare a causa della discontinuità delle fonti rinnovabili, a meno di non disporre di sistemi di accumulo di grande capacità ed efficienza. È proprio sulle tecnologie di stoccaggio che si gioca il futuro delle rinnovabili, con la possibilità di incrementare notevolmente queste percentuali sino, al limite, ad arrivare a coprire il 100% della produzione con fonti rinnovabili qualora si disponga di un efficiente sistema di stoccaggio.

In risposta a questa esigenza, una delle tecnologie più promettenti è quella conosciuta come LAES (Liquid Air Energy Storage), che utilizza aria liquida per creare un sistema di accumulo di energia di lunga durata. Il processo prevede la trasformazione dell'aria allo stato gassoso in aria liquida a -196 gradi con l'immagazzinamento in un serbatoio isolato.

Per ricavare energia si genera, tramite scambiatori di calore, un fluido termovettore intermedio che produce un gas ad alta pressione che viene poi usato per azionare la turbina e generare elettricità. 700 litri di aria ambiente possono essere ridotti a solo litro di aria liquida, con una significativa capacità di accumulo di energia. Leader di questa tecnologia è la società Highview Power Storage che sta realizzando un impianto pilota da 5 MW, grazie anche al contributo di otto milioni di sterline del Department of Energy and Climate Change inglese. Tra gli altri vantaggi, questa tecnologia di stoccaggio su larga scala non presenta limitazioni geografiche, nel senso che può essere dispiegata ovunque, al contrario di altre tecnologie come il pompaggio idrico o lo stoccaggio di aria compressa in pozzi petroliferi in disuso. Il sistema LAES può anche migliorare la propria efficienza mediante lo sfruttamento di fonti di calore di scarto prodotte da impianti industriali come le acciaierie.

www.highview-power.com



Arriva a Milano il container itinerante per la raccolta dei rifiuti elettrici ed elettronici

Lampadine esauste, asciugacapelli malfunzionanti, vecchi cellulari, tostapane arrugginiti: i milanesi potranno disfarsene più facilmente. Con l'iniziativa "RAEE Parking" si avvia infatti il progetto sperimentale di raccolta "itinerante" dei rifiuti elettrici ed elettronici.

Un container completamente automatizzato girerà per la città, stazionando in cinque diverse postazioni per un periodo di circa 2 mesi ciascuna, consentendo ai cittadini di conoscere ed usufruire del servizio. Per utilizzarlo l'utente che si reca al container dovrà inserire nell'apposita fessura la Carta Regionale dei Servizi (CRS) e selezionare il tipo di rifiuto che intende conferire, inserendolo successivamente all'interno dello sportello dedicato che si aprirà automaticamente. I cittadini che utilizzano il container potranno partecipare, previa registrazione, ad un concorso a premi.

"La raccolta differenziata a Milano ha raggiunto il 53% - sottolinea l'assessore alla Mobilità e Ambiente Pierfrancesco Maran - con una crescita di 20 punti percentuali in soli tre anni che ci ha portato ad essere una delle città più virtuose d'Europa. Con questo nuovo progetto sperimentiamo nuove modalità di raccolta, offrendo ai cittadini un servizio innovativo e sensibilizzandoli ad una tipologia di raccolta molto importante per l'ambiente".

"Con questo progetto ci rivolgiamo prevalentemente ai piccoli rifiuti elettronici come cellulari e tablet, lampa-

titano (detto titania), per produrre idrogeno in modo più efficace a partire da composti derivati da biomasse. Frutto di una pluriennale collaborazione internazionale con le prestigiose università americane UPenn e Drexel di Philadelphia e di Stanford, con l'università

di Cadice in Spagna e l'istituto di catalisi di Liebniz, la ricerca ha dimostrato che nanobastoncini di titania, 1000 volte più piccoli del diametro di un capello, producono idrogeno tanto più velocemente quanto più sono lunghi. Siccome il processo di sintesi di questi

piccoli bastoncini è relativamente semplice da riprodurre anche su larga scala, questa scoperta potrebbe avere importanti implicazioni in futuro.

www.units.it

dine a risparmio energetico e schermi di ridotte dimensioni: sono i rifiuti che più facilmente sfuggono ad una corretta raccolta", afferma il presidente del consorzio Ecolight Walter Camarda. "L'iniziativa, che è frutto del progetto europeo Identis WEEE per l'individuazione di innovativi strumenti di raccolta, contribuirà a raggiungere gli obiettivi di raccolta che l'Europa ha indicato per quest'anno: dagli attuali 4,1 kg di RAEE per abitante (5,2 per quanto riguarda la Lombardia) dovremo arrivare a circa 5,8 kg procapite".

Ecolight si farà carico dei costi di fornitura e vuotatura del container, nonché di gestione e manutenzione del software e del materiale informativo all'avvio del servizio. Metterà inoltre a disposizione i premi in palio per i cittadini più virtuosi.

Il concorso "PreMIami" si svolgerà dal 21 marzo al 20 gennaio 2017 ed è aperto alla partecipazione di tutti i cittadini residenti e domiciliati a Milano. Ecolight metterà a disposizione 12 biciclette elettriche, 9 delle quali verranno assegnate al cittadino di ogni zona che alla fine del concorso avrà totalizzato il maggior punteggio grazie ai conferimenti effettuati presso il RAEE Parking o il CAM, mentre le 3 restanti saranno estratte tra tutti i cittadini che avranno preso parte al concorso e conferito almeno un rifiuto.

www.ecolight.it



Ridurre costi ed energia per depurare l'acqua

ENEA ha presentato un innovativo sistema per la gestione automatizzata degli impianti di depurazione delle acque reflue che consente risparmi del 36% circa sui consumi energetici totali e del 15% sui costi di gestione, oltre a garantire una maggiore efficienza dei processi biologici di rimozione degli inquinanti.

Prima di essere reimmesse nei vari bacini idrici, le acque reflue debbono essere depurate in quanto contengono spesso concentrazioni molto elevate di inquinanti quali ammoniaca, azoto e fosforo. Attraverso l'utilizzo di sonde, il sistema brevettato dall'ENEA consente un controllo automatizzato, efficiente e a costi contenuti dei processi di completa rimozione dell'azoto. Il brevetto - che verrà presto applicato su un impianto in larga scala - consente inoltre una gestione semplificata dei sistemi di aerazione (responsabili del 75% dei consumi), riducendo fino al 60% l'aria utilizzata nelle vasche di trattamento delle acque.

L'invenzione, messa a punto nel Centro Ricerche ENEA di Bologna, si colloca nel più ampio contesto della ricerca di soluzioni per ridurre i consumi energetici e i relativi costi di smaltimento delle acque reflue. Secondo l'EPA, l'Agenzia statunitense per la protezione dell'ambiente, il 3% dell'intero consumo di energia elettrica degli Stati Uniti è legato al trattamento delle acque reflue. In Italia, l'Autorità per l'Energia Elettrica il Gas e il Sistema Idrico (AEEGSI) valuta in circa 7,5 miliardi di kWh/anno i consumi del servizio idrico integrato, circa il 2,3% dell'intero fabbisogno.

L'ENEA è attualmente impegnata nell'integrazione di tecnologie consolidate per il trattamento anaerobico delle acque reflue (come l'Upflow Anaerobic Sludge Blanket) con processi

di filtrazione a membrana e sistemi di rimozione biologica dell'azoto (ad esempio il processo Anammox, di cui oggi ci sono almeno 25 impianti in piena scala operanti nel mondo, ma nessuno in Italia). Sono allo studio altre opzioni tecnologiche per il recupero di energia dai reflui come la produzione di idrogeno, celle a combustibile microbiche, celle elettrolitiche microbiche.

www.enea.it

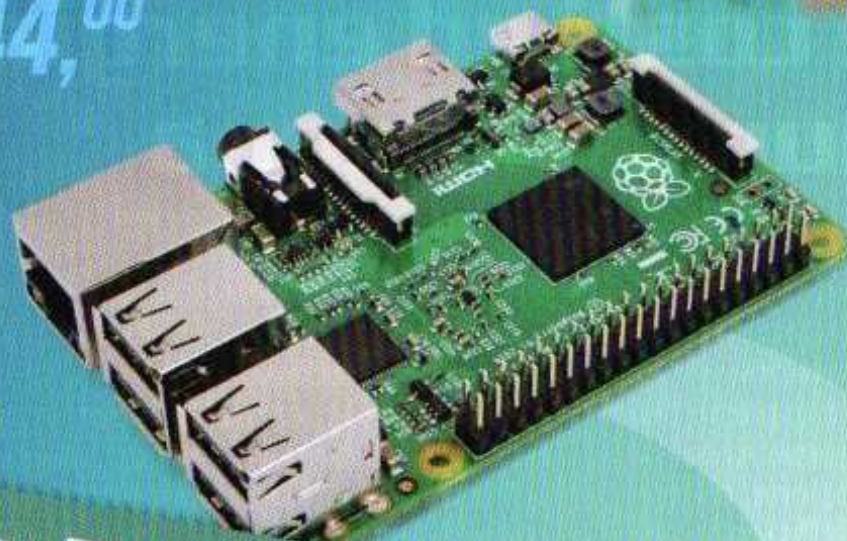


RandA

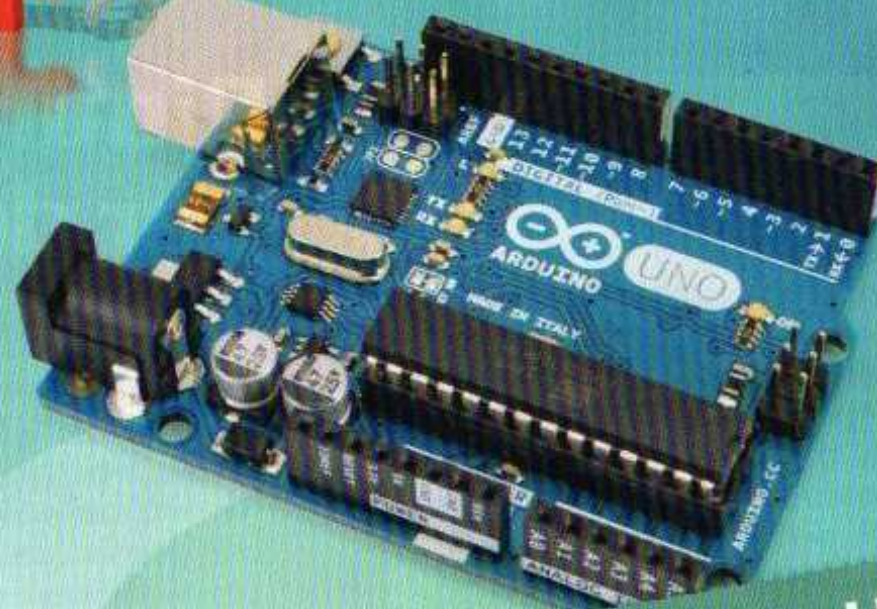
Un ibrido dalle grandi potenzialità!

cod. 8326274RS

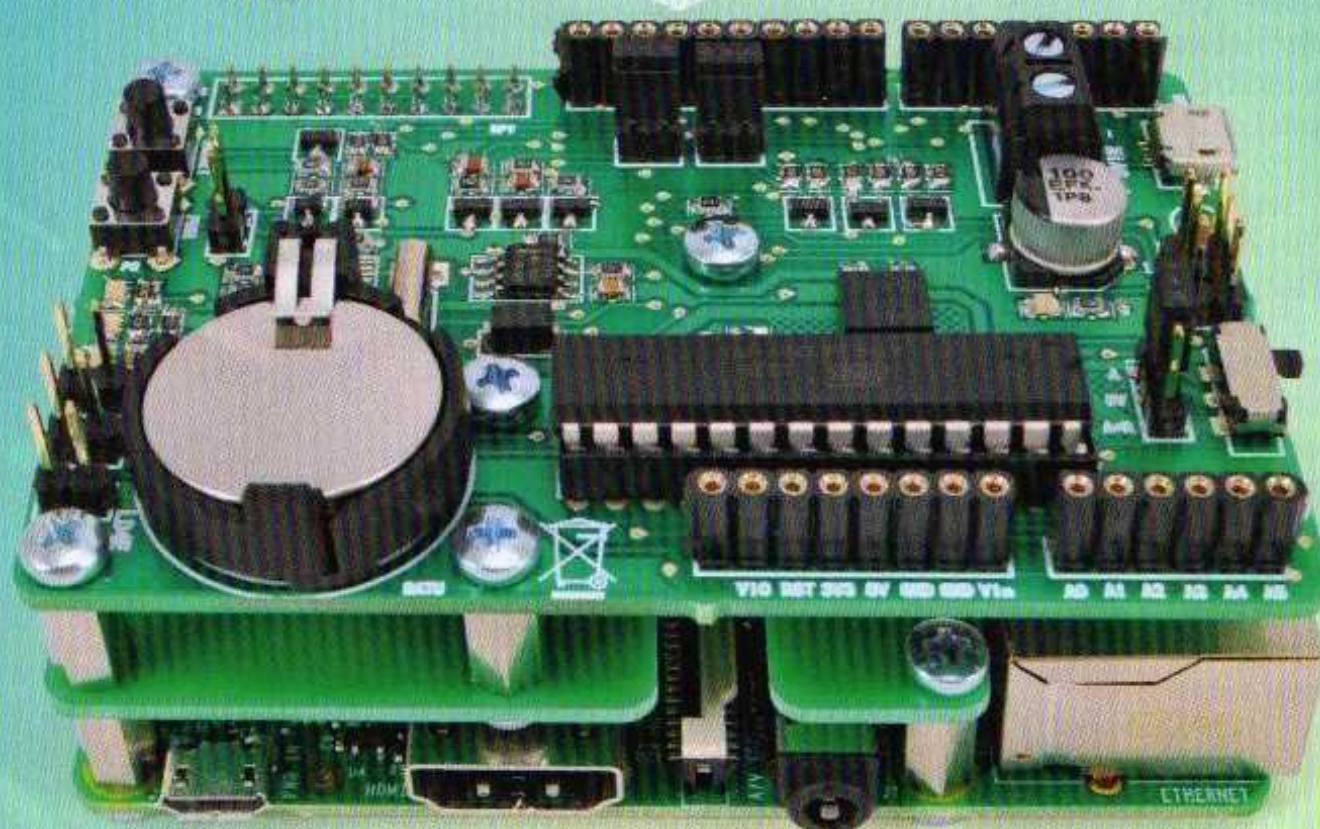
€ 44,00



Raspberry Pi 2 Tipo B



Arduino UNO



RandA

cod. RANDA

€ 39,00

RandA* (Raspberry e Arduino) è una scheda per Raspberry Pi con processore Atmel ATmega 328, RTC e accensione/spegnimento da pulsante o da orologio.

Consente di sfruttare la dotazione hardware e le enormi potenzialità della piattaforma Linux Raspberry Pi e la quantità di shield e sketch per il mondo Arduino.

È il modo migliore di far collaborare Raspberry e Arduino sfruttando le specifiche caratteristiche di entrambi in molteplici configurazioni.

*La scheda Raspberry Pi è necessaria per il funzionamento di RandA ma non è compresa.