

Elettronica In

www.elettronica.in.it

€ 6,00 - Anno XXII - n. 204 - APRILE 2016



- **KeyChainino:**
portachiavi mille usi
- **RTC shield per Arduino
e Raspberry Pi**



- **Raspberry Pi 3:**
intervista a
Eben Upton
- **Domotica
Open Source con
i moduli UDOiT**
- **Conosciamo
gli accelerometri**
- **Torpedo: lo switching
per tutti gli usi**



SVILUPPARE APP ANDROID CON
Processing



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 Sfulcini, Filippo Gori
(Alessia.Sfulcini@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.DI.P. Angelo Patuzzi S.p.A.
via Bettola 18 - 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Telefono 02-660301 Fax 02-66030320

Stampa:

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

Elettronica In:

Rivista mensile registrata presso il Tribunale di Milano con il n. 245 il 3-05-1995.

Prezzo di copertina Euro 6,00. Gli arretrati nei formati cartaceo e digitale (pdf) sono acquistabili sul sito della rivista al prezzo di Euro 6,00.

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

FUTURA GROUP srl è iscritta al Registro Operatori della Comunicazione n. 23650 del 2/7/2013.

Impaginazione ed immagini sono realizzati in Desktop Publishing con programmi Adobe InDesign e Adobe Photoshop per Windows.

Tutti i contenuti della Rivista sono protetti da Copyright. Ne è vietata la riproduzione, anche parziale, la traduzione e più in generale la diffusione con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione scritta da parte dell'Editore. I circuiti, il firmware ed il software descritti sulla Rivista possono essere realizzati solo per uso personale, ne è proibito lo sfruttamento a carattere commerciale e industriale. Tutti possono collaborare con 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

Raspberry Pi, ancora una volta protagonista

Che dire? Ancora una volta Eben Upton e la Fondazione Raspberry Pi sono al centro dell'interesse sia della comunità di maker che di quanti si occupano di elettronica in ambito professionale. Non che qualcuno si fosse dimenticato delle board col simbolo del lampone, tutt'altro. In questi quattro anni di attività l'incremento delle vendite è stato costante, sostenuto anche da un preciso e continuo supporto software da parte della Fondazione. Oltre che, naturalmente, dalle qualità intrinseca delle board; in particolare della versione 2 che è stata venduta in più di tre milioni di esemplari, portando a circa 8 milioni il numero complessivo di schede Raspberry Pi prodotte e vendute.

Non osiamo immaginare cosa succederà con il nuovo modello Pi3, ancora più potente e dotato di connettività wireless: questa volta davvero un PC a tutti gli effetti al prezzo di poche decina di euro.

D'altra parte lo scopo della Fondazione è sempre stato quello di riuscire a creare un prodotto alla portata di tutti, dagli studenti dei paesi in via di sviluppo a chiunque volesse imparare a programmare ed entrare in possesso di un potente strumento con cui dare libero sfogo alla propria creatività. Un prodotto che ormai ha una presenza stabile anche nel mondo dell'industria: dopo gli iniziali pregiudizi nei confronti di una scheda che appariva troppo "consumer" per un impiego professionale, sono sempre di più le

board Raspberry Pi che si incontrano nelle fabbriche e nei laboratori. Per non parlare delle Scuole. Merito anche di una grande comunità che ha realizzato migliaia di applicazioni rendendole disponibili a chiunque, nell'ottica dell'open source. Anche noi, nel nostro piccolo, continuiamo ad utilizzare questa piccola, grande board per i nostri prototipi, come nel caso dello scanner 3D proposto in questo numero, e che utilizza proprio una scheda di questo tipo.

Un progetto, quello della Fondazione Raspberry Pi, che continua a crescere e a rinnovarsi. Dopo la versione "Zero" proposta pochi mesi fa, ecco dunque RaspberryPi 3 che, come afferma

Eben Upton nell'intervista a pagina 45, renderà più semplici le applicazioni in ambito IoT grazie alla connettività Bluetooth e Wi-Fi, mentre il supporto a 64 bit ridurrà al minimo le differenze con un tradizionale PC.




Arsenio Spadoni

(Arsenio.Spadoni@elettronica.in.it)

Sommario

Aprile 2016
n. 204



IN COPERTINA:

Un progetto completo di Scanner Laser 3D e la nuova board Fishino Mega sono i due progetti di punta di questo numero della rivista.

ARTICOLI

25 GADGET KEY CHAININO: PORTACHIAVI MILLEUSI

Basato su un'architettura Arduino, realizza giochi elettronici e animazioni pilotando una matrice di LED secondo una speciale modalità di multiplex.



33 AUDIO FINALE BF 15+15W

Compatto amplificatore stereo utilizzabile in casa come in auto, ma anche per sostituire stadi di potenza guasti o realizzare finali da banco per l'analisi di apparati audio.



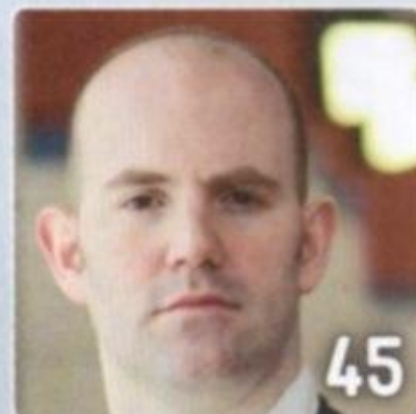
39 LABORATORIO TORPEDO, LO SWITCHING PER TUTTI GLI USI

Spiegata la teoria, vediamo in pratica il progetto dell'alimentatore SEPIC. Seconda ed ultima puntata.



45 ATTUALITÀ INTERVISTA A EBEN UPTON

Il team di Raspberry Pi ha recentemente presentato un nuovo modello del "single-board computer" più famoso al mondo: il Raspberry Pi 3. Abbiamo chiesto al fondatore, Eben Upton, di parlarci di questa nuova creazione.



ELENCO INSERZIONISTI

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

49



MONDO 3D

SCANNER TRIDIMENSIONALE

Utilizzando Raspberry Pi, realizziamo uno scanner per acquisire modelli tridimensionali, che proponiamo in due versioni: dapprima quella con telecamera e laser e poi una a ripresa delle immagini. Prima puntata.

La tiratura di questo numero è stata di 18.500 copie.



Mensile associato all'USPI,
Unione Stampa Periodica Italiana

RUBRICHE

- 01 EDITORIALE
- 05 ELETTRONICA INSIEME
- 12 APPUNTAMENTI
- 17 EVENTI
- 21 COMPONENTI & SISTEMI
- 113 SCIENZA & TECNOLOGIA
- 125 RINNOVABILI

63

TECNOLOGIA
CONOSCIAMO
GLI ACCELEROMETRI

Molte applicazioni hi-tech per smartphone e tablet utilizzano funzionalità rese possibili dall'integrazione di un accelerometro. Scopriamo come funziona questo componente e in che modo si utilizza.



63

75

APPLICAZIONI
RTC SHIELD
PER ARDUINO E RASPBERRY PI

Utilizziamo un nuovo Real Time Clock di Microchip rendendolo disponibile su uno shield per le due schede di prototipazione. Prima puntata.



75

91

ARDUINO
FISHINO DIVENTA MEGA

La nostra versione della popolare e potente Arduino MEGA, basata su un hardware rivisitato specialmente nella sezione di alimentazione.



91

103

DOMOTICA
DOMOTICA OPEN SOURCE
CON I MODULI UDOIT

Adattiamo la board RFTide FT1083K per utilizzarla con il sistema di controllo domotico UDOIT con lo scopo di attivare un segnalatore luminoso e/o una sirena in caso di intrusione.



103

117

DIDATTICA
CORSO: SVILUPPARE
APP ANDROID
CON PROCESSING

Impariamo a programmare per Android con l'ambiente di sviluppo Processing installato direttamente sul dispositivo mobile. Sesta ed ultima puntata.



117

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

Un videocitofono collegato a Internet

Vorrei realizzare un dispositivo che mi inviasse un avviso sul mio smartphone quando qualcuno suona al campanello di casa...

Luigi Varan - Venezia

Per ottenere questa funzionalità puoi sfruttare uno dei vari telecontrolli GSM descritti in passato sulla rivista. Sarà sufficiente mettere in parallelo il pulsante di chiamata del tuo videocitofono con l'ingresso del telecontrollo (verifica che i due elementi siano disaccoppiati). Quest'ultimo andrà ovviamente programmato col numero dell'utente (o degli utenti) a cui inviare l'SMS e dovrà essere munito di SIM. In ogni caso non potrai mai sapere chi ha suonato al tuo campanello. Se, invece, il tuo scopo è quello di sapere chi sta suonando alla tua abitazione, e magari vedere e parlare con questa persona, il nostro consiglio è quello di installare e utilizzare un videocitofono Ethernet o Wi-Fi.

La vendita di questi dispositivi ha conosciuto negli ultimi mesi un vero e proprio boom, in quanto consentono di utilizzare lo smartphone come unità ricevente della chiamata, sia che tu sia in casa che in qualsiasi altro luogo. Il videocitofono, infatti, funziona sostanzialmente come una telecamera IP con audio bidirezionale e ti consente di vedere chi è davanti alla tua porta, effettuare una conversazione e, nel caso, aprire l'elettroserratura. Il tutto senza alcun costo aggiuntivo, in quanto il videocitofono si connette alla tua rete Internet di casa, via cavo o tramite Wi-Fi (è ovvio che devi avere un abbonamento attivo).

L'impiego di una connessione Wi-Fi semplifica ulteriormente l'installazione evitando di dover utilizzare un cavo. Sullo smartphone andrà installata l'applicazione fornita insieme al videocitofono, app che dovrà girare in background. Un prodotto di questo tipo è disponibile sul catalogo Futura Elettronica (cod. 8220-SCAMSET8, Euro 179,00). Questo videocitofono



può funzionare con iOS e Android, è dotato di telecamera a colori da 1 Megapixel, LED infrarossi per la visione notturna, motion detection e contenitore in metallo a prova di vandalo. Il dispositivo può funzionare sia in modo tradizionale, ovvero quando un visitatore preme il pulsante lo smartphone comincia a suonare, permettendoti di rispondere, vedere chi è alla porta e aprire il cancello (funzione disponibile solo al ricevimento di una chiamata sullo smartphone/tablet), che per registrare un video tramite motion detection o manualmente. Il tutto direttamente e comodamente dal tuo smartphone o tablet, da qualsiasi parte del mondo. Il videocitofono è dotato sia di Wi-Fi che di connessione Ethernet, da utilizzare a seconda delle proprie esigenze, mentre il router non necessita di alcuna configurazione particolare.

GPS con precisione di un centimetro

Vorrei ottenere dal mio GPS montato su un rover controllato a distanza una precisione di alcuni centimetri anziché di alcuni metri. Ho letto recentemente della disponibilità di un modello di GPS in grado di raggiungere queste prestazioni. Mi sapete dare qualche ulteriore informazione?

Giuseppe Rosi - Napoli

Probabilmente la notizia a cui fai rife-

rimento riguarda la disponibilità di un prodotto della società *u-blox*, una delle più innovative in questo campo, che recentemente ha presentato il sistema di localizzazione satellitare NEO-M8P in grado di offrire una precisione dell'ordine del centimetro.

In realtà nessun singolo ricevitore è in grado di offrire una precisione di questo tipo in quanto i segnali provenienti dai satelliti in orbita sono soggetti ad alcune alterazioni dovute alle cause più diverse: variazioni dell'orbita, propagazione nella ionosfera e nell'atmosfera, riflessioni, alterazione del segnale di clock, ecc. Tutto ciò comporta un errore che normalmente è compreso tra 2 e 10 metri e che diminuisce all'aumentare del numero di satelliti ricevuti. Una volta l'errore veniva aggiunto di proposito (almeno nella costellazione americana GPS) limitando la precisione ad un centinaio di metri. In considerazione del fatto che tra le cause d'errore ci sono anche dei fattori ambientali, è evidente che l'errore varia in funzione del luogo in cui è installato il ricevitore e dell'ora in cui viene fatta la misura. In altre parole il segnale rilevato da un ricevitore posizionato nello stesso punto può variare a seconda dell'ora in quanto cambiano i satelliti ricevuti e le condizioni atmosferiche; inoltre l'errore rilevato da questo ricevitore non è mai lo stesso di un altro ricevitore posizionato, ad esempio, a 100 chilometri di distanza. Come si ottengono, dunque, precisioni



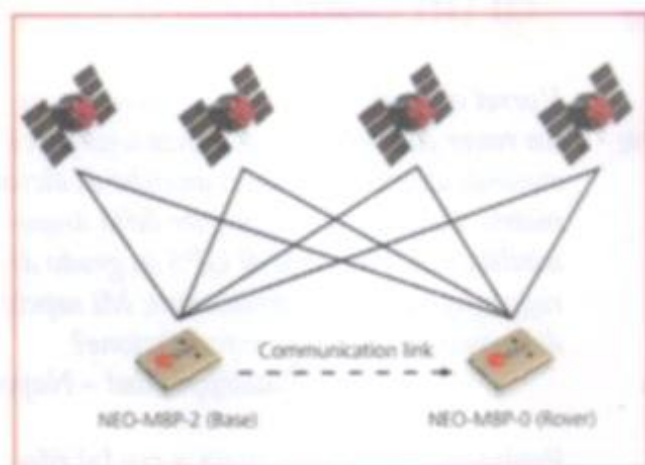
IL NUOVO LIBRO PER GLI ABBONATI E ... NON SOLO!

Da questo mese i libri tra i quali effettuare la scelta del volume che nuovi e vecchi abbonati ricevono in omaggio alla sottoscrizione o al rinnovo dell'abbonamento a Elettronica In si arricchisce di un nuovo titolo: "Impara l'elettronica sperimentando", un volume dedicato ai lettori alle prime armi ma utilissimo anche a quanti vogliono "rinfrescare" le proprie conoscenze di elettronica sperimentando con moderni componenti e prodotti. In ogni caso un approccio semplice e intuitivo con tanti "mattoncini" rappresentati dai circuiti elettronici di base che, combinati con differenti modalità, consentono di realizzare e testare svariati dispositivi, imparando non solo i concetti teorici ma prendendo anche confidenza con saldatore e strumentazione elettronica. Il libro non è un'esclusiva degli abbonati alla rivista e può essere acquistato da chiunque on-line sui siti www.elettronica.in.it o www.futurashop.it



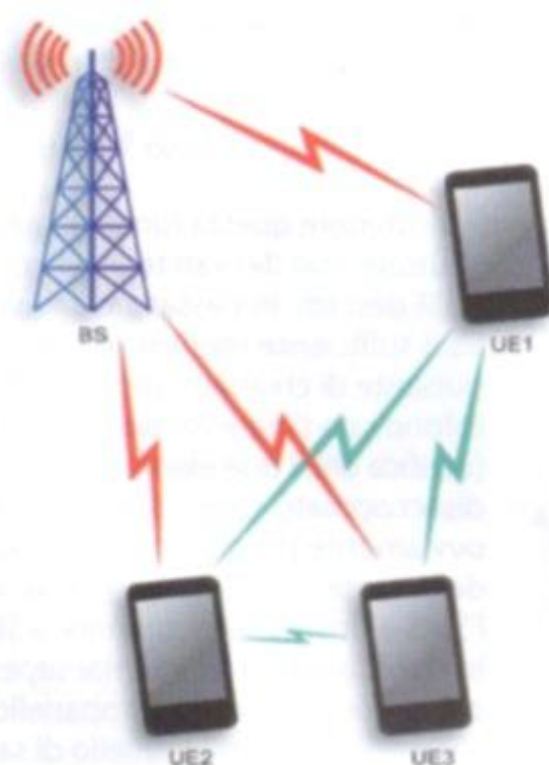
dell'ordine del centimetro? L'unico sistema è quello di utilizzare un secondo ricevitore GNSS posizionato nelle vicinanze del primo (da 1 a 10 km) e installato in una posizione nota. Questo secondo ricevitore confronta la posizione ricavata dai segnali satellitari ricevuti in real-time con la propria e invia, tramite link radio, al primo ricevitore una stringa con la correzione. Se entrambi i dispositivi ricevono gli stessi satelliti e le alterazioni ambientali sono simili (a causa della vicinanza), è possibile ottenere una precisione dell'ordine di 1 o 2 centimetri. In tutti i paesi esistono reti di vario genere in grado di fornire la stringa d'errore a sistemi GPS dotati di connettività (solitamente GSM). Ad esempio, nel nostro paese la rete AGnet è in grado di offrire un servizio RTK (real time kinematic) per i satelliti GPS e GLONASS dedicato a tutti i sistemi di guida parallela satellitare installati su mezzi agricoli. Il servizio offerto da AGnet permette di raggiungere precisioni RTK ($\pm 1,5\text{cm}$) nel territorio italiano grazie alle correzioni GPS+GLONASS ricevute da un indirizzo IP internet. Il formato dei dati e il relativo aggiornamento dati è specifico per il settore agricolo. Per poter usufruire del

servizio AGnet è sufficiente avere un sistema di guida parallela dotato di modem GPRS e operare in un'area con copertura Internet. Anche la soluzione offerta da u-blox comprende due unità; il modulo NEO-M8P è il più piccolo dispositivo GNSS RTK basato sulle reti satellitari GPS e GLONASS disponibile sul mercato. Il mezzo sul quale è montato il modulo NEO-M8P-0, e che riceve le informazioni relative alla correzione da un modulo NEO-M8P-2 tramite un link di comunicazione che utilizza il protocollo RTCM (Radio Technical Commission for Maritime Services), è in grado di garantire un'accuratezza dell'ordine del centimetro. Gli algoritmi RTK sono pre-integrati nel



modulo. Ne consegue che le dimensioni e il peso sono notevolmente ridotti, così come il consumo energetico che è cinque volte inferiore rispetto alle attuali soluzioni. Anche il costo si riduce sensibilmente, così come i tempi di sviluppo in quanto non c'è più bisogno di implementare una soluzione RTK facendo ricorso ad un processore separato.

Comunicazione diretta tra terminali GSM



Non ho mai capito perché la comunicazione tra due cellulari, anche quando questi sono a poche decine di metri di distanza, deve passare attraverso il ponte radio cellulare. Se fosse possibile instaurare una comunicazione diretta tra i due apparati il carico di lavoro delle celle si ridurrebbe e gli utenti potrebbero comunicare tra loro anche in zone prive di "copertura"...
Luciano Rossi - Vicenza

Sicuramente i motivi non sono di natura tecnica. Fino ad oggi, le comunicazioni nei sistemi cellulari si sono basate sull'assunto che un terminale per trasmettere informazioni ad un altro terminale, indipendentemente dalla distanza tra di essi, debba trasmettere verso la rete e che poi questa ritrasmetta il segnale al terminale di destinazione. Ci sono però delle applicazioni per cui una comunicazione diretta tra terminali, cioè senza dover passare dalla rete, comporta dei vantaggi o rappresenta un requisito necessario. Per esempio, nel caso di servizi di Pubblica Sicurezza può essere necessaria la comunicazione tra agenti fuori copertura cellulare e colleghi nelle immediate vicinanze. La modalità di trasmissione D2D (Device-to-Device), nota anche come "LTE Direct", prevede il trasferimento diretto di dati da

un terminale all'altro, così come già avviene in altri sistemi commerciali, quali il WiFi Direct ed il TETRA.

Questa modalità è in fase di implementazione, compresi i meccanismi necessari per permettere la comunicazione diretta tra un terminale e gli altri terminali appartenenti allo stesso gruppo di utenti (ad es. una squadra dei vigili del fuoco impegnata a domare un incendio); attualmente si sta anche lavorando su alcune ottimizzazioni, come la possibilità per un terminale in copertura di fare da "ponte" tra un terminale fuori copertura e la rete. In questo modo, l'agente fuori copertura può scambiare informazioni con la centrale operativa e ricevere le indicazioni del caso. La modalità di comunicazione diretta prevista dal servizio LTE Direct è in ogni caso limitata agli utenti classificati come operatori di pubblica sicurezza. Esiste però un'altra applicazione che è stata estesa anche alla clientela consumer: la modalità di "direct discovery". I terminali interessati trasmettono periodicamente un messaggio pre-codificato che pubblicizza la loro presenza. In questo modo, altri terminali abilitati al servizio che si trovino nelle immediate vicinanze possono decodificarne il messaggio con il supporto della rete. Le applicazioni che possono essere offerte sono di tipo pubblicitario (ad esempio un ristorante può annunciare la sua presenza e le offerte del giorno), oppure di tipo social (i miei "buddies" possono scoprire se mi trovo nelle loro vicinanze). Tutte queste applicazioni sono indicate come servizi di prossimità, in quanto la trasmissione diretta tra terminali è ridotta a poche centinaia di metri, nelle condizioni tipiche di propagazione del segnale radio tra due terminali.

La tecnologia radar per la sicurezza stradale

Ho acquistato recentemente una vettura con Adaptive Cruise Control che, mi hanno detto, si basa su un vero e proprio sistema a radiofre-

quenza in grado di funzionare fino ad una distanza di 200 metri. Io pensavo che un radar fosse qualcosa di molto più ingombrante...

Claudio Serra - Roma

Di sistemi radar per evitare la collisione tra autoveicoli si parla da oltre trent'anni ma solamente negli ultimi 5-10 anni sono stati messi a punto dei dispositivi adatti all'impiego automobilistico, piccoli e compatti, che uniscono la flessibilità di un sistema multicanale a radiofrequenza con la capacità di calcolo di potenti microcontrollori in grado di rilevare con precisione gli ostacoli presenti davanti e attorno al veicolo.

Nei futuri veicoli a guida autonoma, il radar avrà un ruolo fondamentale per garantire la sicurezza della circolazione, fornendo al sistema di bordo precise informazioni atte a ricostruire in tempo reale l'ambiente circostante. Il sensore radar è molto importante in quanto è in grado di operare in qualsiasi condizione meteorologica, non è influenzato dalle condizioni di illuminazione ed è insensibile ai disturbi.

I dispositivi montati sulle moderne vetture sono molto più simili ai sensori radar degli impianti antifurto che ai classici radar per impiego aeronautico con le loro enormi antenne.

Per rilevare gli ostacoli presenti di fronte al veicolo vengono utilizzate soluzioni funzionanti a 77 GHz con banda passante di 500 MHz, in grado di offrire una notevole risoluzione della misurazione della velocità e un raggio di rilevamento molto ampio, con prestazioni di controllo ottimali fino a 250 metri, anche su lunga distanza. Il sensore radar permette di rilevare - praticamente in tempo reale e con grande precisione - la distanza e la velocità degli oggetti che, subito dopo,

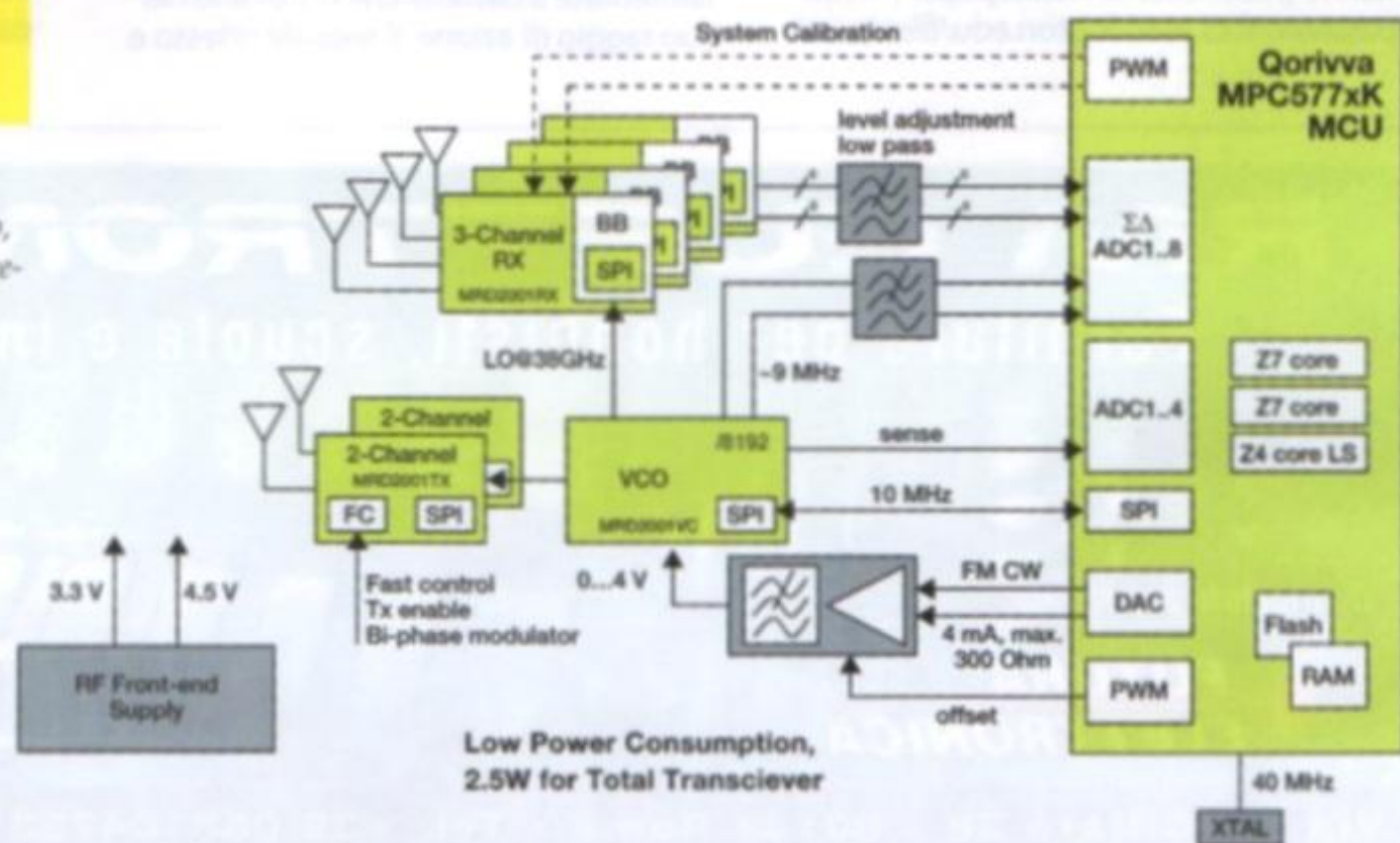


e altrettanto rapidamente, il sistema di elaborazione identifica come veicolo, pedone o ostacolo di altro tipo.

Il tempo di risposta in questo genere di applicazioni è importantissimo, tanto più importante quanto maggiore è la velocità della vettura. Attualmente molti dei sensori utilizzati nelle moderne vetture e in quelle a guida autonoma che arriveranno presto sul mercato hanno prestazioni superiori a quelle umane; nel tuo caso, ad esempio, il radar è in grado di rilevare in circa 10 ms una vettura presente 200 metri di fronte a noi e di calcolarne la velocità, mentre i nostri occhi riescono a malapena ad identificarla.

Le soluzioni radar a medio raggio funzionano invece a 24 GHz e vengono utilizzate per fornire copertura intorno al veicolo, per applicazioni quali frenata di emergenza, individuazione di punti ciechi, assistenza nel mantenimento della corsia di marcia e rilevamento della presenza di pedoni, fornendo una copertura anche di 360 gradi.

I moderni chipset radar per applicazioni ADAS (Advanced Drive Assistance Systems) presentano dimensioni particolarmente ridotte (pochi millimetri per lato) e sono generalmente composti da un VCO, da un TX a due o più canali e da un RX anch'esso a più canali, facilmente scalabili.

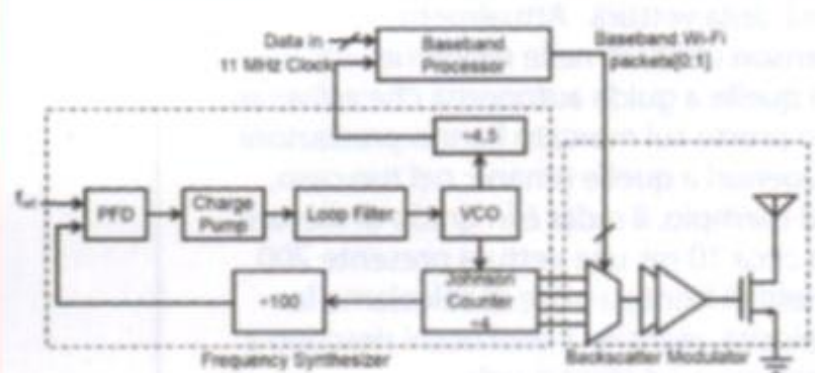


Il Wi-Fi passivo per l'Internet delle Cose

Ho letto recentemente alcune notizie relative al cosiddetto Wi-Fi passivo ma, sinceramente, non ho capito come funziona questa tecnologia e, soprattutto, se i dispositivi relativi sono già disponibili.

Luca Marchetta - Milano

Questa tecnologia nasce per dotare di connettività wireless i dispositivi IoT in ambito domestico (si parla di una portata



di una trentina di metri). Una tecnologia wireless che, per quanto riguarda le applicazioni, possiamo paragonare a ZigBee, Bluetooth LE, ecc. ma che presenta un consumo decisamente più contenuto (10.000 volte inferiore ai moduli Wi-Fi tradizionali e 1.000 volte più bassa rispetto ai dispositivi che utilizzano ZigBee e Bluetooth). Ciò consentirà (la tecnologia è ancora in fase di sviluppo) di realizzare dispositivi per IoT alimentati con una piccolissima batteria a bottone in grado di funzionare per una decina d'anni. Una vera rivoluzione, dunque. La tecnologia è stata sviluppata dai ricercatori dell'Università di Washington che hanno pubblicato un whitepaper (<http://passivewifi.cs.washington.edu/files/passi->

[ve_wifi.pdf](#)) nel quale sono contenuti tutti i dettagli dei loro studi. I ricercatori sono partiti dalla considerazione che, nei moduli a radiofrequenza, a fronte di un drastico calo dei consumi dei circuiti presenti nella sezione digitale, il consumo della sezione analogica che produce e irradia il segnale RF non può essere ridotto più di tanto. Per questo motivo hanno pensato di utilizzare la tecnica denominata "backscatter communication" che consiste nel ricevere e riflettere passivamente un segnale radio presente nell'ambiente (in questo caso irradiato da un TX a frequenza fissa). L'antenna che riflette il segnale subisce una sorta di modulazione tramite un semplice interruttore a MOSFET: il segnale viene riflesso (uno logico) con lo switch aperto oppure assorbito (zero logico) con lo switch in corto. Con l'ultimo prototipo realizzato, i ricercatori dell'Università di Washington sono riusciti a raggiungere una velocità massima di 11 Megabit al secondo utilizzando il protocollo 802.11b. In pratica il sistema è composto da un trasmettitore che irradia una portante RF non modulata e che trae alimentazione dalla rete elettrica, e da più unità remote alimentate a batteria che si trovano nel suo raggio di azione. Il segnale riflesso e



modulato dai dispositivi remoti può essere ricevuto da qualsiasi apparato dotato di tecnologia Wi-Fi (smartphone, tablet, router, ecc.). Il consumo di energia di ciascuna unità remota è particolarmente basso: con una banda passante di 1 Mbit/sec l'assorbimento è stato di appena 14,5 microwatt mentre alla massima velocità (11 mbit/sec) l'assorbimento è risultato di 52,92 microwatt. In teoria, questa tecnologia potrebbe essere estesa anche ad altri sistemi wireless quali, ad esempio, i telefoni cellulari che potrebbero così funzionare senza consumare energia (o quasi). Per sfruttare commercialmente il Wi-Fi passivo, è stata fondata la società Jeeva

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

Wireless che conta di commercializzare moduli con queste caratteristiche entro un paio d'anni.

A conferma della bontà di questa tecnologia, la stessa è stata inserita tra le "10 breakthrough technologies of 2016" del MIT Technology Review.

Le prestazioni energetiche dei micro ULP

Nelle presentazioni dei nuovi microcontrollori a bassissimo consumo, trovo sempre più spesso il valore relativo all'ULPBench. Di cosa si tratta esattamente?

Claudio Picco - Ancona

Le prestazioni energetiche dei microcontrollori sono sempre più importanti, specie nelle moderne applicazioni per IoT, nei dispositivi indossabili e più in generale nelle apparecchiature alimentate a batteria. Non a caso i micro orientati a queste applicazioni con consumi Ultra-Low Power (ULP) sono sempre

ULPBENCH™ An EEMBC Benchmark

più numerosi. Alcuni di questi dispositivi debbono rimanere attivi per anni (o decenni) avendo a disposizione come fonte di alimentazione solamente delle comuni batterie. È perciò molto importante conoscere le prestazioni energetiche dei micro disponibili sul mercato, specie se il test di valutazione è stato effettuato in un'applicazione reale.

Per questo motivo viene sempre più spesso preso in considerazione dagli sviluppatori il risultato di un test messo a punto dall'Embedded Microprocessor Benchmark Consortium (EEMBC), un consorzio tra produttori di semiconduttori che ha lo scopo di realizzare delle metodologie con le relative risorse hardware e software per valutare oggettivamente le prestazioni offerte dai microcontrollori e microprocessori sotto differenti aspetti.

Per valutare le prestazioni energetiche dei micro che lavorano con meno di 3V e 30 mA, il consorzio ha messo a punto il test denominato "EEMBC ULPBench" che fornisce un punteggio col quale è possibile confrontare i prodotti disponibili sul mercato. Maggiore è il punteggio realizzato, migliori sono le prestazioni del micro dal punto di vista energetico. Ad esempio, i nuovi micro STM32L4 di STMicroelectro-

nics presentano un punteggio di 176,70. Attualmente il microcontrollore col punteggio più alto è l'Amiq Micro APOL-LO512-KBR con ben 377,50 ULPMark-CP.

Proteggere la casa dai fulmini

Ho sentito parlare di un integrato in grado di proteggere la rete elettrica di casa dai fulmini....

Antonio Salvo - Napoli

Probabilmente l'integrato a cui ti riferisci è un bellissimo prodotto della Austria Micro System, il modello AS3935 di cui riportiamo il diagramma a blocchi. Questo integrato non è in grado di proteggere alcunché, tantomeno l'impianto elettrico di casa, ma è in grado di avvisare se si sta avvicinando un fronte temporalesco con la presenza di una significativa presenza di fulmini. In questo modo potrai scollegare dalla rete elettrica di casa le apparecchiature elettroniche più sensibili, evitando possibili danni. Quindi non una protezione "attiva" ma un sistema di prevenzione e allarme.

Il "Franklin Lightning Sensor" AS3935, così si chiama questo chip, utilizza un ricevitore RF e un algoritmo proprietario integrato per rilevare le emissioni elettriche prodotte da fulmini e calcolare la distanza tra questi ultimi e il sensore, con un raggio d'azione compreso tra 1 e 40 chilo-

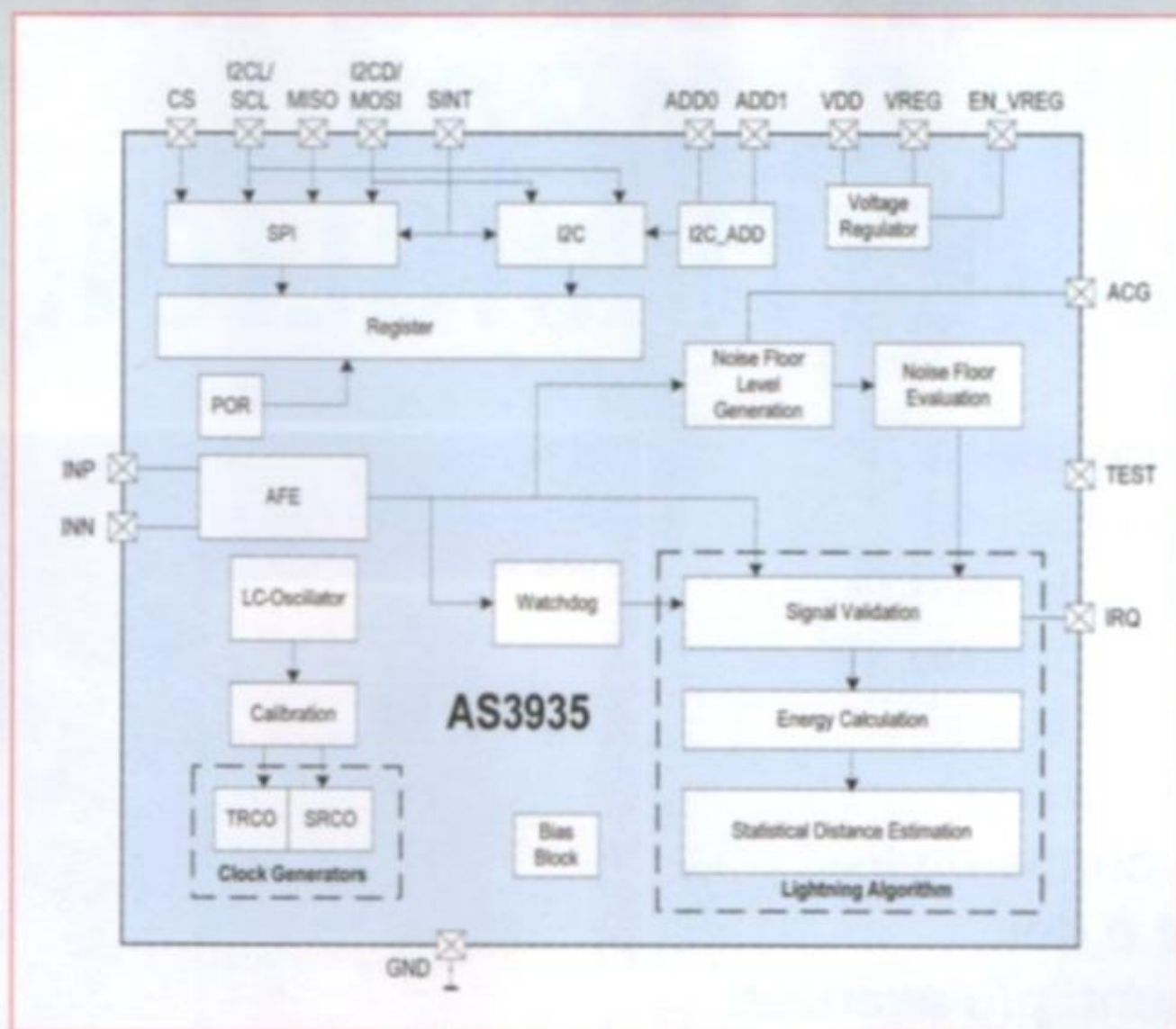
metri. Il dispositivo è in grado di eliminare i falsi allarmi dovuti ai disturbi elettrici prodotti da motori, forni a microonde ed altri apparati elettrici o elettronici. Il dato rilevato è disponibile su bus SPI o I2C e può essere facilmente interpretato da un microcontrollore o da una board Arduino (di cui esistono già le librerie).

È evidente che una protezione "attiva" delle linee di connessione presenti in casa (elettrica, telefonica e LAN) può essere effettuata unicamente con l'impiego di un buon parafulmini, di una efficiente presa di terra e con l'adozione di differenti soppressori di disturbi adatti alla specifica rete da proteggere.

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



MOSTRE MERCATO

PASTORANO (CE)
HAMRADIO SHOW 2016
 Atexpo - Polo fieristico - Pastorano (CE)
 Organizzazione: Ari Pompei
 Tel: 0818599101
info@aripompei.it
www.aripompei.it
 30 Aprile - 01 Maggio 2016

CEREA (VR)
ElettroBIT & ExpoRadio
 AreaExpo - Cerea (VR)
 Organizzazione: Fierelettronica.it
 Tel: 0308376078 - Fax: 0308376078
info@fierelettronica.it
www.fierelettronica.it
 30 Aprile - 01 Maggio 2016

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

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

FORLÌ
EXPO ELETTRONICA
 Quartiere Fieristico - Forlì
 Organizzazione: Blu Nautilus srl
 Tel: 054153295 - Fax: 0541439584
info@expoelettronica.it
www.expoelettronica.it
 07 e 08 Maggio 2016

VALPOLICELLA (VR)
FIERA DELL'ELETTRONICA
 Centro Fiere Viale del Marmo
 Organizzazione: G.E.F.E. Fiere
 Tel: 3286467529
fiere@gefe.it
www.gefe.it
 07 e 08 Maggio 2016

BUSTO ARSIZIO (VA)
EXPO ELETTRONICA
 Malpensafiere - Busto Arsizio VA
 Organizzazione: Blu Nautilus Srl
 Tel: 0541439573 - Fax: 0541439584
info@expoelettronica.it
www.expoelettronica.it
 14 e 15 Maggio 2016

GENOVA
MARC DI PRIMAVERA
 Quartiere Fieristico - Genova
 Organizzazione: Studio Fulcro
 Tel: 010590889 - Fax: 010590889
berti@studiofulcro.it
www.studiofulcro.it
 14 e 15 Maggio 2016

VERONA
ELETTRO EXPO
 Organizzazione: Veronafiere
 Tel: 0458298111 - Fax: 0458298288
info@veronafiere.it - www.elettroexpo.it
 21 e 22 Maggio 2016

PISTOIA
FLORENCE HAMFEST
 Area Ex Breda "La Cattedrale" - Pistoia
 Organizzazione: Prometeo
www.florencehamfest.com
 21 e 22 Maggio 2016

AMELIA (TR)
MOSTRA MERCATO NAZIONALE AMELIA EXPO
 Loc. Molino Silla - Strada Orte - Amelia
 Organizzazione: Consulting Service Srl
 Tel: 3384755526 - Fax: 0744422698
venturag@alice.it
www.mostremercatoumbria.it
 28 e 29 Maggio 2016

REGGIO EMILIA
MONDO ELETTRONICA REGGIO EMILIA
 Quartiere Fieristico Reggio Emilia
 Organizzazione: Expo Fiere srl
 Tel: 054527548 - Fax: 0545291179
info@mondoelettronica.net
www.mondoelettronica.net
 28 e 29 Maggio 2016

CAORLE (VE)
FIERA DELL'ELETTRONICA
 Palaexpomar - via Aldo Moro 41
 Organizzazione: G.E.F.E. Fiere
 Tel: 3286467529
fiere@gefe.it - www.gefe.it
 28 e 29 Maggio 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/myMain/Fiere/p_fiere.asp

■ 20-21 APRILE 2016

Affidabilità & Tecnologie

Torino

La decima edizione di A&T - *Affidabilità & Tecnologie* si conferma come la più grande esposizione di strumenti, soluzioni e servizi metrologici per aziende e laboratori in ambito industriale, nonché come evento insostituibile per i costruttori di utensili e macchine utensili e i fornitori di tecnologie per la fabbricazione additiva, soluzioni CAD/CAM/CAE e sistemi di controllo della produzione.

I principali fornitori presenteranno le loro migliori proposte all'insegna dell'"affidabilità" dei prodotti e dei processi, che si può ottenere e garantire solo attraverso l'affidabilità di prove, misure e controlli.

Da questo punto di vista, particolare importanza rivestono anche le sessioni specialistiche dedicate a progetti di ricerca e le testimonianze applicative che rientrano a pieno titolo nella *mission* di A&T, ovvero come catalizzatore per una "piattaforma ideale per promuovere e favorire le occasioni di trasferimento tecnologico", mettendo in comunicazione diretta il mondo della ricerca e quello dell'industria. Un'attività unica e un appuntamento annuale imperdibile per tutti gli utenti di misure e prove in ambito industriale, per i responsabili dei laboratori e per i rappresentanti del mondo della Ricerca e dell'Università. Ma la novità più importante di quest'anno di A&T riguarda la nascita, all'interno della manifestazione torinese, di un nuovo evento, una manifestazione nella manifestazione: A&T - ROBOTIC WORLD.

"L'industria della Robotica è fra i principali artefici della rivoluzione indu-



A&T

AFFIDABILITÀ & TECNOLOGIE

striale in corso" - ha detto durante la presentazione di questa nuova iniziativa Luciano Malgaroli (Direttore generale A&T) - "I dati in nostro possesso (fonte UCIMU), relativi all'andamento del settore, indicano che le aziende manifatturiere hanno l'esigenza di cambiare il proprio modo di lavorare. E proprio per soddisfare questa esigenza nasce A&T-ROBOTIC WORLD, la prima manifestazione italiana dedicata alla Robotica, voluta e progettata insieme ai principali costruttori mondiali di robot industriali, che ne saranno protagonisti, insieme ai system integrator e ai fornitori di tecnologie per l'automazione industriale. Un evento che intende offrire concrete risposte ai bisogni di innovazione competitiva delle aziende italiane ed estere delle principali filiere produttive: automotive, aerospaziale, alimentare, ferroviaria, farmaceutica, meccanica, mecatronica". Questa nuova iniziativa, che sfrutta la decennale esperienza di una manifestazione concreta e di successo come A&T, contribuirà sicuramente alla promozione della robotica italiana, settore sempre più trainante per l'economia nazionale. Un primo importante mattone sul quale posare tanti altri nei prossimi anni, costruendo un solido progetto in grado di rispondere in pieno alle esigenze delle aziende manifatturiere, offrendo particolare visibilità alle soluzioni che servono veramente ai fini dell'innovazione competitiva.



EMPOWERING YOUR IDEAS

10-12 MAGGIO 2016 PCIM Europe 2016 Norimberga • Germania

A poche settimane dall'inaugurazione dell'edizione 2016 di PCIM Europe, tutti gli indicatori prevedono un successo della manifestazione. La principale fiera e conferenza per l'elettronica di potenza, tecnica di azionamento intelligente, energie rinnovabili e gestione energetica, continua infatti la sua espansione.

Non saranno quindi solo i global player del settore a presentare le ultime tendenze e gli sviluppi nel campo dell'elettronica di potenza. Numerosi nuovi espositori quest'anno sfrutteranno per la prima volta la possibilità di dimostrare la propria gamma di prodotti e servizi a un pubblico di professionisti di alto livello.

Per quanto riguarda il nostro Paese, sia da parte degli espositori che dei visitatori, si registra una forte presenza italiana a PCIM Europe. Per quanto riguarda la passata edizione, con il 12% l'Italia è risultata la nazione con la percentuale più elevata di visitatori e come espositori si è classificata tra i primi cinque paesi di origine.

Anche quest'anno, parallelamente all'esposizione, si terrà la conferenza PCIM Europe: in 25 sessioni di esposizione e due sessioni poster, esperti in ambito industriale e scientifico illustreranno in anteprima prodotti ed applicazioni, e saranno a disposizione per discussioni tecniche. Una parti-

colarità del programma della conferenza di quest'anno è rappresentata dai tre concetti chiave di primaria importanza, dalle tre sessioni speciali sui temi "Smart Lighting", "Componenti passivi" e "E-Mobility", nonché da una tavola rotonda sugli sviluppi futuri dal titolo "The Smart Future of Power Electronics".

Nei due giorni che precederanno la conferenza, in sette seminari di mezza giornata e dieci tutorial di un'intera giornata, esperti di fama internazionale tratteranno una serie di temi di grande attualità ed interesse come "Get the most out of GaN - design strategies for highly dense and efficient power supplies" (Eric Persson, Infineon, USA) oppure "Design Challenges for High Frequency Magnetic Circuit Design for Power Conversion" (William Gerard Hurley, Werner

Hugo Wölfl, National University of Ireland, Irlanda).

Le attrazioni per i visitatori sono costituite dai due forum nei padiglioni espositivi nei quali media di categoria, aziende ed esperti del settore, presenteranno i loro ultimi progetti, forniranno le loro previsioni sul mercato dell'elettronica di potenza e parteciperanno a tavole rotonde sui temi più caldi. Nei relativi forum, gli espositori con presentazioni rispettivamente da 20 minuti, esporranno gli ultimi sviluppi, innovazioni e possibili soluzioni, e forniranno inoltre informazioni sintetiche sulle ultime novità di prodotto.

Il programma completo delle conferenze e la lista attuale degli espositori, è disponibile al link pcim.de.

pcim
EUROPE

APPUNTAMENTI

■ 11-12 MAGGIO 2016
M2M Forum 2016
Lainate (MI)



M2M Forum è dal 2002 il primo appuntamento per il mondo della comunicazione tra macchine (M2M) e da alcuni anni l'evento italiano dedicato alla nascente Internet of Things (IoT). L'evento è ideato e organizzato da Innovability (www.innovability.it) e nella scorsa edizione ha visto oltre 1200 partecipanti da 21 paesi diversi, 86 aziende sponsor, espositori e partner, 254 incontri bilaterali di business matching. M2M Forum è parte della nuova Disruptive Week Milan (www.disruptiveweek.com) una settimana di appuntamenti su tecnologie ICT emergenti che coinvolgerà anche il territorio cittadino.

La quindicesima edizione di M2M Forum si svolgerà l'11 e il 12 Maggio 2016 presso il nuovo e moderno Centro Guida Sicura di Arese creato da ACI Vallelunga. M2M Forum sarà di nuovo un'arena di dibattiti e incontri con esperti internazionali attorno al mondo dell'M2M/IoT: tra gli argomenti principali ci saranno gli scenari attuali e futuri dell'M2M/IoT, la dinamicità, la rapidità dei cambiamenti e le ultimissime news del settore. *"Due sono i punti fondamentali caratterizzanti l'unico evento europeo di matchmaking sull'M2M: eccellenti opportunità di networking con gli stakeholder del settore M2M/IoT e incontri business gratuiti"* - afferma Gianluigi Ferri, Ceo di Innovability e organizzatore dell'M2M Forum. *"L'energia e la casa*

saranno i temi centrali dell'edizione 2016: il mercato richiede soluzioni M2M smart per la produzione, lo stoccaggio e la distribuzione di energia e la casa diventa sempre più "intelligente" attraverso l'utilizzo dell'Internet of Things". Big Data, Cloud e il nuovo Fog computing giocheranno un ruolo importante all'interno dell'M2M Forum 2016. La nuova area IoT Now si pone come ponte tra il nuovo mondo M2M/IoT (tecnologie, prodotti e servizi) e gli operatori tradizionali del web (agenzie web, industrie del web, fornitori di servizi, etc.), con lo scopo di incoraggiare lo sviluppo dei prodotti e dei servizi IoT che siano immediatamente disponibili per il mercato. Per questo motivo forte attenzione sarà data al Trade IoT e ai nuovi installatori specializzati. Durante IoT Now si discuterà del rapporto tra Smart Things, esperienza degli utenti UX e il concetto che *"gli oggetti intelligenti devono essere belli e il bello deve essere funzionante"*. Quest'idea è fortemente legata alla tradizione artigianale italiana di alta qualità e alla cultura che sta evolvendo, grazie anche a nuovi fenomeni come i Fablab. M2M/IoT sono i motori della futura Smart City. La città è interconnessa, sostenibile, sicura e confortevole in un mondo smart. Dopo anni di esperimenti, progetti e applicazioni avanzate, sembra sia iniziato il processo di apertura verso l'idea in cui la città e i territori diventano "smart". Verrà data grande enfasi

alle soluzioni IoT/M2M dedicate alla Smart Home, Smart Lighting e Smart Health. Non solo conferenze ed aree expo: M2M Forum offre anche iniziative esclusive come i business meetings, incontri B2B pre-organizzati gratuitamente per i partecipanti al Forum, in collaborazione con Innovhub, attraverso la rete internazionale Enterprise Europe Networks. La partecipazione all'evento è gratuita ma riservata agli operatori del settore; per ulteriori informazioni e per registrarsi è possibile visitare il sito: www.m2mforum.com. M2M Forum si svolgerà in co-location con **Embedded, Wireless & Display Fortronic**, 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. Organizzato insieme a M2M Forum, per una visione "integrata" delle migliori soluzioni sul mercato, Embedded, Wireless & Display Fortronic, si svolgerà nella sola giornata dell'11 Maggio 2016. Anche la partecipazione a questo evento è gratuita, previa registrazione al sito:

<http://fortronic.net/automation/>



Altera MAX10 & IDT Components Seminar

Il seminario, la cui partecipazione è gratuita previa registrazione, sarà di carattere prettamente tecnico, con alcune demo pratiche, tenuto da personale specializzato di EBV Elektronik e IDT.

L'agenda prevede:

- 09:15 – 09:30 Welcome and Registration.
- 09:30 – 10:00 Max10 Family general introduction and overview.
- 10:00 – 10:30 Architecture, features and technical details.
- 10:30 – 11:00 Solving board design challenges with IDT products (part1).
- 11:00 – 11:15 Coffee Break.
- 11:15 – 13:00 Practical example with Nios2 system using standard and custom peripherals.
- 13:00 – 14:00 Lunch.
- 14:00 – 14:30 Solving board design challenges with IDT products (part2).
- 14:30 – 16:00 Practical example: Project creation with QSys, system generation and compilation with Quartus2, software download and project debug on the evaluation kit.

A tutti i partecipanti verrà applicato uno sconto del 50% sull'acquisto del kit di sviluppo Altera EK-10M08E144ES/P + Cavo di programmazione USB-BLASTER-CABLE TER. Inoltre i partecipanti riceveranno in omaggio uno USB stick contenente l'ultima versione del tool IDT Timing Commander.

Il giorno 11 aprile a Modena.

www.ebv.com

ALTERA®

NXP FTF Technology Forum

Dopo l'acquisto di Freescale da parte di NXP, il Forum Tecnologico che ogni anno attira migliaia di tecnici e ingegneri ad Austin, in Texas, quest'anno cambia nome e diventa NXP FTF 2016, arricchendosi con l'esperienza, i prodotti e le soluzioni portate da NXP (www.nxp.com).

Un evento che la fusione tra i due colossi dell'elettronica non ha cancellato, e che anzi si prospetta più interessante che mai.

A questa manifestazione partecipano progettisti e sviluppatori



IEEE Sensors Applications Symposium



SENSORS APPLICATIONS SYMPOSIUM
April 20-22, 2016 Catania, Italy



Il Sensors Applications Symposium è il più importante evento mondiale sulle applicazioni dei sensori promosso dalla IEEE, l'Associazione degli Ingegneri Elettrici ed Elettronici che, oltre a definire gli standard in ambito elettrico/elettronico, supporta lo sviluppo tecnico-scientifico organizzando conferenze, convegni e manifestazioni internazionali. Il Symposium sulle Applicazioni dei Sensori, uno dei più importanti, si svolgerà quest'anno a Catania dal 20 al 22 aprile, organizzato in collaborazione con la locale Università degli Studi e sponsorizzato da National Instruments e STMicroelectronics (<http://sensorapps.org/>).

Il Symposium è un'occasione unica per ricercatori e sviluppatori che operano nel campo dei sensori e delle loro applicazioni per fare il punto sullo stato dell'arte in questo settore. Sessioni generali ed eventi speciali saranno dedicate alla condivisione di esperienze e conoscenze, consentendo di entrare in contatto con nuove metodologie e con applicazioni sempre più sofisticate, compreso l'utilizzo dei sensori in settori strategici che vanno dal monitoraggio ambientale alla domotica per le categorie più deboli. L'evento si propone anche di promuovere le attività di networking attraverso eventi formali e informali.

Le keynote dell'edizione 2016 vedranno protagonisti Ernesto Lasalandra di STMicroelectronics con "The sensor world beyond Motion MEMS", Vincenzo Sacco di Melexis con "Sensors architectures for safety critical applications" e Ricardo Jardim Goncalves dell'Università di Lisbona con "Digital and Sensing Enterprise: Applying sensors in the Internet of Everything".

<http://sensorapps.org>



operanti nel mondo embedded, dell'automotive e dell'industria, per conoscere, valutare e testare i più recenti prodotti e le ultime soluzioni della nuova NXP, indispensabili per poter competere in un mercato globalizzato.

All'insegna di "Design", "Create" "Network" continua dunque questa tradizione che quest'anno vedrà la presenza di oltre 2.000 partecipanti che si ritroveranno dal 16 al 19 maggio presso il Convention Center del JW Marriott Hotel di Austin per partecipare a presentazioni, seminari tecnici e workshop, con la possibilità di interagire direttamente con i tecnici e gli ingegneri di NXP che hanno progettato i prodotti e le soluzioni presentate. Saranno anche presenti numerose aziende partner che collaborano con NXP per la realizzazione delle soluzioni più avanzate nonché alcuni clienti che utilizzano i dispositivi NXP per realizzare i propri prodotti. Non mancherà, infine, l'NXP Truck che ha portato in tutto il mondo le demo più significative realizzate con i prodotti della casa di Eindhoven.

www.nxp.com



Trieste Mini Maker Faire

Anche quest'anno sarà il Campus del Centro Internazionale di Fisica Teoretica (ICTP) di Miramare ad accogliere i makers ed i visitatori della terza edizione del Trieste Mini Maker Faire che si svolgerà sabato 21 e domenica 22 maggio 2016. La macchina organizzativa è in piena attività per selezionare le proposte giunte da centinaia di makers, inventori, artigiani, scienziati e artisti provenienti da Triveneto, Slovenia e Croazia, e che hanno risposto all'apposita Call for Makers.

I progetti, frutto dell'ingegno e della creatività di ciascun maker, hanno lo scopo di ispirare, coinvolgere e divertire il pubblico che visita la manifestazione. Un coinvolgimento che diventa ancora più stretto durante i workshop, i laboratori pratici e gli spettacoli.

L'anno scorso la manifestazione ha visto la presenza di oltre 16 mila visitatori e un totale di 317 makers, numeri che fanno della manifestazione di Trieste una delle Mini Maker Faire di maggior successo al mondo, con seminari e laboratori letteralmente presi d'assalto e con l'area bambini che ha visto la partecipazione alle attività pratiche di oltre 600 giovani e giovanissimi.

Tutto ciò nel rispetto di quello che è lo spirito della Maker Faire che inten-

de coinvolgere in queste attività le famiglie intere, compresi nonni e bambini.

Ulteriori informazioni e il programma completo sono disponibili online (<http://makerfairetrieste.it>). Alla manifestazione si può accedere gratuitamente.

<http://makerfairetrieste.it>

Model Expo Italy 2016



Model Expo Italy, la più importante fiera italiana per il modellismo statico e dinamico cambia collocazione temporale e quest'anno apre i battenti sabato 21 e domenica 22 maggio per l'edizione 2016 che si preannuncia ancora più ricca.

Grazie al grande successo dell'ultima edizione, con un +20% di visitatori e un +10% di espositori, Model Expo Italy sceglie un nuovo posizionamento nel calendario per offrire una migliore disponibilità di utilizzo del quartiere fieristico e lo sviluppo di nuove aree e collaborazioni, attività che permetteranno un'offerta espositiva qualitativamente sempre più alta e al passo con le ultime tendenze.

Model Expo Italy, oltre a presentare le 6 aree tematiche dei principali settori del modellismo, riconferma la partnership con Think Comics per Games District, il format interamente dedicato al gioco in tutte le sue forme. Espositori e Associazioni troveranno nella manifestazione una preziosa vetrina per presentare prodotti e accessori e per promuovere gare ed attività ludico-sportive con risvolti ricreativi e, spesso, sociali. La manifestazione che si svolgerà in contemporanea con Elet-



troexpo, la mostra mercato dell'elettronica, ospiterà Roboval, un'area dedicata ai makers a cura di Verona FabLab.

Anche quest'anno, comunque, il vero protagonista dell'evento sarà il pubblico, coinvolto in un calendario sempre più ricco di eventi interattivi, alcuni dei quali particolarmente spettacolari, grazie anche alle performance di grandi campioni che prenderanno parte all'evento di Verona. Per il calendario completo degli eventi e l'Elenco degli Espositori è disponibile il sito www.modelexpoitaly.it che offre anche la possibilità di acquistare on-line i biglietti d'ingresso.

www.modelexpoitaly.it

Festival dell'Energia 2016



L'ENERGIA
SPIEGATA

FESTIVAL DELL'ENERGIA
LECCE 16-18 MAGGIO '08



L'ENERGIA
SPIEGATA
FESTIVAL DELL'ENERGIA
MILANO 28-30.05.2015

"Energy to come: il diritto al futuro" è il tema individuato per la IX Edizione del Festival dell'Energia che si terrà a Milano il 12-13-14 Maggio 2016. Uno slogan che sta a significare come non ci sia futuro senza innovazione, non ci sia innovazione senza visione del cambiamento e non ci sia cambiamento senza sostenibilità. Il Festival di quest'anno sarà fortemente influenzato dagli eventi politico-economici che hanno caratterizzato quest'ultimo periodo storico e che stan-

no modificando le scelte e le modalità di produzione e distribuzione dell'energia su scala globale. I rivolgimenti in corso, compresi i risultati della Conferenza di Parigi sui cambiamenti climatici, richiedono nuovi modelli di business e un approccio necessariamente "disruptive". Il focus su cui si concentrerà l'edizione di quest'anno saranno: innovazione, sostenibilità, geopolitica. Per quanto riguarda l'aspetto geopolitico, la crescita delle economie emergenti, gli accordi sul clima e il crollo del prezzo del petrolio stanno trasformando gli equilibri energetici mondiali. In quest'ambito bisogna chiedersi cosa cambia e quali prospettive possiamo immaginare per andare verso nuovi modelli di accesso all'energia e quale ruolo avrà il nostro paese. Dal pun-

to di vista dei processi di sviluppo, oggi l'accelerazione dell'innovazione impone sia di esplorare nuovi territori e sia di farlo con uno sguardo nuovo. La convergenza e l'interconnessione di mercati e tecnologie è già davanti a noi, ora dobbiamo inventare nuove competenze, nuovi modelli di sviluppo e di relazione sociale nonché di business. Infine, per quanto riguarda la sostenibilità, la green economy non è più un'etichetta per riabilitare le coscienze ma un'avanguardia del pensiero economico e sociale valida per i paesi ricchi e industrializzati così come per le economie in via di sviluppo, e rappresenta un'occasione di crescita e di welfare: è la terza rivoluzione industriale.

A Milano dal 12 al 14 maggio 2016.

www.festivaldellenergia.it

Efficient Motor Control and Real Time Communication

Il seminario, la cui partecipazione è gratuita previa registrazione, sarà di carattere prettamente tecnico, con alcune demo pratiche, tenuto da personale specializzato di EBV Elektronik e Infineon. Durante il seminario verranno analizzate tutte le soluzioni richieste da un'applicazione per controllo motore nonché le procedure di implementazione di un sistema di comunicazione Ethercat.

Questa l'agenda:

- 09:00 - 09:15 Introduzione al seminario.
- 09:15 - 10:15 Microcontrollori famiglia XMC per applicazioni industriali.
- 10:15 - 10:45 Bus di campo Ethercat.
- 10:45 - 11:00 Coffee break.
- 11:00 - 13:00 Motor control application demo live.
- 13:00 - 14:00 Pranzo.
- 14:00 - 14:30 Mosfet di potenza per controllo motore.
- 14:30 - 16:00 IGBT discreti e moduli di potenza.

16:00 - 16:30 Gate driver per Mosfet e IGBT.

A Padova il 20 aprile 2016 e a Milano 21 aprile 2016.

www.ebv.com



EBVElektronik

| An Avnet Company |

ATtiny102/104: Atmel espande la propria famiglia di MCU a 8 bit

Atmel ha presentato la nuova serie ATtiny 102/104 con memoria da 1 kB Flash, rafforzando così la propria leadership nel settore dei micro a 8 bit. Questi nuovi microcontrollori, in grado di fornire prestazioni sino a 12 MIPS, integrano funzionalità avanzate, disponibili in precedenza solo in MCU più costose, e risultano ideali in applicazioni ottimizzate per il mercato consumer, per quello industriale e per l'automazione domestica.

Tra le funzionalità integrate, la possibilità di aggiornare il firmware in maniera molto semplice, la presenza di una memoria non volatile per i dati, un clock interno molto preciso, una co-



municazione seriale particolarmente veloce, un'ampia gamma di tensioni di alimentazione (da 1,8 a 5,5 V), un ADC a 10 bit con riferimento di tensione interno e, infine, un assorbimento di appena 100 nA in modalità power-down

con ritenzione dei dati in SRAM.

Per accelerare il processo di progettazione, Atmel propone il kit di valutazione Xplained Nano al prezzo di soli 4,44 dollari, disponibile nello Store Atmel. Il nuovo kit comprende una scheda con un ATtiny104, il programmatore incorporato, l'accesso a tutti gli I/O, un pulsante e un LED. I dispositivi ATtiny102 / 104 sono pienamente supportati dall'ecosistema di sviluppo di Atmel, in primis da Atmel Studio 7, l'ambiente di sviluppo integrato (IDE) per lo sviluppo e il debug Atmel | SMART Cortex-M e per le applicazioni basate su MCU Atmel AVR.

www.atmel.com

Diodi TVS a elevata affidabilità per applicazioni aerospaziali, militari, industriali e mediche



Littelfuse ha presentato due nuove serie di diodi TVS a elevata affidabilità e particolarmente adatti per l'utilizzo in applicazioni aerospaziali, militari, industriali e mediche. I diodi TVS a elevata affidabilità delle serie SMCG-HR e SMCG-HRA vengono forniti in package DO-215AB e sono progettati specificamente per proteggere le apparecchiature elettroniche sensibili da transienti di tensione indotti da picchi di fulmine e

da altri tipi di tensione transitoria. Sono stati progettati specificamente per l'utilizzo nella protezione delle linee CC per applicazioni di avionica e di altro tipo che richiedono elevata affidabilità.

I nuovi diodi TVS sono ideali per un'ampia gamma di applicazioni aeronautiche, come il controllo del volo "fly-by-wire", il controllo del motore, i sistemi di alimentazione/distribuzione di energia, i display e le altre apparecchiature elettroniche presenti nelle cabine di pilotaggio, i sistemi di condizionamento e di infotainment, i sistemi radar, i calcolatori a transistor aereo digitale e l'illuminazione aeroportuale.

www.littelfuse.com

Transceiver isolati RS-485 con regolatore LDO e driver integrato per il trasformatore

Grazie al loro elevato livello di integrazione, i transceiver RS-485 MAX14853 / MAX14855 e MAX14943 / MAX14949 – che integrano il driver per il trasformatore ed il regolatore low drop out (LDO) – consentono di semplificare i progetti che richiedono isolamento di alimentazione e dati.

Il modello MAX14943 (un transceiver isolato RS-485/PROFIBUS DP) ed il MAX14949, inoltre, raggiungono un'efficienza dell'80% con un carico di 150 mA. Disponibili in versioni full duplex ed half duplex, tutti i dispositivi di questa famiglia sopportano tensioni di isolamento fino a 5 kVrms ed assicurano una comunicazione affidabile fino a 25 Mbps. I

transceiver sono ideali per applicazioni in sistemi quali apparati di automazione industriale, PLC (programmable logic controllers), apparati HVAC e contatori per utenze elettriche. Per questi dispositivi Maxim mette a disposizione due kit di valutazione: il modello MAX148X2_EV_KIT (nell'immagine) e il modello MAX149X2_EV_KIT.

www.maximintegrated.com



ZSSC3224, signal conditioner a basso consumo per sensori di pressione barometrici e termopile

IDT ha presentato un circuito integrato per il condizionamento dei segnali provenienti da sensori (SSC, Sensor Signal Conditioner) a 24 bit e basso assorbimento energetico, progettato per lavorare con sensori di pressione barometrica e sensori a termopila. Grazie a un processore interno per l'elaborazione numerica dei segnali (DSP) a 26 bit che si occupa delle funzioni di linearizzazione e calibrazione, il circuito integrato ZSSC3224 è ottimizzato per realizzare cate-

ne di misura ad alta risoluzione per applicazioni nei settori dell'elettronica di largo consumo, industria, elettrodomestici e dispositivi medicali, ma che



può anche essere molto utile all'interno di prodotti portatili come smartphone e tablet.

Sviluppato da Zentrum Mikroelektronik Dresden AG (ZMDI), società recentemente acquisita da IDT, il circuito integrato ZSSC3224 amplia ulteriormente la famiglia di dispositivi SSC dedicata alla realizzazione di moduli per sensori di fascia alta. Offrendo sia una grande accuratezza che una risoluzione elevata, la nuova interfaccia per sensori consente di amplificare

il segnale con grande accuratezza e con 24 bit di precisione sfruttando un avanzato circuito di conversione analogico/digitale.

Il dispositivo ZSSC3224 ha caratteristiche adatte all'alimentazione a batteria in dispositivi a basso consumo, grazie al suo assorbimento complessivo tipico di 1 mA, la modalità a bassissimo assorbimento a riposo di 20 nA e un intervallo di tensioni di alimentazione da 1,68 V a 3,6 V.

www.idt.com



Visible Things, la piattaforma per IoT di Avnet Memec-Silica

Avnet Memec - Silica annuncia il lancio della piattaforma *Visible Things* per lo sviluppo di sistemi e applicazioni destinati al mercato Internet-of-Things (IoT). Orientata a una vasta gamma di settori industriali, *Visible Things* è una flessibile e completa piattaforma di valutazione e sviluppo per i progetti IoT edge-to-enterprise. La piattaforma offre una serie di

risorse hardware e software integrate per collegare sensori intelligenti e dispositivi embedded direttamente alle applicazioni cloud ed enterprise tramite soluzioni gateway o tecnologie di rete LPWAN (low-power wide-area). *Visible Things* supporta funzioni di connettività a corto raggio verso unità gateway e connessioni Wi-Fi, 3G e 4G ad applicazioni

cloud e aziendali. Supporta anche le reti IoT in tecnologia SIGFOX e LoRaWAN. Queste reti sono state progettate con caratteristiche specifiche, quali messaggistica a banda stretta a basso costo, concepite per soddisfare i requisiti del settore IoT, delle smart city e delle applicazioni industriali e machine-to-machine.

www.avnetmemec-silica.com

Relè MOSFET con la più elevata portata di corrente da Omron

I nuovi relè MOSFET ad alta potenza presentati da Omron Electronic Components Europe sono in grado di sostenere un carico continuo fino a 3,3A in AC e 6,6A in DC. I nuovi dispositivi sono stati pensati e progettati in un processo di sostituzione dei relè elettromeccanici utilizzati in applicazioni di smart metering, sicurezza, medicali e industriali.

Le prestazioni dei nuovi relè Omron ad alta potenza G3VM-61GR2 e G3VM-61HR1 sono paragonabili a quelle degli analoghi relè elettromeccanici prodotti dalla Società, e superano addirittura le performance dei relè allo stato solido offerti dalla concorrenza come soluzione alternativa. Fra le caratteristiche più significative si segnala la bassa resistenza in uscita, comparata a quella dei dispositivi elettromeccanici e la bassa sensibilità ai campi magnetici esterni. Un'altra caratteristica importante sono i veloci tempi di commutazione, con un Ton / Toff di soli 3ms / 0,5ms per il modello GR2 e 5ms / 1ms per il HR1.

Il G3VM-61HR1 è pensato per applicazioni ad alta potenza. Disponibile nel



package a 6 pin SOP, può supportare carichi di corrente fino a 3,3A in AC a 60V e ha una resistenza nello stato "on" di soli 30mΩ. Utilizzando una configurazione a doppia connessione di corrente per i carichi DC, il dispositivo può supportare fino a 6,6A DC, con una resistenza nello stato "on" di soli 8mΩ. Tutto ciò si traduce in un 43% di carico maggiore rispetto al precedente G3VM-61HR.

Il G3VM-61GR2, disponibile nel package a 4 pin SOP, è progettato per la commutazione di segnale nei dispositivi a segnale digitale e analogico. Può supportare carichi di corrente fino a 1,7A AC, il 70% in più del precedente G3VM-61GR1, con una resistenza nello stato "on" di 80mΩ.

<http://components.omron.eu>

Renesas Synergy: nuova famiglia S124

Renesas Electronics ha annunciato l'espansione della sua Piattaforma Renesas Synergy progettata per accelerare il time to market, per ridurre i costi della proprietà del sistema e per ridurre molti degli ostacoli che i progettisti incontrano durante lo sviluppo di dispositivi per l'Internet of Things (IoT).

L'espansione include il lancio della nuova famiglia di microcontrollori (MCU) Synergy S124 con caratteristiche ultra low-power e la capacità di gestire la generazione e l'acquisizione di segnali analogici con elevata accuratezza, caratteristiche ideali per le applicazioni quali quelle dei sensori. Allo scopo di supportare questi nuovi microcontrollori vengono fornite le versioni aggiornate del Synergy Software Package (SSP) e dell'ambiente di sviluppo e di debug e2 studio Integrated Solution Development Environment (ISDE). Gli strumenti SSP ed e2 studio inclu-

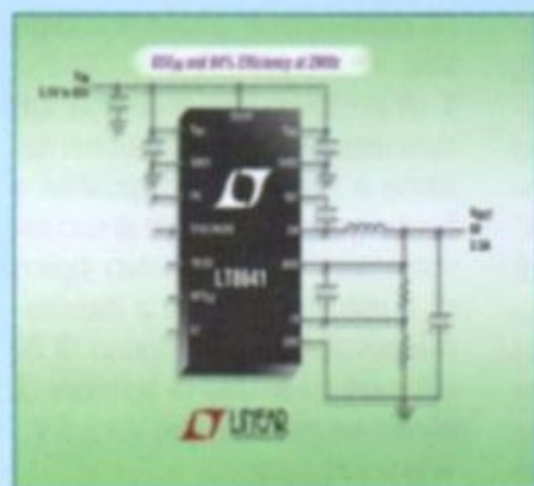
dono ulteriori miglioramenti che sono ora disponibili per l'intera Piattaforma Synergy, aggiungendo nuove funzioni per supportare la gestione delle reti, l'automazione industriale, la gestione dei consumi ed una configurazione automatica per risparmiare il tempo dei progettisti.

I microcontrollori della famiglia Synergy S124 sono basati sulla tecnologia ultra low-power proprietaria di Renesas che consente di ottenere un consumo di soli 70,3 μA per ogni MHz della frequenza di clock della CPU.

www.renesas.eu



LT8641, commutatore step-down sincrono Silent Switcher da 65V, 3,5A/5A



Linear Technology annuncia l'LT8641, un regolatore di commutazione step-down sincrono con ingresso da 3,5A, 65V. L'esclusiva architettura Silent Switcher, combinata con una modulazione di frequenza Spread Spectrum, riduce le emissioni EMI/EMC di oltre 25dB anche con frequenze superiori a 2MHz, consentendo il facile superamento dei limiti

di picco e medi previsti dalla specifica CISPR25, classe 5 per il settore automotive. Il raddrizzatore sincrono assicura un'efficienza massima del 94% con una frequenza di commutazione di 2MHz. Il range di tensioni in ingresso, tra 3V e 65V, rende il dispositivo ideale per le applicazioni industriali e del settore automotive.

Gli switch interni ad elevata

efficienza dell'LT8641 possono fornire fino a 3,5A di corrente di uscita continua e carichi di picco di 5A per tensioni di soli 0,81V. Il funzionamento Burst Mode del dispositivo mantiene la corrente di riposo sotto i 2,5μA in condizioni di standby senza carico, rendendo l'LT8641 ideale per applicazioni quali i sistemi automotive.

www.linear.com

Massima efficienza energetica per i micro della nuova serie STM32L4

Prestazioni al top, specie per quanto riguarda l'efficienza energetica, per la nuova serie di microcontrollori STM32L4 a 32 bit di STMicroelectronics; i dispositivi di questa famiglia presentano anche nuove periferiche e nuovi package che semplificano la progettazione e incrementano la flessibilità. Secondo i test ULPBench di EEMBC.org per microcontrollori a basso consumo, i nuovi dispositivi STM32L4 hanno raggiunto un valore di 176,70 ULPMark-CP per quanto riguarda l'efficienza energetica, superando i punteggi di prodotti di altre Case, oltre tutto senza l'ausilio di un convertitore buck che avrebbe comportato l'impiego perlomeno di una bobina e un condensatore. Per quanto riguarda il CoreMark, il punteggio raggiunto è di ben 273,55 a 80 MHz, a dimostrazione della combinazione di



elevate prestazioni di picco e di grande efficienza energetica che la nuova serie STM32L4 è in grado di offrire. I dispositivi STM32L432 e STM32L433 da 100DMIPS basati su ARM

Cortex-M4 sono adatti per prestazioni di base in applicazioni che richiedono una memoria Flash fino a 256KB con l'STM32L432 che offre funzionalità audio e analogiche unitamente ad un controller USB che non richiede l'impiego di un quarzo. L'STM32L433 dispone in più di un controller LCD. Entrambi questi prodotti sono disponibili con package UFBGA100 7 x 7 mm, WLCSP49 da 3,14 x 3,13 mm nonché UFQPN32 per i clienti che non sono in grado di assemblare la tipologia WLCSP. I nuovi microcontrollori entreranno in produzione nei primi due trimestri del 2016.

www.st.com

LMX2582 / LMX2592, sintetizzatore PLL con VCO integrato a basso rumore di fase

Texas Instruments ha presentato un sintetizzatore PLL (Phased-Locked Loop) con VCO integrato (Voltage-Controlled Oscillator) in grado di offrire prestazioni al vertice di mercato. Con il più basso livello di rumore di fase del settore, i dispositivi single-chip LMX2582 e LMX2592 consentono ai progettisti di raggiungere un livello di prestazioni possibile in precedenza unicamente con l'impiego di numerosi componenti discreti. Questi nuovi circuiti integrati a banda larga permettono di operare sino a 9,8 GHz, consentendo con un unico dispositivo di supportare applicazioni su varie bande di frequenza, con applicazioni in ambito test e misura, difesa, backhaul per reti mobili, satellitare e in generale per comu-

nica wireless. Per questi due nuovi prodotti sono disponibili altrettanti moduli di valutazione (EVM) contraddistinti dai codici LMX2592EVM e LMX2582EVM, del costo di 299 dollari cadauno. Il tool on-line di Texas Instruments WEBENCH Clock Architect semplifica il processo di progettazione di applicazioni con i chip LMX2592 e LMX2582, così come con altri dispositivi di clock e di temporizzazione di TI.

www.ti.com



AR1337, sensore di immagini CMOS da 13 Mpx

ON Semiconductor ha ulteriormente ampliato il proprio portafoglio di soluzioni di elaborazione delle immagini con il rilascio del suo ultimo sensore di immagini CMOS ad alte prestazioni. L'AR1337 è un dispositivo con formato da 1/3.2 pollici con retroilluminazione destinato ai prodotti elettronici consumer come gli smartphone e i computer tablet. L'AR1337 incorpora la tecnologia SuperPD ad alte prestazioni per la focalizzazione automatica dei pixel con rivelazione di fase (PDAF), che fornisce velocità di messa a fuoco pari a 3 ms o meno, anche in condizioni di scarsa illuminazione al di sotto dei 25 lux. Inoltre, utilizzando la propria funzione di



elaborazione PDAF su chip, l'AR1337 semplifica drasticamente l'integrazione su piattaforme smartphone e, grazie alla calibrazione semplificata, migliora le prestazioni degli integratori dei moduli fotocamera rispetto ad altre soluzioni sul mercato.

Il sensore di immagini AR1337 è dotato di una matrice di pixel attivi secondo uno schema di disposizione da 4208 x 3120 pixel che sfrutta la tecnologia avanzata proprietaria dell'azienda con pixel da 1,1 µm.

www.onsemi.com

TK1R4S04PB, nuovo MOSFET DPAK+ da 40 V certificato AEC-Q101

Toshiba Electronics Europe ha ampliato la propria gamma di MOSFET UMOS9 con l'aggiunta di un nuovo MOSFET a canale N da 40 V disponibile nell'innovativo contenitore DPAK+.

Il nuovo dispositivo TK1R4S04PB ha ottenuto la certificazione AEC-Q101 ed è progettato per azionare impianti automobilistici come la pompa dell'acqua, la pompa carburante, la pompa dell'olio, le ventole, il servosterzo elettronico e i convertitori DC/DC.

Il nuovo MOSFET offre una resistenza di conduzione $R_{DS(on)}$ pari a 1,35 mΩ (max) a $V_{GS} = 10$ V, in assoluto la minima $R_{DS(on)}$ di tutti i MOSFET oggi in commercio. Questo traguardo è stato ottenuto combinando l'avanzata tecnologia di processo UMOS9 a trincea, che minimizza il prodotto $R_{DS(on)} \times A$, con il contenitore DPAK+, che riduce la resistenza termica rispetto al tradizionale contenitore DPAK. Il contenitore DPAK+ è com-

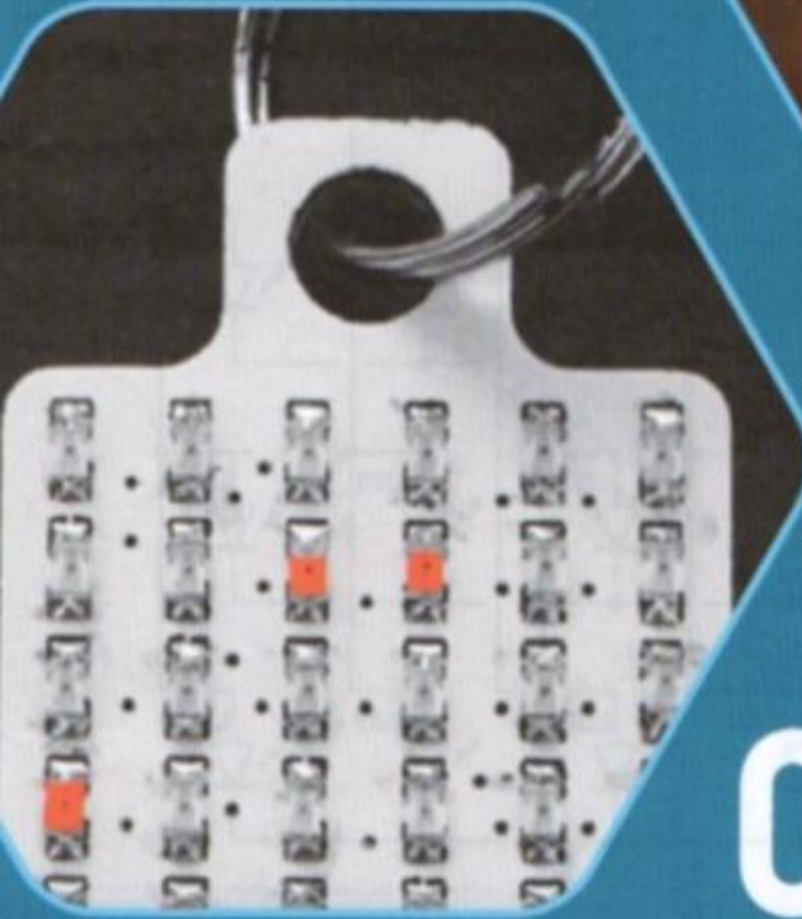
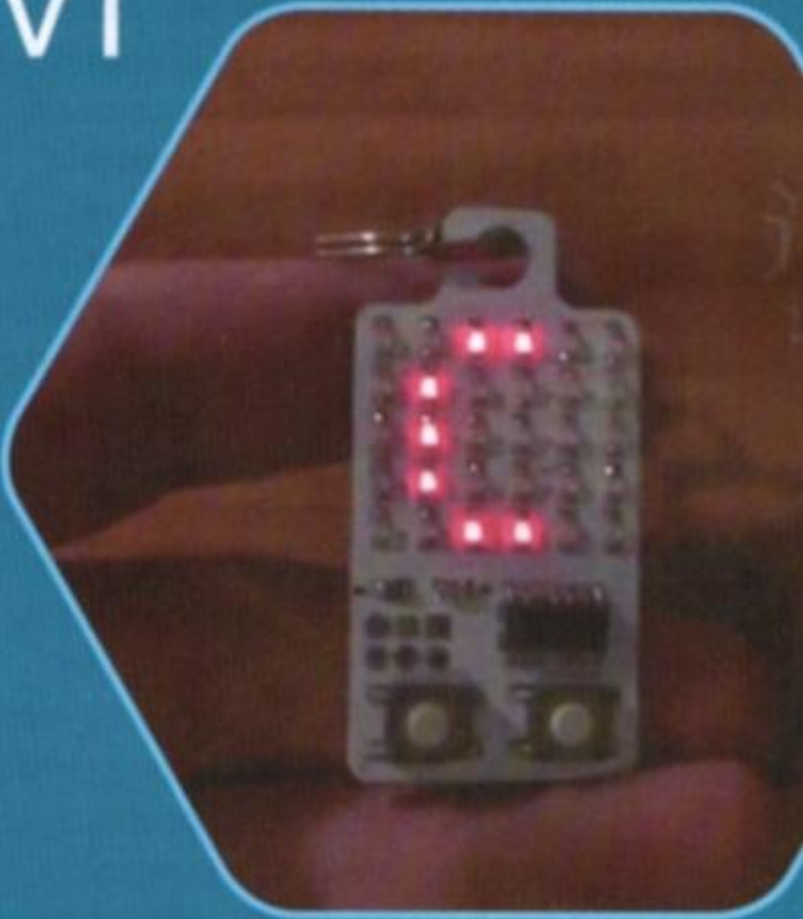
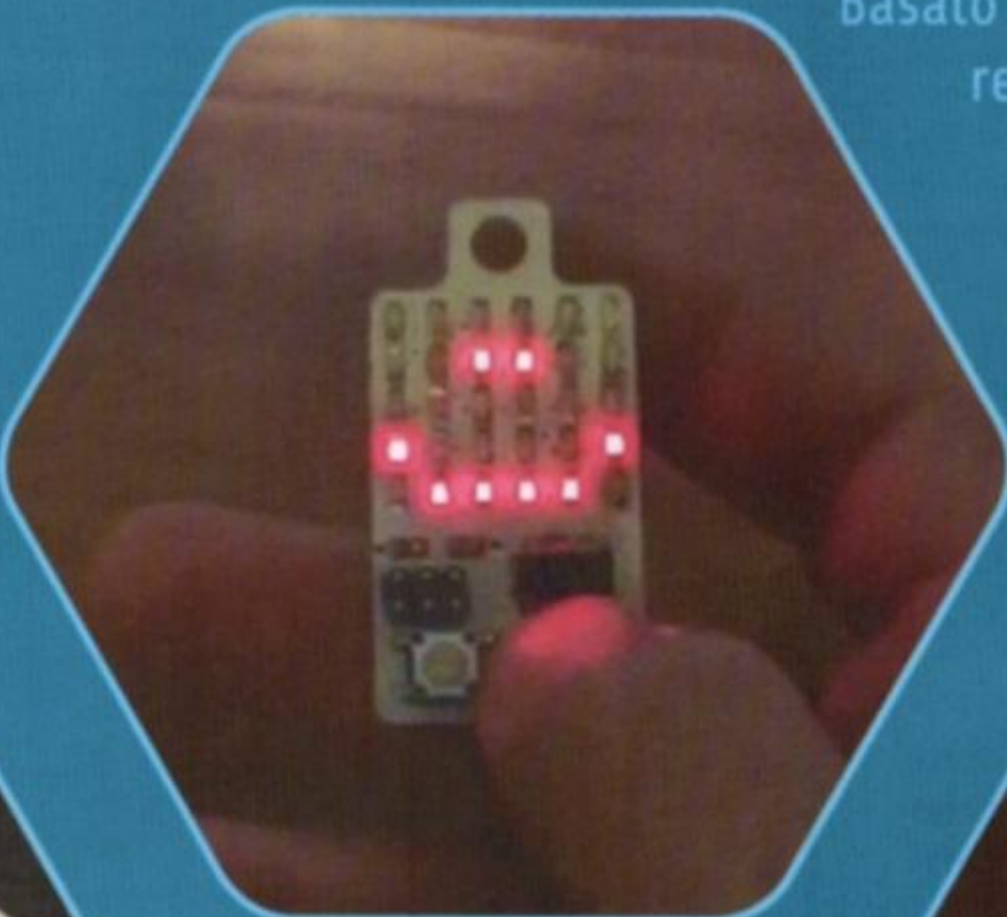


patibile con i normali formati DPAK, ha dimensioni di appena 6,5 mm x 9,5 mm e sfrutta la tecnologia di connessione interna copper-clip, che sostituisce le tradizionali connessioni bondwire con contatti a clip in rame, caratterizzati da un'ampia superficie di contatto e collegati direttamente allo strato di metallizzazione del chip.

Il nuovo MOSFET offre anche prestazioni migliori rispetto ai dispositivi della generazione precedente in termini di compatibilità elettromagnetica (EMC) e velocità di commutazione.

www.toshiba.semicon-storage.com

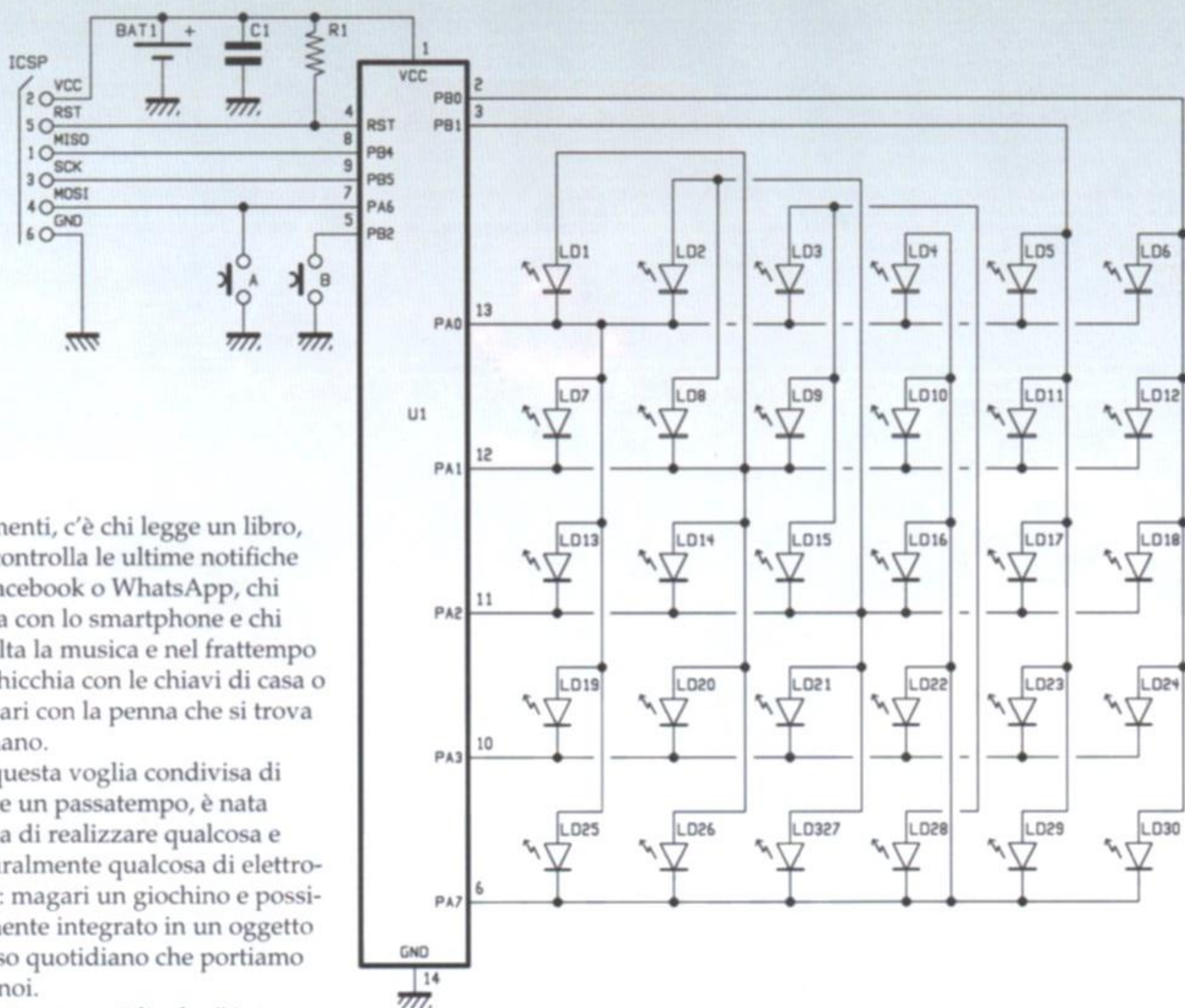
Basato su un'architettura Arduino, realizza giochi elettronici e animazioni pilotando una matrice di LED secondo una speciale modalità di multiplex.



KEY CHAININO: PORTACHIAVI MILLEUSI

di ALESSANDRO MATERA

Nel mondo "accelerato" in cui viviamo, i momenti per fare ciò che vorremmo bisogna ritagliarli con abilità da equilibristi tra i mille impegni della giornata. Siamo sempre di fretta e gli unici attimi di relax che ci concediamo sono i tempi morti durante l'attesa del bus, mentre siamo in treno, aspettiamo la metropolitana o siamo in coda in banca o alla Posta. In questi



momenti, c'è chi legge un libro, chi controlla le ultime notifiche di Facebook o WhatsApp, chi gioca con lo smartphone e chi ascolta la musica e nel frattempo giochicchia con le chiavi di casa o magari con la penna che si trova in mano.

Da questa voglia condivisa di avere un passatempo, è nata l'idea di realizzare qualcosa e naturalmente qualcosa di elettronico: magari un giochino e possibilmente integrato in un oggetto di uso quotidiano che portiamo con noi.

Così è nato un "display" interamente realizzato con una matrice a LED controllata da un piccolo microcontrollore, compatibile con Arduino, integrato in un circuito stampato che ha forma e dimensioni di un portachiavi. Dopo aver preso forma, la nostra idea ha preso anche un nome: KeyChainino. Il nome è già indicativo di ciò che il circuito è: un portachiavi (keychain, in inglese...) basato su architettura Arduino. Si tratta infatti di un portachiavi elettronico programmabile con Arduino, dove chiunque può realizzare il proprio gioco-passatempo e non solo. KeyChainino è composto da una matrice di 6x5 LED e due pulsanti, il tutto controllato dal piccolo ATtiny84A, un microcontrollo-

re Atmel ad 8 bit in esecuzione SMD, che ha solamente 14 pin, quindi è sufficientemente miniaturizzato per i nostri scopi. Per pilotare tutti i LED della matrice, tuttavia, ci servirebbe un numero maggiore di I/O, cui vanno aggiunti quelli necessari a leggere lo stato dei pulsanti di gestione del gioco. Abbiamo però risolto questo problema con un artificio che vi spiegheremo tra breve, analizzando il circuito elettronico alla base del progetto.

SCHEMA ELETTRICO

Il tutto fa capo al microcontrollore Atmel, che vediamo (nello schema elettrico) circondato da

una matrice di LED collegata in un modo originale: non più a righe e colonne ma LED collegati in cascata tra due piedini del microcontrollore.

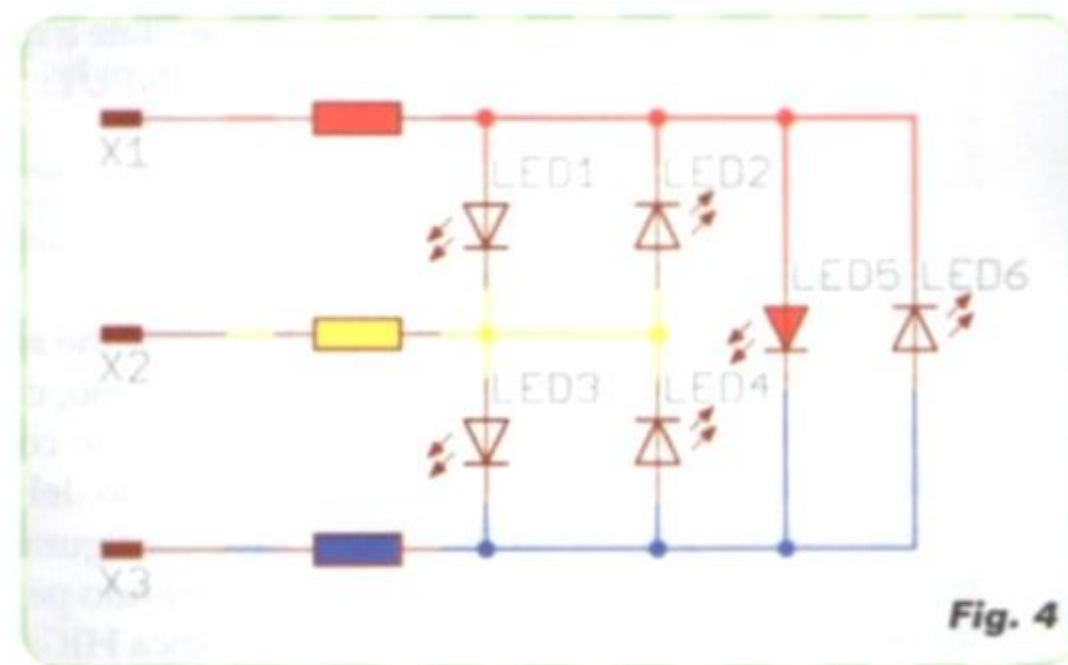
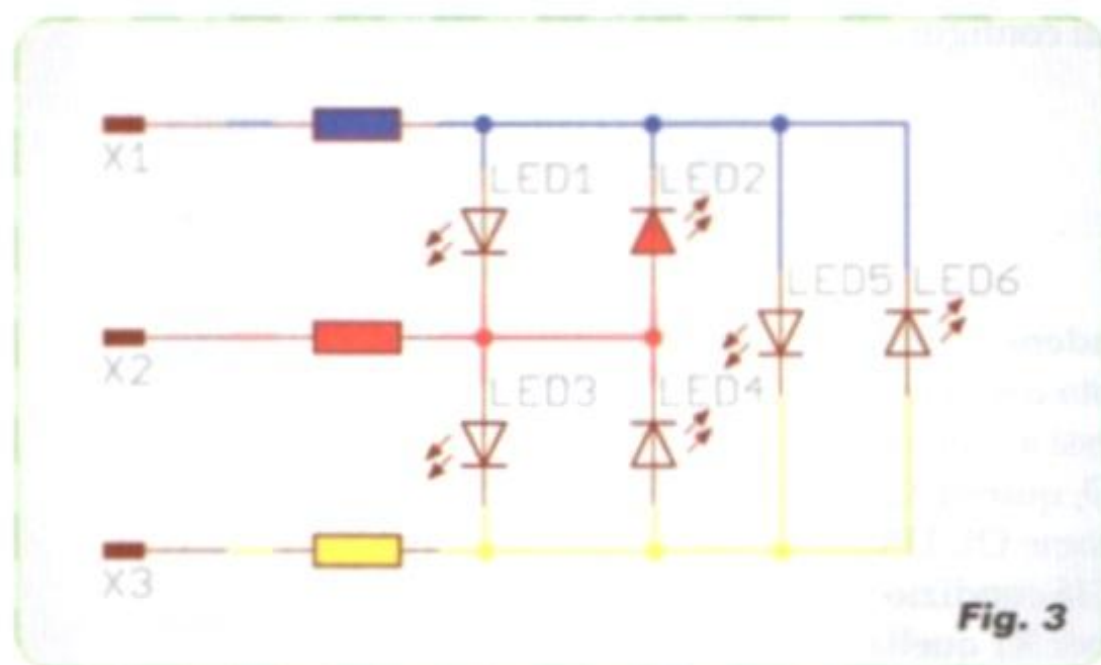
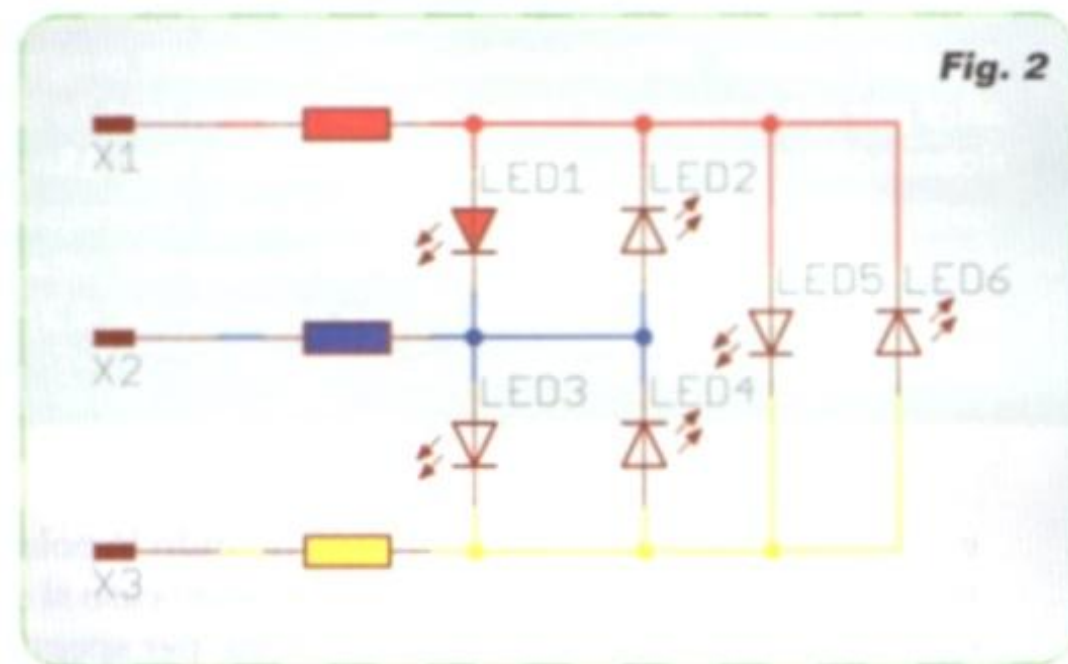
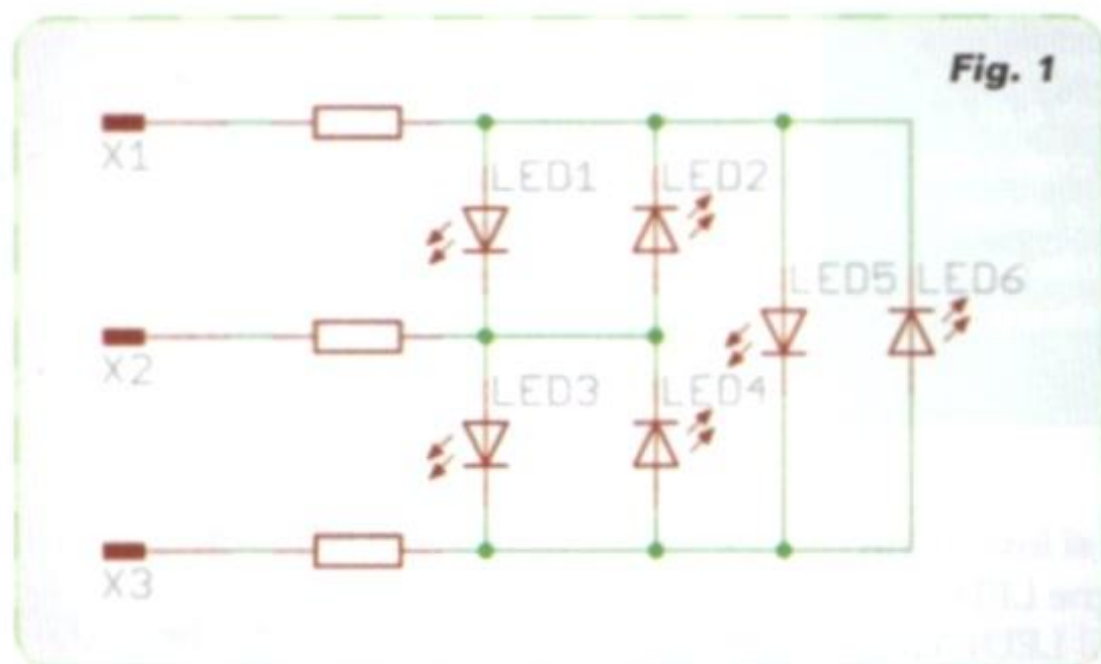
Questa particolare configurazione, che spiegheremo bene nei prossimi paragrafi, consente con soli 14 pin di comandare 30 LED, grazie a una tecnica nota come Charlieplexing; con il tradizionale multiplex il comando di 30 diodi avrebbe richiesto una matrice di 5x6, quindi 5+6=11 piedini. Qui ce ne bastano 7.

Il micro funziona con l'oscillatore interno ed è per questo che nello schema elettrico non vedete alcun componente di temporizzazione come quarzi o condensa-

tori; ciò ha consentito la massima semplificazione del circuito, che si riduce al microcontrollore, alla matrice di LED, alla resistenza di pull-up applicata al piedino RST (che a riposo -ossia nel normale funzionamento del micro- deve trovarsi a livello alto, ma che in programmazione, attraverso il connettore ICSP, deve poter essere commutata dal programmatore) e ad un condensatore di filtro dell'alimentazione, che in questo caso è di soli 3 volt ed è assicurata dalla pila a bottone CR2032. I pulsanti collegati alle linee PA6 (che in programmazione è la linea dati MOSI) e PB2 servono a gestire le varie funzionalità del gioco; i due I/O dispongono di un resistore di pull-up interno al microcontrollore che viene attivato dal firmware in fase di inizializzazione degli I/O.

Siccome la linea di alimentazione del microcontrollore è collegata a Vpp del connettore ICSP, quando si programma l'ATTiny84A bisogna togliere la pila dal suo alloggiamento, giacché la tensione che il programmatore fornirà sarà sicuramente maggiore. Detto ciò, passiamo al discorso più "succoso" su questo circuito, ossia il Charlieplexing: questa tecnica, che è una specie di multiplex, si basa sul fatto che un certo LED della matrice funziona soltanto quando la tensione ai suoi capi è di polarità tale da polarizzarlo direttamente; giocando su un opportuno collegamento e disponendo i LED come vedete nello schema elettrico, sfruttando il fatto che i pin del nostro microcontrollore possono assumere tre stati logici (ALTO/HIGH, BASSO/LOW, Alta impedenza/

Three-state) si riesce a comandare con ogni I/O più di un LED. Lo stato Three-state viene raggiunto quando programiamo il pin affinché funzioni come ingresso digitale, in quanto la linea di I/O assume uno stato di alta impedenza, che quindi limita fortemente il passaggio di corrente risultando quasi interrotta. Per farvi capire come funziona il Charlieplexing, proviamo ora ad analizzare lo schema di Fig. 1, che permette di pilotare sei LED con sole tre linee di I/O del microcontrollore; considerando che X1, X2 e X3 siano i pin interessati, ovvero tre di Arduino, e proviamo a far accendere il LED1. Per fare ciò, in Arduino, configuriamo i pin X1 e X2 -che sono collegati al LED che ci interessa accendere- come OUTPUT; portiamo X1 a livello logico ALTO





Lo smartphone si trasforma in oltre 40 shield

È nato ed è stato proposto su Kickstarter 1Sheeld, uno shield polivalente per Arduino che interfacciato con uno smartphone Apple o Android permette di emulare il funzionamento di tantissimo hardware; equipaggiato con un modulo Bluetooth Low Energy, può utilizzare i sensori e in generale l'hardware dello smartphone per emulare il funzionamento di tantissimi shield. L'hardware è composto da accelerometro e giroscopio, altoparlante e microfono, vibrazioni, fotocamere (con cui realizzare il riconoscimento d'immagine e di colore), RTC, memoria (per realizzare dei Data Logger), pulsanti e touch-screen (utilizzabile come sensore di prossimità e dispositivo di input) display, NFC, ricevitore GPS, eventuale magnetometro ed altro per realizzare ad esempio applicazioni Text To Speech e di riconoscimento vocale, riproduttori musicali ecc. 1Sheeld consente inoltre di interagire con le e-mail, Facebook, Foursquare. Lo shield contiene un modulo Bluetooth HM-10 e supporta smartphone con sistema operativo sia iOS (dal 9) che Android (dal 4.3). Lo shield si può acquistare dal sito www.futurashop.it.

e imponiamo per X2 il livello logico BASSO. Quanto a X3, lo configuriamo come INPUT:

```
pinMode(X1, OUTPUT);
pinMode(X2, OUTPUT);
pinMode(X3, INPUT); //Three-State
digitalWrite(X1, HIGH);
digitalWrite(X2, LOW);
```

In questo modo il diodo luminoso LED1 si accende, mentre gli altri LED rimangono spenti. Da notare che il LED2, che è collegato agli stessi pin del LED1, non si accende perché connesso in anti-parallelo a LED1 (Fig. 2), quindi può accendersi solamente

quando la polarità si inverte (in questo caso si spegne LED1). Ora, per spegnere il LED1, ci basta impostare tutti i pin in Three-State e quindi configurarli come INPUT:

```
pinMode(X1, INPUT);
pinMode(X2, INPUT);
pinMode(X3, INPUT);
```

Se volessimo accendere il LED2, per esempio, ci basta configurare i relativi pin connessi all'anodo e al catodo del LED, quindi X2 e X1, e configurarli come OUTPUT, imponendo per X2 la condizione logica HIGH e per X1 quella

LOW. Il pin X3 lo lasciamo in condizione three-state:

```
pinMode(X1, OUTPUT);
pinMode(X2, OUTPUT);
pinMode(X3, INPUT); //Three State
digitalWrite(X1, LOW);
digitalWrite(X2, HIGH);
```

Quindi la corrente scorre dal pin X2 e attraversa il LED2, che è polarizzato correttamente e va a chiudere il circuito nel pin X1. Invece il pin X3 non interferisce, in quanto è configurato come INPUT (Fig. 3).

Proviamo ora ad accendere il LED5: per fare ciò, dobbiamo impostare i pin X1 e X3 come OUTPUT, quindi X1 come HIGH e X2 come LOW, e configurare il pin X2 come Three-state, ossia INPUT (Fig. 4):

```
pinMode(X1, OUTPUT);
pinMode(X2, INPUT); //Three State
pinMode(X3, OUTPUT);
digitalWrite(X1, HIGH);
digitalWrite(X3, LOW);
```

Adesso il LED 5 è acceso, però a questo punto viene da domandarsi come mai LED 1 e LED3 non si accendono anche se la tensione ai loro capi è polarizzata correttamente; ebbene, il fatto è che questi due LED sono connessi in serie e quindi, per poterli accendere, il microcontrollore dovrebbe fornire una tensione doppia rispetto alla tensione di soglia del singolo LED. Dato che il microcontrollore fornisce sempre la stessa tensione di uscita, i due LED non si accendono e questo ci consente di mantenerli collegati come nell'esempio. Adesso che abbiamo capito come accendere molti LED con pochi pin, dobbiamo però considerare un limite del Charlieplexing: con questa specifica tecnica di pilotaggio dei LED, è possibile accendere un solo LED del gruppo alla volta. Questo ci limita parecchio, infatti come facciamo

a "disegnare" nella matrice di LED di KeyChainino uno "smile", per esempio?

Ebbene, ciò è fattibile perché in realtà quello che ci serve è visualizzare i LED accesi nello stesso istante, non tenere accesi i LED nello stesso istante: è una differenza sottile -un gioco di parole, se volete- ma si spiega perfettamente con quella che viene chiamata POV - acronimo di "persistence of vision". Per capire la cosa sappiate che il nostro occhio non riesce a distinguere immagini che si succedono oltre una certa velocità, che la Scienza ha dimostrato essere 24 fotogrammi al secondo; questo sia per la persistenza della retina (cioè il tempo impiegato da coni e bastoncelli all'interno del nostro occhio ad adeguarsi alle variazioni di luce) sia per la velocità di elaborazione del cervello. Ne deriva che se accendiamo e spegniamo un LED molto più veloce di quanto l'occhio umano possa percepire, non riusciamo a percepire come vengono composte le immagini da parte della matrice a LED di KeyChainino e vediamo in realtà il disegno composto. Nel caso specifico, il

firmware fa accendere e spegnere i LED tanto rapidamente da comporre molte immagini al secondo e quindi i LED ci appaiono sempre accesi anche se in realtà pulsano velocemente.

Questa tecnica si può affiancare al Charlieplexing ed è ciò che abbiamo fatto: accendiamo un LED alla volta ma, eseguendo un refresh molto veloce -dell'ordine dei 60Hz- il nostro occhio vedrà tutti i LED accesi nello stesso momento.

Il vero problema è la gestione della matrice di LED senza doversi preoccupare di come sono collegati e senza pensare di dover aggiornare la matrice molto velocemente affinché il nostro cervello non veda i LED accendersi e spegnersi.

Per risolvere questo problema abbiamo ideato una funzione che, tramite l'utilizzo dell'interrupt del timer, aggiorna lo stato dei LED in "background". Quello che dovremo fare nello sketch sarà solamente cambiare il valore del LED che vogliamo

accendere, nel vettore multidimensionale "matrixState". Se ad esempio volessimo accendere il LED nella posizione [Y][X] della matrice, ci basterà scrivere:

`matrixState[Y][X] = 1;`

Per spegnerlo, basterà settare tale valore a 0. In questo modo possiamo accendere e spegnere contemporaneamente tutti i LED della matrice 6x5 senza doverci preoccupare di nulla. Sarà la funzione associata all'interrupt del timer 1 ad andare a verificare quale LED accendere e come configurare i pin in base alla connessione del LED stesso.



Lato posteriore di KeyChainino: ospita il portapila. La CR2032 va rimossa durante la programmazione, che va effettuata utilizzando il connettore ICSP che in questa foto non è montato (va nelle sei piazzole in basso).

[piano di MONTAGGIO]

Elenco Componenti:

R1: 10 kohm (0805)
C1: 100 nF ceramico (0805)
LD1 + LD30: LED rosso (0805)
U1: ATTINY84A-SSU
A: Microswitch SMD
B: Microswitch SMD
BAT1: Porta Batteria Bottone



Guarda Key Chainino in funzione su YouTube!



Il portachiavi tecnologico basato su Arduino è capace di tanti effetti e vari giochi.



Se vuoi vederlo in funzione collegati alla pagina https://youtu.be/NB_cfv-GEUg. Dal nostro canale YouTube <https://www.youtube.com/user/ElettronicaIN/videos> potrai anche vedere i video di moltissimi altri nostri progetti proposti in passato.

Un altro vantaggio del Charlieplexing è il ridotto consumo energetico che consente; è per questo che lo abbiamo voluto in KeyChainino, che è alimentato da una batteria CR2032, la quale ha una capacità di circa 225mAh. Il consumo di elettricità è un fattore determinante perché se anche riuscissimo ad accendere tutti i 30 LED contemporaneamente, considerando un assorbimento di 10 mA per LED, avremmo un prelievo di corrente dall'alimentazione pari a $30 \times 10 \text{ mA} = 300 \text{ mA}$.

AmMESSO e non concesso che la batteria possa avere uno spunto tale da alimentare i LED contemporaneamente, essa si esaurirebbe in appena $225 / 300 = 0,75$ ore (45 minuti).

Con il Charlieplexing, invece, proprio perché viene alimentato soltanto un LED per volta, il consumo si riduce solamente a 10 mA per tutti i 30 LED accesi,

il che si traduce in un'autonomia -fornita dalla pila a bottone CR2032- di ben $225 / 10 = 22,5$ ore: 30 volte maggiore rispetto al caso precedente!

Naturalmente i LED sono accesi soltanto per $1/30$ del tempo, quindi è come se pilotassimo i LED con la tecnica PWM con un duty-cycle del 3,33% che comporta una diminuzione dell'intensità luminosa del LED.

Un altro aspetto da considerare del Charlieplexing è l'utilizzo della resistenza di limitazione (è posta in serie...) della corrente nei LED. Normalmente tale resistenza viene calcolata dividendo la differenza tra la tensione fornita al bipolo resistenza-diode e la caduta di tensione diretta del diode stesso, per la corrente diretta nel LED. Nel nostro caso, però, dato che ogni LED è connesso a due pin, la resistenza calcolata, deve essere divisa per due e collegata in serie al rispettivo piedino del microcontrollore, anziché in serie a ciascun LED. In questo modo, ciascun LED è sempre connesso in serie tra due resistenze la cui somma è quella necessaria al funzionamento ottimale del LED stesso. Questo vale in linea generale per il pilotaggio in Charlieplexing, tuttavia in certe condizioni limite è possibile rinunciare alla resistenza; è il nostro caso, perché in KeyChainino si è preferito omettere la resistenza in quanto i LED utilizzati nel circuito hanno una tensione diretta molto vicina a quella della batteria, quindi la caduta di tensione sui MOSFET che costituiscono lo stadio di uscita di ciascun I/O del microcontrollore può compensare.

Poi c'è da dire che, data l'elevata velocità di refresh, ciascun LED viene alimentato solamente per qualche istante e questo permet-



te di alimentarlo ad una tensione istantanea di poco superiore senza danneggiare né esso né il microcontrollore.

In ogni caso, se la tensione di alimentazione è più alta di quella di alimentazione dei LED, conviene inserire la resistenza. KeyChainino è quindi un ottimo strumento per imparare la sorprendente tecnica del Charlieplexing, scoprire come si devono utilizzare gli interrupt e imparare a gestire il risparmio energetico; il tutto in un gadget unico e vecchio stile, a portata di chiavi! Creare giochi per KeyChainino è molto semplice: basta partire dallo sketch base scaricabile da GitHub all'indirizzo web https://github.com/alessandromatera/KeyChainino/blob/master/Sketch/KeyChainino_basic/KeyChainino_basic.ino. Sempre per imparare a pro-



per il MATERIALE

Il portachiavi programmabile Keychainino (cod. KEYCHAININO) viene venduto montato ed è disponibile presso Futura Elettronica al prezzo Euro 13,00. 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>

grammare KeyChainino potete seguire i tutorial che trovate sul sito web del progetto, realizzato dall'autore, alla pagina web <http://www.keychainino.com/tutorial-how-to-make-the-walled-game-step-by-step-part-1/>. Oppure potete partire dai vari giochi sviluppati dall'autore e da altri utenti di KeyChainino disponibili su www.keychainino.com/keychainino-sketches/ e modificare i rispettivi sketch a piacimento.

Sul sito web del progetto, www.keychainino.com, trovate altro materiale in continuo aggiornamento.

REALIZZAZIONE PRATICA

Passiamo adesso dalla teoria alla pratica e vediamo come realizzare questo gadget: per contenere le dimensioni del circuito abbiamo fatto ricorso esclusivamente a componenti SMD e a uno stampato a doppia faccia a fori metallizzati o interconnessioni realizzate con sottili spezzoni di filo in rame nudo; lo stampato si ottiene per fotoincisione ricavando le pellicole dalle tracce lato rame che trovate sul nostro sito web www.elettronica.in.it, insieme agli altri file del progetto.

La costruzione richiede quindi l'attrezzatura del caso (un saldatore da 20 W a punta finissima, del filo di lega saldante da 0,5 mm di diametro, della pasta fluxante di media densità, una lente d'ingrandimento e una pinzetta per posizionare i chip più piccoli), oltre che un po' di pazienza e mano ferma.

Il montaggio di KeyChainino va iniziato posizionando per primo il microcontrollore, ben centrato nelle proprie piazzole, e stagnandone due terminali sugli angoli per fermarlo; poi procedete a stagnare i terminali uno per lato, magari dopo averli spalmati col fluxante per evitare che la lega saldante si attacchi tra due piedini unendoli. In questa operazione aiutatevi con la lente d'ingrandimento, perché il passo dei piedini è molto ridotto ed è facile realizzare cortocircuiti. Sistemato il microcontrollore, disponete sullo stampato i componenti più piccoli come resistenze e condensatori, quindi i LED, il quarzo, l'elettrolitico e i pulsanti. Completate il montaggio con il portapila e il connettore ICSP, che è un doppio strip maschio a passo 2,54 mm da 3 poli, da rimuovere dopo la programmazione in-circuit del microcontrollore; infatti le punte sono abbastanza alte e renderebbero il dispositivo piuttosto spesso, mentre per la sua natura di portachiavi è opportuno sia il più snello possibile.

Completato e programmato, KeyChainino va inserito in un contenitore in plastica (trasparente dal lato dei LED) che potete scegliere in base al vostro gusto; potete anche valutare la possibilità di coprire il lato dei LED con una resina trasparente (qualche mano di vernice poliuretanica, per esempio) e il retro con un coperchio, sempre in materiale isolante.

CORSI FUTURA ACADEMY

Puoi scegliere tra numerosi argomenti:

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

... e molti altri ancora!



NON ASPETTARE.

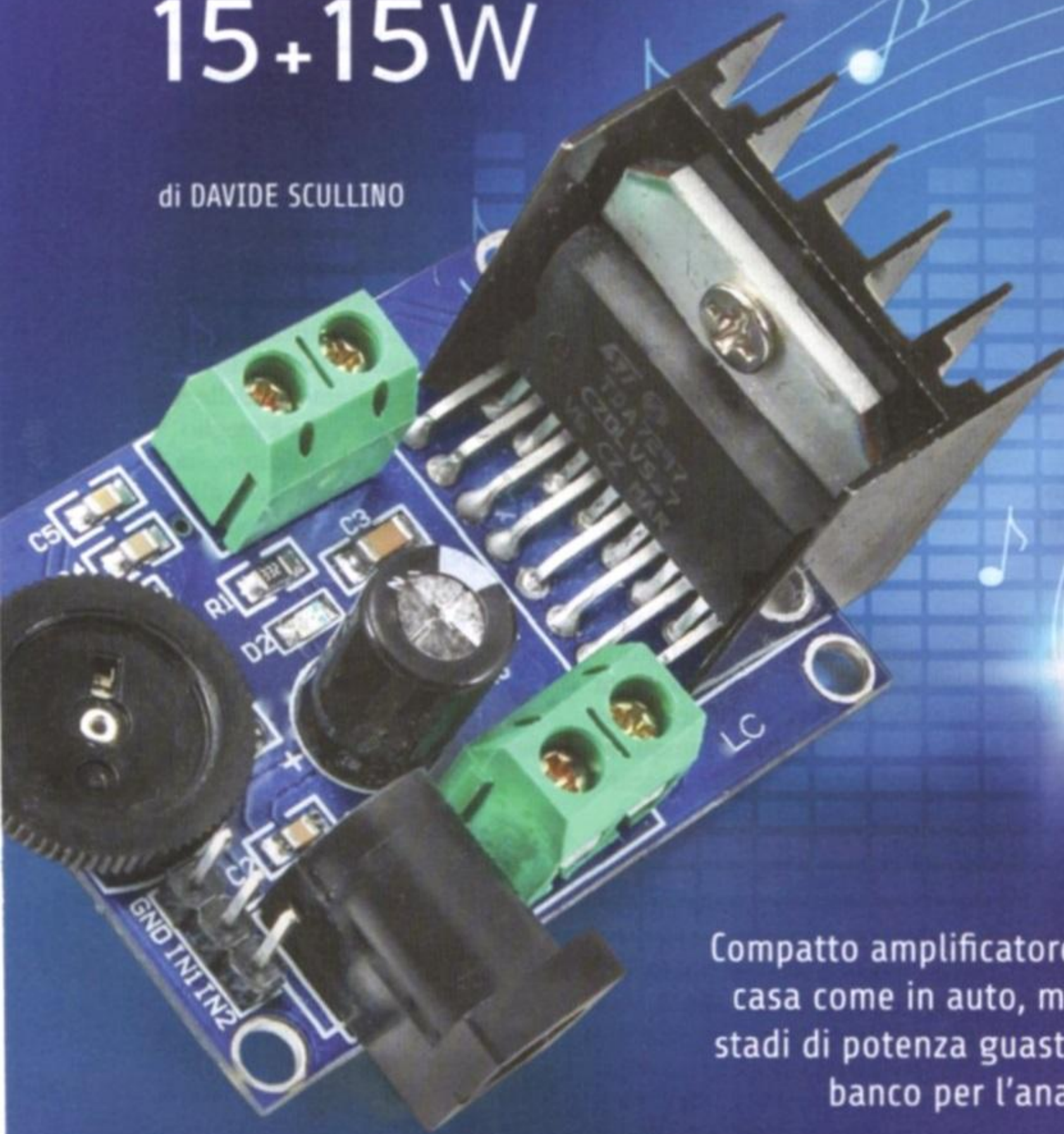
Se ti iscrivi in anticipo avrai diritto ad uno sconto!

INFORMAZIONI DETTAGLIATE E ISCRIZIONI SU
www.futura.academy

FINALE BF

15+15W

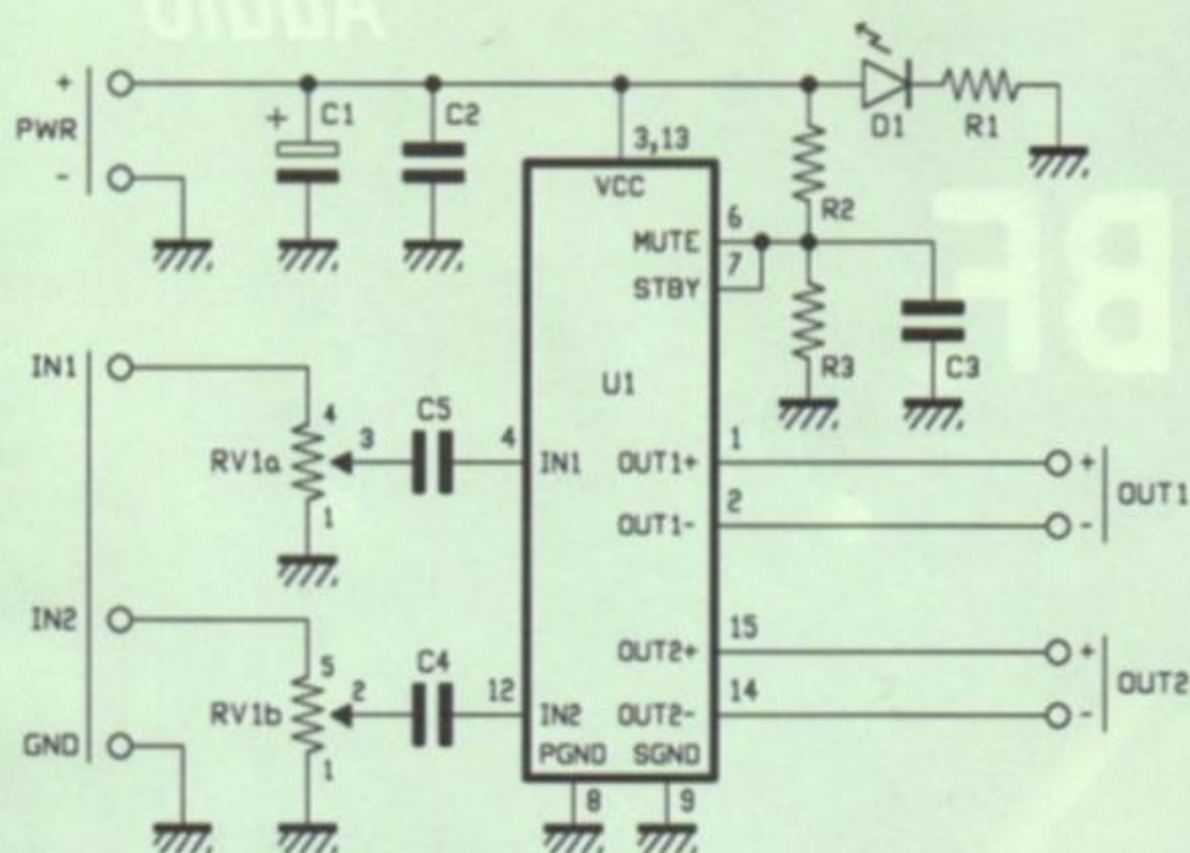
di DAVIDE SCULLINO



Compatto amplificatore stereo utilizzabile in casa come in auto, ma anche per sostituire stadi di potenza guasti o realizzare finali da banco per l'analisi di apparati audio.

Quando si riparano apparecchiature audio, avere un amplificatore BF sul proprio tavolo da lavoro è sempre utile; se poi è stereofonico, tanto meglio, perché con esso si possono testare apparati stereo come lettori di Compact Disc, piastre a cassette, sintonizzatori, lettori MP3 e via di seguito. Per il laboratorio e non solo, abbiamo progettato e vi proponiamo di realizzare un amplificatore molto compatto, composto da pochissimi elementi che contornano un integrato monolitico della ST, capace di fornire in uscita una potenza

di 2x15 watt efficaci su carico (altoparlante) di 4 ohm. La buona potenza d'uscita e le buone qualità sonore in fatto di distorsione armonica e di banda passante rendono il circuito idoneo anche ad applicazioni che nulla c'entrano con il laboratorio: ad esempio permettono di utilizzarlo come stadio di potenza di una coppia di casse amplificate per PC (l'amplificatore si mette in una e l'altra si collega con una piattina) o di un impianto stereo autocostruito. L'amplificatore può anche servire a sostituire lo stadio finale guasto di un compatto



hi-fi di cui magari non si trovano più i componenti, in virtù delle sue ridottissime dimensioni e delle buone prestazioni in fatto di qualità sonora. Infatti si tratta di un amplificatore che senza ombra di dubbio può essere collocato tra quelli ad alta fedeltà. Ma delle applicazioni vedremo in seguito, dopo aver dato uno sguardo allo schema elettrico del circuito ed averne analizzato il funzionamento e le caratteristiche.

SCHEMA ELETTRICO

L'amplificatore ruota intorno a un monolitico per uso universale, composto da due stadi amplificatori BF con uscita a ponte, che possono essere assimilati a operazionali connessi a ponte e dotati di stadio d'uscita a bassa impedenza; ciascuno stadio ha un guadagno in tensione fisso impostato internamente dai resistori di retroazione (sono abbastanza precisi e garantiscono uno scarto massimo, nel guadagno, tra canale destro e sinistro, di appena 0,5 dB) di questi operazionali, pari a 32 dB, corrispondenti a circa 39 volte. Questo significa che fornendo in ingresso una tensione efficace di 0,1 V otteniamo in uscita 3,9 V. La massima

potenza d'uscita su altoparlante da 8 ohm è 15 watt, per ottenere i quali serve una tensione efficace di 10,9V; siccome il guadagno in tensione è 39 volte, per ottenere tale potenza serve pilotare ogni stadio con 0,28 Veff. Per ottenere la stessa potenza a 4 ohm, visto che serve una tensione sul carico pari a 0,707 volte quella richiesta su 8 ohm, occorrono all'ingresso 198 mVeff. Prestate comunque attenzione al fatto che per ciascun canale il TDA7297 può erogare una corrente di picco di 2 ampere, che in regime sinusoidale significa poco più di 1,4 ampere; questo valore, più che sufficiente a sviluppare 15 watt su 8 ohm, su 4 ohm permette di arrivare al massimo a 8 watt, quindi al circuito si possono collegare altoparlanti da 4 ohm ma la potenza ottenibile è minore che a 8 ohm. All'integrato servono pochissimi componenti esterni perché internamente dispone di tutto quel che serve: le reti di polarizzazione degli ingressi non-invertenti degli operazionali necessarie perché l'integrato è alimentato a tensione singola, le reti R/C serie (celle di Boucherot) per compensare le variazioni di impedenza degli altoparlanti e prevenire le autoscillazioni, oltre alle reti di

bootstrap necessarie a stabilizzare la polarizzazione all'accensione del componente.

Ciò rende lo schema molto semplice, come del resto vedete in queste pagine: infatti l'integrato è contornato da solo due condensatori per il disaccoppiamento in continua degli ingressi L ed R (C4 e C5) e un partitore resistivo più un condensatore di filtro per gli ingressi delle funzioni Mute e Standby; nello specifico, il condensatore C3 permette, all'accensione del circuito, di silenziare le uscite degli amplificatori per evitare il classico "botto" dovuto all'iniziale assestamento delle reti di polarizzazione, che è meglio evitare sia perché fastidioso, sia perché sollecita fortemente gli altoparlanti, in special modo le unità per le note basse. La funzione Mute si attiva ponendo a zero logico il piedino 6 e la Standby mettendo allo stesso livello il piedino 7, per cui con una sola rete riusciamo a gestirle entrambe; per effetto del condensatore, che

CARATTERISTICHE TECNICHE

- Tensione d'alimentazione: 7+18Vcc
- Potenza in uscita (RMS): 15+15 W su 8 ohm
- Potenza in uscita (RMS): 8+8 W su 4 ohm
- Assorbimento max: 2,5 A
- Corrente a riposo: 50 mA
- Risposta in frequenza: 22Hz+100 kHz
- Distorsione armonica (@1W): 0,1 %
- Distorsione armonica alla max potenza: 1 %
- Separazione tra i canali: 60 dB
- Impedenza d'ingresso: 30 kohm
- Protezione termica
- Protezione dal cortocircuito delle uscite

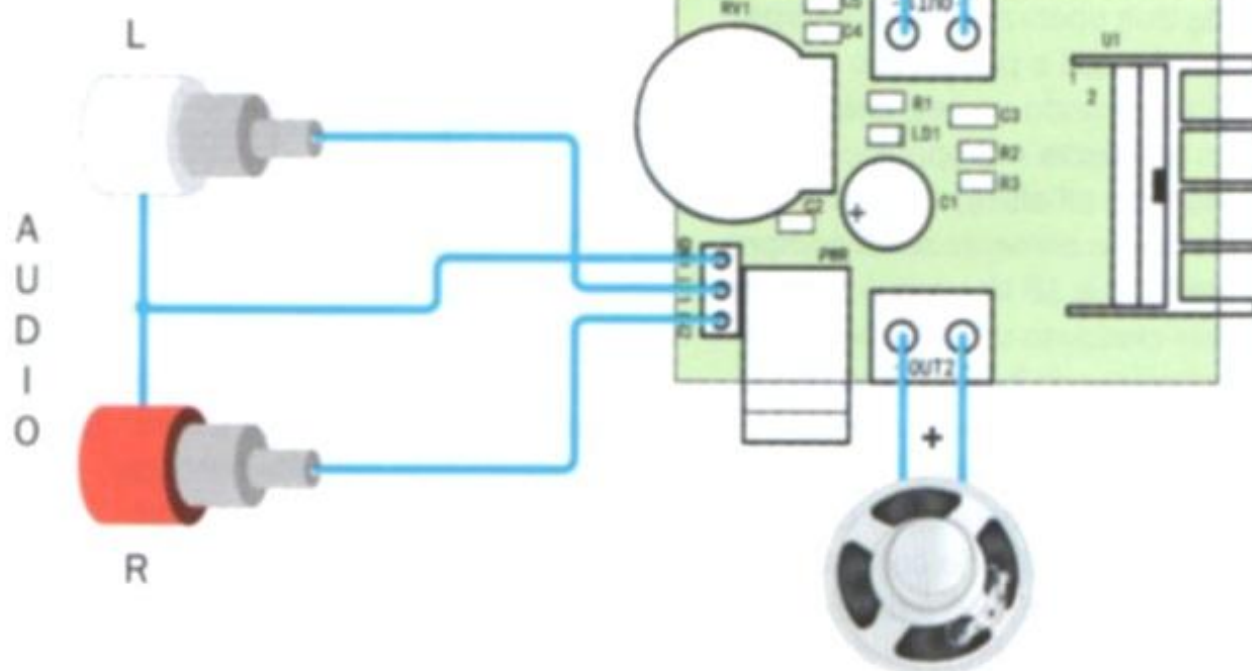
all'accensione è scarico, quando si alimenta il circuito, inizialmente gli stadi di potenza sono spenti e il Mute blocca il segnale audio per un tempo pari a circa 100 millisecondi, trascorsi i quali lascia che il TD7297 funzioni normalmente. Il condensatore si carica attraverso la resistenza R2 e, una volta spento (ossia privato dell'alimentazione) il circuito si scarica attraverso R3; se non vi fosse tale resistenza il C3 rimarrebbe carico a lungo e a una successiva riaccensione ravvicinata non permetterebbe l'attivazione delle funzioni Mute e Standby.

Il costruttore consiglia di accendere il TDA7297 disattivando prima la funzione Standby e dopo la Mute; siccome la soglia di disattivazione della funzione Standby è 0,9 volt (insomma, quando la tensione fornita dal condensatore C3 sale a 1 V l'integrato entra a regime) e quella della funzione Mute è circa 2,9 volt, il collegamento da noi realizzato va benissimo, nel senso che possiamo utilizzare un'unica rete RC per pilotare i piedini di comando di entrambe le funzioni, certi di rispettare la corretta sequenza di accensione. Anche per lo spegnimento, l'unica rete va bene, perché la ST raccomanda di mettere l'integrato prima in Mute e poi in Standby, e ciò è rispettato perché al calare della tensione sul condensatore prima si attiva Mute e poi Standby.

Le uscite dell'integrato si collegano direttamente agli altoparlanti: malgrado il circuito funzioni a tensione singola non sono richiesti condensatori di disaccoppiamento perché l'altoparlante di ciascun canale si collega tra le uscite dei due stadi di potenza del rispettivo canale.

Ciascun ingresso ha un potenziometro (in realtà una sezione di un doppio potenziometro) per

I collegamenti



dosare il livello del segnale che lo raggiunge e quindi ottenere il controllo del volume, che è massimo quando il cursore si trova verso il contatto IN e minimo quando è a massa.

Sulla linea di alimentazione sono stati dislocati i condensatori C1 e C2, che hanno lo scopo di filtrare sia i disturbi impulsivi e l'eventuale ripple dell'alimentatore utilizzato, sia le fluttuazioni della tensione causate dalle variazioni di assorbimento da parte dell'integrato ad elevate potenze d'uscita. La presenza della tensione d'alimentazione, che per ottenere la massima potenza su 8 ohm dev'essere 16,5÷17 V, viene segnalata dall'accensione del LED D1, polarizzato attraverso la resistenza R1.

REALIZZAZIONE PRATICA

Bene, spiegato lo schema elettrico spendiamo qualche paragrafo per spiegare la costruzione dell'amplificatore, che richiede un circuito stampato a doppia ramatura (ottenibile per fotoincisione dopo aver ricavato le pellicole dalle tracce lato rame scaricabili dal nostro sito www.elettronica.in.it) e che fa uso in buona parte di componentistica SMD: infatti a montaggio tradizionale abbia-

mo solo l'integrato TDA7297, le morsettiere, il condensatore elettrolitico, la presa jack di alimentazione, il potenziometro da c.s. e un pin-strip che ci serve a collegare gli ingressi. La costruzione richiede quindi l'attrezzatura del caso (un saldatore da 20 W a punta finissima, del filo di lega saldante da 0,5 mm di diametro, della pasta fluxante di media densità, una lente d'ingrandimento e una pinzetta per posizionare i chip più piccoli) e un po' di pazienza e manualità. Il montaggio va iniziato posizionando per primi i componenti più piccoli come resistenze e condensatori non polarizzati, quindi il LED, il potenziometro orizzontale da circuito stampato, l'elettrolitico e il connettore d'alimentazione. Poi inserite e saldate le morsettiere, il pin-strip a tre poli e il TDA7297, che dovete tenere in piedi ben dritto; allo scopo inseritene i piedini nei fori dello stampato, stagnate due piedini alle estremità e verificate che l'integrato sia dritto, poi stagnate i pin rimanenti. Se non trovate un potenziometro orizzontale da stampato (il nostro ha cinque piedini in linea a passo 2,54 mm) potete collegare mediante corti spezzoni di filo un potenziome-

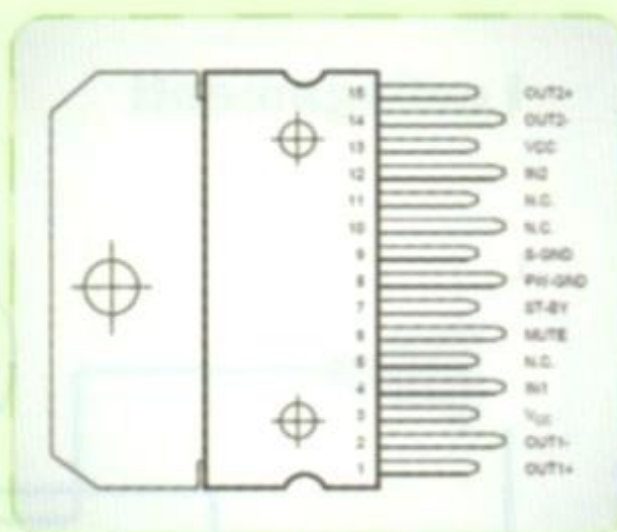
L'integrato TDA7297

Il componente su cui si basa il nostro circuito è un amplificatore a due canali incapsulato in contenitore Multiwatt 15 e composto, per ciascun canale, da due operazionali di potenza configurati a ponte (uno lavora amplificando un segnale uguale in ampiezza ma opposto di fase rispetto all'altro); accetta una tensione alimentazione compresa fra 6 e 18 Vcc e può erogare per ciascuna uscita a ponte un massimo di 2 ampere di picco, quindi 1,41 ampere efficaci in regime sinusoidale.

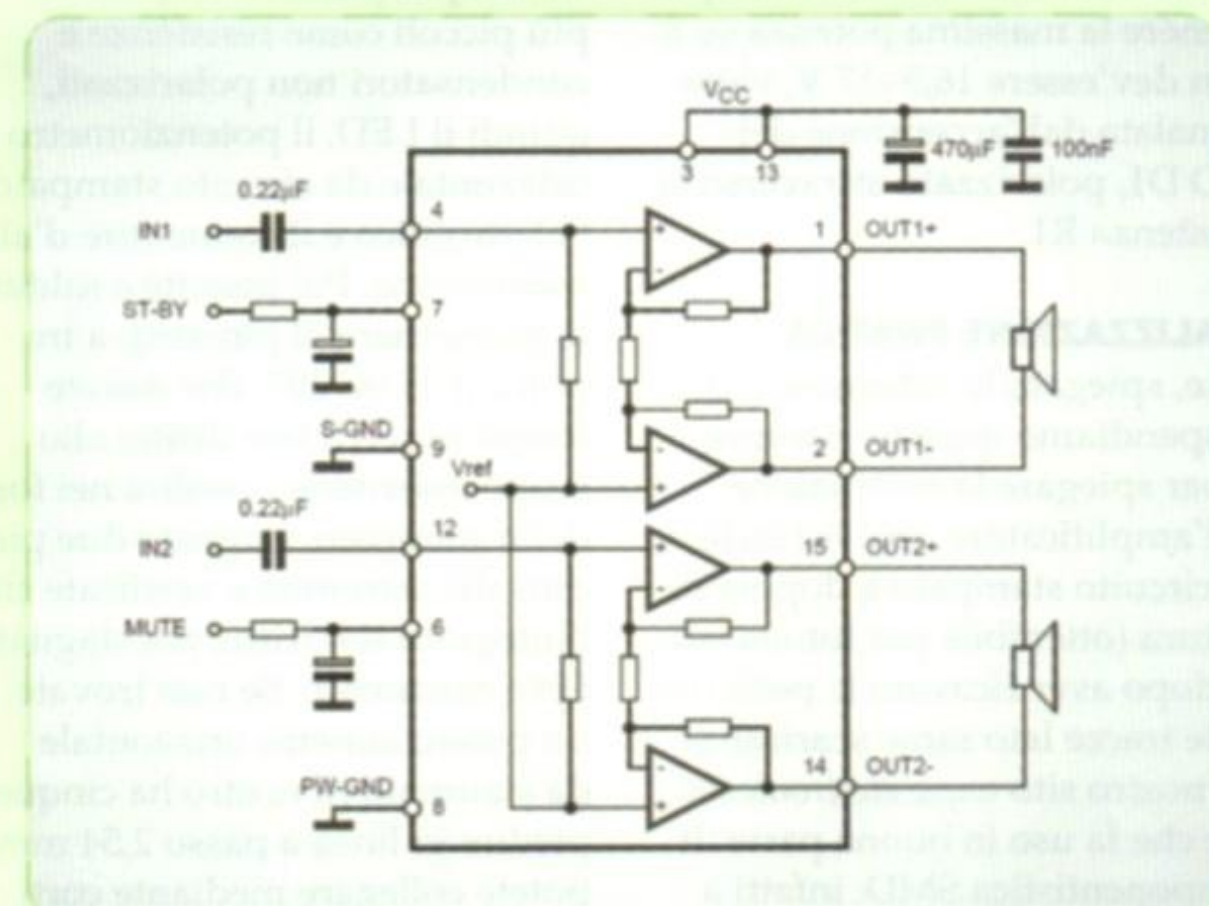
La massima potenza d'uscita su carico di 8 ohm (e con alimentazione di 16,5 V) è di 15 watt per canale, mentre la distorsione armonica (THD) 0,1% a 1 W su 8 ohm e ad 1 kHz. Su 4 ohm la potenza è inferiore perché bisogna tenere conto della limitata corrente d'uscita.

L'integrato svolge da sé la gran parte delle funzioni e ingloba la componentistica del caso: polarizzazione, compensazione dell'impedenza del carico per prevenire l'autoscillazione a frequenze elevate, stabilizzazione termica, sdoppiamento e inversione del segnale per pilotare il ponte di ciascun canale.

All'interno troviamo anche una rete di protezione dal cortocircuito dell'altoparlante e limitazione della corrente



erogata, oltre che una protezione termica che impedisce il surriscaldamento dell'integrato, per esempio quando sta erogando una potenza eccessiva o viene mal ventilato. Oltre a ciò, nel TDA7297 troviamo un circuito di Mute e uno di Standby: quest'ultimo consente di spegnere gli stadi di potenza per minimizzare l'assorbimento (scende ad appena 100 μ A) pur lasciando alimentato l'integrato. Quanto al Mute, consente di silenziare l'uscita, attenuando di 80 dB il segnale applicato agli ingressi dell'integrato. Entrambe le funzioni sono attive applicando ai rispettivi piedini il livello basso, che vale tipicamente meno di 2,9 volt per il Mute (piedino 6) e meno di 1 volt per lo Standby (piedino 7). L'impedenza d'ingresso di ciascun canale è 30 kohm e la massima ampiezza applicabile a 8 ohm è di 280 mVeff.



tro doppio esterno, unendone gli estremi di massa (scegliete quelli di sinistra guardando il potenziometro dalla parte del perno, così da ottenere il volume massimo ruotando il cursore tutto a destra) quindi collegando il centrale della sezione avanti e l'altro estremo rispettivamente ai contatti 3 e 4, poi collegando il centrale e l'estremo opposto a quello di massa della sezione dietro, rispettivamente ai contatti 2 e 5 del c.s. Per l'orientamento dei componenti attivi e dell'elettrolitico, seguite il piano di montaggio visibile in queste pagine. A fine montaggio applicate al TDA7297 un dissipatore di calore avente resistenza termica di 8 $^{\circ}$ C/W, rammentando di spalmare con della pasta al silicone l'aletta posteriore dell'integrato, ovvero di interporre un foglietto di teflon grigio isolante, se desiderate l'isolamento elettrico tra l'aletta del componente e il dissipatore; in questo caso non dimenticate di utilizzare anche l'apposito isolatore in plastica per la vite, altrimenti quest'ultima farà contatto. Stringete il dissipatore mediante una vite 3MA con dado; se interponete l'isolatore non preoccupatevi che il dado tocchi il metallo del dissipatore, perché è isolata la vite sia nella testa, sia nel foro. Completato il montaggio, l'amplificatore è pronto per l'uso, perché non richiede alcuna taratura o regolazione preliminare; alimentatelo con un alimentatore da rete possibilmente non stabilizzato (e possibilmente lineare), capace di fornire una tensione di 17 volt e una corrente di 2,5 ampere indipendentemente dall'impedenza degli altoparlanti adottati (4 o 8 ohm). Se optate per altoparlanti da 4 ohm ricordate di alimentare il circuito a non più di 11÷12 volt, perché tanto di più non serve, in

quanto se la corrente d'uscita supera 1,4 ampere efficaci per canale interviene la protezione da sovracorrente, limitandola. Per una prova rapida, collegate i contatti degli ingressi a una coppia di prese RCA (meglio montate già su un supporto, per applicazioni stereo) utilizzando del cavetto schermato coassiale (uno spezzone per ciascuna presa, rammentando di stagnare al contatto esterno la calza schermo e a quello interno il conduttore interno del cavo) da connettere, sullo stampato, con i conduttori interni uno al contatto IN1 e l'altro all'IN2, quindi unendo le calze di schermo e stagnandole insieme al GND; fatto ciò connettete con della piattina rosso-nera da 2x0,75 mmq le uscite OUT 1 e OUT 2 ciascuna ad un altoparlante da 8 ohm -15 watt o a due diffusori acustici di pari caratteristiche (non importa il numero di vie...) e collegate alle prese RCA i cavetti di uscita di un lettore MP3, di un lettore CD o altra fonte di segnale musicale. Attenzione a non collegare insieme i negativi delle uscite dell'amplificatore, perché -lo ricordiamo- le uscite sono configurate a ponte e i loro negativi non sono a massa; se unite le masse rischiate di danneggiare l'integrato TDA7297. Alimentate il circuito, però ricordate che prima di iniziare la riproduzione dovete ruotare tutto in senso antiorario il perno del potenziometro d'ingresso (volume) e una volta applicato l'audio ruotatelo gradualmente nel verso opposto fino a sentire in altoparlante il suono riprodotto.

UTILIZZO DEL FINALE

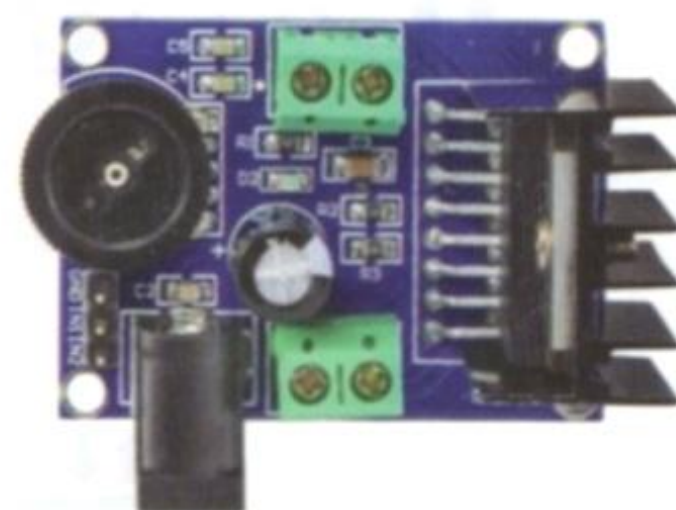
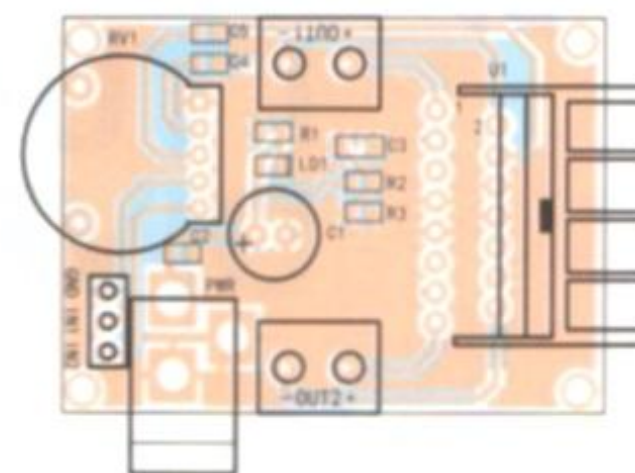
Quanto all'applicazione, il circuito può essere utilizzato, oltre che come amplificatore per applicazioni fisse (finale da banco, amplificatore per hi-fi),

Elenco Componenti:

R1: 3,3 kohm (0805)
R2, R3: 10 kohm (0805)
C1: 470 μ F 16 VL elettrolitico
C2: 100 nF ceramico (0805)
C3: 10 μ F ceramico (1206)
C4, C5: 220 nF ceramico (0805)
D1: LED verde (0805)
U1: TDA7297
RV1: Potenziometro rotativo 10 kohm (mod. B103)

Varie:

- Morsetto 2 poli (2 pz.)
- Strip maschio 3 vie
- Plug alimentazione
- Dissipatore
- Vite 10 mm 3MA
- Circuito stampato S1240



come piccolo booster per autordio sprovviste di amplificazione: va benissimo, ad esempio, per amplificare il segnale fornito da un lettore MP3.

Comunque lo impieghiate, ricordate che il contenitore o vano dove lo collegherete deve avere ampie feritoie per consentire al dissipatore del TDA7297 di smaltire il calore prodotto dall'integrato; evitate anche il contatto del dissipatore con eventuali parti metalliche del contenitore o alloggiamento, perché sebbene l'aletta metallica sia collegata a massa, è sempre meglio evitare percorsi di massa paralleli, che potrebbero creare interferenze udibili in altoparlante.

Per limitare le interferenze, come ad esempio il ronzio indotto dalla rete elettrica a 220 V, è utile racchiudere il circuito in un contenitore metallico; per l'aerazione potete far spuntare il dissipatore da una finestrella o prevedere delle griglie. Ricordate di collegare la massa (dell'ali-

mentatore) in un unico punto del contenitore e isolare la parte metallica degli attacchi (utilizzate gli RCA) di ingresso (ed ancor più le connessioni di uscita, onde evitare cortocircuiti) dal contenitore, anche se elettricamente va alla massa del circuito.



per il MATERIALE

Tutti i componenti utilizzati in questo progetto sono di facile reperibilità. Il modulo amplificatore audio 2x15 watt (cod. AUDIOMODAMPLI) viene venduto montato e collaudato ed è disponibile presso Futura Elettronica al prezzo di Euro 8,00. 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>



TORPEDO, LO SWITCHING PER TUTTI GLI USI

di MASSIMO DEL FEDELE

Nel fascicolo di marzo abbiamo trattato a livello teorico, anche se semplificato, i convertitori switching SEPIC, evidenziandone vantaggi e svantaggi e fornendovi le basi per il calcolo dei loro componenti tramite un modulo scritto in Open Office da noi creato e scaricabile dal nostro sito web. Adesso entriamo nel vivo del progetto presentando un'applicazione pratica dei concetti esposti: un alimentatore che abbiamo chiamato Torpedo. Si tratta di un alimentatore switching a configurazione SEPIC, nato per eseguire dei test finalizzati a sostituire, in sede di sviluppo della nostra scheda Fishino UNO, il poco efficiente regolatore lineare presente in esse e in tutte le schede Arduino. Le caratteristiche che volevamo ottenere erano:

- tripla sorgente di alimentazione, ossia USB, batteria ed esterna;
- ampia finestra di valori di tensione in ingresso: da 3 a 20 volt;
- corrente minima in uscita di 500 mA, con possibilità di arrivare ad 1A ed oltre con sorgente esterna;
- efficienza elevata, sopra il 70% e possibilmente sopra l'80-90%;
- carica di batterie LiPo a singola cella incorporato;



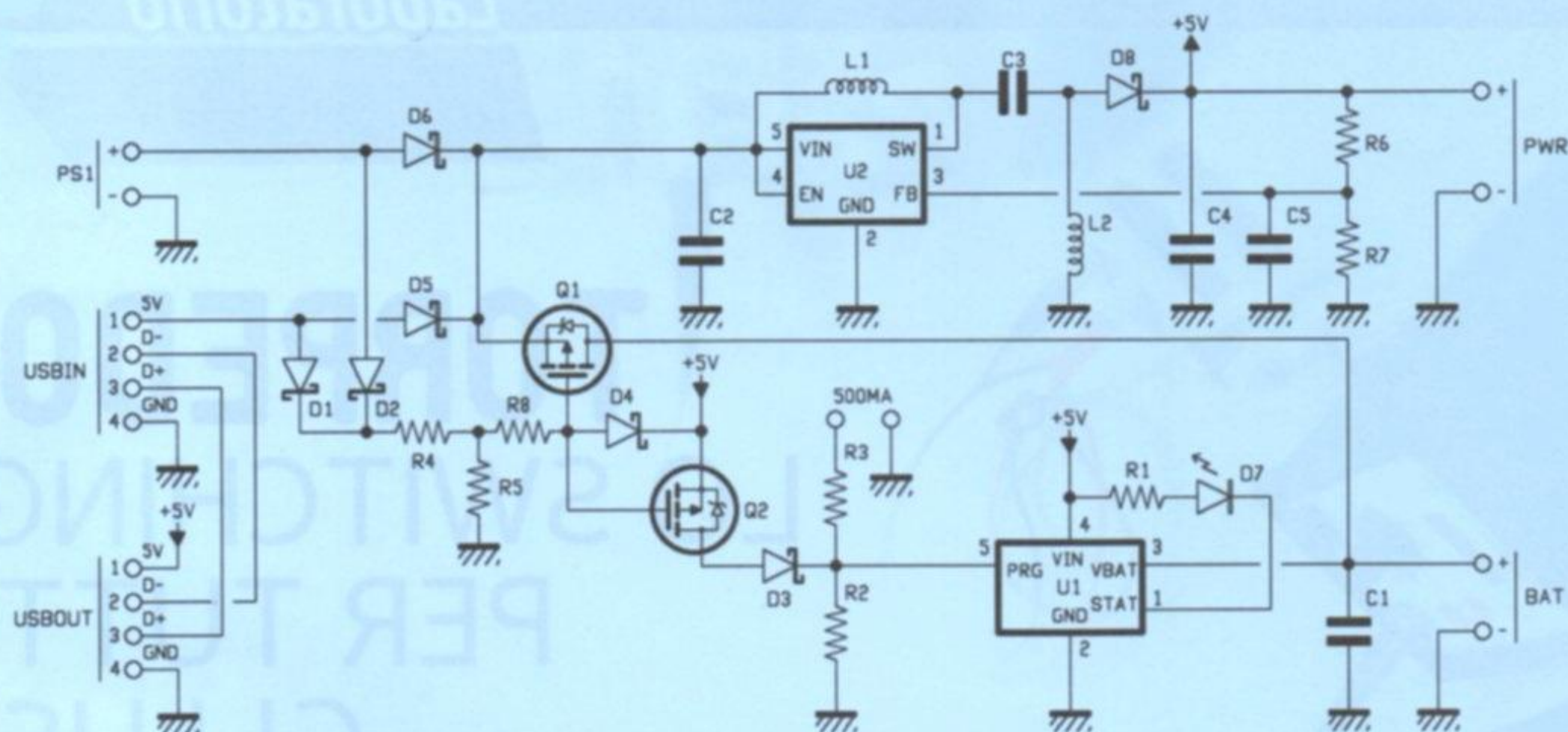
Spiegata la teoria, vediamo in pratica il progetto dell'alimentatore SEPIC. Seconda ed ultima puntata.

- passaggio dall'alimentazione a batteria ad altra sorgente senza interruzione;
- uscita a 5 V con elevata stabilità al variare del carico e a basso ripple.

Come vedremo in seguito, tutte le specifiche di progetto, in Torpedo, sono state rispettate.

SCHEMA ELETTRICO

Per meglio comprendere il funzionamento del



nostro circuito possiamo dividerne lo schema in tre blocchi:

- stadio di ingresso;
- caricabatteria;
- convertitore SEPIC.

Lo stadio di ingresso è costituito principalmente dai diodi D5 e D6, che abbinati al MOSFET Q1 costituiscono il selettore della sorgente di alimentazione. Trascuriamo momentaneamente il Q1 e consideriamo i soli D5 e D6 ed il diodo di protezione all'interno del MOSFET stesso: le tre tensioni provenienti dagli altrettanti ingressi BAT, USBIN e PS1 polarizzano direttamente i tre diodi e tendono quindi a farli entrare in conduzione fino a giungere al piedino VIN di U2. Chiaramente la tensione maggiore delle tre porta in conduzione il diodo e causa l'interdizione degli altri due, che si trovano polarizzati inversamente; questo sistema costituisce di fatto una porta OR di potenza, ovvero esegue la selezione portando su VIN la tensione più alta delle tre disponibili. I diodi impediscono che la tensione più alta vada a finire su un ingresso a tensione più bassa. I succitati diodi (D5, D6 ed il diodo interno al MOSFET) hanno, come tutti i diodi, una caduta di tensione più o meno elevata, che porta ad una dissipazione di potenza sotto forma di calore che può essere importante per correnti elevate. Facciamo un paio di esempi per chiarire il concetto.

Caso 1

Tensione in ingresso di 12 volt, tensione in uscita di 5 volt, corrente assorbita dal carico di 1 ampere

ed efficienza del convertitore 100%. La corrente in ingresso, con queste condizioni, è pari a:

$$I_{in} = I_{out} \cdot \frac{V_{out}}{V_{in} - 0.4V} = 1A \cdot \frac{5V}{11.6V} = 0.43A$$

Vediamo che per ottenere in uscita 1 ampere, basta una corrente d'ingresso di appena 430 milliampere. Utilizzando un diodo Schottky con bassa caduta di tensione (diciamo 0,4 volt) abbiamo una dissipazione di potenza pari a:

$$P = V_d \cdot I_{in} = 0.4V \cdot 0.43A = 0.172W = 172 \text{ milliwatt}$$

quindi una perdita sul diodo che è relativamente trascurabile.

Caso 2

Ipotizziamo ora una tensione in ingresso pari a 3 volt, una tensione in uscita sempre di 5 volt ed una corrente sempre di 1 ampere; in queste condizioni la corrente d'ingresso vale:

$$I_{in} = I_{out} \cdot \frac{V_{out}}{V_{in} - 0.4V} = 1A \cdot \frac{5V}{2.6V} = 1.92A$$

e la potenza dissipata sul diodo è pari a:

$$P = V_d \cdot I_{in} = 0.4V \cdot 1.92A = 0.768W = 768 \text{ milliwatt}$$

Si tratta di una potenza assolutamente non tra-

scurabile, che causa il surriscaldamento del diodo e determina una notevole perdita di efficienza dell'alimentatore. Infatti, anche considerando che il convertitore SEPIC lavori al 100% di efficienza, su una potenza di 5 W forniti in uscita ne preleviamo ben 5,76 dalla linea d'ingresso, con un'efficienza pari all'86%, ovvero una perdita del 14% dovuta al solo diodo, che va a sommarsi alle perdite intrinseche del convertitore. Consideriamo poi che i diodi Schottky hanno la caratteristica poco apprezzabile di presentare una caduta di tensione crescente con la corrente più di quanto non avvenga nei diodi a giunzione PN, quindi i dati esposti sinora rappresentano una valutazione ottimistica; la caduta reale, misurata in laboratorio, si attesta attorno agli 0,55 volt, peggiorando ulteriormente la situazione. È chiaro che, mentre per alte tensioni di ingresso, essendoci in gioco basse correnti, il problema è secondario, questo non succede in caso di alimentazione a batteria, dove abbiamo tensioni basse in ingresso e conseguenti correnti molto elevate. L'efficienza peggiora drasticamente proprio quando dovrebbe essere più elevata per risparmiare l'energia stivata nella batteria; ma qui entra in gioco il MOSFET Q1, inserito solo sulla linea della batteria per mantenere il circuito sufficientemente economico e compatto. In assenza di tensione sulle linee VUSB e PWRIN, il gate del MOSFET viene posto a massa tramite la resistenza R5 e quindi, essendo il MOS un canale P,

conduce bypassando il diodo interno di cui abbiamo parlato qualche paragrafo indietro. La scelta del MOSFET è caduta su un sub-logic level, in grado di condurre con una tensione tra source e gate di soli 2,5 volt, anche se le prestazioni migliori in fatto di $R_{DS(on)}$ si hanno con tensioni superiori a 3 V. Questo componente ha una resistenza di conduzione tipica a 2,5 volt di tensione tra source e gate ($R_{DS(on)}$) di soli 90 milliohm, che corrispondono ad una caduta di tensione, alle correnti viste sopra, pari a

$$V_{mosfet} = I_{in} \cdot R_{ds(on)} = 1.92 A \cdot 0.09 \Omega = 0.17 V$$

quindi una caduta di tensione di meno della metà del caso precedente; essendo inoltre diminuita la caduta, diminuisce anche la corrente in ingresso e quindi il vantaggio aumenta ulteriormente.

La potenza dissipata e la perdita di efficienza vengono quindi ridotte di un buon 70%.

In caso di presenza di tensione sugli input USB o PS1, questa giunge al gate del MOSFET tramite i diodi D1 o D2 e la resistenza R4, polarizzandolo positivamente e portandolo quindi all'interdizione, disattivando così l'ingresso BATT.

Una piccola nota: i MOSFET a livelli logici di gate (logic- o sub logic-level) hanno una tensione di accensione ($V_{GS(on)}$) di gate molto bassa, ed entrano quindi in conduzione piena anche con segnali logici provenienti da circuiti a bassissima tensione;

[piano di **MONTAGGIO**]

Elenco Componenti:

R1: 470 ohm (0805)	D7: LED rosso (0805)
R2: 10 kohm (0805)	D8: SS34
R3: 2,7 kohm (0805)	Q1, Q2: NTR4171PT1G
R4: 2,2 kohm (0805)	L1: Bobina 4,7μH
R5: 220 kohm (0805)	L2: Bobina 4,7μH
R6: 97,6 kohm 1% (0805)	U1: MCP73831T-2ACI/OT
R7: 13,3 kohm 1% (0805)	U2: SX1308
R8: 220 kohm (0805)	
C1: 4,7 μF ceramico (0805)	Varie:
C2+C4: 22 μF ceramico (0805)	- Connettore micro-USB
C5: 100 pF ceramico (0805)	- Connettore USB-A femmina
D1+D4: RB521S30T1G	- Plug alimentazione
D5, D6: SS34	- Circuito stampato S1239

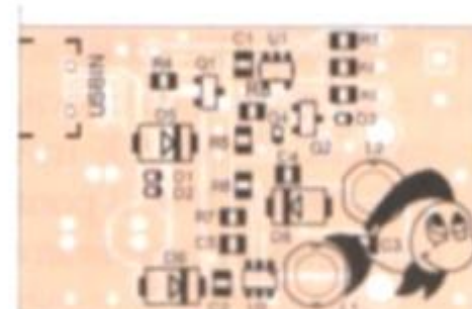
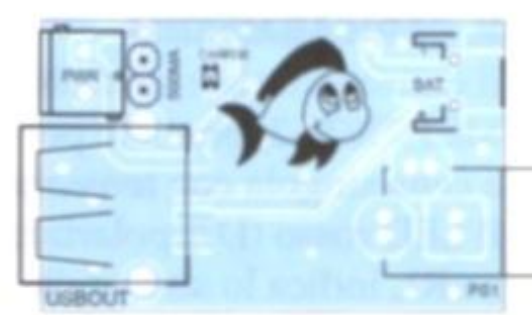
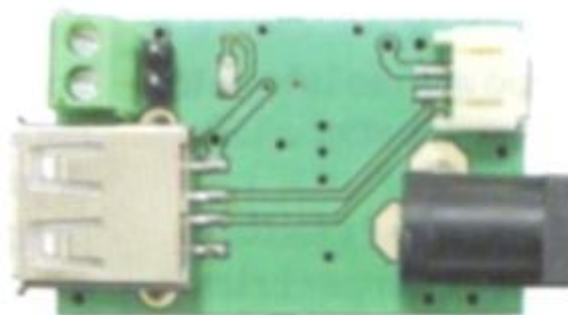


Tabella 1

SENZA CONDENSATORE	
VOLT INGRESSO	VOLT USCITA
2.39	4.59
2.92	4.80
3.50	4.94
5.57	4.96
7.64	5.12
9.63	5.17
11.64	5.24
13.63	5.33
15.63	5.48
17.68	5.65
19.64	5.84

Tabella 2

CON CONDENSATORE	
VOLT INGRESSO	VOLT USCITA
2.49	4.93
3.58	4.96
4.60	4.95
5.62	4.95
7.64	4.95
9.65	4.96
11.67	4.96
13.66	4.96
15.68	4.97
17.68	4.98
19.69	4.99

per contro hanno lo svantaggio di presentare una tensione gate-source sopportabile (V_{gsmax}) piuttosto bassa, a causa del fatto che la rigidità dielettrica dell'ossido di gate è minore. Il componente da noi scelto ha, infatti, una tensione di rottura di soli 13 volt. Potrebbe quindi sembrare che il MOSFET Q1 possa avere problemi quando la tensione in ingresso supera i 13 volt, tuttavia non è così: analizzando a fondo lo schema del circuito si evince che in caso di alimentazione a batteria la tensione tra gate e source vale esattamente quanto quella applicata ai contatti BATT (massimo 4,2 volt); poiché il gate si trova a massa, il MOSFET conduce ed il suo source si trova alla stessa tensione di ingresso. Per contro, quando viene utilizzata l'alimentazione esterna il source si trova a tale valore (meno la caduta su D2), mentre il gate viene polarizzato dal partitore costituito da R4 + R5 ad una tensione pari a 0,99 volte la tensione di ingresso. Ad una tensione di ingresso di 20 volt (il massimo previsto) la tensione V_{gs} risulta quindi di 0,2 volt e perciò ampiamente entro i margini di sicurezza.

IL CARICABATTERIA

Il caricabatteria è costruito attorno al noto integrato MCP73831-2, previsto per la carica di batterie LiPo a cella singola con tensione di 4,2 volt.

Il LED rosso (D7) polarizzato attraverso la resistenza R1, indica lo stato della carica (acceso per batteria in carica, spento per batteria carica e spento o lampeggiante per batteria assente).

Le resistenze R2 ed R3 sono utilizzate per selezionare la corrente di carica, impostata a 100 mA con il ponticello siglato 500 mA aperto (solo R2 inserita) oppure 500 mA se il ponticello viene chiuso, con il conseguente inserimento della resistenza R3 in parallelo ad R2. Di questa sezione circuitale, l'unica parte degna di nota è l'insieme del MOSFET Q2 e del diodo D3, utilizzati per spegnere il caricabat-

teria se manca la tensione agli ingressi USB e PS1: quando la tensione sui suddetti ingressi è assente, il gate del MOSFET è polarizzato negativamente e si trova quindi in stato di conduzione, portando la tensione di 5V al pin PROG di U1 disattivandolo; per contro, quando è presente un'alimentazione esterna, il gate del MOSFET viene polarizzato positivamente e quindi interdetto, scollegando il +5V dall'ingresso PROG ed attivando quindi la carica. Il diodo D4 e la resistenza R8 servono unicamente ad evitare che la tensione sul gate del MOSFET superi quella ammissibile dallo stesso (13 V) limitandola ai 5V dell'alimentazione.

IL CONVERTITORE SEPIC

Il convertitore gravita attorno all'integrato U2, un componente pensato per realizzare convertitori boost ma qui utilizzato, con ottimi risultati, in modalità SEPIC.

L'integrato contiene un oscillatore a frequenza costante di 1,2 MHz circa ed a duty-cycle variabile, un MOSFET a bassissima $R_{DS(on)}$ che fa le veci dell'interruttore degli schemi teorici visti nella puntata precedente, oltre ad un circuito di feedback che, variando appunto il duty-cycle, permette di mantenere costante la tensione in uscita.

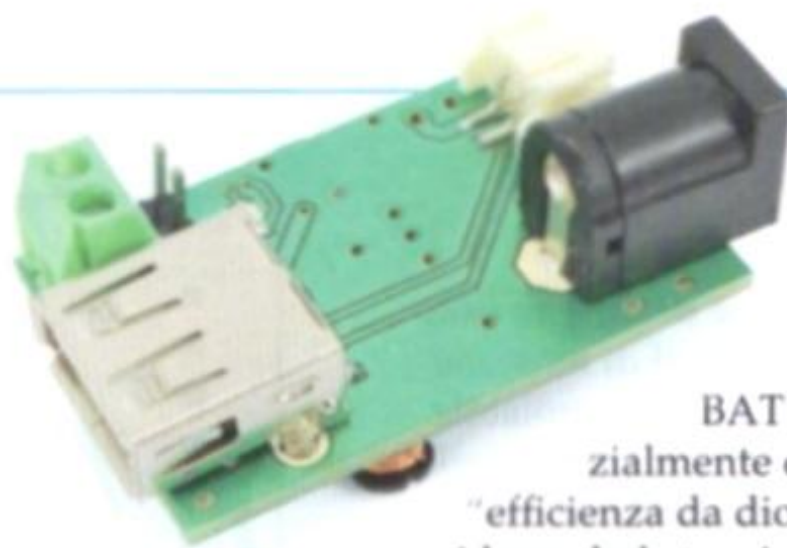
Al piedino VIN arriva la tensione di alimentazione, che può variare da un minimo di 2,5 volt circa ad un massimo di 20 volt. L'alimentazione viene applicata anche alla bobina L1, il cui secondo terminale è connesso al piedino SW (switch = interruttore) che è il drain del MOSFET interno, il cui source è connesso a massa, replicando gli schemi teorici.

L'ingresso EN serve eventualmente per spegnere il convertitore (cosa che avviene portando a massa il piedino). In questo caso non è utilizzato ed è connesso direttamente alla tensione di alimentazione. Proseguendo, si riconoscono il condensatore C3, la bobina L2, il diodo D8 ed il condensatore C4 che rispecchiano esattamente i componenti degli schemi di principio visti nell'articolo precedente e che compongono il convertitore SEPIC.

All'uscita notiamo le resistenze R6 ed R7 che costituiscono un partitore in grado di ricavare la tensione di controllo che viene confrontata, all'interno del chip, con un riferimento fisso a 0,6 volt:

$$V_{ref} = 5V \cdot \frac{R_7}{R_6 + R_7} = 5V \cdot \frac{13.3K}{97.6K + 13.3K} = 0.6V$$

Quando la tensione supera i 5V, quella di controllo supera gli 0,6V e l'integrato provvede a ridurre au-



automaticamente il duty-cycle per compensare, mentre nel caso opposto aumenta il duty-cycle, in modo da mantenere costante la tensione in uscita al variare sia della tensione in ingresso che del carico. Le resistenze della rete di retroazione sono state scelte all'1% di tolleranza in modo da avere la stessa precisione sulla tensione in uscita. Una nota a proposito del condensatore C5, che è da soli 100 picofarad: questo non era previsto nello schema fornito dal costruttore del chip, ed è stato inserito per ovviare ad un problema emerso con i primi prototipi; in questi, le forti correnti impulsive a 1,2 MHz presenti nel circuito, a causa della vicinanza delle piste del circuito stampato, riuscivano ad "entrare" nella linea di controllo FB ed a peggiorare drasticamente la qualità della tensione in uscita e la sua costanza al variare di ingresso e carico. Il condensatore permette di eliminare tali componenti impulsive dalla tensione di feedback, rendendo l'alimentatore stabilissimo.

La **Tabella 1** riporta le misure realizzate senza il condensatore e la **Tabella 2** quelle effettuate con il condensatore: nel primo caso (condensatore assente) notate che la tensione in uscita è molto instabile e soffre di grosse variazioni al mutare dell'ampiezza della tensione in ingresso, mentre nel secondo caso (condensatore presente) la tensione risulta stabilissima entro l'1% in corrispondenza di un'escursione della tensione d'ingresso compresa tra 2,4 e 19,6 volt circa.

Per il buon funzionamento della retroazione e quindi per assicurare la stabilità della tensione d'uscita è importante anche la posizione della pista diretta al pin (FB) dell'integrato U1; questo lo abbiamo riscontrato personalmente in una prima versione di Torpedo, avendola fatta passare troppo vicino alle bobine e permettendo quindi che le interferenze impulsive entrassero nella rete di feedback peggiorandone drasticamente le caratteristiche.

Nel PCB di cui trovate le tracce nel nostro sito www.elettronica.in.it (insieme ai file del progetto) abbiamo ovviato all'inconveniente correggendo il percorso della pista.

ANALISI DELLE PRESTAZIONI

Nelle sezioni della **Tabella 3** abbiamo tabulato alcuni valori di tensioni e correnti nelle varie parti dell'alimentatore ed effettuato dei calcoli di efficienza del medesimo. Nelle prove che ci hanno permesso di ottenere i valori abbiamo alimentato Torpedo attraverso l'ingresso PWRIN, quindi

trascurando i benefici del MOSFET sull'ingresso BAT che comunque sono parzialmente desumibili dalla colonna "efficienza da diodo" nelle tabelle, calcolata considerando la tensione dopo i diodi in ingresso e quindi trascurandone la perdita.

Le tabelle sono state ricavate con quattro differenti carichi resistivi (rispettivamente 13,5 ohm, 9 ohm, 7,5 e 4,5 ohm), corrispondenti a correnti in uscita teoriche pari a, rispettivamente, 370 mA, 550 mA,

Tabella 3

RESISTENZA DI CARICO					13.5 OHM				NOTE
ALIMENTATORE		PAD	DOPO	CADUTA	USCITA		EFFICIENZA		
V	I	INGRESSO	DIODO	DIODO	V	I	DA PAD	DA DIODO	
3.00	1.10	2.64	2.07	0.57	4.78	0.35	58.28	74.33	OVER
3.30	0.85	3.00	2.49	0.51	4.93	0.37	70.60	85.06	
4.20	0.96	4.00	3.58	0.42	4.96	0.37	81.35	90.90	
5.10	0.43	5.00	4.60	0.40	4.95	0.37	84.42	91.76	
6.10	0.35	6.00	5.62	0.38	4.95	0.37	86.43	92.27	
8.00	0.26	8.00	7.64	0.36	4.95	0.37	87.26	91.37	
10.00	0.21	10.00	9.65	0.35	4.95	0.37	86.78	89.93	
12.00	0.17	12.00	11.67	0.33	4.95	0.37	89.33	91.86	
14.00	0.15	14.00	13.66	0.34	4.95	0.37	86.78	88.94	
16.00	0.13	16.00	15.68	0.32	4.97	0.37	87.97	89.76	
18.00	0.12	18.00	17.68	0.32	4.98	0.37	85.05	86.59	
20.00	0.11	20.00	19.69	0.31	4.99	0.37	83.84	85.16	

RESISTENZA DI CARICO					9.0 OHM				NOTE
ALIMENTATORE		PAD	DOPO	CADUTA	USCITA		EFFICIENZA		
V	I	INGRESSO	DIODO	DIODO	V	I	DA PAD	DA DIODO	
3.60	1.32	2.98	2.39	0.59	4.59	0.51	59.51	74.20	OVER
4.00	1.10	3.50	2.92	0.58	4.80	0.53	66.49	79.70	OVER
4.30	0.90	4.00	3.50	0.50	4.94	0.55	75.32	86.08	
5.20	0.70	5.00	4.52	0.48	4.96	0.55	78.10	86.39	
6.10	0.54	6.00	5.57	0.43	4.96	0.55	84.37	90.86	
8.00	0.39	8.00	7.60	0.40	4.96	0.55	87.61	92.22	
10.00	0.31	10.00	9.63	0.37	4.96	0.55	88.18	91.57	
12.00	0.26	12.00	11.68	0.32	4.96	0.55	87.61	90.01	
14.00	0.23	14.00	13.68	0.32	4.96	0.55	84.89	86.88	
16.00	0.20	16.00	15.67	0.33	4.96	0.55	85.42	87.22	
18.00	0.18	18.00	17.69	0.31	4.96	0.55	84.37	85.85	
20.00	0.16	20.00	19.70	0.30	4.97	0.55	85.77	87.07	

RESISTENZA DI CARICO					7.5 OHM				NOTE
ALIMENTATORE		PAD	DOPO	CADUTA	USCITA		EFFICIENZA		
V	I	INGRESSO	DIODO	DIODO	V	I	DA PAD	DA DIODO	
4.00	1.29	3.38	2.80	0.58	4.57	0.61	63.67	77.09	OVER
4.10	1.18	3.60	3.05	0.55	4.68	0.62	68.16	80.45	OVER
4.40	1.06	4.00	3.49	0.51	4.84	0.65	73.67	84.43	OVER
5.30	0.80	5.00	4.57	0.43	4.95	0.66	81.68	89.36	
6.20	0.64	6.00	5.56	0.44	4.96	0.66	85.42	92.18	
8.10	0.47	8.00	7.58	0.42	4.96	0.66	87.24	92.07	
10.00	0.37	10.00	9.61	0.39	4.96	0.66	88.65	92.25	
12.00	0.31	12.00	11.61	0.39	4.96	0.66	88.18	91.14	
14.00	0.27	14.00	13.65	0.35	4.96	0.66	86.78	89.00	
16.00	0.23	16.00	15.63	0.37	4.96	0.66	89.14	91.25	
18.00	0.21	18.00	17.66	0.34	4.96	0.66	86.78	88.45	
20.00	0.19	20.00	19.68	0.32	4.96	0.66	86.32	87.73	

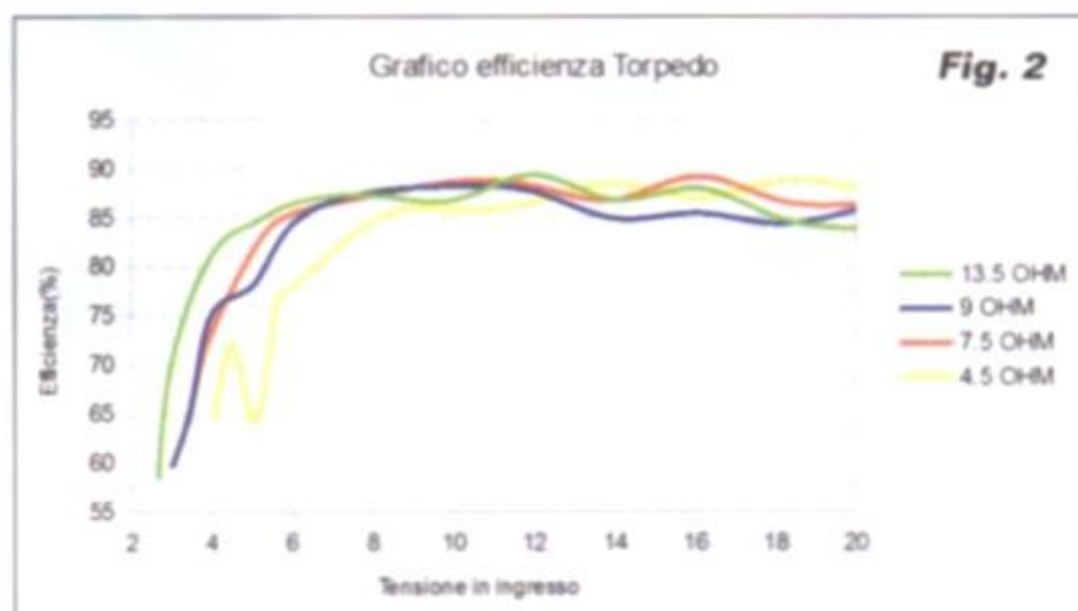
RESISTENZA DI CARICO					4.5 OHM				NOTE
ALIMENTATORE		PAD	DOPO	CADUTA	USCITA		EFFICIENZA		
V	I	INGRESSO	DIODO	DIODO	V	I	DA PAD	DA DIODO	
4.50	1.42	4.00	3.47	0.53	4.05	0.90	64.17	73.97	OVER
5.00	1.30	4.50	3.95	0.55	4.35	0.97	71.88	81.89	OVER
5.50	1.30	5.00	4.44	0.56	4.33	0.96	64.10	72.18	OVER
6.00	1.20	5.50	4.92	0.58	4.72	1.05	75.01	83.85	OVER
6.40	1.09	6.00	5.48	0.52	4.79	1.06	77.96	85.36	OVER
8.20	0.80	8.00	7.52	0.48	4.94	1.10	84.73	90.14	
10.10	0.63	10.00	9.56	0.44	4.93	1.10	85.73	89.68	
12.00	0.52	12.00	11.59	0.41	4.93	1.10	86.56	89.62	
14.00	0.44	14.00	13.59	0.41	4.95	1.10	86.39	91.06	
16.00	0.39	16.00	15.60	0.40	4.94	1.10	86.91	89.14	
18.00	0.34	18.00	17.62	0.38	4.94	1.10	86.61	90.52	
20.00	0.31	20.00	19.62	0.38	4.95	1.10	87.82	89.52	

660 mA e 1,1 A. Le due colonne di sinistra (intestate "Alimentatore") sono i valori di tensione e corrente indicati dall'alimentatore regolabile utilizzato per le prove. Poiché i cavi al medesimo erano piuttosto lunghi e sottili, abbiamo inserito la colonna "Pad ingresso" contenente la misura effettiva della tensione all'ingresso di Torpedo, trascurando la caduta sui fili dell'alimentatore, che è notevole per correnti elevate.

Le colonne "Dopo diodo" e "Caduta diodo" forniscono rispettivamente le letture della tensione dopo il diodo in ingresso (utilizzata per calcolare l'efficienza senza contare le perdite sul medesimo) e la caduta di tensione diretta sul diodo.

Le colonne targate "Uscita" riportano rispettivamente tensione e corrente in uscita dell'alimentatore. Le due colonne targate "Efficienza" forniscono rispettivamente l'efficienza complessiva di Torpedo (colonna "Da pad") e l'efficienza trascurando le perdite sui diodi di ingresso (colonna "Da diodo"). Nella colonna "Note" la dicitura "Over" indica quando l'alimentatore supera la portata consentita, che dipende dalla tensione in ingresso. Si nota che l'efficienza complessiva è sempre superiore al 70% e quasi sempre (salvo i casi di tensione estremamente bassa in ingresso) superiore all'80-85%. L'efficienza -trascurando le perdite sui diodi (quindi l'effettiva efficienza del convertitore SEPIC)- si mantiene sempre sopra l'85% in tutti i casi, con picchi fino al 92%. La Fig. 2 mostra un grafico dell'efficienza complessiva (da ingresso ad uscita, perdita sui diodi compresa) dell'alimentatore Torpedo.

Un'ultimissima nota sul dispositivo: i connettori USB in ingresso ed in uscita hanno i segnali passanti, ovvero connettendo l'ingresso ad un PC ed un dispositivo all'uscita di Torpedo questo funzionerà normalmente, con il vantaggio che, se



alimenteremo Torpedo con una sorgente esterna, l'alimentazione passerà automaticamente a questa evitando di caricare la porta USB del PC. Questo risulta utilissimo per alimentare dispositivi "affamati" di corrente, quali hard disks esterni ed altri, nel caso il computer a disposizione sia piuttosto scarso come corrente in uscita sulle porte USB.

REALIZZAZIONE PRATICA

Concludiamo con le note pratiche, riguardanti la costruzione dell'alimentatore: una volta ottenuto il c.s. dalle nostre tracce lato rame (le trovate nel nostro sito web), montatevi i componenti SMD dopo esservi attrezzati con un saldatore da non più di 20W a punta finissima e del fluxante, che aiuta a sciogliere lo stagno e ad evitare di saldare insieme pad vicini che dovrebbero rimanere separati; ricordate di iniziare con resistenze, diodi e condensatori, privilegiando i non polarizzati e di terminare con gli elettrolitici e le induttanze). Sul lato opposto disponete i connettori; il micro USB va invece montato insieme agli altri componenti. A saldature terminate verificate, con l'aiuto di una lente d'ingrandimento, che sia tutto a posto, ovvero che non vi siano "baffi" di stagno a cortocircuitare piazzole adiacenti.



Fig. 1 - Connessioni dell'alimentatore: PWR è l'uscita, BAT l'attacco per la batteria, PS1 l'alimentazione principale e USB IN l'ingresso d'alimentazione da USB.



per il MATERIALE

L'alimentatore switching Torpedo (cod. TORPEDO) viene fornito montato e si può acquistare presso Futura Elettronica al prezzo di Euro 16,00. Il prezzo si intende IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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

La Raspberry Pi foundation è stata creata con l'intento di "promuovere lo studio dell'informatica e di argomenti correlati, soprattutto a livello scolastico, e di riportare uno spirito di divertimento nell'apprendimento del computer". Eben Upton, il fondatore, tentò l'impresa con un gruppo di insegnanti, ac-

cademici e appassionati di computer, per concepire un oggetto capace di incoraggiare i bambini, fornendo loro know-how e ispirazione: nasce così la prima Raspberry Pi. Ci sono state diverse release e diversi miglioramenti, con performance sempre più elevate, ma caratterizzate tutte da un prezzo contenuto e accessibile a chiunque.

Il team di Raspberry Pi ha recentemente presentato un nuovo modello del "single-board computer" più famoso al mondo: il Raspberry Pi 3. Abbiamo chiesto al fondatore, Eben Upton, di parlarci di questa nuova creazione.

INTERVISTA A EBEN UPTON

..... di BORIS LANDONI



L'ultima creazione prende il nome di Raspberry Pi 3 e presenta alcune novità: è il primo modello con CPU a 64 bit da 1.2 GHz, 1GB di RAM e con connettività Bluetooth e Wi-Fi integrata. Ne abbiamo parlato con Eben Upton, col quale abbiamo approfondito temi come l'IoT, il mondo dei Makers e l'inevitabile concorrenza.

D: *La tecnologia e la ricerca vanno avanti velocemente, solo un anno dopo il lancio di Raspberry Pi 2 nasce il nuovo Raspberry Pi 3? È possibile riassumere le differenze?*

EBEN UPTON: Molto semplice:

- prestazioni migliorate del 50% rispetto Raspberry Pi 2
- Bluetooth e LAN Wireless integrato
- architettura 64-bit

D: *Tra le principali caratteristiche della nuova board Raspberry Pi 3 risalta sicuramente l'architettura a 64 Bit e le nuove periferiche di connessione Bluetooth e Wi-Fi.*

Perché avete fatto questa scelta costruttiva?

EBEN UPTON: Abbiamo scelto un Cortex-A53 perché è molto meglio rispetto ad un processore a *32-bit* tipo il Cortex-A7 (performance fino al 50% migliori a parità di clock). Il supporto a 64-bit è molto interessante per noi: valuteremo se lanciare un sistema operativo a 64 bit. Il Bluetooth e una Lan wireless sono state le richieste più frequenti da parte degli utenti: sono utili sia qualora si volesse sostituire un PC (LAN wireless per l'accesso alla rete, Bluetooth per collegare le periferiche), sia per applicazioni embedded (il Bluetooth può essere utilizzato per sensori remoti).

D: *Volete raggiungere un differente pubblico con queste nuove caratteristiche?*

EBEN UPTON: L'audience è lo stesso (hobbisti, educatori e imprenditori). Speriamo che questi utilizzatori apprezzino le nuove funzionalità e le maggiori prestazioni.

D: *L'integrazione di queste connessioni permetterà a Raspberry Pi 3 di entrare a far parte (ancora di più) del mondo dell'internet delle cose?*

EBEN UPTON: Lo spero. Molti già sviluppano applicazioni con Raspberry Pi, ed avere subito disponibili queste periferiche lo renderà più facile.

D: *Raspberry Pi 3 sostituirà le altre schede della famiglia o semplicemente si affiancherà a queste?*

EBEN UPTON: Le vecchie board saranno ancora disponibili. Prevediamo che molte persone migreranno dalla Raspberry Pi 2 alla Raspberry Pi 3, a parità di costo il nuovo modello è sicuramente migliore.



La gente continuerà a comprare il Raspberry Pi 1 Model B+ e il Model A+, perché sono più economiche e alcune applicazioni non necessitano delle funzionalità aggiuntive della Raspberry Pi 3

D: *Le performance della Raspberry Pi 2 hanno permesso di installare diversi sistemi operativi. Ne abbiamo parlato anche nel numero 198 della rivista. La nuova board permetterà nuove implementazioni?*

EBEN UPTON: Penso che alcuni sistemi operativi (ad esempio RedHat Linux) pronti per i 64 bit possano essere utilizzati con Raspberry Pi 3.

D: *La missione della fondazione Raspberry Pi è sempre stata quella di portare nelle scuole un computer a basso costo. Anche il movimento Maker ha influenzato il mondo della scuola, tant'è che sempre più le istituzioni stanno convertendo i loro spazi di apprendimento tradizionali in laboratori dove sviluppare la creatività degli studenti. Come vedi questa apertura della scuola?*

EBEN UPTON: Penso che ci siano meravigliose opportunità per gli studenti che vogliono dare sfogo al loro lato "Maker" che non erano disponibili quando ero un bambino. E' molto eccitante, e io sono molto invidioso!

D: *Gran parte del successo Raspberry Pi è dovuto al movimento dei Makers che hanno adottato questa scheda per i loro progetti. Come vedi questo movimento? Chi sono per voi i Makers?*

EBEN UPTON: Siamo stati molto fortunati di essere cresciuti nello



stesso periodo dell'ascesa del movimento dei Makers sviluppati prima negli Stati Uniti e poi nel Regno Unito e nel resto del mondo.

Ci consideriamo un fornitore di strumenti per questo movimento, e abbiamo sicuramente beneficiato del loro entusiasmo.

D: *Ci sono molti tipi di Makers: hobbisti, mentori, imprenditori, inventori e innovatori. A quale gruppo è destinata la nuova board o più in generale la Raspberry Pi?*

EBEN UPTON: Raspberry Pi è rivolta a tutti questi gruppi. Sono particolarmente entusiasta degli imprenditori: persone che prendono Raspberry Pi e lo utilizzano per avviare una piccola impresa.

D: *Parliamo della scheda Raspberry Pi Zero. Perché avete scelto di fare una scheda a così basso costo?*

EBEN UPTON: perché possiamo :-). È stato chiaro nel gennaio dello scorso anno in cui i costi dei componenti era sceso a un punto tale per cui fare una scheda simile non sarebbe più stato un problema.

La voglia di realizzarla era molta, e non abbiamo resistito quando abbiamo capito che era economicamente sostenibile anche allegandola alla nostra rivista [www.raspberrypi.org/magpi].

D: *Il successo della Zero è dovuto solo al prezzo o pensi che ci siano altri motivi?*

EBEN UPTON: Tre cose: prezzo, dimensioni e il consumo energetico. È la scheda più economica, più piccola e con il consumo più basso, il che lo rende ideale per la robotica e le applicazioni embedded.

D: *Il confronto con la scheda da \$9 C.H.I.P. è inevitabile. Ma ritieni corretto paragonare le due board?*

EBEN UPTON: Entrambe si rivolgono allo stesso target. Ogni scheda ha i suoi vantaggi e svantaggi: è bello vedere che Raspberry Pi ha catalizzato la creazione di altri mini computer per i Makers.

D: *Così come C.H.I.P., anche altre schede sono spesso compilate con Raspberry Pi. Alcuni addirittura cercano di imitare la sua forma: Banana Pi, Orange Pi sono solo alcuni esempi. Cosa ne pensi di questa competizione? Potranno minare la supremazia di Raspberry Pi?*

EBEN UPTON: Come ho detto, è bello aver incoraggiato altre persone a buttarsi in questo mercato. Prima di Raspberry Pi board simili erano vendute intorno ai \$100. Detto questo, trovo irritante quando le aziende utilizzano un nome tipo "bla Pi". È solo pigro.

D: *Un anno fa avete dichiarato di aver venduto 5 milioni di Raspberry Pi.*

E un tuo tweet diceva "Questo significa che in poco meno di 3 anni, siamo passati da zero, ad essere il più grande produttore di computer del Regno Unito." Nel frattempo avete raggiunto 8 milioni di unità vendute. Vi aspettavate questo successo?

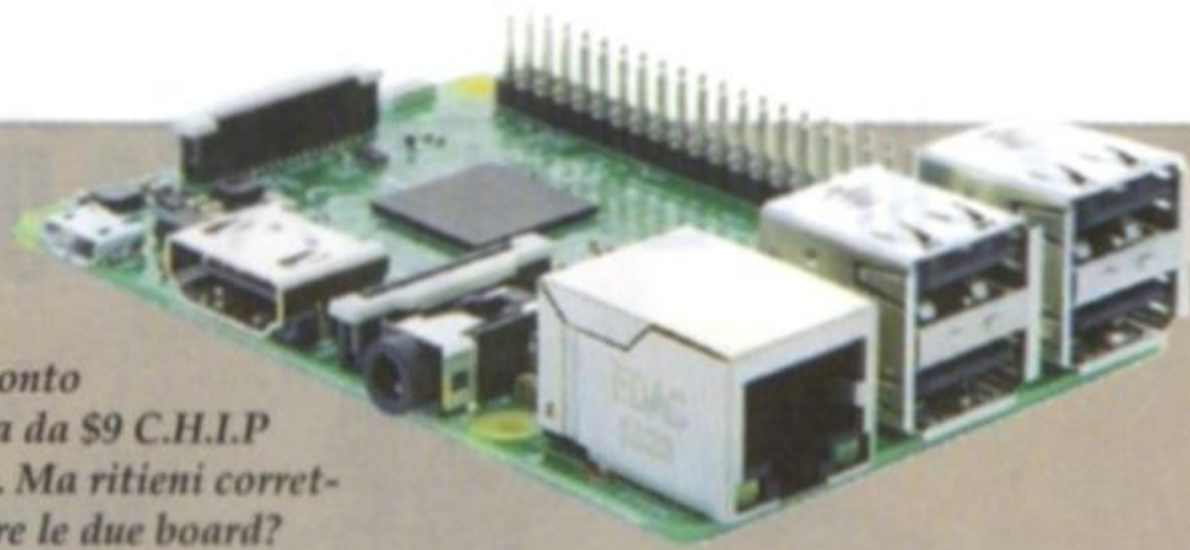
EBEN UPTON: Non ce lo aspettavamo: sarei stato felice vendendo 10.000 pezzi. Spero che Raspberry Pi 3 copra un pubblico più vasto, in particolare come è ora è sicuramente un valido sostituto di un PC per molti utenti.

D: *C'è ancora molto da fare per la fondazione Raspberry Pi?*

EBEN UPTON: Abbiamo ancora molto da fare, sia in termini di hardware, software e materiale didattico. Detto questo, non avremmo potuto fare questo senza il contributo della comunità: ci sono letteralmente migliaia di persone là fuori che lavorano con Raspberry Pi e quindi per la Fondazione.

D: *Cosa vedete nel futuro di Raspberry Pi?*

EBEN UPTON: Più attenzione all'ottimizzazione del software, e una maggiore attenzione sui nostri obiettivi di beneficenza finalizzata a promuovere l'educazione informatica per i giovani di tutto il mondo.



La Raspberry Pi 3 Tipo B (Cod. 8968660RS) è disponibile presso Futura Elettronica al prezzo di Euro 49,90.

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013
Gallarate (VA) - Tel: 0331-799775
Fax: 0331-792267 - www.futurashop.it

SCANNER TRIDIMENSIONALE

Utilizzando Raspberry Pi, realizziamo uno scanner per acquisire modelli tridimensionali, che proponiamo in due versioni: dapprima quella con telecamera e laser e poi una a ripresa delle immagini. Prima puntata.

di BORIS LANDONI e GABRIELE DAGHETTA

La stampa 3D continua ad affermarsi, grazie al continuo calo di prezzo delle stampanti a fusione di plastica, che sono le più user-friendly e all'immissione nel mercato di prodotti che vanno ad aggiungersi all'offerta esistente. Chi utilizza una stampante 3D lo fa sia per stampare il modello di un proprio lavoro, come ad esempio il plastico di un fabbricato o la riproduzione di un particolare meccanico, ma anche per stampare oggetti di cui sono disponibili i file STL e quindi creare delle repliche. Per riprodurre un oggetto, se non è disponibile l'STL bisogna crearlo e le strade sono due: mettersi davanti a un computer dove sia installato un file di modellazione tridimensionale

oppure acquisire il disegno in 3D dell'oggetto in questione mediante un apposito scanner tridimensionale; un apparato del genere viene usato in vari ambiti, che vanno dall'industria (copia di un pezzo a partire da un modello, uno stampo o un pezzo da replicare) alla medicina (viene usato, ad esempio, dagli odontotecnici per scannerizzare il calco della bocca e pilotare macchine CNC o stampanti 3D con cui costruire corone e capsule, ma anche nella modellazione delle protesi ortopediche). Lo scanner serve anche a simulare ciò che fa un telefax (fax, per i più...) con i fogli stampati: acquisire il modello di un oggetto e trasmetterlo a distanza, dove una stampante 3D può replicarlo;



Sistemi di scansione 3D

In commercio si trovano oggi sia scanner fissi, cioè da montare stabilmente, sia portatili: il più noto è GoScan 3D (www.goscan3d.com/en), che è uno scanner manuale da puntare contro gli oggetti girando loro intorno per acquisirne l'intera superficie; il sistema di autopoizionamento di cui è dotato compensa gli errori dovuti al fatto che la mano non è sempre stabile e girando l'altezza dello scanner cambia. Per la scansione si avvale di laser e telecamera e presenta un'accuratezza della scansione di 0,1 mm (la risoluzione è 0,2 mm). Molti scanner funzionano come GoScan 3D. Un'altra soluzione, decisamente molto abbordabile, per effettuare scansioni 3D consiste nell'utilizzare dispositivi nati per altri

scopi, come Microsoft Kinect o gli equivalenti (Asus Xtion Pro, per esempio) per le moderne console di gioco capaci di rilevare i movimenti del giocatore e trasferirli al sistema in modo che una persona possa comandare il proprio avatar in un videogioco o trasmettere i movimenti a un programma interattivo. Kinect funziona così: il proiettore a infrarossi proietta nello spazio di fronte ad esso un pattern ben preciso costituito da punti equidistanti. Analizzando l'immagine ottenuta attraverso la telecamera sensibile agli IR, Kinect determina le distanze tra i vari punti ricavandone distanza e inclinazione dell'oggetto illuminato. Siccome il fascio IR parte da un'area ristretta e si allarga man mano che la distanza aumenta

(è all'incirca conico...), laddove i punti risultano molto vicini significa che l'oggetto è prossimo al sensore; viceversa, se la distanza tra i punti è notevole, vuol dire che l'oggetto si trova più lontano. Per capire meglio la cosa, immaginate di poggiare su una superficie un lenzuolo a pois su un oggetto: è possibile identificare la forma di tale oggetto in base a come si dispongono i pallini man mano che il lenzuolo avvolge l'oggetto stesso. Per acquisire con Kinect e simili occorrono un Personal Computer e il software ReconstructMe con gli opportuni driver per il sensore utilizzato. Un programma alternativo a ReconstructMe è Kscan3D, ma in questo caso la versione Trial non permette di salvare il modello e quindi non vi

consentirebbe di arrivare alla stampa (serve solo a valutare le funzionalità). Per effettuare una scansione con Kinect e simili bisogna porre l'oggetto davanti ad esso su un piatto o uno sgabello girevole, quindi posizionare Kinect su un cavalletto stabile. Oltre a queste tecniche, esiste la scansione a laser e telecamera (con due laser) dell'oggetto rotante, oggetto di questo articolo. Una tecnologia che fornisce ottimi risultati è invece la fusione di dati stereoscopici e fotometrici, implementata ad esempio dallo scanner Fuel3D Scanify; ci sono ancora i due laser, ma la telecamera è stereoscopica e calibrata su di essi. Durante la scansione fornisce due tipi di dati: immagini in 3D e caratteristiche fotometriche dei fotogrammi

ciò serve ad esempio se bisogna inviare un campione dall'altra parte del mondo ma non si possono attendere i tempi degli spedizionieri. Scanner 3D vengono utilizzati anche per ottenere modelli tridimensionali di sculture, reperti archeologici ecc. Lo scanner 3D è un apparato molto sofisticato e decisamente costoso, che non è certo alla portata di tutti. Fortunatamente la tecnologia su cui si basa può essere replicata anche con una spesa abbastanza contenuta, come vi dimostreremo in questo articolo, dove proporremo la costruzione di due scanner basati entrambi sulla nota scheda di prototipazione Raspberry Pi 2, ma distinti per principio di funzionamento, perché il primo acquisisce grazie alla combinazione di un laser lineare e una telecamera, mentre il secondo funziona solo per fotogrammi scattati da una telecame-

ra, elaborati da un programma da PC che nello specifico è 123D Catch dell'AutoDesk.

LA TECNOLOGIA

Oggi esistono varie soluzioni per effettuare la scansione: luce strutturata, laser e telecamera per luce visibile o IR, sola telecamera. La tecnologia a luce strutturata fornisce ottimi risultati ma comporta complessità e costi non sempre accettabili, mentre quelle che si sono dimostrate le più abbordabili sono la tecnologia a laser più telecamera e quella a telecamera: nella prima, che poi è quella che vedrete applicata nel progetto di questo articolo, uno o due laser tracciano una linea verticale sulla zona da scansionare e una telecamera riprende la superficie illuminata dal laser. Invece la tecnologia a sola telecamera si basa sull'acquisizione di un certo numero di fotogrammi "scattati"

per ogni giro che l'oggetto da scansionare compie su un piatto girevole: maggiore è il numero di fotogrammi per giro, a parità di risoluzione della fotocamera, migliore sarà la definizione della scansione. Un potente software elabora poi le immagini riconoscendo i punti in comune e riattaccandole insieme come fossero fotografie di varie angolazioni dell'oggetto, fino a ricostruirne un modello tridimensionale sullo schermo del PC, che poi viene convertito in STL. Questa tecnica è alla base del progetto che descriveremo il mese prossimo. Rispetto alla tecnologia a sola telecamera, quella a laser più telecamera presenta questi pregi:

- maggiore contrasto dell'immagine perché le riprese della telecamera sono ottenute dalla riflessione della luce del laser, quindi l'immagine ottenuta è buona anche con poca luce;

corrispondenti; il tutto in meno di un decimo di secondo. Poi elabora i due dati e li confronta, così da avere un'accuratezza elevatissima. Tale sistema è ideale per acquisire volti umani, trame di tessuto o elementi naturali come fiori e foglie.

C'è poi l'apprezzata tecnica della scansione a luce strutturata: lo scanner proietta uno schema di lucenoto, tipicamente a righe parallele orizzontali o verticali, sulla superficie da acquisire. La deformazione indotta dalla superficie dell'oggetto viene acquisita tramite una telecamera e sfruttata per il calcolo delle coordinate tridimensionali. Sistemi del genere sono detti a "campo intero" perché per ogni punto sensibile del CCD o CMOS del sistema di acquisizione si ricava una tripletta di

punti (x,y,z) nello spazio. Un sistema siffatto consente la digitalizzazione di tanti punti per volta: a seconda della risoluzione della telecamera si arriva anche a parecchie centinaia di migliaia di punti. Proiettando una stretta banda di luce su un oggetto tridimensionale si produce una linea luminosa che appare distorta da punti di osservazione diversi dal proiettore e può essere usata per una ricostruzione geometrica esatta della forma della superficie illuminata (sezione luminosa). Il procedimento con cui si ricostruisce la forma dell'oggetto colpito è detto "triangolazione". Un metodo più veloce e versatile è la proiezione di schemi luminosi che consistono in molte linee in una volta sola o di frange luminose



arbitrarie. Le strisce di luce possono essere generate mediante interferenza di sorgenti laser o metodo proiettivo. Nel primo caso vengono fatte interferire due sorgenti luminose planari; il risultato è la creazione di linee regolari ed equidistanti. Le dimensioni delle frange può essere ottenuta cambiando l'angolo tra i due fasci. Questo metodo permette di generare un pattern molto preciso con una grande profondità, ma è costoso, soffre della riflessione e dei

tipici difetti delle sorgenti laser (speckle). Il metodo proiettivo sfrutta mezzi che generano luce non coerente, ovvero dei proiettori; se da un lato nella scansione sono presenti piccole discontinuità dovute ai bordi dei pixel che compongono l'immagine, dall'altro esse possono essere attenuate dalla messa a fuoco dell'obiettivo. In entrambi i casi, l'immagine che viene a formarsi sulla superficie illuminata è acquisita attraverso una o più telecamere.

- permette un maggiore dettaglio, dovuto al fatto che non analizza un semplice fotogramma, ma una linea molto luminosa sulla superficie dell'oggetto, quindi consente di rilevare anche piccole asperità della superficie e fornire una migliore immagine delle variazioni di forma;
- riesce a ottenere la scansione anche di oggetti dalla forma e superficie uniforme;
- non richiede l'applicazione di uno sfondo alla scena da riprendere;
- richiede minore potenza di calcolo per la costruzione del modello tridimensionale.

Per contro, la soluzione comporta alcuni inconvenienti:

- la taratura dei laser è determinante per il risultato, quindi se la struttura dello scanner è soggetta a flessioni, possono

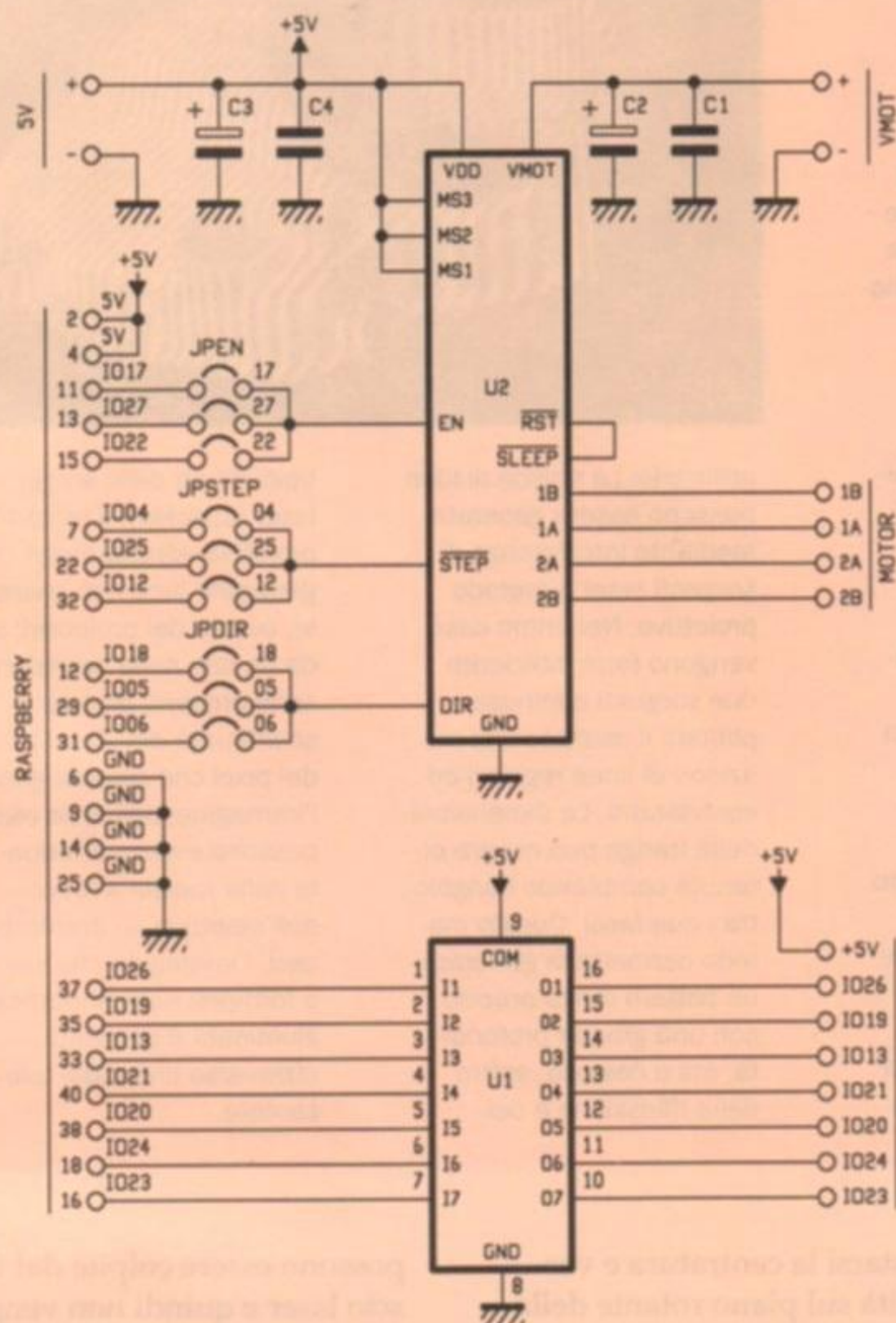
- spostarsi la centratura e verticalità sul piano rotante della linea di luce, con conseguente disallineamento e mancanza di sovrapposizione tra le superfici rilevate dai singoli laser;
- nel caso si utilizzi un solo laser, la mancata o errata taratura può determinare deformazioni del modello risultante dalla scansione;
- le impostazioni relative alla posizione della telecamera rispetto al centro di rotazione del piano e la corretta taratura sul piano orizzontale sono determinanti per ottenere una corretta scansione;
- se una superficie orizzontale dell'oggetto si trova ad un'altezza superiore al centro dell'ottica della telecamera non viene acquisita;
- superfici orizzontali all'interno dell'oggetto (ad esempio il fondo di un bicchiere) non

possono essere colpite dal fascio laser e quindi non vengono acquisite;

- se l'oggetto ha una superficie con differenti coefficienti di riflessione, la telecamera, avendo impostato un unico valore di soglia, rimarrà abbagliata nei punti in cui il laser viene maggiormente riflesso e vedrà buio nei punti in cui il laser viene assorbito;
- il file STL dell'oggetto scannerizzato, difficilmente può essere utilizzato direttamente per la stampa, quindi la scansione dovrà essere elaborata mediante software di manipolazione 3D.

Quanto alla tecnica a sola telecamera, i pregi sono:

- non richiede né i laser, né la loro taratura, perciò è insensibile al posizionamento e allineamento dei laser;



- l'hardware è più semplice;
- riprende meglio le superfici con diversi coefficienti di riflessione della luce.

A fronte di ciò, va detto che i software per questi scanner tipicamente nascono per sistemi che prevedono la rotazione della telecamera intorno all'oggetto e non dell'oggetto sul suo asse, quindi:

- è necessario uno sfondo per far sì che non venga inquadrato lo sfondo (che è fisso) come riferimento; il colore bianco sembra essere più indicato perché diffonde la luce. Bisogna anche coprire la parte sotto al piatto dello scanner;
- richiede una buona illumina-

zione dell'oggetto da scansione;

- non è adatta per oggetti con superficie scura oppure molto riflettente;
- bisogna 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 aiutare lo scanner occorre mettere dei riferimenti 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;
- nelle foto l'oggetto dev'essere in primo piano, quindi se è

piccolo bisogna avvicinare la camera, eventualmente avvicinando al centro i riferimenti;

- le foto devono essere scattate con poco spostamento angolare tra una e l'altra;
- non è idonea per oggetti con superficie troppo uniforme o con colore troppo uniforme;
- richiede un software di ricostruzione dell'immagine, spesso costoso e impegnativo sul piano delle risorse hardware richieste al computer sul quale effettuare l'elaborazione dei fotogrammi.

In definitiva, non c'è una tecnica migliore dell'altra ma ognuna è indicata per un certo tipo di oggetti da riprendere e per determinate condizioni di scansione.

IL NOSTRO SCANNER

Detto ciò, passiamo al nostro approccio alla scansione 3D, che consiste nell'impiegare un laser lineare, capace, cioè, di tracciare una linea verticale di intensità luminosa costante, e nel riprendere le immagini determinate dalla riflessione della luce sulla superficie dell'oggetto (che in questo caso viene fatto ruotare) con una telecamera; ad ogni grado (o frazione) di rotazione corrisponde un fotogramma che viene digitalizzato e inviato ad un programma in grado di elaborare la superficie dell'oggetto scannerizzato. In questi sistemi di solito si impiegano due laser inclinati tra loro e la telecamera sta tra i due. Il nostro scanner nasce da un'elaborazione del PiClop, un progetto open composto da una meccanica (le cui parti da stampare in 3D si scaricano da www.thingiverse.com e da un'elettronica formata dalla scheda Raspberry Pi 2 e dalla sua telecamera; PiClop, come dice il nome, è la libera elabora-

CARATTERISTICHE TECNICHE

- Telecamera da 5 megapixel
- Scansione a colori
- Fino a 6.400 step per rotazione piatto
- Risoluzione 0,25 mm
- Volume scansionabile 200 X 200 X 150 mm
- Calibrazione assistita
- Tensione di alimentazione: 12 Vcc / 700 mA

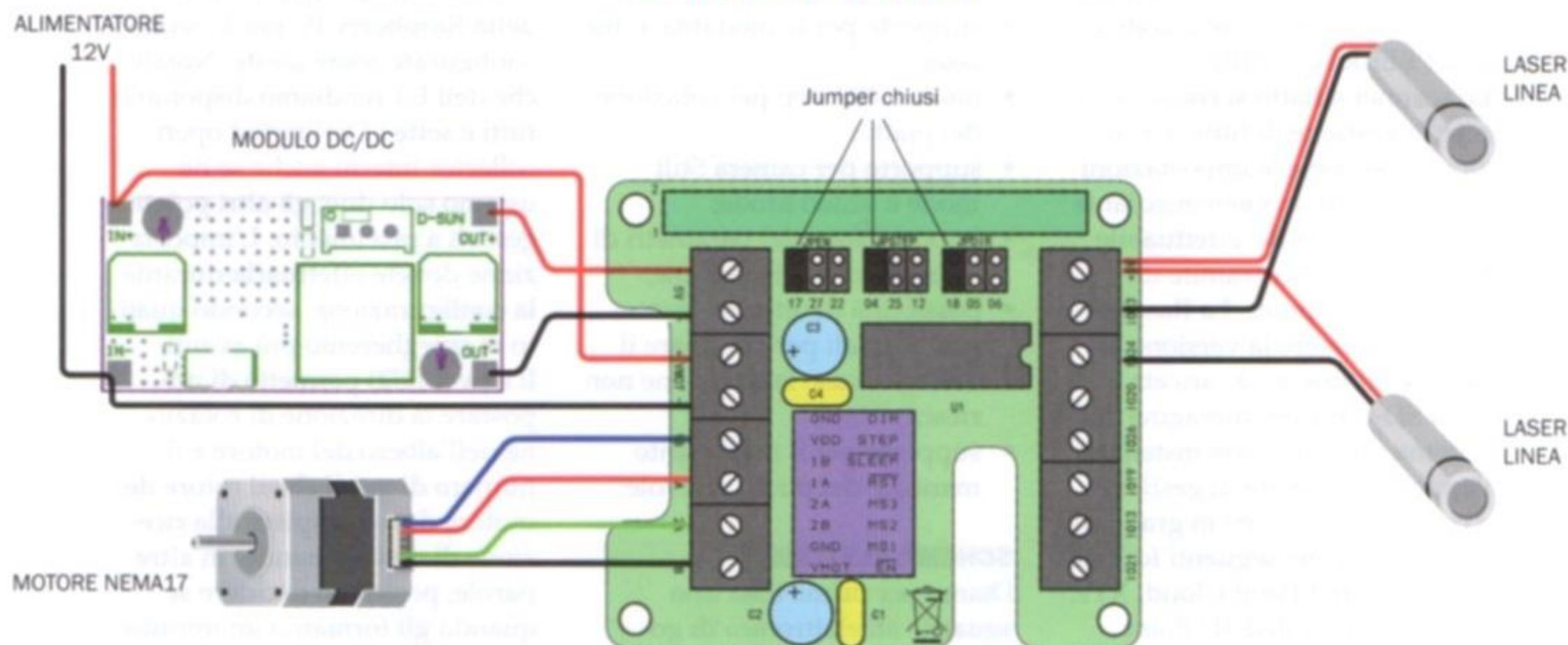


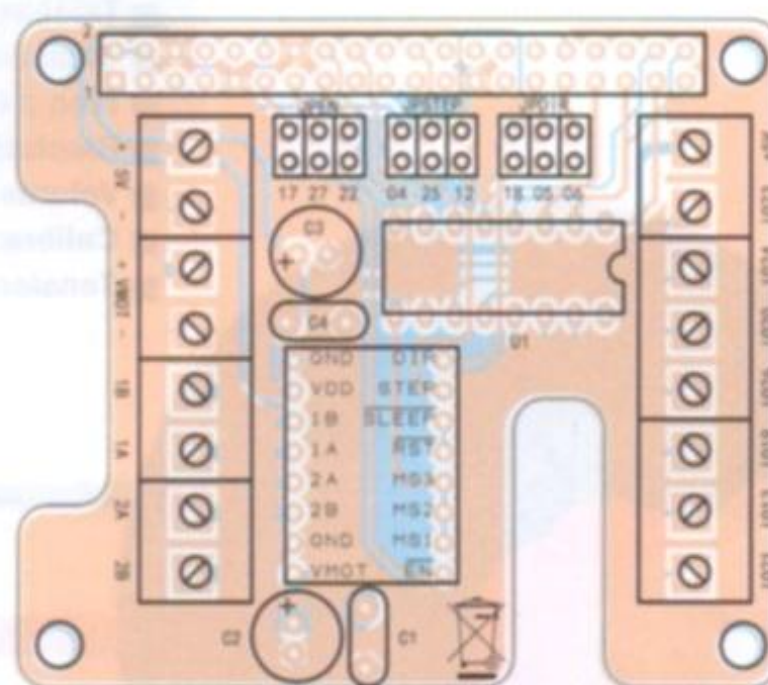
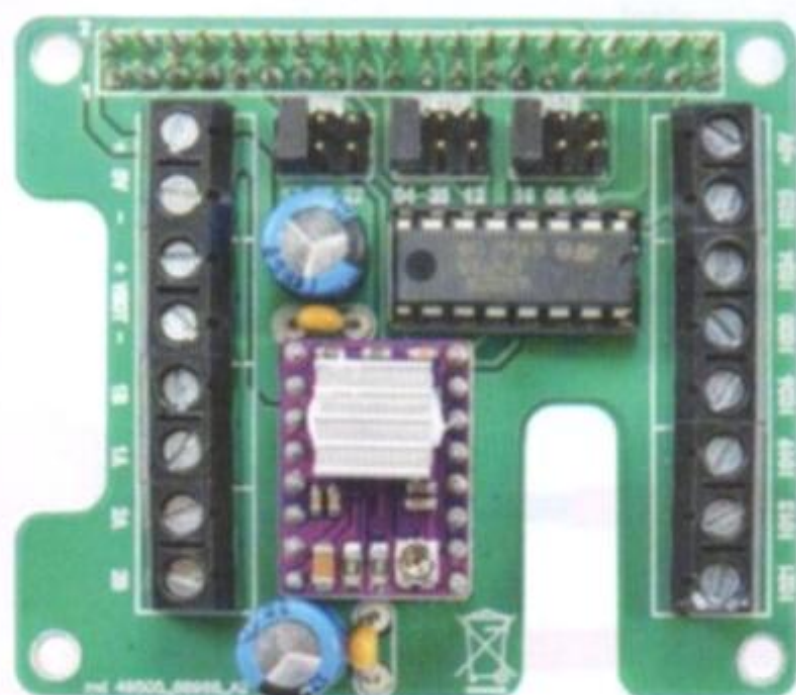
zione basata su Raspberry Pi 2 di Ciclop (www.bq.com/it/ciclop), uno scanner 3D commerciale a laser e telecamera, dotato di piatto rotante. Anche Ciclop, pur essendo commercializzato, è uno scanner con la documentazione

open source. Il nostro scanner differisce da PiClop perché abbiamo sostituito la telecamera della Raspberry Pi con una dotata di ottica regolabile, oltre che il circuito originale con un nostro shield per la gestione del motore passo-passo (NEMA 17) che fa ruotare il piatto e dei laser.

Abbiamo preferito una telecamera con obiettivo regolabile per ottimizzare la messa a fuoco dell'oggetto, in quanto ci siamo accorti che quella originale per la Raspberry Pi ha una distanza di messa a fuoco

Schema a blocchi





Elenco Componenti:

C1: 100 nF ceramico
C2: 220 μ F 25 VL elettrolitico
C3: 220 μ F 25 VL elettrolitico
C4: 100 nF ceramico
U1: ULN2003
U2: Driver Motore DRV8825

Varie:

- Morsetto 2 poli passo 5.08mm (5 pz.)
- Morsetto 3 poli passo 5.08mm
- Zoccolo 8+8
- Strip femmina 8 vie (2 pz.)
- Strip maschio 3 vie (6 pz.)

- Connettore Rasp. 20+20
- Torretta F/F 14mm (4 pz.)
- Vite 8 mm 3 MA (8 pz.)
- Jumper (3 pz.)
- Circuito stampato S1255

maggiore di quella esistente tra la base e il piatto girevole che ospita l'oggetto da scansione. Potendo regolare con precisione la messa a fuoco, siamo in grado di ottenere la miglior definizione in fase di taratura, prima di avviare la scansione. La telecamera è una IR da 5MP per Raspberry Pi, con ottica da 3,6 mm regolabile (è a catalogo Futura Elettronica -www.futurashop.it- con il codice RASPBERRYCAMIR).

Lo scanner siffatto si connette in rete: la gestione di tutte le funzioni, così come le impostazioni dei parametri, avviene mediante rete LAN, quindi è effettuabile anche da remoto, tramite un qualsiasi computer. La Raspberry Pi (dev'essere la versione 2) per l'occasione avrà caricata sulla SD-Card un'immagine del sistema operativo con installato l'apposito software di gestione e controllo (FreeLSS) in grado di generare file nei seguenti formati: PLY - Colored Point Cloud, XYZ - Comma Delimited 3D Point

Cloud, STL - 3D Triangle Mesh. Il software implementa un'interfaccia web, tramite la quale possiamo operare con lo scanner, ovvero effettuare le impostazioni e le acquisizioni. Per ciascuna acquisizione viene generato un file. FreeLSS implementa:

- anteprima real-time della scansione;
- calibrazione assistita;
- supporto per la modalità a due laser;
- fino a 6.400 step per rotazione del piatto;
- supporto per camera Still mode e Video Mode;
- impostazione dei parametri di elaborazione d'immagine;
- possibilità di ottenere immagini parziali per effettuare il debug in caso la scansione non riesca;
- supporto per il movimento manuale del piatto girevole.

SCHEMA ELETTRICO

Diamo per prima cosa uno sguardo all'elettronica di go-

verno dello scanner, che si basa sulla Raspberry Pi e sullo shield; quest'ultimo contiene un driver per stepper-motor basato sull'integrato DRV8825 della Texas Instruments, che è un modulo di Futura Elettronica (cod. DRV8825), oltre a un line-driver ULN2003 (U1), utilizzato per alimentare i laser lineari dietro comando delle linee di GPIO della Raspberry Pi, per lo scopo configurate come uscite. Notate che dell'U1 rendiamo disponibili tutti e sette i Darlington open-collector interni anche se ne usiamo solo due; gli altri potete gestirli a piacimento. L'impostazione dovete effettuarla durante la configurazione, secondo quanto vi spiegheremo più avanti. Il driver (U2) permette di impostare la direzione di rotazione dell'albero del motore e il numero di gradi che il rotore del motore deve compiere alla ricezione di ogni comando; in altre parole, possiamo decidere se, quando gli forniamo un impulso

di comando, il modulo deve far ruotare l'albero di uno step alla volta, oppure di 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 o 1/32, in base all'accuratezza desiderata. In realtà abbiamo impostato il funzionamento a 1/32 di step ponendo a 1 logico i pin MS1, MS2 e MS3, così da ottenere la massima precisione di movimento.

La Raspberry Pi 2 comanda il driver U2 impostando lo stato logico delle linee /STEP, EN e DIR; alla prima (gestita con uno a scelta tra IO04, IO12 o IO25) invia gli impulsi che determinano l'avanzamento di un passo alla volta nella rotazione dell'albero del motore, mentre DIR (IO05, IO06 o IO18) viene definito di volta in volta a seconda che si voglia ottenere la rotazione in senso orario o antiorario. EN (IO17, IO22 o IO27) serve per abilitare o disabilitare il modulo. Per comandare la rotazione di un passo dell'albero del motore, il microcontrollore pone EN a livello logico alto e lo mantiene in questa condizione, poi imposta DIR ad uno logico se la rotazione deve avvenire in senso antiorario o zero per quello orario (mante-

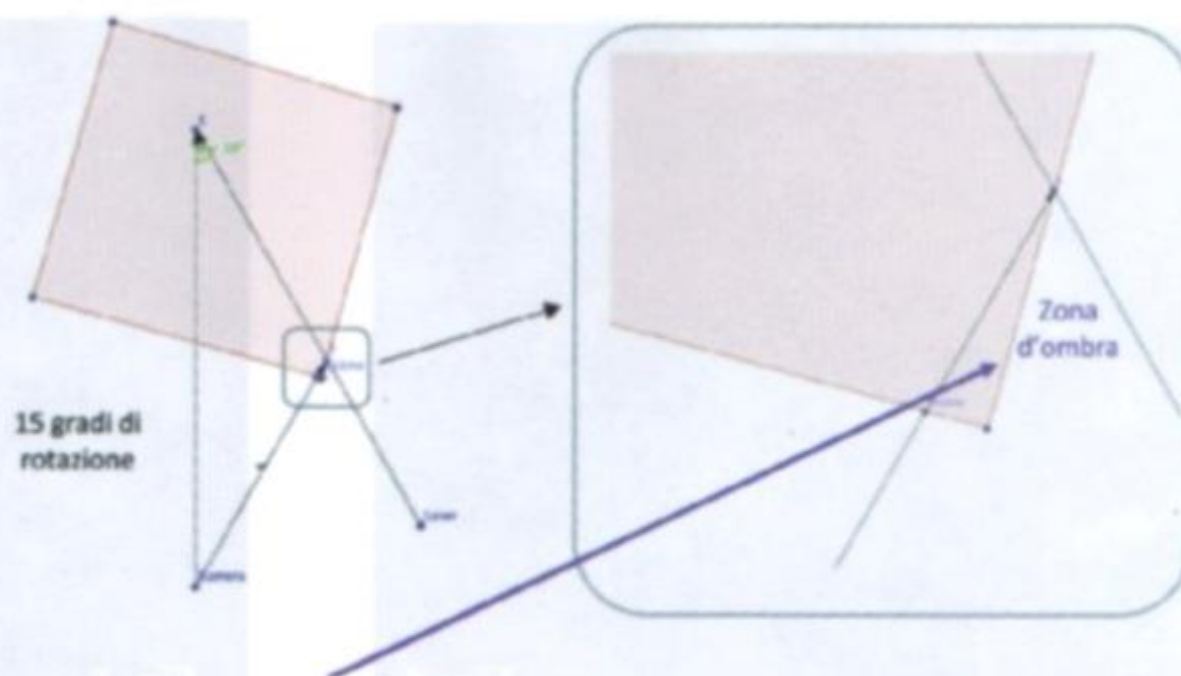


Fig. 1
La freccia indica una zona d'ombra, causata dal fatto che la telecamera non vede il punto colpito dal laser.

nendo anche questa condizione logica) e infine fornisce alla linea /STEP un impulso a livello basso; fatto ciò, riporta a riposo sia EN che DIR. Se l'avanzamento dev'essere di più step consecutivi, mentre EN e DIR sono attivi il micro invia a /STEP la sequenza di impulsi richiesta.

Ricordate che il motore si muove, ad ogni impulso che la Raspberry Pi 2 manda su /STEP, in base all'impostazione di MS1, MS2, MS3; nel nostro caso, per compiere un passo ne occorrono 32. Notate che per ogni linea di comando del driver abbiamo previsto la possibilità di scegliere, tramite ponticelli, fra tre linee di GPIO; questo per darvi la possibilità di montare più shield sulla Raspberry Pi 2 e quindi di gestire

altre applicazioni, oltre allo scanner, ma anche di utilizzare lo shield come controller generico per altri impieghi e comandare magari due o tre stepper-motor (in tal caso è giocoforza utilizzare GPIO differenti per le varie schede). Una volta montato lo shield posizionate i jumper come preferite e annotatevelo, perché dovrete poi impostare le linee GPIO nel software, secondo quanto spiegato più avanti. Detto ciò, proseguiamo dicendo che ogni driver consta di un doppio ponte ad H governato da un'elettronica che permette di impostare il verso di rotazione del campo elettromagnetico e quindi dell'albero dello stepper-motor. Ogni volta che sul piedino STEP giunge un impulso (la du-



Fig. 2
Schermata SCAN.

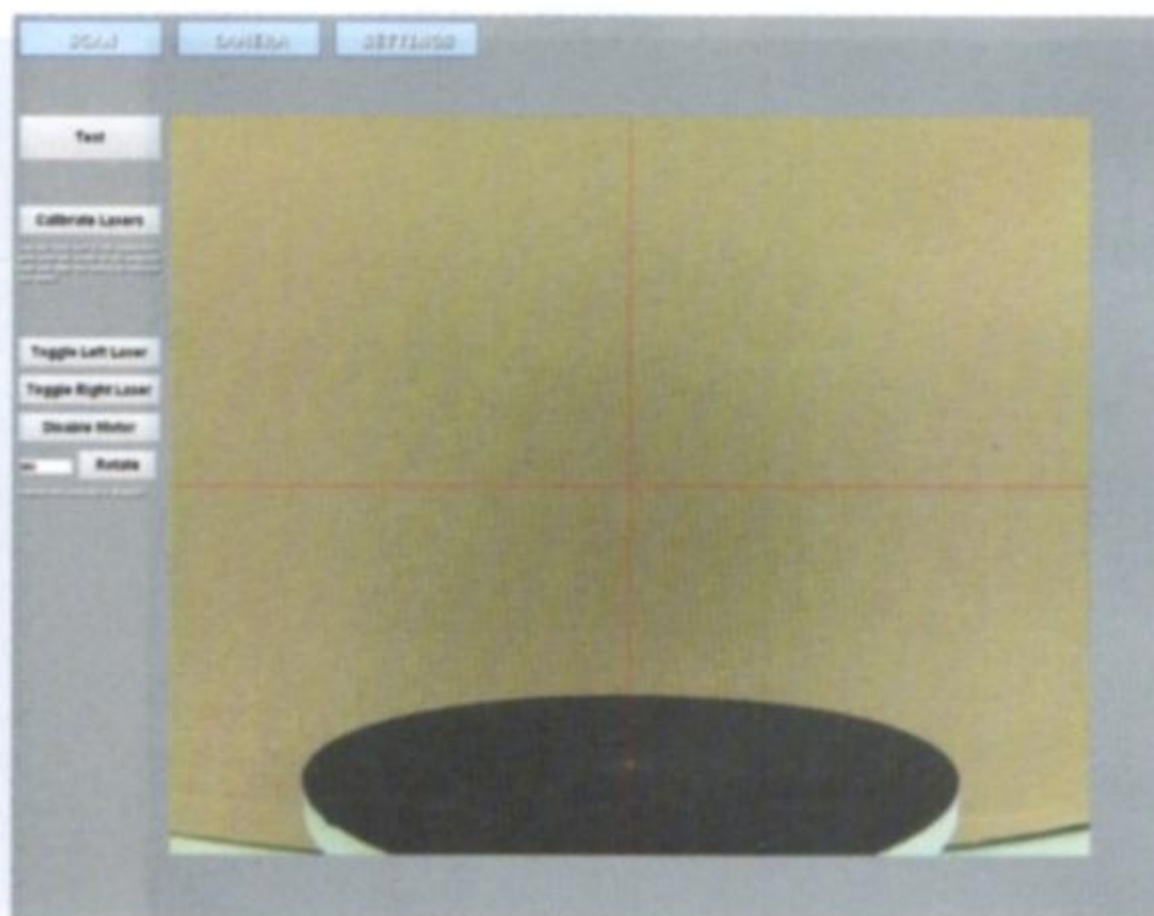


Fig. 3
Schermata CAMERA.

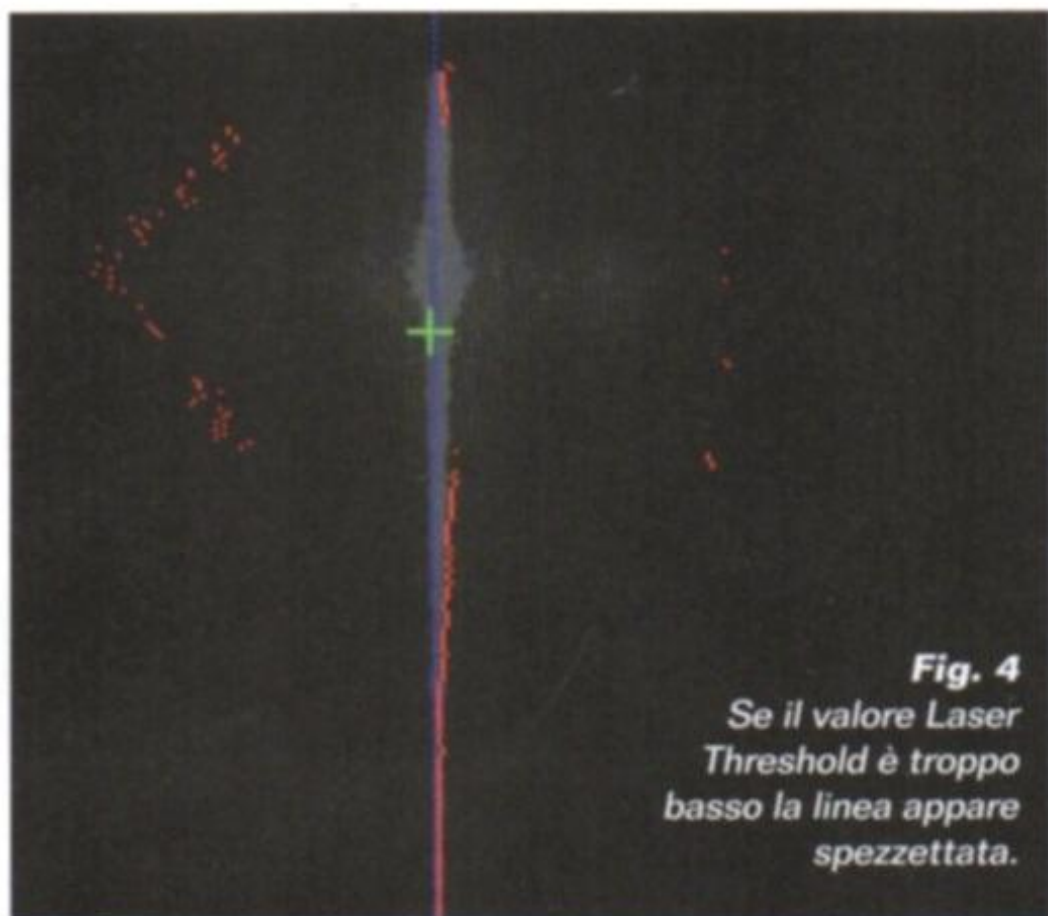


Fig. 4
Se il valore Laser Threshold è troppo basso la linea appare spezzettata.

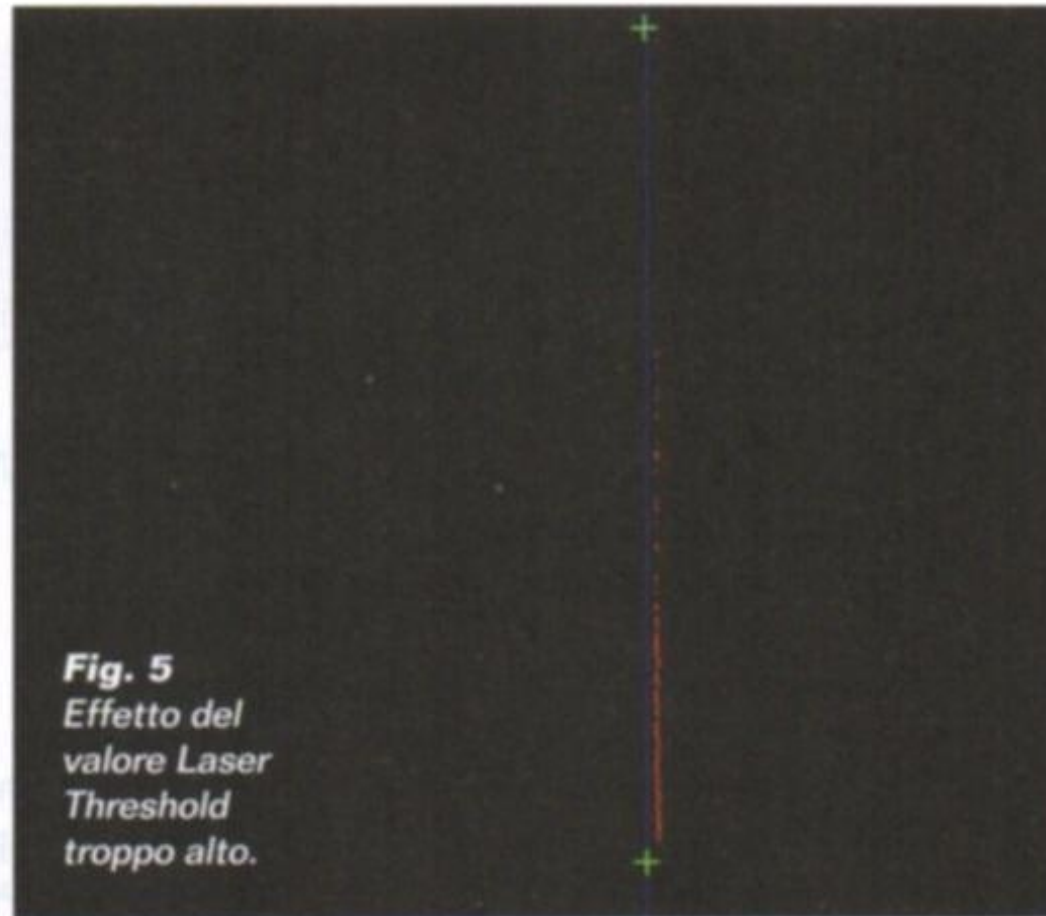


Fig. 5
Effetto del valore Laser Threshold troppo alto.

rata minima ammissibile è 1 μ s) a livello alto, a meno di diversa impostazione, le uscite 1A, 1B, 2A e 2B forniscono gli impulsi per comandare lo spostamento del rotore del motore di uno step o frazione. Concludiamo la panoramica sui driver con il piedino / SLEEP, il quale attiva la modalità di riposo (logica attiva e driver spenti) e con RST, che azzerà il controllore che governa i driver e pone le uscite di comando dei motori (1A, 1B, 2A, 2B) a zero logico anche se STEP continua a ricevere impulsi. Nella nostra applicazione RST e SLEEP sono

disattivate perché SLEEP dispone di un resistore interno di pull-up e unendole sono entrambe a 1. Lo shield è predisposto per ricevere due alimentazioni distinte: VMOT si applica all'apposita morsettiera ed è quella a 12 volt cc per il motore, mentre 5V (riportata sul connettore di espansione della Raspberry Pi 2) alimenta la logica del driver e il line-driver ULN2003.

MECCANICA E OTTICA

Passiamo adesso alla struttura meccanica dello scanner, che è l'insieme di parti stampate in pla-

stica (ad esempio con la nostra 3Drag) assemblate mediante barre filettate in ferro e bulloni; i blocchi principali sono la base, che contiene al centro l'elettronica e la telecamera e ai lati i due laser lineari, e il piatto che sorregge l'oggetto, girevole su una boccia vincolata a un sostegno in plastica collegato mediante le barre filettate alla base. Il piatto può essere ottenuto da un disco di plexiglass o forex spesso 4 mm, ma anche di PLA e quindi stampato; dopo avergli applicato un foglio nero di copertura, individuatene il centro e riporta-

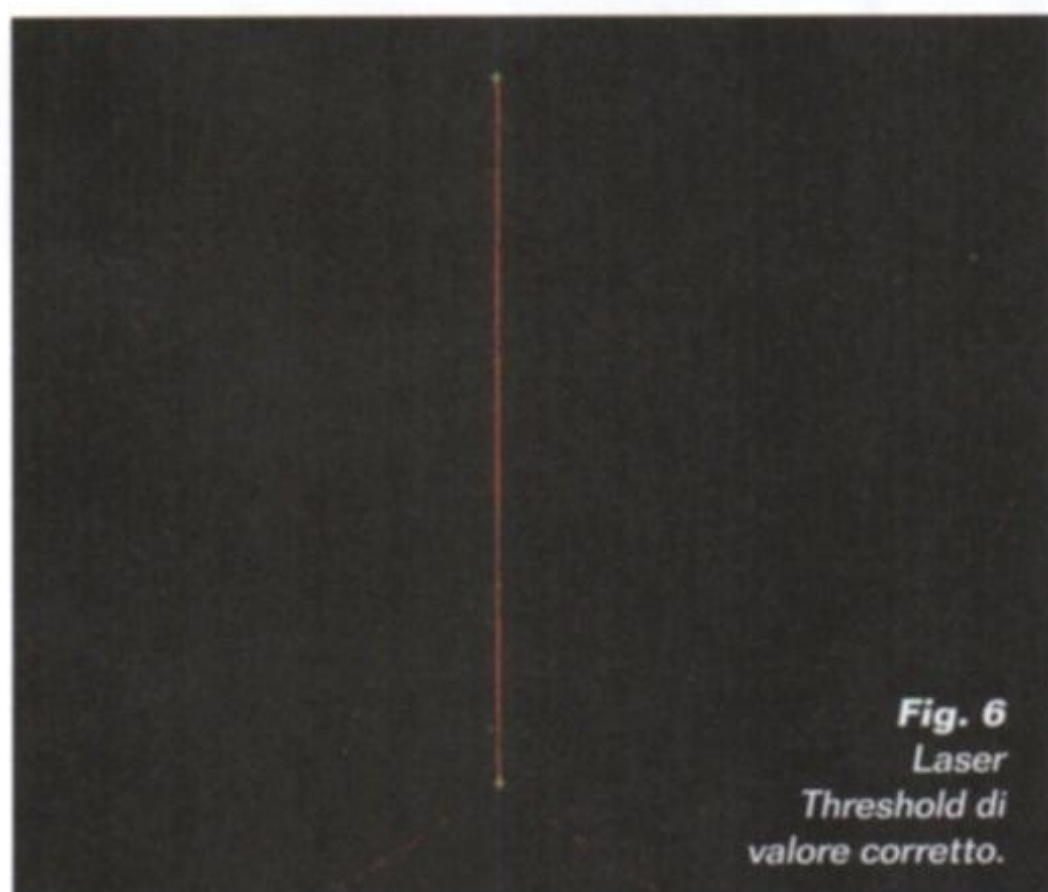


Fig. 6
Laser Threshold di valore corretto.

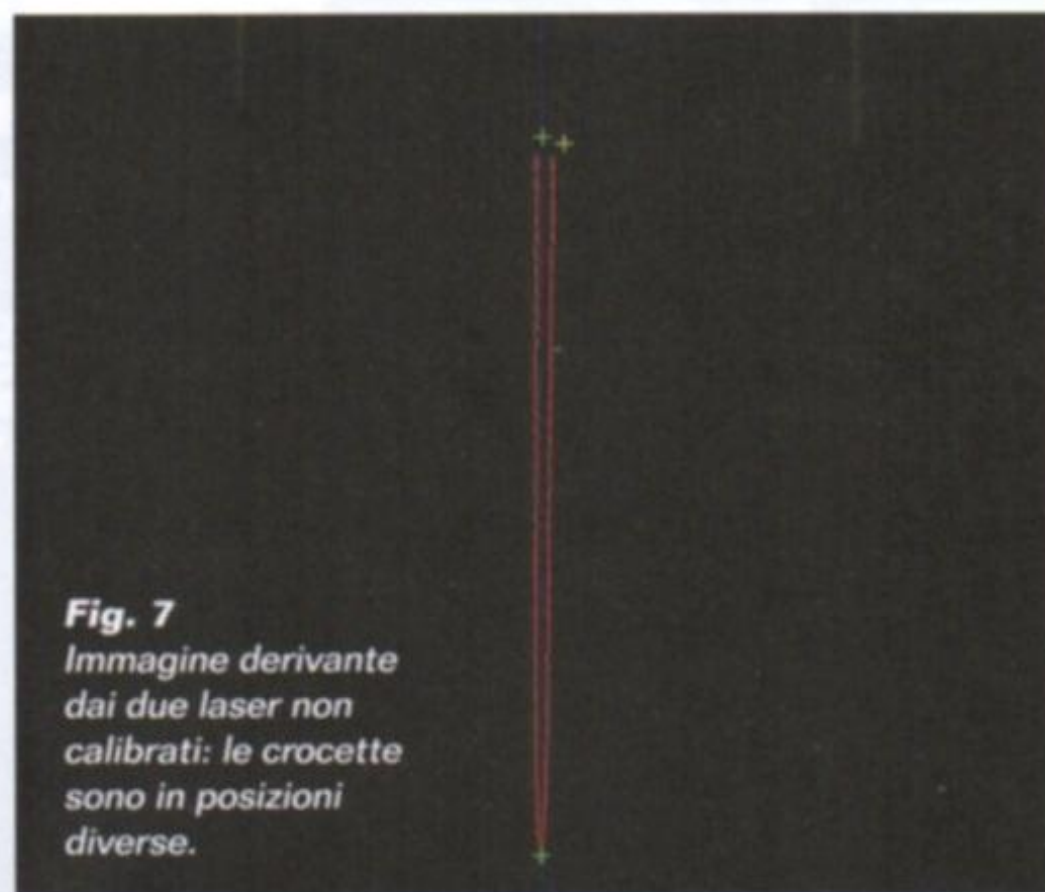


Fig. 7
Immagine derivante dai due laser non calibrati: le crocette sono in posizioni diverse.

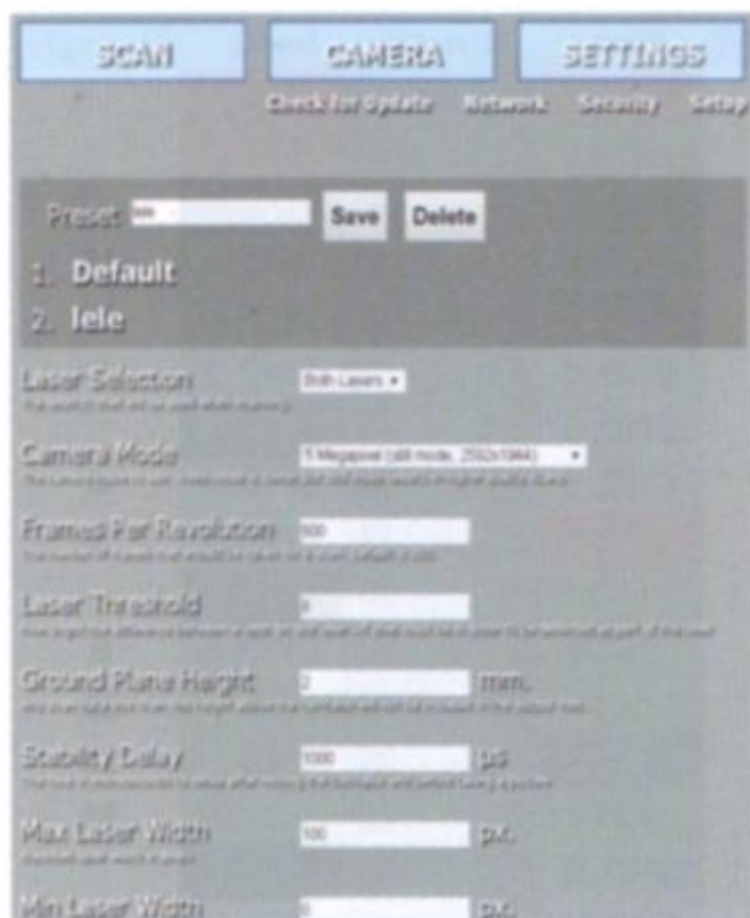
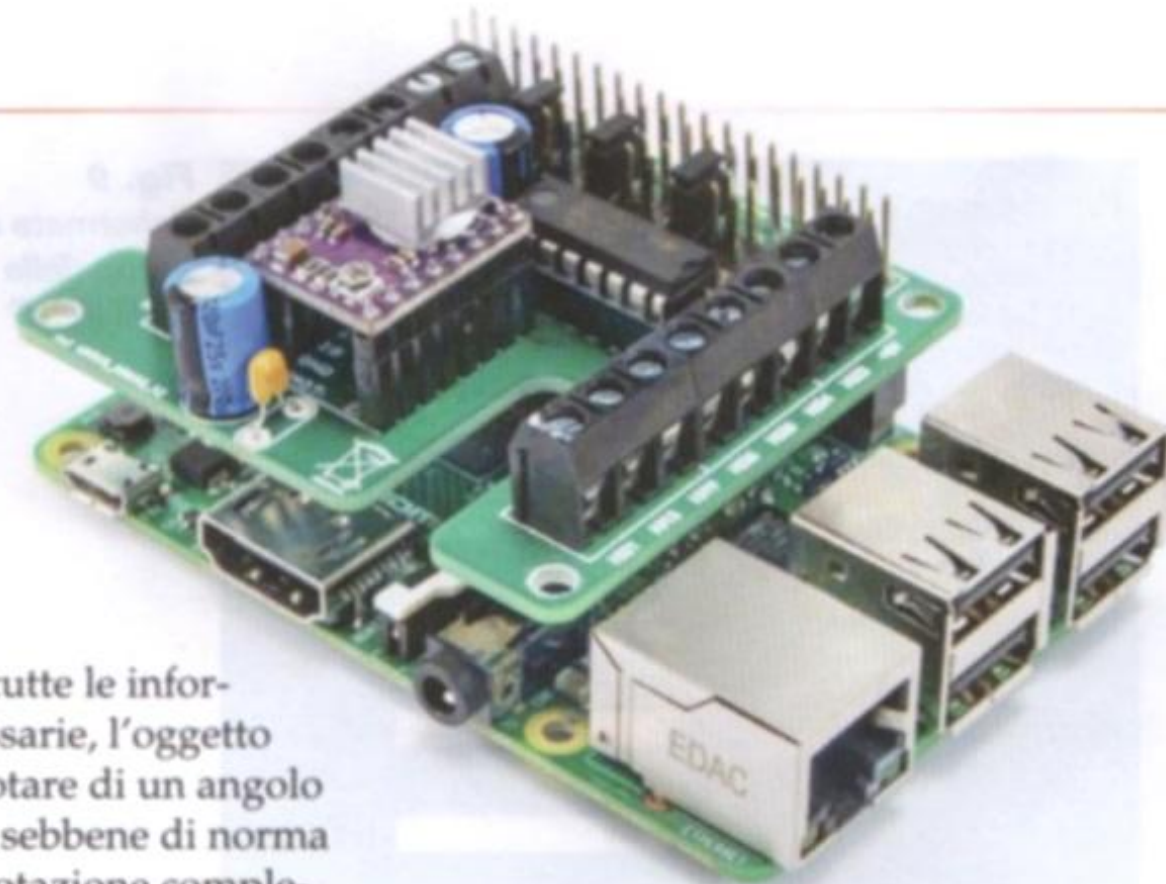


Fig. 8
Schermata
principale
della sezione
SETTINGS



telo sotto forma di punto con un pennarello indelebile.

I laser lineari sono a semiconduttore a luce rossa (lunghezza d'onda di 650 nm) di Classe 3A, del tipo 2510-LASER5MW-LINEA della Futura Elettronica (www.futurashop.it); ciascuno sviluppa una potenza ottica di 3 mW e richiede un'alimentazione a tensione continua di 4÷6 V (assorbe 280 mA). Il laser integra una lente collimatrice asferica per convogliare la luce in un unico punto, che poi viene trasformato in linea grazie a una lente cilindrica acrilica posta all'uscita del raggio laser, in modo da creare un fascio di luce a sezione triangolare con un'apertura di circa 45°.

COME FUNZIONA

Per acquisire la forma dell'oggetto, il nostro sistema esegue un'analisi superficiale dello stesso, facendolo ruotare su un piatto di un grado o frazione per volta mentre gli viene puntata contro la luce di un laser lineare; il laser proietta una linea verticale che copre l'intera altezza dell'oggetto da scannerizzare e la luce riflessa raggiunge una telecamera che acquisisce le immagini risultanti e le passa all'apposito software.

Per acquisire tutte le informazioni necessarie, l'oggetto viene fatto ruotare di un angolo a discrezione, sebbene di norma si faccia una rotazione completa (360 gradi). Il programma permette di stabilire quanti passi deve compiere il motore NEMA 17 per un giro intero (360°) fino a 6.400; il nostro stepper-motor è da 200 passi/giro e, pilotato con lo shield, compie uno step ogni 32 impulsi su STEP giunti dalla Raspberry Pi 2; quindi 200 step moltiplicati per 32, fanno 6.400. I fasci lineari dei laser sono tra loro inclinati, sul piano orizzontale, di 60 gradi, quindi la telecamera, essendo centrata rispetto ai due laser, è angolata di 30° rispetto al fascio di ciascuno. Lo scanner deve funzionare in un ambiente non eccessivamente illuminato, in modo che vi sia un netto contrasto tra la zona colpita dalla linea di ogni laser e la superficie dell'oggetto da scansionare.

Quando si avvia la scansione, la Raspberry Pi 2 inizia ad acquisire le immagini (frame) fornite dalla telecamera, con una periodicità impostata dal software: il valore predefinito è 800 per giro completo del piatto e quindi dell'oggetto, ma abbiamo provato ad operare anche con 2.000 fotogrammi/giro.

L'esigenza di adottare un secondo laser nasce quando bisogna scannerizzare ad esempio un cubo: in questo caso, infatti, utilizzando un solo laser si creano alcune zone d'ombra a causa del disassamento (ossia della diversa angolazione con la quale i due

elementi si rivolgono al pezzo da scannerizzare) tra la telecamera e il laser (Fig. 1).

Nel caso specifico, non essendo i due sullo stesso asse, durante la rotazione ci sono zone in cui il raggio viene oscurato da una delle pareti e non giunge alla telecamera, impedendo di percepire il raggio riflesso e determinando perciò dei "buchi" nel modello acquisito. Se aggiungiamo un secondo laser sfasato di 30 gradi nel senso di rotazione antioraria, le zone d'ombra scompaiono: infatti quando l'oggetto ruota superando l'angolazione critica del primo laser, la zona d'ombra viene scannerizzata attraverso il secondo laser. Per l'acquisizione di oggetti che non presentano sfaccettature tali da nascondere la linea del laser all'occhio della telecamera, si può utilizzare per la scansione, un laser soltanto. Vediamo quindi come avviene l'acquisizione: in ciascun fotogramma scattato, viene considerata la riflessione della linea del laser, che è verticale e costituisce una sottilissima fetta della superficie; ad ogni rotazione si ottiene quindi un fotogramma con una fetta illuminata che cade in una posizione sempre diversa, fino a completare la superficie desiderata. La Raspberry Pi 2 analizza, per ciascun fotogramma, la zona illuminata, scartando il resto dell'immagine, che le serve

Right Laser Pin 5
The wiring pin number for controlling the right laser

Left Laser Pin 4
The wiring pin number for controlling the left laser

Laser On Value 1
Set to 1 if setting the laser pin value turns it on and 0 if it does not

Steps Per Revolution 6400
The number of motor steps before the turntable spins 360 degrees

Motor Enable Pin 0
The wiring pin number for enabling the stepper motor

Motor Step Pin 7
The wiring pin number for stepping the stepper motor

Motor Step Delay 50000 μ s
The amount of time between steps in microseconds

Motor Direction Pin 1
The wiring pin number for the stepper motor direction of rotation

Motor Response Delay 1000 μ s
The time it takes for the stepper controller to recognize a pin value change in microseconds

Enable Lighting ☐

Lighting Pin 3
The wiring pin number for the light. Change will not go into effect until system is rebooted.

Fig. 9
Schermata menu
Setup della sezione
SETTINGS

Fig. 10
Impostazione
dei pin della
Raspberry (a)
e mappatura
degli I/O della
Raspberry
Pi2 secondo
la libreria
wiringpi2 (b).

WiringPi	Name	Physical	Name	WiringPi
	3.3v	1	5v	
8	SDA.1	3	5V	
9	SCL.1	5	0v	
7	1-Wire	7	TxD	15
	0v	9	RxD	16
0	GPIO. 0	11	GPIO. 1	1
2	GPIO. 2	13	0v	
3	GPIO. 3	15	GPIO. 4	4
	3.3v	17	GPIO. 5	5
12	MOSI	19	0v	
13	MISO	21	GPIO. 6	6
14	SCLK	23	CE0	10
	0v	25	CE1	11
30	SDA.0	27	SCL.0	31
21	GPIO.21	29	0v	
22	GPIO.22	31	GPIO.26	26
23	GPIO.23	33	0v	
24	GPIO.24	35	GPIO.27	27
25	GPIO.25	37	GPIO.28	28
	0v	39	GPIO.29	29

giusto per verificare la corretta sequenza di accodamento delle fette; rimettendo insieme le fette si ricostruisce l'immagine.

IL SOFTWARE

Passiamo adesso al programma che gira in Raspberry Pi 2 sotto il sistema operativo Raspbian e che si chiama, come già detto, FreeLSS ed è scaricabile dal sito <https://github.com/hairu/freelss>. Per accedervi, da rete, aprite il browser e scrivete l'indirizzo IP assegnato alla Raspberry Pi, quindi premete Invio; stabilita la connessione di rete, appare la schermata principale, di cui descriviamo le varie sezioni.

SCAN

In questa si esegue la scansione. Facendo clic su "Start Scan" dal menu SCAN si avvia la scansione 3D dell'oggetto (Fig. 2). A monitor apparirà l'anteprima della scansione, che viene effettuata con risoluzione minore di quella che poi verrà impostata per la scansione effettiva e il salvataggio sul file nel formato deside-

rato. Se l'anteprima ci va bene, possiamo avviare il download.

CAMERA

Qui (Fig. 3) si impostano i parametri della telecamera e si calibrano i laser. Facendo clic sul pulsante "Test" si effettua un'acquisizione campione che consente di verificare se i le due linee laser collimano (solo su superficie piana e ortogonale al piano) e se il valore impostato per il campo "Laser Threshold" è corretto. La linea deve risultare la più uniforme possibile (non seghettata e/o frastagliata). Nella Fig. 4 vedete cosa accade quando il valore impostato per Laser Threshold è troppo basso; la Fig. 5 mostra cosa accade se impostiamo un valore eccessivo. Infine nella Fig. 6 vedete come deve presentarsi l'immagine se il valore di Laser Threshold è corretto. Nella stessa sezione, facendo clic sul pulsante "Calibrate Laser" si accede alla calibrazione dei laser, che può essere effettuata solamente nelle modalità 5MP still o 5MP video. Quando i laser sono calibrati, le

crocette gialle e verdi (visibili nel test) si sovrappongono. Se i laser non sono calibrati, le crocette non risultano sovrapposte (Fig. 7) o lo sono parzialmente.

Quanto ai comandi disponibili nella sezione di calibrazione:

- facendo clic sul pulsante "Toggle Left Laser" si attiva/disattiva il laser sinistro;
- facendo clic sul pulsante "Toggle Right Laser" si attiva/disattiva il laser destro;
- il pulsante "Disable Motor" disattiva il motore che fa ruotare la tavola e quindi ferma la rotazione, se è in corso;
- il pulsante "Rotate" avvia la rotazione del piatto girevole di un angolo (in gradi sessagesimali) pari al valore che impostiamo nel campo adiacente.

SETTINGS

In questa sezione (Fig. 8) è possibile impostare dei Preset (valori personalizzati) e salvarli a piacimento, ovvero eseguire le impostazioni di tutti i parametri operativi descritti di seguito. *Laser Selection* definisce il laser

che verrà utilizzato durante la scansione: il sinistro (SX), il destro (DX) o entrambi.

Camera Mode imposta la modalità di ripresa della telecamera (la modalità *Video* è più veloce mentre la *Still* consente una scansione di qualità più elevata). I valori sono predefiniti nell'apposito menu a tendina cui si accede facendovi clic e corrispondono ad altrettante modalità: 0,3 MP (video mode 640x480); 1,2 MP (video mode 1.280x960); 1,9 MP (video mode 1.600x1.200); 5 MP (video mode 2.592x1.944); 5 MP (still mode 2.592x1.944).

Frames Per Revolution indica il numero di fotogrammi scattati durante la scansione (800 è il valore predefinito). Un maggior numero di "scatti" per giro determina una scansione più accurata ma anche un incremento dei tempi di scansione e della dimensione del file generato.

Laser Threshold definisce il valore di luminosità che il pixel deve avere (quando viene colpito dalla luce riflessa del laser) per essere rilevato; se l'oggetto ha una superficie con differenti coefficienti di riflessione, la telecamera, avendo impostato un unico valore di soglia, rimarrà abbagliata nei punti in cui il laser viene maggiormente riflesso mentre risulteranno scuri o perderà i punti in cui il fascio

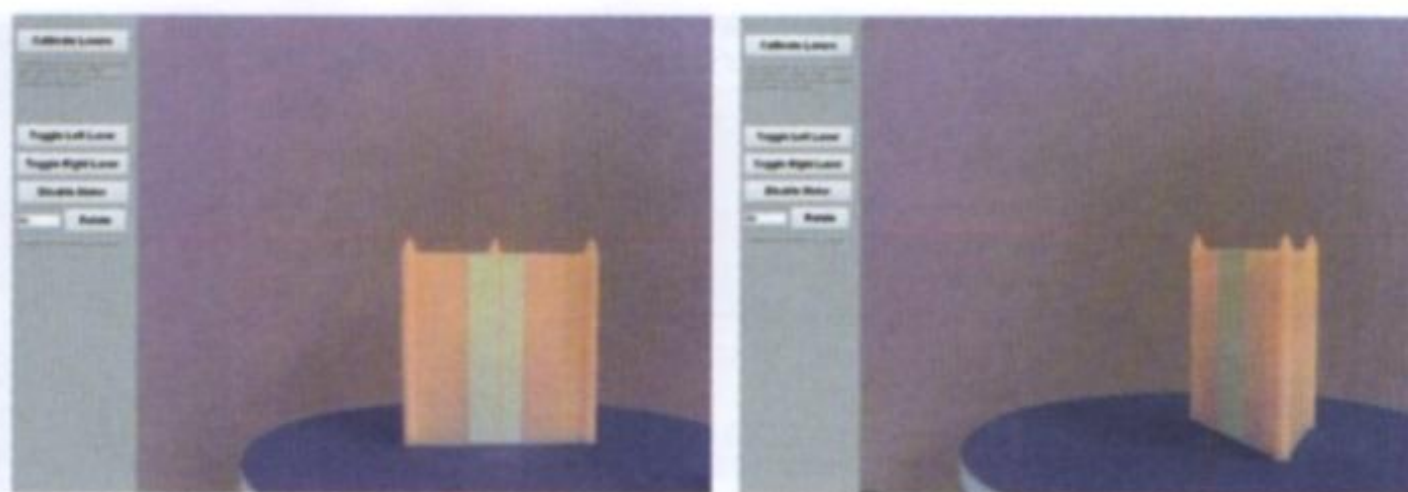


Fig. 11 - Allineamento con le creste dell'oggetto di calibrazione.

laser viene assorbito (per il colore o la porosità del materiale). Nel primo caso la riflessione genererà una nube di punti sparsi nello spazio di fronte alla zona colpita dal fascio laser e nel secondo nel modello ottenuto rimarrà un "buco". Se il valore è troppo basso la telecamera sarà più sensibile, ma il rischio è che attorno al punto colpito dal laser si crei la nube di punti che "sporca" l'oggetto (il modello andrà quindi sottoposto a una "rimozione mirata" dei punti superflui mediante un software per manipolazione 3D come, ad esempio, MeshLab) mentre se è troppo alto la telecamera rischierà di non "vedere" o di vedere in parte il fascio laser sulla superficie dell'oggetto. Per verificare se il valore impostato è corretto o meno si utilizza la funzione "Test": dopo aver posto l'oggetto sul piatto fate clic sul pulsante "Test"; dopo alcuni secondi verrà restituita un'immagine (.png) che mostra come la telecamera vede il o i fasci

laser sulla superficie dell'oggetto (Fig. 7). Se la/le linee risultano discontinue (tratteggiate) occorre abbassare il valore, mentre se risultano frastagliate e molto confuse (presentano un'aura) occorre aumentarlo.

Ground Plane Height definisce l'altezza dal piano di scansione sotto la quale lo scanner non può effettuare la scansione.

Stability Delay definisce il tempo (in microsecondi) che la telecamera deve attendere, dopo la rotazione del piano, prima di scattare un'altra foto.

Max Laser Width definisce la larghezza massima della linea del laser (in pixel).

Min Laser Width definisce la larghezza minima della linea del laser (in pixel).

Generate PLY File converte la scansione in una nuvola di punti PLY.

PLY Data Format definisce il formato del file PLY (Binary o ASCII).

Generate STL File fornisce la scan-

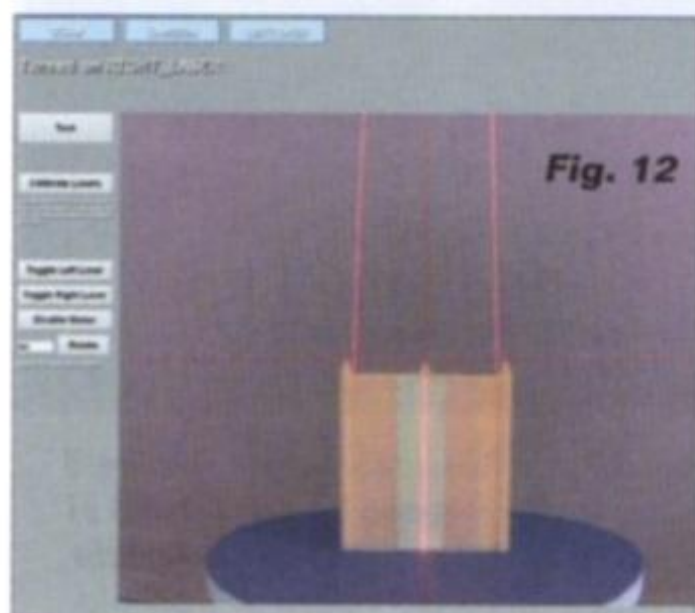


Fig. 12

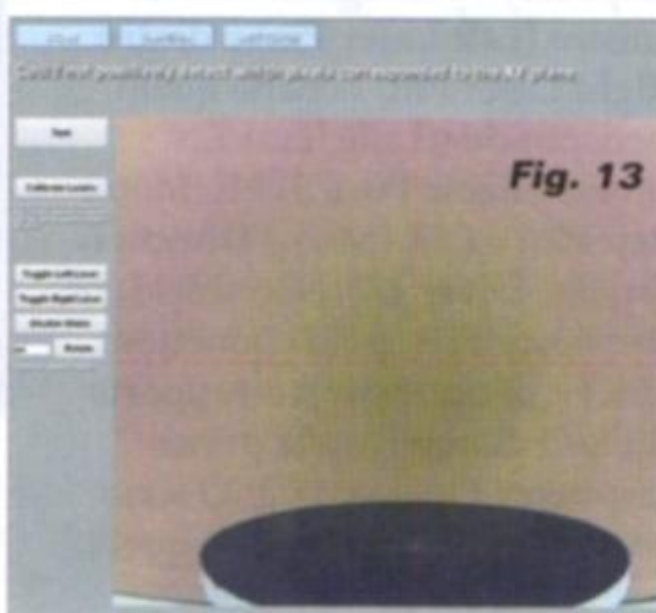


Fig. 13

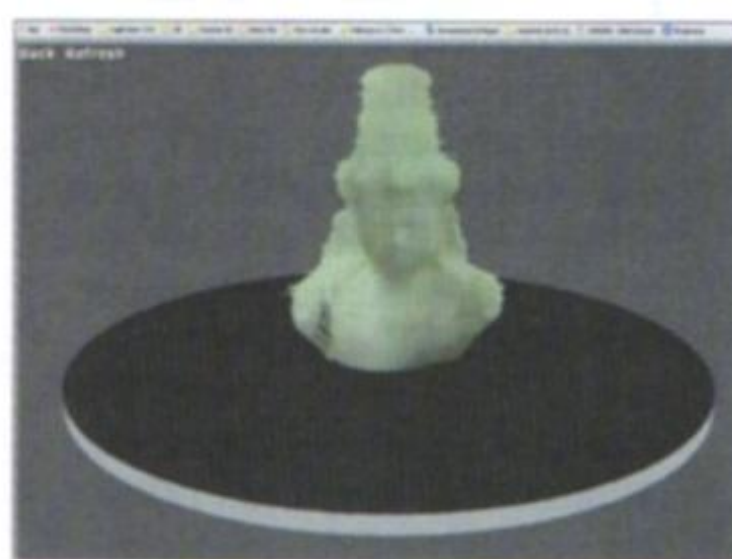


Fig. 14 - Anteprima della scansione.



Fig. 16
Vista
ottenibile
facendo clic
su View.

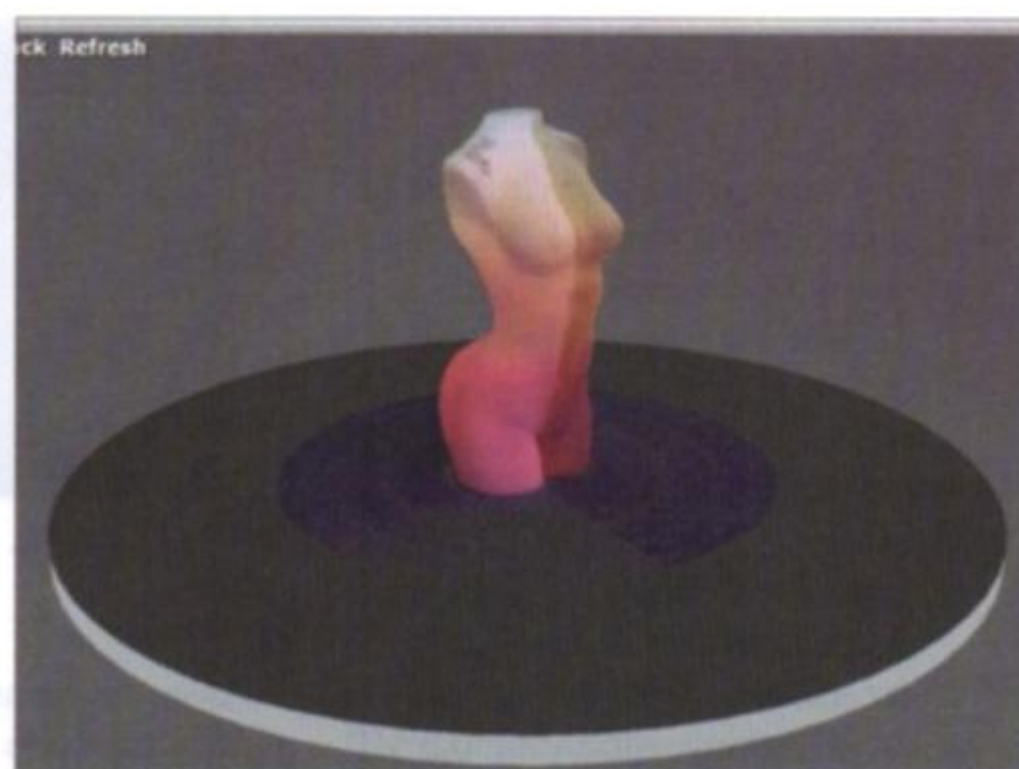


Fig. 15
La vista
ottenibile
facendo clic
su View.

sione su un file .stl.

Generate XYZ File converte la scansione in una nuvola di punti XYZ.

Separate the Lasers Calibration è un'opzione di debug per separare le immagini ottenute dai due laser distinguendole con diversi colori (richiede PLY).

Enable Burst Mode abilita la modalità burst della telecamera durante l'acquisizione in still mode.

Create Base for Object aggiunge una base piatta all'oggetto per facilitare la stampa 3D.

AVVIO E REGOLAZIONI

Vediamo adesso come si lavora con il nostro scanner, con una premessa: la funzione di calibrazione richiede la realizzazione di un "oggetto di calibrazione" che dovete ottenere per stampa 3D (il file è *calibration_item.stl* e lo potete scaricare dal sito della rivista). Una volta realizzato lo scanner collegate alla Raspberry Pi 2 un monitor mediante un cavo HDMI e la LAN con un apposito cavo. Alimentate lo shield con 12Vcc per il motore e 5Vcc - 1 A per la Raspberry Pi 2. Noi abbiamo

optato per un'unica alimentazione a 12Vcc e abbiamo utilizzato un modulo DC/DC per ottenere i 5Vcc necessari a Raspberry Pi. Una volta avviato Raspbian, da LXterminal digitate `cd freelss/src` e premete Invio. Di seguito digitate `sudo ./freelss` e poi premete Invio: a video comparirà la scritta "Running on port 80...".

Adesso scrivete, nella barra degli indirizzi del browser del PC, l'indirizzo IP assegnato alla Raspberry Pi 2. Impostare i valori dell'hardware richiesti (coordinate telecamera/laser, Steps Per Revolution, pin scheda, ecc.) nel menu SETTING/setup; in particolare, prima di ogni operazione dovete definire i pin GPIO della Raspberry Pi assegnati ai laser sinistro (Left Laser Pin) e destro (Right Laser Pin) nonché quelli corrispondenti alle linee EN (Motor Enable Pin), STEP (Motor Step Pin) e DIR (Motor Direction Pin) del driver U2 dello shield. In Raspberry Pi 2, il cui connettore GPIO è di tipo esteso e supporta più I/O di quelli della prima Raspberry Pi, alcuni GPIO sono fissati a livello hardware e quelli estesi sono mappati tramite

un'apposita libreria. Il software FreeLSS utilizza la libreria *wiringpi2*, quindi i GPIO correlati ai numeri da scrivere nelle caselle dell'interfaccia web sono quelli corrispondenti nella *WiringPi*. Le linee vanno scelte nell'intervallo previsto dallo shield, nel senso che se per EN può essere collegato, tramite il jumper JPEN, a IO17, IO22 o IO27, nella casella Motor Enable Pin potete scrivere solo 17, 22 oppure 27. Per quanto riguarda le uscite dell'ULN2003, i laser vanno collegati a quelle corrispondenti agli IO che desiderate specificare nella schermata. Riferitevi alla tabella in Fig. 9b.

Se volete collegare una lampada

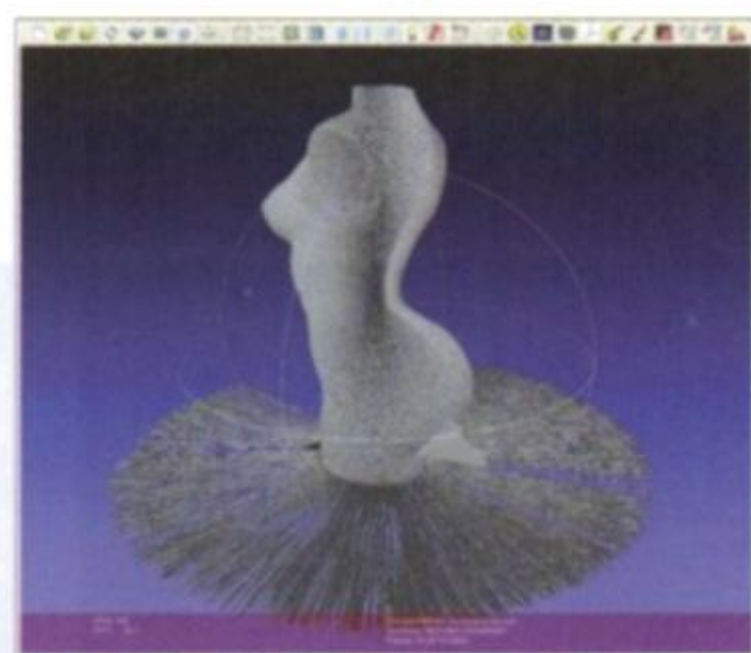


Fig. 17 - In Meshlab potete ripulire il modello rimuovendo i punti relativi al piatto e alle eventuali zone artefatte dovute a un basso valore di Threshold.

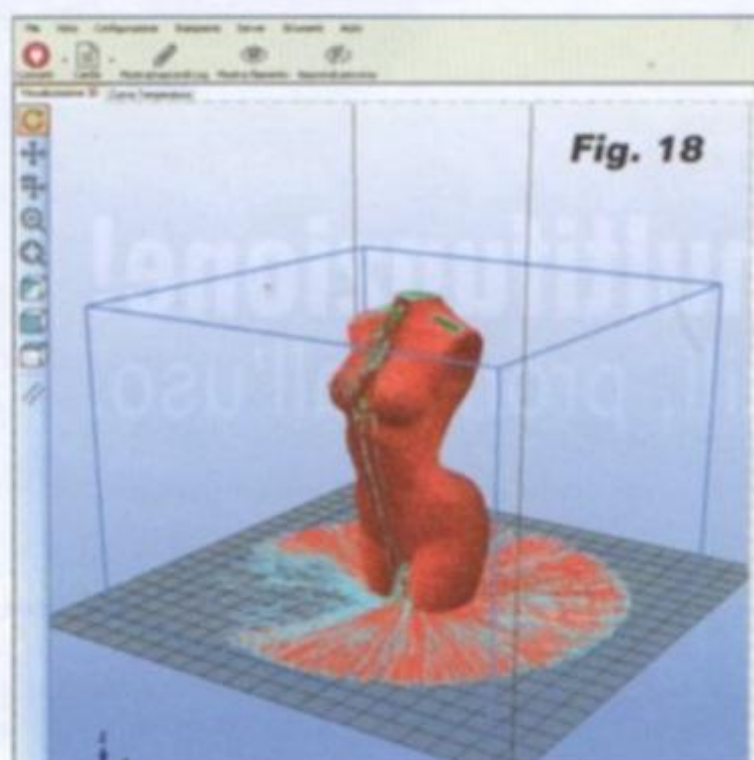


Fig. 18

per illuminare la scena, dovette spuntare la casella Enable Lighting e scrivere nella casella sottostante il pin GPIO con cui controllerete l'illuminazione (vale il discorso appena fatto) attraverso una delle uscite libere dell'ULN2003.

Fatte le impostazioni, nell'interfaccia web fate clic sul tasto CAMERA per vedere a monitor l'anteprima di ciò che riprende la telecamera. Regolate l'ottica della telecamera in modo che l'oggetto sul piatto sia a fuoco e inclinate sul piano orizzontale la telecamera in modo che il trattino inferiore presente sulla croce di centratura rossa combaci col centro di rotazione del piatto (Fig. 3). Quindi dovete appoggiare sul piatto (verso il centro) l'oggetto di calibrazione con le punte rivolte verso l'alto: la linea orizzontale deve appoggiare in egual modo su tutte e tre le punte anche durante la rotazione (se è troppo alta o troppo bassa modificate il valore Camera Y in Setup); se ciò non avviene, significa che la telecamera non è perfettamente orizzontale. Le due immagini nella Fig. 11 chiariscono il concetto. Per attivare o disattivare i laser, dovete fare clic sui tasti "Toggle Left Laser e Toggle Right Laser". Le due linee del laser devono convergere verso il centro del piano girevole ed essere perfetta-

mente normali ad esso (Fig. 12); allo scopo vi conviene posizionare l'oggetto di calibrazione sul piano in modo che una faccia sia esattamente allineata col centro di rotazione del piano. Assicuratevi che i fasci laser si sovrappongano perfettamente.

In SETTINGS impostate la modalità di ripresa della telecamera 5 MP (still mode 2592x1944) e abilitate entrambi i laser (Both Laser) mediante "Laser Selection".

Salvate le impostazioni e tornate su CAMERA, dove dovete fare clic su Calibrate Laser; qualche secondo dopo, il sistema comunicherà l'avvenuta calibrazione (può essere effettuata solamente nelle modalità 5MP still o 5MP video, altrimenti il sistema darà un errore). Se non mettete alcun oggetto sul piatto girevole, il sistema fornisce il messaggio d'errore mostrato in Fig. 13 sopra l'immagine. Adesso appoggiate sul piano girevole l'oggetto da scannerizzare. Fate clic sul pulsante Test per verificare se il valore di Threshold è corretto. Effettuate le impostazioni desiderate in SETTINGS, andate in SCAN e fate clic su Start Scan per avviare la scansione dell'oggetto: a monitor apparirà l'anteprima della scansione in real-time (Fig. 14). Al termine dell'operazione apparirà un riquadro, con la miniatura dell'oggetto scannerizzato, da dove è possibile scaricare i file di scansione nei vari formati (Fig. 15). L'oggetto può essere rivisto in 3D facendo clic sul pulsante View (Fig. 16) o cancellato cliccando sul pulsante Delete. Se la scansione va bene si può esportarla per poi aprirla su un PC con il software di riparazione. La Fig. 17 illustra il file XYZ relativo ad una scansione importata in MeshLab. L'oggetto deve essere "pulito" e riparato perché, ricordatelo, i modelli 3D per

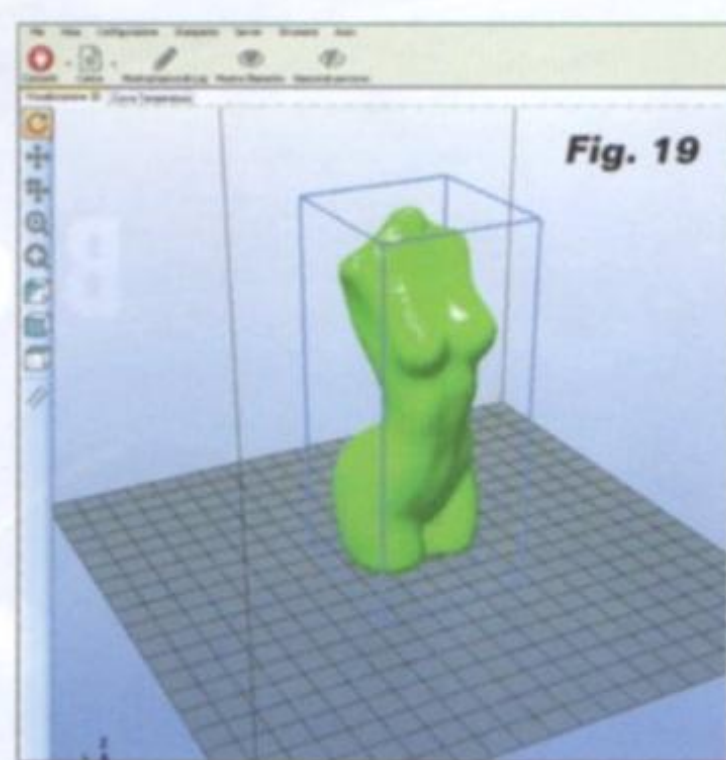


Fig. 19

essere stampati e quindi per generare il file STL, devono essere ermetici (privi di buchi). I file scaricati non possono comunque essere immediatamente utilizzati per la stampa poiché contengono degli errori: la Fig. 18 mostra l'importazione in Repetier Host e l'evidenziazione degli errori; la Fig. 19 mostra il modello riparato e reso ermetico.

Bene, con questo abbiamo concluso; nel prossimo fascicolo vedremo la versione di scanner a sola telecamera.



per il MATERIALE

Tutto il materiale per realizzare lo scanner 3D è disponibile presso Futura Elettronica. Il kit (cod. SCANNER3D) comprendente tutta la parte elettronica: Raspberry Pi, due laser linea, telecamera, motore e driver, ed è disponibile a Euro 190,00. È possibile acquistare anche la scheda driver (cod. FT1255K) separatamente, al prezzo di Euro 21,00. 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>

CONOSCIAMO GLI ACCELEROMETRI

di ANTONIO GIANNICO

Molte applicazioni hi-tech per smartphone e tablet utilizzano funzionalità rese possibili dall'integrazione di un accelerometro. Scopriamo come funziona questo componente e in che modo si utilizza.

Fino ad alcuni anni fa solo fisici e ingegneri avrebbero saputo dire cosa è un *accelerometro*, mentre oggi molti utenti di tablet e smartphone lo conoscono come quel sensore che permette di adattare la visualizzazione dello schermo (Fig. 1), ma anche come il sensore che nelle moderne console di gioco (per esempio Nintendo Wii) rileva il movimento del giocatore.

Usciti dal tradizionale campo di applicazione scientifico, soprattutto aerospaziale, gli accelerometri sono oggi utilizzati, oltre che nei dispositivi "mobile", anche in campo automobilistico, nell'automazione, nell'analisi di sistemi meccanici e robotici. Tra le applicazioni che sfruttano gli accelerometri non può non essere menzionato il *segway*, un mezzo di trasporto che si mantiene in equilibrio su

due ruote e il cui funzionamento è reso possibile dall'impiego di accelerometri, oltre che di giroscopi. Sistemi intelligenti di navigazione e di sicurezza montati sui mezzi di trasporto fanno inoltre sovente uso di accelerometri in combinazione con giroscopi e magnetometri. Un accelerometro, come dice il nome stesso, è un dispositivo in grado di rilevare e misurare un'accelerazione cioè fisicamente una variazione di velocità nel tempo, anche se, come vedremo, ciò non comporta necessariamente che il dispositivo sia in movimento (si pensi all'accelerazione di gravità).

L'importanza assunta dagli accelerometri, soprattutto MEMS (la tecnologia con cui sono realizzati quelli per l'elettronica "mobile" e consumer) ci ha spinto a dedicare un articolo a tali componenti,



Fig. 1 - Grazie all'accelerometro, lo smartphone capisce in che modo è orientato e adatta l'orientamento di immagini e schermate (Portrait e Landscape Mode).



dove spieghiamo il principio di funzionamento, ricorrendo a una descrizione analitica (modello matematico).

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Sebbene gli accelerometri MEMS siano, oltre che estremamente piccoli, anche tecnologicamente avanzati, come principio di funzionamento non differiscono molto da un accelerometro tradizionale di tipo meccanico. Tale dispositivo misura le accelerazioni dell'oggetto su cui è montato, anzi, per l'esattezza, rileva una forza, ma siccome, in base alla *Seconda legge della dinamica* di **Newton** le due cose sono legate dalla massa dell'oggetto utilizzato a riferimento (che resta costante), il discorso è ugualmente valido. Capite ciò considerando che un accelerometro tradizionale meccanico contiene una massa (caratterizzata da un peso, il quale è pari alla massa moltiplicata

per l'accelerazione di gravità, pari a circa 9.81 m/s^2) collegata a una molla che presenta l'altra estremità fissata alla parete interna di un involucro. Detta massa in **Fig. 2** è rappresentata da una sfera. Se l'involucro viene sottoposto a una forza o a un'accelerazione, anche la massa al suo interno si muove allungando o comprimendo la molla. Supponendo che la molla sia orientata nella direzione del movimento (verticale per esempio), misurando la compressione o l'allungamento della molla è possibile determinare l'accelerazione dell'involucro. Se si usano tre accelerometri orientati lungo le tre direzioni spaziali, x , y e z , si possono anche misurare le componenti dell'accelerazione dell'oggetto nello spazio (**Fig. 3**). Il principio di funzionamento di un accelerometro è quindi basato

sull'inerzia di una massa sottoposta ad un'accelerazione. La massa si sposta rispetto all'involucro, in direzione opposta all'accelerazione, di una quantità proporzionale all'accelerazione stessa e alla massa, e inversamente proporzionale alla costante elastica della molla. Un accelerometro elettronico sfrutta lo stesso principio e in più trasforma lo spostamento in un segnale elettrico che può essere acquisito e utilizzato da una MCU.

La schematizzazione di **Fig. 2** può essere resa più reale modificandola come in **Fig. 4**, dove la sfera è posizionata al centro di un cubo ed è ivi sospesa attraverso tre coppie di molle agganciate, ciascuna, da una estremità alla sfera e dall'altra al centro della rispettiva faccia del cubo. Muovendo il cubo nello spazio, la sfera si sposta rispetto all'involucro, dalla sua posizione di equilibrio iniziale; a tale movimento si oppongono le molle, che si allungano e comprimono mantenendola sospesa. Ciascuna coppia di molle è ortogonale alle altre due e si trova disposta nella direzione di uno degli assi cartesiani. A causa della forza di gravità, l'effetto reale che si osserva, in condizioni di riposo, non è quello di **Fig. 4**, ma quello

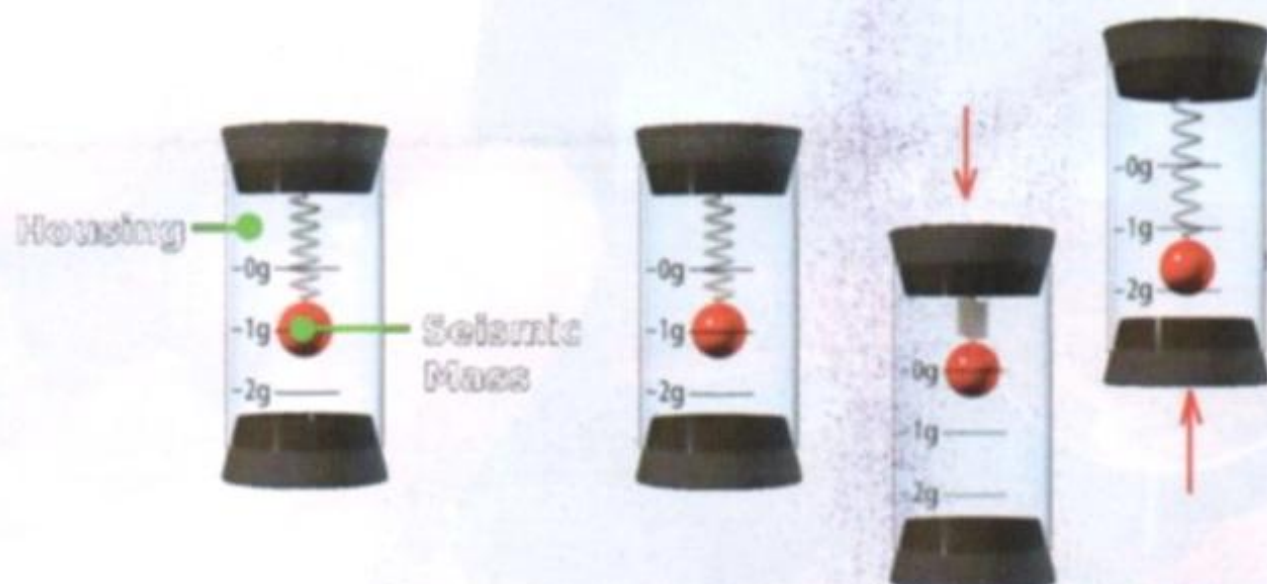


Fig. 2 - Un accelerometro meccanico può essere immaginato come un involucro dove una molla fissata ad esso da un'estremità, è applicata a una massa.



Fig. 3 - Utilizzando tre accelerometri orientati lungo le tre direzioni spaziali x , y e z si ottiene un sistema in grado di misurare le componenti dell'accelerazione nello spazio.

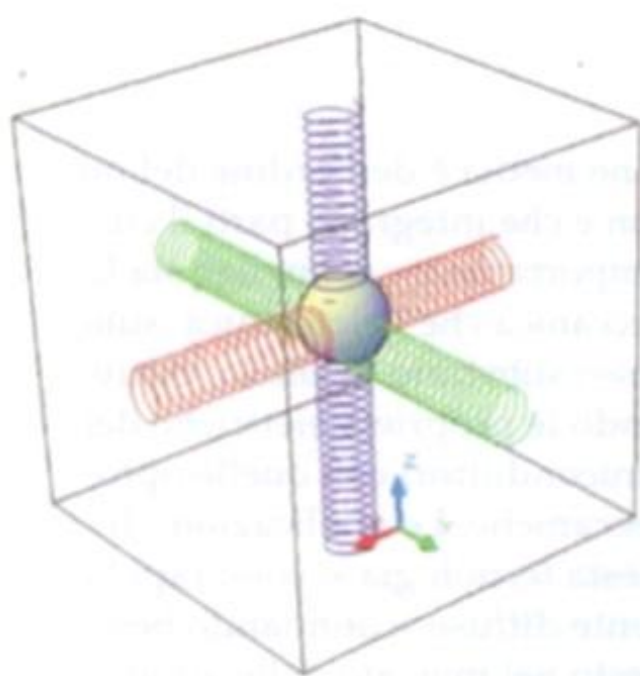


Fig. 4 - Modello meccanico di un accelerometro a tre assi.

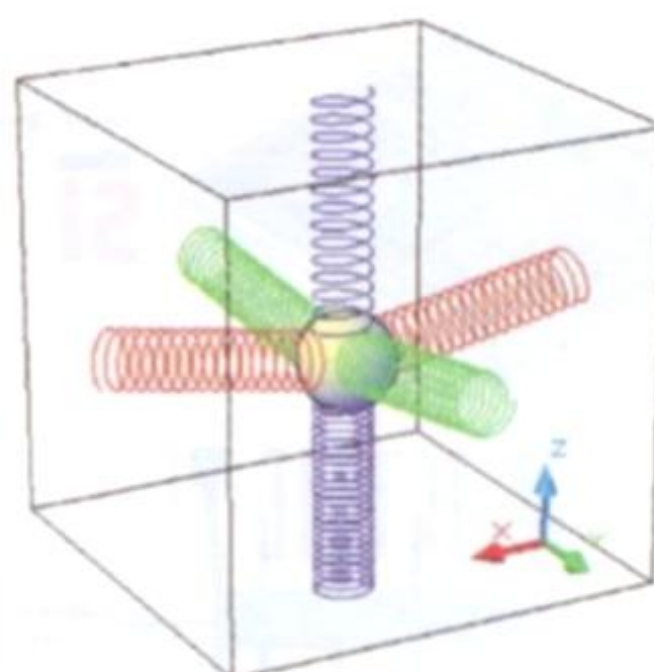


Fig. 5 - Modello meccanico di un accelerometro a tre assi in condizioni di riposo soggetto alla gravità (diretta lungo z).

di Fig. 5 (nell'ipotesi che la gravità agisca in direzione perpendicolare al piano xy).

TIPOLOGIE DI ACCELEROMETRI

Esistono accelerometri a un solo asse, a due o a tre assi; considerate che con uno a tre assi è possibile fare tutto quello che si può fare anche con un accelerometro a uno o due assi ma a costo ovviamente maggiore. Tipologia (principio di conversione da grandezza fisica a grandezza elettrica), caratteristiche tecniche, sensibilità e costo determinano il campo applicativo di un accelerometro. In generale, gli accelerometri possono essere divisi in due categorie:

- per misure di accelerazioni statiche;
- per misure di accelerazioni dinamiche.

Gli accelerometri per misure di accelerazione dinamica non sono in grado di rilevare accelerazioni statiche (come quella di gravità) essendo fatti per rilevare accelerazioni che variano nel tempo come quelle generate dalle vibrazioni o negli urti. Accelerometri di questo tipo sono quelli piezoelettrici. Esistono anche accelerometri in grado di rilevare entrambi i tipi di accelerazione. Tra le caratteristiche da tenere in considerazione nella scelta di un accelerometro c'è anche la banda passante, che deve essere

commisurata alla rapidità con cui evolve il fenomeno da rilevare. La miniaturizzazione dell'elettronica consente oggi l'integrazione, nel package del sensore, anche dei circuiti che servono a condizionare il segnale; grazie ad essi, non solo il sensore riceve la corretta alimentazione, ma è anche in grado di amplificare e filtrare adeguatamente il segnale e in alcuni casi di eseguire operazioni più complesse come la linearizzazione della propria caratteristica di trasferimento.

Di seguito descriviamo le principali tipologie di accelerometri distinte in base al principio di conversione dell'accelerazione in segnale elettrico.

Accelerometro estensimetrico

Si tratta di un accelerometro a ponte che sfrutta come principio la variazione di resistenza di un estensimetro provocata da una variazione di lunghezza generata a sua volta da un'accelerazione. In esso una massa viene sospesa su dei sottili lamierini sui quali sono fissati degli estensimetri collegati a ponte di Wheatstone. In presenza di un'accelerazione, la massa si sposta, i lamierini si flettono e gli estensimetri subiscono un allungamento che genera una variazione di resistenza. La tensione di sbilanciamento del ponte Wheatstone che ne consegue, risulta in tal modo proporzionale all'accelerazione e

la sua misura consente di risalire al valore di accelerazione. Una variante dell'accelerometro estensimetrico è quello piezoresistivo, che differisce perché impiega sensori piezoresistivi al posto di quelli estensimetrici.

Accelerometro LVDT

Acronimo di Linear Variable Differential Transformer, questo accelerometro sfrutta ancora lo spostamento di una massa ma ne rileva l'entità secondo un principio differente; la massa, realizzata in materiale ferromagnetico, è sospesa su molle o elementi elastici all'interno di un canale attorno al quale sono avvolte delle bobine. L'effetto induttivo dovuto al movimento della massa, che fa da nucleo, può essere misurato elettricamente. Da esso è possibile risalire all'andamento della posizione del nucleo rispetto alle bobine e quindi all'accelerazione cui la massa è soggetta.

Accelerometro capacitivo

Rileva lo spostamento della massa misurando la variazione della capacità di un condensatore, la cui distanza tra le armature varia a seguito dell'accelerazione. In pratica, la massa mobile è contrastata da un elemento elastico antagonista (tipicamente una membrana) e costituisce un'armatura del condensatore, mentre l'altra armatura è fissa. La variazione di capacità risulta pertanto

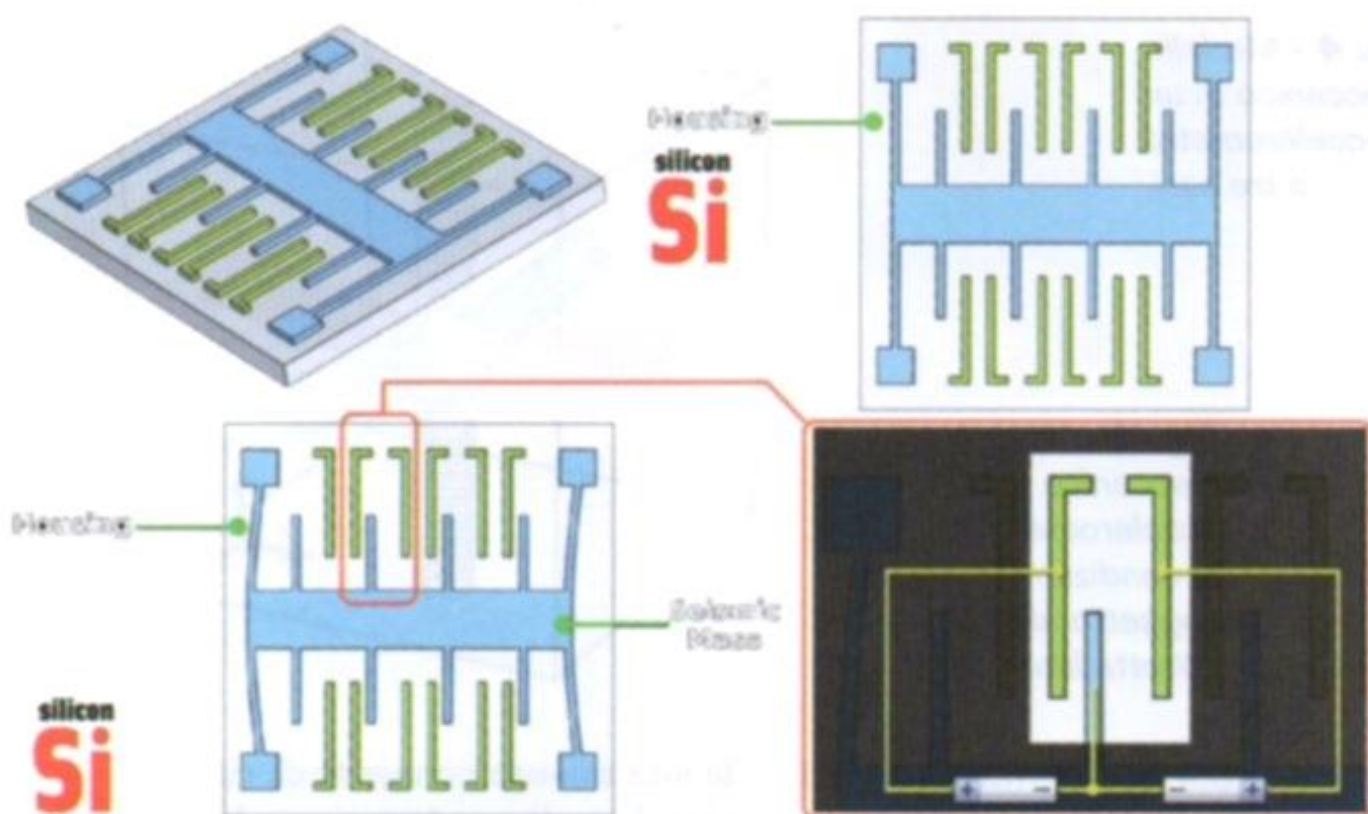


Fig. 6 - Nell'accelerometro MEMS c'è una massa composta da lamine mobili intercalate a lamine fisse; la deflessione di quelle mobili provoca una variazione di capacità consentendo la trasduzione dell'accelerazione in segnale elettrico.

proporzionale allo spostamento dell'armatura mobile e quindi all'accelerazione cui il sensore è sottoposto. Un circuito capacitativo in grado di generare un segnale elettrico proporzionale alla variazione di capacità consente la misura dell'accelerazione.

Accelerometro piezoelettrico

Sfrutta la tensione che un cristallo piezoelettrico genera quando è sottoposto a compressione. La massa viene sospesa sul cristallo piezoelettrico che fa quindi sia da sensore che da elemento elastico. In presenza di accelerazione, la massa modifica la pressione esercitata sul cristallo, che genera un segnale elettrico proporzionale. Si tratta di accelerometri spesso poco sensibili.

Questo aspetto, sebbene in alcune applicazioni risulti indesiderato, in altre può risultare vantaggioso, specie quando è necessario rilevare accelerazioni elevatissime (anche centinaia di g). Sebbene il cristallo generi un segnale elettrico proporzionale alla compressione, se questa permane, il segnale tende a scomparire, quindi un accelerometro del genere non è adatto a rilevare

accelerazioni statiche ma solo accelerazioni dinamiche.

ACCELEROMETRO LASER

È un sensore utilizzato quando serve effettuare misure estremamente precise; misura istante per istante lo spostamento dell'oggetto e un controllore o una MCU acquisisce questa informazione e calcola l'accelerazione dell'oggetto come derivata seconda della posizione rispetto al tempo. Ha il vantaggio di poter essere utilizzato anche non montato sull'oggetto in movimento.

ACCELEROMETRI MEMS

Bene, dedichiamoci ora agli accelerometri più utilizzati. La tecnologia MEMS non riguarda solo i moderni accelerometri ma anche altri tipi di sensori. Un minuscolo chip di silicio diventa ora un sensore di pressione, ora un accelerometro, ora un giroscopio e così via, integrando spesso non solo le funzioni di rilevazione ma anche quelle di elaborazione e attuazione. La sigla MEMS sta per *Micro Electro-Mechanical Systems* e identifica sensori la cui dimen-

sione media è dell'ordine del micron e che integrano parti il cui comportamento coinvolge sia la meccanica che l'elettronica, sullo stesso substrato di silicio, coniugando le proprietà elettriche dei semiconduttori con quelle optomeccaniche. Le applicazioni di questa tecnologia si sono rapidamente diffuse sconfinando ben presto nel mercato delle applicazioni consumer. La tecnologia è in continua evoluzione, tanto che già si parla di *Nano Electro-Mechanical System* o NEMS.

L'accelerometro, sebbene sia su chip di silicio, è ancora costituito da una massa, stavolta composta da lamelle mobili e fisse tra loro intercalate; l'accelerazione le fa deformare determinando una variazione della distanza tra esse e quindi della capacità (Fig. 6 e Fig. 7). In Fig. 8 è riportata la struttura di un accelerometro MEMS visto al microscopio elettronico, che conferma la struttura schematizzata in Fig. 6. La struttura superiore (upper proof mass) si comporta meccanicamente come una molla; la forza di gravità o un'accelerazione esterna del package ne causano la deformazione. La struttura è elettricamente assimilabile a un condensatore a tre armature, come schematizzato in Fig. 7. Il circuito interno converte la variazione di capacità in un segnale elettrico analogico o digitale.

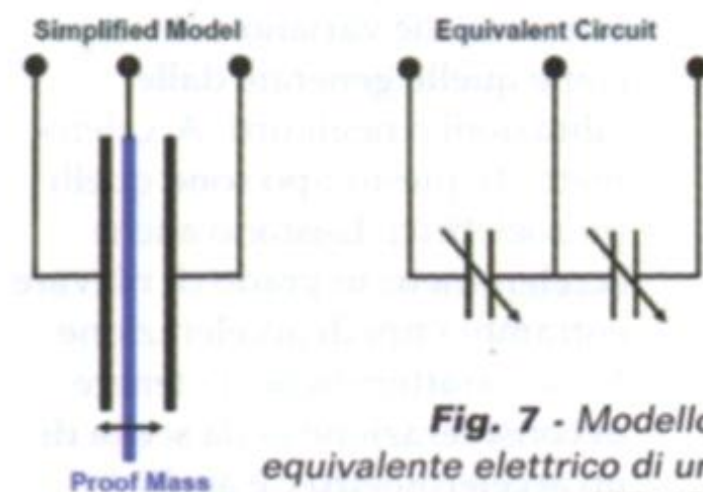


Fig. 7 - Modello equivalente elettrico di un accelerometro MEMS.

L'ACCELEROMETRO COME INCLINOMETRO

Un modo per determinare l'inclinazione (tilt sensing) di un oggetto consiste nell'integrare l'uscita di un giroscopio. Grazie alla capacità di sentire un'accelerazione (e quindi anche l'accelerazione di gravità), anche un accelerometro può essere utilizzato per misurare l'inclinazione. In un'applicazione di tilt sensing si considera l'accelerazione di gravità come l'unica agente sul dispositivo.

Questo significa, tra le altre cose, ignorare accelerazioni superiori a $1g$ (dove con g indichiamo, come è convenzione, l'accelerazione di gravità) oltre alla possibilità di utilizzare sensori con campo di misura relativamente contenuto. Con riferimento allo schema di principio di Fig. 5, in presenza della sola gravità, la direzione le cui molle si allungano soltanto ma non si comprimono, è quella lungo la quale non vi è accelerazione. Tali direzioni possono essere evidentemente una o due, ma mai tre (condizione assurda geometricamente) e nemmeno zero, poiché significherebbe assenza di gravità (ammesso che l'accelerometro sia fermo e non in caduta libera).

Dall'allungamento e compressione delle molle, con un po' di trigonometria è possibile capire come l'oggetto è inclinato. Da un punto di vista fisico il tutto è esatto a patto che l'oggetto non sia sottoposto ad altre accelerazioni ad eccezione di quella di gravità. Per non incorrere in errori di terminologia è opportuno definire, a questo punto, cosa si intenda con i termini angolo di Roll, Pitch e Yaw che significano rispettivamente rollio, beccheggio e imbardata e che sono presi in prestito dal volo. Se consideriamo x l'asse diretto dalla coda alla testa di un velivolo, y

quello diretto dall'ala sinistra a quella destra e z quello diretto perpendicolarmente ai primi due a formare una terna destrorsa (diretto quindi come la gravità, se il velivolo è in assetto orizzontale) allora una rotazione del velivolo intorno ad x prende il nome di rollio (Roll), intorno a y di beccheggio (Pitch) e intorno a z di imbardata (Yaw).

Dunque, se gli assi x e y dell'accelerometro si trovano sul piano dell'orizzonte e z è quindi perpendicolare a esso, l'accelerometro è in grado di rilevare, a partire da questa posizione, un rollio o un beccheggio, ma non un'imbardata, perché la rotazione intorno a z non provoca alcuna variazione nella scomposizione dell'accelerazione di gravità lungo i tre assi. In pratica per rilevare anche l'angolo di imbardata sarebbe necessario aggiungere al sistema un giroscopio. La Fig. 9 è esplicativa a riguardo, poiché mostra le uscite analogiche dell'accelerometro in diverse posizioni (assetti rispetto all'accelerazione di gravità). Nella condizione in cui solo la componente z è non nulla, possiamo dire che l'oggetto ha assunto posizione orizzontale ma non è possibile affermare di quale degli infiniti assetti orizzontali si tratti. Analogamente, quando l'asse y diventa parallelo all'accelerazione di gravità, qualunque rotazione intorno ad y genera sempre la stessa uscita ($X_{out}=0$, $Y_{out}=\pm g$, $Z_{out}=0$) e qualcosa di analogo può dirsi quando l'accelerometro ruota intorno ad un asse generico purché parallelo all'accelerazione di gravità. Queste osservazioni consentono di capire perché l'affermazione secondo la quale un accelerometro a tre assi consente di determinare l'orientamento dell'oggetto nello spazio non è del tutto corretta.

L'assunzione principale è che l'unica accelerazione cui l'accelerometro è soggetto è quella di gravità; nella pratica, anche se il segnale proveniente dall'accelerometro non è dovuto esclusivamente alla gravità, se ne possono filtrare, per esempio, componenti ad alta frequenza che sicuramente non sono dovute alla gravità. La forza di gravità è in ogni caso una forza statica cui corrisponde pertanto un'accelerazione statica e qualunque altra accelerazione vi si sovrapponga tende a falsare la misura: pensate ad esempio a un'accelerazione costante diversa dalla gravità, come quella che si ha a bordo di un veicolo che au-

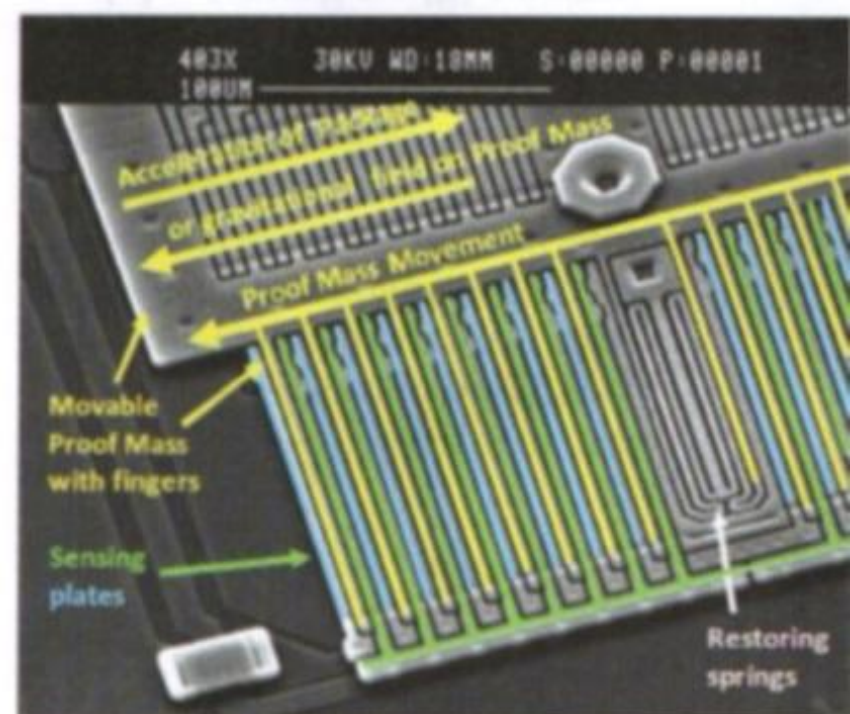


Fig. 8 - Immagine ripresa al microscopio elettronico di un accelerometro MEMS. Si notano la massa fissa e la massa mobile.

menta o diminuisce gradualmente la sua velocità con un tasso di variazione costante nel tempo lungo un percorso rettilineo, oppure a quella che si verifica a bordo di un veicolo che percorre a velocità angolare costante una curva (cosa che comporta un'accelerazione centripeta costante). Per comprendere meglio il tutto descriviamo matematicamente il funzionamento dell'inclinometro. Con riferimento ad un sistema a

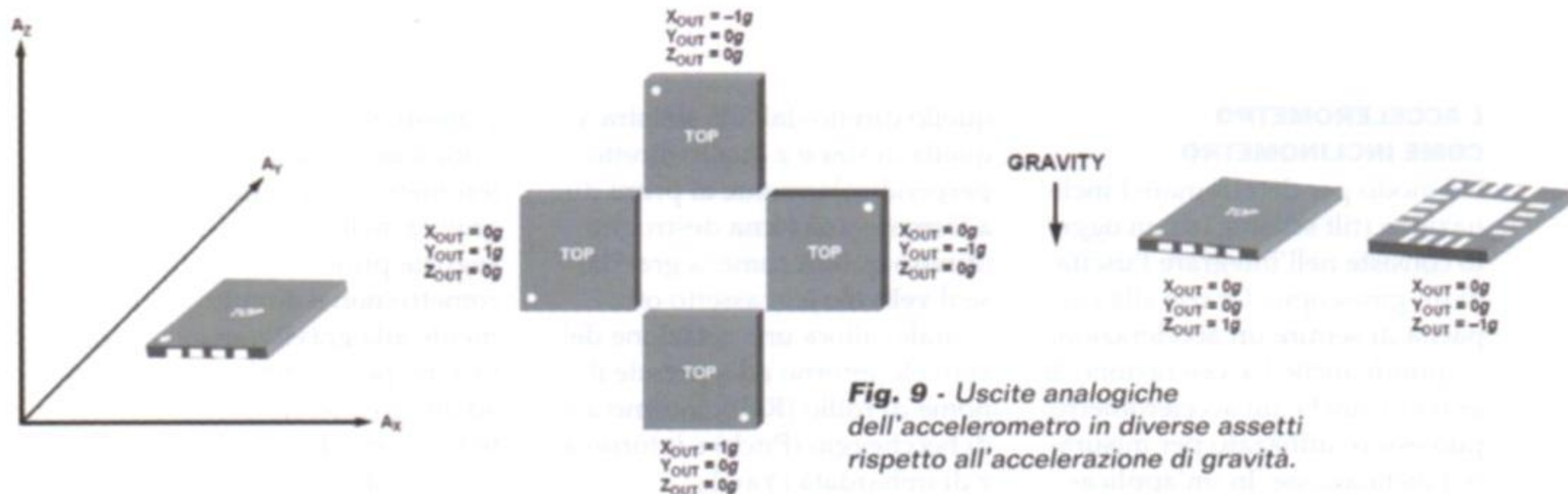


Fig. 9 - Uscite analogiche dell'accelerometro in diverse assetti rispetto all'accelerazione di gravità.

un solo asse (Fig. 10), ruotiamo di un angolo θ l'accelerometro disposto lungo l'asse x solidale con esso e inizialmente orientato lungo l'orizzontale. La proiezione del vettore di gravità g sull'asse x è pari a:

$$A_{X,OUT} [g] = 1 g \sin(\theta) \quad [1]$$

Questa relazione trigonometrica mostra una sensibilità nella misura dell'angolo di inclinazione inferiore per angoli prossimi a zero e per angoli vicini a 90 gradi (Fig. 11). L'angolo di inclinazione in radianti può essere espresso dalla relazione:

$$\theta = \sin^{-1} \left[\frac{A_{X,OUT}(g)}{1g} \right]$$

Una limitazione della misura su un solo asse è che non è possibile rilevare l'angolo di inclinazione in tutto il range di variazione pari a 360° dal momento che la componente lungo x dell'accelerazione, in presenza di un'inclinazione N° , è la stessa che si ottiene per una inclinazione pari a $180^\circ - N^\circ$. Se si vuole distinguere l'inclinazione sugli interi

360° è necessario disporre di un accelerometro a due assi o di due accelerometri a un asse (Fig. 12). La componente dell'accelerazione valutata lungo l'asse x è proporzionale al seno dell'angolo di inclinazione, quella lungo l'asse y è proporzionale al coseno. Quando la sensibilità della misura si riduce lungo un asse, aumenta lungo l'altro (Fig. 13). La possibilità di misurare le due componenti consente di definire l'angolo di inclinazione come:

$$\frac{A_{X,OUT}}{A_{Y,OUT}} = \frac{g \sin \theta}{g \cos \theta} = \tan \theta \Rightarrow \theta = \tan^{-1} \left(\frac{A_{X,OUT}}{A_{Y,OUT}} \right)$$

La funzione arcotangente restituisce un angolo del primo o del terzo quadrante se il rapporto $A_{X,OUT}/A_{Y,OUT}$ è positivo e del quarto o secondo quadrante se il rapporto risulta negativo.

Per la corretta determinazione del quadrante si esamina il segno delle componenti dell'accelerazione dal momento che in nessun quadrante abbiamo seno e coseno uguali in valore e segno a quelli di un angolo di un altro quadrante (Fig. 14). In un sistema a tre assi (Fig. 15) è possibile determinare l'orientamento di ciascuno degli assi dell'accelerometro rispetto a una posizione di riferimento in cui tipicamente gli assi x ed y coincidono con il piano orizzontale (perpendicolare a g) e l'asse z è perpendicolare a questo piano (quindi coincidente con la gravità). θ è l'angolo tra il piano orizzontale e l'asse x dell'accelerometro, ψ quello tra il piano orizzontale e l'asse y dell'accelerometro e ϕ quello tra la gravità e l'asse z. Considerando come posizione

Fig. 11 - Tipico andamento dell'uscita di un accelerometro analogico a un solo asse in funzione dell'angolo di inclinazione.

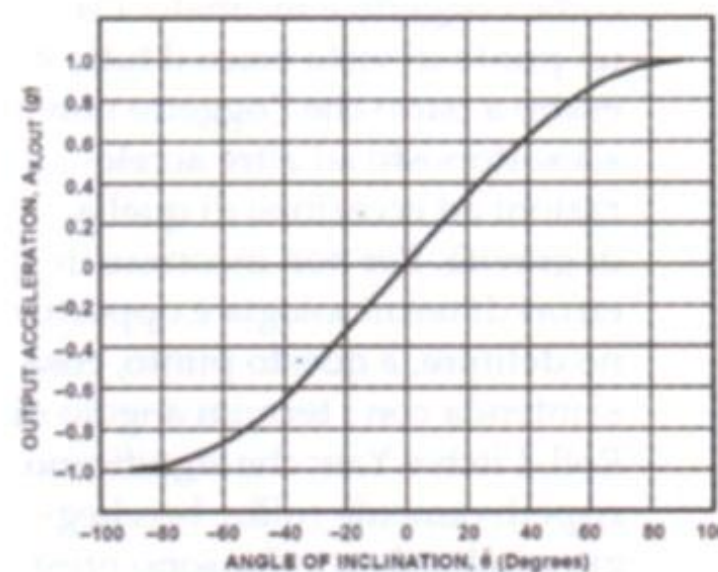
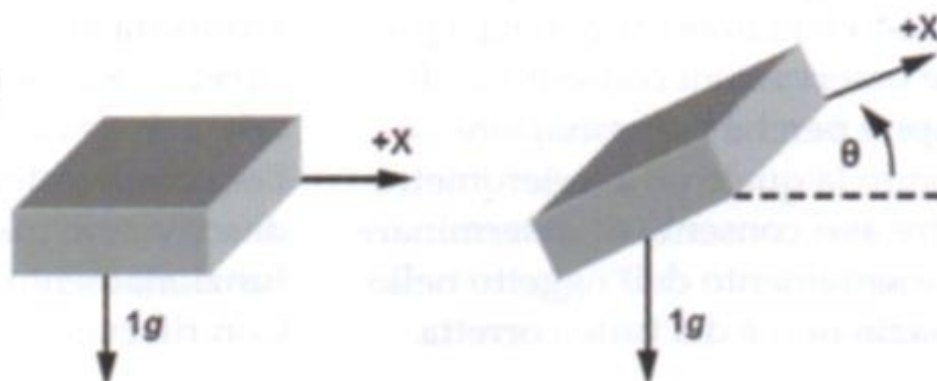


Fig. 10 - Accelerometro ruotato di un angolo θ rispetto al piano orizzontale.



iniziale quella in cui g coincide con l'asse z tutti gli angoli sono nulli, i tre angoli risultano espressi dalle seguenti relazioni:

$$\theta = \tan^{-1} \left[\frac{A_{x,out}}{\sqrt{A_{y,out}^2 + A_{z,out}^2}} \right]$$

$$\psi = \tan^{-1} \left[\frac{A_{y,out}}{\sqrt{A_{x,out}^2 + A_{z,out}^2}} \right]$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left[\frac{\sqrt{A_{x,out}^2 + A_{y,out}^2}}{A_{z,out}} \right]$$

Se l'accelerometro è fermo nella posizione iniziale solo A_z è non nulla e i tre angoli risultano nulli come ci aspettiamo.

QUALCHE CONSIDERAZIONE

Gli accelerometri in commercio si suddividono in analogici e digitali. I primi sono caratterizzati da tante uscite analogiche quanti sono gli assi di misura. Ciascuna uscita è rappresentata elettricamente da una tensione proporzionale al valore della componente dell'accelerazione lungo quell'asse espressa come fattore di g. Se per esempio si impiega un acce-

lerometro analogico funzionante tra 0V e 2V, in grado di misurare al massimo 1g, allora abbiamo sugli assi uscita 1V quando l'accelerazione vale 0g, 2V se vale 1g e 0V se vale -1g. Interfacciando a un accelerometro analogico una MCU che integri dei convertitori A/D è possibile digitalizzare ed elaborare la misura. Spesso si presenta la necessità di condizionare il segnale analogico a causa del rumore che si sovrappone al segnale stesso e che si manifesta come una continua oscillazione dei valori analogici prodotti, anche se l'accelerometro è fermo (questo effetto può essere

ridotto utilizzando opportuni filtri passa-basso). Gli accelerometri digitali aggiungono semplicemente alla parte analogica la digitalizzazione del segnale e presentano tipicamente una linea di comunicazione con la MCU di tipo PC o SPI. Un accelerometro che funzioni in maniera appropriata deve inoltre essere caratterizzato da un offset il più contenuto possibile, idealmente zero e da una sensibilità sufficientemente elevata, commisurata alla specifica applicazione. Limitandoci alla questione dell'offset e riferendoci a un accelerometro a due assi, se

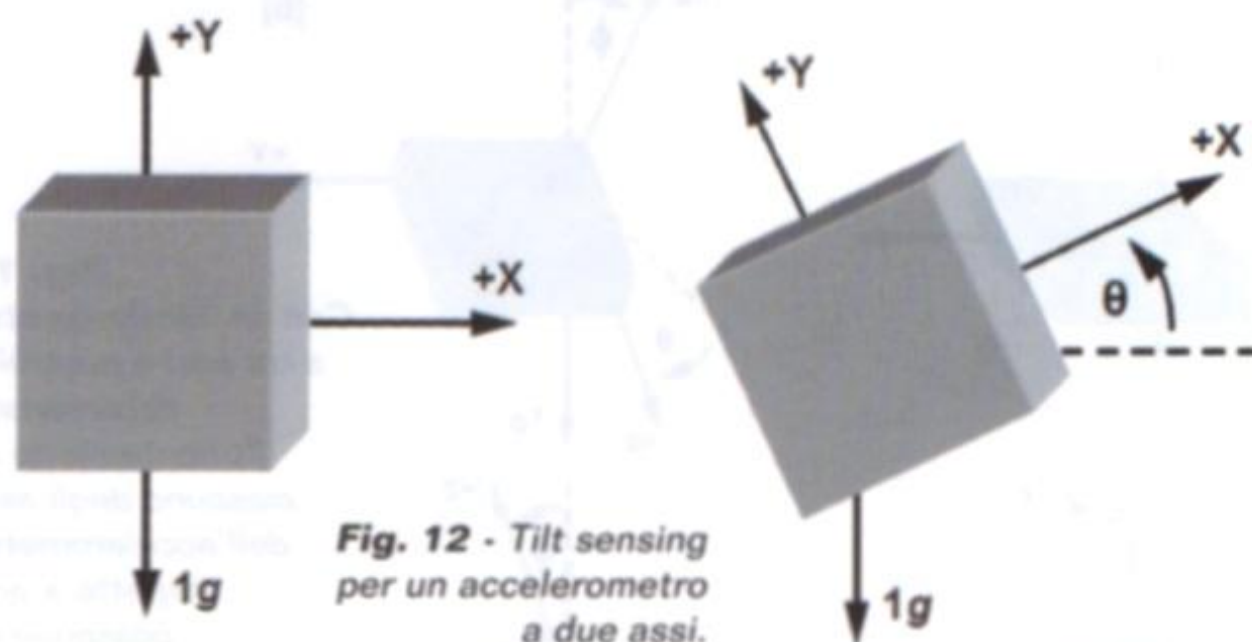


Fig. 12 - Tilt sensing per un accelerometro a due assi.

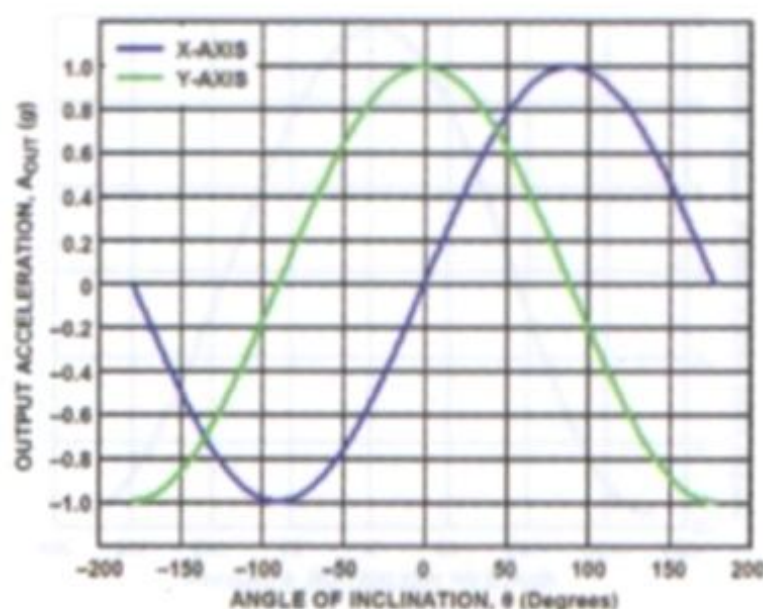


Fig. 13 - Uscite (componenti) di un accelerometro a due assi in funzione dell'angolo di inclinazione.

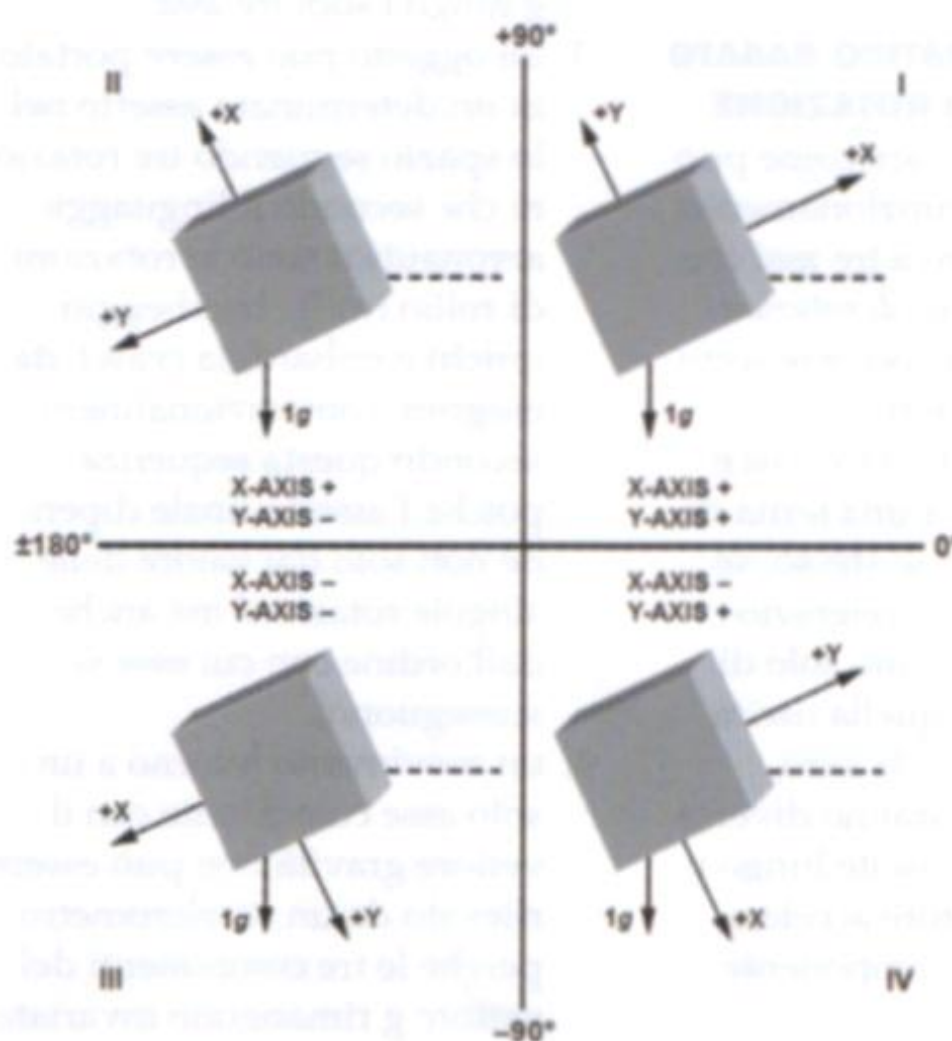


Fig. 14 Con un accelerometro a due assi è possibile misurare l'inclinazione commettendo un errore più contenuto ed è possibile distinguere tra i diversi quadranti dal momento che in nessun quadrante abbiamo seno e coseno uguali, come valore e segno, a quelli di un angolo di un altro quadrante.

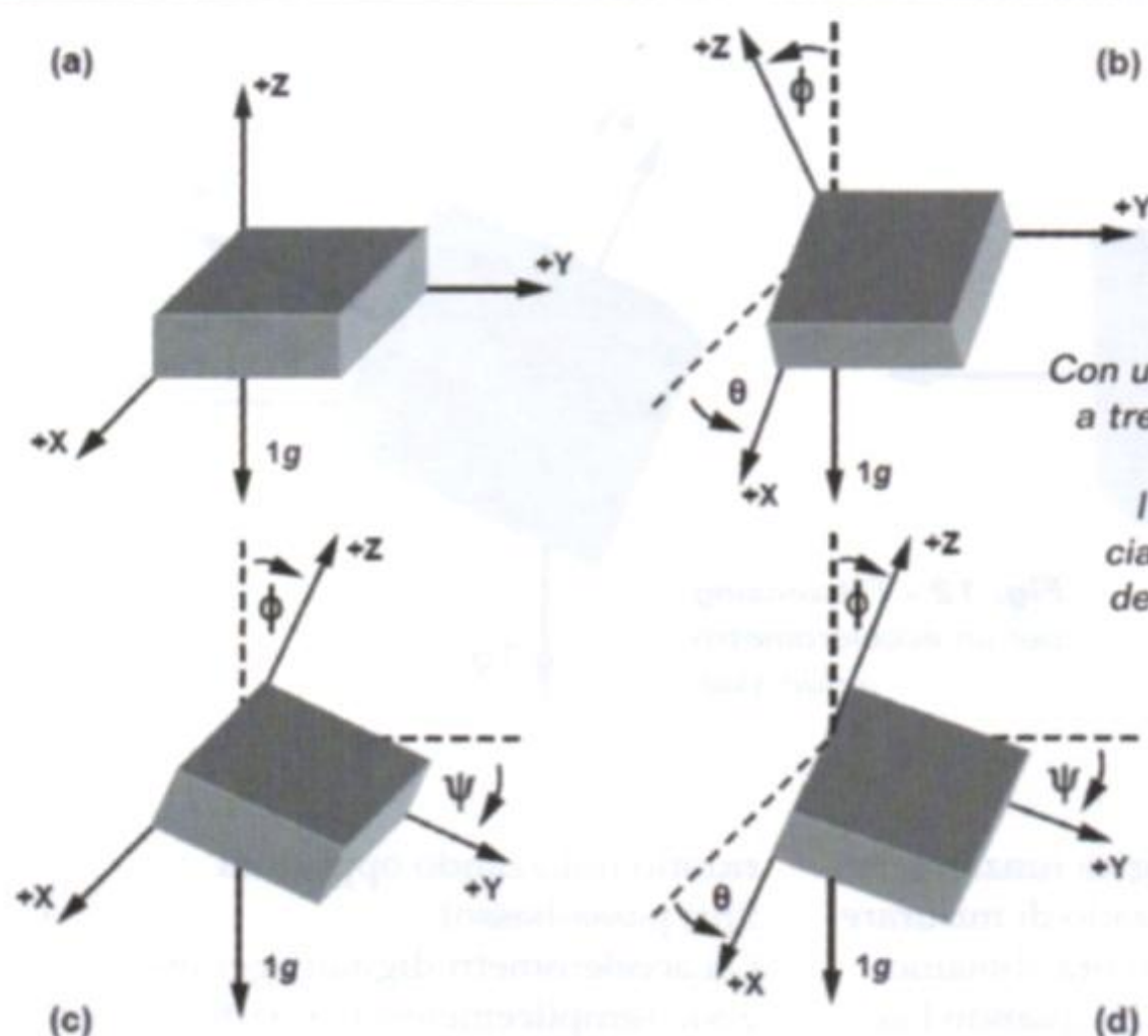


Fig. 15

Con un accelerometro a tre assi è possibile determinare l'orientamento di ciascuno degli assi dell'accelerometro rispetto a una posizione di riferimento.

consideriamo un offset di 50 mg lungo l'asse x (dove g è l'accelerazione di gravità), a 0° l'asse x legge 50 mg anche se dovrebbe leggere 0 mentre l'asse y legge 1 g da cui consegue un errore di 2,9°. L'errore varia in funzione dell'orientamento come rappresentato in Fig. 16. Queste poche considerazioni servono a darci un'idea del legame che esiste tra le caratteristiche di un accelerometro e gli errori più elementari insiti nella misura.

MODELLO MATEMATICO BASATO SULLE MATRICI DI ROTAZIONE

Vogliamo ora mostrare come può essere descritto il funzionamento di un accelerometro a tre assi con l'ausilio delle *matrici di rotazione*. Prima di procedere, occorre sottolineare alcuni concetti:

1. un accelerometro a tre assi è caratterizzato da una terna di assi solidali con se stesso; se è soggetto a un'accelerazione diretta lungo uno solo di questi assi solo quella uscita risulterà diversa da zero, diversamente saranno diverse da zero tutte le uscite lungo i quali assi il vettore accelerazione presenta componente non nulla;
2. fino a questo momento abbiamo considerato l'accelerazione di gravità come l'unica agente sull'accelerometro; in generale, un accelerometro misura la differenza tra l'accelerazione lineare e l'accelerazione di gravità, di conseguenza, in assenza di accelerazione lineare (oggetto fermo o in movimento a velocità costante in una direzione fissa) l'accelerometro è in grado di misurare le componenti dell'accelerazione g lungo i suoi tre assi;
3. un oggetto può essere portato in un determinato assetto nello spazio seguendo tre rotazioni che secondo il linguaggio aeronautico sono le rotazioni di rollio (roll), beccheggio (pitch) e imbardata (yaw), da eseguire convenzionalmente secondo questa sequenza poiché l'assetto finale dipende non solo dal valore delle singole rotazioni ma anche dall'ordine con cui esse si susseguono;
4. un movimento intorno a un solo asse coincidente con il vettore gravità non può essere rilevato da un accelerometro perché le tre componenti del vettore g rimangono invariate.

Prendendo ad esempio uno smartphone, nel prosieguo utilizzeremo il sistema di riferimento destrogiro solidale con l'apparecchio (e con l'accelerometro in esso integrato) riportato in Fig. 17. L'asse z è pertanto orientato verso il basso, cioè lungo il vettore g quando si poggia l'apparecchio sul piano di un tavolo con lo schermo rivolto verso di noi.

Un cambiamento dell'orientamento del dispositivo può essere descritto da una sequenza di rotazioni ϕ (roll), θ (pitch) e ψ (yaw) intorno rispettivamente agli assi x, y e z. L'accelerometro fornisce uscita +1g per qualunque asse orientato nella direzione dell'accelerazione di gravità. Quanto detto al punto 2) può essere espresso analiticamente dalla seguente relazione:

$$\mathbf{G}_p = \begin{bmatrix} G_{px} \\ G_{py} \\ G_{pz} \end{bmatrix} = \mathbf{R}(\mathbf{g} - \mathbf{a}_r)$$

dove $\mathbf{G}_p$ è il vettore colonna avente come componenti le proiezioni del vettore g sui tre assi dell'accelerometro, $\mathbf{R}$ è la matrice di rotazione che esprime l'orientamento dello smartphone rispetto ad una posizione iniziale di riferimento, $\mathbf{g}$ ed $\mathbf{a}_r$ i due vetto-

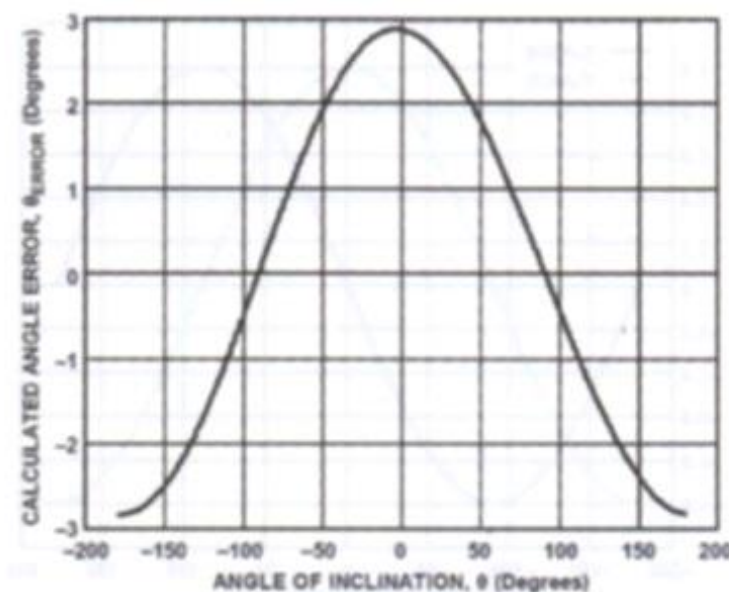


Fig. 16 - L'offset di misura ha un peso sull'errore che è funzione dell'angolo di inclinazione da misurare.



Fig. 17 - Sistema di coordinate associato all'accelerometro e quindi all'apparecchio nel quale esso è integrato.

prodotto matriciale, che il nuovo vettore può essere espresso dal seguente prodotto:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

La matrice quadrata presente in questa espressione è chiamata "Matrice di rotazione" e descrive analiticamente la rotazione antioraria di angolo θ del vettore originario intorno all'origine.

Vi risparmiamo la trattazione matematica del caso, relativa all'evoluzione nello spazio piuttosto che nel piano, perché per complessità esula dagli scopi di questo articolo; chi vorrà approfondire la materia potrà trovare documentazione sul web all'indirizzo www.nxp.com/files/sensors/doc/app_note/AN3461.pdf. Nello spazio, esistono (si rimanda al suddetto riferimento) sei possibili combinazioni che portano a sei differenti risultati ognuno suscettibile di poter esprimere le componenti del vettore g dopo tre distinte rotazioni riferite ai singoli assi. In ciascuno di questi casi abbiamo una matrice di rotazione che può essere vista come il prodotto delle singole matrici di rotazioni ciascuna relativa ad uno dei tre assi.

L'accelerometro presenta tre uscite (le componenti del vettore g lungo i tre assi) ma esse sono vincolate sempre a dare come modulo del vettore $1g$ (supponendo presente la sola accelerazione di gravità). Comunque venga ruotato il sistema di riferimento solidale con l'accelerometro pertanto, note due componenti, la terza è definita automaticamente poiché il vettore accelerazione cadrà sempre sulla superficie di una sfera di raggio $1g$. Il sistema gode cioè di due soli gradi di libertà. Ne consegue

ri di accelerazione (di gravità e lineare rispettivamente). La precedente relazione è coerente con il fatto che se lo smartphone viene lasciato cadere (caduta libera) assumendo accelerazione lineare pari a g , ne consegue che $G_p=0$. Si suppone che l'accelerazione lineare sia nulla e che l'orientamento iniziale dello smartphone sia orizzontale, con l'asse z coincidente con la direzione del vettore accelerazione di gravità. La relazione precedente si riduce così a:

$$G_p = \begin{bmatrix} G_{px} \\ G_{py} \\ G_{pz} \end{bmatrix} = Rg = R \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

dove G_{px} , G_{py} e G_{pz} sono le tre componenti dell'uscita dell'accelerometro.

Nei precedenti paragrafi abbiamo introdotto la matrice di rotazione senza darne una definizione rigorosa. In due dimensioni (quindi nel piano), una rotazione è una trasformazione $R(\theta)$, che dipende da un angolo θ , e che trasforma il vettore $(x; y)$ nel vettore:

$$\begin{aligned} x' &= x \cos \theta - y \sin \theta \\ y' &= x \sin \theta + y \cos \theta \end{aligned}$$

È facile verificare, di conseguenza, applicando le regole del

che gli ultimi quattro sistemi di equazioni non possono essere risolti in ϕ , θ e ψ mentre i primi due si essendo le relative equazioni dipendenti da due soli angoli (roll e pitch). In pratica, qualunque nuovo orientamento dal punto di vista della scomposizione di g lungo i nuovi assi di riferimento può ottenersi dalla sequenza di due sole rotazioni una di roll e l'altra di pitch. L'assenza della rotazione di yaw è fisicamente legata al fatto che il sistema dal punto di vista della scomposizione di g lungo le tre direzioni è insensibile a qualunque rotazione intorno a z . In altri termini se poniamo il nostro smartphone poggiato orizzontalmente sul tavolo e ne variamo l'orientamento lasciandolo però sempre orizzontale, il suo accelerometro non si accorge della variazione di assetto che stiamo apportando. Qualunque nuovo assetto diamo lasciando orizzontale l'apparecchio e ruotandolo intorno alla direzione di g , non viene avvertito. L'orientamento dello smartphone, a partire dai tre valori ottenuti dall'accelerometro, può essere quindi ottenuto dalla risoluzione del primo sistema di equazioni o in alternativa del secondo eliminando la rotazione yaw e considerando due sole rotazioni roll e pitch.

CALCOLO DELL'INCLINAZIONE

Se l'accelerometro è in grado di restituire le componenti di g lungo i suoi tre assi, il prodotto scalare tra il vettore G_p avente queste componenti ed il versore dell'asse z (solidale con lo smartphone) fornisce la componente z dell'accelerazione di gravità (Fig. 18). Senza scendere troppo nel dettaglio, diciamo che vale la relazione:

$$G_p \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = G_{pz} = |G_p| \cos \beta \Rightarrow \cos \beta = \frac{G_{pz}}{\sqrt{G_{px}^2 + G_{py}^2 + G_{pz}^2}}$$

Fig. 18 - Se l'accelerometro restituisce le componenti di g lungo i suoi tre assi, il prodotto scalare tra questo vettore (G_p) e il versore dell'asse z (solidale con lo smartphone) fornisce la componente z dell'accelerazione di gravità.



dalla quale è possibile calcolare l'angolo di inclinazione dell'asse z dell'accelerometro e quindi del dispositivo all'interno del quale lo stesso è montato rispetto alla verticale (vettore gravità).

ORIENTAMENTO AUTOMATICO

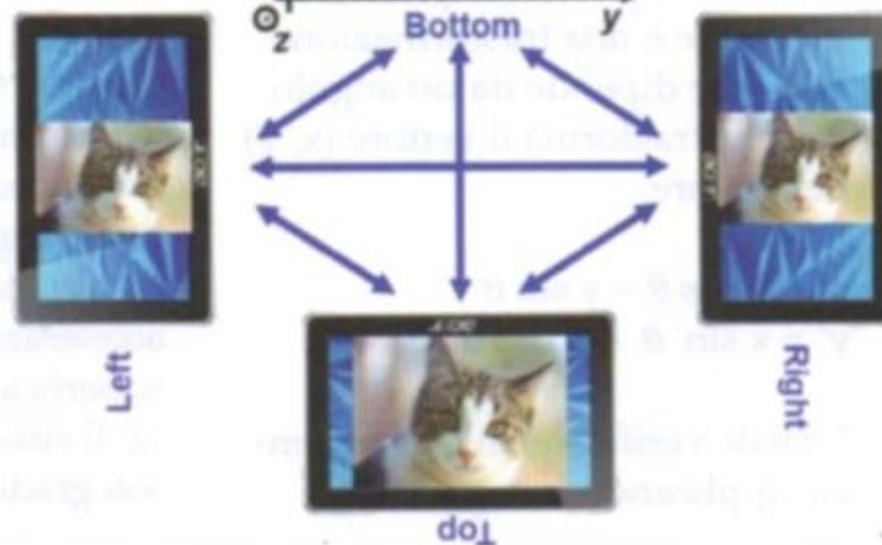
La prima applicazione su larga scala dell'accelerometro è stata la visualizzazione automatica dell'orientamento delle immagini sul display di smartphone e tablet. La Fig. 19 esemplifica il concetto. Sulla base di quanto esposto fino a questo momento, l'operazione può sembrare relativamente agevole da implementare grazie all'accelerometro. In realtà essa nasconde una complicazione. Infatti, da qualunque delle quattro configurazioni di figura si parta è necessario che l'orientamento dell'immagine venga mantenuta quando si "corica" il tablet in maniera tale da disporlo orizzontalmente cioè con il display parallelo ad un tavolo che consideriamo come piano di appoggio. In questo stato infatti, qualunque dei quattro orientamenti dell'immagine, rispetto allo smartphone, sarebbe ugualmente valido dal punto di vista della scomposizio-

ne del vettore g (ma non dal punto di vista dell'utente!) Evidentemente, per decidere correttamente l'orientamento dell'immagine quando si "corica" lo smartphone è necessario non solo riconoscere la posizione orizzontale ma avere anche informazione su quale sia lo stato da cui si proviene. È facile comprendere che una macchina a stati finiti basata sulle transizioni seguenti sia in grado di risolvere il problema:

$(|G_{pz}| < 0,5g) \text{ AND } (|G_{px}| > 0,5g) \text{ AND } (|G_{py}| < 0,4g) \rightarrow$ cambia l'orientamento in TOP
 $(|G_{pz}| < 0,5g) \text{ AND } (|G_{px}| < 0,5g) \text{ AND } (|G_{py}| < 0,4g) \rightarrow$ cambia l'orientamento in BOTTOM
 $(|G_{pz}| < 0,5g) \text{ AND } (|G_{py}| > 0,5g) \text{ AND } (|G_{px}| < 0,4g) \rightarrow$ cambia l'orientamento in RIGHT
 $(|G_{pz}| < 0,5g) \text{ AND } (|G_{py}| < 0,5g) \text{ AND } (|G_{px}| < 0,4g) \rightarrow$ cambia l'orientamento in LEFT

Grazie alla sua implementazione, non solo la macchina è in grado di determinare correttamente la visualizzazione dell'immagine quando il display non è coricato, ma è anche in grado di lasciarla inalterata nel momento in cui, partendo da una di queste condizioni, lo si "corica". Infatti, quest'ultima transizione porta alla condizione $|G_{pz}| = 1$ per cui nessuna delle quattro condizioni precedenti è rispettata e l'orientamento dell'immagine rimane invariato.

Fig. 19
Orientazione automatica (modalità portrait e landscape) delle immagini visualizzate sul display di un tablet.



APPLICAZIONI BASATE SULL'ACCELEROMETRO

Oggi esistono numerose applicazioni per smartphone che sfruttano le potenzialità dell'accelerometro. Alcuni sono a tutti gli effetti dei giochi, altri hanno invece una reale utilità pratica. Ne citiamo alcune scaricabili gratuitamente e con le quali il lettore potrà condurre semplici e utili esperimenti. **Sensor Kinetics** - È un'applicazione che consente di monitorare i sensori integrati nel proprio smartphone (di solito nel nostro smartphone sono integrati almeno un magnetometro e un sensore di prossimità oltre all'accelerometro). L'applicazione consente di monitorare le componenti x , y e z dell'accelerazione di gravità e di tracciarle in un grafico temporale (Fig. 20). Il secondo grafico riporta la misura dell'accelerazione mentre lo smartphone esegue la seguente evoluzione: verticale per circa tre secondi, coricato sul piano del tavolo per altri tre secondi, coricato di taglio sul lato lungo sinistro per ulteriori tre secondi. Si deduce facilmente che l'asse y coincide con la direzione in lunghezza del dispositivo, l'asse z con la perpendicolare al piano del display mentre il terzo asse coincide con il lato corto del dispositivo. Il terzo grafico temporale mostra

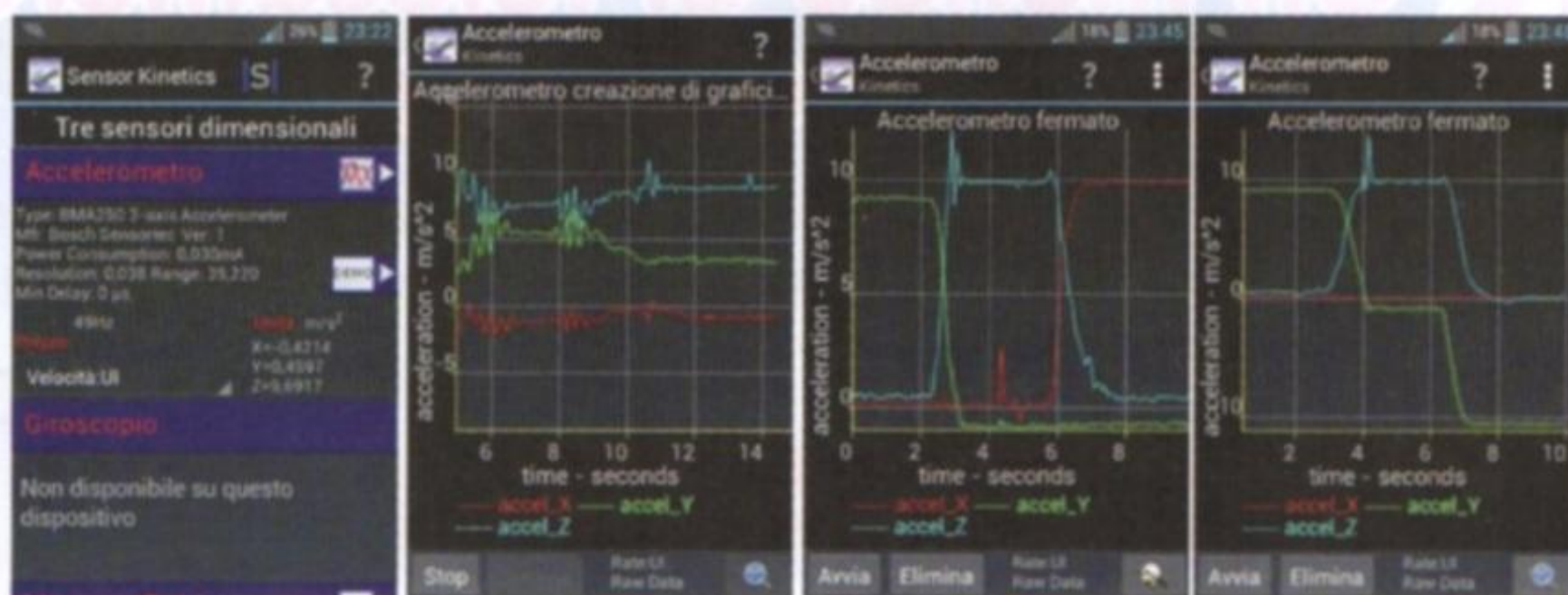


Fig. 20
A sinistra, la schermata principale di Sensor Kinetics e a destra il tracciamento temporale delle componenti dell'accelerazione di gravità.

un'evoluzione simile a meno dell'ultima variazione di posizione che porta il dispositivo a essere posizionato verticalmente ma a testa in giù da cui l'accelerazione negativa misurata lungo l'asse y.

Livella - La livella (Fig. 21) è un'applicazione insensibile alle rotazioni intorno ad un asse parallelo all'accelerazione di gravità, che consente di misurare l'inclinazione del display rispetto a un piano orizzontale. Si tratta in pratica dell'inclinometro trattato nei precedenti paragrafi.

Contapassi - Attraverso l'accelerometro è possibile rilevare la regolarità con cui si susseguono i nostri passi quando portiamo con noi il nostro smartphone. Di conseguenza è possibile realizzare

delle applicazioni che sentendo tale regolarità sono in grado di fungere da contapassi elettronico (Fig. 22).

Misuratore di distanze - Sfruttando la trigonometria si può usare l'accelerometro per misurare una distanza. Fissata l'altezza cui si tiene lo smartphone, si punta la fotocamera in esso integrata al suolo nel punto di cui si intende calcolare la distanza. L'apparecchio misura l'inclinazione del dispositivo. Questa informazione, unitamente all'altezza alla quale teniamo il dispositivo (dato che inseriamo come taratura), consente di ricavare l'informazione desiderata con semplici calcoli trigonometrici. Si potrebbero citare altre applicazioni simili che consentono il controllo del dispositivo tramite "gesture", che per esempio cancellano lo schermo quando si agita lo smartphone o che ne bloccano la sveglia quando lo capovolgiamo. Lasciamo al lettore il compito di arricchire la lista.

CONCLUSIONI

Gli accelerometri, i MEMS in particolare, sono entrati a far parte della nostra vita quotidiana; la possibilità di rilevare una rotazione, di fare da inclinometro, di rilevare l'accelerazione di parti meccaniche in movimento (si pensi alla misura dell'accelerazione laterale nei veicoli, allo scopo di controllare le sbandate e attivare l'azionamento auto-

matico del sistema di frenatura) rendono questi sensori utili in un'infinità di applicazioni. La misura dell'accelerazione di bracci mobili, per esempio, risulta fondamentale in molte applicazioni della robotica e dell'automazione. Diversi modelli di accelerometri utilizzati sugli smartphone possono registrare fenomeni sismici perché capaci di garantire prestazioni prossime a quelle degli accelerometri professionali; in quest'ottica, alcuni centri di ricerca in ambito sismologico hanno intravisto la possibilità di creare reti di rilevamento sismico basati sugli accelerometri contenuti in apparecchiature portatili come smartphone e computer di utenti civili.

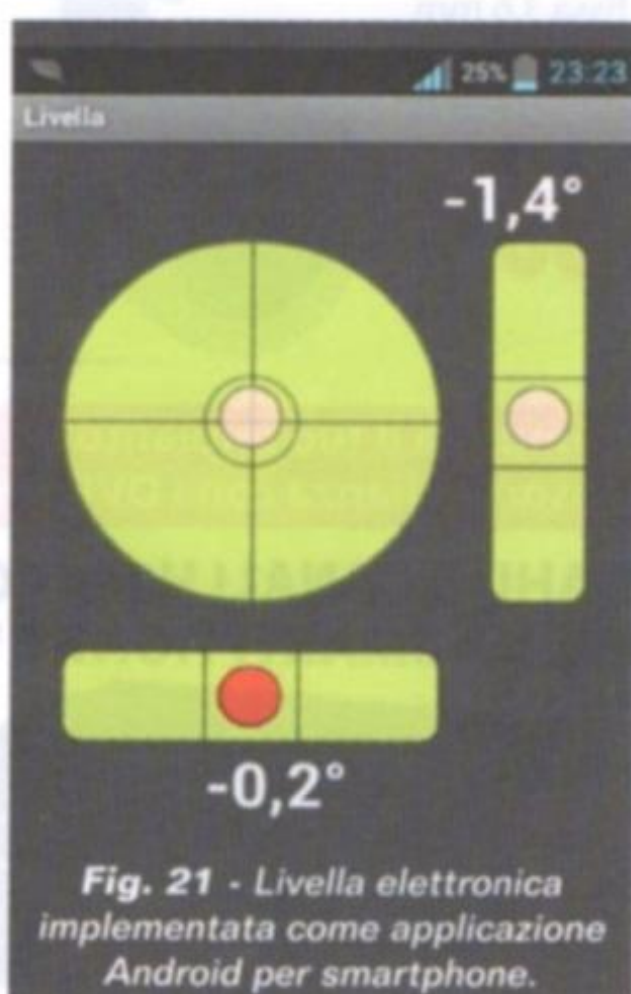


Fig. 21 - Livella elettronica implementata come applicazione Android per smartphone.



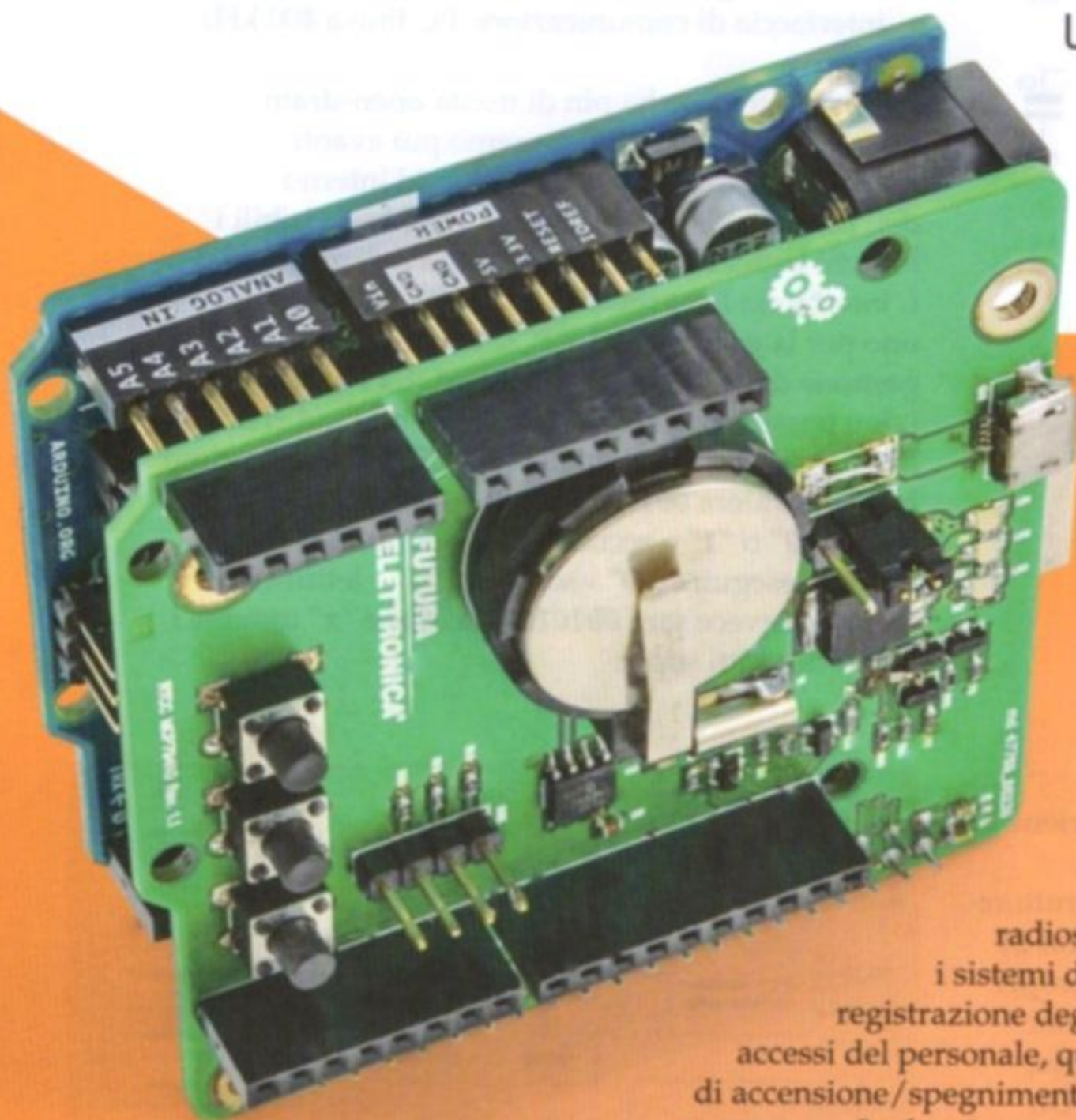
Fig. 22 - Accupedo, applicazione Contapassi elettronico o per smartphone.

08:50:22

di MATTEO DESTRO

RTC SHIELD PER ARDUINO E RASPBERRY PI

Utilizziamo un nuovo Real Time Clock di Microchip rendendolo disponibile su uno shield per le due schede di prototipazione. Prima puntata.



Molte applicazioni richiedono l'informazione oraria, che viene ottenuta localmente mediante circuiti chiamati RTC (Real Time Clock) o RTCC (Real Time Clock Calendar); tra esse le

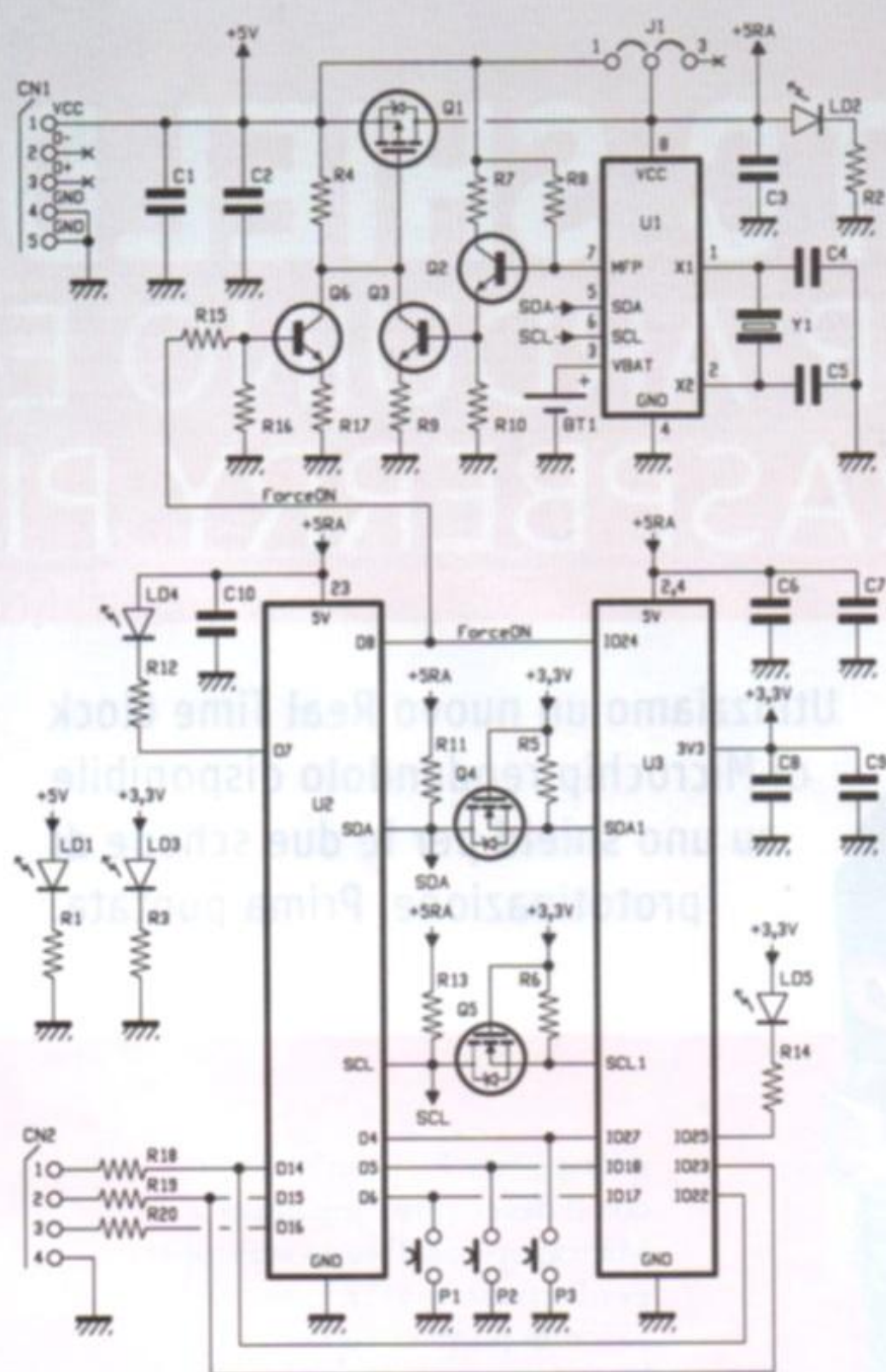
radiosveglie, i sistemi di registrazione degli accessi del personale, quelli di accensione/spegnimento a tempo ecc. La funzione orologio può essere implementata in maniera semplice grazie a circuiti integrati come il DS1307, da noi utilizzato più volte, o come il recente MCP79410 della Microchip; con questo abbiamo realizzato uno shield polivalente applicabile alle schede Arduino

e Raspberry Pi. Cominciamo con il descrivere l'integrato Microchip e la libreria sviluppata per l'ecosistema Arduino. Nella seconda puntata vedremo l'impiego con la Raspberry Pi.

L'INTEGRATO MCP79410

L'RTCC appartiene a una famiglia di integrati che comprende anche MCP79411 e MCP79412; questi ultimi due hanno memorizzato un MAC address univoco per le applicazioni ethernet. Più esattamente, l'MCP79411 ha un MAC address in formato EUI-48 mentre l'MCP79412 ce l'ha in formato EUI-64. La dicitura EUI sta per *Extended Unique Identifier* e può essere utilizzata per assegnare un indirizzo hardware a 48 o 64 bit univoco nelle applicazioni di networking. Solitamente si utilizzano i 24 bit più significativi per identificare

[schema **ELETTRICO**]



- configurazione di ore, minuti e secondi sia nel formato 24h che nel 12h (AM/PM);
- configurazione di giorno, mese, anno e giorno della settimana;
- gestione automatica degli anni bisestili;
- oscillatore a 32.768 Hz;
- calibrazione/regolazione interna digitale con risoluzione di $\pm 1\text{ppm}$ (range massimo $\pm 129\text{ppm}$);
- due allarmi programmabili;
- TimeStamp sia su power-up che su power-down;
- 64 Byte di memoria SRAM tamponata;
- 128 Byte di memoria EEPROM con possibilità di scrittura paginata a 8 byte alla volta;
- 8 Byte di memoria EEPROM protetta, per scrivere nella quale (si può un solo byte per volta) bisogna eseguire una sequenza di sblocco;
- interfaccia di comunicazione I²C fino a 400 kHz.

Inoltre l'integrato ha pin di uscita open-drain multifunzione che descriveremo più avanti. La Fig. 1 mostra lo schema a blocchi interno dell'integrato MCP79410 dove sono ben visibili i blocchi logici che vanno a formare il dispositivo. L'interfaccia I²C prevede due indirizzi hardware, uno per la gestione del RTCC e l'altro per la gestione della memoria EEPROM. La Fig. 2 mostra i due possibili control byte contenenti l'indirizzo hardware per la sezione RTCC o EEPROM. Il primo ha come valore **0b1101111x** dove al posto della "x" ci sarà "0" o "1" a seconda dell'operazione che si vuole eseguire ("0" - scrittura; "1" - lettura). Il secondo invece sarà **0b1010111x**, dove "x" assume i valori descritti sopra.

in modo univoco un fornitore, produttore o organizzazione a livello globale: tale codice viene detto OUI (*Organizationally Unique Identifier*). L'acquirente di tale codice -di norma un costruttore di dispositivi elettronici- dispone dei rimanenti 24 Bit per completare il codice da assegnare ai propri prodotti (3 byte, per un totale di oltre 16 milioni di codici univoci possibili). Per fare un esempio, attualmente Microchip dispone di 3 codici OUI, che sono rispettivamente **0xD88039**, **0x001EC0** e **0x0004A3**. Con questi, Microchip può dare origine a ben 50 milioni di possibili indirizzi MAC univoci. Quindi acquistando un RTCC della serie MCP79411 o MCP79412 troverete un indirizzo MAC univoco utilizzabile senza dover pagare alcuna royalty. Non dovendo sviluppare un'applicazione di networking, abbiamo utilizzato l'MCP79410, che mette a disposizione:

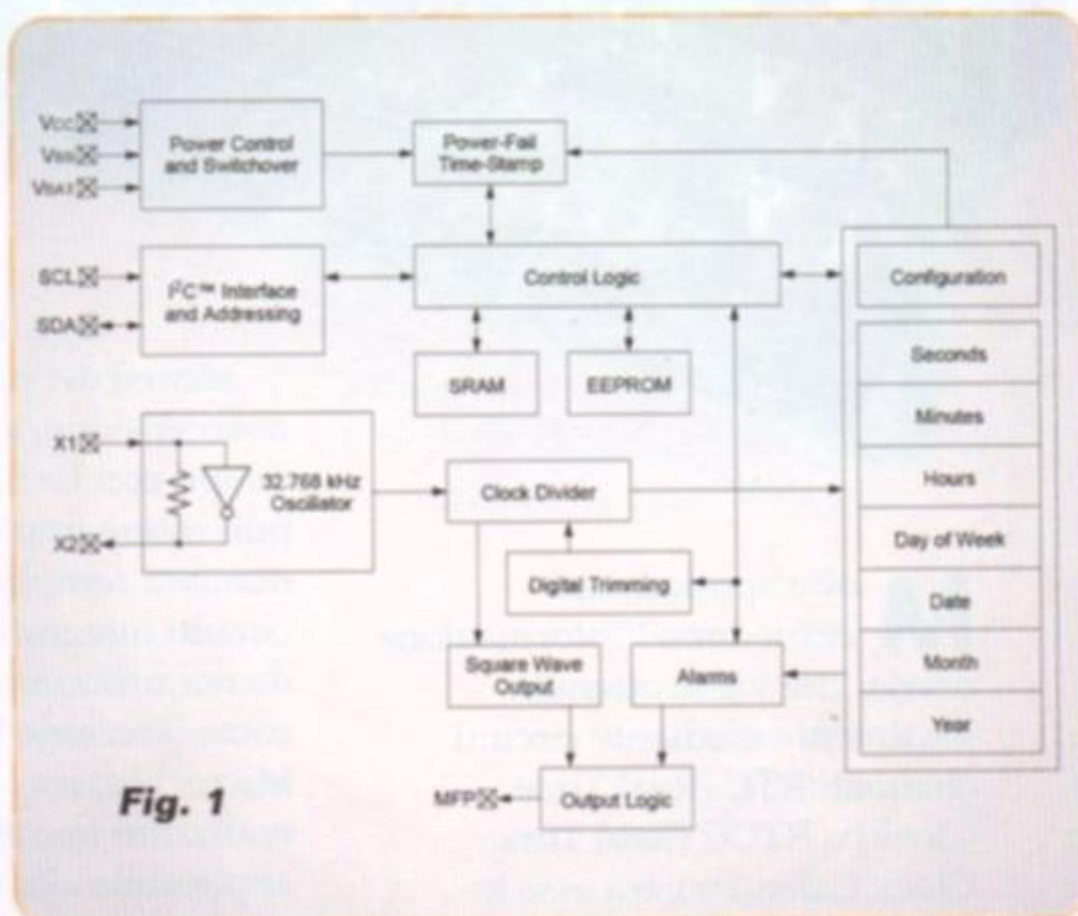
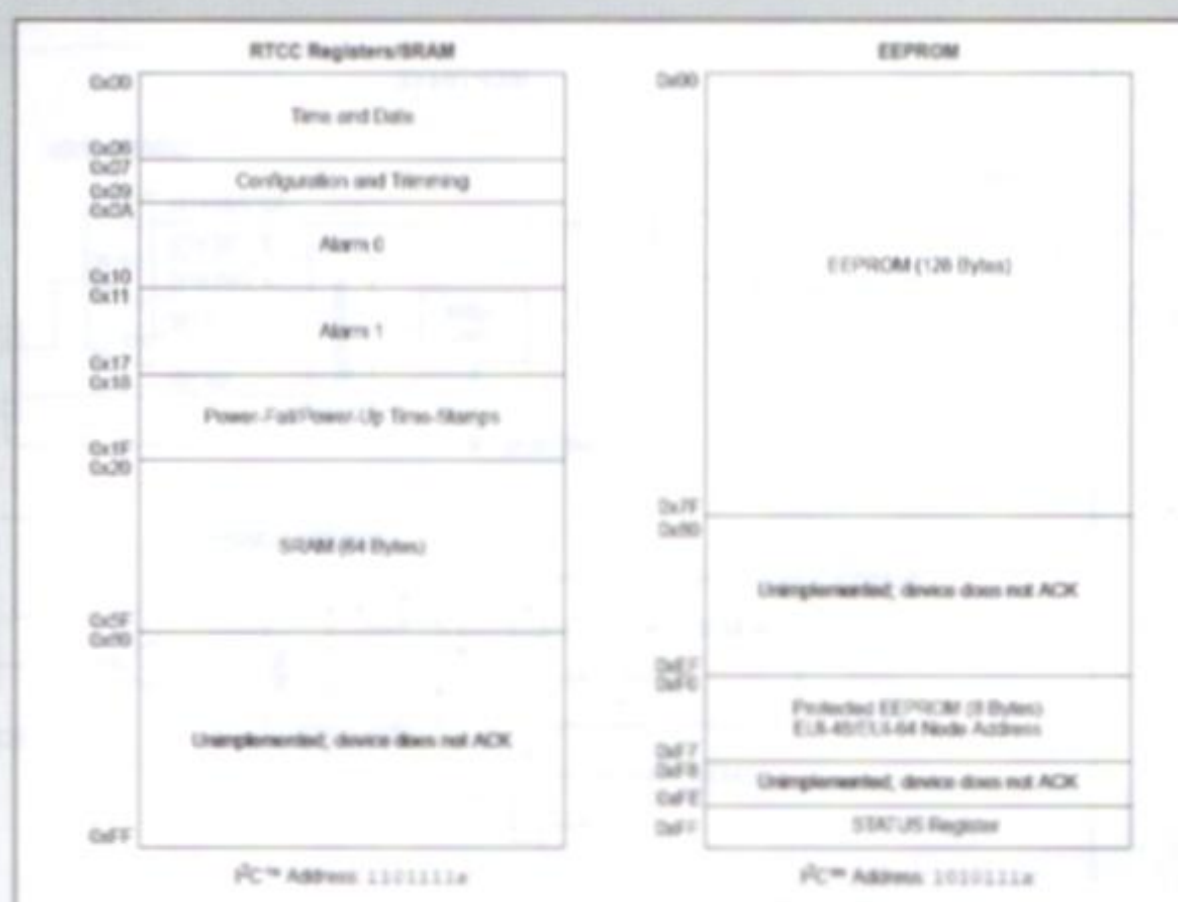
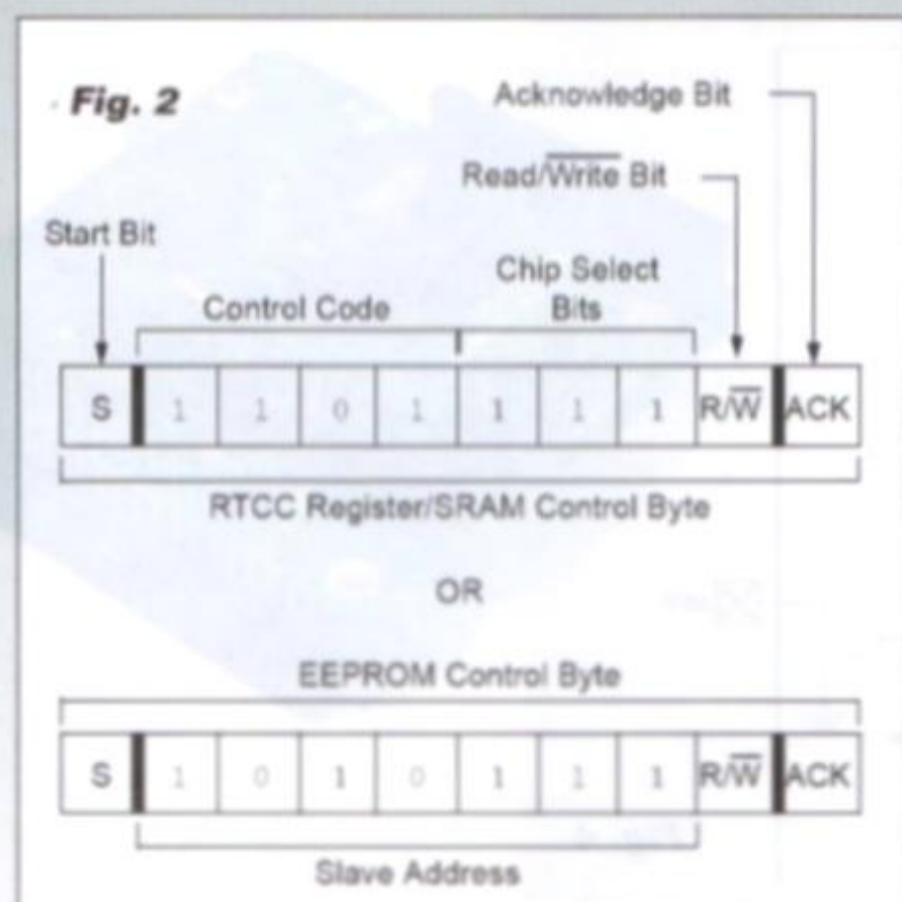


Fig. 1



La mappatura dei registri e delle memorie è riportata nella Fig. 3: gli indirizzi da 0x00 a 0x1F contengono i registri di configurazione della data e dell'ora, nonché i registri per configurare gli allarmi 0 e 1. Concludono la sezione, i registri di gestione del TimeStamp al power-up e al power-down. Dall'indirizzo 0x20 all'indirizzo 0x5F viene mappata la memoria SRAM tamponata. I restanti indirizzi fino a 0xFF non sono utilizzati. Quanto appena detto fa riferimento all'indirizzo hardware 0b1101111x. La EEPROM è invece mappata a partire dall'indirizzo 0x00 a 0x7F, ai quali seguono una serie di indirizzi non utilizzati (Da 0x80 a 0xEF); dall'indirizzo 0xF0 fino a 0xF7 troviamo la memoria EEPROM protetta, la quale può essere programmata solo un byte alla volta e solo dopo avere eseguito una sequenza di sblocco. Per ultimo, all'indirizzo 0xFF trova posto il registro STATUS. Quanto appena detto fa riferimento all'indirizzo hardware 0b1010111x.

SCHEMA ELETTRICO

Con l'integrato MCP79410 abbiamo realizzato uno shield applicabile sia a una scheda Arduino Uno R3 che a una Raspberry Pi 2.0/3.0/B+. L'elettronica e un'opportuna programmazione dell'Arduino piuttosto che della Raspberry Pi, permettono di configurare in toto l'MCP79410, soprattutto nelle sue funzionalità di gestione allarmi necessarie all'accensione e allo spegnimento automatico della scheda collegata allo shield. Tutte le funzioni necessarie a gestire l'integrato sono state raccolte in librerie sia per Arduino che per Raspberry Pi. Iniziamo lo studio dello schema elettrico partendo dal connettore CN1 (microUSB) il quale porta l'alimentazione stabilizzata +5Vcc, al MOSFET Q1

(a canale P) utilizzato come interruttore hardware. Il Q1 è in interdizione fintantoché il gate non viene cortocircuitato a massa, allorché la V_{GS} supera il valore di soglia aprendo il canale del MOSFET e quindi trasferendo l'alimentazione dal source al drain. La "nuova" alimentazione viene chiamata +5VRA. Per portare a massa il gate Q1 ci sono due possibilità: l'MCP79410, attraverso l'uscita open-collector "MFP" agisce sui due transistor Q2 e Q3; la linea di comando "ForceOn" polarizza il transistor Q6 che porta a massa il gate di Q1. Torniamo sulla linea di uscita MFP, di cui la Fig. 4 mostra la logica interna all'MCP79410: essa può essere configurata per lavorare come uscita generica, per fornire uno stato logico al verificarsi dei due allarmi configurabili, nonché come riporto della frequenza di clock. Se si vuole che l'uscita riporti la frequenza di clock dell'oscillatore o una delle frequenze derivate, si deve settare a "1" logico il bit "SQWEN" del registro "CONTROL". Per decidere quale frequenza debba essere riportata sull'uscita si devono configurare i bit "SQWFS0" e "SQWFS1" sempre del registro "CONTROL". Le frequenze possibili sono 1, 4.096, 8.192 e 32.768 Hz (consultate il data-sheet per i dettagli). Volendo che MFP diventi un'uscita generica a livello logico si deve settare il bit "SQWEN" a zero e disabilitare entrambi gli allarmi. Il nostro caso, invece, prevede che MFP sia pilotata dagli allarmi 0 e 1, quindi "SQWEN" deve essere settato a zero e i bit "ALM0EN" e "ALM1EN" devono assumere entrambi, o almeno uno di essi, un valore logico alto. La MFP, essendo un'uscita open-collector, può essere intesa come linea di interrupt indicante che uno o entrambi gli allarmi sono scattati in seguito al raggiungimento delle condizioni impostate.

con il drain creando una giunzione NP); quelli da noi usati sono BSS123. Vediamo in dettaglio i tre stati di funzionamento, con la premessa che quanto detto vale per entrambe le linee:

- 1) nessuna periferica impone un livello di tensione basso sulla linea, quindi sul lato a 3,3V la resistenza di pull-up impone l'1 logico e di conseguenza la V_{GS} non supera la soglia del MOSFET, in quanto V_G e V_S hanno la medesima tensione, quindi il MOSFET non entra in conduzione; sul lato a 5V la linea si ritrova a un livello logico alto imposto dalla rispettiva resistenza di pull-up;
- 2) la periferica a 3,3V impone sulla linea un livello di tensione basso, perciò il source del MOSFET va a livello logico basso; la V_{GS} supera la soglia e manda in conduzione il MOSFET; con il MOSFET in conduzione, il livello logico basso viene imposto anche nella sezione a 5V;
- 3) la periferica a 5V alta tensione impone sulla linea un livello di tensione basso; sulla linea a bassa tensione abbiamo la resistenza di pull-up che impone un livello logico alto e quindi manda in conduzione il diodo presente nel MOSFET (la V_S scende e di conseguenza la V_{GS} supera la soglia mandando in conduzione il MOSFET, quindi a questo punto le due sezioni hanno il medesimo livello di tensione sulla linea).

La massima frequenza ammessa sull'FC è 400 kHz. I pulsanti P1, P2 e P3 collegati sia ad Arduino che a Raspberry Pi sono utilizzati durante le fasi di configurazione del RTCC e degli allarmi. Per agevolare le fasi di sviluppo sono stati predisposti tre segnali di trigger portati al connettore CN2 per Arduino e due per la Raspberry Pi, anch'essi portati al connettore CN2. I segnali di trigger sono in comune tra le due schede, in quanto non possono essere collegate contemporaneamente allo shield. Sempre dalle due schede, parte il segnale "ForceOn" che serve a mantenere in stato di ON l'interruttore elettronico Q1. Completano gli schemi elettrici i LED LD4 (collegato ad Arduino) e LD5 (collegato a Raspberry Pi) utilizzati durante la fase di configurazione dell'MCP79410. Infine LD1 indica la presenza dell'alimentazione principale in arrivo dal microUSB; LD2 indica invece che è presente l'alimentazione secondaria +5VAR. LD3 indica la presenza dell'alimentazione +3V3. Un'ultima nota riguarda il jumper J1, che serve a bypassare Q1: serve durante la configurazione dell'MCP79410 soprattutto se si collega la Raspberry Pi. Arduino in realtà è già auto-

alimentata dal connettore USB tipo B connesso al PC, per la programmazione tramite l'IDE Arduino.

I REGISTRI DELL'MCP79410

Prima di passare alla libreria per Arduino Uno R3 conviene conoscere i registri mappati dell'MCP79410. La Fig. 6 evidenzia la mappatura in memoria di ognuno e il significato di ogni singolo bit o gruppi di bit; è suddivisa in cinque sezioni, la prima delle quali contiene i registri per configurare il TimeKeeper, ovvero data e ora del RTCC. In questi registri sono presenti anche i bit di configurazione per l'attivazione dell'oscillatore e per il funzionamento a batteria dell'integrato. Trovano posto anche i registri "CONTROL" per attivare/disattivare gli allarmi, per configurare il pin MFP e il registro OSCTRIM per tarare la frequenza del clock, oltre al registro "EEUNLOCK" per sprotteggere la memoria EEPROM per la scrittura di un singolo byte alla volta (per sprotteggere la EEPROM occorre scrivere una serie di byte ben definiti nel registro).

La seconda sezione contiene i registri di configurazione dell'allarme zero, mentre la terza contiene i registri di configurazione dell'allarme uno. La quarta sezione contiene i registri per la lettura del power-down timestamp. La quinta contiene i registri per la lettura del power-up timestamp. Notate che le informazioni di data e ora sono gestite sempre in formato BCD, quindi, ad esempio, il registro "RTCSEC" contiene l'informazione dei secondi e sfrutta i bit da 0 a 3 per memorizzare le unità, mentre i bit da 4 a 6 vengono usati per le decine. Il bit più significativo serve per attivare l'oscillatore.

Quindi un ipotetico valore dei secondi di 39 viene suddiviso in 9 unità e 3 decine.

L'impostazione in formato BCD visibile nella Tabella 2 viene usata in tutti i registri che contengono un'informazione di data e ora sia che siano del TimeKeeper sia degli allarmi che dei timestamp.

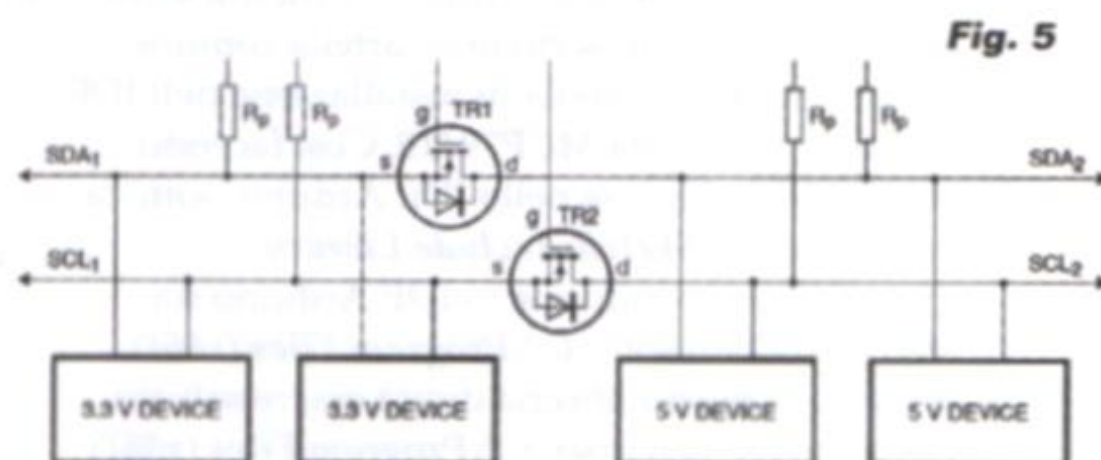
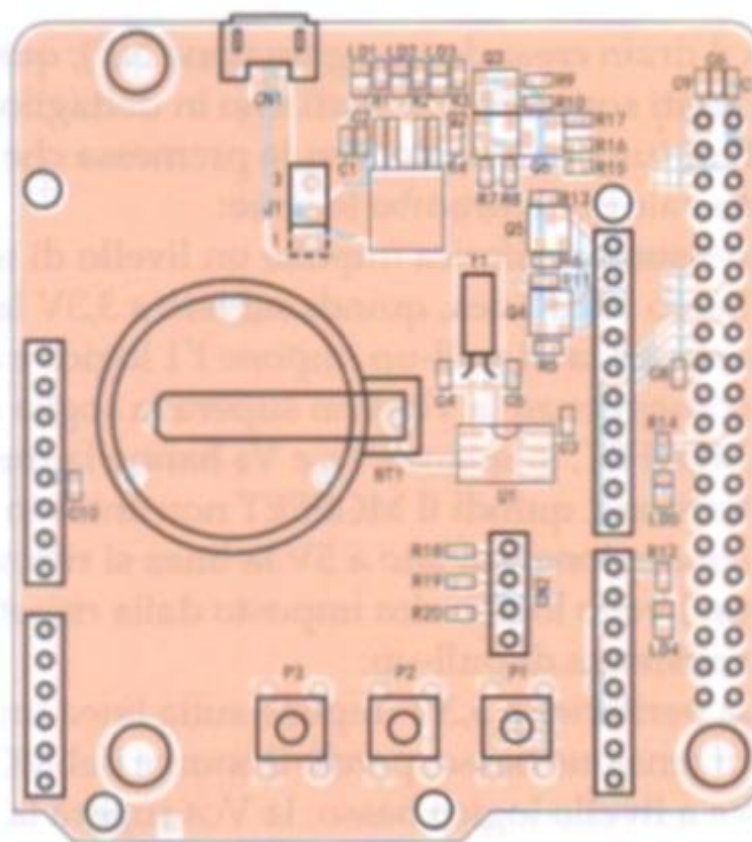


Fig. 5



Elenco Componenti:

R1+R3: 1,2 kohm 1% (0603)	R18+R20: 1 kohm 1% (0603)
R4: 22 kohm 1% (0603)	C1, C2: 10 μ F ceramico (0603)
R5+R7: 2,2 kohm 1% (0603)	C3: 100 nF ceramico (0603)
R8, R16: 10 kohm 1% (0603)	C4, C5: 10 pF ceramico (0603)
R9: 4,7 kohm 1% (0603)	C6: -
R10, R12, R14: 680 ohm 1% (0603)	C7+C10: 10 μ F ceramico (0603)
R11: 2,2 kohm 1% (0603)	LD1: LED rosso (0805)
R13: 2,2 kohm 1% (0603)	LD2: LED giallo (0805)
R15: 3,3 kohm 1% (0603)	
R17: 4,7 kohm 1% (0603)	

LD3+LD5: LED verde (0805)	U1: MCP79410-I/SN
P1+P3: Microswitch	U2: Arduino UNO Rev3
Q1: SPD50P03LG	U3: RaspberryPi 2/3/B+
Q2, Q3: BC817	Y1: Quarzo 32768 Hz
Q4, Q5: BSS123	Varie:
Q6: BC817	- Batteria CR2032
CN1: Connettore micro-USB	- Strip M/F 6 vie
CN2: Strip maschio 4 vie	- Strip M/F 8 vie (2 pz.)
J1: Strip maschio 3 vie	- Strip M/F 10 vie
BT1: Porta batterie CR2032	- Circuito stampato S1254

LIBRERIA PER MCP79410

La libreria permette di configurare e gestire l'integrato MCP79410 ed è divisa in tre file; il primo contiene le funzioni sviluppate per l'occasione e ha estensione .cpp (lo abbiamo chiamato *MCP79410.cpp*). Il secondo ha estensione .h e contiene le dichiarazioni di funzione del precedente più tutte le variabili e le strutture dati necessarie (*MCP79410.h*). Il terzo (*keywords.txt*) è un file di testo contenente le parole chiave delle funzioni pubbliche da utilizzare negli sketch Arduino. Tutti questi devono essere raggruppati sotto una cartella comune, all'interno della cartella di installazione dell'IDE Arduino, nominata *MCP79410*. Così facendo, comparirà la libreria nello IDE Arduino sotto la voce di menu *Sketch>Include Library*. Quindi supponendo che lo IDE Arduino sia stato installato sotto *C:\Program Files (x86)\Arduino* la nostra libreria dovrà essere salvata nel seguente percorso: *C:\Program Files (x86)*

Arduino\libraries\MCP79410. Oltre ai file di libreria è consuetudine aggiungere una cartella con degli sketch di esempio: nel nostro caso abbiamo creato la sotto-cartella *Examples* → *MCP79410_SAdvancedSettings* nella quale trovano posto i file del nostro sketch che ci permettono di configurare i registri di MCP79410. Cominciamo a descrivere a grandi linee il file *MCP79410.h* che, come anzi detto, contiene le definizioni di tutte le funzioni utilizzate e la dichiarazione delle variabili e delle strutture dati pubbliche e private. In testa c'è una serie di dichiarazioni di costanti che identificano gli indirizzi hardware dell'integrato, per quanto riguarda sia la parte RTCC che la parte EEPROM,

Tabella 2

OSC START	SECTEN	SECCONE
X	3	9

più tutti gli indirizzi dei registri presenti. Seguono una serie di costanti utili per settare o resettare i bit di configurazione presenti nei vari registri. Per ogni costante è stato pensato un commento che spiega come sfruttare la costante presentata. Ad esempio per attivare l'oscillatore del RTCC si deve agire sul registro "RTCSEC" e in particolare sul bit più significativo, eseguendo un'operazione booleana di tipo **OR** (`RTCSEC | OSCILLATOR_BIT_ON`). Invece per resettare tale bit si userà un'operazione booleana di tipo **AND** (`RTCSEC & OSCILLATOR_BIT_OFF`). Per eseguire una delle precedenti operazioni è necessario prima leggere il registro di interesse, eseguire l'operazione booleana desiderata e infine scrivere il nuovo valore nel registro. Seguono una serie di costanti di configurazione con la descrizione di ogni singolo bit che li compone. Questa sezione, associata alla lettura attenta del data-sheet, aiuta a comprendere appieno come e cosa fare per configurare l'integrato. Le costanti possono essere modificate a piacere dall'utente a seconda delle proprie esigenze; nulla vieta di crearne di nuove. L'ultima sezione riguarda la gestione della EEPROM; ricordiamo che l'indirizzo hardware da utilizzare per accedere ad essa è diverso da quello del RTCC.

Dopo le dichiarazioni di costanti appena spiegate seguono le dichiarazioni di tutte le funzioni pubbliche disponibili all'utente finale per la realizzazione del proprio sketch, nonché la dichiarazione di tutte le variabili necessarie alla gestione della libreria. In particolare vale la pena soffermarci sulle strutture dati che ci danno la possibilità di agire a livello di bit per la configurazione dei registri. Vedremo tra poco che è possibile configurare i registri in due modi: uno prevede l'utilizzo di apposite funzioni dedicate e l'altro passa dalla configurazione delle strutture dati e successiva programmazione dei registri. Ad esempio, la struttura dati nel **Listato 1** permette di configurare ogni singolo bit del registro "CONTROL". Supponendo di volere abilitare l'allarme 0 si dovrà settare il bit "Alarm0_Enable" con la seguente sintassi:

```
mcp79410.ControlReg.Bit.Alarm0_Enable = 1;
```

Così facendo abbiamo solo settato un valore in SRAM del microcontrollore ATmega 328P presente sulla scheda Arduino Uno R3. Il passo successivo sarà richiamare un'apposita funzione per andare a scrivere il dato nell'apposita locazione di memoria dell'integrato MCP79410, 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.ControlReg.ControlByte);
```

Oltre alla struttura dati appena illustrata, ne seguono altre, più articolate, che permettono la configurazione dei registri TimeKeeper, gli allarmi e la lettura dei TimeStamp al PowerUp e PowerDown. Come esempio vediamo -nel **Listato 2**- la struttura dati per la gestione dei registri TimeKeeper. Come si può notare si è definita, per ogni registro di configurazione del RTCC (TimeKeeper), una struttura di tipo "union" che permette di agire su ogni singolo bit del registro da configurare. Ogni "union" è stata raggruppata in una struttura dati "struct" nominata "TimeKeeper". Con questo approccio si ha un unico "contenitore" al quale è possibile accedere per la configurazione di ogni singolo bit o gruppi di bit di ogni registro. Facciamo un esempio chiarificatore: supponiamo di dover settare il bit "StartOsc" del registro "RTCSEC". Questo bit è presente nella "union" "TimeKeeperSeconds" quindi per settarlo si deve usare la seguente sintassi:

Fig. 6

Addr	Register Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Section 3.3 "TimeKeeper"									
00h	RTCSEC	ST	SECTEN2	SECTEN1	SECTEN0	SECONES	SECONES2	SECONES1	SECONES0
01h	RTCMIN	---	MINTEN2	MINTEN1	MINTEN0	MINONES	MINONES2	MINONES1	MINONES0
02h	RTCHOUR	---	12/24	AMPM	HRTEN0	HRCONES	HRCONES2	HRCONES1	HRCONES0
03h	RTCDAY	---	---	OSCRUN	PWRPFL	VBATEN	WKDAY2	WKDAY1	WKDAY0
04h	RTCDATE	---	---	DATEEN1	DATEEN0	DATEONES	DATEONES2	DATEONES1	DATEONES0
05h	RTCMTH	---	---	LPYR	MTHTEN0	MTHTONES	MTHTONES2	MTHTONES1	MTHTONES0
06h	RTCYEAR	YRTEN3	YRTEN2	YRTEN1	YRTEN0	YRCONES	YRCONES2	YRCONES1	YRCONES0
07h	CONTROL	OUT	SGWEN	ALMEN	ALMSEN	EXTOSC	CRSTRM	SGWFS1	SGWFS0
08h	OSCTRM	SGON	TRMVAL5	TRMVAL4	TRMVAL3	TRMVAL2	TRMVAL1	TRMVAL0	---
09h	EEPROM	Protected EEPROM (not a physical register)							
Section 3.4 "Alarms"									
0Ah	ALMSEC	---	SECTEN2	SECTEN1	SECTEN0	SECONES	SECONES2	SECONES1	SECONES0
0Bh	ALMMIN	---	MINTEN2	MINTEN1	MINTEN0	MINONES	MINONES2	MINONES1	MINONES0
0Ch	ALMHOUR	---	12/24	AMPM	HRTEN0	HRCONES	HRCONES2	HRCONES1	HRCONES0
0Dh	ALMDAY	ALMPFL	ALMRSK0	ALMRSK1	ALMRSK2	ALMIF	WKDAY2	WKDAY1	WKDAY0
0Eh	ALMDATE	---	---	DATEEN1	DATEEN0	DATEONES	DATEONES2	DATEONES1	DATEONES0
0Fh	ALMTH	---	---	---	MTHTEN0	MTHTONES	MTHTONES2	MTHTONES1	MTHTONES0
10h	Reserved	Reserved - Do not use							
Section 3.5 "Alarms"									
11h	ALMSEC	---	SECTEN2	SECTEN1	SECTEN0	SECONES	SECONES2	SECONES1	SECONES0
12h	ALMMIN	---	MINTEN2	MINTEN1	MINTEN0	MINONES	MINONES2	MINONES1	MINONES0
13h	ALMHOUR	---	12/24	AMPM	HRTEN0	HRCONES	HRCONES2	HRCONES1	HRCONES0
14h	ALMDAY	ALMPFL	ALMRSK0	ALMRSK1	ALMRSK2	ALMIF	WKDAY2	WKDAY1	WKDAY0
15h	ALMDATE	---	---	DATEEN1	DATEEN0	DATEONES	DATEONES2	DATEONES1	DATEONES0
16h	ALMTH	---	---	---	MTHTEN0	MTHTONES	MTHTONES2	MTHTONES1	MTHTONES0
17h	Reserved	Reserved - Do not use							
Section 3.7.1 "Power Fail Time Stamp"									
Power-Down Time Stamp									
18h	PWRMIN	---	MINTEN2	MINTEN1	MINTEN0	MINONES	MINONES2	MINONES1	MINONES0
19h	PWRHOUR	---	12/24	AMPM	HRTEN0	HRCONES	HRCONES2	HRCONES1	HRCONES0
1Ah	PWRDATE	---	---	DATEEN1	DATEEN0	DATEONES	DATEONES2	DATEONES1	DATEONES0
1Bh	PWRMTH	WKDAY2	WKDAY1	WKDAY0	MTHTEN0	MTHTONES	MTHTONES2	MTHTONES1	MTHTONES0
Power-Up Time Stamp									
1Ch	PWRMIN	---	MINTEN2	MINTEN1	MINTEN0	MINONES	MINONES2	MINONES1	MINONES0
1Dh	PWRHOUR	---	12/24	AMPM	HRTEN0	HRCONES	HRCONES2	HRCONES1	HRCONES0
1Eh	PWRDATE	---	---	DATEEN1	DATEEN0	DATEONES	DATEONES2	DATEONES1	DATEONES0
1Fh	PWRMTH	WKDAY2	WKDAY1	WKDAY0	MTHTEN0	MTHTONES	MTHTONES2	MTHTONES1	MTHTONES0

Listato 1

```
union ControlReg {
    uint8_t ControlByte;
    struct {
        uint8_t SquareWaveFreqOutput : 2;
        uint8_t CoarseTrimEnable : 1;
        uint8_t ExtOscInput : 1;
        uint8_t Alarm0_Enable : 1;
        uint8_t Alarm1_Enable : 1;
        uint8_t SquareWaveOutputEnable : 1;
        uint8_t LogicLevelOutput : 1;
    } Bit;
} ControlReg;
```

```
mcp79410.TimeKeeper.Second.SecBit.StartOsc = 1;
```

Fatto ciò, si può richiamare la funzione di libreria **"WriteSingleReg"** per la scrittura di un singolo registro, oppure se si preferisce, configurare prima tutti i registri di cui sopra e poi chiamare 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 sarà:

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

Passiamo ora alle funzioni messe a disposizione dalla libreria. Sono state definite otto funzioni di uso generale, di cui tre servono a manipolare i singoli bit di un registro e le restanti lavorano direttamente sui singoli byte o gruppi di essi:

```
1) ToggleSingleBit(uint8_t ControlByte, uint8_t RegAdd, uint8_t Bit)
2) SetSingleBit(uint8_t ControlByte, uint8_t RegAdd, uint8_t Bit)
3) ResetSingleBit(uint8_t ControlByte, uint8_t RegAdd, uint8_t Bit)
4) WriteSingleReg(uint8_t ControlByte, uint8_t RegAdd, uint8_t RegData)
5) WriteArray(uint8_t ControlByte, uint8_t StartAdd, uint8_t Length)
6) ClearReg(uint8_t ControlByte, uint8_t RegAdd)
7) ReadSingleReg(uint8_t ControlByte, uint8_t RegAdd)
8) ReadArray(uint8_t ControlByte, uint8_t StartAdd, uint8_t Length)
```

La funzione (1) esegue la funzione **"Toggle"** sul bit desiderato del rispettivo registro. Quindi se il bit indicato è **"0"** diventa **"1"** e viceversa. I parametri da passare sono il **"ControlByte"** che identifica l'indirizzo hardware del nostro RTCC (consultare il file **MCP79410.h** per gli indirizzi hardware assegnati al device), il **"RegAdd"** che è l'indirizzo del registro su cui si vuole agire e infine il parametro **"Bit"** che identifica il bit che si vuole modificare (da 0 a 7). Il concetto appena esposto si può estendere alle successive due funzioni, (2) e (3), che eseguono rispettivamente un **"Set"** o un **"Reset"** del bit desiderato: i parametri da passare sono gli stessi. Le successive funzioni agiscono invece sui rispettivi byte sia in scrittura che in lettura. Per quanto riguarda le funzioni di scrittura (4) e lettura (7) di un singolo byte i parametri da passare alla funzione prevedono il solito **"ControlByte"**, seguito

dall'indirizzo su cui scrivere o da cui leggere **"RegAdd"** e, per quanto riguarda la sola scrittura il valore che si vuole scrivere ovvero **"RegData"**. La funzione (6) **"ClearReg"** azzerava un registro e necessita degli stessi parametri della funzione (7). Infine ci sono due funzioni di scrittura (5) e lettura (8) di n valori consecutivi le quali vogliono come parametri il **"ControlByte"**, l'indirizzo di partenza **"StartAdd"** e infine il numero di byte **"Length"**. Le funzioni (5) e (8) si appoggiano su un array di byte detto **"DataArray"** di lunghezza 16, più che sufficiente per le nostre esigenze. Le funzioni che fanno utilizzo dell'array di dati vengono utili per leggere o scrivere nella EEPROM o SRAM dell'integrato. Quando si deve scrivere nella EEPROM si può al massimo inviare otto byte alla volta, perché il buffer del device ha tale dimensione massima. Passiamo ora a descrivere le funzioni più specializzate create apposta per gestire al meglio l'integrato MCP79410:

```
1) GeneralPurposeOutputBit(uint8_t SetReset)
2) SquareWaveOutputBit(uint8_t EnableDisable)
3) Alarm1Bit(uint8_t EnableDisable)
4) Alarm0Bit(uint8_t EnableDisable)
5) ExternalOscillatorBit(uint8_t EnableDisable)
6) CoarseTrimModeBit(uint8_t EnableDisable)
7) SetOutputFrequencyBit(uint8_t OutputFreq)
```

La funzione (1) serve per impostare a **"1"** logico o a **"0"** logico l'uscita MFP; ciò può avvenire nel solo caso che entrambi gli allarmi siano disabilitati e che l'uscita non sia impostata per riportare la frequenza di clock dell'oscillatore. Il parametro **"SetReset"**, come suggerisce il nome, determina se l'uscita debba essere settata o resettata (**"1"** setta l'uscita, **"0"** viceversa). La funzione (2) abilita/disabilita la possibilità di riportare sulla linea MFP la frequenza di clock. Il parametro **"EnableDisable"** abilita o disabilita questa funzione (**"1"** abilita il riporto sull'uscita del clock, **"0"** viceversa). Le funzioni (3) e (4) servono per abilitare gli allarmi e, come per la precedente, l'unico parametro da passare è **"EnableDisable"**. La funzione (5) serve per configurare l'integrato a ricevere un segnale di clock sul pin X1. Questo è utile se non si vuole usare il quarzo da 32.768Hz sui pin X1 e X2. Il solo parametro da passare è **"EnableDisable"** con il consueto significato.

La funzione (6) serve per attivare/disattivare il **"Coarse Trim mode"**, il quale abbinato al registro **"OSCTRIM"** permette una regolazione grossolana della base dei tempi per la gestione del RTCC. La regolazione viene applicata con una cadenza di 128

Hz, apportando una notevole influenza sulla base dei tempi. È quindi preferibile lasciare disabilitata questa funzione e, se necessario, regolare la base dei tempi sfruttando il solo registro *OSCTRIM*, ovviamente seguendo una apposita procedura (vedi riquadro *Digital Trimming*).

Le funzioni finora esposte modificano un solo bit per volta del registro *"CONTROL"* e per fare ciò sfruttano le funzioni generiche *"SetSingleBit"* e *"ResetSingleBit"* descritte precedentemente.

La funzione (7) serve per selezionare la frequenza da riportare sul pin MFP; la selezione perde di significato se l'uscita è configurata per la gestione degli allarmi o come uscita digitale generica.

Seguono ora un'altra serie di funzioni specializzate per la configurazione di alcune importanti caratteristiche di funzionamento messe a disposizione dell'integrato MCP79410. Queste impostazioni riguardano il TimeKeeper, gli allarmi e le funzioni di Timestamp:

```
1) StartOscillatorBit(uint8_t EnableDisable)
2) Hour12or24TimeFormatBit(uint8_t SetHourType)
3) AmPmBit(uint8_t SetAmPm)
4) VbatEnBit(uint8_t EnableDisable)
5) AlarmHour12or24TimeFormatBit(uint8_t SetHourType, uint8_t Alarm0_1)
6) AlarmAmPmBit(uint8_t SetAmPm, uint8_t Alarm0_1)
7) AlarmIntOutputPolarityBit(uint8_t SetReset, uint8_t Alarm0_1)
8) AlarmMaskBit(uint8_t Alarm0_1, uint8_t Mask)
9) ResetAlarmIntFlagBit(uint8_t Alarm0_1)
10) PowerHour12or24TimeFormatBit(uint8_t SetHourType, uint8_t PowerDownUp)
11) PowerAmPmBit(uint8_t SetAmPm, uint8_t PowerDownUp)
12) ResetPwFailBit(void)
```

La funzione (1) è fondamentale in quanto serve per attivare o disattivare l'oscillatore. Se l'oscillatore è spento non si ha nessuna attività da parte del RTCC e quindi nessuna gestione di data, ora e relativi allarmi. Il parametro *"EnableDisable"* abilita o disabilita l'oscillatore (*"1"* abilita l'oscillatore, *"0"* disabilita). Le funzioni (2), (5) e (10) servono per impostare il formato dell'ora rispettivamente per il timekeeper, gli allarmi e il timestamp al power-up/power-down. La rappresentazione dell'ora può essere del tipo 12h, accompagnato dalla dicitura AM/PM, oppure 24h; quindi a seconda del formato che si desidera utilizzare è conveniente allineare tutte e tre le possibili configurazioni in modo da non essere spaiati. Non ha molto senso avere il timekeeper impostato per lavorare in formato 24h e gli allarmi nel formato 12h, a meno di particolari applicazioni. La funzione (2) necessita di un solo parametro, *"SetHourType"*, per selezionare uno dei due formati a disposizione: *"1"* imposta il formato 12h mentre *"0"* il formato 24h. Le funzioni (5) e (10) richiedono un parametro aggiuntivo per identificare rispettivamente a quale allarme/

Listato 2

```
typedef union TimeKeeperSecond {
    uint8_t SecByte;
    struct {
        uint8_t SecOne :4;
        uint8_t SecTen :3;
        uint8_t StartOsc :1;
    } SecBit;
} TimeKeeperSeconds;

typedef union TimeKeeperMinute {
    uint8_t MinByte;
    struct {
        uint8_t MinOne :4;
        uint8_t MinTen :3;
        uint8_t Free :1;
    } MinBit;
} TimeKeeperMinute;

typedef union TimeKeeperHour12 {
    uint8_t Hour_12Byte;
    struct {
        uint8_t HrOne :4;
        uint8_t HrTen :3;
        uint8_t AmPm :1;
        uint8_t _12_24 :1;
        uint8_t Free :1;
    } Hour_12Bit;
} TimeKeeperHour12;

typedef union TimeKeeperHour24 {
    uint8_t Hour_24Byte;
    struct {
        uint8_t HrOne :4;
        uint8_t HrTen :3;
        uint8_t _12_24 :1;
        uint8_t Free :1;
    } Hour_24Bit;
} TimeKeeperHour24;

typedef union TimeKeeperWeekDay {
    uint8_t WkDayByte;
    struct {
        uint8_t WkDay :3;
        uint8_t VbatEn :1;
        uint8_t PwrFail :1;
        uint8_t OSCrun :1;
        uint8_t Free :2;
    } WkDayBit;
} TimeKeeperWeekDay;

typedef union TimeKeeperDate {
    uint8_t DateByte;
    struct {
        uint8_t DateOne :4;
        uint8_t DateTen :2;
        uint8_t Free :2;
    } DateBit;
} TimeKeeperDate;

typedef union TimeKeeperMonth {
    uint8_t MonthByte;
    struct {
        uint8_t MonthOne :4;
        uint8_t MonthTen :1;
        uint8_t LeapYear :1;
        uint8_t Free :2;
    } MonthBit;
} TimeKeeperMonth;

typedef union TimeKeeperYear {
    uint8_t YearByte;
    struct {
        uint8_t YearOne :4;
        uint8_t YearTen :4;
    } YearBit;
} TimeKeeperYear;

struct {
    TimeKeeperSeconds Second;
    TimeKeeperMinute Minute;
    TimeKeeperHour12 Hour12;
    TimeKeeperHour24 Hour24;
    TimeKeeperWeekDay WeekDay;
    TimeKeeperDate Date;
    TimeKeeperMonth Month;
    TimeKeeperYear Year;
} TimeKeeper;
```


timestamp applicare la modifica del parametro. Le funzioni (3), (6) e (11) servono per impostare, in merito al formato 12h dell'ora, se l'ora impostata fa riferimento al mattino o al pomeriggio (AM per la mattina e PM per il pomeriggio). Il parametro da passare è "SetAmPm", se "1" imposta PM invece se "0" imposta AM. Le funzioni (6) e (11) necessitano di un parametro aggiuntivo, come già spiegato per le funzioni (5) e (10). La funzione (4) serve per attivare la gestione della alimentazione a batteria in caso di mancanza di alimentazione primaria; quindi per alimentare a batteria l'RTCC si deve attivare il rispettivo bit e per fare ciò si utilizza la funzione appena introdotta: il parametro da passare è il consueto "EnableDisable".

La funzione (7) serve per impostare la polarità dell'uscita MFP (Tabella 1). I parametri da passare sono due: il primo ("SetReset") imposta la polarità, ovvero "1" polarità con logica ad alto livello e "0" polarità con logica a basso livello. Il secondo parametro ("Alarm0_1") serve per selezionare su quale allarme eseguire la modifica della polarità. La funzione (8) serve per impostare la maschera di confronto per gli allarmi. Quando si configurano gli allarmi, oltre a impostare la data e l'ora desiderate per la generazione dell'interrupt, si deve anche impostare la maschera di confronto la quale ci permette di decidere su cosa eseguire il test per scatenare l'evento di allarme. Le opzioni disponibili sono:

- confronto solo sui secondi;
- confronto solo sui minuti;
- confronto solo sull'ora (tiene conto del formato impostato ovvero 12h o 24h);
- confronto solo sul giorno della settimana;
- confronto solo sulla data;
- confronto totale (vengono confrontati i secondi, i minuti, le ore, il giorno della settimana, la data e il mese).

Quando si genera l'interrupt dell'allarme n viene settato il rispettivo flag il quale deve essere azzerato manualmente da codice. Non va mai lasciato pendente. Per assolvere al compito si può sfruttare la funzione (9) a cui si deve passare un unico parametro che identifica l'allarme 0 o 1.

Per ultima la funzione (12) la quale serve per resettare il bit "PwFail" il quale indica che è mancata l'alimentazione principale e che quindi sono stati memorizzati i timestamp al power-down e al power-up. In altre parole viene salvata la data e l'ora del momento in cui è mancata/ritornata l'alimentazione. Quindi dopo avere letto i registri dei due timestamp si deve resettare

obbligatoriamente questo flag se si vuole che alla prossima mancanza/ritorno alimentazione vengano nuovamente aggiornati i registri.

Rimangono da descrivere le ultime funzioni le quali, abbinate alle strutture dati precedentemente descritte, ci permettono di configurare agevolmente blocchi di registri associati alle varie funzioni messe a disposizione dal nostro RTCC:

```
1) WriteTimeKeeping(uint8_t Hour12or24Format)
2) ReadTimeKeeping(void)
3) WriteAlarmRegister(uint8_t Alarm0_1, uint8_t Hour12or24Format)
4) ReadAlarmRegister(uint8_t Alarm0_1)
5) WritePowerDownUpRegister(uint8_t PowerDownUp, uint8_t Hour12or24Format)
6) ReadPowerDownUpRegister(uint8_t PowerDownUp)
```

La funzione (1) serve per programmare la data e l'ora del RTCC, come già ampiamente detto sono compresi anche i bit di attivazione dell'oscillatore e della gestione dell'alimentazione a batteria.

Quindi sfruttando la struttura dati apposita si configurano i registri con i valori corretti e poi si programma l'integrato usando la funzione (1). L'unico parametro che richiede è la selezione del formato dell'ora (12h o 24h). La funzione (2) serve per leggere la configurazione assegnata al TimeKeeper, la funzione legge i registri dell'integrato e li trasferisce nella struttura dati apposita che può essere poi utilizzata per le proprie applicazioni. Lo stesso discorso si applica alle funzioni (3) e (4) che servono rispettivamente per configurare i registri degli allarmi o leggerne il loro contenuto. Le due funzioni fanno riferimento alla loro apposita struttura dati. Essendo due i possibili allarmi la struttura dati è un array di strutture. Chiudono la rassegna le funzioni (5) e (6) per la configurazione e lettura dei registri inerenti il timestamp al power-up e power-down. Anche in questo caso le funzioni sono associate ad una apposita struttura dati più precisamente un array di strutture. In realtà la libreria prevede altre due funzioni che riguardano la gestione della memoria EEPROM. Come già discusso l'integrato ha una memoria EEPROM interna da 128 Byte scrivibile a blocchi di otto Byte alla volta. Questa memoria è liberamente scrivibile dall'utente senza nessuna restrizione. Tuttavia si può decidere di proteggere delle sezioni di EEPROM al fine di preservarne il contenuto dalla sovrascrittura. Questo si può fare configurando i bit "BP1" e "BP0" del registro "STATUS" mappato all'indirizzo 0xFF. Si può quindi decidere di proteggere tutta la memoria, metà memoria (Da 0x40 a 0x7F) o un quarto di memoria (Da 0x60 a 0x7F). La funzione che si occupa di configurare il registro "STATUS" è:


```
Set_EEPROM_WriteProtection(uint8_t Section)
```

alla quale si deve passare un solo parametro che identifica quale sezione proteggere. L'ultima funzione disponibile serve per sbloccare la memoria EEPROM protetta, per intenderci quella mappata dall'indirizzo 0xF0 a 0xF7, e scrivere un byte all'indirizzo desiderato. La funzione prevede due parametri ovvero l'indirizzo in cui scrivere e il dato da scrivere. La funzione è:

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

SKETCH COMPLETO

Per studiare le funzionalità messe a disposizione da MCP79410 abbiamo scritto uno sketch di esempio nel quale mostriamo come configurare la sezione TimeKeeper e gli allarmi 0 e 1. Lo sketch è suddiviso in sei file di cui il principale è "MCP79410_AdvancedSettings.ino", quindi con un doppio clic su questo si apre lo IDE Arduino e tutti i file ad esso associati. I file dello sketch sono:

- MCP79410_AdvancedSettings → File principale contenente le funzioni "setup()" e "loop()" tipiche di uno sketch Arduino, nonché le dichiarazioni di variabile, le costanti stringa, le costanti di tempo, le dichiarazioni delle macchine a stati ecc;
- DigitalInput → File di gestione degli ingressi digitali, ovvero i pulsanti P1, P2 e P3;
- DigitalOutput → File di gestione delle uscite digitali (il LED D4 e l'uscita "ForceON");
- RTCC_Management → File di gestione dell'integrato MCP79410 e relativa configurazione;
- RTCC_Settings → file per la programmazione dell'integrato MCP79410 TimeKeeper e allarmi;
- TimersInt → File di gestione dell'interrupt per la gestione dei timer.

Grazie al monitor seriale, attivabile dallo IDE Arduino, è possibile impartire una serie di comandi stringa per la configurazione del Timekeeper e degli allarmi 0 e 1. Inoltre durante il funzionamento "normale", ovvero quando non si stanno configurando i registri dell'integrato, il sistema è programmato per stampare sul monitor seriale alcune informazioni sullo stato del TimeKeeper e dei due allarmi. Lo schema di flusso del nostro sketch è illustrato nella Fig. 7: c'è una sequenza di inizializzazione che comprende sia gli ingressi che le uscite digitali, le macchine a stati, l'interrupt per le basi dei tempi e l'inizializzazione della libreria

di gestione di MCP79410 (ciò identifica la funzione "setup()"). Seguono le funzioni di gestione, ovvero la lettura e il debouncing degli ingressi digitali, le macchine a stati di sistema e la funzione di lettura della configurazione assegnata ai registri di MCP79410 (ciò identifica la funzione "loop()"). Parliamo ora di come configurare i registri del nostro RTCC; prima di tutto è necessario collegare la scheda Arduino Uno R3 al PC tramite il connettore USB, così si assicura un'alimentazione stabile sia ad Arduino sia allo shield; in più si mette a disposizione la seriale e il relativo monitor per inviare i comandi da PC ad Arduino.

Attivato il monitor seriale si nota che il sistema esegue una lettura della configurazione dei registri ogni quindici secondi; la Fig. 8 ne mostra il risultato. In testa, il sistema evidenzia che l'oscillatore del RTCC è attivo e mostra data e ora correnti. Seguono le configurazioni dei due allarmi:

- 1) stato dell'allarme = Abilitato/Disabilitato;
- 2) polarità uscita = livello logico alto/basso;
- 3) Flag interrupt = indica se è scattato l'allarme a seconda della sua configurazione;
- 4) ora impostata = mostra l'ora configurata per l'allarme;
- 5) data impostata = mostra la data impostata per l'allarme (l'anno perde di significato in quanto irrilevante per la gestione degli allarmi);
- 6) maschera = mostra la maschera di confronto per la generazione dell'interrupt a seconda della configurazione sopra esposta.

A questo punto possiamo decidere di fare due cose: configurare la data e l'ora dell'RTCC e quindi, se è la prima programmazione, attivare di conseguenza l'oscillatore e la gestione della alimentazione da batteria; la seconda è configurare gli allarmi 0 e 1.

Cominciamo col descrivere la configurazione di data e ora del RTCC: prima di tutto si deve mandare il sistema in configurazione di data e ora e per fare ciò si deve premere il pulsante P1 per più di due secondi; LD4 emetterà un lampeggio a indicare l'avvenuto riconoscimento della pressione del tasto. Entrati nella configurazione, LD4 lampeggia e sul monitor seriale viene stampata una stringa a indicare che il sistema è entrato in configurazione di data e ora. Per uscire da questa modalità, premere nuovamente il pulsante P1 per più di due secondi; anche in questo caso una stringa indicherà quanto appena fatto (Fig. 9). Il primo passo è configurare la data e il giorno della settimana: allo scopo bisogna scrivere la

Digital Trimming

Per correggere l'imprecisione introdotta dall'oscillatore esterno si può sfruttare il registro **"OSCTRIM"** il quale può introdurre un fattore correttivo fino a $\pm 129\text{ppm}$, per sfruttare questa funzione è obbligatorio resettare il bit **"CRSTRIM"** del registro **"CONTROL"**. Il registro **"OSCTRIM"** può anche essere sfruttato per correggere gli errori dell'oscillatore dovuti alle variazioni di temperatura. Il bit più significativo del registro indica il segno del valore correttivo mentre i restanti bit (**"TRIMVAL"**) contengono il valore da aggiungere o sottrarre. Ad ogni valore corrispondono due impulsi di clock che vengono aggiunti o sottratti ogni minuto. Se invece si ha il bit **"OSCTRIM"** settato si ha che il valore indicato viene aggiunto o sottratto 128 volte al secondo.

Il valore da caricare in **"TRIMVAL"** deve essere calcolato e per fare ciò ci sono due metodi. Il primo consiste nel misurare la frequenza di clock riportata sul pin di uscita **"MFP"** e calcolare di quanto è spostata rispetto al valore aspettato. Il secondo metodo consiste nel verificare l'ammontare di secondi guadagnati o persi durante un periodo di tempo. Con il primo metodo, l'equazione per calcolare il valore di **"TRIMVAL"** è:

$$\text{TRIMVAL} = \frac{(F_{\text{IDEAL}} - F_{\text{MEAS}}) * 32768}{F_{\text{IDEAL}}} * 60$$

Dove **"F_{IDEAL}"** è la frequenza che ci si aspetta di misurare mentre **"F_{MEAS}"** è la frequenza realmente misurata. Per quanto riguarda il secondo metodo si deve usare le seguenti formule:

$$\text{PPM} = \frac{\text{SecDeviation}}{\text{ExpectedSec}} * 1000000$$

$$\text{TRIMVAL} = \frac{\text{PPM} * 32768 * 60}{2000000}$$

Dove **"ExpectedSec"** sono i secondi che ci si aspetta di leggere in un dato periodo, per eseguire una calibrazione accurata lavorare su lunghi periodi. Mentre **"SecDeviation"** è il numero di secondi guadagnati o persi durante il periodo.

stringa di comando seguente, sfruttando l'apposita textbox del monitor seriale e cliccare sul pulsante **"Invia"**:

```
DateSet: 12/12/2015 - SAT
```

dove **"DateSet:"** è il comando da attuare e **"12/12/2015 - SAT"** sono la data e il giorno della settimana. Il giorno della settimana è in inglese (MON, TUE, WED, THU, FRI, SAT, SUN).

Nel caso in cui il comando contenga degli errori il sistema ritornerà una stringa di avviso invitando

l'utente ad editare nuovamente il comando.

Il secondo passo prevede di configurare l'ora, quindi digitare il seguente comando:

```
TimeSet: 14:30:10
```

Dove **"TimeSet:"** è il comando da attuare e

"14:30:10" è l'orario (formato 24h) da impostare.

Se invece si vuole impostare lo stesso orario ma nel formato 12h, si deve scrivere la seguente:

```
TimeSet: 02:30:10 - PM
```

Il sistema riconosce il formato desiderato e configura di conseguenza i registri del RTCC.

Passiamo ora alla configurazione degli allarmi 0

e 1: per attivare la configurazione degli allarmi,

premere per più di due secondi il pulsante P2, anche

in questo caso LD4 lampeggerà e a monitor verrà

stampata una apposita stringa sia per l'attivazione

che disattivazione dell'impostazione degli allarmi

(Fig. 10). Come primo passo dovete configurare

la data, la maschera e la polarità dell'allarme 0 o 1.

Supponiamo di lavorare con l'allarme 0:

```
DateSetAlarm(0): 12/12/2015 - SAT - SecondsMatch - LHL
```

dove **"DateSetAlarm(0) :** è il comando di

configurazione della data per l'allarme 0. Il terzo

parametro è la maschera di confronto, che può

essere impostata per lavorare solo sui secondi,

solo sui minuti, solo sulle ore, solo sui giorni

della settimana, solo sulla data, oppure imporre il

confronto su tutti i parametri contemporaneamente.

Nel nostro esempio scegliamo che il confronto

debba avvenire solo sui secondi; gli altri

a disposizione sono **"MinutesMatch"**,

"HoursMatch", **"DayOfWeekMatch"**,

"DateMatch" e **"AllMatch"**. Il quarto parametro

serve per selezionare la polarità dell'uscita dove

"LHL" indica polarità positiva mentre **"LLL"** polarità

negativa. Il secondo passo serve per configurare l'ora:

```
TimeSetAlarm(0): 14:30:10
```

dove **"TimeSetAlarm(0) :** è il comando di

configurazione dell'ora per l'allarme 0. In questo

caso, per congruenza con la configurazione dell'ora

del RTCC il formato è 24h. Se si volesse impostare il

formato 12h, la stringa diventerebbe:

```
TimeSetAlarm(0): 02:30:10 - PM
```

Come per la configurazione del RTCC il

sistema riconosce automaticamente il formato desiderato. Va da sé che se si volesse impostare l'allarme 1 i comandi sono identici ai precedenti ma con riferimento all'allarme 1; ad esempio `DateSetAlarm(1):.....` ecc. Volendo è anche possibile resettare gli allarmi impostati, ovvero cancellare completamente la loro programmazione, disabilitandoli. Per fare ciò basta impartire il comando:

`ResetAlarm(0):` oppure `ResetAlarm(1):`

Se invece si desidera semplicemente disabilitare un allarme usare:

`DisableAlarm(0):` oppure `DisableAlarm(1):`

Per abilitarlo, il comando è:

`EnableAlarm(0):` oppure `EnableAlarm(1):`

Tutte le stringhe, sia di comando che di avviso, sono memorizzate nella memoria Flash del microcontrollore Atmel al fine di risparmiare la memoria SRAM; infatti ricordate che tutte le volte che si utilizza la funzione `"println"` con del testo da stampare questo viene caricato in SRAM, occupando spazio prezioso.

I comandi sopra indicati servono per configurare le strutture dati di cui abbiamo parlato durante la descrizione della libreria e successiva programmazione dei registri; per questo le varie programmazioni sono divise in due step, di cui è sempre il secondo che congela i dati nei registri dell'RTCC. Ad esempio, durante la configurazione di data e ora dell'RTCC (TimeKeeper) una volta ricevuti i dati corretti il sistema richiama la funzione di programmazione seguente:

`mcp79410.WriteTimeKeeping(0);`

Il parametro "0" indica che si è selezionato il formato 24h. Invece durante la configurazione degli allarmi si useranno le seguenti:

`mcp79410.WriteAlarmRegister(AlarmIndex, 0);`
`mcp79410.AlarmOnBit(1);`

La prima funzione salva i dati nei registri per l'allarme n, dipende dal valore della variabile `"AlarmIndex"`, 0 per l'allarme 0 e 1 per l'allarme 1, con formato 24h; la seconda attiva l'allarme 0. Configurando opportunamente i due allarmi

Fig. 7

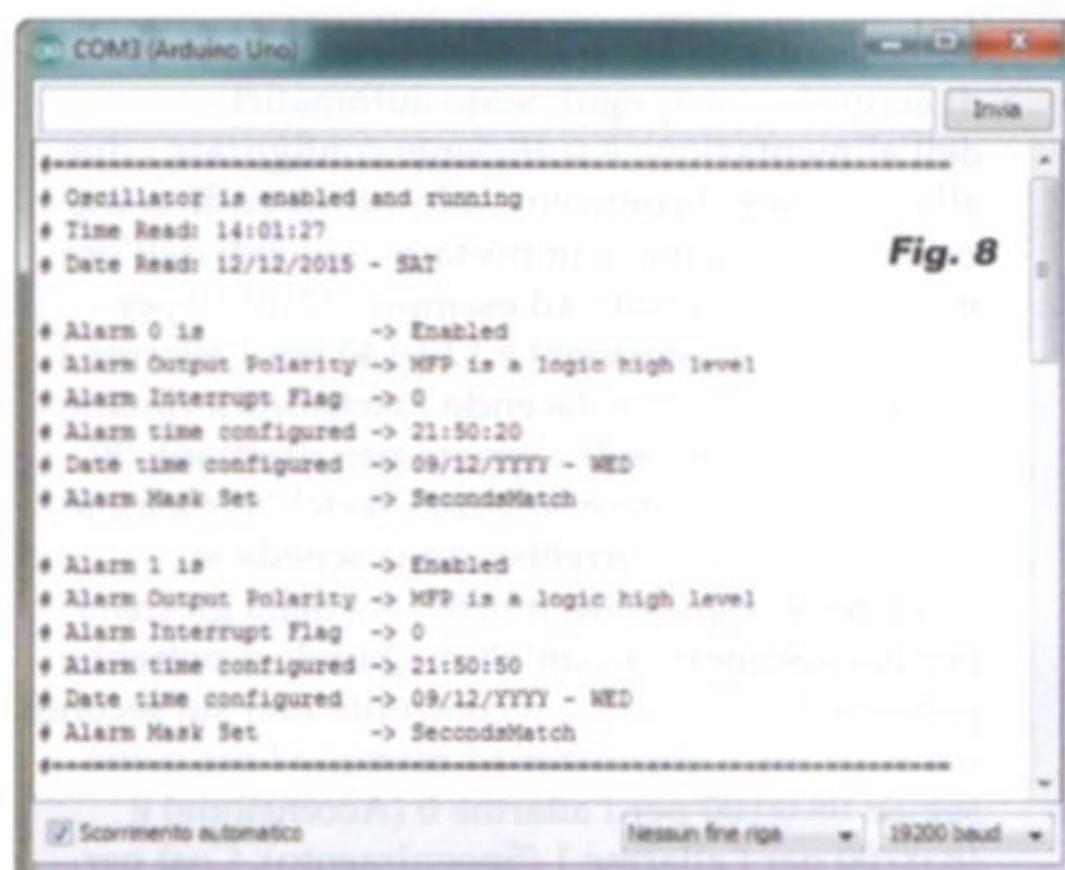
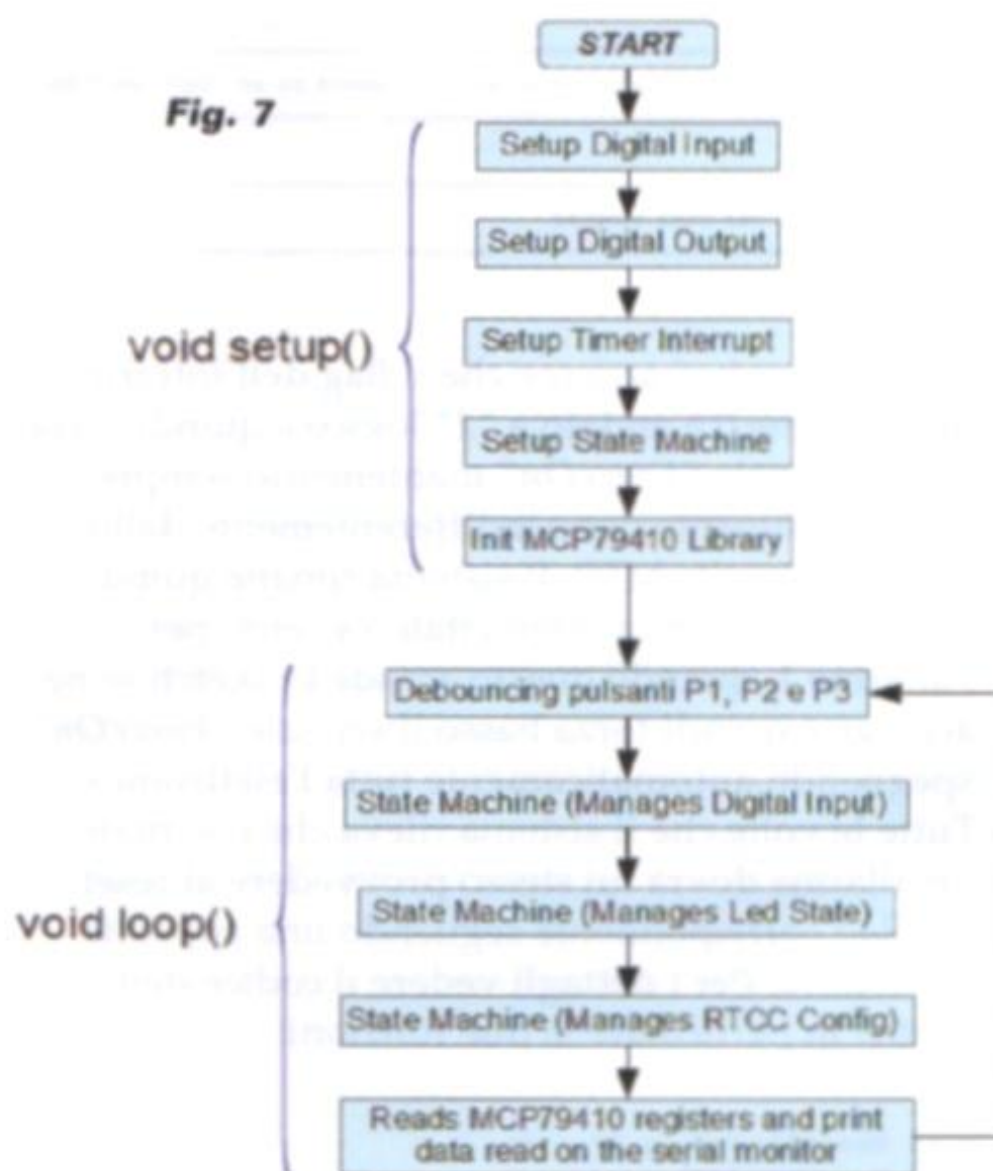


Fig. 8

si arriva ad avere una situazione di lavoro dove l'allarme 0 forza l'accensione e l'allarme 1 lo spegnimento. Chiariamo meglio quanto appena detto: una volta configurati i registri dei due allarmi si deve scollegare il cavo USB dal PC togliendo quindi alimentazione a tutta l'elettronica compreso lo shield. Poi si deve fornire alimentazione a quest'ultimo tramite il connettore microUSB assicurandosi che il jumper J1 sia in posizione 2-3. A questo punto l'elettronica a valle del MOSFET Q1 verrà alimentata solo se si attiverà l'interrupt dell'allarme 0 intervenendo sull'uscita MFP; in tal


```
=====
# TimeKeeper settings in progress. System wait a command to set date and time
=====

# TimeKeeper settings has been stopped
=====
```

Fig. 9

caso lo sketch si accorge che il flag dell'interrupt dell'allarme 0 è andato a "1" logico e quindi forza alto il segnale "ForceOn" mantenendo sempre accesa l'alimentazione indifferentemente dallo stato dell'uscita MFP. Il sistema rimane quindi in attesa che venga intercettato l'evento per l'allarme 1, quando questo accade lo sketch se ne accorge e quindi forza basso il segnale "ForceOn" spegnendo automaticamente tutta l'elettronica. Tutte le volte che il sistema rileva che è scattato un allarme dovrà lui stesso provvedere al reset del flag corrispondente seguendo una apposita procedura. Per i dettagli vedere il codice dello sketch in particolare le due funzioni:

```
void ResetAlarmFlag_0(void)
void ResetAlarmFlag_1(void)
```

Per vedere questo andamento perpetuo di accensione e spegnimento automatici dell'alimentazione è sufficiente configurare i due allarmi a fare il confronto solo sui secondi, come evidenziato prima, e impostare i secondi dell'ora in modo appropriato ad esempio: 12:10:10 per l'allarme 0 (Accensione) e 12:10:40 per l'allarme 1 (Spegnimento). Così facendo l'elettronica rimane accesa per 30 secondi e spenta per altrettanti 30. Ovviamente questo è solo uno sketch di esempio e nei casi reali si vorrebbe che la scheda si accendesse a una determinata ora della giornata per poi spegnersi ad un'altra. Quindi si potrebbe pensare di configurare il confronto non sui secondi ma sulle ore e impostare ad esempio l'ora come segue: 08:00:00 per l'allarme 0 (Accensione) e 18:00:00 per l'allarme 1 (Spegnimento). Così per tutti i giorni dell'anno si avrebbe una accensione e uno spegnimento alle ore desiderate. Le possibili combinazioni a disposizione sono veramente tante e modificando il codice dello sketch in modo opportuno si può rendere tutto più dinamico. In altre parole è il sistema a decidere quando avverrà la prossima accensione o spegnimento a seconda

dei casi; dipende solo dalla fantasia dell'utente e dal codice implementato. La nostra libreria e la nostra elettronica servono solo per darvi il giusto mezzo per realizzare le vostre più disparate applicazioni.

REALIZZAZIONE PRATICA

Spendiamo ora qualche parola sulla costruzione dello shield, che richiede un circuito stampato a doppia ramatura le cui tracce sono disponibili sul nostro sito www.elettronica.in.it. Lo shield è composto praticamente tutto da componenti SMD; fanno eccezione il portapile, gli strip maschio e femmina e i pulsanti. Per il montaggio dotatevi di un saldatore da 20W a punta molto fine, di pasta fluxante, di una pinzetta e una lente d'ingrandimento per posizionare i componenti e verificare le saldature. I primi componenti da montare sono il MOSFET Q1 e l'U1, da posizionare con i pin al centro delle rispettive piazzole e stagnare un pin per lato; seguono tutti i passivi, il fusibile e poi il quarzo e il connettore micro USB. Fatto ciò si passa al montaggio dei pulsanti e del portapila, quindi si inseriscono e si saldano i pin-strip laterali per Arduino e quello per Raspberry Pi. Per l'orientamento dei componenti polarizzati fate riferimento al piano di montaggio che trovate nelle pagine precedenti. Completate le saldature e verificate con la lente che non siano cortocircuiti, inserite la pila CR2032.

CONCLUSIONI

In queste pagine abbiamo presentato lo shield basato sull'MCP79410 e lo sketch di gestione per Arduino. Nella prossima puntata descriveremo degli sketch specifici per singole funzioni e affronteremo l'applicazione e il software per l'utilizzo dello shield con la Raspberry Pi.



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. Il prezzo si intende IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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

Fig. 10

```
=====
# Alarms settings in progress. System wait a command to set alarm 0/1
=====

# Alarms settings has been stopped
=====
```

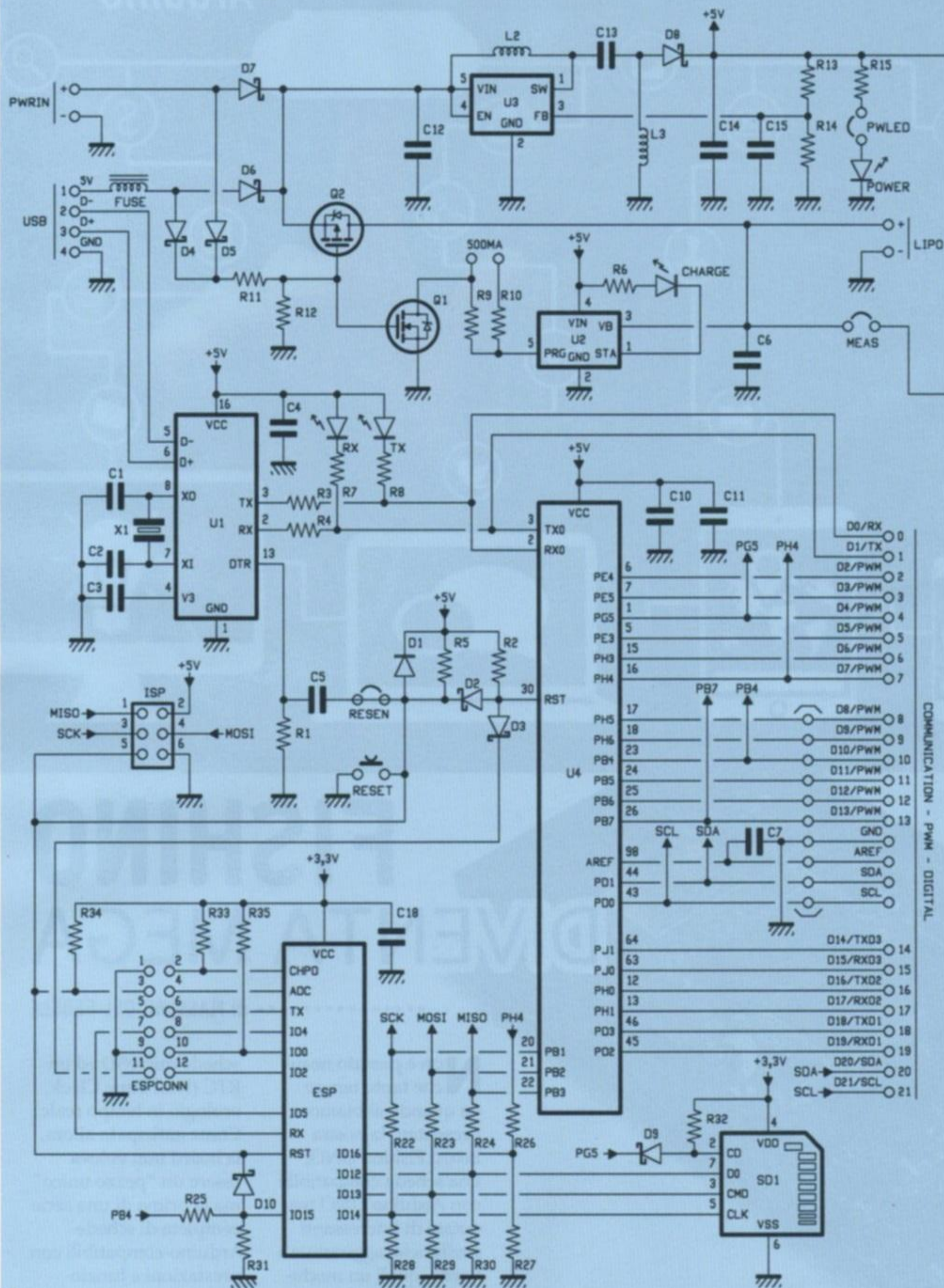



FISHINO DIVENTA MEGA

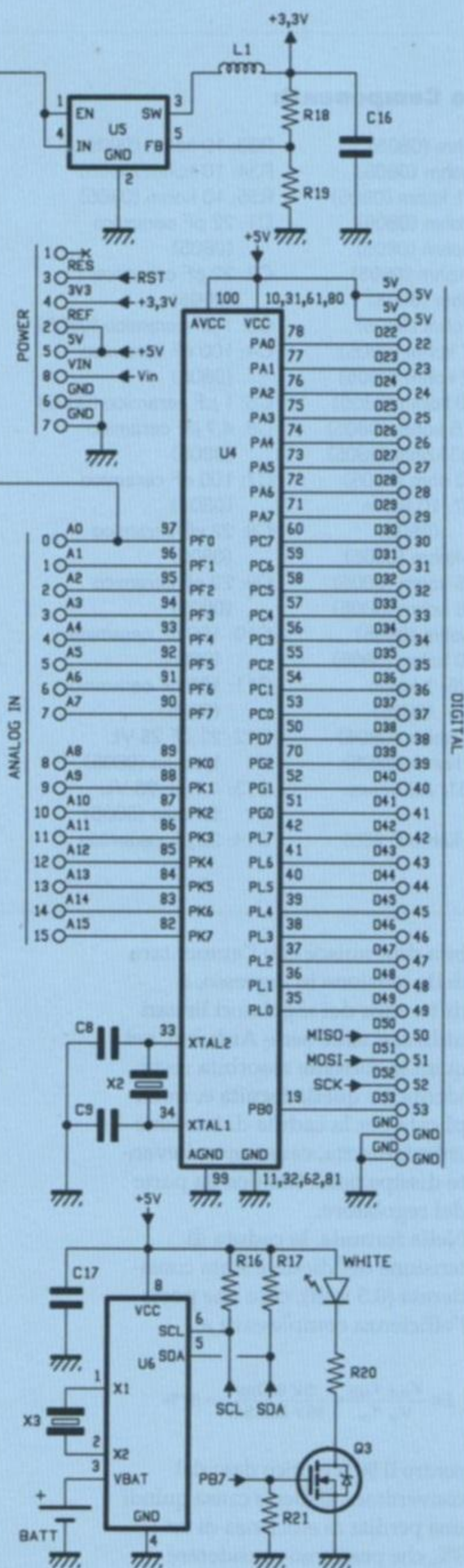
..... di MASSIMO DEL FEDELE

Non è passato neanche tanto tempo da quando abbiamo presentato la nostra board Fishino UNO, una scheda compatibile con Arduino UNO ma dotata di interessanti periferiche aggiuntive a bordo, quali un modulo WiFi, un lettore di

schede microSD ed un RTC (Real Time Clock, orologio in tempo reale). Come anticipato allora, la board non voleva essere un "pezzo unico" ma la prima di una serie completa di schede Arduino-compatibili con prestazioni e funzionalità estese, di cui si



COMMUNICATION - PWM - DIGITAL



sentiva la mancanza. In questo articolo presentiamo quindi la seconda scheda della serie: la Fishino MEGA. Si tratta di una board, compatibile con Arduino Mega, nel cui hardware abbiamo implementato una significativa novità: la possibilità di ottenere l'alimentazione a batteria.

Vediamo innanzitutto le caratteristiche complete della Fishino MEGA:

- compatibile al 100% con Arduino MEGA;
- modulo WiFi a bordo, con dotazione completa di librerie da noi sviluppate;
- lettore di microSD a bordo;
- modulo RTC a bordo;
- alimentazione switching integrale, in grado di fornire 800 mA-1A circa (complessivi tra i 3 ed i 5 volt), a partire da una tensione in ingresso che può variare da 3 a 20 volt;
- connettore per batteria LiPo a cella singola e caricabatteria a bordo;
- connettore laterale aggiuntivo per risolvere il noto bug di disallineamento della serie Arduino, che ne rende impossibile l'utilizzo con schede millefori e breadboard.

SCHEMA ELETTRICO

Il "pezzo forte" di questa nuova scheda è la sezione di alimentazione, che ha richiesto un lungo tempo di sviluppo ed ha anche portato alla realizzazione di un alimentatore multiuso separato la cui descrizione è iniziata in Marzo e si conclude in questo stesso fascicolo: il Torpedo. Per una descrizione dettagliata del convertitore SEPIC utilizzato rimandiamo quindi al relativo articolo, mentre qui ci limiteremo a farne una descrizione sommaria e ad analizzare la circuiteria di contorno in dettaglio. Iniziamo dagli ingressi di alimen-

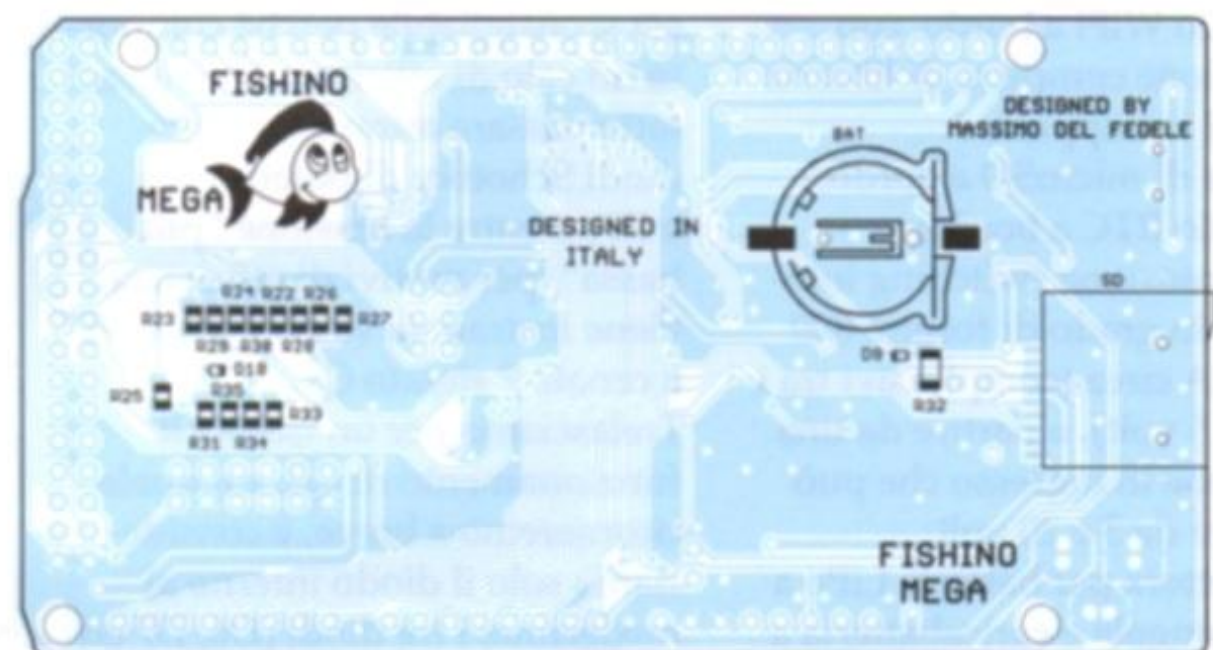
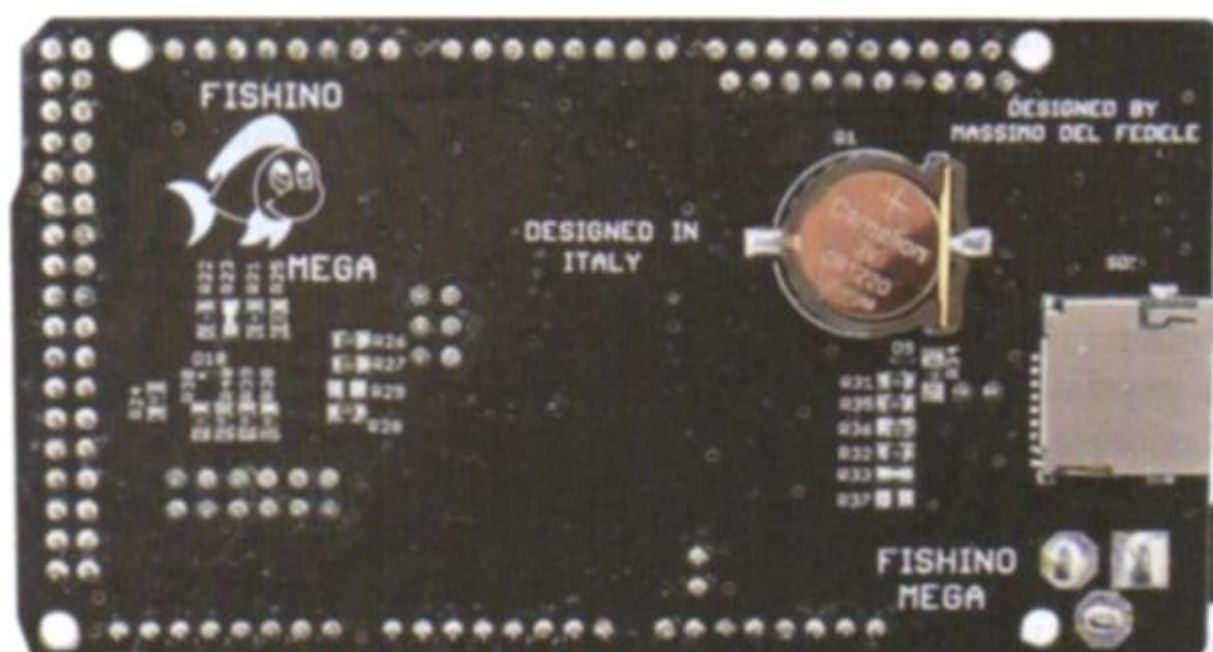
tazione, che portano tre tensioni:

- VLiPo, che fa capo al connettore per la batteria ricaricabile ai polimeri di litio (LiPo);
- VUSB, che fa capo al connettore microUSB;
- VIN, che fa capo al plug di alimentazione PWRIN.

Le due tensioni solitamente più elevate, ossia VUSB e VIN (in realtà al connettore PWRIN possiamo applicare una tensione minore, fino a 3,2 volt, sebbene sia sconsigliabile perché comporta un calo di efficienza), vengono fatte passare attraverso i due diodi Schottky di potenza D6 e D7, mentre la tensione "più bassa", per motivi di efficienza, viene instradata verso il MOSFET a canale P siglato Q2.

Tralasciamo per un istante il funzionamento di Q2, sul quale ritorneremo a breve, e consideriamo solo il diodo interno al medesimo; i tre diodi (D6, D7 ed il diodo interno al MOSFET) realizzano una porta OR di potenza, la quale permette di ottenere in uscita la tensione maggiore tra quelle presenti agli ingressi; supponiamo ad esempio di avere solo la tensione VLiPo, di circa 3,7V: in questo caso il diodo interno al MOSFET risulta polarizzato direttamente portando verso il convertitore la medesima tensione, che non può ritornare verso gli altri due ingressi a causa della presenza dei diodi D6 e D7 polarizzati inversamente.

Ora, se colleghiamo il connettore microUSB, la tensione VUSB di 5 volt polarizza direttamente il diodo D6 e raggiunge il convertitore mentre il diodo interno al MOSFET si trova con una tensione di 4 volt all'anodo e di 5 volt al catodo e risulta quindi polarizzato inversamente, interdicendosi. Se, infine, alimentiamo anche l'ingresso PWRIN con una



Elenco Componenti:

R1: 1 kohm (0805)	R33: 10 kohm (0805)
R2: 10 kohm (0805)	R34: 10 kohm (0805)
R3, R4: 1 kohm (0805)	R35: 10 kohm (0805)
R5: 10 kohm (0805)	C1: 22 pF ceramico (0805)
R6: 470 ohm (0805)	C2: 22 pF ceramico (0805)
R7: 2,4 kohm (0805)	C3: 1 µF ceramico (0805)
R8: 1 kohm (0805)	C4: 100 nF ceramico (0805)
R9: 10 kohm (0805)	C5: 1 µF ceramico (0805)
R10: 2,7 kohm (0805)	C6: 4,7 µF ceramico (0805)
R11: 2,2 kohm (0805)	C7: 100 nF ceramico (0805)
R12: 220 kohm (0805)	C8: 22 pF ceramico (0805)
R13: 97,6 kohm (0805)	C9: 22 pF ceramico (0805)
R14: 13,3 kohm (0805)	C10: 100 nF ceramico (0805)
R15: 470 ohm (0805)	C11: 100 nF ceramico (0805)
R16, R17: 10 kohm (0805)	C12: 22 µF 25 VL tantalio (0805)
R17: 10 kohm (0805)	C13: 4,7 µF 25 VL tantalio (0805)
R18: 475 kohm (0805)	C14: 22 µF ceramico
R19: 105 kohm (0805)	
R20: 1 kohm (0805)	
R21: 220 kohm (0805)	
R22+R25: 1 kohm (0805)	
R26: 3,3 kohm (0805)	
R27: 10 kohm (0805)	
R28+R31: 3,3 kohm (0805)	
R32: 10 kohm (1206)	

tensione superiore ai 5 volt, ad esempio di 15 volt, il diodo D7 risulterà polarizzato direttamente, portando la tensione VIN al convertitore, mentre i diodi D6 e quello interno al MOSFET verranno polarizzati inversamente interdicendosi.

Abbiamo quindi ottenuto lo scopo prefissato, ovvero una commutazione totalmente automatica della sorgente di alimentazione. Torniamo ora al MOSFET inserito sulla linea positiva del connettore LiPo; apparentemente si tratta di un componente superfluo, essendo sufficiente il suo diodo interno per realizzare la commutazione; purtroppo i diodi, anche gli Schottky, hanno una caduta di tensione ai loro capi, che, per quanto piccola sia, causa perdite di potenza tali da risulta-

re rilevanti ad alte correnti. Facciamo un esempio pratico: supponiamo che l'utilizzatore (dopo il convertitore di cui parleremo in seguito) assorba 800 mA a 5 volt di tensione e che il convertitore abbia un'ottima efficienza (il 90% circa) cosa vicina a quella reale del nostro circuito. Ipotizziamo altresì che i diodi Schottky presentino una caduta di tensione di circa 0,5 volt. Alimentando il tutto attraverso il plug PWRIN con una tensione di 15 volt, otterremo un assorbimento di corrente pari a:

$$I_{in} = 800 \text{ mA} \cdot \frac{5 \text{ V}}{90\% \cdot (15 \text{ V} - 0,5 \text{ V})} = 306,5 \text{ mA}$$

Da subito si nota il grosso vantaggio di utilizzare un alimentatore switching: la corrente assor-

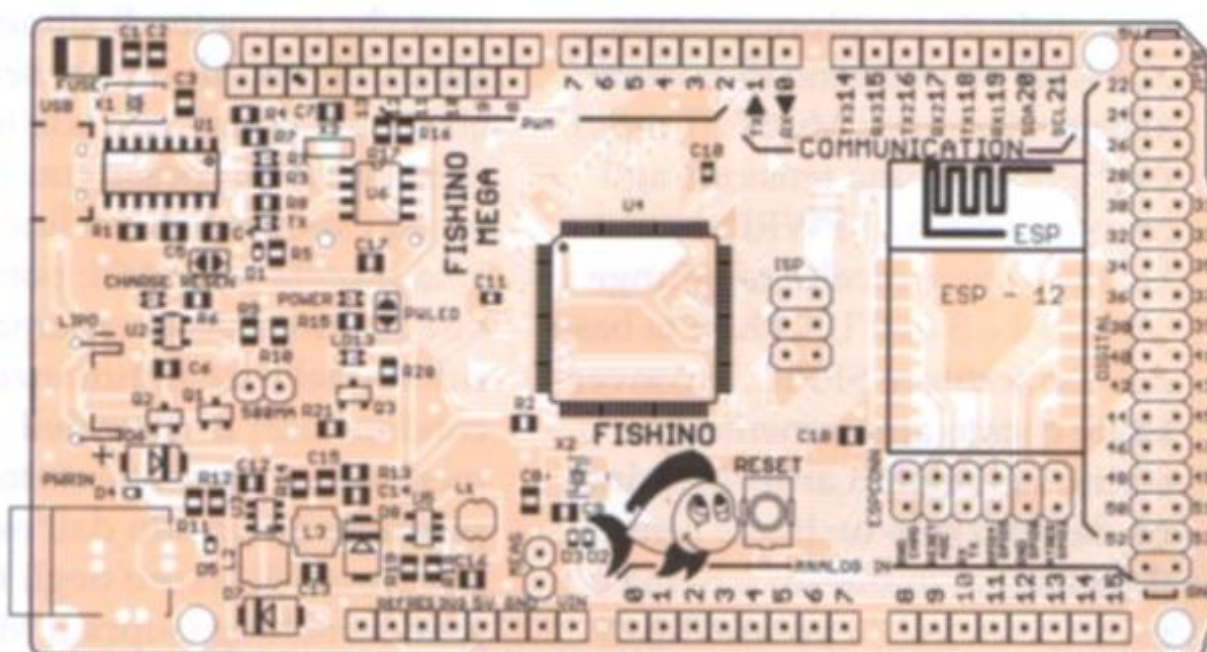
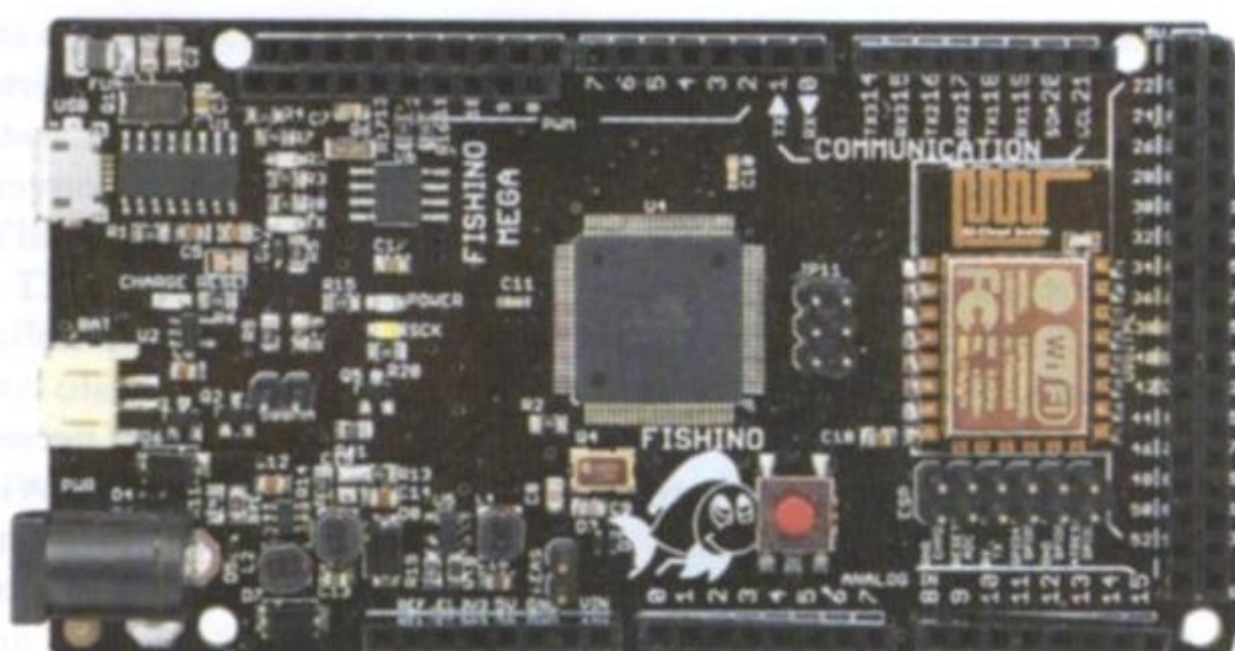
bita diminuisce con l'aumentare della tensione in ingresso, a differenza dei regolatori lineari utilizzati sulla serie Arduino, nei quali la corrente assorbita resta identica a quella fornita e, moltiplicata per la caduta di tensione entrata-uscita, causa una rilevante dissipazione termica da parte del regolatore.

Nella formula, la caduta di tensione del diodo è stata considerata (0,5 volt), cosa che porta l'efficienza complessiva a:

$$E = \frac{V_{out} \cdot I_{out}}{V_{in} \cdot I_{in}} = \frac{5 \text{ V} \cdot 800 \text{ mA}}{15 \text{ V} \cdot 306,5 \text{ mA}} = 87\%$$

contro il 90% teorico dato dal convertitore. Il diodo causa quindi una perdita di efficienza di un 3%, che possiamo considerare trascurabile. Dalla formula si nota

(0805)	ESP: Modulo ESP8266
C15: 100 pF ceramico	X1: Quarzo 12 MHz
(0805)	X2: Quarzo 16 MHz
C16: 10 µF ceramico	X3: Quarzo 32.768 kHz
(0805)	L1: 2,2 µH
C17: 100 nF ceramico	L2: 6,8 µH
(0805)	L3: 6,8 µH
C18: 1 µF ceramico (0805)	BAT: Porta Batteria
CHARGE: LED rosso	CR1220 da CS
(0805)	FUSE: 500mA (1210)
WHITE: LED bianco (0805)	RESET: Microswitch
RX: LED giallo (0805)	SD: Connettore micro-SD
TX: LED blu (0805)	USB: Connettore
POWER: LED verde (0805)	micro-USB
D1÷D5: RB521S-30TE61	
D6÷D8: SS34	Varie:
D9: RB521S-30TE61	- Plug alimentazione
D10: RB521S-30TE61	- Connettore JST 2 vie
Q1: 2N7002	passo 2 mm
Q2: NTR4171P	- Strip maschio 2x3 vie
Q3: 2N7002	- Strip maschio 2 vie (2 pz.)
U1: CH340G	- Strip femmina 8 vie (5 pz.)
U2: MCP73831T-2	- Strip femmina 10 vie
U3: SX1308	(2 pz.)
U4: ATMEGA2560-16AU	- Strip femmina 2x18 vie
(MF1257)	- Batteria CR1220
U5: LC3406	- Circuito stampato
U6: DS1307Z+	S1257



che l'incidenza della caduta sul diodo aumenta col diminuire della tensione in ingresso, il che è logico perché lo switching trasferisce la potenza convertendone tensione e corrente: crescendo la tensione cala la corrente e viceversa. Facciamo ora lo stesso calcolo utilizzando una tensione in ingresso di 3,6 volt (un valore prossimo a quello della batteria LiPo):

$$I_{LiPo} = 800 \text{ mA} \cdot \frac{5 \text{ V}}{90\% \cdot (3,6 \text{ V} - 0,5 \text{ V})} = 1433,7 \text{ mA}$$

Vediamo innanzitutto che per poter ottenere 800 mA in uscita dobbiamo prelevare dall'ingresso ben 1.433,7 mA; l'efficienza reale diventa quindi:

$$E = \frac{V_{OUT} \cdot I_{OUT}}{V_{LiPo} \cdot I_{LiPo}} = \frac{5 \text{ V} \cdot 800 \text{ mA}}{3,6 \text{ V} \cdot 1433,7 \text{ mA}} = 77,5\%$$

In questo caso la caduta di tensione sul diodo ha portato ad una perdita di efficienza di ben il 12,5%, proprio dove servirebbe invece un'efficienza maggiore, visto che alimentiamo la scheda a batteria.

Oltretutto, una caduta di 0,5 volt sul diodo con una corrente di 1,4 ampere corrisponde ad una potenza dissipata di 0,7 W, che su un componente di piccole dimensioni porta ad un notevole incremento di temperatura.

Il MOSFET, per contro, non ha una caduta fissa ai suoi capi ma presenta, in conduzione, una resistenza che dipende dal componente utilizzato; nel nostro caso vale al massimo 100 milliohm.

Il calcolo si complica un pochino:

$$I_{LiPo} \cdot (V_{LiPo} - I_{LiPo} \cdot R_{DS(ON)}) \cdot 90\% = V_O \cdot I_O$$

che è un'espressione di secondo grado in I_{LiPo} ; inserendo i valori e risolvendola, si ottiene:

$$I_{LiPo} = 1280 \text{ mA}$$

Una corrente ben inferiore ai 1.433,7 mA del caso precedente. In tali condizioni l'efficienza diventa:

$$E = \frac{V_{OUT} \cdot I_{OUT}}{V_{LiPo} \cdot I_{LiPo}} = \frac{5 \text{ V} \cdot 800 \text{ mA}}{3,6 \text{ V} \cdot 1280 \text{ mA}} = 86,8\%$$

Quindi il MOSFET causa una perdita di solo il 3,2% contro il 12% del diodo.

Stabilita l'utilità del MOSFET, resta da trovare il modo per portarlo in conduzione quando serve. Essendo un canale P, per ottenere ciò occorre polarizzarne

il gate con una tensione negativa rispetto al source; trattandosi di un MOSFET a bassa tensione di gate, per ottenere la resistenza di conduzione richiesta (R_{dsON} inferiore ai 100 mΩ) sono sufficienti circa 2,5 volt. A questo provvede la resistenza R12, che polarizza negativamente il gate. Per contro i diodi Schottky per piccoli segnali D4 e D5, uniti alla resistenza R11 (quest'ultima per evitare che sul gate arrivi una tensione superiore a quella ammissibile, fungendo da partitore insieme alla R12) si occupano di portare all'interdizione il MOSFET quando è presente una tensione agli ingressi USB e/o PWRIN.

La tensione prescelta raggiunge i piedini 4 e 5 dell'U3, che è la base del convertitore SEPIC. Il convertitore è stato ampiamente descritto nei relativi articoli, quindi ne daremo solo un breve cenno; il vantaggio di questo schema è principalmente la possibilità di ottenere in uscita una tensione sia inferiore che superiore a quella in ingresso, unendo così i vantaggi di un convertitore Buck e di un Boost, ma utilizzando un solo integrato switching.

La tensione in uscita è regolata dal partitore costituito da R13 ed R14, che forniscono una tensione di riferimento di 0,6 volt all'ingresso FB dell'integrato quando in uscita sono presenti 5 volt. All'uscita del convertitore SEPIC troviamo quindi una tensione continua di 5 volt. Il LED verde POWER funge da spia di accensione ed è disattivabile tagliando il ponticello SMD PWLED, in modo da ridurre i consumi all'osso se si vuole alimentare il Fishino MEGA a batteria, cosa che ci era stata richiesta dagli utenti di Fishino UNO.

La tensione di 5 volt in uscita dal SEPIC entra in un ulteriore convertitore switching, questa

volta un semplice Buck (o step-down, abbassatore) converter che, per motivi di efficienza, è stato realizzato tramite un convertitore sincrono, ovvero dotato all'interno di un secondo MOSFET al posto del diodo Schottky utilizzato normalmente. Da questo convertitore escono i 3,3 volt necessari ad alimentare il modulo WiFi ed il lettore di microSD; come anticipato, la corrente disponibile si aggira sugli 800 mA - 1 ampere complessivi tra i 5 volt ed i 3 volt, cosa che permette di alimentare parecchi moduli esterni senza che l'alimentazione vada in crisi come succede spesso con Arduino ed i suoi regolatori lineari. Una piccola parentesi: potrete notare la dimensione estremamente ridotta delle tre induttanze e dei condensatori di filtro dell'alimentazione; questo è stato reso possibile da un lato dall'elevata frequenza di lavoro degli integrati switching (sopra il MHz) e dall'altro dalla disponibilità di condensatori ceramici ad alta capacità.

Stadio carica batteria

Il cuore di questo stadio è l'integrato U2, un ben noto MCP73831, che contiene all'interno tutti i circuiti necessari alla carica ed al mantenimento della stessa di una batteria ai polimeri di litio a cella singola. L'integrato viene alimentato tramite una tensione a 5 volt applicata al piedino VIN, mentre la batteria da caricare viene connessa al piedino VBAT disaccoppiandola con un condensatore ceramico da 4,7 μF, che garantisce la stabilità dell'integrato. Il chip integra un sistema per rilevare la presenza della batteria, sistema a dire il vero piuttosto critico che a volte ne segnala la presenza anche quando non è connessa, in particolar modo a basse tensioni di alimentazione

della Fishino MEGA, ma ciò non ne inficia il funzionamento; l'unico inconveniente è l'illuminazione del LED di carica in quei casi. Il piedino PROG viene utilizzato per impostare la corrente di carica, che nel nostro circuito può essere scelta tra due valori: circa 100 mA con il ponticello siglato 500 MA aperto (viene inserita la sola resistenza R9 da 10 kohm) oppure circa 500 mA con il ponticello chiuso, il che corrisponde a inserire in parallelo alla R9 la R10 da 2,7 kohm. La formula per impostare la corrente di carica, nel caso si ritenesse necessario modificarla, è la seguente:

$$I_{reg} = \frac{1000}{R_{PROG}}$$

dove RPROG è la resistenza applicata al piedino PROG, in KOhm, ed IREG è la corrente di carica, in mA. Lo stesso piedino PROG se connesso al positivo dell'alimentazione o se lasciato fluttuante (disconnesso) serve a disabilitare la carica, disattivando i circuiti interni dell'integrato e riducendone il consumo praticamente a zero; questo viene utilizzato nel nostro schema inserendo il MOSFET Q1, un comune 2N7002 a canale N che, quando il gate risulta polarizzato negativamente, scollega di fatto le 2 resistenze di programmazione rendendo l'ingresso PROG fluttuante.

Il MOSFET è pilotato dallo stesso segnale utilizzato per pilotare l'interruttore della batteria Q2, anche se in modalità inversa: una tensione agli ingressi VUSB o VIN lo porta in conduzione attivando la carica, mentre in assenza (quando il circuito risulta alimentato dalla sola batteria) il MOSFET viene interdetto e la carica disattivata.

Per concludere la descrizione,

si noti il jumper siglato MEAS (measure, misura) che permette di collegare l'ingresso analogico ADC0 del controller alla batteria per eseguire il controllo dello stato della carica.

Interfaccia USB

L'interfaccia USB è la medesima utilizzata per il Fishino UNO, quindi ci limiteremo ad un piccolo accenno, rimandando al succitato articolo per una descrizione approfondita. Lo stadio gravita attorno all'ormai noto CH340G, un'alternativa estremamente valida al più noto FT232 o ad altre soluzioni con microcontrollori; il chip è stato scelto sia per motivi di economicità che di semplicità circuitale, a parità di prestazioni. L'integrato fornisce in uscita tutti i segnali di un'interfaccia RS232 standard, dei quali utilizziamo solo quelli di trasmissione/ricezione dati (Rx e Tx) ed il segnale DTR utilizzato per il reset automatico in fase di programmazione, come nell'Arduino originale, cosa che permette il caricamento degli sketch senza dover premere pulsanti o azionare interruttori. Torneremo in seguito sulla circuiteria di Reset perchè rispetto all'originale è stata modificata in modo da permettere in futuro la riprogrammazione dell'ATmega via WiFi.

ATmega 2560

In questa sezione lo schema di Fishino MEGA non si discosta da quello di Arduino MEGA; il controller è il medesimo, corredato dall'usuale quarzo a 16 MHz, dai 2 condensatori sul circuito oscillante e da un certo numero di condensatori di disaccoppiamento sulle linee di alimentazione, necessari per evitare che disturbi sulle linee di alimentazione possano influenzare il funzionamento del chip. Una

nota sui connettori di I/O: come si può notare dalle immagini è stato aggiunto un piccolo connettore a 10 pins affiancato a quello standard ma leggermente sfalsato in modo da poter utilizzare una scheda preforata standard per gli shields, risolvendo quindi l'annoso problema del passo errato dei connettori di Arduino senza peraltro inficiarne la compatibilità con gli shields esistenti.

Interfaccia SPI

Adattatori di livello

Anche questa sezione risulta praticamente identica a quella già vista nel Fishino UNO; serve ad adattare i livelli delle logiche a 5 volt dell'ATMEGA con quelle a 3.3 volt del modulo WiFi e della scheda microSD. L'adattamento viene realizzato semplicemente tramite partitori resistivi (resistenze da R22 a R31) nella direzione 5V -> 3.3V, mentre nella direzione inversa viene sfruttato il fatto che le logiche a 5 volt accettano come segnali alti valori ben inferiori a 3 volt, risultando quindi compatibili con le logiche a 3.3 volt. Il segnale MISO (Master In Slave Out) in teoria non richiederebbe un adattamento, visto che la direzione va dalla logica a 3.3 volt verso quella a 5 volt; l'abbiamo inserito comunque in previsione della futura estensione del firmware del modulo WiFi che permetterà il caricamento degli sketch attraverso il medesimo, cosa che richiede uno scambio di ruoli, diventando in quel caso il modulo WiFi il master e l'ATmega lo slave.

Interfaccia scheda microSD

L'interfaccia è la medesima che abbiamo descritto nel Fishino UNO, e rispecchia lo shield SD (o analoghi combinati); funziona attraverso le linee SPI tra cui

Librerie disponibili

Attualmente sono state realizzate due librerie per la gestione del Fishino, di seguito descritte.

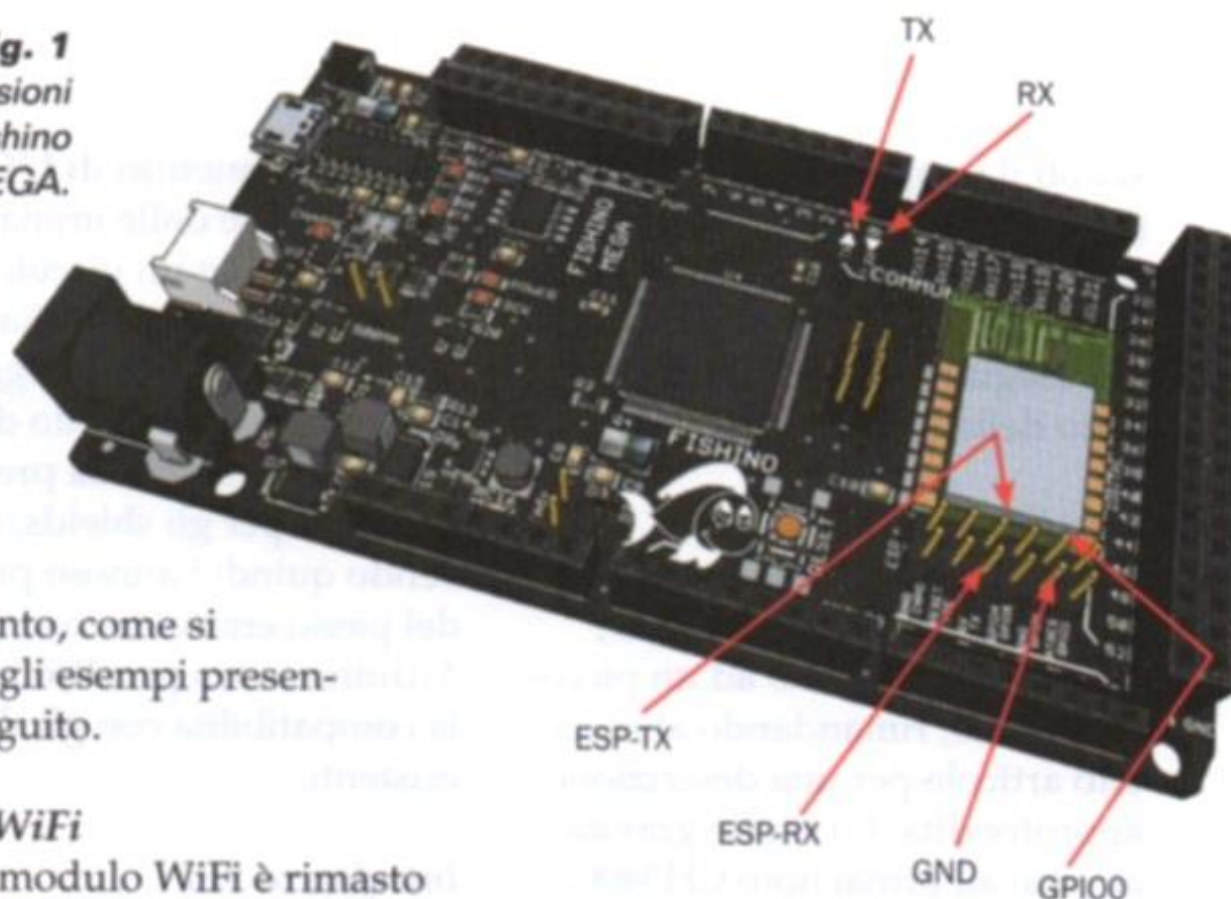
- **Libreria Fishino:** è l'esatto equivalente della libreria Ethernet o WiFi di Arduino. In questa libreria vengono definite le classi FishinoClass (gestione a basso livello, analoga alla EthernetClass o WiFiClass di Arduino), e le rispettive classi FishinoClient (l'analogo della EthernetClient e WiFiClient), FishinoSecureClient (non presente nelle librerie originali, permette connessioni a server sicuri SSL/HTTPS) e FishinoServer (EthernetServer e WiFiServer). Queste classi sono utilizzate in modo pressochè identico alle originali, quindi negli sketch esistenti che utilizzano l'Ethernet o il WiFi basta cambiare il tipo delle varie variabili per ottenerne il funzionamento con il WiFi di Fishino. Le uniche (leggere) differenze sono sull'inizializzazione, essendo il modulo WiFi di Fishino dotato di caratteristiche aggiuntive rispetto al WiFi originale.
- **Libreria FishinoWebServer:** è il porting su Fishino della nota TinyWebServer; consente la creazione di un completo server web sulla scheda. È stata inoltre inserita la libreria Flash nel pacchetto di download visto che è utilizzata dalla FishinoWebServer per spostare le costanti nella memoria Flash liberando così la poca RAM a disposizione. Questa libreria è comunque reperibile in rete, ma l'abbiamo allegata per comodità d'uso. Le rimanenti librerie necessarie sono già disponibili nei vari download dell'IDE di Arduino; sono in particolare necessarie la SD (per la gestione delle schede MicroSD) e la RTClib per la gestione del modulo RTC con il DS1307, ed altre librerie di sistema. Le librerie sono in continuo sviluppo e presto verranno corredate di funzionalità aggiuntive; è già stata recentemente implementata la gestione degli I/O digitali aggiuntivi presenti sul connettore ESPCONN, mentre è prevista a breve la gestione della seriale, dell'input analogico e delle uscite PWM sempre sul connettore ESPCONN.

Nel pacchetto di download sono presenti altre librerie, utilizzate per lo più nelle demo che sono state sviluppate e/o verranno sviluppate in seguito; consigliamo di installare tutto il contenuto nell'apposita cartella di Arduino.

MOSI (dati dall'ATmega verso la SD, Master Out Slave In), MISO (dati dalla SD all'ATmega, Master In Slave Out) e SCK (clock). I valori verso la scheda SD sono ovviamente ridotti dagli adattatori di livello di cui al paragrafo precedente.

La selezione della scheda avviene tramite la linea SDCS, attiva a livello basso. In questo caso l'adattamento di livello viene effettuato tramite una resistenza (R23) verso il positivo e un diodo (D9), che permette il solo passaggio delle sole correnti negative. Lo schema scelto consente di avere la scheda in standby quando il segnale SDCS (connesso al pin digitale 4 del Fishino MEGA) non è utilizzato; col pin in modalità threestate (ovvero ad alta impedenza) il diodo non conduce e sull'ingresso SDCS è presente un valore alto che disattiva la scheda. L'interfaccia è totalmente compatibile con gli shield di Arduino, quindi utilizza le stesse librerie esistenti per il suo fun-

Fig. 1
Connessioni
della Fishino
MEGA.



zionamento, come si vedrà negli esempi presentati in seguito.

Sezione WiFi

Anche il modulo WiFi è rimasto invariato rispetto a quello della scheda Fishino UNO; rimandiamo perciò all'articolo, pubblicato nel fascicolo n° 199, dove è stato descritto in maniera esauriente. Riportiamo quindi solo alcune note importanti, ovvero il tipo di comunicazione con l'atmega, realizzata tramite interfaccia SPI grazie ad un firmware da noi appositamente sviluppato, ed alcuni accorgimenti circuitali quali il diodo D10 utilizzato per forzare a livello basso il pin GPIO15 del

modulo al reset, senza il quale il modulo stesso si avvierebbe nella modalità "caricamento da SD" che lo renderebbe inutilizzabile. Questo risulta necessario poichè la linea GPIO15 ha anche funzione di Slave Select (SS) del modulo e non può quindi essere collegata direttamente a massa. Tutti i pin utili del modulo sono portati su un connettore (ESPCONN) come riportato qui di seguito.

- GPIO0: oltre ad essere utilizzabile come input/output digitale, serve per selezionare la modalità d'avvio al boot del modulo. Quest'ultimo può infatti essere avviato da Flash interna (funzionamento normale, GPIO0 a 1) o da interfaccia seriale, utilizzato per la riprogrammazione del firmware (GPIO0 a 0).
- GPIO2, GPIO4 e GPIO5 sono disponibili per l'uso come pin digitali, e sono sfruttabili tramite le apposite funzioni di libreria come fossero estensioni dei pin digitali di Arduino. Rx e Tx costituiscono la porta seriale hardware del modulo e sono utilizzati anche in fase di programmazione del firmware. Una prossima estensione del firmware ne permetterà l'uso come porta seriale aggiunti-



Silica apre la strada all'IoT

Il nome è già un programma: Visible Things, ossia "cose visibili" (ad evidenziare la possibilità di creare applicazioni concrete) è la piattaforma per lo sviluppo di sistemi e applicazioni IoT di Silica (www.avnetmemec-silica.com), che offre risorse hardware e software integrate per collegare sensori intelligenti e dispositivi embedded direttamente alle applicazioni cloud tramite funzioni di connettività a corto raggio verso unità gateway e connessioni WiFi, 3G e 4G. Supporta anche le reti IoT in tecnologia SIGFOX e LoRaWAN. Il produttore offre già tre starter kit basati su microcontrollori ARM Cortex.

va che consentirà a Fishino MEGA di avere un'ulteriore porta seriale.

- CH_PD è il pin di abilitazione del modulo. Portandolo a livello alto il modulo risulta abilitato (impostazione predefinita), mentre un livello basso mette in standby l'ESP riducendone i consumi praticamente a zero.
- RESET è il reset hardware dell'ESP, attivo a livello basso.
- ADC è l'ingresso analogico dell'ESP, diretto verso un convertitore A/D da 10 bit (1.024 valori possibili).

Circuitaria di RESET

La sezione di reset della Fishino MEGA è uguale a quella della Fishino UNO che già conoscerete; come accennato in precedenza, risulta più complicata di quella dell'Arduino MEGA per i seguenti motivi:

- occorre resettare sia l'Atmega che l'ESP alla pressione del tasto di reset, all'avvio e alla richiesta di programmazione da parte dell'IDE.
- per poter eseguire la programmazione dell'Atmega tramite WiFi, il modulo ESP dev'essere in grado di resettare l'Atmega stesso senza a sua volta autoresettarsi.

Iniziamo dal segnale DTR che esce dall'interfaccia USB/Seriale (U1/CH340G); questo, come anticipato, viene posto a livello basso quando la porta seriale viene aperta. Attraverso il condensatore C5 (1 μ F ceramico, contro i 100 nF dell'originale per allungare l'impulso di reset) viene generato un breve impulso che, passato attraverso il jumper SMD RESEN (tagliando il quale è possibile disattivare l'autoreset), raggiunge la linea di "reset esterno", alla quale sono connessi

anche il pulsante di reset ed il pin 5 sul connettore di programmazione (ICSP).

A differenza del circuito originale, nelle schede Fishino è inserito un diodo (D2) tra la linea di RESET ed il pin dell'Atmega. Lo scopo di questo diodo (e del diodo D3 che vedremo in seguito) è di poter resettare solo l'Atmega, senza peraltro veicolare il segnale anche all'ESP.

In sintesi:

- premendo il pulsante RESET, o connettendo la seriale, l'impulso di reset raggiunge sia l'Atmega (attraverso D2) che l'ESP (direttamente), resettandoli entrambi;
- un segnale sulla linea ATRES-ESP, generato dall'ESP (nel caso si sia abilitata la riprogrammazione attraverso il WiFi) raggiunge attraverso D3 la linea di reset dell'Atmega ma, a causa di D2, non può propagarsi all'ESP stesso.

Tramite questo sistema abbiamo quindi dato la possibilità al mo-

dulo WiFi di controllare la linea di reset dell'Atmega che, unitamente all'interfaccia SPI, ne permette la riprogrammazione senza nemmeno la necessità di un bootloader precaricato. In pratica, una volta completato lo sviluppo nel firmware, sarà possibile non solo riprogrammare via WiFi l'Atmega, ma farlo utilizzando anche lo spazio normalmente riservato al bootloader.

Modulo RTC

Concludiamo lo schema elettrico con il modulo RTC (Real Time Clock), costituito da un classico DS1307 della Maxim, un quarzo a 32 kHz, una batteria di backup e un paio di resistenze sulla linea PC. Lo schema è quanto di più classico esista ed è completamente compatibile con le librerie di Arduino esistenti; tutte le funzioni sono gestite tramite linea I2C (SDA/SCL).

DRIVER USB

Fishino MEGA utilizza un convertitore USB/Seriale del tipo

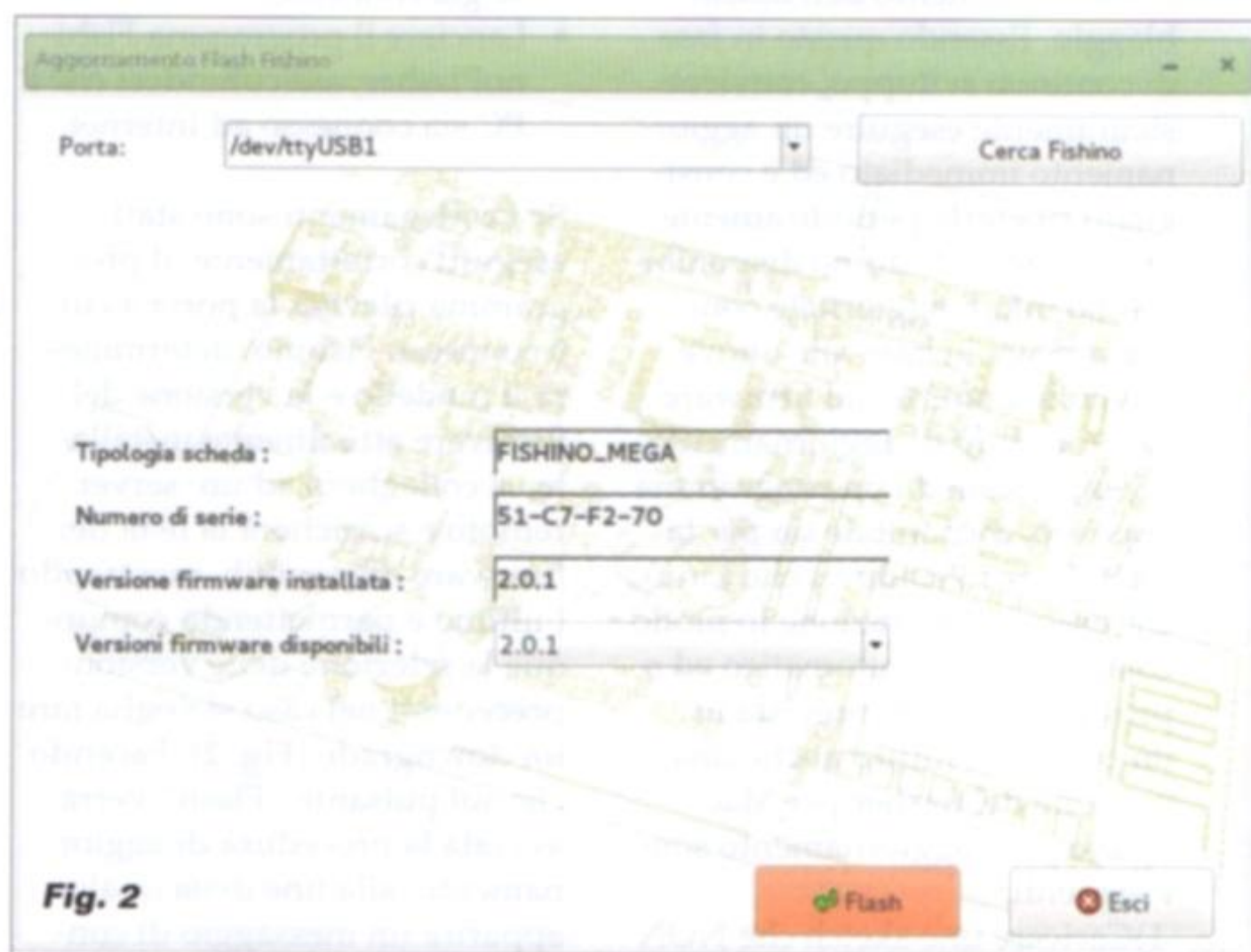
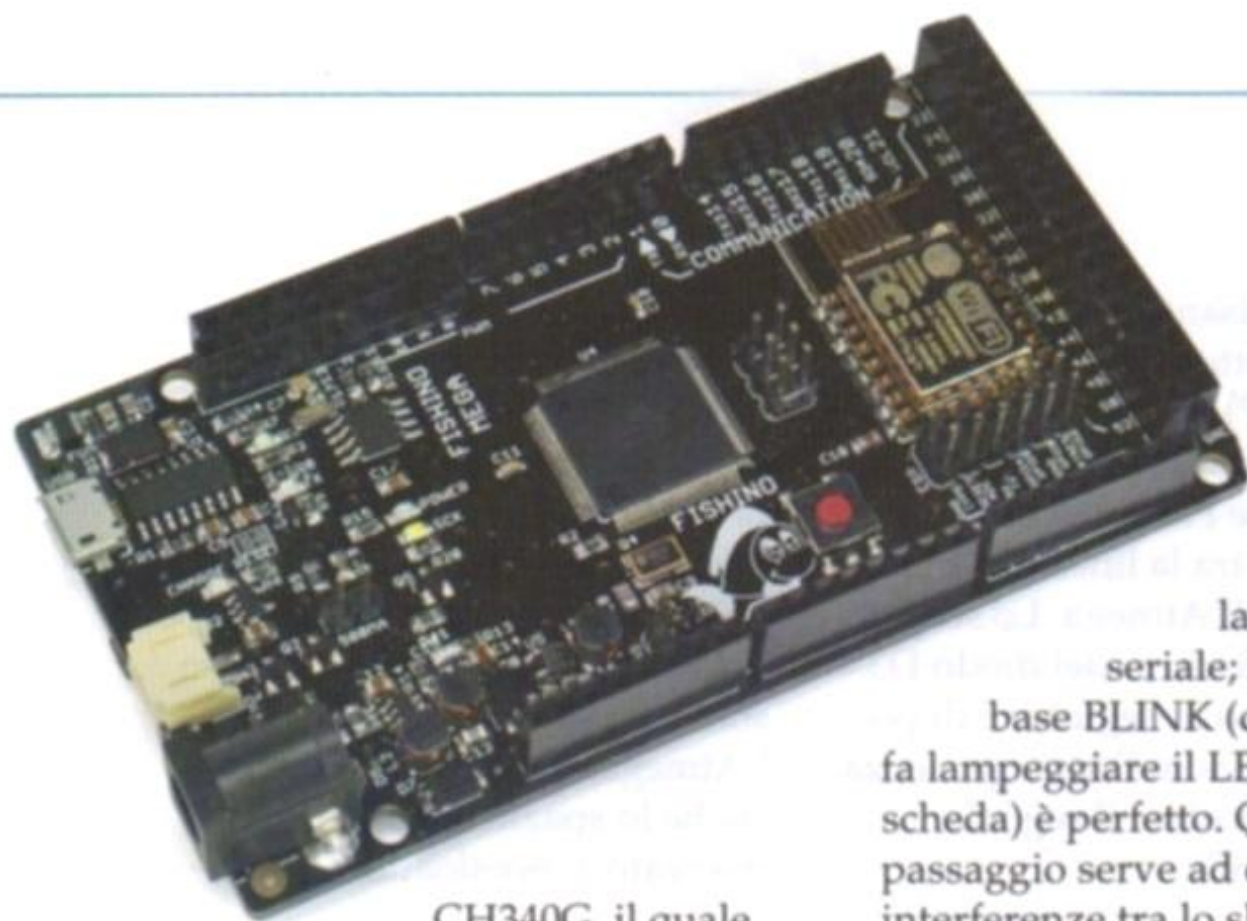


Fig. 2



CH340G, il quale necessita di driver appositi, almeno per Windows (fino alla versione 7 inclusa, pare che dalla 8 in poi i driver siano già presenti) e per Mac. Per l'ambiente Linux, per contro, i driver non sono necessari essendo questi già presenti nel kernel. I driver per Windows e per Mac si possono scaricare dal sito www.fishino.it (o www.fishino.com per la versione internazionale in inglese), sezione Download.

AGGIORNAMENTO FIRMWARE DEL MODULO WIFI

Fishino MEGA viene fornito con la versione del firmware disponibile al momento dell'assemblaggio. Essendo questo in fase di continuo sviluppo, conviene sicuramente eseguire un aggiornamento immediato ed è consigliato ripeterlo periodicamente. Le librerie di Arduino disponibili sono infatti aggiornate continuamente in base alle nuove possibilità offerte dal firmware. La procedura di aggiornamento è semplificata da un programma apposito, disponibile sia per la piattaforma Windows che Linux, che esegue l'operazione in modo completamente automatico ed a prova di errore. È prevista in un prossimo futuro anche una versione del flasher per Mac. I passi per l'aggiornamento sono i seguenti.

1) Caricare uno sketch che NON

utilizzi la porta seriale; l'esempio base BLINK (quello che fa lampeggiare il LED sulla scheda) è perfetto. Questo passaggio serve ad evitare interferenze tra lo sketch caricato ed il collegamento seriale tramite l'Atmega e l'ESP. Se il programma di flashing non rileva il Fishino, al 99% il problema è uno sketch sbagliato caricato.

- 2) Connettere la porta TX di Fishino con la porta ESP-TX sul connettore ESPCONN, e la porta RX di Fishino con la porta ESP-RX sul connettore ESPCONN (Fig. 1).
- Connettere la porta GPIO0 a massa tramite un cavetto o un ponticello sempre sul connettore ESPCONN (Fig. 1).
- Collegare il Fishino al PC (o premere il pulsante di RESET se già connesso).
- Lanciare il programma FishinoFlasher, assicurandosi che il PC sia connesso ad Internet.

Se i collegamenti sono stati eseguiti correttamente, il programma rileverà la porta a cui è connesso Fishino, determinerà il modello e la versione del firmware attualmente installata, si collegherà ad un server remoto e scaricherà la lista dei firmware disponibili, mostrando l'ultimo e permettendo comunque la selezione delle versioni precedenti nel caso si voglia fare un downgrade (Fig. 2). Facendo clic sul pulsante "Flash" verrà avviata la procedura di aggiornamento, alla fine della quale apparirà un messaggio di con-

ferma. Per terminare il programma occorre premere il pulsante "Esci". Nel caso Fishino non venga rilevato automaticamente, è possibile provare a selezionare la porta manualmente. È comunque probabile che siano stati commessi degli errori nei collegamenti. La selezione manuale risulta indispensabile nel raro caso in cui più di un Fishino sia connesso contemporaneamente al PC, nel qual caso il primo viene rilevato automaticamente ma resta la possibilità di sceglierne un altro. Una volta terminata la procedura è sufficiente eliminare i tre collegamenti e Fishino sarà pronto per l'uso con il nuovo firmware.

CONCLUSIONI

Terminiamo qui l'esposizione della seconda scheda della serie Fishino, preannunciandovi l'imminente pubblicazione della prossima board, che sarà la Fishino Guppy; questa board, compatibile con la Arduino Nano, si distinguerà da essa perché dotata di WiFi, microSD e l'alimentazione switching con batteria che contraddistinguono il nostro "pesciolino" tecnologico. ■



per il MATERIALE

La board Fishino MEGA (cod. FISHINOMEGA) viene fornita montata e collaudata. Può essere acquistata presso Futura Elettronica al prezzo di Euro 49,90. Il prezzo si intende IVA compresa.

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



Adattiamo la board RFTide FT1083K per utilizzarla con il sistema di controllo domotico UDOiT per attivare un segnalatore luminoso e/o una sirena in caso di intrusione.

DOMOTICA OPEN SOURCE

con i moduli UDOiT

di MARCO MAGAGNIN

Si continua a discutere di sistemi di automazione domotica e, in un contesto più generale, di Internet delle Cose (IoT), ipotizzando scenari con milioni se non miliardi di dispositivi connessi tra di loro che comunicano dati e prendono decisioni sul da farsi a seconda delle condizioni che si vengono a formare. Negli scorsi numeri della rivista abbiamo voluto provare a concretizzare, almeno in parte, questo scenario, utilizzando la famiglia di sensori ed attuatori proposta da UDOiT unitamente all'applicazione open source in grado di interfacciare e gestire gli stessi moduli. La

prima lezione che crediamo di avere imparato è che ci stiamo cimentando con problematiche affatto semplici, non tanto dal punto di vista dei componenti o della configurazione delle applicazioni "informatiche" di gestione e controllo ma soprattutto per quanto riguarda il disegno e la progettazione complessiva



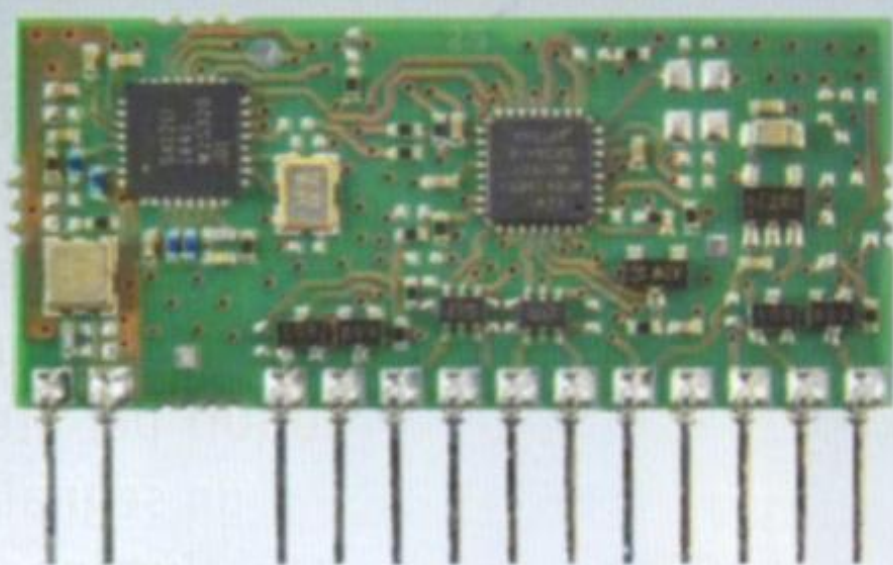
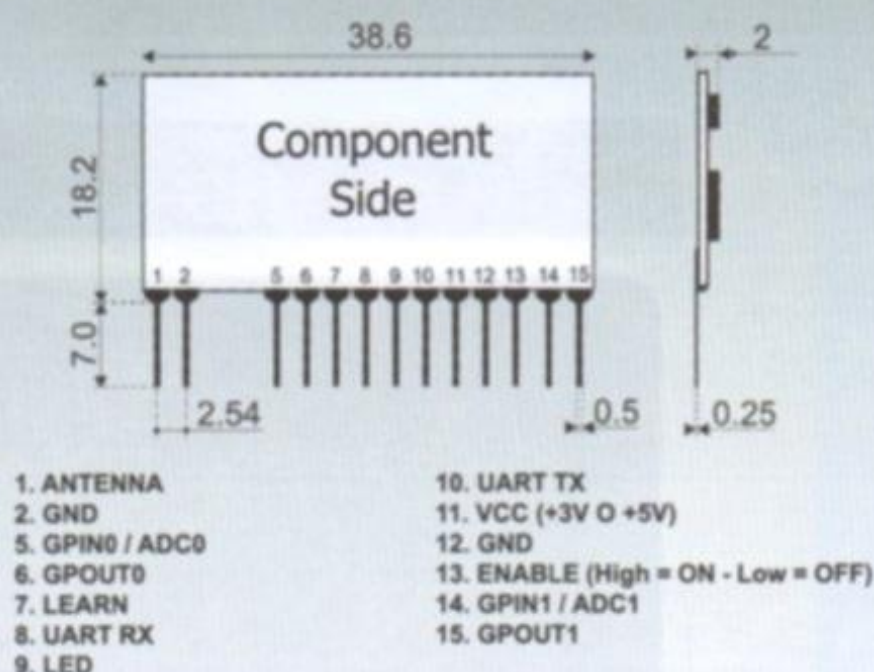


Fig. 1



delle soluzioni che si vogliono realizzare. Qui l'approccio è decisamente multidisciplinare. Prima di tutto è necessario prefigurarsi bene ciò che si vuole realizzare, in termini di fenomeni che si vogliono tenere sotto controllo. Subito dopo, è necessario stabilire le "regole" in base alle quali deve comportarsi il sistema nel suo complesso. In questa analisi è necessario prendere in considerazione anche tutte le possibili "combinazioni" nelle quali può trovarsi il nostro "sistema" finale, comprese, soprattutto, quelle che potrebbero manifestarsi meno frequentemente o, peggio ancora, alle quali non pensiamo possano accadere ma che, se si verificassero, manderebbero in "confusione" il sistema complessivo. Per citarne solo alcuni, cosa accade nel caso mancasse l'alimentazione all'appartamento? O solamente al sistema? È il caso di pensare ad un UPS? Come dovrebbe interagire con il resto del sistema, nel caso la batteria tampone vada ad esaurirsi prima del ripristino dell'alimentazione principale? Quando un attuatore, per esempio un relè si trova in un certo stato ed alimenta una certa utenza, nel caso vi sia una caduta di tensione, in che stato si deve trovare al ripristino dell'alimentazione? In una rete senza fili in radiofrequenza come ci si deve comportare nel caso si perda qualche pacchetto di dati? È normalissimo che si perda qualche pacchetto nei sistemi di comunicazione. Collisioni, interferenze, accecamenti e fenomeni simili sono all'ordine del giorno. Come garantirsi lo scambio dei pacchetti "importanti"? Per esempio quelli associati all'attivazione di sistemi di sicurezza o di controllo di dispositivi che richiedono stati certi, come sistemi antintrusione, forni o lavatrici? Altre problematiche sorgono quando si vogliono integrare sottosistemi che svolgono funzioni particolari, come il sistema di irrigazione, di controllo delle luci al crepuscolo o i sistemi di riscaldamento e di condizionamento. Difficile trovare in commercio sistemi che soddisfino contemporaneamente tutte queste caratteristiche. Almeno per ora. Una possibilità al momento

è il fai da te, nella migliore tradizione dei maker. Chiaramente le complessità nel realizzare da soli un sistema del genere possono essere rilevanti, ma un grosso aiuto può venire dal mondo Open Source dove è possibile trovare soluzioni in uno stadio di sviluppo già utilizzabile e, perché no, partecipare alla comunità di sviluppo con i propri contributi. In quest'ottica, in questo articolo, vi proponiamo l'integrazione della board RFTide FT1083K, presentata nei numeri 183 e 184 della rivista (Febbraio e Marzo 2014), nel sistema UDOiT per gestire l'attivazione di un segnale luminoso, e/o di una sirena, da associare alla funzionalità di gestione avvisi di intrusione presente nella applicazione UDOiT. Tra l'altro la richiesta proviene anche da alcuni lettori che chiedevano la possibilità di integrare questa board, e lo shield Arduino per i moduli RFTide, nel sistema UDOiT. Una delucidazione tecnica preliminare. I moduli RFTide "standard" comunicano esattamente allo stesso modo dei moduli destinati alla applicazione UDOiT. La differenza sta nell'algoritmo di cifratura dei pacchetti trasmessi in radiofrequenza adottato per i moduli destinati al sistema UDOiT che è personalizzato rispetto a quello dei moduli standard. Pertanto i moduli RFTide standard e quelli destinati al sistema UDOiT si "parlano" tra di loro ma non si capiscono. Di conseguenza, per integrare il sistema UDOiT si possono utilizzare le board e gli shield RFTide ma è necessario utilizzare i moduli a radiofrequenza RFTide a 5V con il firmware compatibile con il sistema UDOiT. In poche parole si salvano le schede ma bisogna dotarsi dei moduli adatti. Nella Fig. 1 potete vedere un modulo RFTide destinato all'applicazione UDOiT. La piedinatura è esattamente la stessa. La differenza sta nell'algoritmo di crittografia e nella presenza di un microcontrollore più potente per la gestione delle funzionalità aggiuntive. La visibilità "utente" dei pacchetti di comunicazione è esattamente la stessa dei moduli standard. Con le schede citate fate attenzione ad utilizzare unicamente moduli RFTide

a 5V, se utilizzate moduli a 3,3V avranno vita breve. Ed ovviamente del tipo adatto al sistema UDOiT. Nei moduli a 5V, i pin di uscita fanno uso di due transistor open collector dotati ciascuno di una resistenza di pull-up interna, del valore di 1 kohm. Quando l'uscita è attivata, il transistor è spento ed il livello di tensione in uscita è di +5V, mentre quando la stessa uscita è disattivata (in reset) il transistor è in saturazione e l'uscita assume il valore di circa zero volt. Lo stadio di ingresso è composto da un transistor alimentato in base; per attivare un ingresso è necessario che il contatto sia connesso tra un pin GP-IN e i +5V. Il pin di LEARN è già fornito internamente di una resistenza di pull-up, perciò per comandarlo il pulsante è collegato direttamente tra il pin LEARN e GND.

Per l'antenna è sufficiente uno spezzone di filo di rame dello spessore di 1 mm, lungo 85 mm (1/4 d'onda) ma è possibile realizzare apparati con antenna integrata o esterna.

Per ospitare il modulo RFTide abbiamo utilizzato la breakout board FT1083K che viene fornita in kit di montaggio da Futura Elettronica (www.futurashop.it) e che è stata descritta nei numeri 183 e 184 della rivista. Si tratta di una scheda che permette di utilizzare i moduli RFTide sia come unità Slave, che come Master. Nel nostro caso la utilizzeremo unicamente come Slave, in quanto nel sistema UDOiT il Master di rete è costituito dal dongle USB collegato al gateway Raspberry Pi. Oltre all'alloggiamento

per il modulo RFTide a 5V, la breakout board ospita uno stadio di alimentazione, due pin di ingresso e due di uscita disponibili su una comoda morsettiere. Le uscite comandano due relè che utilizzeremo per attivare il segnalatore luminoso o la sirena. Lo stampato viene fornito già pronto e serigrafato ed è sufficiente saldare i pochi componenti. Come già anticipato l'antenna può essere un semplice spezzone di filo di rame rigido della lunghezza di 85 mm in modo da accordarsi sulla frequenza degli 868 MHz. Lo stampato dispone anche di un connettore per la comunicazione seriale, al quale può essere facilmente connesso un convertitore USB/TTL utile per interfacciare il modulo ad un PC; il connettore è compatibile con il convertitore USB/seriale FT782M. Nel nostro caso non è necessario in quanto tutte le operazioni di configurazione verranno eseguite utilizzando l'interfaccia web dell'applicazione di gestione.

COLLEGAMENTI BREAKOUT BOARD

In Fig. 2 potete analizzare la configurazione da dare ai jumper presenti sulla break out board FT1083K ed i collegamenti verso il segnalatore luminoso o la sirena. Il jumper JPEN (enable) deve essere inserito sugli appositi pin in modo da abilitare il modulo alla comunicazione radio. Il jumper relè/PWM deve essere inserito nella posizione relè. Inoltre è necessario collegare l'ingresso sul morsetto IN0 con il corrispondente morsetto di alimentazione a 5V,

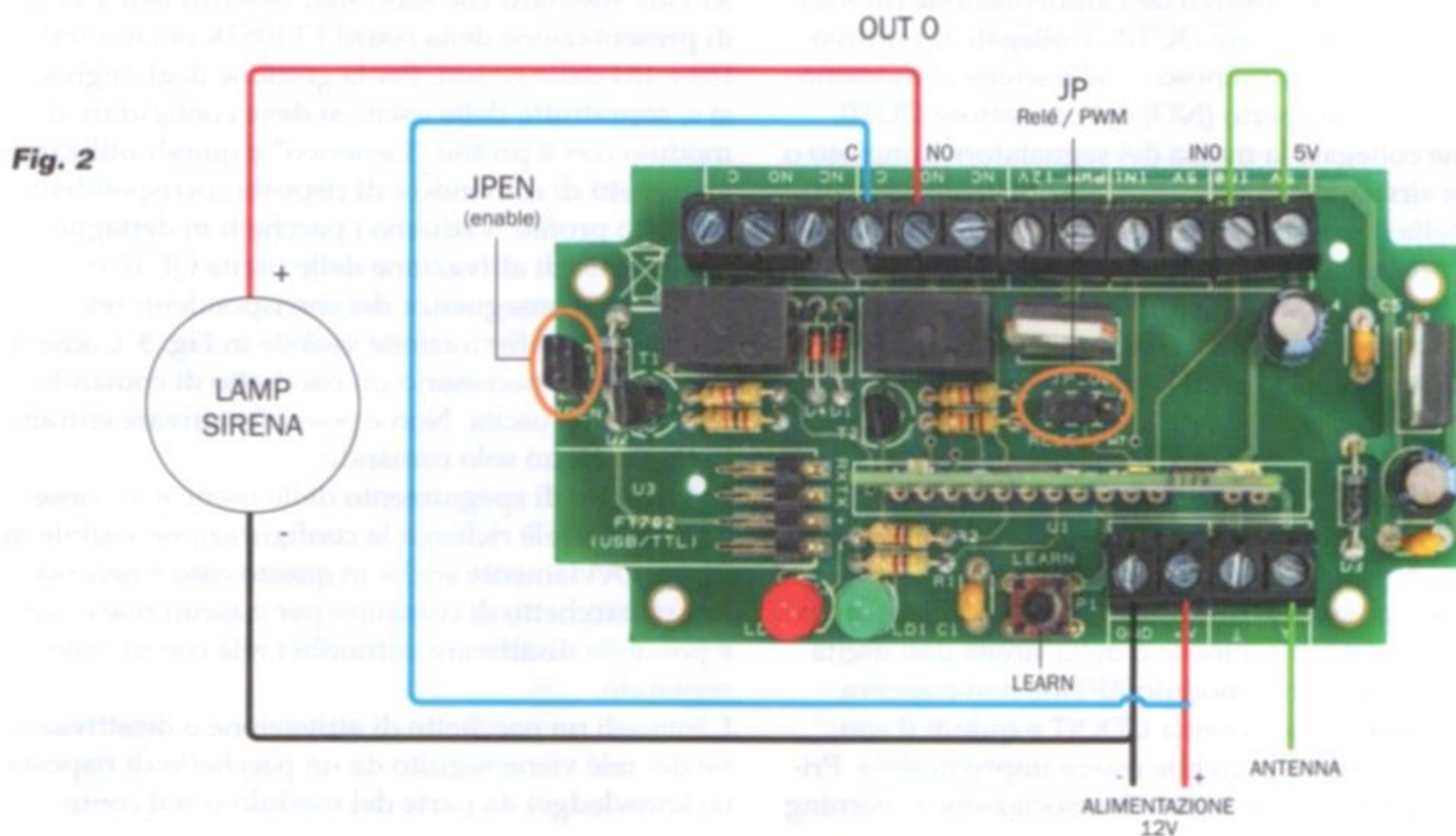


Fig. 3

Comando	Indirizzo	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
0x10	0x00	Indirizzo in esadecimale OUT0-ON 0x00 OUT1-ON 0x01	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00

Fig. 4

Comando	Indirizzo	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
0x11	0x00	Indirizzo in esadecimale OUT0-OFF 0x00 OUT1-OFF 0x01	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00

Fig. 5

Comando	Indirizzo	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
0x04	0x00	Indirizzo in esadecimale	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00

Fig. 6

Comando	Indirizzo	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
0x12	0x00	Indirizzo in esadecimale	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00

Fig. 7

Comando	Indirizzo	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
0x04	0x00	Indirizzo in esadecimale	Stato IN0 ON 0x01 OFF 0x00	Stato IN1 ON 0x01 OFF 0x00	Stato OUT0 ON 0x01 OFF 0x00	Stato OUT1 ON 0x01 OFF 0x00	0x00	0x00	0x00

un escamotage adottato per ottimizzare la gestione lato applicazione. Nel nostro esempio abbiamo collegato un segnalatore luminoso all'uscita OUT0 comandata dal corrispondente relè. Collegate il centrale del relè al positivo dell'alimentazione (morsetto "C" del connettore OUT0). Collegate il positivo del segnalatore luminoso o della sirena al morsetto normalmente aperto (NO) del connettore OUT0. Infine collegate la massa del segnalatore luminoso o della sirena alla massa del morsetto di alimentazione della breakout board. Inserite il modulo RFTide nell'apposito alloggiamento, facendo attenzione al verso ed al fatto che tutti i piedini del modulo siano correttamente inseriti nel connettore a pettine. Per alimentare la board è necessario utilizzare un alimentatore stabilizzato in corrente continua con uscita a 12V ed in grado di erogare una corrente sufficiente ad alimentare modulo e segnalatore luminoso o sirena, uno o due Ampere andranno bene. Aspettate a dare tensione alla board e, per sicurezza, scollegate momentaneamente il positivo del segnalatore luminoso o della sirena dall'uscita OUT0 in quanto il modulo RFTide non è ancora stato associato al sistema UDOiT e quindi il suo comportamento potrebbe essere imprevedibile. Prima di passare al processo di associazione e learning

del modulo descriviamo i pacchetti da utilizzare per comandarlo.

Il firmware del modulo implementa i comandi di gestione del dispositivo che utilizzano il protocollo RFTide standard che sono stati descritti nell'articolo di presentazione della board FT1083K nei numeri 183 e 184 della rivista. Per la gestione degli ingressi e, soprattutto delle uscite si deve configurare il modulo con il profilo "Generico" e quindi utilizzare i pacchetti di comando e di risposta corrispondenti a questo profilo. Vediamo i pacchetti in dettaglio. Il pacchetto di attivazione delle uscite OUT0 e OUT1 e di conseguenza dei corrispondenti relè prevede la configurazione visibile in Fig. 3. Come si può vedere è necessario un pacchetto di comando per ciascuna uscita. Non è possibile attivare entrambi i relè con un solo comando.

Il pacchetto di spegnimento delle uscite e di conseguenza dei relè richiede la configurazione visibile in Fig. 4. Ovviamente anche in questo caso è necessario un pacchetto di comando per ciascun relè e non è possibile disattivare entrambi i relè con un solo comando.

L'invio di un pacchetto di attivazione o disattivazione del relè viene seguito da un pacchetto di risposta (acknowledge) da parte del modulo con il conte-

nuto visibile in Fig. 5. Al momento di cambio di stato di uno o entrambe le uscite o gli ingressi non è previsto l'invio in automatico di alcun pacchetto di stato. Lo stato delle uscite e degli ingressi deve essere richiesto dalla applicazione di gestione con un apposito comando con il contenuto visibile in Fig. 6. Al comando di richiesta di stato il modulo invia un pacchetto di risposta con i valori corrispondenti allo stato di ciascun ingresso e ciascuna uscita, il formato del quale è visibile in Fig. 7.

APPLICAZIONE DI GESTIONE RASPBERRY PI

Passiamo alla descrizione delle funzionalità della applicazione per la gestione dei moduli con profilo generico ed in particolare per il loro utilizzo con la board FT1083K. Tenete presente che la versione base della applicazione è stata modificata per integrare la gestione personalizzata di questo modulo, in particolare per la gestione dei pacchetti di comando e di stato e per le funzioni di learning e di integrazione nelle scene. Tutto questo è possibile in quanto la applicazione è rilasciata in base alla licenza Creative Common secondo le specifiche Attributions-NotCommercial-ShareAlike 3.0 Unported che, semplificando mette a disposizione degli utilizzatori applicazioni complete di sorgenti senza oneri economici e con la possibilità di modificarle e ridistribuirle, ma riconoscendone la provenienza e NON a fini commerciali. Di contro è bene sottolineare che le applicazioni rilasciate con queste licenze vengono rilasciate "AS IS" ovvero nello stato in cui si trovano, e non è prevista né può essere pretesa alcuna forma di garanzia o di assistenza al loro utilizzo. L'installazione, la eventuale personalizzazione e la gestione dell'applicazione è a totale carico dell'utilizzatore e non è previsto alcun supporto gratuito in caso di malfunzionamento, richieste di configurazioni, personalizzazioni, modifiche o nuove funzionalità. La disponibilità dei codici sorgenti permette, a chi ha le conoscenze adatte, di risolvere in autonomia eventuali situazioni anomale o di apportare le modifiche desiderate per personalizzare la propria installazione. A nostro avviso è necessario che gli utilizzatori di queste applicazioni abbiano già acquisito un certo grado di conoscenza e dimestichezza con la gestione, amministrazione e programmazione di sistemi GNU/Linux. In Fig. 8 riportiamo le clausole di licenza associate alla applicazione di gestione dei sistemi UDOIT.

Torniamo alla gestione del nostro modulo. Come per tutti i moduli "ufficiali" descritti sino ad ora è necessario far riconoscere e quindi "associare" alla rete il nuovo modulo. Per aggiungere un modulo

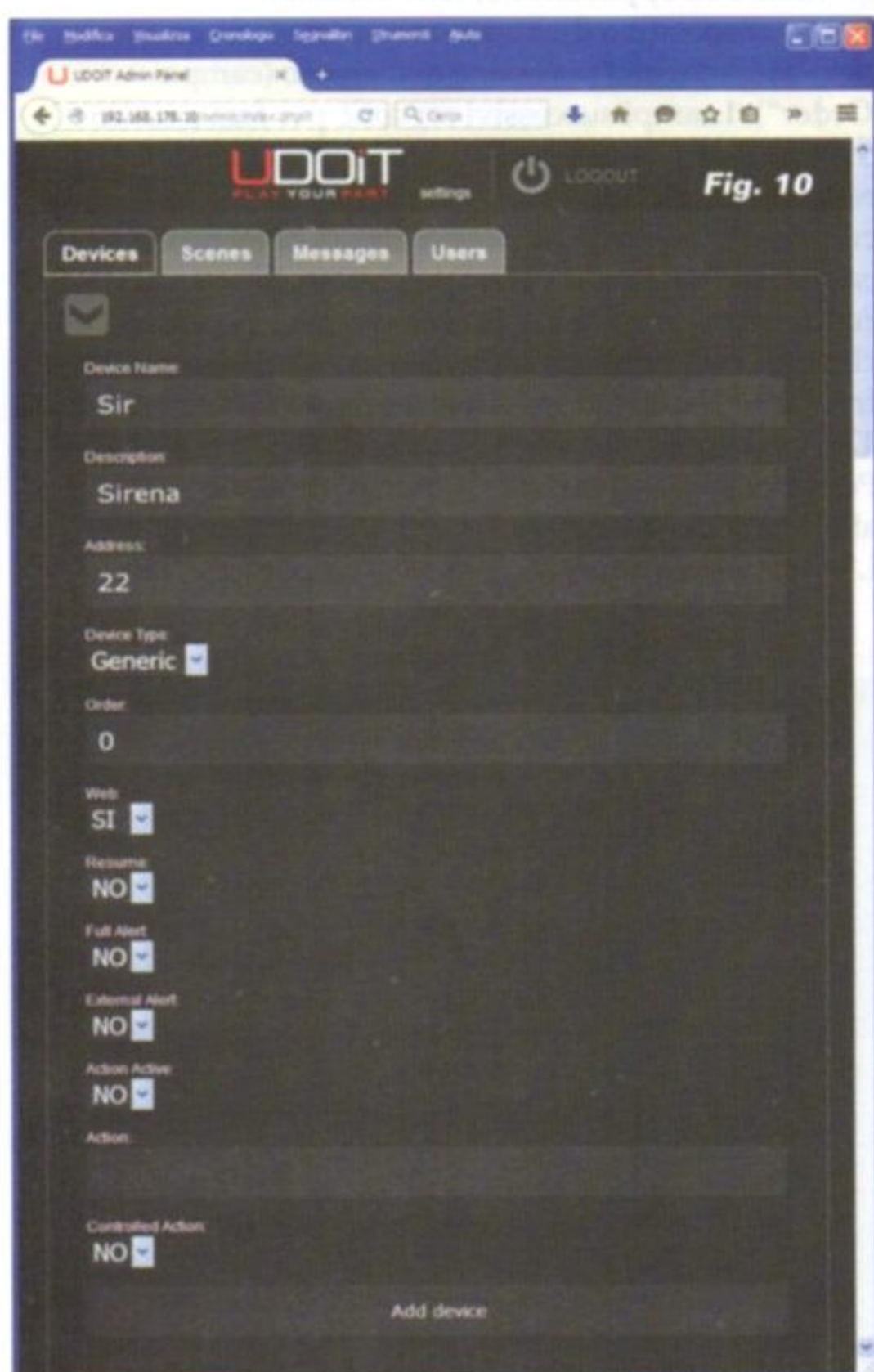
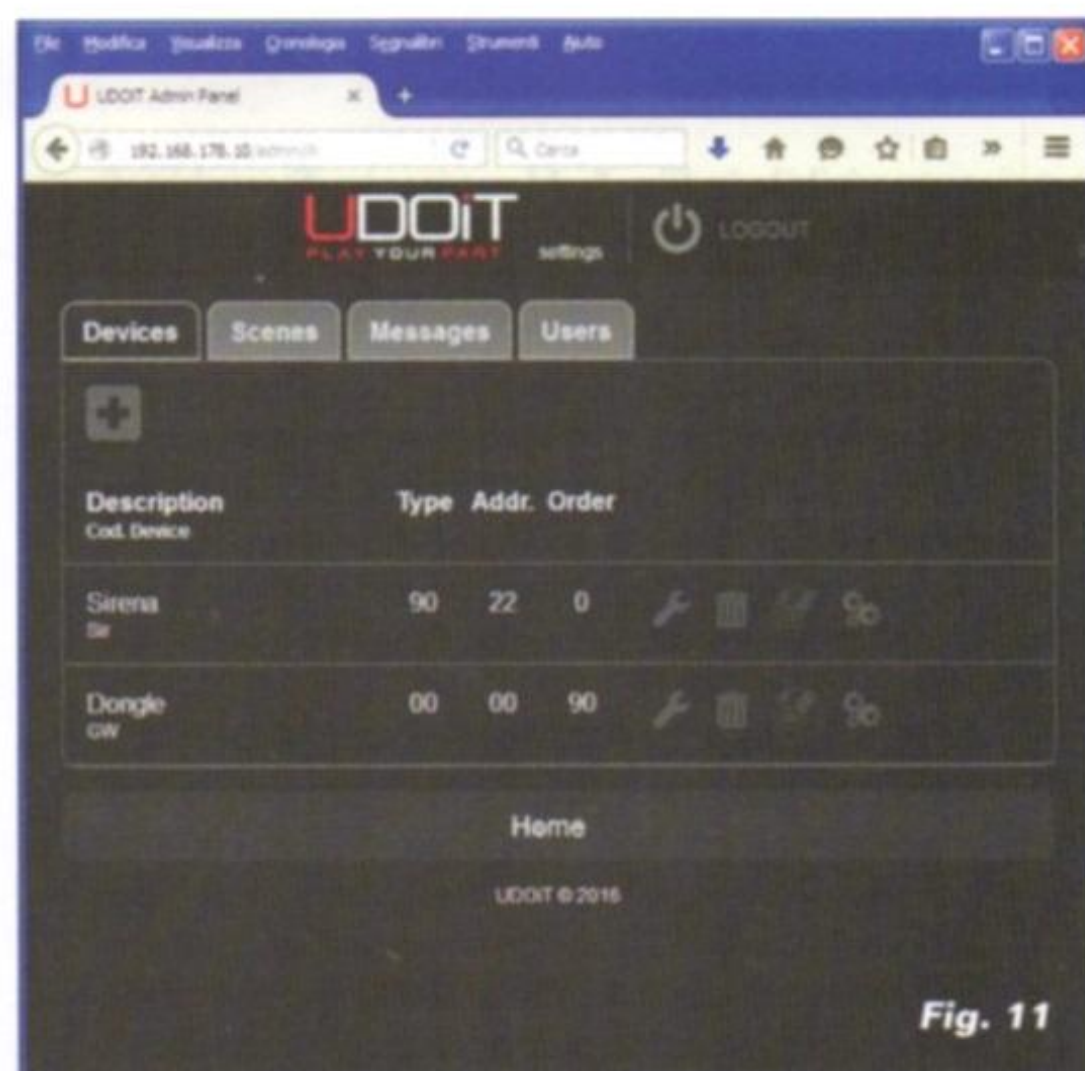
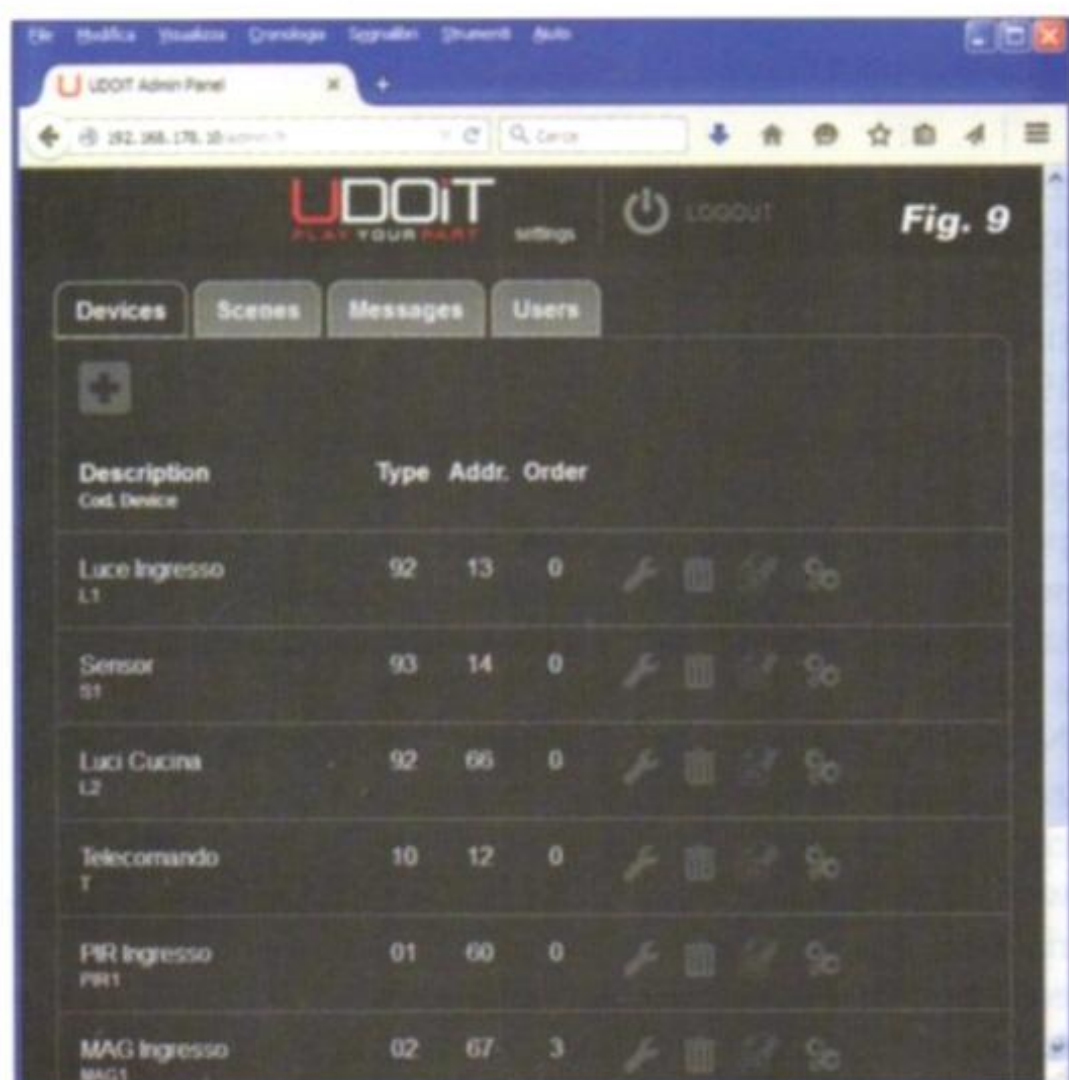
alla rete si utilizza la funzione "Add Device" della applicazione di gestione, che si trova nella pagina "Settings", come visibile in Fig. 9. Alla pagina "Settings", come già descritto nell'articolo sul numero 198 della rivista viene richiesta un'autenticazione con userid e password. La userid e la password predefinite sono "admin/admin". Una volta entrati è possibile modificare la password e aggiungere e/o sostituire gli utenti. Attenzione a non dimenticare la password perché nel database dell'applicazione è criptata.

Nella Fig. 10 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 "Generic". Abbiamo poi la possibilità di scegliere se vedere o meno l'entrata del dispositivo nella pagina web di gestione dell'applicazione, cosa abbastanza ovvia per un dispositivo di attuazione carichi e, in questo caso scegliere una posizione nell'elenco (campo "Order"). I campi successivi 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. Nel nostro caso li lasciamo con i valori predefiniti. 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. 11.

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

Fig. 8

```
/*
 * UDOIT S.r.l.
 * UDOIT Copyright (c) 2015
 *
 * This work is licensed under the Creative Commons Attribution
 * -NotCommercial-ShareAlike 3.0 Unported
 * as reported at: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/.
 *
 * The software is released "AS IS".
 *
 * Questo programma è licenziato in base alla licenza Creative Commons
 * Attributions-NotCommercial-ShareAlike 3.0 Unported
 * come specificato ad: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/.
 *
 * Il software è rilasciato "AS IS" ossia nello "stato in cui si trova".
 *
 * DISCLAIMER OF WARRANTY
 *
 * No warranty and no support are provided.
 *
 * Non è prevista né richiedibile alcuna forma di garanzia o di supporto
 * per eventuali malfunzionamenti o per l'utilizzo del software..
 * L'utilizzo, la modifica e la configurazione del software è di esclusiva
 * responsabilità dell'utilizzatore.
 */
```

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 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. 12), NON cliccate sul pulsante "OK" ma lasciate la finestra aperta;
- A questo punto si preme il pulsante presente sul circuito stampato per circa cinque secondi, al rilascio si accende il LED verde;
- Entro 15 secondi cliccare sul pulsante "OK" della finestra "Pop-Up" sulla pagina web;
- Se tutto ha avuto successo il LED lampeggia per qualche secondo;
- Il dispositivo è in grado di essere riconosciuto ed operare sulla rete;
- In caso non venga avviata la procedura di apprendimento il dispositivo esce dallo stato di apprendimento dopo circa quindici secondi;
- Se qualcosa non è andato a buon fine ripetete l'operazione.

Se è stata scelta l'opzione WEB "SI" lo stato del



Fig. 12

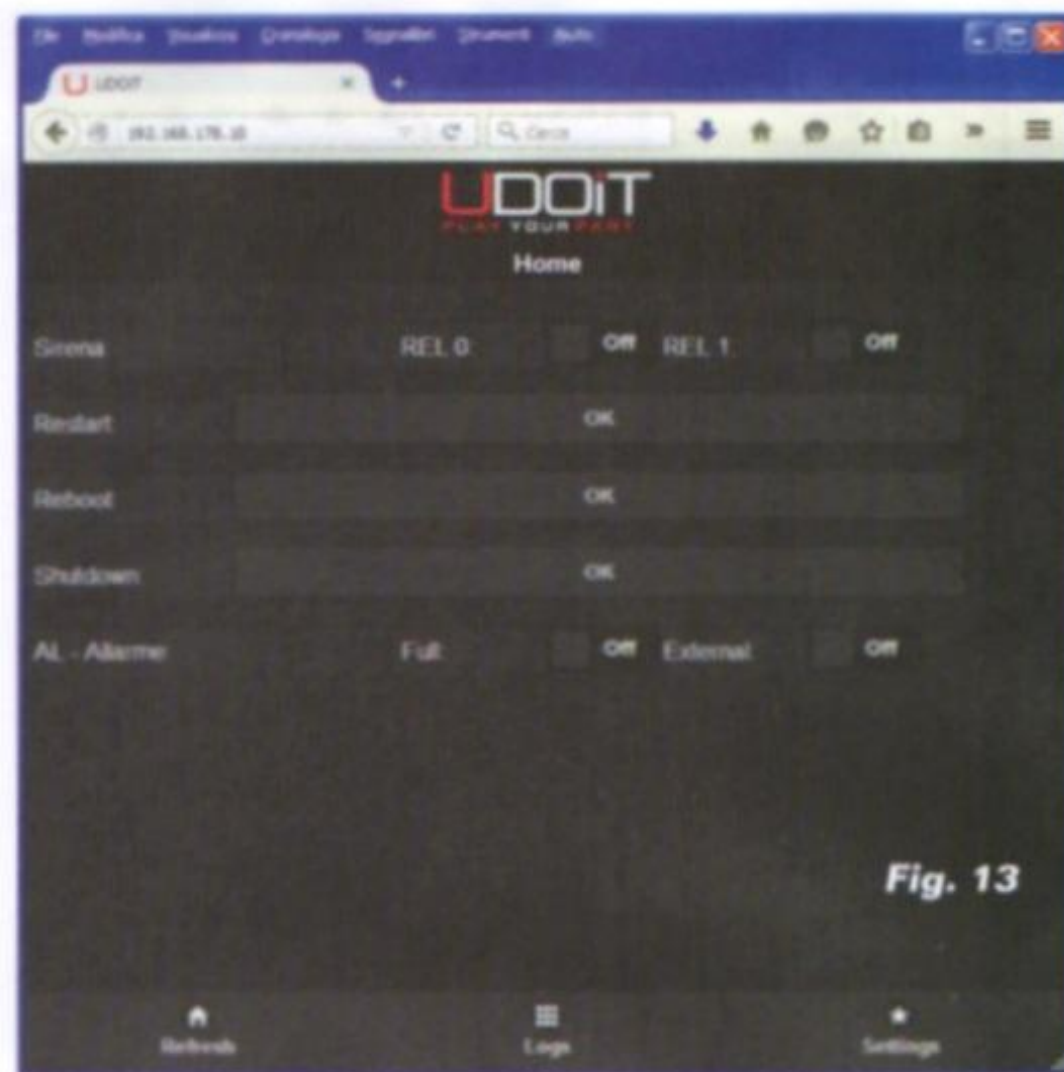


Fig. 13

dispositivo sarà visibile nella pagina di gestione web del sistema (Fig. 13). L'interfaccia grafica di gestione del modulo si presenta come una riga con il nome del modulo e due pulsanti a slitta per l'attivazione e la disattivazione delle due uscite, nel nostro caso fornite di relè, presenti sulla board. Il codice colore e la dicitura ci informano anche sullo stato attuale del relè stesso. Per cambiare lo stato di una uscita del modulo si "clicca" sul pulsante di stato corrispondente alla uscita che volete comandare o, se utilizzate un dispositivo mobile, si "tappa" sullo stesso pulsante. Nella pagina "Logs" sono presenti due entrate che riportano lo stato degli ingressi della board. L'ingresso IN0 DEVE trovarsi allo stato acceso ovvero "01".

FUNZIONE ALLARME

La personalizzazione della board FT1083K è stata pensata appositamente per aggiungere un attuatore sirena e/o lampeggiante alla gestione degli allarmi nella applicazione di gestione UDOIT. L'argomento è stato trattato diffusamente nel numero 199 di Ottobre 2015 della rivista. Per il nostro test utilizzeremo un sensore magnetico per simulare il controllo dell'apertura di una porta od una finestra che si vuole proteggere da intrusioni non autorizzate. Abbiamo descritto come associare un sensore magnetico al sistema nel numero 198 di Settembre 2015 della rivista. In Fig. 15 è visibile la configurazione del sensore magnetico con la scelta "SI" nel campo "External Alert" che associa l'attivazione del sensore all'innesco del processo di avviso intrusione periferica.

In Fig. 13 è visibile l'interfaccia grafica che prevede un'entrata predefinita per la attivazione e disattivazione delle funzionalità di controllo intrusioni totale e periferico. Si attiva o disattiva ciascuna funzionalità cliccando sul corrispondente cursore ON/OFF. Nel caso sia attiva la funzionalità di controllo periferico e si decida di attivare il controllo totale, automaticamente verrà disattivata la funzionalità di controllo periferico. Lo stesso comportamento nel caso opposto.

Alle funzionalità di controllo sono associate delle scene predefinite che vengono innescate quando i sensori si attivano. In particolare a ciascuna funzionalità sono associate due scene. La logica dell'applicazione prevede che quando uno dei sensori associati alla funzionalità si attiva, venga eseguita la prima scena associata alla funzionalità, quella che ha suffisso -ON nel nome e che attiva il processo di avviso intrusione, ovvero ALT-ON per il controllo



Fig. 14

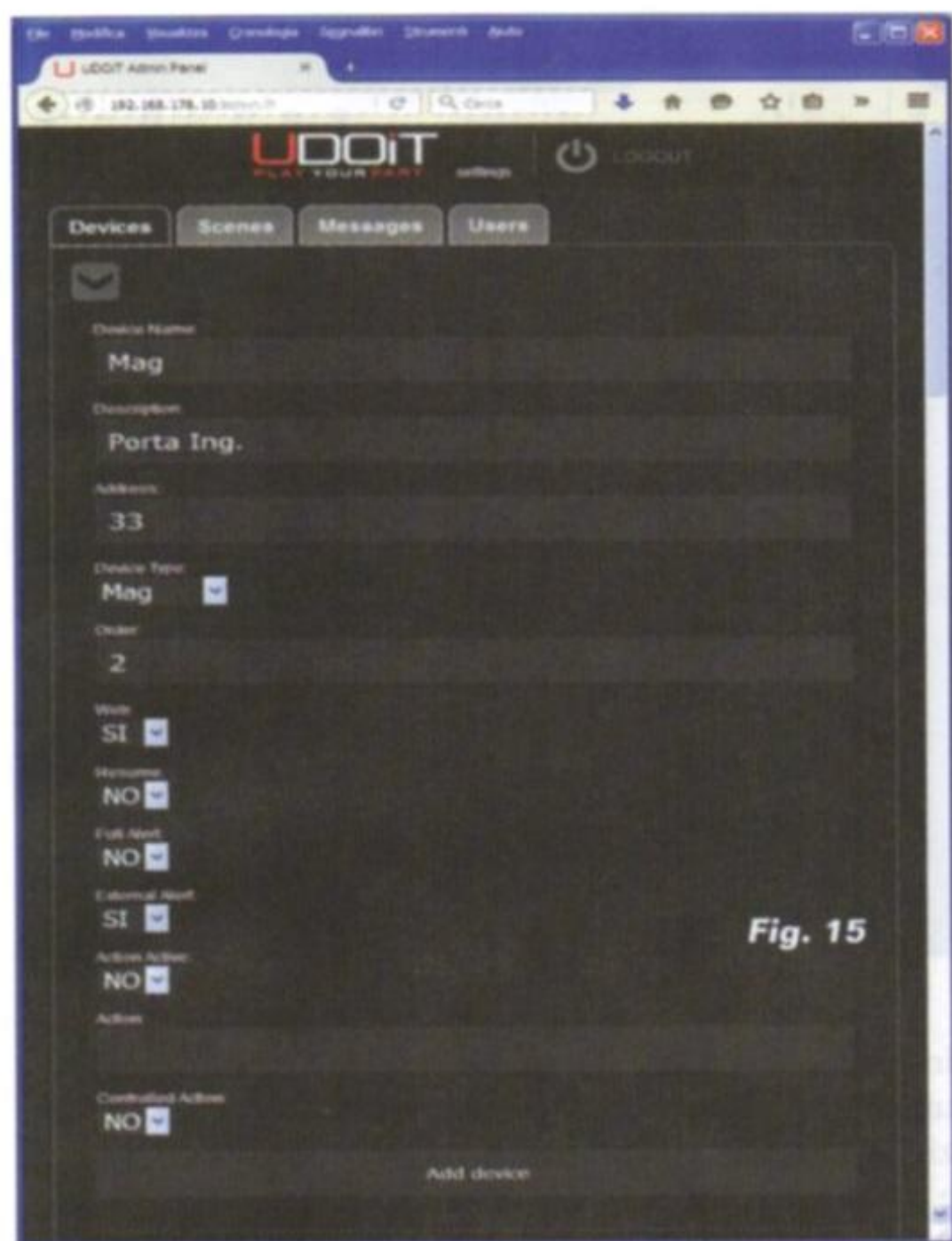


Fig. 15

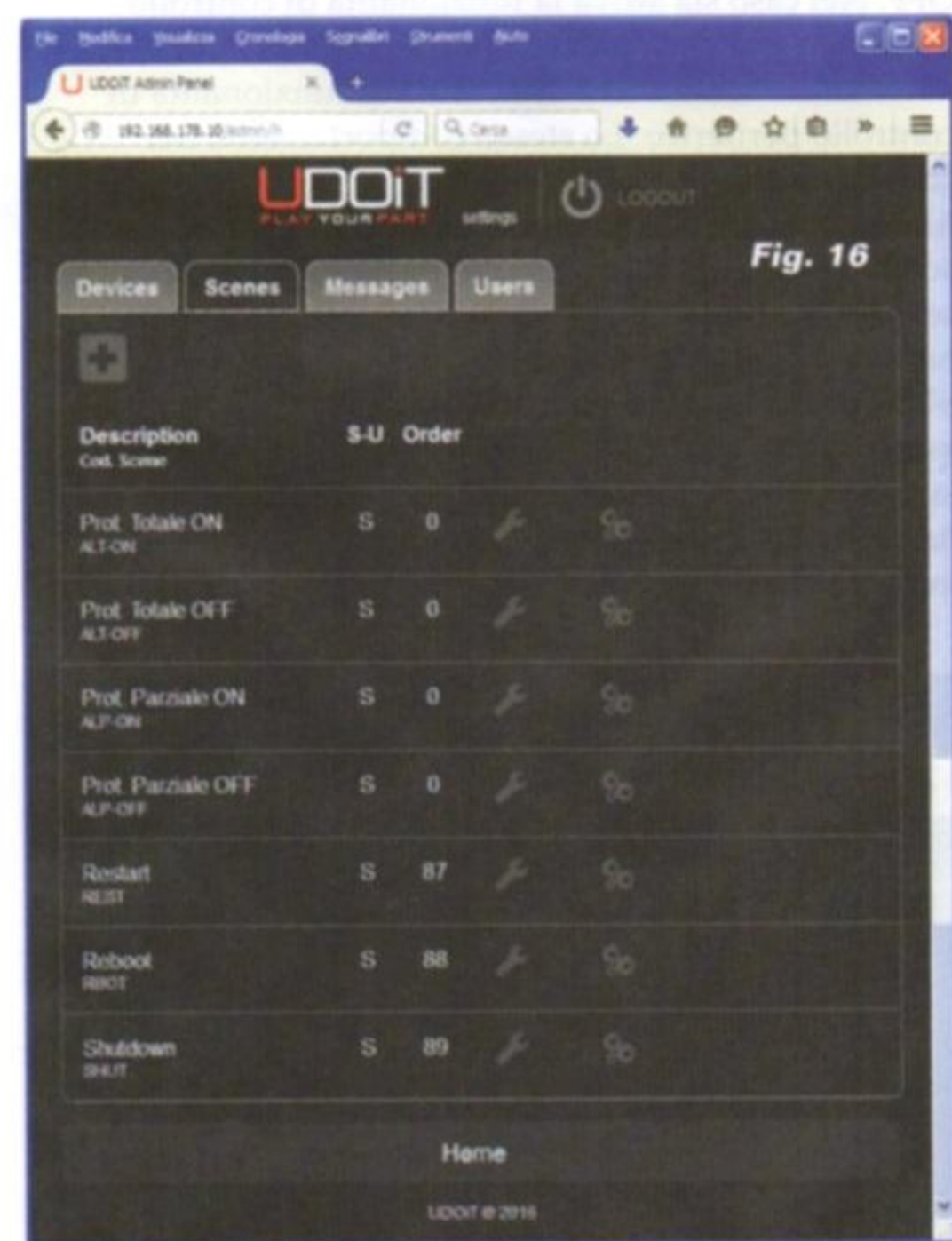


Fig. 16

totale e ALP-ON per il controllo periferico. Successivamente, sempre la logica predefinita dell'applicazione prevede che dopo un intervallo di un minuto vengono attivate le scene di spegnimento dell'avviso di intrusione, ovvero le scene corrispondenti a quelle di attivazione ma con il suffisso -OFF nel nome, rispettivamente ALT-OFF e ALP-OFF (Fig. 16).

In questo modo, con la board FT1083K è possibile attivare un segnale luminoso e/o una sirena per un minuto, oppure innescare l'ingresso ausiliario di un vero sistema di antifurto. Per attivare la struttura di controllo è necessario utilizzare la pagina "Devices" della funzione "Settings". Per far partecipare il sensore magnetico alla struttura di controllo è necessario aprire la funzione di update del sensore stesso, cliccando sull'icona a forma di chiave inglese, in corrispondenza del sensore desiderato ed impostare a "SI" uno o entrambi i campi "Total alert" e "External alert".

Questa operazione deve essere eseguita per tutti i sensori che si vogliono far partecipare alla rete di controllo. Successivamente è necessario configurare le scene associate alle funzioni di avviso intrusione. Impostate a "SI" il campo "External alert" per il sensore magnetico, poi, nella sezione dedicata alle "Scenes" configurate le due scene di attivazione e disattivazione dell'avviso di intrusione, come visibile nelle Fig. 17 e 18. Come potete vedere, all'interno delle scene possono essere richiamati dei comandi "mnemonici" specifici per ciascun sensore. Questi comandi vengono "generati" automaticamente per ciascun sensore durante le operazioni di "Add Device" e "Update Device".

Nell'elenco dei comandi mnemonici potete notare dei nomi con l'estensione "_STATUS". Questi comandi sono inseriti per avere di ritorno dalla board lo stato delle ingressi e delle uscite in quanto dal protocollo non vengono forniti in automatico in risposta ai comandi di attivazione o al generarsi di eventi sugli ingressi. Infine i tempi di delay nella colonna a destra nell'elenco dei comandi sono specificati in millisecondi e devono essere calcolati a partire dal primo comando. Ad esempio il secondo comando parte due secondi dopo il primo. Se vogliamo far partire un terzo comando due secondi dopo il secondo comando dobbiamo specificare il valore "4000", ovvero quattro secondi a partire dal primo comando della scena. Avrete notato che il primo comando è ripetuto due volte a distanza di due secondi. Trattandosi di una funzione di sicurezza e tenendo conto che nelle reti esiste la possibilità, anche se remota, di perdere dei pacchetti, meglio

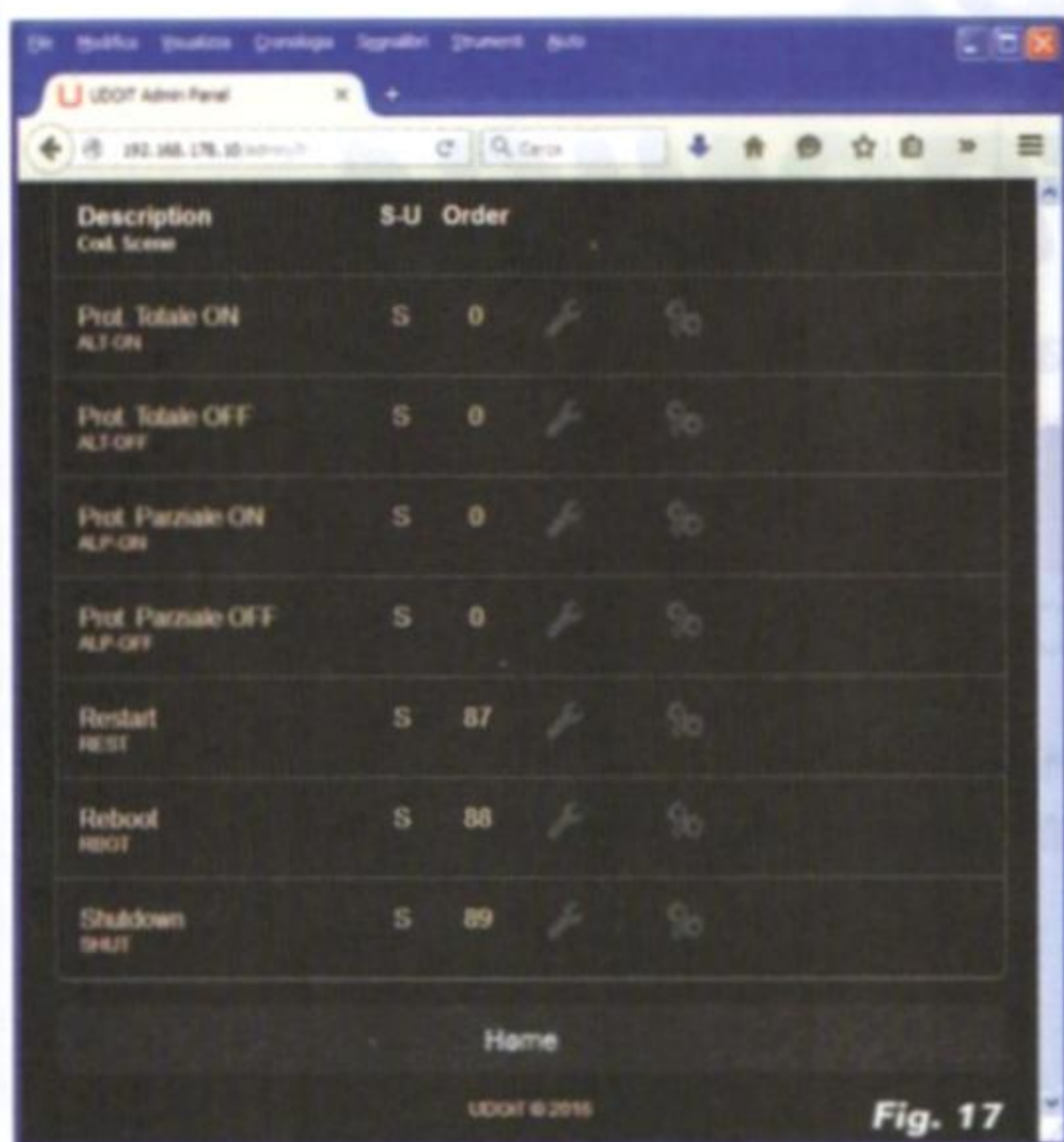


Fig. 17

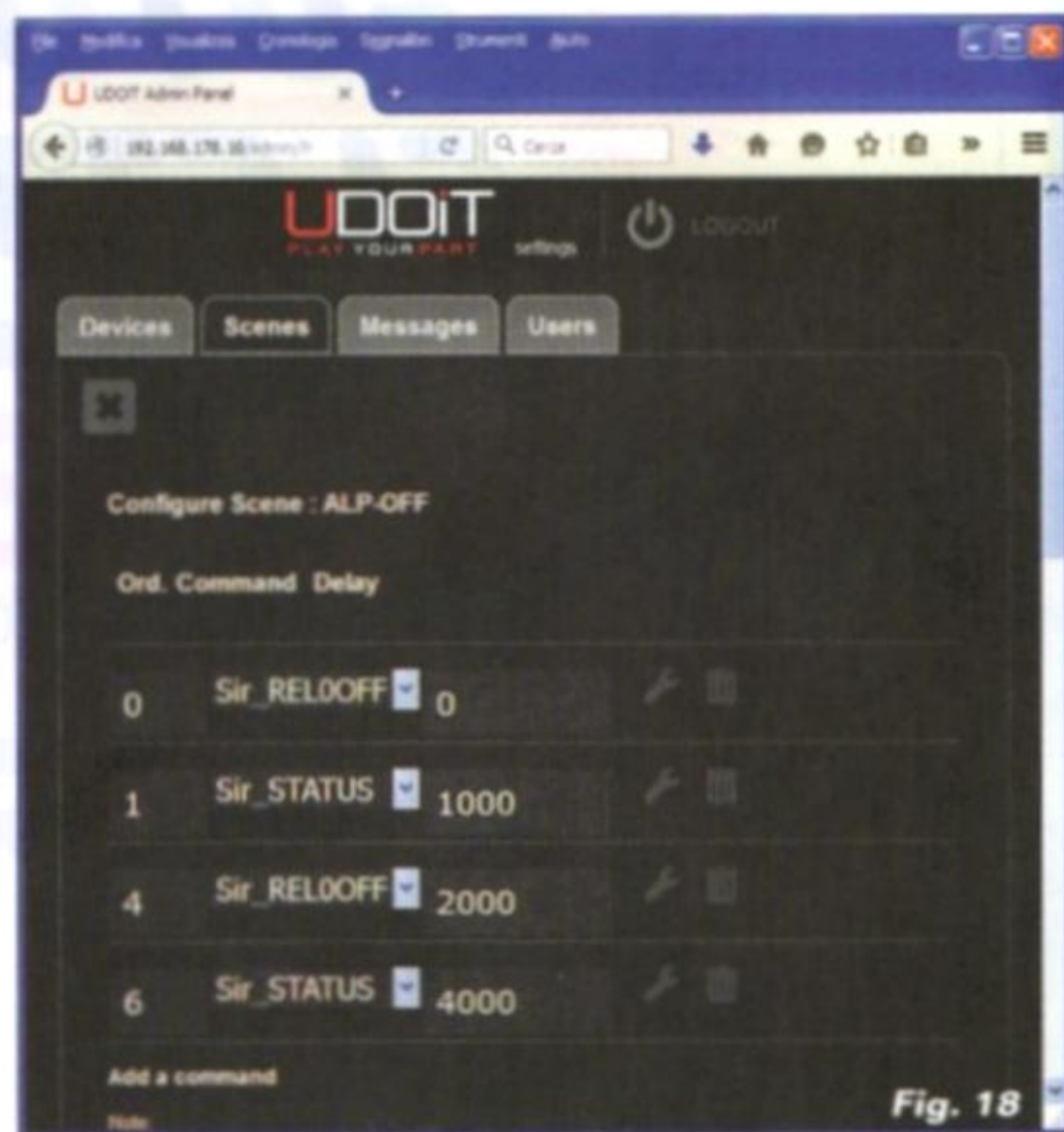


Fig. 18

"insistere". Non si sa mai e male non fa. Nella pagina Home dell'applicazione attiviamo la gestione delle intrusioni sul circuito "External" e poi "apriamo" il circuito del sensore magnetico allontanando il magnete. A breve vedremo lampeggiare il segnale luminoso per circa un minuto, per poi spegnersi. Terminiamo questo articolo con alcuni accorgimenti derivati dagli ultimi mesi di utilizzo dell'applicazione.

Per prima cosa ricordate di fare sempre un backup dell'applicazione. Abbiamo già ribadito più volte che le SD Card sottoposte al carico di queste applicazioni prima o poi si "rompono". La soluzione è l'utilizzo di un hard disk e, nel caso vogliate proprio utilizzare delle SD Card, che siano di classe 10 di ottima qualità e ... tenete pronto un backup. Nel fare gli aggiornamenti del sistema operativo Raspbian, o per qualche altro motivo, può accadere che ad un certo punto i server dell'applicazione non partano più in modo automatico al reboot. In questo caso provate a verificare il contenuto del file

/etc/rc.local

dove sono presenti le istruzioni di lancio dell'applicazione. Se nella prima riga è presente il parametro "-e", toglietelo, in quanto interrompe l'esecuzione dello script al primo errore.

Tenete inoltre presente che nell'interfaccia grafica sono presenti tre "pulsantoni" che permettono di eseguire il restart dell'applicazione, il reboot

di Raspberry Pi e lo shutdown. Infine un'ultima osservazione riguardo l'operazione di learning dei sensori e degli attuatori. Durante l'operazione di learning, prima cliccate sull'icona di learning, quella che rappresenta un foglio con una matita. Si apre un messaggio pop-up che richiede l'OK al learning. Lasciatelo aperto e passate a premere per alcuni secondi il pulsante di learn sul sensore o attuatore. Quando si accende il LED tornate all'interfaccia grafica e cliccate sul pulsante OK. Il lampeggio del LED sul sensore o attuatore confermerà il buon esito dell'operazione di learning. In caso di problemi ripetete il processo. Nei prossimi numeri vedremo di utilizzare lo shield per Arduino in modo da realizzare soluzioni ancora più personalizzate.

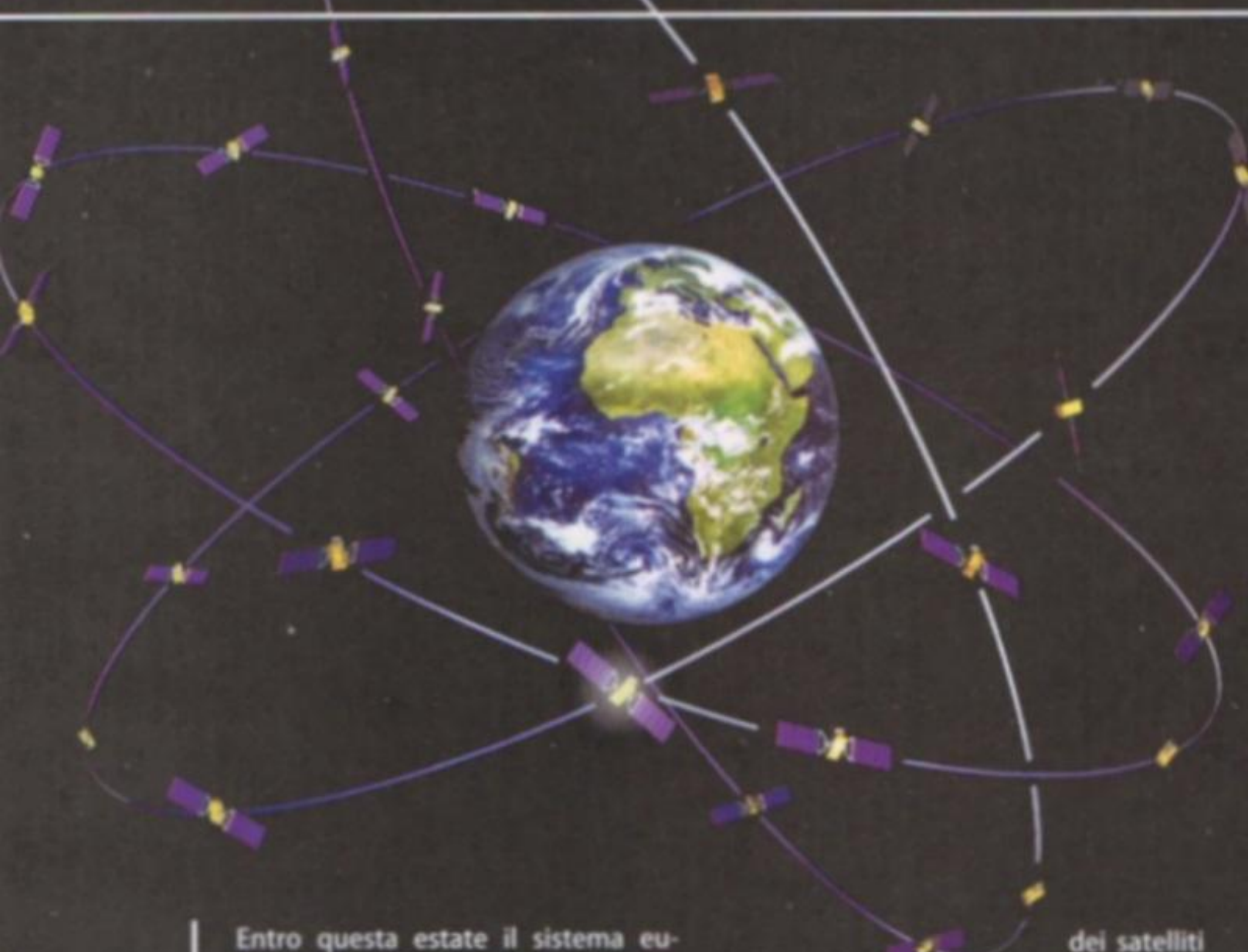


per il MATERIALE

Il kit SLAVE TRANSCEIVER UDOIT (cod. FT1083-UDOIT) comprende tutti i componenti e il modulo transceiver programmato, ed è in vendita a Euro 36,00. È possibile acquistare anche solo il modulo transceiver (cod. RFT868-5V-UDOIT) a Euro 24,00. Tutto il materiale è disponibile presso Futura Elettronica.

Il materiale va richiesto a:

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



Galileo accelera verso quota 14

Entro questa estate il sistema europeo di navigazione Galileo potrà contare su 14 satelliti in orbita: la Commissione europea ha infatti deciso di accelerare il dispiegamento del segmento spaziale anticipando a maggio il lancio con il Soyuz che era previsto a inizio 2017.

La decisione è stata presa anche in conseguenza della piena disponibilità

dei satelliti
13 e 14 realiz-
zati dalla tedesca

OHB: si tratta di satelliti FOC (Full operational capability), che hanno completato tutti i test previsti in ESTEC.

Il lancio, seguito come sempre da Arianespace, sarà effettuato dallo Space Center dell'ESA nella Guyana francese, da dove a dicembre scorso erano stati

lanciati i due precedenti satelliti della costellazione. Al momento, la costellazione dispone infatti di 12 satelliti in orbita, di cui 9 pienamente operativi. Prosegue su questi ultimi, intanto, l'intensa campagna di test finalizzata all'avvio della fase *Initial Services*, prevista entro la fine dell'anno. E resta ancora programmato per fine 2016 anche l'avvio della nuova fase di lancio col vettore Ariane 5, che porterà in orbita 4 satelliti per volta (contro i due del più piccolo Soyuz).

È dunque ragionevole prevedere che la costellazione arrivi entro l'inizio del prossimo anno a quota 18, avvicinandosi in modo significativo alla configurazione definitiva - 30 satelliti, di cui 27 operativi e 3 di riserva.

www.asi.it

Hyperloop arriva in Europa

Hyperloop, il mezzo ultraveloce di trasporto terrestre nato da un'intuizione di Elon Musk, potrebbe diventare operativo in Europa prima che negli Stati Uniti. Mentre in California è infatti in costruzione un tratto sperimentale della lunghezza di 8 km, in Europa si pensa di realizzare alcune linee in grado di collegare tra loro diverse capitali europee. Le prime potrebbero riguardare le tratte da Bratislava a Vienna e da Bratislava a Budapest che potrebbero essere "bruciate" rispettivamente in 8 e 10 minuti. Un'iniziativa, questa, nata dalla volontà del governo slovacco e più precisamente del Ministro dell'Economia Vazila Hudak che ha incontrato recentemente Dirk Ahlborn, CEO di Hyperloop Transportation Technologies. Un incontro che ha portato alla firma di un memorandum per esaminare la possibilità di una futura collaborazione per la realizzazione di

alcune tratte di ferrovia ultraveloce basate sulla tecnologia Hyperloop. Progetto che, in caso di successo, potrebbe espandersi rapidamente in tutta Europa collegando, ad esempio, Milano a Roma in soli 30 minuti.

Da tempo il governo slovacco ha posto al centro della propria azione politica l'innovazione, e il memorandum con HTT ne è conferma. "Un sistema di trasporto di questo tipo azzererebbe le distanze, ridefinirebbe il concetto di pendolarismo e incrementerebbe la cooperazione tra paesi europei" ha affermato il ministro slovacco.

L'Hyperloop si basa su capsule che viaggiano a velocità quasi supersonica all'interno di tubi depressurizzati, qualcosa di simile alla posta pneumatica. La poca energia necessaria viene generata da pannelli solari posti sulla superficie del tubo, rendendo il progetto autonomo dal punto di vista energetico.

<http://www.mhssr.sk/>



A 100 anni dalle previsioni di Einstein osservate le Onde Gravitazionali

Grazie alla misura effettuata con gli interferometri gemelli LIGO, le collaborazioni scientifiche LIGO e VIRGO aprono una nuova finestra sul cosmo, rivelando le onde gravitazionali prodotte nella collisione di due buchi neri.

Per la prima volta, gli scienziati hanno osservato in modo diretto le onde gravitazionali: increspature nel "tessuto" dello spaziotempo, perturbazioni del campo gravitazionale, arrivate sulla Terra dopo essere state prodotte da un cataclisma astrofisico avvenuto nell'universo profondo. Questo conferma un'importante previsione della Relatività Generale di Albert Einstein del 1915, e apre uno scenario di scoperte senza precedenti sul cosmo.

Le onde gravitazionali sono state rivelate il 14 settembre 2015, alle 10:50:45 ora italiana (09:50:45 UTC, 05:50:45 am EDT), da entrambi gli strumenti gemelli Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory (LIGO), negli Stati Uniti, a Livingston, in Louisiana, e a Hanford, nello stato di Washington. Gli osservatori LIGO, finanziati dalla National Science Foundation (NSF) e operati da Caltech e MIT, hanno registrato l'arrivo delle onde gravitazionali entro una

finestra temporale di coincidenza di 10 millisecondi.

L'importante risultato, pubblicato sulla rivista scientifica *Physical Review Letters*, è stato ottenuto, grazie ai dati dei due rivelatori LIGO, dalle Collaborazioni Scientifiche LIGO (che include la Collaborazione GEO600 e l'Australian Consortium for Interferometric Gravitational Astronomy) e VIRGO, che fa capo allo European Gravitational Observatory (EGO), fondato dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) italiano e dal Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) francese.

www.infn.it

La BMW a guida autonoma del futuro

In occasione delle celebrazioni del centenario del marchio BMW, la Casa tedesca ha presentato *Vision Next 100*, una concept car a guida autonoma sviluppata integralmente dalla Casa di Monaco di Baviera che, come sottintende anche il nome, vuole rappresentare la visione di BMW per i prossimi cento anni: una vettura elegante che consente al conducente di scegliere tra il piacere di guida ad alte prestazioni e la possibilità di lasciare il controllo al computer di bordo. In modalità "guidatore" la vettura indica la



Primi passi del reattore a fusione Wendelstein 7-X

Dopo ben 19 anni, oltre un milione di ore di lavoro e un costo di circa un miliardo di euro, il reattore nucleare a fusione Wendelstein 7-X del Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) ha finalmente iniziato a produrre plasma utilizzando l'idrogeno e raggiungendo una temperatura di 80 milioni di gradi; in precedenza il reattore aveva prodotto plasma utilizzando l'elio e raggiungendo una temperatura di un milione di gradi. In entrambi i casi il plasma è rimasto attivo per frazioni di secondo.

Entrato in funzione alla presenza della cancelliera Angela Merkel, il Wendelstein 7-X ha lo scopo di valutare la stabilità del plasma generato ed i relativi sistemi di confinamento; il plasma è alla base di una eventuale successiva fusione nucleare. Il Wendelstein 7-X è un reattore nucleare

di tipo stellarator ultimato nel maggio 2014 a Greifswald in Pomerania; dalla fine della costruzione, lo stellarator è stato sottoposto a una serie di test che hanno verificato la corrispondenza del campo magnetico prodotto con quello desiderato (aspetto particolarmente delicato per uno stellarator). Dopo il parere favorevole degli enti di controllo, ne è stata approvata l'accensione nel dicembre 2015. Gli stellarator sono macchine



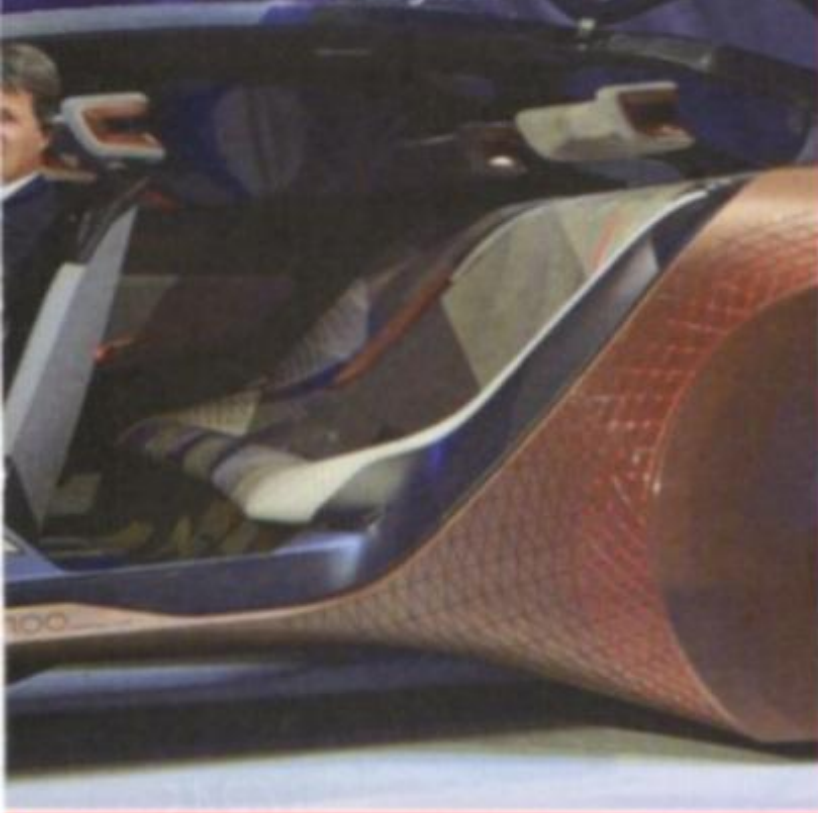
costruite per studiare la produzione di plasma destinato a dimostrare la fattibilità della fusione termonucleare controllata utilizzando, a differenza del tokamak, un campo magnetico che si adatta al plasma (cioè non forzando il plasma ad adattarsi al campo magnetico); ciò è ottenuto generando una corrente di plasma priva di campo magnetico proprio. In questo modo si ottiene automaticamente un plasma stabile, quindi operabile in stato stazionario. Lo stellarator Wendelstein 7-X è composto da 70 magneti superconduttori organizzati su cinque moduli strutturali in grado di confinare il plasma riscaldato a più di 100 milioni di gradi centigradi, sette volte la temperatura nel nucleo solare.

www.ipp.mpg.de

modalità di guida ideale e la velocità; in modalità "autonoma" il volante si ritrae e guidatore e passeggeri possono ruotare i sedili per trovarsi uno di fronte all'altro.

Durante il recente Salone Internazionale di Ginevra, BMW aveva annunciato che alcune funzionalità di guida autonoma potrebbero essere introdotte già verso la fine di questo decennio. Dopo questo evento, la Concept sarà protagonista del tour mondiale "Iconic Impulses" che toccherà Cina, Inghilterra e Stati Uniti. A Londra sarà affiancata dai prototipi Vision Next 100 firmati Mini e Rolls Royce, mentre a Los Angeles sarà presentato l'omonimo prototipo della BMW Motorrad.

www.bmwblog.com



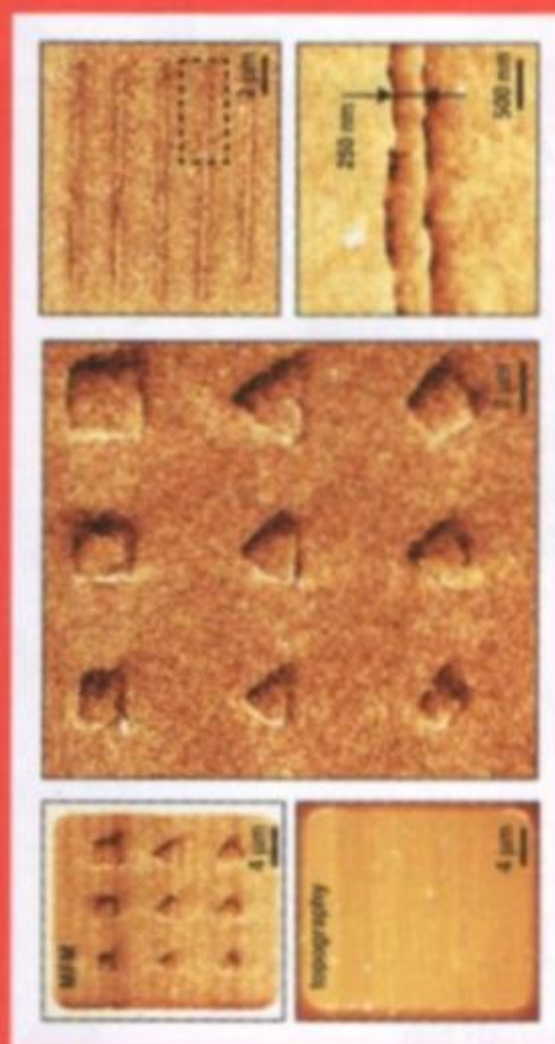
Dal Politecnico di Milano materiali elettronici personalizzabili

Scrivere, cancellare e riscrivere le configurazioni micromagnetiche complesse in un unico passaggio per costruire "da zero" materiali elettronici personalizzabili le cui proprietà e funzionalità possono essere programmate e riprogrammate on-demand, o anche modificate in risposta agli stimoli dell'ambiente circostante: è la ricerca del Polifab, il nuovo centro per la micro e nano fabbricazione del Politecnico di Milano, di cui si è occupata la rivista Nature Nanotechnology nel suo ultimo numero. Grazie alla tecnica denominata "Thermally assisted magnetic scanning probe lithography" (tam-SPL) messa a punto dai ricercatori, è possibile definire nanostrutture "puramente magnetiche" prodotte senza alterare la struttura chimica o la forma del materiale. Una ricerca di particolare importanza nel campo della fabbricazione di nano sensori, in particolare per quanto riguarda lo sviluppo di sensori per l'Internet of Things.

La ricerca è stata sviluppata dal gruppo del Dipartimento di Fisica del Politecnico di Milano guidato da Riccardo Bertacco, in particolare da Edoardo Albisetti e Daniela Petti, ed è frutto di una collaborazione con ricercatori internazionali del Georgia Institute of Technology (Atlanta), Cuny-Asrc (New

York), Cic Nanogune (Donostia-San Sebastian), Cnr-Iom (Perugia) e University of Illinois Urbana-Champaign (Urbana).

www.polifab.polimi.it/



La più sottile lente al mondo per telecamere microscopiche

Ricercatori del Nano-Electro-Mechanical System Laboratory della facoltà di Ingegneria dell'Australian National University (ANU) sono riusciti a realizza-

zare la più sottile lente al mondo, mille volte più sottile di un capello umano, aprendo la strada a display ancora più sottili e a rivoluzionare telecamere miniatura. La lente dello

spessore di 6,3 nanometri (9 strati atomici) e di 10 micron di raggio realizzata dai ricercatori australiani utilizzando il disolfuro di molibdeno è molto più sottile di quelle da 50 nanometri realizzate oggi con metamateriali a base di oro. Il disolfuro di molibdeno (MoS_2) fa parte di una nuova classe di materiali metallici/solfurici sottili, noti come metalli di transizione dicalcogenuri (TMDCs). A differenza di altri materiali come il grafene, i TMDCs possono emettere luce, allargando il campo delle applicazioni alla fabbricazione di fotorivelatori e dispositivi emettitori di luce cosa che, negli ultimi anni li ha resi popolari nei componenti ad alta tecnologia.

www.anu.edu.au/





6

SVILUPPARE APP android CON Processing

dell'ing.
MIRCO SEGATELLO

Impariamo a programmare per Android con l'ambiente di sviluppo Processing installato direttamente sul dispositivo mobile. Sesta ed ultima puntata.

Prima dell'arrivo delle schede Arduino, chi voleva progettare con i microcontrollori doveva disporre di un buon bagaglio di conoscenze sia di elettronica che di informatica. Partire da zero per realizzare un progetto era riservato a tecnici specializzati che avevano seguito un qualche corso specifico ed avevano preso familiarità con i microcontrollori e con il loro utilizzo. Poi arrivò Arduino ed anche ai meno esperti di elettronica fu possibile cominciare a progettare con i microcontrollori: erano sufficienti alcune basi di elettronica ed alcuni concetti di programmazione per imparare a utilizzare una scheda in modo autonomo, tanto che al giorno d'oggi Arduino viene usata anche nella didattica dei ra-

gazzi. Analogo è quanto sta avvenendo con le applicazioni per smartphone: alcuni anni addietro scrivere un'app era un'impresa che implicava una conoscenza approfondita dell'informatica, oltre a sapersi destreggiare con software alquanto complicati e non certo alla portata di qualche appassionato di programmazione. Le cose sono leggermente cambiate con l'introduzione del sistema operativo Android, decisamente rivolto agli "smanettoni" rispetto al più "blindato" iOS della Apple.

I primi ambienti di sviluppo (vedi Eclipse) non erano certo dei più semplici, ma comunque permettevano di sperimentare e i più determinati potevano crearsi la loro applicazione e vederla funzionare sul proprio

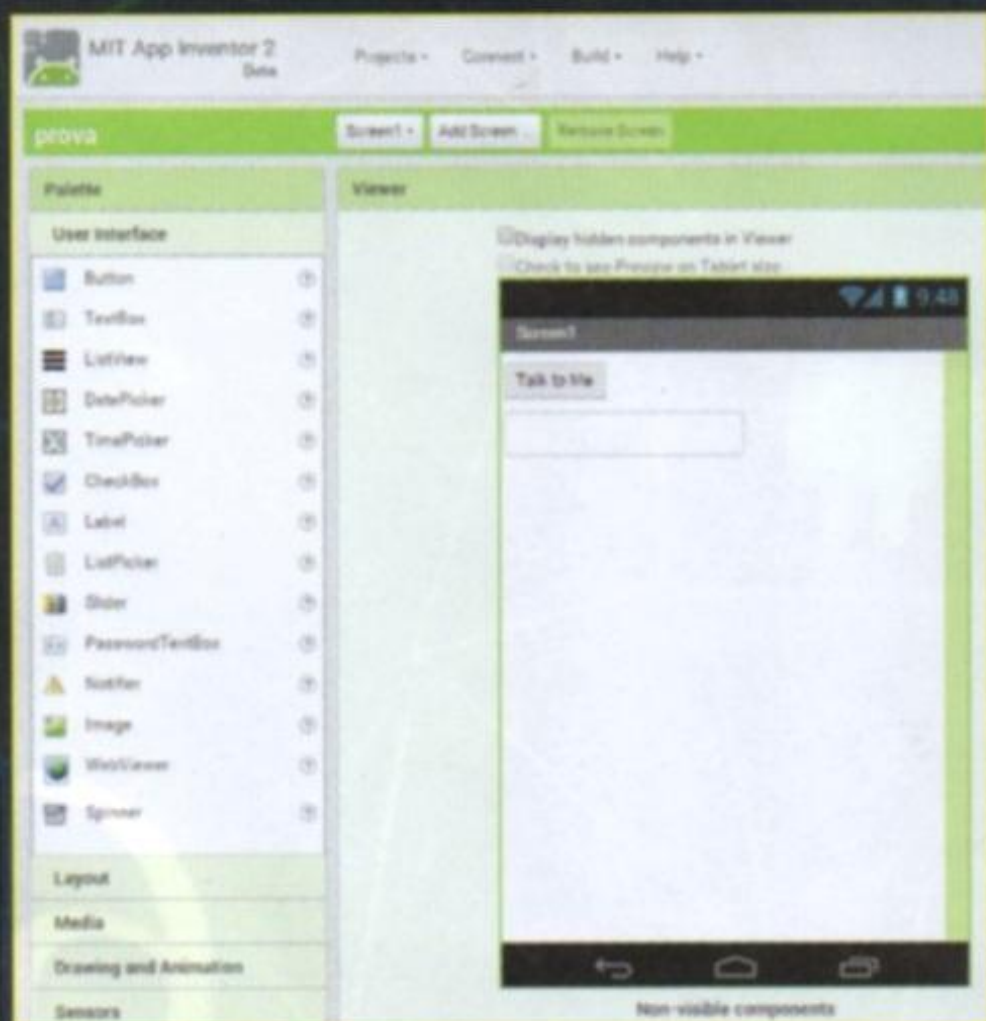


Fig. 1 - Interfaccia grafica di Appinventor.

smartphone in tempi e con costi limitati: una bella soddisfazione, veder funzionare sul proprio smartphone un software auto-prodotto...

Poi qualcuno di Google implementò un semplice ambiente di sviluppo con programmazione iconica di nome Appinventor, che consentì, anche ai meno esperti, di produrre la propria app. Successivamente il progetto fu rilevato dal MIT di Boston e migliorato sino alla versione Appinventor2 (Fig. 1), attualmente a disposizione di tutti in modo gratuito all'indirizzo: <http://appinventor.mit.edu/explore/>. La cosa sorprendente è che per creare un'applicazione con Appinventor servono pochissimi concetti di programmazione e non è richiesta la scrittura di righe di programma, perché tutte le funzioni vengono implementate assemblando semplici blocchi di funzioni prestabilite (Fig. 2). Anche applicazioni complesse come il riconoscimento vocale ed il TTS, sono implementate nativamente, semplificando notevolmente il lavoro del sviluppatore. La registrazione al sito avviene con lo stesso account utilizzato per l'accesso a Google e il dispositivo può essere programmato semplicemente connettendolo alla rete Wi-Fi di casa ed installando la relativa app: MIT AI2 Companion. Sullo stesso sito dell'applicazione sono disponibili alcuni brevi ma esaustivi tuto-

rial, che permettono a tutti di utilizzare il servizio, senza spendere un euro.

Durante questo corso abbiamo avuto modo di presentare una modalità di sviluppo di applicazioni che fosse sufficientemente semplice da essere alla portata di un semplice hobbista dell'informatica, pur mantenendo i pregi di un linguaggio di programmazione a riga di comando e quindi con quella malleabilità tale da consentire di sviluppare praticamente qualsiasi applicazione si desideri.

La prima puntata è stata interamente dedicata alla preparazione dell'ambiente di lavoro e all'installazione dei software necessari, primo fra tutti l'ADK che mette a disposizione le API per la programmazione. La procedura non è complicatissima ma tutto sommato neanche così immediata e semplice come installare un unico software; l'ambiente Windows e software di soggetti terzi potrebbero nascondere delle problematiche di difficile soluzione.

A questo hanno pensato gli sviluppatori dell'app chiamata APDE che, basata sul motore di Processing, permette di sviluppare app direttamente dal dispositivo, tablet o smartphone che sia.

Visto l'argomento del corso, viene quindi spontaneo descrivere anche questa modalità di sviluppo, veramente innovativa ed interessante. Come se non bastasse l'intero progetto è opensource e a disposizione di tutti al link <https://github.com/Calsign/APDE>.

Per prima cosa apriamo il play store di An-

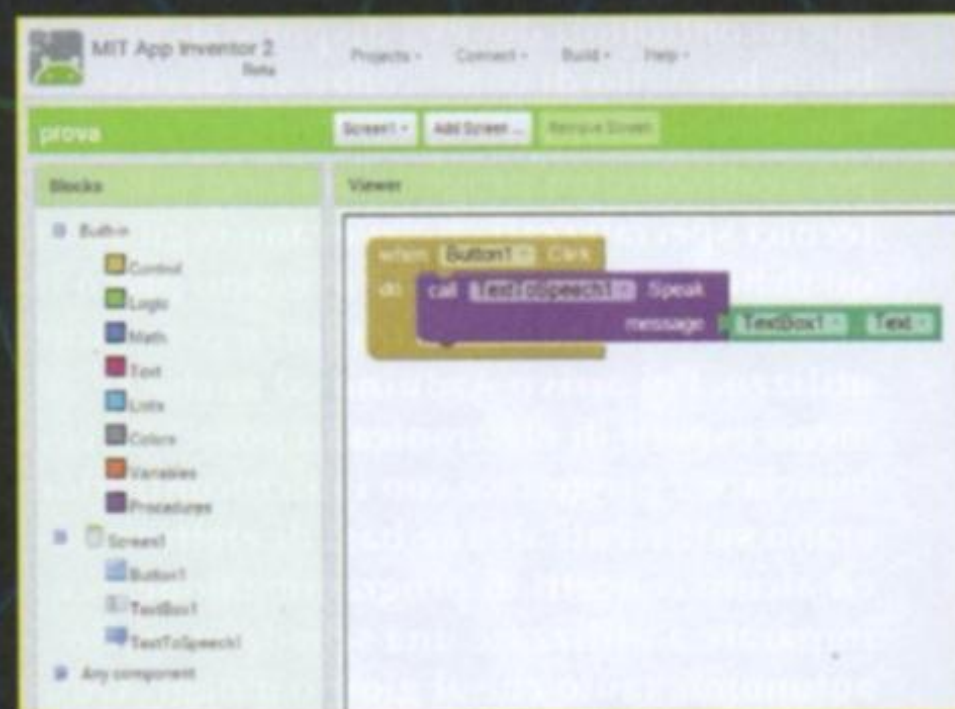


Fig. 2 - Interfaccia di programmazione di Appinventor.

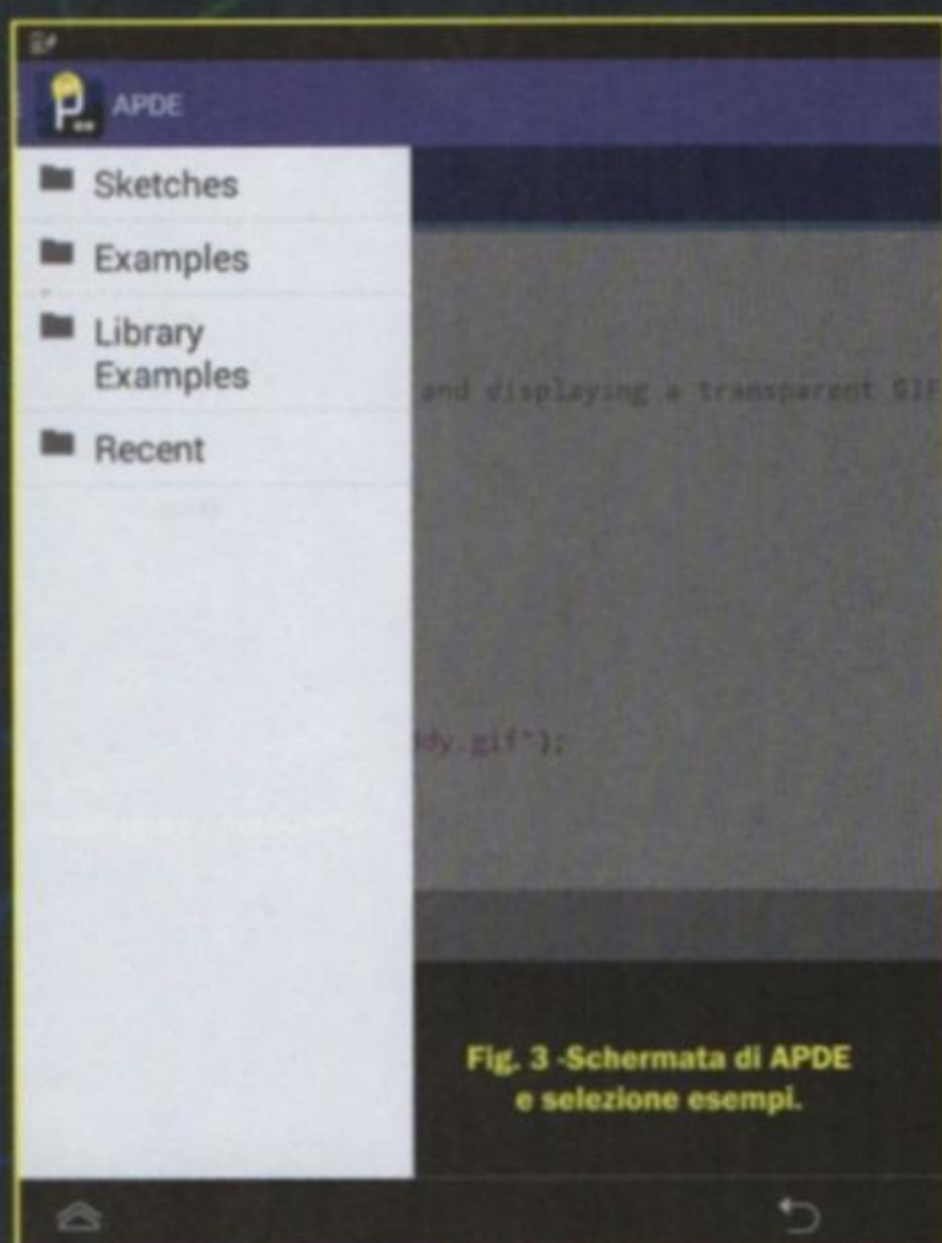


Fig. 3 - Schermata di APDE e selezione esempi.



Fig. 4 - Schermata di APDE ed esempio compass e compilazione.

droid e scarichiamo l'app del tutto gratuita APDE - Android Processing IDE (Fig. 3) che, al momento in cui scriviamo, è arrivata alla versione 0.3.3 alpha. Il nome fa capire che si tratta ancora di una versione di prova in fase di sviluppo e ancora non del tutto testata, ma comunque così definita da poter essere messa a disposizione del grande pubblico. A discapito del nome, abbiamo verificato che l'applicazione funziona bene e non presenta bug degni di nota.

A questo punto lo scenario cambia: niente più software da installare e configurare, ma una semplice e pulita app che implementa l'ambiente di programmazione Processing così come lo conosciamo, con la sua immediatezza ed i suoi comodi menu. Per la massima fruibilità dell'applicazione si consiglia (ma non è obbligatorio) disporre di una scheda SD esterna su cui poter lavorare.

Appena avviata l'app, l'ambiente di lavoro è subito disponibile: non servono account o elementi di sorta; la schermata è familiare e i comandi sono ben posizionati ed intuitivi da utilizzare. Non ci resta che fare alcune prove. Come già abituati con Arduino e Processing (per PC) sono disponibili numerosi esempi con cui familiarizzare in

Listato 1

```
CompassManager compass;
float direction;

void setup() {
  compass = new CompassManager(this);
}

void pause() {
  if (compass != null) compass.pause();
}

void resume() {
  if (compass != null) compass.resume();
}

void draw() {
  background(255);
  fill(192, 0, 0);
  noStroke();

  translate(width/2, height/2);
  scale(2);
  rotate(direction);
  beginShape();
  vertex(0, -50);
  vertex(-20, 60);
  vertex(0, 50);
  vertex(20, 60);
  endShape(CLOSE);
}

void directionEvent(float newDirection) {
  direction = newDirection;
}
```

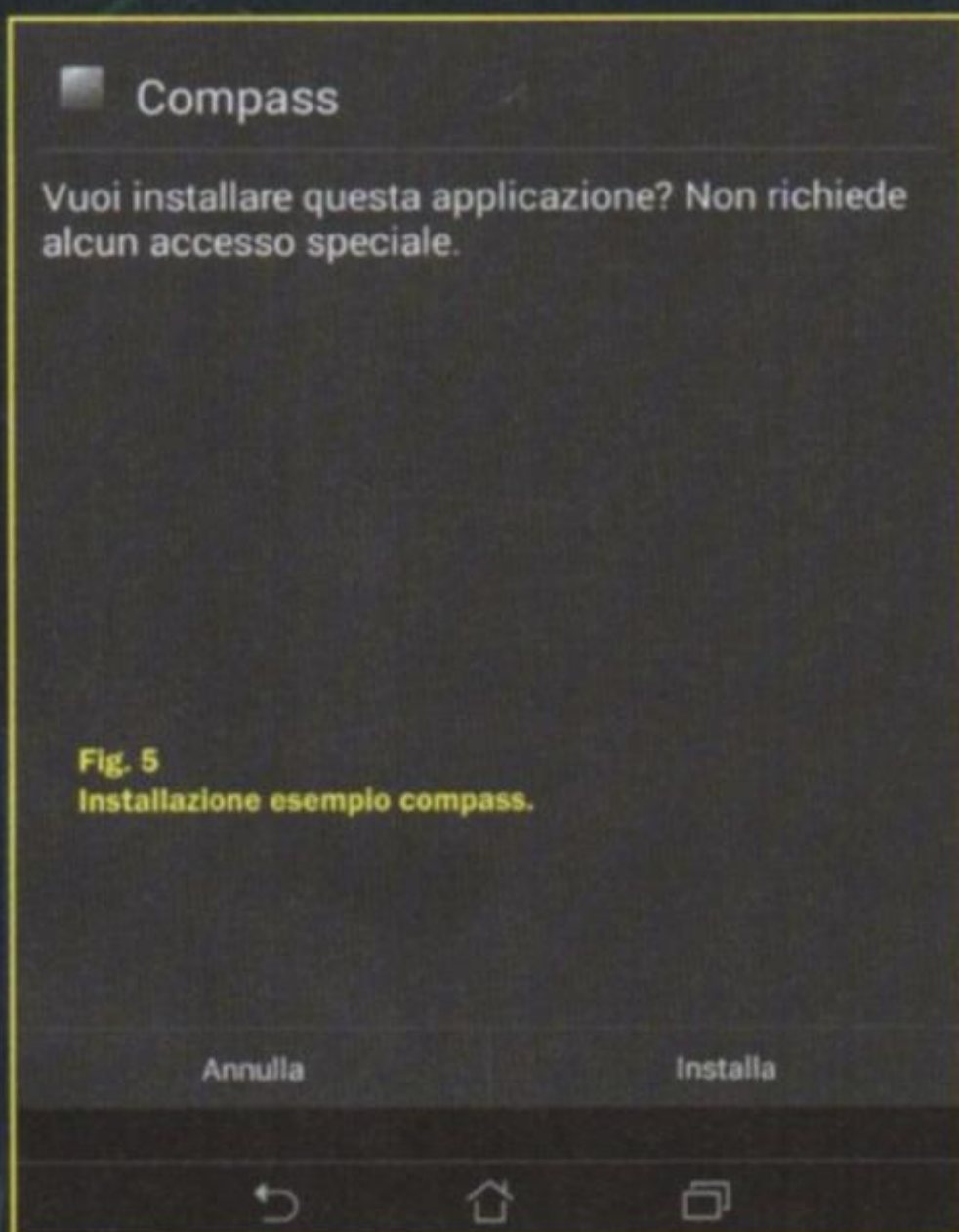



Fig. 5
Installazione esempio compass.

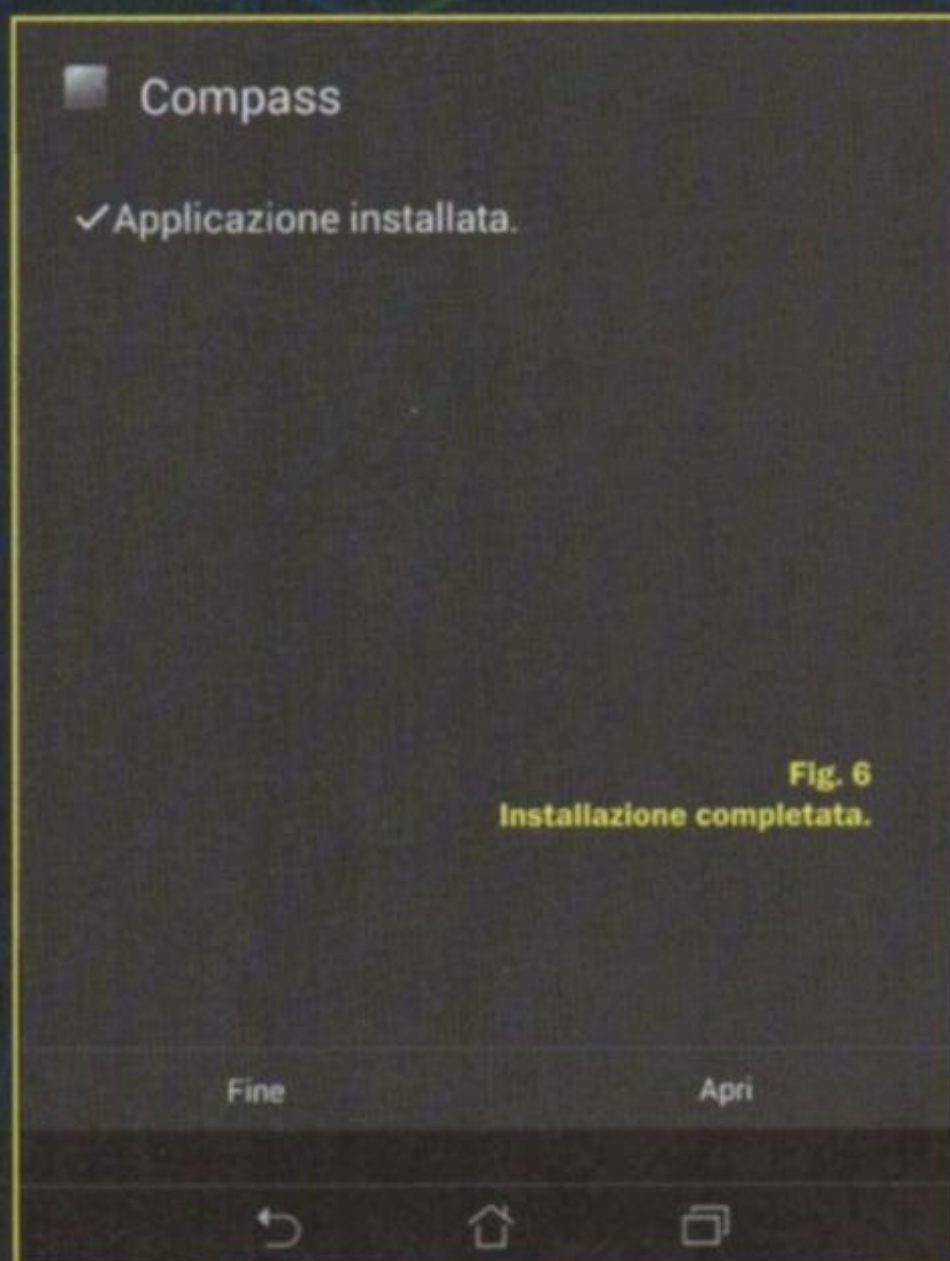


Fig. 6
Installazione completata.

modo facile e veloce. In alto a sinistra trovate il menu per l'apertura degli esempi già pronti, sia i nostri progetti personali. Gli esempi sono così numerosi che sicuramente troverete spunto per la vostra personale applicazione. Aprite l'esempio *Compass* disponibile nel sottogruppo *Sensor* degli esempi (Fig. 4): il codice (Listato 1) è molto semplice e utilizza le chiamate alle API di Android già pronte e disponibili nel file `compassManager.java`. Questa applicazione utilizza il magnetometro del dispositivo per implementare la funzionalità di una bussola con un ago

virtuale visibile sullo schermo, che punterà sempre nella direzione del nord. Terminato il caricamento è possibile avviare la compilazione, semplicemente cliccando sul solito pulsante a forma di triangolo. Se la compilazione è andata a buon fine (Fig. 6) verrà chiesto di installare l'applicazione (la nostra) nel qual caso verrà creata la relativa icona. È sufficiente cliccare su *Apri* per avviare l'applicazione; successivamente basterà cercare tra le app quella appena installata e "tappare" sulla relativa icona (Fig. 7) come per qualsiasi altra app, per vedere la vostra applicazione in funzione: più



Fig. 7
Avvio applicazione compass.

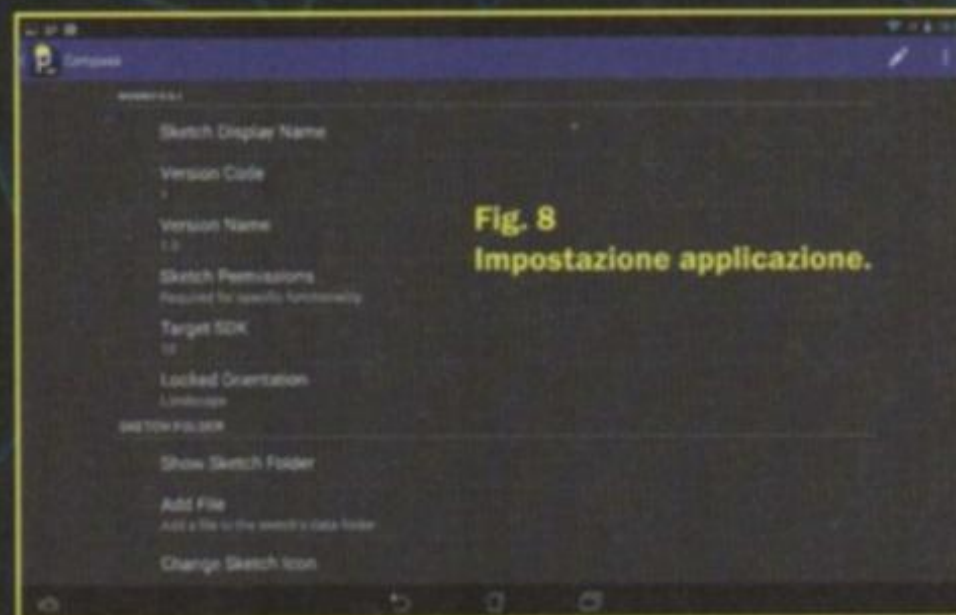


Fig. 8
Impostazione applicazione.

<https://processing.org/reference/libraries/>

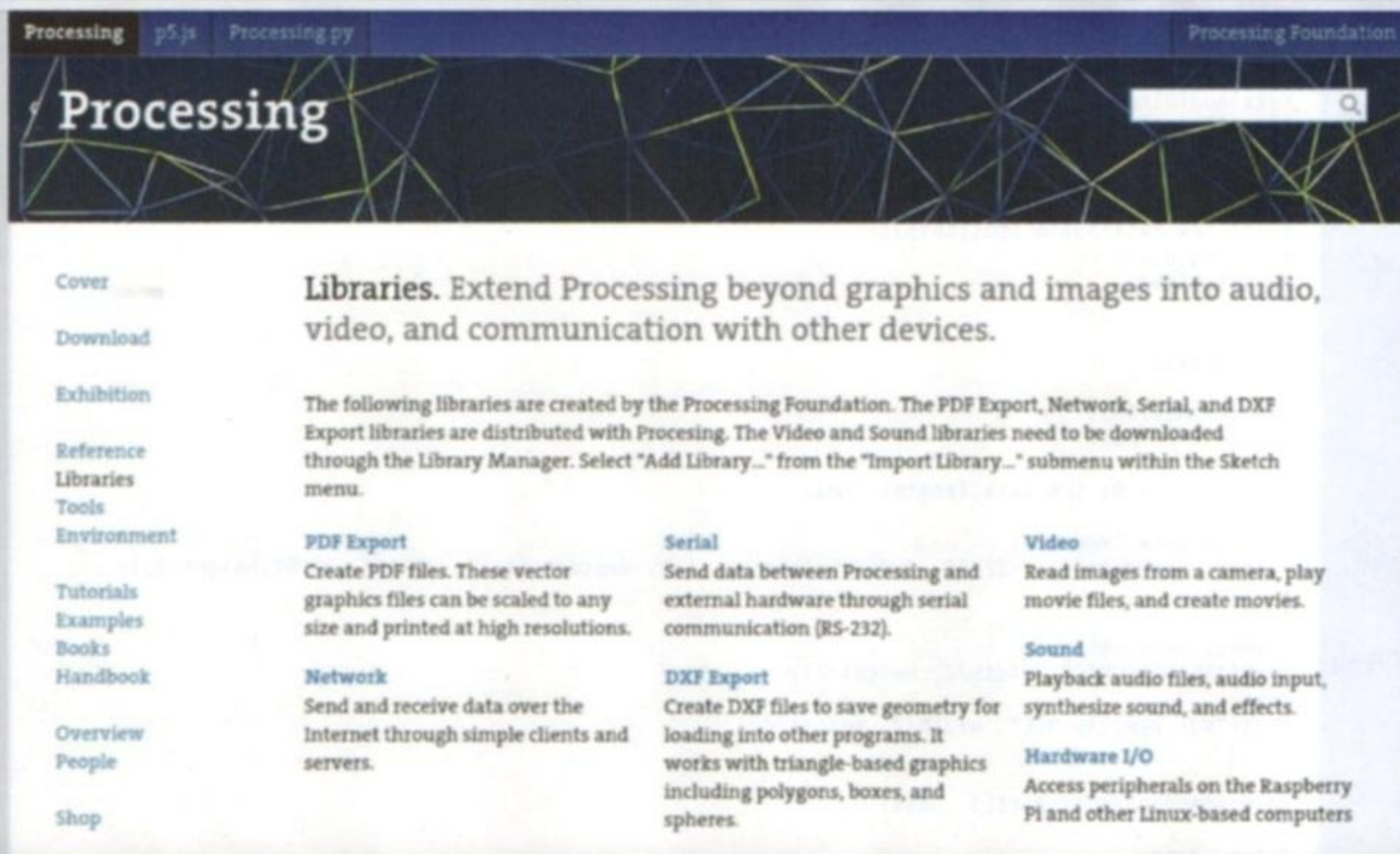


Fig. 9 - Librerie aggiuntive per Processing.

semplice di così... Per il resto è tutto molto intuitivo: tramite la tastiera di sistema si scrive il codice e per la compilazione è necessario un solo clic. Sulla destra è disponibile un menu contestuale che permette di entrare nelle impostazioni dell'applicazione; da questa schermata (Fig. 8) potranno essere modificati il nome, i permessi e la versione. Sempre da questa schermata, potrete modificare l'icona dell'applicazione caricando un'immagine precedentemente selezionata, seguendo le indicazioni riportate nelle scorse puntate.

Un altro importante menu si chiama *Tools*

e permette di gestire l'esportazione del progetto ma anche l'importazione di un'eventuale libreria di terze parti.

Andate in *Tools > Import Library* e nel menu a destra, cliccando su *Get Libraries*, verrete immediatamente indirizzati alla pagina di Processing dalla quale prelevare la libreria, tra quelle disponibili (Fig. 9).

Se disponete di una libreria di terze parti scaricata nel formato zip, potete usare il comando *Install Compressed Library* per l'installazione in modalità automatica.

Abbiamo installato la libreria *Ketai* (Fig. 10), che è tra le più complete e

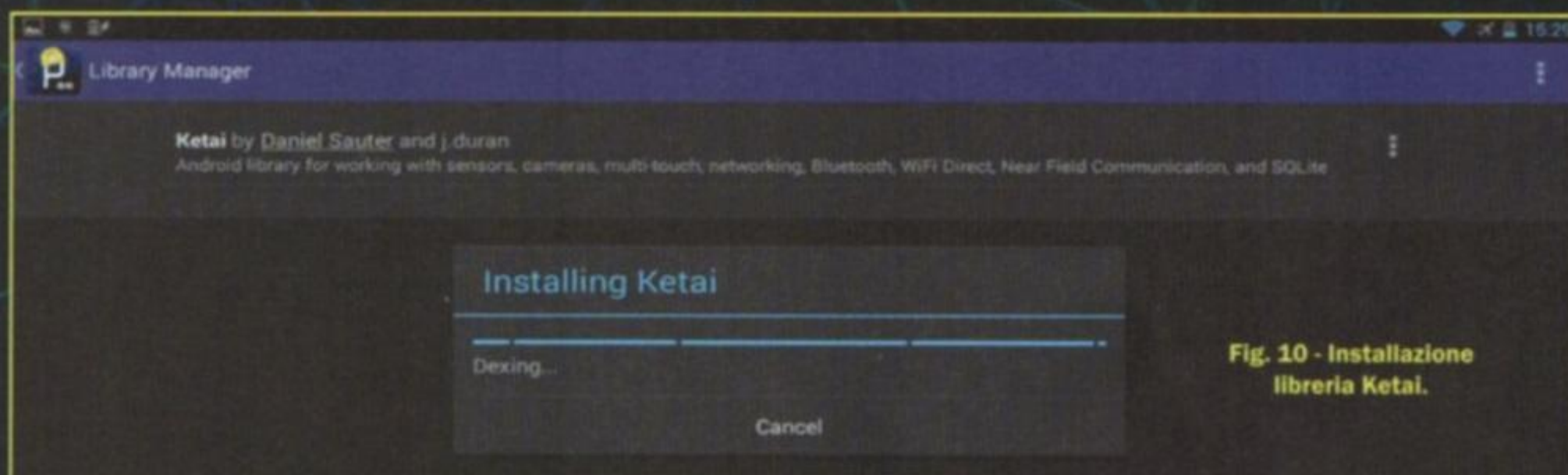


Fig. 10 - Installazione libreria Ketai.

Listato 2

```

CompassManager compass;
import ketai.sensors.*;
KetaiAudioInput mic;
short[] data;
void setup()
{
  orientation(LANDSCAPE);
  mic = new KetaiAudioInput(this);
  fill(255,0,0);
  textSize(48);
}

void draw()
{
  background(128);
  if (data != null)
  {
    for (int i = 0; i < data.length; i++)
    {
      if(i != data.length-1)
        line(i, map(data[i], -32768, 32767,height,0), i+1, map(data[i+1], -32768, 32767,height,0));
    }
  }
  if(mic.isActive())
    text("READING MIC", width/2, height/2);
  else
    text("NOT READING MIC", width/2, height/2);
}

void onAudioEvent(short[] _data)
{
  data= _data;
}

void mousePressed()
{
  if (mic.isActive())
    mic.stop();
  else
    mic.start();
}

```

funzionali ora disponibili ed avviato l'esempio *Gestures*, giusto (Fig. 11) per vedere la gestione del touch-screen.

Successivamente abbiamo provato a utilizzare il ricevitore GPS interno al dispositivo ed il microfono per eseguire una registrazione audio e vedere il segnale a schermo, tipo oscilloscopio. Questa applicazione (Listato 2) è molto interessante perché fa vedere in tempo reale il segnale acquisito dal microfono in un grafico temporale. Questo esempio è alla base della funzionalità di un oscilloscopio: è sufficiente far giungere il segnale, debitamente condizionato, all'ingresso microfonico del vostro dispositivo. Sempre nel menu *Tool*, assume particolare importanza la funzione di esportazione del pacchetto firmato (signed package) perché permette di generare il file APK distribuibile; come già spiegato, sarà necessario definire una password e specificare gli eventuali dati dell'autore.

Il menu *Setting* riguarda invece tutte le impostazioni relative all'IDE, come la grandezza dei caratteri, il tipo di ausilio nella stesura del codice ed altro; l'interfaccia è molto spartana con dei colori abbastanza neutri, a sottolineare la sobrietà dell'applicazione, che non deve essere bella, ma funzionale ed immediata. A giudicare dal fermento nello Store, altri soggetti si stanno muovendo in questa direzione, proponendo ambienti di lavoro direttamente fruibili su piattaforma Android, come ad esempio l'app AIDE- IDE for Android Java C++ (Fig. 12) che consente anch'essa di sviluppare applicazioni native per Android comodamente dal dispositivo mobile.

Anche questa è un'applicazione davvero potente, che implementa una programmazione a riga di comando più simile all'ambiente Eclipse, un tantino meno immediata di Processing, ma sicuramente molto com-

Fig. 11 - Esempi disponibili nella libreria Ketal.

pleta. L'app è gratuita, però alcune funzionalità sono rese disponibili a pagamento.

CONCLUSIONI

Pur essendovi una chiara distinzione tra elettronica ed informatica, le due sembrano legate indissolubilmente: quando è presente l'una troviamo immancabilmente anche l'altra e quasi sempre i nostri progetti sfruttano le conoscenze dalle due discipline.

Lo dimostra anche questo corso, che si conclude qui e con il quale speriamo di aver avvicinato ancora di più gli appassionati di elettronica all'informatica e stimolato la loro creatività, che adesso può contare su uno strumento in più. In queste sei puntate avete imparato che, sebbene la preparazione dell'ambiente di lavoro non sia proprio immediata, lo sviluppo dei sorgenti è decisamente agevole e semplificato rispetto ad altri ambienti di sviluppo.

La disponibilità di librerie specifiche semplifica notevolmente la stesura del codice e permette di usare facilmente anche funzioni complesse del sistema operativo, così come le periferiche hardware disponibili a bordo degli smartphone. ■

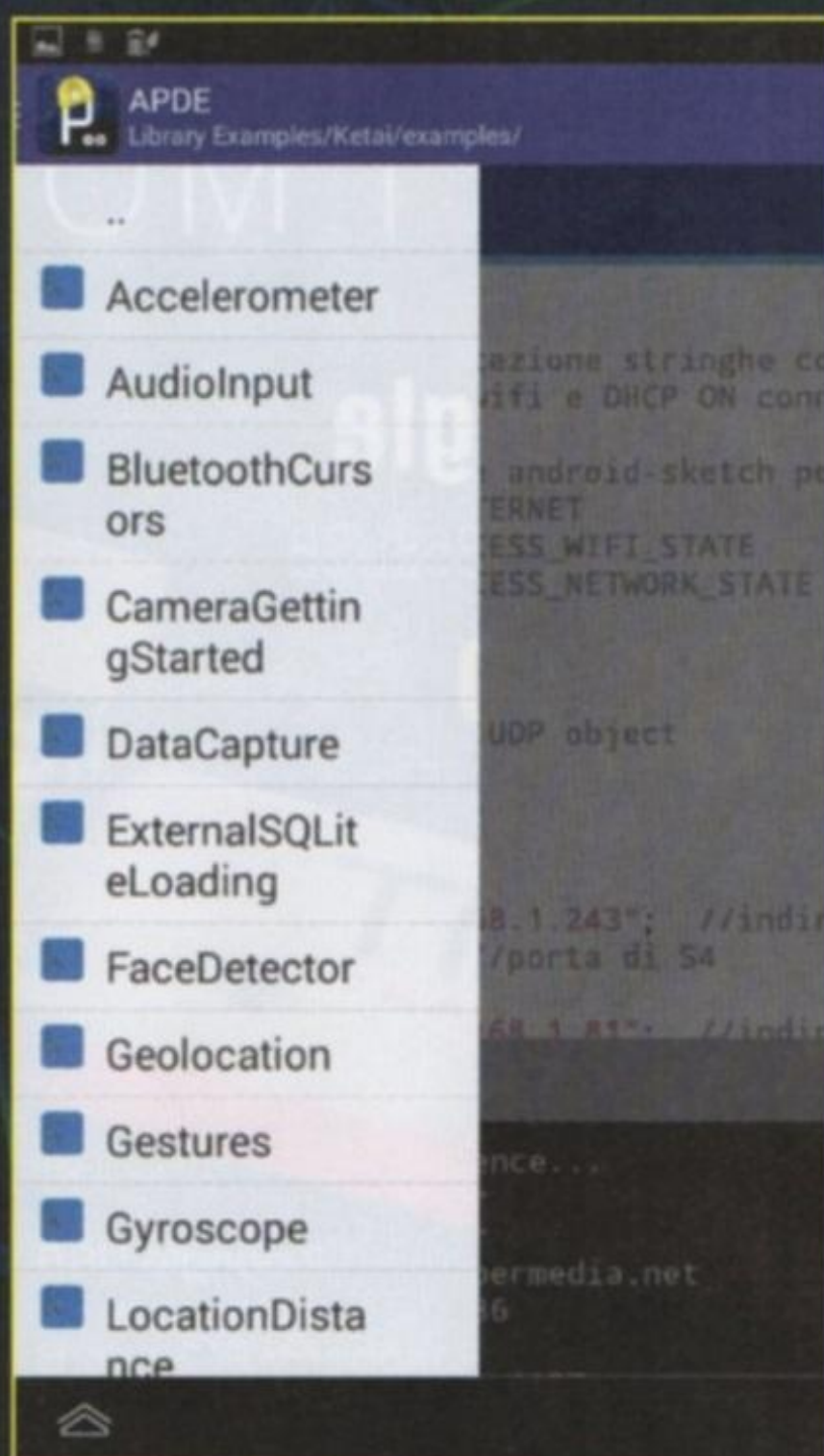
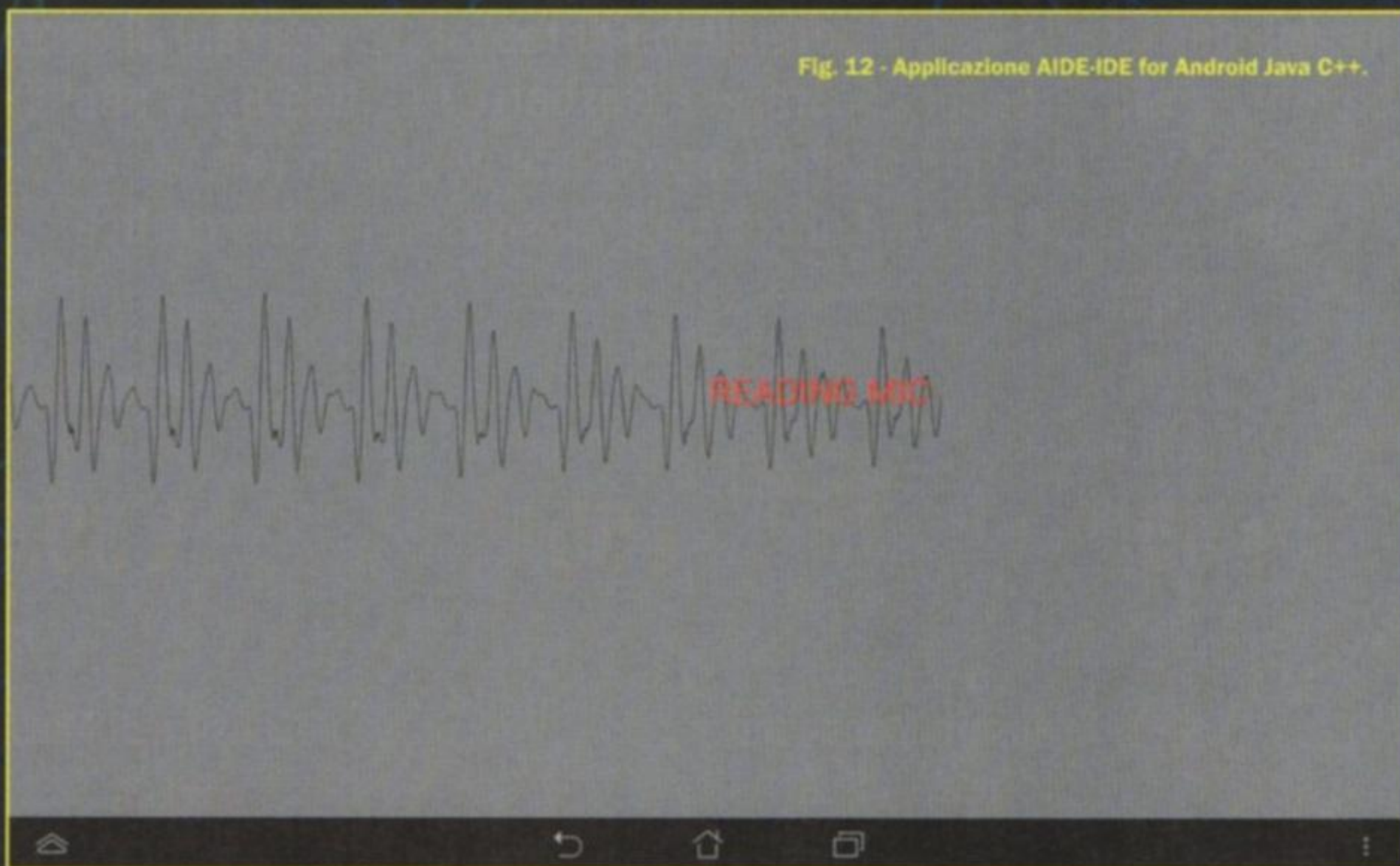


Fig. 12 - Applicazione AIDE-IDE for Android Java C++.



Dal MIT celle solari leggere come bolle di sapone

Le attuali celle solari *thin film* sono veramente poca cosa rispetto ai progressi della ricerca, in particolare ai risultati ottenuti dal MIT (Massachusetts Institute of Technology) in termini di spessore e leggerezza, grazie all'impiego di un polimero trasparente e di un processo one-step.

La nuova cella solare è talmente sottile da poter rimanere sulla superficie di una bolla di sapone senza farla scoppiare.

Anche se probabilmente ci vorranno diversi anni prima di realizzare un prodotto commercialmente valido, Vladimir Bulovic, Annie Wang e Joel Jean, hanno creato la cella solare più sottile e leggera mai ottenuta fino ad ora.

Il nuovo processo è descritto in maniera approfondita in un articolo di *Organic Electronic* che spiega come hanno fatto Bulovic e colleghi a produrre con un unico meccanismo materiale fotovoltaico, substrato e strato protettivo.

Nel dettaglio, il team ha utilizzato un polimero flessibile e trasparente abbastanza comune, il parylene. Il materiale è servito per la realizzazione sia del substrato che dello strato protettivo.

L'intero processo avviene in una camera a vuoto a temperatura ambiente e senza l'uso di solventi – a differenza della fabbricazione delle celle solari convenzionali – sfruttando la tecnica della deposizione del vapore per far "crescere" la cella.

La cella solare realizzata non è particolarmente efficiente, ma il rapporto potenza-peso è tra i migliori mai rag-

giunti. Considerando che un modulo solare a base di silicio, il cui peso è legato soprattutto alla copertura in vetro, può produrre circa 15 Watt di potenza per chilogrammo, le nuove celle hanno già dimostrato una potenza di 6000 Watt per chilogrammo, circa 400 volte di più.

<http://news.mit.edu/>



Ventimila server sotto i mari

Il futuro dei server Microsoft potrebbe presto esser sott'acqua. L'obiettivo perseguito da Microsoft è quello di bloccare all'origine il non trascurabile calore generato dai server, così da ridurre al minimo ogni possibile problema di funzionamento. Quale miglior idea, dunque, se non quella di posizionare i propri server nelle fredde acque dell'oceano, magari di concerto ad una turbina o a qualche congegno capace di produrre e soddisfare al tempo stesso il fabbisogno di energia.

La strategia di Microsoft prende il nome in codice di "Natick" ed è simile a quella di altri colossi del web: Facebook, ad esempio, ha costruito un datacenter a Lulea, in Svezia, mentre Google impiega l'acqua fredda del golfo di Finlandia per raffreddare il proprio

server collocato ad Hamina. Nel caso di Microsoft, tuttavia, l'intento sembra esser ancor più complicato ed affascinante, vista la collocazione dei propri datacenter dentro l'acqua. Per far questo, il colosso di Redmond ha addirittura rispolverato un personaggio tipico di Halo: Leona Philpot, che nel caso specifico rappresenta una capsula sigillata contenente alcuni server, installata ad un chilometro dalla costa sull'Oceano Pacifico; i lavori hanno assunto un ritmo sostenuto nel 2014

e si sono conclusi poche settimane fa. Microsoft tiene a precisare che la sua struttura (che dovrebbe restare in vita per un arco temporale di 20 anni, per poi esser riciclata) non porterà complicazioni all'ambiente, non produce scorie e non surriscalda le acque.

Project Natick è ancora nella fase di test, bisognerà attendere nuovi riscontri prima di capire la fattibilità di un suo impiego.

<http://news.microsoft.com/>



GenZe 2.0 uno scooter elettrico per tutti

Prodotto dal colosso indiano Mahindra e commercializzato in Europa da Peugeot, GenZe 2.0 è uno scooter elettrico low cost pensato per i giovani e per chi ha bisogno di un mezzo semplice per compiere brevi tragitti urbani.

L'attuale versione, frutto di un'evoluzione costante, è equipaggiata con una batteria agli ioni di litio estraibile da 1,6 kWh, che garantisce al mezzo un'autonomia di 45 minuti a 50 km/h. Una ricarica completa richiede 3 ore e mezza, ma sono sufficienti solo 2 ore per una ricarica rapida al 90%. Il tutto semplicemente staccando il pacco batterie e collegandolo alla rete. GenZe 2.0 è equipaggiato con un sistema di frenata rigenerativo e, grazie al suo motore, scatta da 0 a 45 km/h in meno di 8 secondi. Il telaio alleggerito,



interamente in alluminio, garantisce allo scooter uno stile innovativo e futurista, sottolineato dalla fanaleria full Led. La ruota anteriore da 16" offre il massimo confort al guidatore. Noto la strumentazione touch screen da 7", che fa da cruscotto e dialoga col cellulare. Dal punto di vista estetico la parte posteriore si caratterizza per il contrasto tra la ruota piccola, con motore integrato, e il voluminoso codone che ospita un generoso vano porta oggetti completo anche di porta

USB per ricaricare dispositivi elettronici quali smartphone e tablet. Infine la sella è regolabile su due posizioni: una dedicata agli agili spostamenti urbani, l'altra più rilassante, per viaggi un po' più lunghi.

www.peugeotscooters.fr/

Fuel Cell reversibile a ossidi solidi

Boeing ha consegnato alla Marina statunitense un innovativo sistema di accumulo energetico a celle a combustibile reversibile a ossidi solidi (o RSOFC). Tradizionalmente le pile a ossidi solidi o SOFC utilizzano come elettrolita un materiale allo stato solido, elemento che le rende molto più stabili di quelle a carbonati fusi, in quanto non presentano problemi di "perdite liquide". Il loro funzionamento è abbastanza semplice: dal catodo gli ioni d'ossigeno vengono trasferiti attraverso l'ossi-



Nuovo record per la geotermia di EGP in Toscana

È il miglior risultato mai raggiunto in oltre cento anni. Il 2016 della geotermia di Enel Green Power in Toscana si è aperto con l'annuncio di un nuovo record assoluto relativo alla produzione da fonte geotermica nell'anno solare 2015: le 34 centrali geotermiche in esercizio hanno fatto registrare una produzione di 5.820 GWh, dato che supera il precedente primato del 2014 quando la produzione era stata di 5.548 GWh. Il nuovo record di produzione da fonte geotermica in Italia segna un aumento di quasi 300 GWh rispetto al 2014.

Il risultato è stato possibile grazie all'entrata in esercizio di Bagnore 4, all'ottimizzazione tecnologica degli impianti la cui efficienza impiantistica è stata superiore al 98% e alla disponibilità dei pozzi minerari gestiti da Enel Green Power nell'ottica di una coltivazione geotermica attenta all'ambiente e all'equilibrio del ciclo geotermico. Il più antico complesso geotermico del mondo, gestito da Enel Green Power tra le province italiane di Siena, Pisa e Grosseto, racchiude know how ed eccellenze che EGP esporta in tutto il pia-

neta. Delle 34 centrali geotermoelettriche, 16 sono in provincia di Pisa; 9 sono nella provincia di Siena per 10 complessivi gruppi di produzione; 9 si trovano nella provincia di Grosseto per un totale di 11 gruppi di produzione. A livello provinciale, la provincia di Pisa si attesta su una produzione geotermica di 2958 GWh, il dato più alto delle tre province toscane. Il territorio di Siena ha avuto una produzione di 1478 GWh e Grosseto di 1384 GWh.

www.enelgreenpower.com



do ad alta temperatura per reagire con l'idrogeno sull'anodo e generare elettricità. In questa fuel cell reversibile però, è vero anche il contrario. In altre parole la reazione può essere guidata in entrambe le direzioni: verso la combustione dell'idrogeno per la produzione di corrente o verso l'elettrolisi dell'acqua per la generazione di idrogeno. Il sistema è in grado di immagazzinare gas idrogeno a partire dalla elettrolisi delle molecole d'acqua. Quando la rete ha bisogno di energia elettrica funziona come una tradizionale cella a combustibile, consumando l'idrogeno immagazzinato per rilasciare elettricità. La tecnologia di Boeing, spiega la stessa società in una nota stampa, è unica nel suo genere riuscendo ad ottenere entrambi i processi in un unico sistema. Una prima unità è stata commissionata dalla Southern California Edison a Huntington Beach ma i test veri e propri si svolgeranno sulla 'microgrid' sperimentale della Marina presso il NAVFAC Engineering and Expeditionary Warfare Center.

<http://boeing.mediaroom.com>

Il più grande impianto solare termodinamico del mondo inaugurato in Marocco

Buona la seconda. Dopo aver rimandato senza alcuna spiegazione l'inaugurazione che si doveva tenere a dicembre 2015, questa volta il re del Marocco, Mohamed IV, ha ufficialmente inaugurato la mega centrale Noor 1, il più grande impianto solare termodinamico del mondo. L'impianto, che si trova in pieno deserto del Sahara, ha una potenza di 160 MW ed è costato 652 milioni di dollari. La centrale, che occupa una superficie di 2500 ettari ed è composta da 500 mila concentratori parabolici disposti su 800 file, utilizza la tecnologia dei sali fusi che in questo caso garantisce una capacità di stoccaggio di 3 ore; le parabole riflettenti sono state posizionate in modo da ridurre al minimo i possibili danni derivanti dalle tempeste del deserto. La centrale Noor1 fa parte di un progetto più ampio ed ambizioso del governo del Marocco, uno dei



pochi paesi del Nord Africa ad essere del tutto privo di giacimenti di idrocarburi che è costretto ad importare con un costo annuo di quasi 10 miliardi di dollari. Nel suo complesso il progetto prevede l'installazione di 580 MW entro il 2020 tramite i siti di

solare termodinamico Noor 2 (200 MW) e Noor 3 (150 MW), e di fotovoltaico Noor 4. In parallelo agli impianti di Ouarzazate si muove il progetto Noor Midelt, lanciato il 1 gennaio dalla MASEN, che prevede altri 400 MW installati, combinando

termodinamico e fotovoltaico. Complessivamente l'intera rete di impianti solari Noor, avrà una capacità di circa 2.000 MW entro il 2020. Il consorzio di imprese che ha realizzato l'impianto è stato guidato dalla spagnola Acciona.

www.acciona.com

Milano sempre più smart col progetto Sharing Cities

Presentato il progetto "Sharing Cities", che punta a rendere la zona di Porta Romana e Vettabbia un distretto "smart" a energia zero, nell'arco di cinque anni, con una collaborazione tra Milano, Londra e Lisbona. Le tre città, consorziate, si sono aggiudicate il bando europeo "Soluzioni per città e comunità intelligenti che integrano i settori dell'energia, trasporti e Ict attraverso progetti pilota". Londra è capofila del progetto, Milano e Lisbona le consorziate, mentre Bordeaux, Bargas e Varsavia sono le città "follower", che replicheranno i modelli proposti dalle prime tre città. Obiettivo, abbattere le emissioni di carbonio degli edifici e dei mezzi di traspor-

to per migliorare la qualità dell'aria. Il progetto riceverà un contributo europeo complessivo di 25 milioni di euro, di cui 8,6 milioni al partenariato locale della città di Milano. Di questi, poco più di due saranno introitati dal comune. Sono previsti interventi su cinque edifici di proprietà mista e su due edifici pubblici in via San Bernardo (quartiere di Chiaravalle), per un totale di 25 mila metri quadri di unità residenziale. Saranno installati 300 lampioni intelligenti WiFi dotati di sensori. E poi la sharing mobility: a disposizione degli abitanti, 60 veicoli elettrici di car sharing più due auto a

disposizione del "car sharing condominiale", oltre a 150 bici elettriche (per 14 nuove stazioni), 76 punti di ricarica di colonnine elettriche (20 a ricarica rapida), 125 stalli di parcheggio intelligenti e 10 veicoli elettrici condivisi destinati al trasporto merci.

<http://cordis.europa.eu>