

Mensile di progettazione elettronica, attualità scientifica, novità tecnologiche.

€ 6,00

Elettronica In

www.elettronica.in.it

oltre l'elettronica

Anno XXI - n. 194
Aprile 2015

IN
OMAGGIO
IL CATALOGO
2015



■ Report

CeBIT

Controlla con i GESTI GestIC Technology

- 3D Vertex: montaggio e collaudo
- Sistema antintrusione basato su Randa
- Le alimentazioni di Arduino
- MSP432: nuove MCU da Texas Instruments
- Breakout Board: sensore termico analogico e ADC
- Ottenere notifiche Push da Raspberry Pi

**LoRa
Demoboard**
Long Range
Wireless



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

© 2015 FUTURA GROUP srl

Il futuro dell'IoT è wireless

Quando è nata Internet, forse neanche chi l'ha ideata immaginava quante cose utili avrebbe portato, perché innovazioni di così grande impatto moltiplicano l'inventiva e si estendono in modo che solo quando sono in corso si può capirne la portata. Un esempio sono i Social Network e i servizi di Instant Messaging, la cui ideazione è stata possibile

sfruttando una rete planetaria che doveva servire a condividere le informazioni.

Grazie alla Rete sono nate applicazioni di telecontrollo, telemetria e sicurezza, che consentono di appoggiarsi a un'infrastruttura economica ed efficiente con la quale da tutto il mondo si può monitorare e operare su qualsiasi cosa; ma anche la telemedicina che permette a specialisti di associazioni di volontariato, di eseguire a distanza diagnosi su pazienti nei luoghi più disagiati del mondo. Da qualche anno le grandi potenzialità di Internet hanno partorito l'Internet delle cose (IoT) che si basa su una considerazione: "perché non collegare al web elettrodomestici, oggetti di uso comune, elettronica indossabile dalle persone o di bordo delle auto, per monitorare, aiutare, ottimizzare la vita di tutti i giorni? L'IoT migliorerà la nostra vita: ancora non sappiamo quanto, ma certamente porterà una rivoluzione, consentendo di creare modelli di calcolo sulla base dell'attività quotidiana di una persona o di monitorare la situazione dell'ambiente in cui si muove, o anche di operare a distanza con sistemi di realtà virtuale. Anche l'industria del futuro -per la quale è stato coniato il termine Industria 4.0- guarda con interesse all'IoT: macchinari e interi insediamenti produttivi interagiranno e comunicheranno tra loro e con l'operatore, per migliorare innanzitutto sicurezza e produttività, grazie all'estensione industriale IIoT (Industrial Internet

of Things). Realizzare l'IoT richiederà il potenziamento dell'infrastruttura Internet per supportare il flusso dei dati che vi verranno riversati e fornire l'accesso alle miriadi di dispositivi che chiederanno di connettersi; non è un caso che Internet sia passata al protocollo IPv6, che estende a 2³² gli indirizzi di rete disponibili. Se

le applicazioni fisse come elettrodomestici e sistemi di sicurezza intelligenti si appoggeranno alla rete cablata, quelle mobili, indossabili e insediate in luoghi non cablati richiedono una rete

wireless, la cui tecnologia ancora non è definita: la telefonia mobile (LTE e il futuro 5G) sarà una, ma i ricercatori puntano anche su connessioni wireless punto-punto o punto-multipunto sulle bande ISM, meno complesse e costose delle reti cellulari. Quello dell'IoT wireless è un piatto ricco che tutti desiderano: dai produttori di microcontrollori low-power a quelli di soluzioni RF, impegnati a realizzare apparati che consentano collegamenti a grande distanza mantenendo potenze di trasmissione, e quindi consumi, bassissimi; i protocolli Long Range sviluppati di recente sono candidati all'IoT, dato che, grazie alla capacità di minimizzare l'effetto del rumore, permettono di rendere leggibili deboli segnali trasmessi con potenze ridottissime. Soluzioni Long Range sono state proposte da SigFox (che ha sviluppato una vera e propria rete wireless) e Semtech, la cui tecnologia è implementata nel modulo LoRa di Aurel, con il quale abbiamo sviluppato la demoboard che trovate in questo fascicolo, utile a sperimentare ora le applicazioni IoT del vostro futuro.



Arsenio Spadoni

(Arsenio.Spadoni@elettronica.in.it)

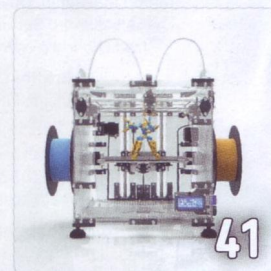
Sommario

Aprile 2015
n. 194

ARTICOLI

41 HI-TECH 3D VERTEX: L'EVOLUZIONE DELLA SPECIE

Scopriamo la meccanica della nuova stampante 3D FDM mono/bi-estrusore e vediamo come costruirla e collaudarla con l'apposito software personalizzato Repetier-Host. Seconda e ultima puntata.



41

53 HI-TECH LoRa SSM DEMOBOARD

Aurel ha introdotto il modulo XTR-8LR100 per comunicazioni Long Range; con esso abbiamo realizzato una demoboard da connettere al PC via USB per imparare a utilizzarlo.



53

63 DIDATTICA L'ALIMENTAZIONE DI ARDUINO, QUESTA SCONOSCIUTA...

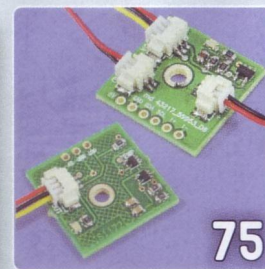
Arduino può essere alimentata in molti modi; spieghiamo le varie possibilità per dissipare i tanti dubbi che sorgono quando si deve alimentare la board.

75 LABORATORIO BREAKOUT BOARD TERMOMETRO E ADC

Misura della temperatura con segnale analogico e conversione analogico/digitale sono le funzioni implementate dalle schede qui descritte, ideali per la prototipazione e l'aggiunta di funzioni on the fly a sistemi esistenti.



63



75

83 APPLICAZIONI RandA: PRIMA APPLICAZIONE

Facciamo un po' di pratica con la scheda che fa da ponte tra i mondi Arduino e Raspberry Pi, realizzando un sofisticato sistema antintrusione.



83



93

93 IN VETRINA LE MCU DI TEXAS INSTRUMENTS CRESCONO

Anteprima dei nuovi microcontrollori a 32 bit MSP432 di Texas Instruments basati su architettura ARM Cortex-M4F, con DSP e motore di calcolo a virgola mobile integrati.



IN COPERTINA:

Rilevare i movimenti delle mani senza sensori indossabili né telecamere a infrarossi, ma sfruttando l'interazione con un campo elettrostatico; in una parola: GestIC.

ELENCO INSERZIONISTI

- Fiera di Empoli
- Fortronic
- Futura Elettronica
- National Instruments
- RM Elettronica
- Robot & Makers
- SMAU
- www.mdsrl.it



RomeCup E FLL ITALIA: I RISULTATI

106

La tiratura di questo numero
è stata di 21.500 copie.



Mensile associato
all'USPI, Unione
Stampa Periodica
Italiana

RUBRICHE

- 01 EDITORIALE
- 05 ELETTRONICA
INSIEME
- 13 APPUNTAMENTI
- 17 EVENTI
- 20 COMPONENTI
& SISTEMI
- 113 SCIENZA
& TECNOLOGIA
- 126 RINNOVABILI
- 128 MERCATINO

99 NETWORKING NOTIFICHE PUSH DA RASPBERRY PI

Conosciamo e utilizziamo Pushetta, un servizio web che permette di inviare notifiche di eventi a smartphone iOS e Android.



99

109 EVENTI CeBIT 2015: CHE C'È DI NUOVO?

Novità e tendenze in diretta dalla più importante manifestazione fieristica europea del settore elettronico.



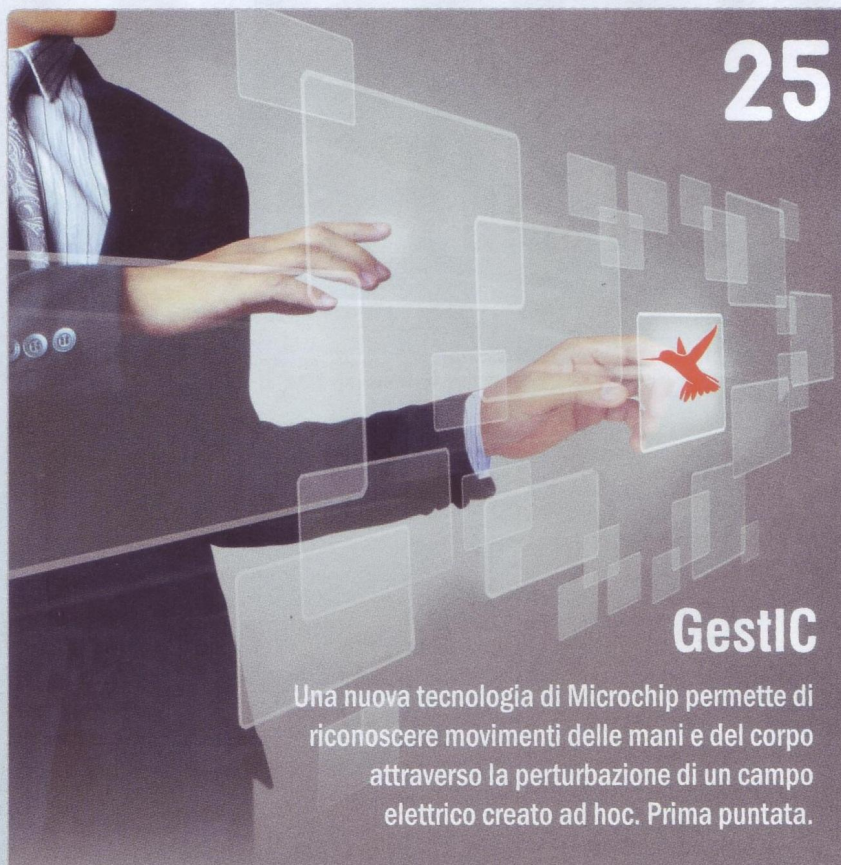
109

117 DIDATTICA CORSO MPLABX

Continuiamo il nostro viaggio alla scoperta di MPLab X, il nuovo ambiente di sviluppo integrato prodotto e distribuito da Microchip per rimpiazzare il vecchio MPLab IDE. Vediamo come realizzare applicazioni embedded multitasking con i PIC32. Quinta puntata.



117



25

GestIC

Una nuova tecnologia di Microchip permette di riconoscere movimenti delle mani e del corpo attraverso la perturbazione di un campo elettrico creato ad hoc. Prima puntata.

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

USB C: il bus è ancora più standard

Nella recente presentazione del nuovo MacBook fatta a San Francisco, ha fatto la sua apparizione una nuova connessione che Apple ha chiamato USB C; ad occhio è diversa da tutte quelle viste finora ma quel che non ho capito, anche perché le poche notizie trapelate sono confusionarie e portano informazioni più commerciali che tecniche, se è una nuova versione di USB (migliore della 3.0/3.1) o se differisce solo per la connessione fisica, che indubbiamente è originale.

Giorgio Varalta - Vicenza

USB C in realtà non è un nuovo protocollo o una nuova interfaccia di comunicazione, ma un'implementazione rivista in alcuni particolari, che riguardano principalmente la connessione fisica. Secondo le intenzioni, almeno nei MacBook questa nuova porta "ingloba" ed elimina tutte le precedenti e svolge la funzione di connessione dati, ricarica della batteria, alimentazione delle periferiche ecc. Sul piano del protocollo, l'USB C porta gli stessi segnali dell'USB standard, mentre quello che cambia è il form factor della connessione. Infatti questa nuova connessione è diversa da quelle standard A e B ed anche dalla USB 3.0, sebbene trasporti gli stessi segnali, ovvero i canali D+/D- raddoppiati per garantire il transfer rate di tale standard. La velocità di trasferimento dei dati è quella tipica dell'USB 3.0, quindi circa 5 Gbps, tuttavia i nuovi cavi con connettori USB-C dovrebbero essere in grado di trasferire dati fino a 10 gigabit al secondo. Quindi questa nuova USB non introduce migliorie sul piano della velocità (perché gli host USB sono sempre gli stessi e per salire bisognerebbe cambiare host), ma è già pronta per futuri incrementi, in quanto la connessione e la cavetteria garantiscono appunto i 10 Gbit. La novità significativa è la tensione fornita dalla porta USB associata all'USB-C, che dovrebbe arrivare anche a 20 volt (nell'USB è stata ed è 5 volt). La



In alto, la nuova porta unica del MacBook; sotto, i due connettori maschio e femmina utilizzati dall'USB-C.

particolarità della linea di alimentazione dell'USB C è che è reversibile, ossia può essere utilizzata per caricare il MacBook ovvero da questo per alimentare i dispositivi collegatigli. Inoltre, almeno per i dispositivi di Apple, i connettori USB C saranno come le prese Lightning dei MacBook e degli iPhone: potranno essere inserite in qualsiasi verso senza preoccuparsi del funzionamento. La possibilità di avere in uscita tensioni più elevate di quelle garantite dallo standard attuale (5V) si deve essenzialmente al fatto che siccome la porta USB C trasporta l'alimentazione dal caricabatteria alla batteria, su di esso può essere resa disponibile la stessa tensione della batteria, che può arrivare a 14,8 volt. Sui 20 dichiarati da Apple, bisogna vedere come verranno ottenuti. Essendo più piccolo e compatto dei tradizionali USB A e B, l'USB C potrà essere impiegato anche sui dispositivi palmari come gli smartphone, i lettori mp3 ed altri dispositivi (tipo speaker portatili). L'USB C non tarderà ad essere adottata dai vari costruttori di PC portatili e di periferiche, per sostituire la varietà di connessioni USB A, B, mini e micro che ormai di fatto hanno tolto all'USB uno dei requisiti originari: l'universalità della connessione.

Vederci meglio in retromarcia

Vorrei dotare la mia auto di un sistema di visione posteriore simile a quelli montati di serie nelle grosse berline e stavo pensando di adottare la soluzione più semplice, ovvero una telecamera collegata a un monitor da collocare dove possibile sulla plancia. Ma ho qualche dubbio circa il tipo di telecamera da usare, perché suppongo debba essere a tenuta stagna o comunque in grado di resistere a spruzzi d'acqua e alle intemperie. Quanto al monitor, che tipo potrei usare? E come posso fare a inserire il sistema solo quando vado in retromarcia, in maniera automatica e risparmiandomi la scoccatura di dover mettere un interruttore a mano?

Fabio Corona - Rieti

In linea di massima l'impianto è una semplicissima TV a circuito chiuso formata da una telecamera a uscita analogica (videocomposito 1 Vpp/75 ohm) e un monitor a ingresso videocomposito, collegati insieme mediante un cavetto coassiale video RG58, evitando di far toccare la maglia schermo sulla scocca del veicolo ma connettendola esclusivamente ai connettori di monitor e telecamera;



Il kit visore di retromarcia reperibile su www.futurashop.it è composto da una telecamera e un monitor collegati in wireless grazie a una coppia RX/TX a 2,4 GHz.

ciò mette al riparo da giri di massa che possono causare interferenze, possibili perché si tratta di segnali analogici. Per l'attivazione, alimenta monitor e telecamera (sceglili da 12 volt) con un diodo di protezione in serie (va dimensionato per la corrente massima assorbita da monitor e telecamera) con un cavo che prende alimentazione dalla luce di retromarcia di uno dei gruppi ottici posteriori.

Senza stare a cercare tutte le parti, puoi trovare in commercio qualcosa di già pronto, come ad esempio il kit visore di retromarcia 8100-CP346 di Futura Elettronica (www.futurashop.it) che consta di una telecamera wireless e da un monitor a colori con ricevitore RF integrato. La telecamera wireless, alimentata direttamente dalla luce della retromarcia, può essere montata sulla parte posteriore del veicolo senza alcuna difficoltà e senza il tedio di dover "tirare" il cavo coassiale di collegamento al monitor. La telecamera è del tipo con sensore CMOS a colori 1/3" (risoluzione di 420 Linee TV e apertura angolare orizzontale di 120° e verticale di 90°) e capace di effettuare anche riprese al buio, poiché è provvista di un illuminatore a 7 LED IR. È inoltre a tenuta stagna, con grado di protezione IP66, quindi nessun problema per le intemperie.

La visione delle riprese avviene in uno schermo LCD da 3,5" con ingresso videocomposito (standard PAL) da 320 x 240 pixel; la particolarità di questo monitor è che può rimanere alimentato in standby consumando pochissimo, e si attiva automaticamente in presenza di segnale video in ingresso.

Telecamera e monitor potrebbero essere collegate mediante cavi, tuttavia il kit prevede un microtrasmettitore operante in banda ISM (opera sui 2,414 GHz) che permette di farne a

meno: si collega all'uscita video e alla presa di alimentazione e può, in teoria, trasmettere fino a 100 m di distanza. Il ricevitore abbinato opera alla stessa frequenza ed ha una sensibilità di -93dBm, più che sufficiente per questa applicazione; è dotato di PLL e assorbe appena 150 mA.

Rilevare i metalli diamagnetici

Mi affascina molto la prospezione, cioè la ricerca nel più vicino sottosuolo di oggetti metallici e preziosi perduti ad esempio nello strato superficiale della sabbia. Ho anche provato qualche metal detector che viene dichiarato capace di rilevare, oltre al ferro e ai metalli ferromagnetici, anche oro, argento e rame, che sono diamagnetici. Conosco qualcosa sul magnetismo e sui metodi più basilari per rilevare la presenza dei metalli, uno dei quali consiste nell'avvicinare una bobina percorsa dalla corrente alternata di un oscillatore e nel rilevare gli effetti che la presenza di materiale ferromagnetico o paramagnetico causa nel circuito e che sono dovuti all'aumento dell'induttanza della bobina stessa, dovuto al crescere della permeabilità magnetica. Tali effetti si concretizzano nella variazione della frequenza dell'oscillatore, che è sempre legata all'induttanza della bobina. Quello che però non mi spiego è come facciano, certi metal detector, a rilevare metalli come l'oro e l'argento, che essendo diamagnetici non dovrebbero causare l'aumento della permeabilità magnetica e quindi dell'induttanza della bobina...

Davide Squillini - Como

Ci sono vari modi per rivelare la presenza dei metalli: quello a variazione di induttanza si basa sulla vicinanza di materiali ferromagnetici, che avendo

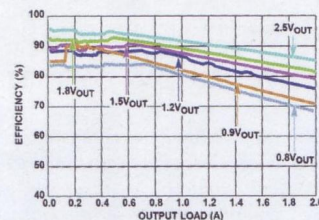
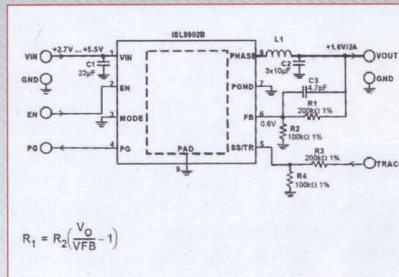
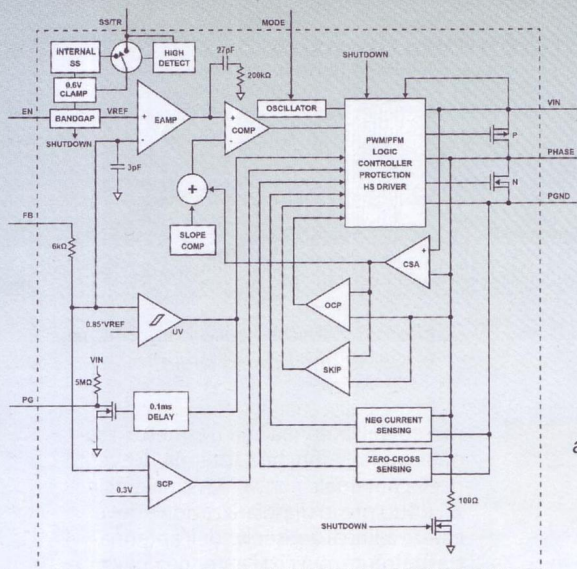
una permeabilità magnetica relativa (μ_r) molto alta modificano, in base alla distanza cui si trovano dalla bobina, l'induttanza di quest'ultima; con questa tecnica funzionano i cercamine e in generale i metal detector con cui si devono rivelare il ferro e i materiali ferromagnetici, che magneticamente si comportano alla stessa maniera. Con la stessa tecnica si possono rilevare i metalli paramagnetici, quelli, cioè, che presentano una permeabilità magnetica bassa. Per rilevare i metalli diamagnetici, dato che non altererebbero la permeabilità magnetica della zona intorno alla bobina, si sfrutta l'effetto delle correnti parassite nei materiali elettricamente conduttori, dovute all'induzione di un campo magnetico; questa tecnica consente di rilevare non solo i metalli come l'oro, il rame e l'argento, ma in generale qualsiasi elemento elettricamente conduttivo. Per comprendere il funzionamento di questa tecnica parti dalla considerazione che qualsiasi conduttore immerso in un campo magnetico diventa sede ai propri capi di una tensione indotta e in esso si genera una corrente elettrica; in un pezzo di metallo, in special modo se anulare, la corrente tende a chiudersi determinando a sua volta un campo magnetico che tende ad opporsi a quello che l'ha generato. Questo "cortocircuito" delle correnti parassite generate nel metallo causa, per il fenomeno della reazione d'indotto, un aumento dell'assorbimento di corrente dalla bobina; è come in un trasformatore, il cui primario è la bobina del metal detector e il secondario il metallo rilevato. Misurando la variazione di corrente rispetto alla condizione di riposo, si rivela la presenza del metallo o del conduttore anche non metallico.

Piccolo switching grandi prestazioni

Dovrei ricavare una tensione stabilizzata di 2 volt in un dispositivo alimentato con una cella al litio da 3,7V (1s) e avrei in mente di utilizzare un piccolo regolatore LDO o, meglio ancora, uno switching; in quest'ultimo caso mi occorrerebbe qualcosa che richiedesse componenti (mi riferisco a bobina e condensatore costituenti il filtro della tensione di uscita) di minimo ingombro, dato che lo spazio a mia disposizione è ridottissimo. Che componente potrei utilizzare.

Flavio Canessa - Urbino (PU)

Oggigiorno si trovano in commercio driver per DC/DC converter che, grazie alle elevatissime frequenze di commutazione,



*Schema a blocchi interno
e tipica applicazione
dell'integrato Intersil
ISL8002B; il grafico
accanto allo schema mostra
le curve di rendimento per
varie tensioni e
correnti di uscita.*

sono in grado di convertire potenze anche rilevanti nei circuiti elettronici, con un minimo ingombro e senza richiedere componenti pesanti e costosi. Un esempio introdotto di recente in commercio dalla Intersil è l'ISL8002B, un convertitore monolitico DC/DC sincrono di tipo step-down, caratterizzato da elevata efficienza e capace di erogare fino a 2A di corrente continua partendo da una tensione di ingresso di valore compresi fra 2,7 e 5,5V. La tensione erogabile in uscita dipende da quella ricevuta all'ingresso e in linea generale può essere impostata fra 0,8 e 2,5 volt mediante il partitore di retroazione collegato al contatto FB. Il componente è piccolissimo, infatti è incapsulato in un contenitore QFN quadrato delle dimensioni di appena 2x2 mm. L'elevatissima frequenza di switching (l'ISL8002B operate a ben 2 MHz!) consente di utilizzare per l'induttanza e il condensatore di filtro valori bassissimi, anche alla massima corrente d'uscita.

L'elevata efficienza (si parla di circa il 95 % con tensione d'uscita di 2,5 volt) è dovuta sia alle basse perdite di commutazione che sono merito dello stadio di uscita a MOSFET a bassissima $R_{ds(on)}$, sia alla frequenza di commutazione. Particolarità dello stadio di uscita di questo switching è che è a simmetria complementare, ossia composto da un MOSFET a canale N ed uno a canale P: questo consente di erogare corrente e chiudere il circuito nelle pause a zero volt, accelerando il ciclo di carica e scarica dei condensatori di filtro e consentendo di fare a meno del condensatore di bootstrap che si trova nella media dei convertitori DC/DC integrati, a tutto vantaggio della riduzione dello spazio su circuito stampato.

Altra particolarità dell'ISL8002B è che -sempre per migliorare il rendimento- può funzionare in due modalità (selezione dall'utente dal progettista): in PWM o in PFM; quest'ultima (PFM significa Pulse

Frequency Modulation) conviene venga utilizzata ad elevati carichi di uscita e consiste nel pilotare l'uscita con impulsi di frequenza variabile. La PWM, invece, è la classica modalità a impulsi di frequenza costante, di cui viene variato il duty-cycle; nel componente della Intersil bisogna utilizzarla a basse correnti d'uscita. La scelta della modalità si effettua con il contatto MODE: ponendolo a livello alto, ovvero al potenziale d'ingresso (V_{in}) si imposta la PWM, mentre portandolo a zero logico si attiva la PFM.

Il componente prevede anche una modalità di soft-start gestibile dal contatto 5 (SS/TR): ponendo questo a livello alto (circa la stessa tensione di ingresso) è impostato in automatico un tempo di avvio di 1 millisecondo, mentre collegando una rete RC si può ottenere il tempo desiderato di transizione da zero volt alla tensione impostata.

Trovi in queste pagine un tipico schema applicativo dell'ISL8002B dove l'integrato funziona in modo PFM. La tensione di uscita (V_o) è legata ai valori dei resistori costituenti il partitore di retroazione, secondo la formula seguente:

$$R1 = R2 \times (V_o/V_{fb} - 1)$$

dove Vfb vale tipicamente 0,6 volt. Impostata R2, si determina facilmente il valore della R1. Il valore di R2, secondo indicazione del costruttore, deve essere compreso fra 10 e 100 kohm.

RM ELETTRONICA

Forniture per hobbisti, scuole e industria

Distributore autorizzato:

FUTURA ELETTRONICA



ELETRONICA

**Il tuo punto
di riferimento
per l'elettronica
a ROMA**

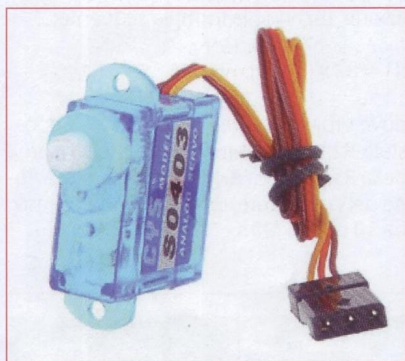
Via Val Sillaro 38 • 00141 Roma • Tel: 06-8104753

Metal Gear: e il servo diventa più robusto

Utilizzo vari tipi di servocomandi per realizzare dei piccoli azionamenti robotici e noto che alcuni prodotti che si trovano in commercio hanno una scarsa resistenza: quando non si rompono, si usurano dopo poco tempo e tendono ad avere un certo gioco e perciò poca precisione. Succede spesso su quelli che devono esercitare una forza maggiore e che sono di basso costo. C'è un modo per capire quali servo siano migliori e più robusti. I cosiddetti "metal gear" per esempio?

Valerio Milici - Asti

I comuni servocomandi da modellismo hanno gli ingranaggi in nylon o comunque in plastica, che può essere più o meno resistente all'usura e alla deformazione in base alla qualità e al costo del dispositivo. Esistono poi i servo di tipo "metal gear" dove gli ingranaggi che trasmettono il moto dal motore all'albero esterno sono totalmente in metallo (acciaio oppure ottone); chiaramente questi servocomandi hanno una durata maggiore e una migliore precisione di quelli in plastica. Sovente i servo metal gear sono anche di tipo digitale, seppure compatibili con i segnali PPM dei servocomandi analogici. Per quanto siano migliori sotto l'aspetto meccanico, i servo con ingranaggi



Servo con ingranaggi in plastica (sopra) e in metallo (sotto).



in metallo non sempre sono l'ideale: infatti, oltre ad essere più pesanti dei corrispondenti con ingranaggi in plastica (ciò non è rilevante nei robot e nei radiomodelli terrestri, ma si fa sentire negli aeromodelli, soprattutto se i servo sono tanti, allorché pochi grammi di differenza per servocomando possono diventare un etto in più o in meno) sono anche mediamente più rumorosi (gli ingranaggi metallici fanno più rumore). E poi costano di più. Quindi tira tu le conclusioni.

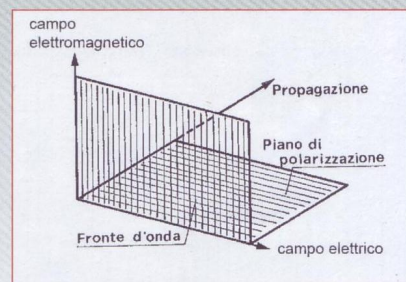
La polarizzazione del segnale radio

Nelle caratteristiche delle antenne sovente trovo termini come "polarizzazione" e "fronte d'onda"; della polarizzazione si parla anche nella ricezione dei segnali della televisione da satellite (LNB delle parabole) e di quella Digitale Terrestre? Ma cosa si intende esattamente per polarizzazione di un segnale RF? E il fronte d'onda? Ha a che fare con l'area dell'antenna che viene investita dal segnale?

Vincenzo Stella - Catania

Ogni onda elettromagnetica quale è il segnale radio, può essere immaginata come una grandezza vettoriale composta da due vettori ortogonali tra loro, dei quali uno rappresenta il campo elettromagnetico e l'altro il campo elettrico. In pratica l'onda radio è in realtà composta da un vettore induzione elettromagnetica ortogonale a uno che rappresenta il campo elettrico determinato da esso. I due vettori (campo elettrico ed elettromagnetico) racchiudono un'area piana che viene chiamata "fronte d'onda"; questo fronte può essere considerato come la superficie investita dal segnale RF (guarda la figura in queste pagine). La direzione di propagazione dell'onda radio è normalmente perpendicolare a quelle dei vettori campo elettrico e campo magnetico e definisce, con il vettore campo elettrico, l'area nota come piano di polarizzazione.

La disposizione del piano di polarizzazione determina quella che tu chiami polarizzazione del segnale: nel caso della figura, il campo elettromagnetico è orizzontale e perciò si può affermare che il segnale abbia polarizzazione orizzontale. Se il campo elettromagnetico fosse stato orizzontale e il campo elettrico verticale, il piano di polarizzazione sarebbe risultato verticale anch'esso e quindi il segnale radio avrebbe avuto polarizzazione verticale. La polarizzazione dipende dall'orienta-



Schematizzazione delle componenti di un segnale radio.

mento dell'antenna che trasmette il segnale radio. Affinché l'antenna ricevente riceva il segnale con la massima efficienza, il suo piano di polarizzazione deve essere allineato a quello dell'antenna trasmittente, ovvero l'antenna ricevente deve essere orientata esattamente come quella trasmittente.

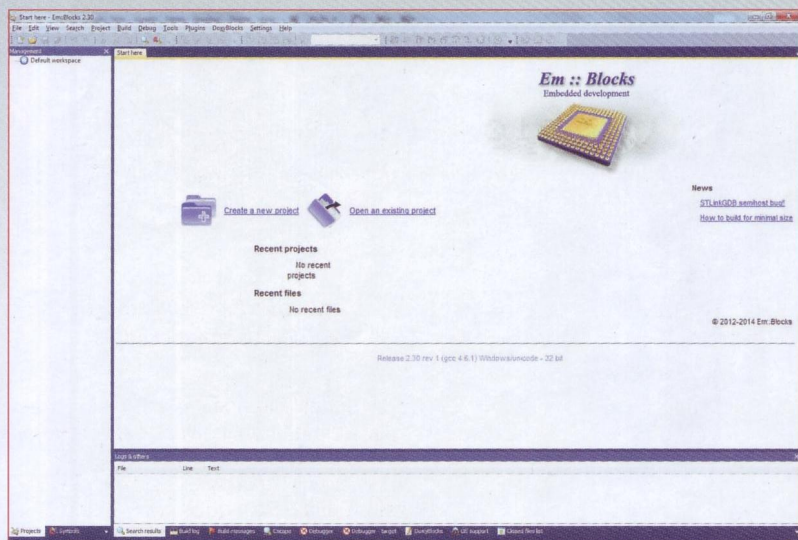
Per quanto riguarda le trasmissioni radio, possono essere effettuate sia con la polarizzazione orizzontale, sia con quella verticale (si usa nella TV, sia terrestre che satellitare).

Per la Nucleo, un IDE davvero "free"

Ho letto con molta attenzione l'articolo di presentazione della scheda di prototipazione ST Nucleo, che mi interessa in modo particolare perché a livello hardware è compatibile con gli shield Arduino, quindi posso utilizzare l'ampia scelta di elettronica per Arduino e riutilizzare degli shield che ho in casa. La cosa che mi piace meno della Nucleo è che l'ambiente di sviluppo si può utilizzare solo on-line, almeno quello originale della ST. Nell'articolo ho comunque letto che si può utilizzare un IDE libero chiamato Em::Blocks (l'avete scritto così) però non mi sembra che abbiate indicato da quale sito Internet posso scaricarlo.

Nunzio Gaudenzi - Salerno

L'ambiente di sviluppo Em::Blocks è accessibile dal sito web <http://www.emblocks.org/web/> e può essere scaricato dalla sezione download (dello stesso sito) attualmente in versione per Windows. Una particolarità di Em::Blocks non citata nell'articolo è la possibilità di compilare firmware per varie piattaforme target e non solo per la Nucleo: per esempio, oltre a quelle basate su processori ARM, che quelle con MSP430, PIC32 ed altri ancora. Em::Blocks è un IDE per lo sviluppo di software embedded basato su C/C++ ed è pienamente espandibile



Interfaccia utente dell'IDE multiplatforma Em::Blocks.

è configurabile; è stato derivato da Code::Blocks ed è nato come alternativa agli IDE scritti in Java, come ad esempio MplabX, troppo lenti e poco stabili. Il server STLink GDB integrato supporta anche le modalità Live Data e Semihosting. Rappresenta sicuramente una valida alternativa all'IDE della Nucleo, rispetto al quale consente anche di editare firmware scritti per varie piattaforme e compilarli per altre.

FET GaN: che cos'ha di nuovo?

Nel data-sheet di un componente della Texas Instruments siglato LM5113, ho letto che lo stadio di uscita si basa su FET GaN. Io sapevo, da quel che ho studiato, che esistono MOSFET a canale N e P, di tipo a riempimento (enhancement-mode, dove il canale viene creato dal campo elettrico di gate) e a svuotamento (depletion-mode, nei quali il campo elettrico del gate restringe il canale). Questi GaN cosa sono esattamente? La sigla fa pensare al nitruro di gallio, già usato ad esempio in alcuni LED blu...

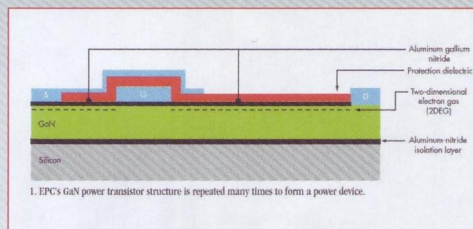
Tito Braschi - Treviso

I GaN sono effettivamente MOSFET, però costruiti con una tecnologia differente da quella tradizionale, nel senso che il canale viene creato in una regione di semiconduttore artificiale, che è appunto il nitruro di gallio. I semiconduttori artificiali sono semiconduttori non presenti in natura

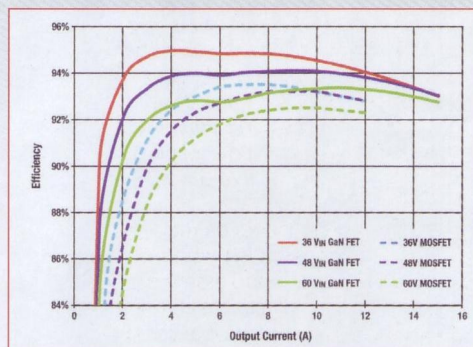
e costruiti combinando elementi trivalenti come il gallio e l'indio, e pentavalenti come l'arsenico e l'azoto; il primo che ricordiamo essere stato usato in elettronica è l'arseniuro di gallio impiegato nella costruzione dei LED rossi e dei diodi laser a luce rossa. Il nitruro di gallio è una combinazione di gallio e azoto la cui realizzazione è stata resa possibile solo poco tempo fa e che nei FET GaN viene deposita epitassialmente su un substrato di silicio intrinseco (cioè non drogato) eventualmente previa interposizione di uno strato di nitruro di alluminio. Lo strato di GaN è anch'esso non drogato. L'elettrodo di gate è isolato con nitruro di gallio e alluminio.

Rispetto ai tradizionali MOSFET, che sono fatti di silicio e ossido o nitruro di silicio, i nuovi MOSFET enhancement mode in nitruro di gallio GaN consentono di raggiungere livelli di densità di potenza molto più elevati e offrono perciò un significativo vantaggio nelle applicazioni di potenza come i convertitori DC/DC, gli inverter in generale i circuiti che devono gestire utilizzatori di potenza come i motori elettrici.

L'utilizzo del nitruro di gallio consente di abbassare la $R_{ds(on)}$ (ossia la resistenza del canale in stato di piena conduzione) rispetto a quella permessa dai migliori MOSFET in silicio e questo permette di ridurre la potenza dissipata nelle applicazioni in circuiti a commutazione, di lavorare a più elevate frequenze di commutazione (grazie alla ridotta capacità parassita di gate), ma anche di ridurre le



1. EPC's GaN power transistor structure is repeated many times to form a power device.



In alto, la struttura di un MOSFET GaN e in basso un grafico con a confronto le caratteristiche di questi transistor e di quelli MOS tradizionali.

dimensioni dei dispositivi a parità di potenza commutata, cosa che oggi è determinante per realizzare applicazioni sempre più piccole e indossabili. A questi pregi, il FET GaN contrappone qualche ostacolo da superare come ad esempio la più bassa tensione gate-source sopportabile (parliamo di MOSFET enhancement-mode, dove il canale viene creato dalla V_{gs}) che non deve superare i 6 volt, pena il danneggiamento della regione di gate. Altra accortezza è prevenire alti transitori dV/dt che potrebbero alterare il comportamento in commutazione.

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.elettronica.in/webforum

■ 12-14 MAGGIO 2015

SPS IPC Drives Italia

Parma

Il principale evento dedicato all'automazione industriale torna per festeggiare il primo lustro di vita e ancora una volta si propone come mostra di tecnologia e innovazione, ed anche centro di interesse e conoscenza con prodotti e soluzioni.

In pochissime edizioni SPS Italia è riuscita ad assumere un ruolo guida nell'ambito dell'automazione industriale a livello nazionale e sta ora approcciando alcuni mercati esteri con l'intento di portare a Parma visitatori da nazioni limitrofe alla nostra.

L'area espositiva sarà arricchita quest'anno da oltre 50 nuove aziende e in essa i settori Automotive, Pharma&Beauty e Food&Beverage faranno da traino per quanto riguarda sia gli aspetti applicativi che le novità tecnologiche.

Il tema dominante, trait d'union di tutte le tavole rotonde e dei convegni tecnologici, sarà invece "Industrie 4.0". L'automazione ha un ruolo primario nella quarta rivoluzione industriale in atto e SPS IPC Drives Italia,

in qualità di fiera di riferimento del settore, vuole essere a fianco degli imprenditori italiani con un percorso che permette di venire a conoscenza dei progetti in atto e delle possibili soluzioni operative.

SPS IPC Drives Italia è la fiera annuale che riunisce fornitori e produttori del mondo dell'automazione industriale rispondendo alle principali domande che gli operatori chiedono:

incontrare tutta l'offerta, incontrare i tecnici che conoscono come applicare il prodotto, incontrare gli integratori, i costruttori e gli utilizzatori finali per effettuare un efficace benchmarking.

La fiera offre inoltre approfondimenti e formazione attraverso tavole rotonde e convegni scientifici di altissimo livello.

La tavola rotonda "Focus sull'Industria Automobilistica e dei Trasporti in Italia: il vantaggio tecnologico di un settore all'avanguardia" aprirà la manifestazione martedì 12 maggio e sarà un momento di confronto tra fornitori di soluzioni e fruitori di tecnologie, utile a identificare insieme soluzioni applicative innovative.

I tre giorni di fiera sono la vetrina dell'offerta completa dei principali

player ma SPS Italia ha ormai un respiro più ampio e, grazie alla collaborazione con ANIE Automazione, ha sviluppato eventi di approfondimento durante tutto l'anno il cui calendario è pubblicato sul sito della manifestazione.

www.spsitalia.it



APPUNTAMENTI

■ 12-14 MAGGIO 2015

SECUREX

Johannesburg - Sud Africa

Securex è la manifestazione fieristica leader del continente africano per quanto riguarda la sicurezza e l'antincendio ed offre al proprio pubblico di professionisti del settore le più recenti soluzioni tecnologiche per

fornire ambienti di lavoro più sicuri. Con un format che combina un'area espositiva a seminari e workshop, l'appuntamento offre ai visitatori l'opportunità senza eguali di interagire con gli espositori desiderosi di mostrare i loro prodotti e servizi.

L'organizzazione di Securex renderà disponibile un servizio di business Matchmaking, grazie al quale i visitatori professionali possono organizzare appuntamenti one-to-one per incontrare gli espositori della fiera.

L'area espositiva di Securex è una vetrina degli ultimi prodotti e servizi lanciati dalle aziende sudafricane operanti nel settore della sicurezza e dell'antincendio.

Momento suggestivo della manifestazione sarà Fire Hazard Identification Challenge, una competizione aperta al pubblico, dove, in un ambiente ufficio simulato, sei-otto rischi di incendio dovranno essere identificati dai partecipanti. I vincitori avranno in premio un corso di formazione della durata di una settimana offerto da FPASA (Fire Protection Association of Southern Africa).

La sessione formativa di Securex offrirà un seminario con interventi di esperti sulle ultime tendenze, la legislazione e le migliori pratiche che interessano il settore. Prevederà anche un workshop dal titolo ASIS/SAIS riguardante l'applicazione pratica di tecnologie e prodotti per la sicurezza.

www.securex.co.za



MOSTRE MERCATO

FORLÌ EXPO ELETTRONICA

Quartiere Fieristico - Forlì
Organizzazione: Blu Nautilus srl
Tel: 054153295 - Fax: 0541439584
info@expoelettronica.it
www.expoelettronica.it
02 e 03 Maggio 2015

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
02 e 03 Maggio 2015

BUSTO ARSIZIO (VA)
EXPO ELETTRONICA
Malpensafiere - Busto Arsizio VA
Organizzazione: Blu Nautilus Srl
Tel: 0541439573 - Fax: 0541439584
info@expoelettronica.it
www.expoelettronica.it
09 e 10 Maggio 2015

EMPOLI (FI)
MOSTRA EMPOLESE DELLA RADIANTISTICA E DELL'ELETTRONICA
Palazzo delle Esposizioni - Empoli (FI)
Organizzazione: Studio Fulcro sas
Tel: 010590889 - Fax: 010590889
berti@studiofulcro.it - www.studiofulcro.it
09 e 10 Maggio 2015

IMOLA (BO)
ELECTRONIC FEST
Palagenius - via benedetto croce - Imola
Organizzazione: Eventfest srl
Tel: 3249909278 - Fax: 05471860386
info@eventfest.it - www.eventfest.it
16 e 17 Maggio 2015

MACERATA
FIERA DELL'ELETTRONICA
Centro Fiere - Villa Potenza
Organizzazione: G.e.f.e.
Tel: 3286467529
info@gefe.it - www.gefe.it
16 e 17 Maggio 2015

ISOLA DELLA SCALA (VR)
ELETTROBIT & EXPORADIO
Palafiere - Via Bastia
Organizzazione: Openoffice Srl
Tel: 0308376078 - Fax: 0308376078
info@fierelettronica.it
www.fierelettronica.it
16 e 17 Maggio 2015

TRIESTE
FIERA DELL'ELETTRONICA DI TRIESTE
Centro Comm. Montedoro, via Flavia di Stramare
119 Muggia. Organizzazione: Izzoelicotteri
Tel: 3894395336
infofieratrieste@gmail.com
fieratrieste.altervista.org
16 e 17 Maggio 2015

FASANO (BR)
MOSTRA MERCATO DEL RADIOAMATORE E DELL'ELETTRONICA
Quartiere Conforama
SS16 uscita Savellietri Fasano BR
Organizzazione: ARI Castellana
Tel: 3476847524 - Fax: 080748931
info@aricastellana.it - www.aricastellana.it
23 e 24 Maggio 2015

LODI
FIERAMERCATO DELL'ELETTRONICA DI LODI
Fiera di Lodi - Via dell'Artigianato 4
Organizzazione: Printmix
Tel: 3356882801
info@fieramercatodellelettronica.it
www.fieramercatodellelettronica.it
23 e 24 Maggio 2015

REGGIO EMILIA
MONDO ELETTRONICA REGGIO EMILIA
Quartiere Fieristico Reggio Emilia
Organizzazione: Expo Fiere srl
Tel: 054527548 - Fax: 0545291179
info@mondoelettronica.net
www.mondoelettronica.net
23 e 24 Maggio 2015

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
30 e 31 Maggio 2015

RIVA DEL GARDA (TN)
MONDO ELETTRONICA RIVA DEL GARDA
FiereCongressi Riva del Garda
Organizzazione: EXPO FIERE SRL
Tel: 054527548 - Fax: 0545291179
info@mondoelettronica.net
www.mondoelettronica.net
30 e 31 Maggio 2015

L'elenco aggiornato di tutte le
Mostre Mercato del 2015 è disponibile
sul sito www.elettronica.in.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.in.it/fiere>

■ 19-21 MAGGIO 2015

PCIM Europe Norimberga • Germania

Torna Power Conversion Intelligent Motion Europe, l'evento più importante in Europa riguardante l'elettronica di potenza e le sue applicazioni nel campo della trazione, delle energie rinnovabili e della gestione dell'energia. I principali player del settore si incontreranno a Norimberga per fare il punto sulle nuove tendenze e sugli sviluppi in questo campo (nonché sullo stato dell'arte e sulle soluzioni più innovative) proponendo, nell'area espositiva, componenti passivi, materiali e nuclei magnetici, soluzioni per Thermal Management, sensori, ASICs, microcontrollori e microprocessori, tecnologia dei servo e degli attuatori, DSP, alimentatori, UPS, sistemi di storage, gestione e distribuzione dell'elettricità, hardware e software per test, apparati di misura. Rispettando il format tradizionale, accanto all'esposizione PCIM Europe offre un nutrito calendario di seminari e workshop, nonché di conferenze tematiche, tenute da esperti internazionali, i quali oltre a rispondere alle domande del pubblico condideranno il loro know-how applicativo nel campo dell'elettronica di potenza. Le conferenze saranno focalizzate sui temi del futuro, come energie rinno-



vabili, mobilità elettrica ed energy management. Oltre 240 relatori provenienti da più di 25 paesi presenteranno le ultime tendenze tecnologiche nei componenti e sistemi per l'elettronica di potenza e discuteranno di trend di sviluppo per dispositivi semiconduttori di potenza o future soluzioni di gestione delle batterie. Accanto a 24 sessioni orali e due sessioni illustrate, ci saranno cinque sessioni speciali sui temi "Topologie

Inverter Solari", "Componenti passivi", "Digital Power Control - il futuro dell'elettronica di potenza", "Power GaN per applicazioni automotive" e "E-Mobility".

Nove seminari e nove esercitazioni di noti esperti in materia riguarderanno temi come "Applicazione pratica di GaN HEMT a 600 V in Power Electronics" o "Advanced Design con MOSFET e IGBT Power Module".

Durante PCIM Europe si terrà l'asse-

gnazione di due riconoscimenti: Young Engineer Awards e Best Paper Award; il primo premierà le migliori tre soluzioni proposte da giovani ingegneri (non oltre i 35 anni) e il secondo il miglior documento proposto alla conferenza (il vincitore sarà invitato a tenere un proprio intervento a PCIM Asia 2016 di Shanghai).

www.mesago.de

■ 13-15 MAGGIO 2015

Japan IT Week

Tokyo • Giappone

Il Tokyo Big Sight, Japan ospiterà Japan IT Week Spring, edizione primavera della fiera nipponica dove trovare tutti i generi di soluzioni e tecnologie IT: sviluppo software, gestione dei Big Data, sistemi embedded, Data Storage e Data Center, Information Security Expo, Web & Mobile Marketing, Cloud Computing, Smartphone & Mobile, Direct Commerce Solutions, Consumer IT, Products Expo (C-PEX).

L'evento -strutturato in area espositiva e convegni- punta ad attrarre un gran numero di Information System Manager, responsabili commerciali, integratori di sistema e manager delle divisioni IT di grandi aziende e realtà istituzionali per informarsi sulle più recenti tecnologie per l'Information Technology e sulle soluzioni offerte dagli espositori. Punto di riferimento e di incontro per i fornitori di soluzioni IT e gli amministratori di sistema IT, l'evento offrirà ai visitatori professionali la possibilità di incontrare in incontri one-to-one gli espositori.

Ad aprire Japan IT Week le keynote di Kazuhiro Doi della Nissan Motor e di Seigo Kuzumaki della Toyota Motor. A seguire, sessioni ESEC a cura dell'Università di Tokyo e di Renesas Electronics e due sessioni IoT/M2M, a cura di esperti di Intel e Cisco Systems.

www.japan-it.jp/en/

Japan IT Week Spring 2015

Japan's Largest IT Show

■ 5-7 MAGGIO 2015

SMT Hybrid Packaging

Norimberga • Germania

Torna, in un'area arricchita di 28.000 mq, il più importante evento dedicato all'integrazione di sistema nel settore della microelettronica. Fornitori di apparecchiature, dispositivi e servizi per l'SMT, si incontreranno a Norimberga per scambiarsi idee e soluzioni durante le conferenze e i workshop in calendario, ma anche per fornire al pubblico (quest'anno sono attesi 20.000 visitatori professionali) informazioni sulla fabbricazione di componenti elettronici in Europa. Nell'area espositiva di SMT Hybrid Packaging, 500 espositori esporranno un'offerta completa di soluzioni per l'integrazione di sistema nella microelettronica. L'evento è un punto di incontro internazionale nel settore della produzione elettronica

e offre i più recenti prodotti, servizi e soluzioni riguardanti montaggio dei componenti, progettazione e sviluppo, EMS, produzione di PCB, imballaggio, serigrafia, saldatura, sistemi di test e molto altro.

Tornano le aree tradizionali nel padiglione 6 (System Development - Production Preparation e Materials and Components) nel 7 (Processes and Manufacturing e Used Equipment) e nel 7A (Reliability and Test e Software and Production Control).

Accanto a queste, saranno allestite le aree speciali Production line "Human - Machine - Collaboration" (a cura dello Smart System Integration Application Center Fraunhofer IZM) e High Tech PCB Area, che vedrà come espositori Cicor Management AG, Cisel Srl., DYCONEX AG, EIPC, GS Swiss PCB AG, ICAPE Group, KSG Leiterplatten GmbH, Schoeller-Electronics GmbH, SOMACIS.

www.mesago.de

smthybridpackaging

International Exhibition and Conference
for System Integration in Micro Electronics
Nuremberg, 5 - 7 May 2015



Shell Eco-marathon Europe 2015

Il colosso petrolchimico festeggia a Rotterdam trent'anni di innovazione tecnologica, risultati eccezionali ed esperienze uniche vissute in quello che è stato uno dei più impegnativi concorsi per gli studenti di ingegneria: la Shell Eco-marathon Europe. 230 team di studenti provenienti da 30 paesi di tutta Europa e non solo, affluiranno a Rotterdam dal 21 al 24 maggio per portare i confini dell'efficienza energetica su strada. Il concorso serve come piattaforma per gli studenti al fine di testare i veicoli che loro stessi hanno progettato e costruito. Le squadre sono chiamate ad arrivare il più lontano possibile con l'equivalente di 1 kWh o 1 litro di carburante. Gli studenti partecipanti lavoreranno in-

tensamente per sviluppare approcci e tecnologie innovative per spremere ogni chilometro in più dai loro veicoli. La tecnologia di stampa 3D, le prove in galleria del vento e la gestione informatizzata dell'acceleratore sono solo alcuni esempi sui cui stanno lavorando con le tecnologie oggi a disposizione. Quest'anno le squadre possono scegliere di correre con un nuovo tipo di energia, GNC (gas naturale compresso). Il GNC (metano) è un carburante per i trasporti con un basso tenore di carbonio e che può essere utilizzato come alternativa a benzina e gasolio.

I partecipanti competeranno in due diverse categorie di progettazione auto: una categoria Prototipi e una categoria Urban Concept, dove concorrono vetture simili a quelle che vediamo per le strade. Ogni categoria prevede due classi: ad alimentazione a combustibile e a propulsione elettrica; la prima contempla auto alimentate con carburanti tradizionali come benzina, gasolio, etanolo e GTL, mentre la seconda

riguarda veicoli ad alimentazione elettrica proveniente da fuel-cell o da pannelli fotovoltaici.

Il concorso Shell ha visto una crescita enorme negli ultimi 30 anni: dalle prime vetture in legno del 1985, è arrivato alle super tecnologiche vetture con particolari stampati in 3D. In tre decenni la competizione europea è cresciuta di oltre 3.000 partecipanti annuali, supportati da oltre 40.000 visitatori.

Nel corso degli anni, i veicoli e la tecnologia si sono continuamente evoluti: basti pensare che alla prima edizione europea del 1985, la squadra svizzera Henry ha segnato il record di 680 km, con 1 litro di carburante, mentre lo scorso anno il team francese Microjoule La Joliverie ha stabilito un nuovo record nella stessa categoria percorrendo addirittura 3.314,9 km con 1 litro di carburante!

www.shell.com



La tecnologia wireless nel monitoraggio degli impianti Oil & Gas e Energia

Con il patrocinio di AIS, l'Associazione Italiana Strumentisti, Anipla, l'Associazione Nazionale Italiana per L'Automazione, e ISA Italy Section, la sezione italiana della International Society of Automation, organizzano una giornata dedicata all'impiego di tecnologie wireless per il monitoraggio e il controllo degli impianti nel settore Oil & Gas ed Energia.

La giornata, che avrà una caratterizzazione fortemente orientata ad aspetti operativi, è pensata per soddisfare le esigenze formative e informative di tutta la filiera tecnologica, dal produttore all'utente finale passando per il progettista, l'installatore, il manutentore e le altre figure coinvolte nella gestione dell'impianto.

Dopo un'introduzione sulle tecnologie di maggiore rilievo, a cura del Gruppo Wireless di ANIE Automazione, e un rapido excursus sulle normative, la presentazione di casi applicativi reali permetterà di approfondire le problematiche relative alle tecniche di progettazione: dimensionamento, configurazione e posizionamento degli apparati di rete, deployment della rete, sicurezza dei dati, capacità di elaborazione e utilizzo applicato al processo, etc.

Sono poi previsti interventi da parte di End User che consentiranno di definire le esigenze concrete del mercato, in modo da offrire al pubblico una rappresentazione realistica del futuro della tecnologia



wireless applicata al mondo petrolchimico ed energetico.

Nella parte finale della giornata, si promuoverà l'apertura di una "Tavola Rotonda" tra utilizzatori e produttori intervenuti, per un dibattito costruttivo sulle problematiche più comuni e sulle necessarie evoluzioni della tecnologia nelle aspettative degli utilizzatori.

L'evento avrà luogo il 6 maggio prossimo presso Maire Tecnimont, Via Gaetano De Castiglia 6A, Milano.

www.anipla.it

Festival dell'Energia

"Energia per il Pianeta Terra" è il tema individuato per sottolineare la sinergia dell'evento con Expo 2015, ma anche l'interdipendenza di ogni tema trattato e l'interconnessione di continenti e paesi. Un'edizione dal carnet ricco che indagherà le grandi trasformazioni in corso, l'evolvere rapidissimo dello scenario politico e tecnologico di un settore vitale e affascinante.

Con sette edizioni alle spalle e un'ottava in costruzione nella città dell'Expo, il Festival dell'Energia è accreditato tra le principali manifestazioni del settore a livello nazionale. Nel corso delle edizioni passate, ha affrontato tematiche cruciali per il futuro, ponendosi come occasione di networking, facendo incontrare leadership, pensiero innovativo, cultura dell'eccellenza e visione del cambiamento.

Viene meno, per questa edizione, il carattere itinerante del Festival, che negli anni precedenti ha attraversato l'Italia partendo da Lecce, e fermandosi a Firenze, Perugia e Roma, disseminando così in alcune delle più grandi e belle città italiane occasioni di dialogo, opportunità di approfondimento scientifico su energia, ambiente, cambiamento climatico, e coinvolgendo un pubblico sempre diverso in una riflessione aperta sulle sfide fondamentali per il futuro.

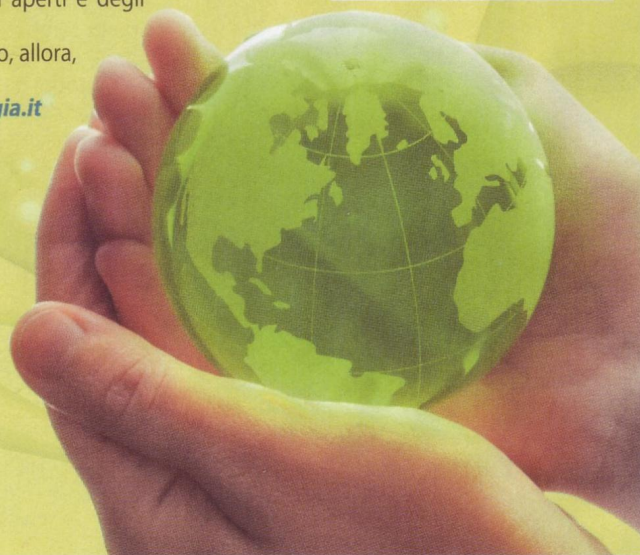
Il Festival dell'Energia 2015 si ferma a Milano, consolidando il rapporto con la città: sede dell'Expo, città in trasformazione, cantiere di innovazione urbana e smart. Il Festival sarà realizzato in partnership con enti e istituzioni milanesi e si svolgerà in diverse location cittadine. Al suo ottavo anno di vita il Festival dell'Energia presenta un programma articolato nei consolidati format della tavola rotonda e del workshop e su quelli più partecipativi dei laboratori aperti e degli happening.

Appuntamento a Milano, allora, dal 28 al 30 maggio.

www.festivaldellenergia.it



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



Embedded Developers Forum

Arrow Electronics e Microchip presentano, il 12 maggio a Bologna, l'evento "Embedded Developers Forum", creato per mostrare le soluzioni tecnologiche che Microchip propone per vincere le sfide dell'IoT e dell'interfaccia uomo macchina di nuova generazione. Insieme agli esperti di Arrow Electronics, i partecipanti scopriranno come azzerare il time to market grazie ai nuovi prodotti e tool di supporto di Microchip, per essere al passo con le nuove esigenze di mercato.

L'evento, dal taglio altamente formativo, sarà diviso in sezioni tematiche.

- Core Independent Peripheral Solutions with PIC microcontrollers. Carlo Lombardi, Senior FAE Microchip, spiegherà come trarre vantaggio dalle periferiche core indipendenti dei nuovi microcontrollori ad 8 bit.

- Human Interface: Microchip solutions from the simple touch button to Touchpads and 3D gesture recognition. Il Senior FAE Microchip Maurizio Fiammeni, e il FAE Arrow dedicato a Microchip Vittorio Calzolari affronteranno il tema dell'implementazione di interfacce utente evolute grazie alle tecnologie capacitive di Microchip, che consentono di spaziare dal semplice tasto capacitivo al riconoscimento gestuale in 3D con tempi di sviluppo ridottissimi.

- WiFi And Bluetooth solution for IoT. I relatori di questo seminario saranno Paolo Trere, Wireless application Senior FAE Microchip e Marco Sangalli, Business Development Manager Wireless Arrow, e spiegheranno come vincere la sfida dell'IoT grazie all'aiuto di Microchip, la quale propone soluzioni non



solo a livello di componente ma di infrastruttura completa: verranno analizzate le tecnologie emergenti e le tecniche di rapida ed affidabile implementazione.

- Embedded Connectivity made easy with MPLAB® Harmony. Giacomo Colombo, Senior FAE Microchip, spiegherà come il nuovo MPLAB® Harmony TCP/IP stack permette di connettere facilmente la propria applicazione embedded con il cloud ed esporrà l'analisi passo passo della costruzione di una applicazione Web Server.

- FOC Solutions. Umberto Macri, Senior FAE Microchip, affronterà il tema Field Oriented Control Solutions con i dispositivi dsPIC di nuova generazione.

- MATLAB/SIMULINK. Martin Hill, FAE Manager Microchip Technology UK, spiegherà l'utilizzo di Matlab/Simulink per la prototipazione rapida di applicazioni controllo motori.

Tutte le sessioni verranno ripetute due volte (una mattina ed una pomeridiana) e saranno intervallate da break che permetteranno di visitare l'area dello show case dove numerosi partner tra cui Medicon, SimNumerica, Embedded Solutions, RealComm, SystemDesign, Open Picus, B.I.T ecc. presenteranno i propri prodotti e soluzioni. Tra i molti partner di Arrow, saranno presenti anche Kemet e Molex.

A tutti i partecipanti verrà regalata una scheda di sviluppo Microchip per poter mettere rapidamente in pratica quanto appreso durante la giornata.

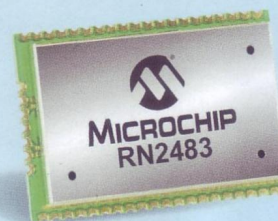
www.arroweurope.com/it/

RN2483, modulo wireless long-range IoT con tecnologia LoRa

Microchip Technology ha annunciato la disponibilità del primo di una serie di moduli wireless con tecnologia LoRa, innovativa tecnologia wireless che consente comunicazioni a lunga distanza adatta ad applicazioni IoT e M2M. Questo sistema wireless utilizza dei particolari algoritmi che, unitamente alla modula-

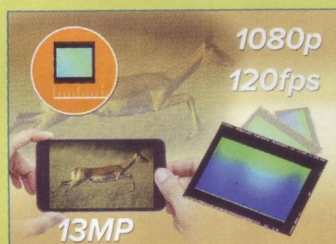
zione Spread-Spectrum, consentono una demodulazione di ben 20 dB sotto il livello di rumore. Ne deriva una elevatissima sensibilità di ricezione, collegamenti robusti e assenza di interferenze. Il modulo opera sulle frequenze ISM europee 433/868 MHz, risponde ai requisiti R&TTE, è in grado di coprire

una distanza superiore ai 15 Km in aree suburbane, può essere alimentato a batteria con un'autonomia di 10 anni ed è adatto a creare reti wireless e gateway con milioni di sensori collegati senza pericolo di interferenze. Inoltre si controlla e configura con semplici comandi ASCII, consentendo di accele-



rare i tempi di sviluppo dei sistemi per IoT.
www.microchip.com

T4KB3, il più piccolo sensore d'immagine CMOS da 13 megapixel del mercato



Toshiba Electronics Europe ha presentato il sensore d'immagine CMOS retroilluminato (BSI, BackSide Illumination) T4KB3, caratterizzato da una risoluzione di 13 megapixel in formato 1/3.07 pollici. Grazie alla possibilità di catturare video con velocità fino a 120 fps in formato full HD 1080p, questo sensore è l'ideale per essere utilizzato negli smartphone e nei tablet più sofisticati. In risposta alla domanda crescente di chip di piccole dimensioni destinati a dispositivi mobili sempre più sottili, il sensore T4KB3 è stato realizzato grazie alle più recenti tecniche di progetto sviluppate da Toshiba ed è attualmente il più

piccolo sensore da 13 megapixel disponibile sul mercato. L'utilizzo di circuiti interni a bassa potenza ha permesso di ridurre il consumo energetico fino al 53% rispetto al precedente sensore d'immagine T4K82: il nuovo chip non richiede più di 200 mW quando lavora a 30 fps o velocità inferiori con una risoluzione piena a 13 megapixel. La luminosità dell'immagine è quadruplicata grazie alla tecnologia Bright Mode quando il sensore T4KB3 cattura video in formato full HD 1080p a 120 fps. Il sensore è dotato di 8 kbit di memoria OTP e permette di memorizzare le impostazioni di correzione delle ombreggiature (lens shading) per due diverse condizioni di illuminazione. Ciò permette di effettuare correttamente le correzioni nelle diverse condizioni di utilizzo, al chiuso o all'aperto. Il sensore T4KB3 misura 8,5 mm x 8,5 mm con il sistema autofocus e 6,7 mm x 6,7 mm con la messa a fuoco fissa.

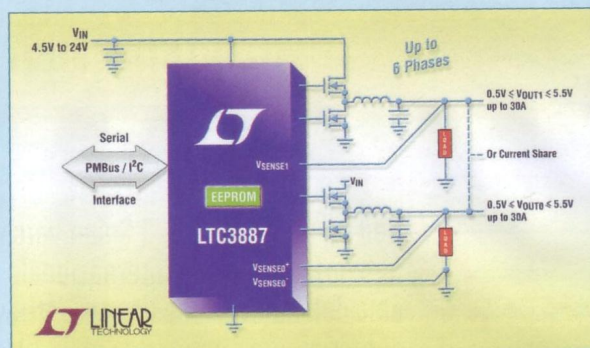
www.toshiba.semicon-storage.com

LTC3887, controller DC/DC step-down sincrono con avvio in soli 70ms

Linear Technology annuncia l'LTC3887, un controller DC/DC step-down sincrono a due uscite con interfaccia PMBus basata su I2C per la gestione del sistema di alimentazione digitale. L'LTC3887 si distingue per una serie di funzionalità che includono minore tempo di avvio (70ms), maggiore tensione di uscita e una veloce modalità ADC che fornisce una velocità di aggiornamento di 8ms per sin-

golo parametro. L'integrato LTC3887 combina il miglior regolatore di commutazione analogico con la conversione di precisione dei dati a segnale misto per offrire una straordinaria facilità di progettazione e gestione dei sistemi di alimentazione, supportato dal sistema di sviluppo software LTpowerPlay con un'interfaccia utente grafica (GUI) facile da utilizzare.

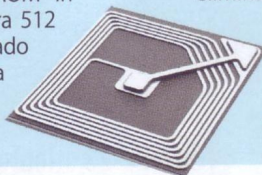
www.linear.com



Ideali per l'IoT i nuovi Tag NFC SRTAG di STM

I tag NFC/RFID SRTAG di STMicroelectronics combinano elevata capacità di memoria, ritenzione dei dati unica, elevato numero di cicli di scrittura/lettura e grande sicurezza delle informazioni, offrendo nuove possibilità per le connessioni wireless a corto raggio in ambito elettronica di consumo, interfacce per computer, elettrodomestici, automazione industriale e sa-

lute e benessere. Gli integrati SRTAG offrono un'interfaccia RF NFC Forum Type 4 e integrano un supporto NDEF (NFC Data Exchange Format) per lo scambio dei messaggi. La capacità della EEPROM interna è compresa tra 512 bit e 64 kbit, in grado di coprire un'ampia gamma di esigenze e applicazioni,



dalle business card con archivio allargato ai sistemi di firma intelligente. La serie SRTAG offre elevate prestazioni RF e dispone di uscite digitali CMOS programmabili dall'utente che eliminano la necessità di un componente esterno per il risveglio dell'host. I nuovi tag NFC della ST

vantano una robustezza senza pari, con conservazione dei dati di circa 200 anni e 1 milione di cicli di cancellazione e scrittura. Le nuove opportunità offerte dai SRTAG riguardano anche la protezione dei dati grazie all'accoppiamento della password a 128 bit con un contatore a 20 bit per il controllo dell'accesso in lettura/scrittura.

www.st.com

Telit lancia tre nuovi moduli di posizionamento con antenna integrata

Telit Wireless Solutions ha annunciato il lancio di tre nuovi moduli di posizionamento con antenna smart integrata per semplificare ulteriormente l'adozione della tecnologia IoT. Jupiter SE868-A è il nuovo modulo GNSS multiconstellazione con antenna SMT integrata, composta da una soluzione PCB "cavity like" di 11 x 11 mm con memoria Flash e antenna LNA integrata su un lato e SMT sull'altro. Supporta il monitoraggio simultaneo di GPS, QZSS e Glonass ed è pronto anche per monitorare Galileo.

SE868-AS condivide lo stesso form factor di SE868-A, ma offre solo copertura GPS per garantire ai clienti che non

hanno bisogno di supporto multiconstellazione un risparmio di costi.

Jupiter SC872-A è un modulo smart GNSS multi-constellation composto da un PCB double-sided di 21 x 22 mm con antenna GNSS su un lato e tutti gli altri componenti sul lato opposto.

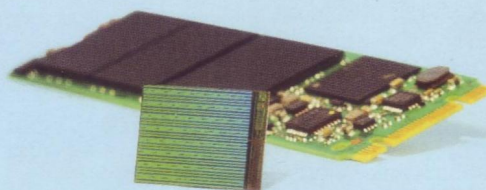
SC872-A è dotato di una memoria Flash, una LNA integrata, un backup di batteria e un connettore. Questa soluzione offre ai clienti un soluzione completamente integrata e performante.

L'antenna di 20 x 20 mm assicura performance migliori sulle bande utilizzate dalle diverse costellazioni GNSS. Il suo software è in grado di prevedere a livello locale ephemeris fino a tre giorni prima, iniziando dai dati di ephemeris che provengono dai satelliti GNSS, ricevuti dai moduli e immagazzinati nella memoria Flash interna.

www.telit.com



Micron e Intel presentano una nuova memoria flash NAND 3D



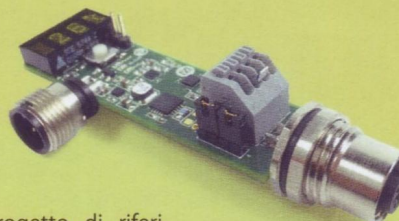
Micron Technology e Intel Corporation hanno annunciato la disponibilità della tecnologia NAND 3D. Questa tipologia di memoria è quella tipicamente utilizzata all'interno dei notebook leggeri, nei data center più veloci e in quasi tutti i cellulari, i tablet e i dispositivi portatili.

La nuova tecnologia NAND 3D, sviluppata in collaborazione da Intel e Micron, posiziona le celle di archiviazione dei dati in verticale,

con la massima precisione, creando dispositivi di storage con capacità tre volte superiore rispetto alle tecnologie NAND attuali. In questo modo, si rende disponibile più storage in meno spazio per un'ampia gamma di dispositivi portatili consumer, oltre che per installazioni aziendali più complesse con un risparmio significativo sui costi, con consumi più bassi e prestazioni più elevate.

www.intel.com

MAXREFDES42, progetto di riferimento per sensore di temperatura IO-Link



Il nuovo progetto di riferimento di Maxim Integrated, un sensore di temperatura intelligente IO-Link, consente di ridurre i costi ed aumentare la disponibilità nei controlli industriali e nell'automazione: i progettisti hanno dunque ora la possibilità di ridurre i consumi energetici, i costi e gli ingombri, grazie a questo prodotto di Maxim Integrated Products.

Il nuovo sensore a termoresistenza (resistance temperature detector, RTD) IO-Link MAXREFDES42 si aggiunge all'ampia gamma di progetti di riferimento IO-Link messi a punto da Maxim per i controlli industriali e l'automazione. Oltre a misurare la temperatura, il front-end analogico (AFE)

ad alta integrazione di questo progetto è in grado di rilevare sovratensioni, cortocircuiti e circuiti aperti. Il progetto consuma pochissima potenza ed offre una precisione migliore di $\pm 0,5^\circ\text{K}$. La temperatura misurata appare immediatamente su un display LED, che fornisce una rapida e comoda indicazione di massima del valore rilevato. Per rendere l'impiego ancora più comodo, MAXREFDES42 utilizza una scheda di formato standard industriale. Per massimizzare la versatilità, il progetto supporta tutte e tre le velocità del protocollo IO-Link, una possibilità che non è offerta da alcuno dei dispositivi concorrenti.

www.maximintegrated.com

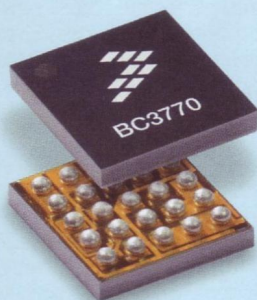
BC3770, nuovo caricabatteria dual path-mode da 2A

Freescale Semiconductor ha presentato un caricabatteria analogico dual path per dispositivi IoT. Il caricabatteria BC3770 per batterie a cella singola agli ioni di litio e al litio-polimero è interamente programmabile, è di dimensioni ridotte e consente la carica rapida di sistemi embedded portatili.

Il nuovo prodotto BC3770, oltre a soddisfare la domanda del mercato in termini di carica rapida, di durata prolungata delle batterie e di funzionamento ininterrotto di dispositivi portatili, presenta anche delle funzionalità che permettono a progettisti e OEM di evitare sovraccarica e surriscaldamento dei dispositivi. I circuiti di carica e boost regulator del modello BC3770 commutano a 1,5

MHz per ridurre le dimensioni dei componenti esterni con conseguente incremento dell'efficienza, risparmio di spazio e abbattimento dei costi. Inoltre, i parametri di carica e i modi di funzionamento del prodotto sono programmabili tramite un'interfaccia I²C che funziona fino a 400 kHz, per cui è possibile disporre di soluzioni altamente ottimizzate.

www.freescale.com



Comunicazioni sicure con i micro Toshiba basati su ARM Cortex-M4F

Toshiba presenta il nuovo MCU ARM Cortex-M4F TPM46BF10FG dotato di caratteristiche di sicurezza ideali per affrontare applicazioni nell'ambito di dispositivi IoT, sistemi di gestione dell'energia, sensori e apparecchiature industriali. Basato su core ARM Cortex-M4F funzionante fino a 120 MHz, il TPM46BF10FG integra 1 Mb di memoria Flash e 514 kbyte di SRAM, oltre a quattro tipi di circuiti di sicurezza per le comunicazioni di rete e ad un controller dedicato alle memorie SLC NAND Flash e un circuito per la correzione degli errori da 4 e 8 bit che supporta l'espansione della memoria da 1 a 4 Gbit. Il chip prevede un ingresso per segnali di interrupt a 16 canali e un watchdog indipendente



dal segnale di clock per migliorare la sicurezza delle funzioni di sistema. In caso di malfunzionamento del clock di sistema, il watchdog può comunque continuare a rivelare gli errori. Il TPM46BF10FG comprende anche un generatore di veri nu-

meri casuali (TRNG, standard SP800-90C), combinando un circuito di generazione del seme con entropia (ESG, Entropy Seed Generation) con un algoritmo hash-DRGB creato dal processore SHA (secure hash) e da un programma software. Il processo di crittografia/decriptografia AES hardware soddisfa gli standard FIPS180-4 e FIPS197 e riduce il carico sulla CPU, operando in collaborazione con un circuito casuale di generazione del seme e un'unità aritmetica a lunghezza multipla (MLA, Multiple-Length Arithmetic) utilizzata per calcolare le curve ellittiche per le cifrature asimmetriche. Il micro è incapsulato in case LQFP100 da 14x14 mm.

www.toshiba.semicon-storage.com

Nuovo TFT 3,5" per ambienti ostili da KOE



KOE ha annunciato l'introduzione del nuovo display TFT da 3,5" dalle alte performance, il Rugged+ TX09D200VM-0BAA, caratterizzato da un formato 3:4, risoluzione QVGA (240 x 320 pixel) e dalla tecnologia IPS (In-Plane Switching) in grado di offrire un'ottima performance di immagine e di colori da qualsiasi angolo di visione.

I moduli Rugged+ di KOE garantiscono un funzionamento affidabile e costante anche in condizioni difficili e severe

tipiche di ambienti particolarmente ostili e di applicazioni industriali, e al tempo stesso offrono prestazioni ottiche eccezionali. L'utilizzo della tecnologia IPS permette un'eccellente saturazione del colore, livelli di nero profondi e angoli di visione fino a 170° gradi in tutte le direzioni (sinistra / destra, sopra / sotto). Un rapporto di contrasto di 900: 1 e una luminosità di 600cd/m² garantiscono una riproduzione delle immagini a colori di alta e costante qualità. La retroilluminazione a LED bianchi ha una durata di 70.000 ore fino al 50% della durata della stessa. L'interfaccia CMOS a 50-pin supporta dati RGB a 8-bit che consentono una tavolozza cromatica fino a 16,7 milioni di colori.

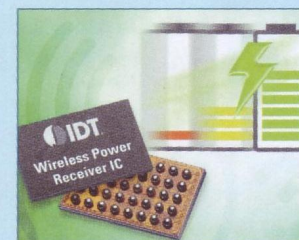
www.koe-europe.com

P9027, nuovo ricevitore di potenza IDT per velocizzare la ricarica wireless

Integrated Device Technology (IDT) ha annunciato oggi un nuovo ricevitore di potenza wireless che permette di ricaricare più velocemente smartphone e PC tablet, occupando pochissimo spazio. Il ricevitore a induzione magnetica P9027 permette di realizzare sistemi di ricarica che raggiungono un rendimento energetico dell'80 per cento e garantiscono migliori prestazioni termiche complessive. Compatibile con lo standard Qi definito da Wireless Power Consortium, il circuito integrato P9027 è un ricevitore da 8 Watt che permette di realizzare sottosistemi di ricarica wireless estremamente compatti, con dimensioni complessive di circa 37 millimetri

quadrati. Il risultato finale è un sistema di ricarica che occupa meno spazio e che è più economico da realizzare. La particolare tecnologia di allineamento dei dispositivi sviluppata da IDT permette di ottimizzare l'accoppiamento induttivo tra ricevitore e trasmettitore per massimizzare il rendimento energetico complessivo.

www.idt.com



FT81xQ, dispositivi EVE a risoluzione più elevata da FTDI Chip

La gamma di motori di elaborazione per applicazioni embedded EVE (Embedded Video Engine) di FTDI Chip, molto apprezzata per realizzare facilmente interfacce uomo-macchina (HMI) con grafica avanzata, è stata ulteriormente rafforzata con l'introduzione di 4 nuovi circuiti integrati, la serie FT81xQ. Questi nuovi dispositivi della famiglia EVE supportano schermi con una risoluzione massima superiore al passato, passando alla risoluzione mas-

sima di 800x600 pixel, che permette di gestire i display di maggiori dimensioni (da 7 pollici e oltre). Il circuito integrato FT810Q dispone di un'interfaccia RGB a 18 bit e permette di gestire i display touch resistivi,



mentre il circuito integrato FT811Q ha sempre un'interfaccia RGB a 18 bit, ma è stato progettato per gestire i touch screen capacitivi (con la possibilità di rilevare 5 tocchi). Gli altri due circuiti integrati della nuova famiglia sono i modelli FT812Q e FT813Q, rispettivamente adatti a gestire touchscreen resistivi e capacitivi, ma entrambi con interfaccia RGB a 24 bit.

Grazie al potenziamento degli algoritmi interni, i dispositivi della serie FT81xQ riescono a

riprodurre il video in modo molto più fluido. Anche la rotazione dello schermo di 90° si ottiene molto più semplicemente, facilitando la gestione degli schermi orientabili in direzione verticale e orizzontale, un chiaro vantaggio nel progetto di dispositivi portatili. La capacità di memoria è stata estesa da 256 kBytes fino a 1 Mbyte, mentre l'interfaccia SPI quadruplica l'accelerazione del trasferimento dei dati da e verso l'esterno.

www.ftdichip.com

GestIC® Technology

GESTIC

..... di MATTEO DESTRO

Una nuova tecnologia di Microchip permette di riconoscere movimenti delle mani e del corpo attraverso la perturbazione di un campo elettrico creato ad hoc. Vediamo come funziona. Prima puntata

Tra le interfacce utente disponibili sul mercato, troviamo quella che Microchip ha di recente sviluppato e che si basa su una nuova tecnologia per il riconoscimento dei movimenti gestuali. Il riconoscimento siffatto, decisamente innovativo, è ottenuto con un apposito integrato, siglato MGC3130, in grado di riconoscere una serie basilare di movimenti, aggiornabile nel tempo per integrare o migliorare le performance e aggiungere eventualmente nuovi algoritmi di riconoscimento dei movimenti. A questo punto vi starete chiedendo come avviene il riconoscimento e cosa c'è tra l'integrato e

la persona di cui captare i gesti. Ebbene, si sfrutta l'interazione delle mani con un campo elettrico opportunamente generato: quando le mani interferiscono con le linee del campo viene rilevata una variazione nella distribuzione del campo elettrico che l'integrato Microchip rileva, determinando il movimento effettuato dall'utente. Questa nuova tecnologia prende il nome di GestIC Technology Colibri Gesture.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

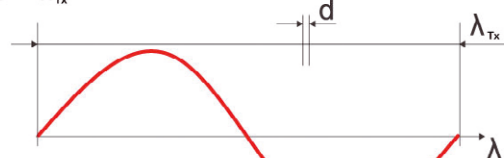
Per generare un campo elettrico nello spazio tridimensionale si utilizza un elettrodo (TX) caricato



Electrical Near Field Operation

$$\lambda_{Tx} = \frac{c}{f_{Tx}} = 3\text{km (at 100kHz)}$$

$$d \ll \lambda_{Tx}$$



λ Wavelength
 c Wave Propagation Velocity
 f_{Tx} Carrier Frequency
 d Electrode Dimension

eletttricamente; se la carica elettrica è generata da una tensione continua si ottiene un campo elettrico costante mentre se la carica è generata da una tensione alternata si ottiene un campo elettrico che varia nel tempo analogamente. Se la tensione è di tipo sinusoidale, con una frequenza f , la risultante lunghezza d'onda del campo elettrico è pari a:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Dove C è la velocità di propagazione dell'onda elettromagnetica nel vuoto, ovvero la velocità della luce nel vuoto.

La tecnologia Microchip utilizza una frequenza (f) pari a 100 kHz, la quale da origine a una lunghezza d'onda di 3 km (**Fig. 1**). Con una geometria di elettrodo molto minore della lunghezza d'onda, di solito 20x20 cm, la componente magnetica del campo è trascurabile conducendo, nelle vicinanze dell'elettrodo, a un campo elettrico quasi statico e questo può essere sfruttato

Fig. 3

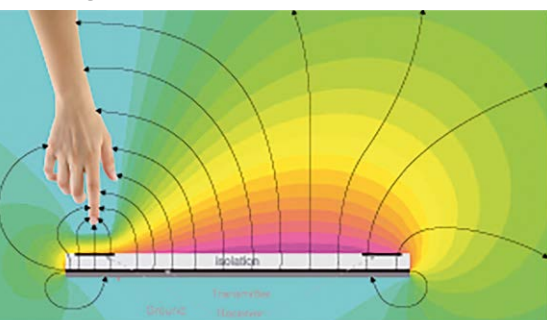


Fig. 1

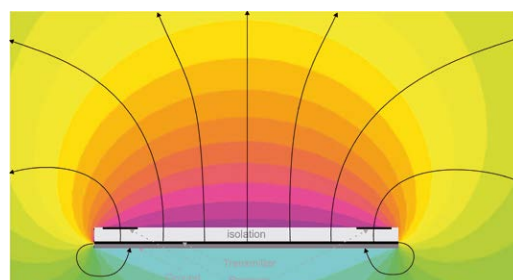
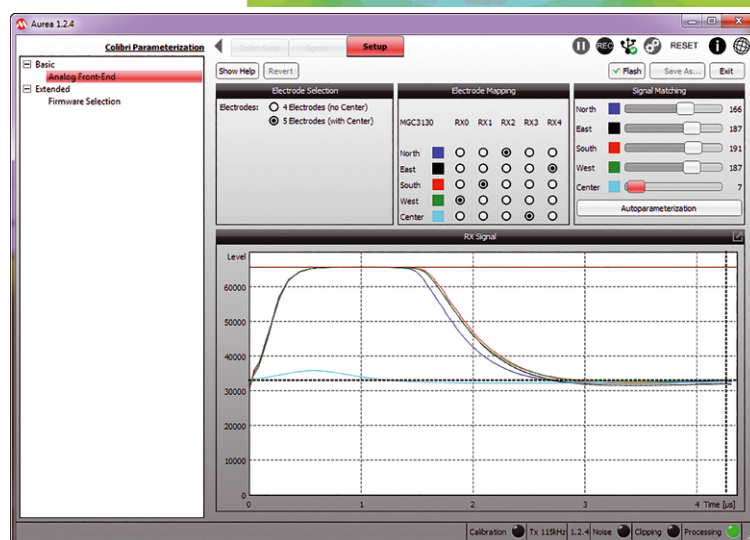


Fig. 2



per rilevare eventuali oggetti conduttivi, come ad esempio il corpo umano (mani, dita ecc), che perturbano il campo elettrico generato. Detto questo, si capisce che se una persona mette la sua mano all'interno dell'area sensibile crea una perturbazione della distribuzione del campo elettrico, introducendo una distorsione; infatti le linee di campo intercettate dalla mano sono deviate verso massa sfruttando la conduttività del corpo umano stesso. Le **Fig. 2** e **Fig. 3** evidenziano quanto appena detto: la prima mostra il campo elettrico a riposo mentre la seconda evidenzia il campo

eletttrico perturbato dall'azione della mano. In **Fig. 3** si evidenzia l'interazione della mano con il campo elettrico e le sue linee equipotenziali. L'integrato MGC3130, tramite l'elettrodo

Standard Electrode Design

Fig. 4

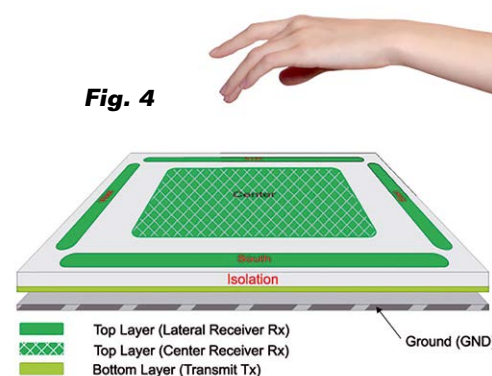
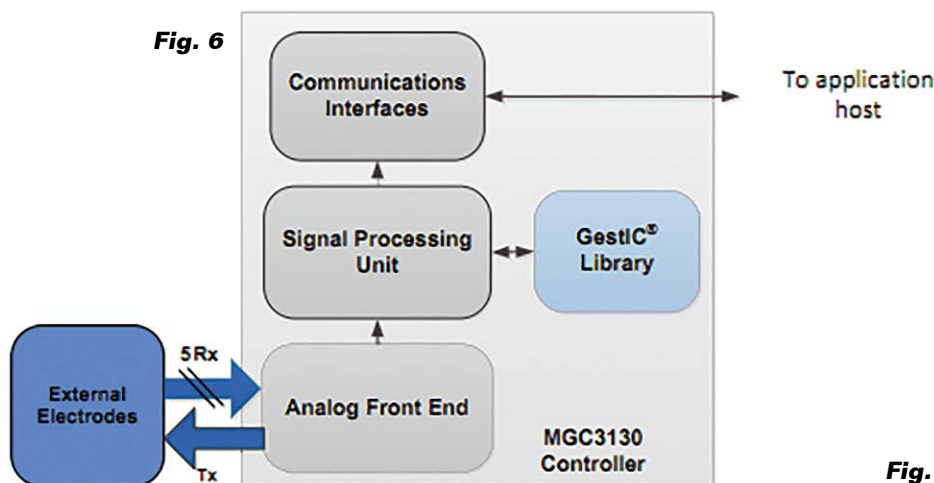


Fig. 5





di ricezione (R_x), "vede" una variazione del segnale dovuto a una diminuzione del potenziale, tale variazione viene elaborata dall'integrato MGC3130 e tradotta in una gesture. Entrando più nel dettaglio, all'integrato MGC3130 devono essere collegati una serie di elettrodi di ricezione (R_x) più un elettrodo di trasmissione (T_x). Solitamente gli elettrodi di ricezione sono quattro e identificano i quattro poli cardinali (Nord, Sud, Est e Ovest) più un eventuale quinto elettrodo posizionato al centro dei poli cardinali. I quattro elettrodi Nord, Sud, Est e Ovest servono per il riconoscimento delle Gesture e per tracciare la posizione mentre il quinto elettrodo centrale serve per rilevare il tocco da parte dell'utente e a migliorare la misura della distanza della mano rispetto agli elettrodi. La **Fig. 5** evidenzia le possibili gesture che si possono intercettare con la tecnologia Gestic.

La **Fig. 4** mostra come viene tipicamente realizzato il sistema di rilevamento; in questo caso abbiamo i quattro elettrodi di ricezione cardinali più quello centrale (Top Layer) e un elettrodo di trasmissione posto sul Bottom Layer. Il PCB è di tipo doppia faccia ma in alcuni casi potrebbe essere utile realizzare un PCB

multistrato dove gli elettrodi di ricezione sono sempre sul Top Layer mentre l'elettrodo di trasmissione si trova nel secondo strato interno. Il Bottom Layer viene utilizzato per realizzare un generoso piano di massa. Gli elettrodi possono essere realizzati sfruttando diversi supporti a seconda dell'applicazione, ad esempio:

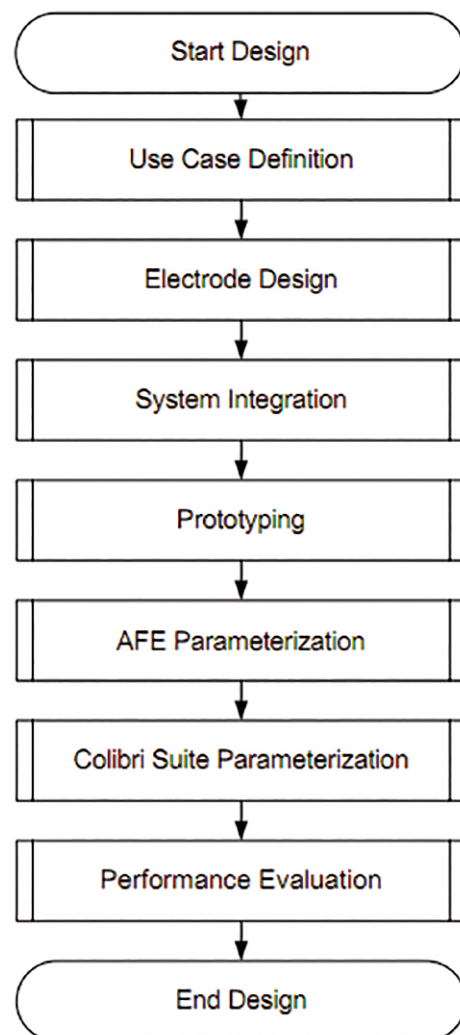
- PCB rigido tradizionale;
- PCB flessibile;
- fogli conduttivi.

Può essere realizzato anche come rivestimento su una superficie vetrosa utilizzando la tecnologia ITO-Coating.

GLI ELETTRODI, TEORIA DI FUNZIONAMENTO E PROGETTAZIONE

L'integrato MGC3130 può gestire da uno fino a cinque elettrodi di ricezione (R_x) e un solo elettrodo di trasmissione (T_x). La **Fig. 6** sintetizza i blocchi funzionali presenti nell'integrato, distinguibili in un "front-end" (cui collegare gli elettrodi di trasmissione e ricezione) un'unità di elaborazione dei dati ricevuti dal front-end coadiuvata da una libreria GestIC e, infine, un'interfaccia di comunicazione per l'interconnessione dati tra MGC3130 e un PIC o altro microcontrollore.

Fig. 7



La progettazione di un sistema Gestic richiede un'attenta valutazione dell'utilizzo che se ne vuole fare, del tipo di funzioni che deve supportare, e di come si intende integrare gli elettrodi di trasmissione e ricezione nella propria applicazione.

Il ciclo di progettazione di un sistema Gestic può essere schematizzato con il diagramma di flusso visibile nella **Fig. 7**: per prima cosa si devono definire i casi di utilizzo, ovvero dove e come verrà utilizzato il prodotto che si vuole realizzare. Si deve poi decidere come devono essere realizzati gli elettrodi di ricezione e trasmissione; in altre parole le loro dimensioni, la loro posizione sul PCB, la posizione del piano

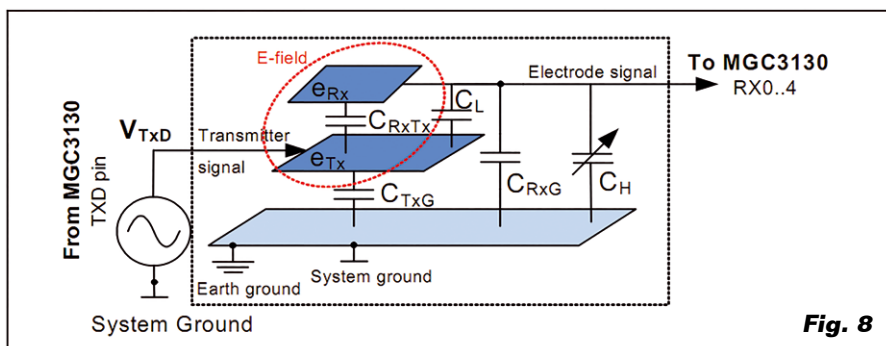


Fig. 8

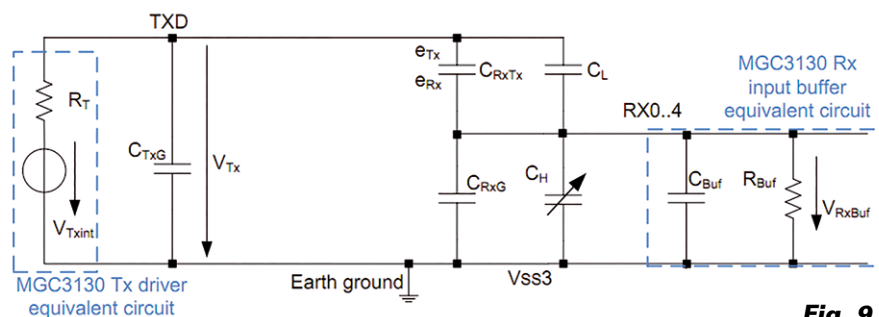


Fig. 9

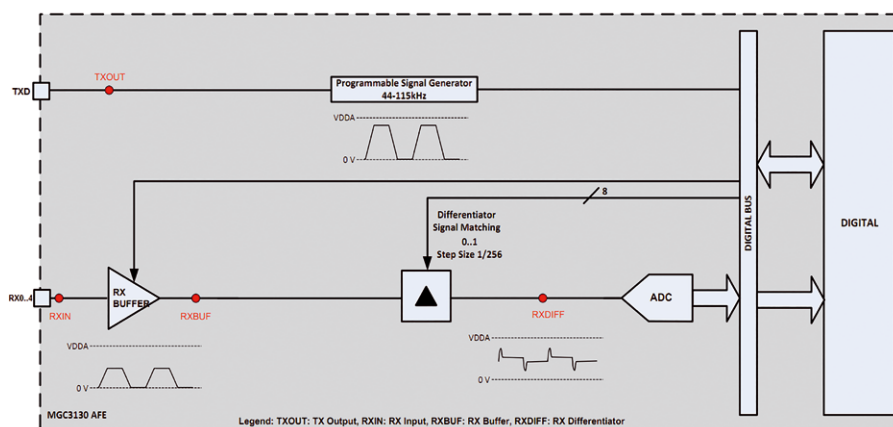


Fig. 10

di massa. Al passo successivo si deve studiare come integrare l'integrato MGC3130 nel proprio progetto, ovvero quale dev'essere la sua posizione rispetto agli elettrodi, il layout delle piste del circuito stampato ecc. Segue la prototipazione del PCB e successiva parametrizzazione del front-end dell'integrato MGC3130 e quindi dei segnali di trasmissione e ricezione. Infine si dovrà eseguire la parametrizzazione della suite Colibri e compiere una serie di misure per verificarne la funzionalità. Come accennato poc'anzi il

primo passo da muovere nella progettazione di un sistema che sfrutta la tecnologia Gestic consiste nello studiare i casi di utilizzo; questa fase è molto importante in quanto incide sulle dimensioni e sul fattore di forma dei sensori. Per prima cosa si deve decidere se l'applicazione è pensata per essere gestita con la mano oppure con le dita: nel caso in cui l'applicazione debba essere gestita con la mano, bisogna ingegnerizzare gli elettrodi affinché diano una superficie di lavoro superiore a cinque pollici quadrati. Nel

caso in cui si pensi di utilizzare le dita, la superficie di lavoro deve essere inferiore ai cinque pollici quadrati. Oltre a ciò, è importante sapere come sarà la postura della mano o delle dita; queste informazioni sono parametri importanti per la realizzazione degli elettrodi e per la parametrizzazione della suite Colibri. La mano può essere utilizzata parallelamente all'area sensibile, perpendicolarmente oppure con una certa angolazione. L'area sensibile è sempre quella definita all'interno dei quattro elettrodi cardinali di ricezione; la forma geometrica dell'area sensibile è un fattore chiave e può dipendere anche dalla geometria del prodotto finale. Si deve inoltre tenere conto che l'area sensibile ottenuta, in molti casi potrebbe non essere tutta utilizzabile per il tracciamento dei movimenti. Il circuito equivalente semplificato degli elettrodi del sistema Gestic può essere riassunto con le Fig. 8 e Fig. 9. Questo modello ci offre la possibilità di stimare le caratteristiche del sistema ed evidenzia la correlazione tra gli elettrodi, l'integrato MGC3130 e la mano. In particolare, la Fig. 9 evidenzia le capacità degli elettrodi accoppiate alle sezioni di ingresso/uscita dell'integrato MGC3130; in essa, V_{TX} è il segnale di uscita presente sul pin TXD dell'integrato MGC3130 e C_{TXG} è la capacità del pin stesso. La parametrizzazione del circuito equivalente passa per le capacità C_{RXTX} , C_{RXG} , C_L e C_H : la prima è la capacità le cui armature sono rappresentate dagli elettrodi di trasmissione e di ricezione, la seconda è la capacità tra l'elettrodo di ricezione e la massa, mentre la terza è la capacità di accoppiamento tra il pin di trasmissione TXD e la linea di ricezione R_X . Infine, C_H è la capacità presente tra

la mano e l'elettrodo di ricezione R_X ; il valore di C_H è rappresentato come un condensatore variabile, perché la sua capacità dipende dalla mano e dalla sua posizione rispetto all'elettrodo di ricezione. Le diciture e_{TX} ed e_{RX} identificano gli elettrodi di trasmissione e ricezione.

L'elettrodo di ricezione R_X misura il potenziale del campo elettrico e se un oggetto conduttivo, come ad esempio la mano, interagisce con il campo elettrico, la capacità C_H dell'elettrodo di ricezione varia di pochi femtofarad e tale variazione viene intercettata dall'integrato MGC3130. Di conseguenza, il valore di tensione presente sull'ingresso di uno degli elettrodi di ricezione può essere riassunto con la seguente formula:

$$V_{RXBuf} = \frac{V_{TX}}{1 + \frac{C_{RXG} + C_{Buf} + C_H}{C_{RXTX} + C_L}}$$

Per ottenere la massima sensibilità, il denominatore dell'equazione deve tendere a 2, quindi:

$$\frac{C_{RXG} + C_{Buf} + C_H}{C_{RXTX} + C_L} = 1$$

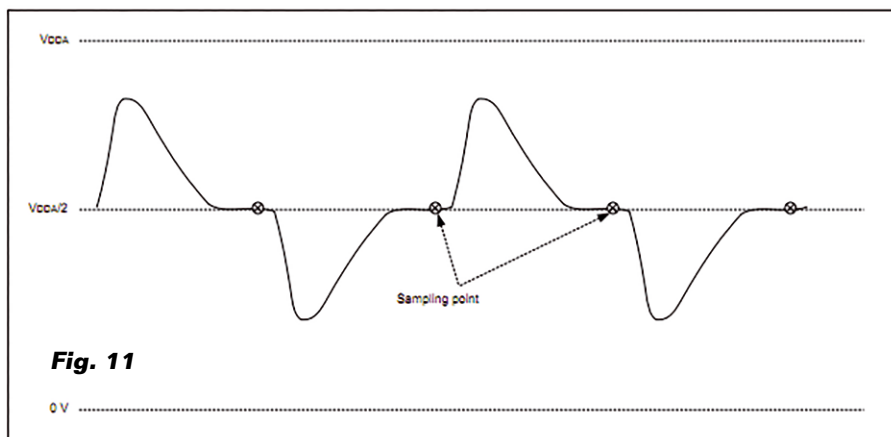
e di conseguenza:

$$V_{RXBuf} = \frac{V_{TX}}{2}$$

Il valore di tensione $VRXBuf$ non può essere misurato direttamente e quindi l'unico modo è applicando la seguente formula:

$$V_{RXBuf} = \frac{R_{XDIFF}[7:0] \cdot V_{TX}}{255}$$

Il registro $R_XDIFF[7:0]$ contiene una costante necessaria ad ottenere la massima dinamica. Per ogni elettrodo di ricezione c'è il rispettivo registro $R_XDIFF[7:0]$. Durante la parametrizzazione di questo registro, ci si deve assicurare che il campo elettrico generato dall'elettrodo T_X non venga



disturbato da oggetti estranei. La parametrizzazione del registro consiste nell'ottenere un segnale approssimativamente uguale a $VDDA/2$ al punto di campionamento pari a circa 32768 punti del convertitore ADC a 16 bit (uno per ogni elettrodo di ricezione). La Fig. 11 evidenzia quello che si vuole ottenere durante la parametrizzazione appena descritta, mentre la Fig. 10 mostra lo schema a blocchi di uno degli ingressi cui è collegato l'elettrodo di ricezione e il punto in cui viene applicato il segnale presente nel registro $R_XDIFF[7:0]$. Per ottenere dal sistema un'eleva-

ta sensibilità, l'area degli elettrodi di ricezione deve essere dello stesso ordine di grandezza della mano o delle dita, a seconda dei casi. Inoltre gli elettrodi (escluso quello centrale) devono avere una forma allungata in modo da aumentare l'accoppiamento tra l'elettrodo di ricezione e la mano. Le dimensioni degli elettrodi di ricezione determinano l'area sensibile (elettrodo centrale); tali sensori devono sempre rimanere sui lati di tale area per ottenere la massima risoluzione per le coordinate x, y e z. Quanto appena detto può essere riassunto con la Fig. 12, dove

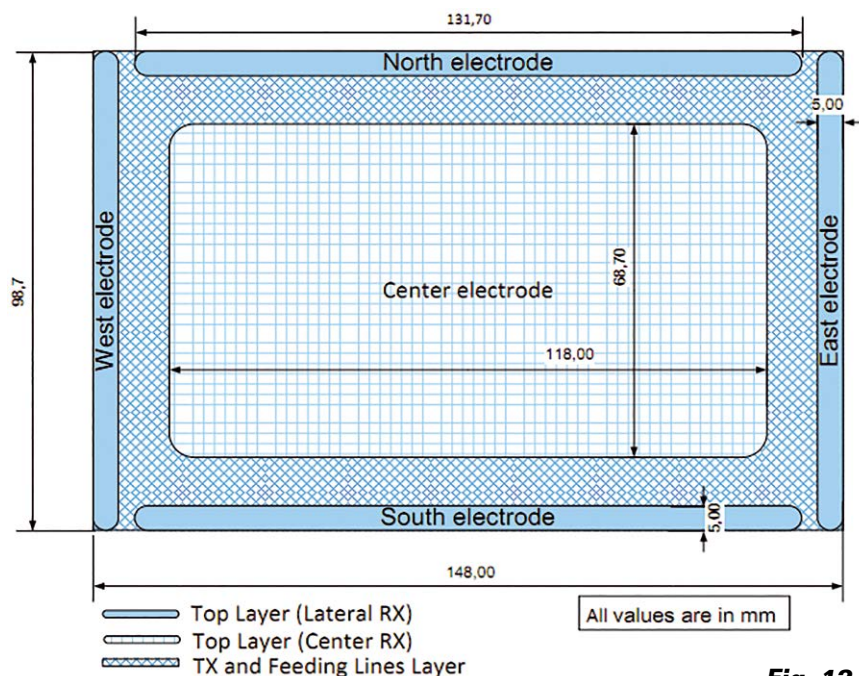
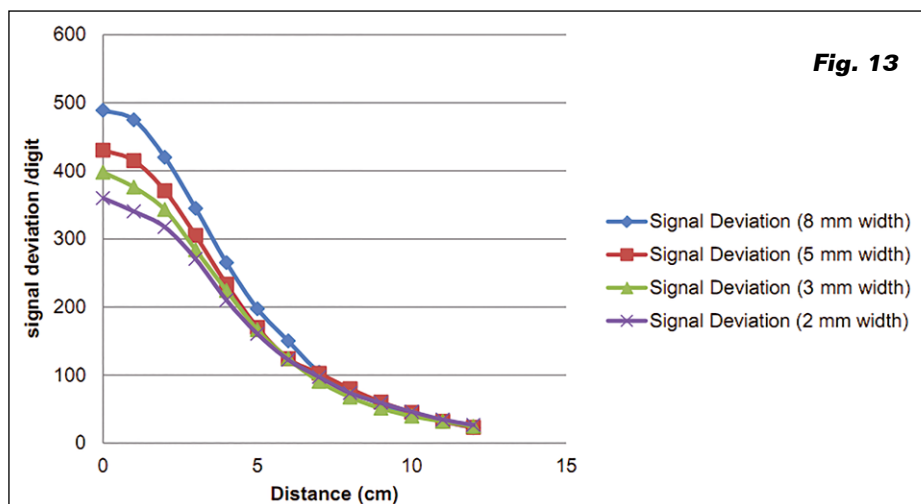


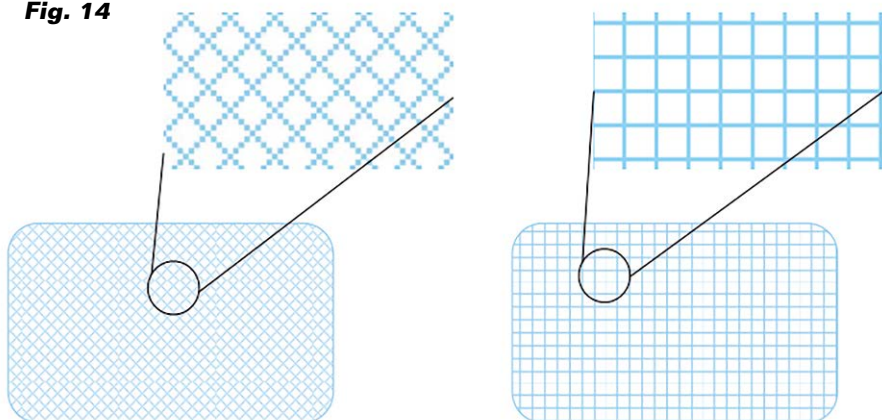
Fig. 12



dell'elettrodo e l'accoppiamento verso l'elettrodo T_X . Un valore accettabile per la griglia è tra il 5% e il 20% di copertura, come evidenziato dalla Fig. 14.

Non rimane che definire come relazionare gli elettrodi R_X rispetto al piano di massa; per fare ciò dobbiamo tenere conto della capacità C_{RXG} , la quale deve essere ridotta il più possibile, quindi bisogna aumentare il più possibile la distanza tra gli elettrodi T_X e R_X , a livello di PCB, e aumentare la distanza rispetto alla massa degli elettrodi di ricezione. La Fig. 15 evidenzia il giusto compromesso da raggiungere mentre la Fig. 16 mostra un grafico che mette in relazione l'influenza della capacità C_{RXG} rispetto al valore di capacità tra gli elettrodi T_X e R_X . Più la capacità tra gli elettrodi aumenta, meno la capacità C_{RXG} sarà in grado di generare

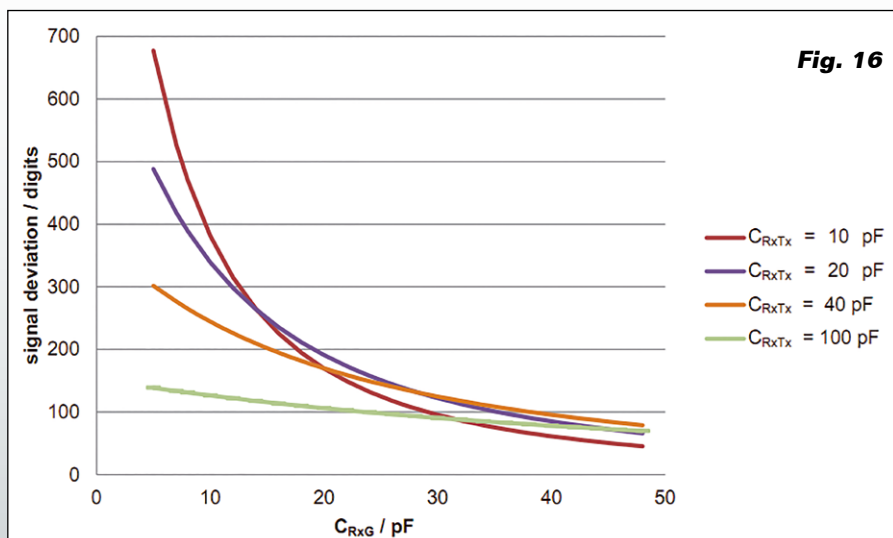
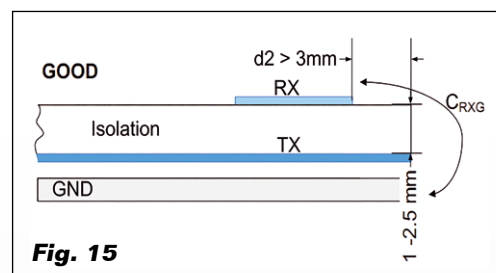
Fig. 14



viene mostrato un esempio di progettazione di un sistema Gestic da 7". La larghezza dell'elettrodo R_X , riferita ai soli elettrodi perimetrali, dipende da quanta sensibilità ci si aspetta di avere quando la mano è veramente vicina all'elettrodo: più la larghezza aumenta, più la sensibilità cresce. Viceversa, la larghezza dell'elettrodo R_X perde di importanza quando la mano si allontana dagli elettrodi. La Fig. 13 mostra un grafico dove si vede la deviazione del segnale (misurata in digit) rispetto alla distanza della mano dall'elettrodo di ricezione. Come si può osservare, più la distanza aumenta, più la deviazione diminuisce. I quattro segnali mostrati nel grafico differiscono per la larghezza dell'elettrodo.

Il discorso è diverso per l'elettro-

do centrale, il quale per avere la stessa sensibilità degli elettrodi perimetrali deve essere sagomato a griglia, ovvero non deve essere di rame pieno. La realizzazione a griglia riduce l'area effettiva



una deviazione del segnale sugli elettrodi R_X ; in altre parole, la lettura da parte del sensore sarà meno soggetta ad errori dovuti alla capacità C_{RXG} .

Parliamo ora dell'elettrodo TX, il quale si occupa di generare il campo elettrico necessario. La sua forma e dimensione deve essere tale da ricoprire l'intera area di ricezione formata dagli elettrodi RX. L'elettrodo TX deve rispettare due regole:

- 1) basso accoppiamento tra gli elettrodi RX e TX;
- 2) basso accoppiamento verso massa.

Per raggiungere questi obiettivi si deve evitare di disegnare un elettrodo pieno ma si deve optare per un elettrodo a forma di griglia così facendo si riduce la capacità C_{RXTX} e la capacità C_{TXG} . L'effetto griglia dell'elettrodo, per ottenere un buon risultato deve attestarsi tra il 20% e il 50%. La Fig. 17 evidenzia la differenza di prestazioni tra un elettrodo di trasmissione pieno e a griglia (Fig. 18). Altro fattore importante, come già accennato, è la distanza tra gli elettrodi di ricezione R_X e l'elettrodo di trasmissione T_X . Aumentando la distanza tra questi, si incrementa la sensibilità del sistema, in quanto si riduce la capacità C_{RXTX} . Ricordiamo che la formula per calcolare la capacità di un condensatore è la seguente:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{d}$$

Aumentando la distanza d , mantenendo invariata l'area A degli elettrodi e le costanti dielettriche ϵ_0 e ϵ_r , si ottiene una diminuzione della capacità. Il valore di ϵ_r per un PCB FR4 è pari a $4,7 \div 5,0$.

PARAMETRIZZAZIONE

Il flusso di parametrizzazione prevede una serie di passi da

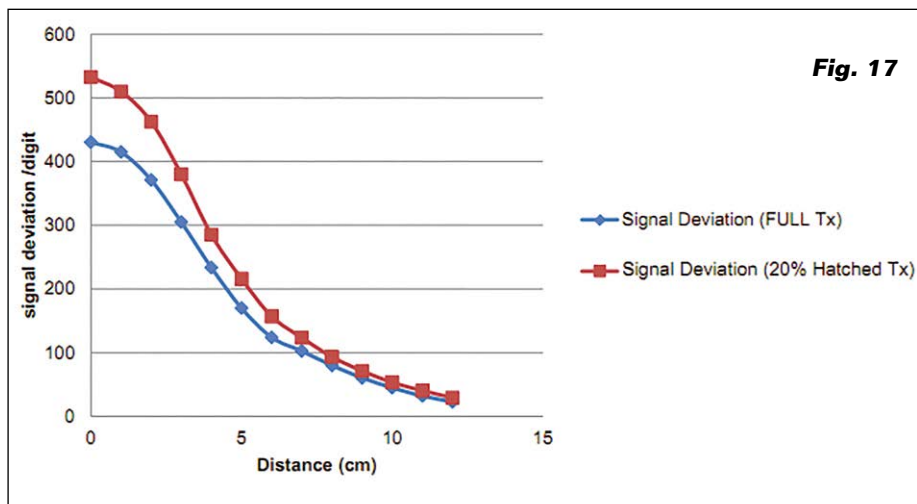


Fig. 17

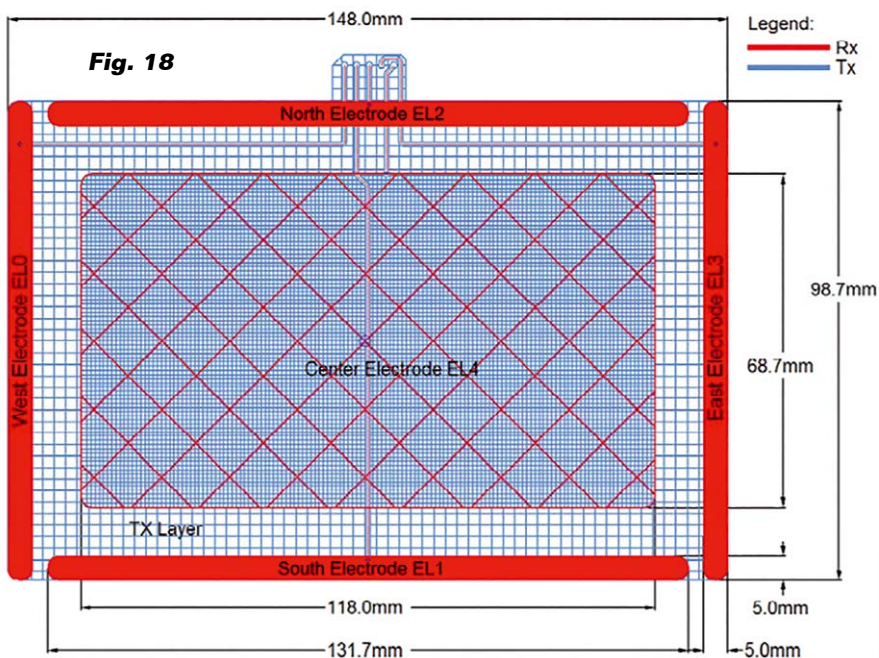


Fig. 18

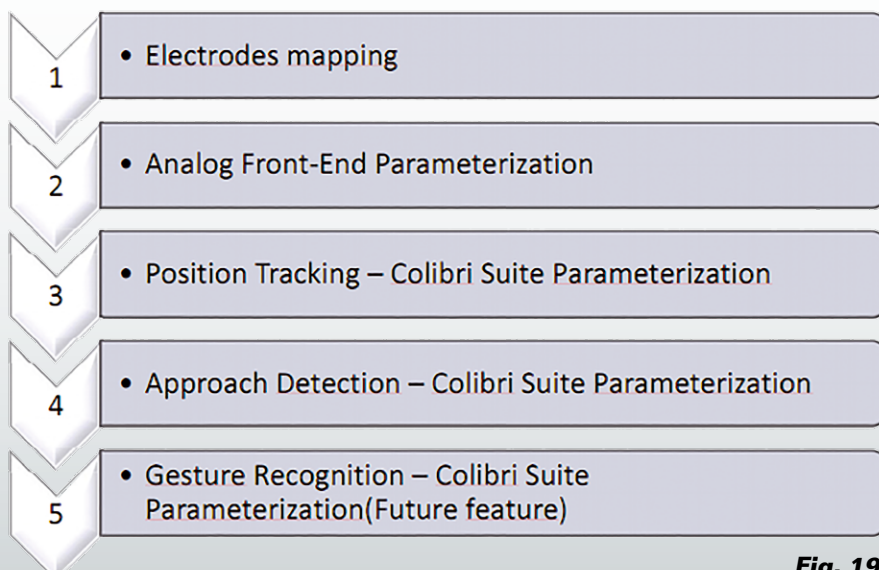


Fig. 19

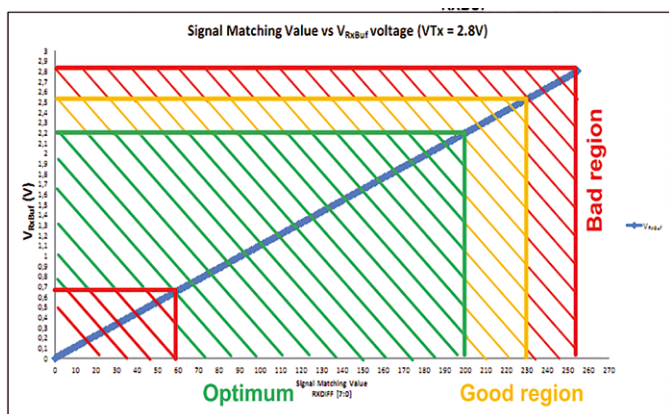


Fig. 20

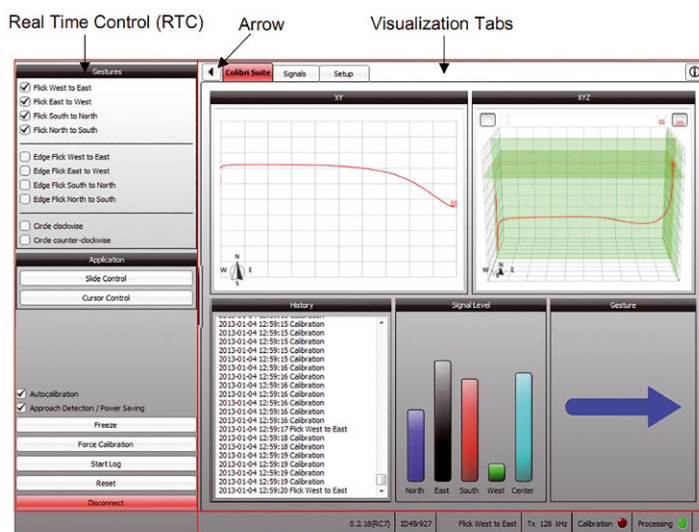


Fig. 21

Fig. 22 - Corrispondenza tra i gesti (gesture e i movimenti).

Symbol	Gesture	Symbol	Gesture
	Flick West to East		Edge Flick West to East
	Flick East to West		Edge Flick East to West
	Flick South to North		Edge Flick South to North
	Flick North to South		Edge Flick North to South
Symbol	Gesture		
	Circle clockwise		
	Circle counter-clockwise		

seguire per ottenere le migliori performance dal sistema. La Fig. 19 illustra i passi da seguire iniziando dalla parametrizzazione degli elettrodi di ricezione i quali vengono nominati secondo le loro direzioni cardinali Nord, Sud, Est e Ovest. Durante la parametrizzazione, ogni elettrodo viene abbinato al rispettivo ingresso R_x . La relazione tra l'elettrodo e l'ingresso dell'integrato può essere aggiornato in qualsiasi momento da parte dell'utente utilizzando gli appositi messaggi di configurazione.

Il secondo passo consiste nella parametrizzazione del Front-End analogico o per meglio dire del registro $RxDIFF$: ce n'è uno per ogni ingresso analogico, per fare in modo che abbia la massima dinamica. Ricordiamo che la parametrizzazione consiste nell'ottenere un segnale piatto al punto di campionamento con un valore approssimato di $V_{DDA}/2$ corrispondente a 32.768 punti. Durante questo tipo di parametrizzazione il campo elettrico non deve essere perturbato. La Fig. 20 mostra la relazione tra i possibili valori assegnabili al registro $RxDIFF$ e $VRxBuf$ presente sugli ingressi dell'integrato MGC3130

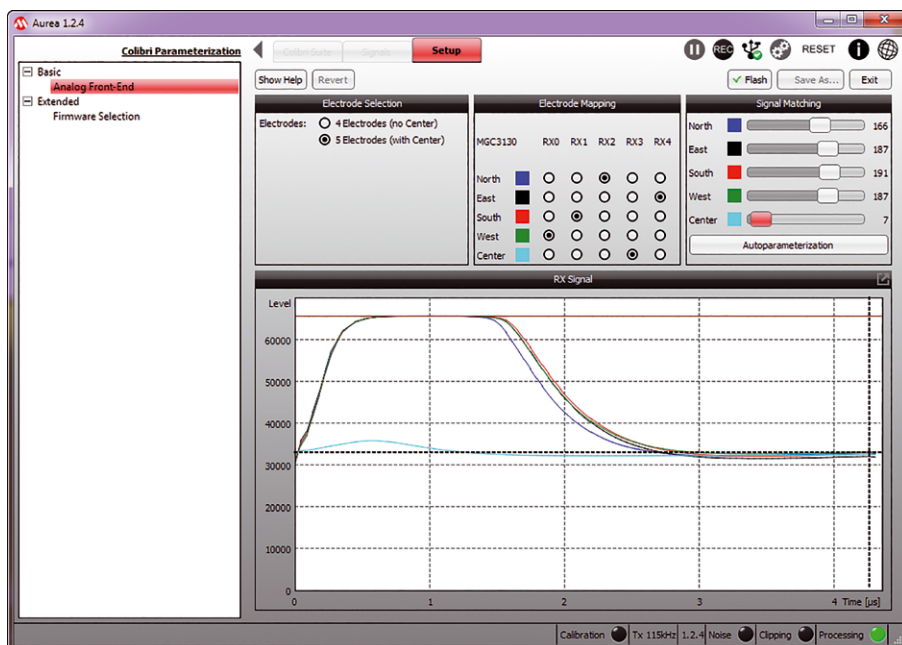


Fig. 23

in riferimento a un segnale di trasmissione TX di 2,8 V. In verde è evidenziata la regione di lavoro ottimale.

Conclusi i primi due step si deve passare alla parametrizzazione della suite Colibri, che consiste nel Position Tracking, Approach Detection e Gesture Recognition. L'applicazione decide quale proprietà deve essere usata e quindi parametrizzata; le proprietà della suite Colibri sono inclusive e l'utente può sceglierne una o una combinazione delle stesse.

La Position Tracking deve essere adattata alle dimensioni degli elettrodi e alle loro caratteristiche; tale parametrizzazione è intesa per regolarizzare le dimensioni dell'area sensibile ed equalizzare il segnale degli elettrodi. Approach Detection determina quale elettrodo sarà usato per risvegliare il sistema dalla condizione di riposo.

A questo punto non ci rimane che passare dalla teoria alla pratica, quindi descriveremo passo passo la parametrizzazione dell'elettrodo da 80x80mm utilizzando la suite Aurea 1.2.4; per i nostri tre elettrodi forniremo comunque i file di parametrizzazione da caricare nell'integrato MGC3130, tuttavia se l'utente lo volesse, sia per puro studio che per necessità, potrà, partendo dai nostri file, riparametrizzare l'integrato e i relativi elettrodi per meglio allinearli alla propria applicazione. Il software Aurea si presenta come un'applicazione divisa in tre TAB distinti (Fig. 21):

- Colibri Suite;
- Signal;
- Setup.

Nel TAB "Colibri Suite" l'applicazione continua a interrogare l'integrato MGC3130 mostrando le eventuali gesture riconosciute. Il tutto viene visualizzato con una

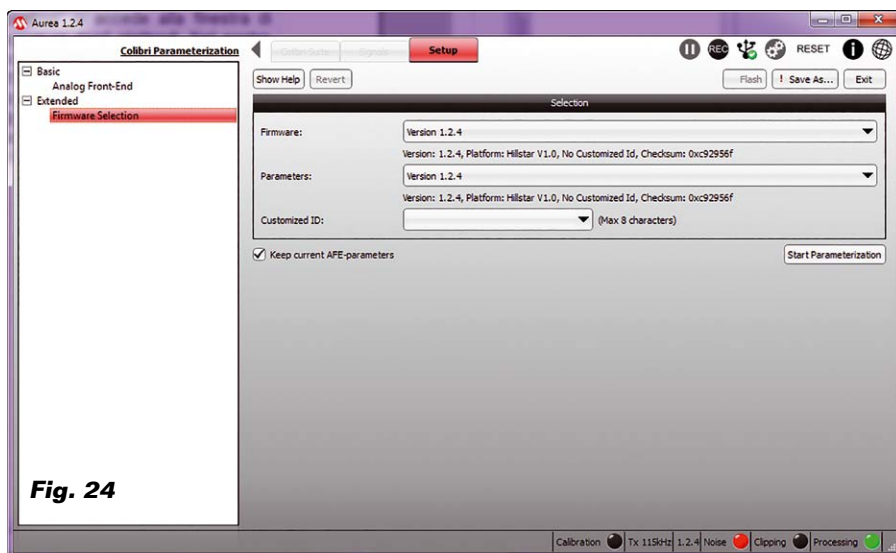
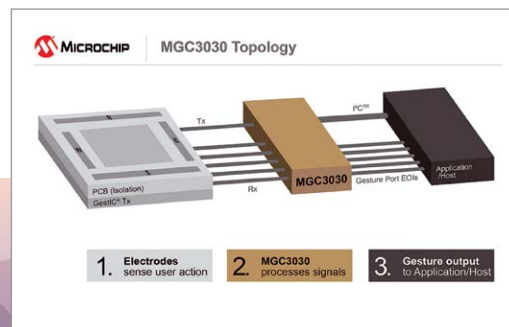


Fig. 24

serie di grafici, uno dei quali è tridimensionale. In basso a destra vengono visualizzate le gesture riconosciute, mentre le checkbox in alto a sinistra servono per impostare quali gesture l'integrato deve riconoscere.

Il TAB "Signal" mostra l'andamento nel tempo dei segnali presenti sugli elettrodi. Infine c'è il TAB "Setup" che presenta tre opzioni distinte; di queste ci interessa solo "Parameterization". Cliccando sulla voce "Parameterization" si accede alla finestra di configurazione di Fig. 23, dove il primo passo da fare è la mappatura degli elettrodi. Nel nostro caso, rispettando lo sche-

ma elettrico, abbiamo assegnato l'elettrodo Ovest all'ingresso RX0, l'elettrodo Sud all'ingresso RX1, l'elettrodo Nord all'ingresso RX2, l'elettrodo centrale all'ingresso RX3 e infine l'elettrodo Est all'ingresso RX4. Se l'applicazione non prevede l'elettrodo centrale, si deve selezionare l'opzione "4 Electrodes". Finita la mappatura degli elettrodi cliccare su "Auto-parameterization" per la configurazione dei registri RxDIFF, uno per ogni ingresso, al fine di otte-



Il fratello minore

L'integrato qui descritto è il modello di punta della famiglia GestIC di Microchip; esiste però un secondo componente che svolge gli stessi compiti e che si differenzia per essere la versione low cost dell'MGC3130. Stiamo parlando dell'MGC3030, per il quale valgono lo stesso principio di funzionamento e il medesimo software di supporto. Le uniche differenze tra i due chip sono nella quantità di gesture riconoscibili, minore nell'MGC3030. Inoltre quest'ultimo non supporta il Position Tracking ed è incapsulato in contenitore SSOP.

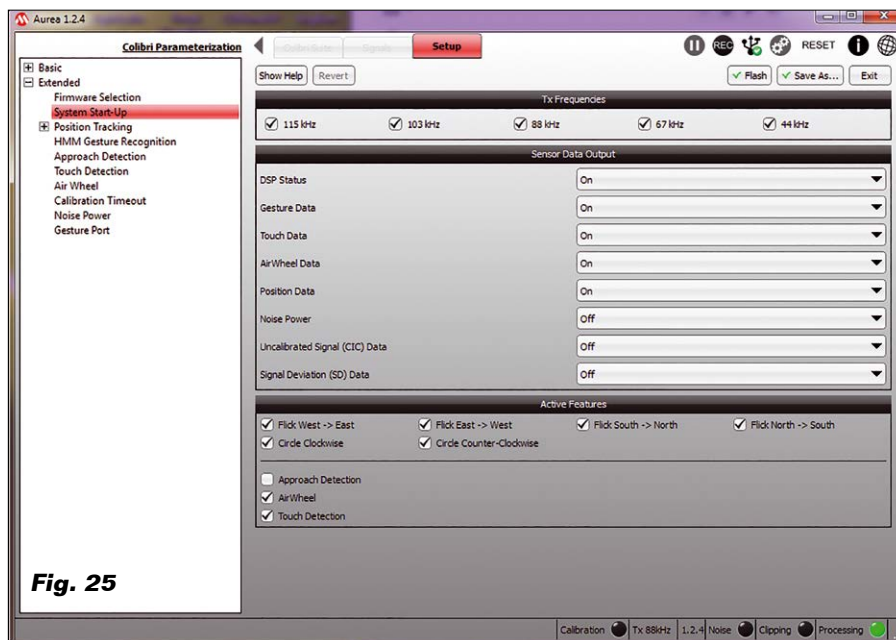


Fig. 25

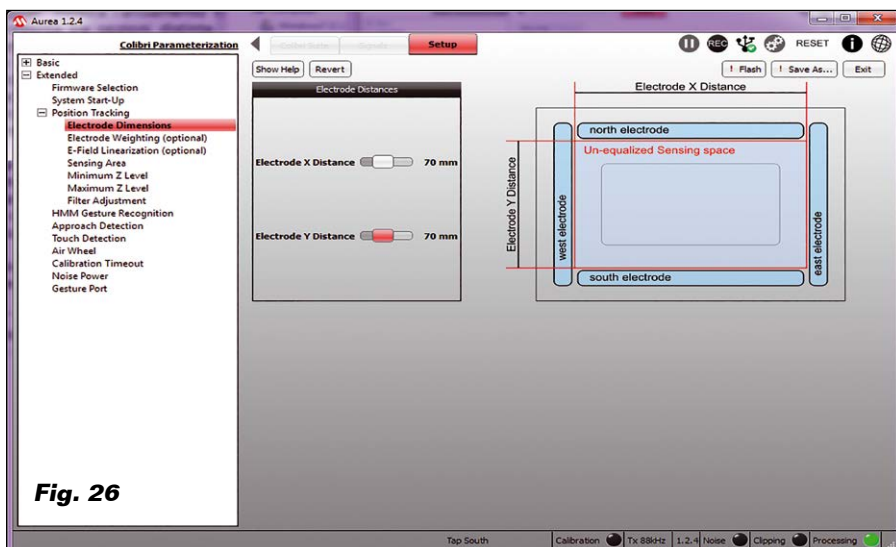


Fig. 26

nera la massima dinamica come descritto precedentemente. Conclusa la mappatura degli elettrodi, bisogna cliccare sul-

la voce "Extended → Firmware Selection" e nella finestra che compare (Fig. 24) selezionare come "Firmware" la versione 1.2.4

(è quella predefinita) mentre alla voce "Parameters" lasciare quanto indicato se è una nuova parametrizzazione oppure caricare un file di configurazione già fatto. Volendo, è anche possibile assegnare un "ID" di lunghezza massima 8 caratteri (consigliato). Non rimane che cliccare sulla voce "Start Parameterization". La Fig. 25 mostra la prima pagina di configurazione nella quale, in sequenza, si possono configurare le frequenze di trasmissione dell'elettrodo TX, i dati che si vogliono rendere disponibili durante la lettura dello stato e infine le gesture attive.

Al passo successivo si espande la voce "Position Tracking" e si procede con la voce "Electrode Dimensions". In questa pagina si imposta la distanza tra gli elettrodi Nord e Sud, nonché la distanza tra gli elettrodi Ovest e Est. Nel nostro caso, per un elettrodo da 80x80mm, le due distanze sono rispettivamente 70 mm e 70 mm (Fig. 26). Ora abbiamo praticamente definito l'area di lavoro. La voce "Electrode Weighting" per essere portata a termine necessita la costruzione di un parallelepipedo con l'intera superficie ricoperta di rame, il quale serve per simulare la mano. La base del parallelepipedo deve essere 40x40 mm per una altezza di 70mm. Lo spessore del foglio di rame deve essere di 0,35 µm. Per aiutarsi nella realizzazione si

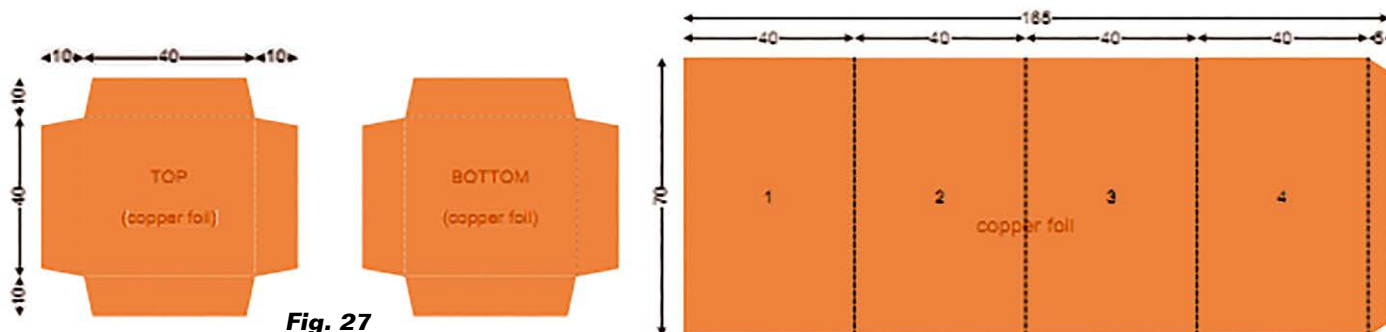
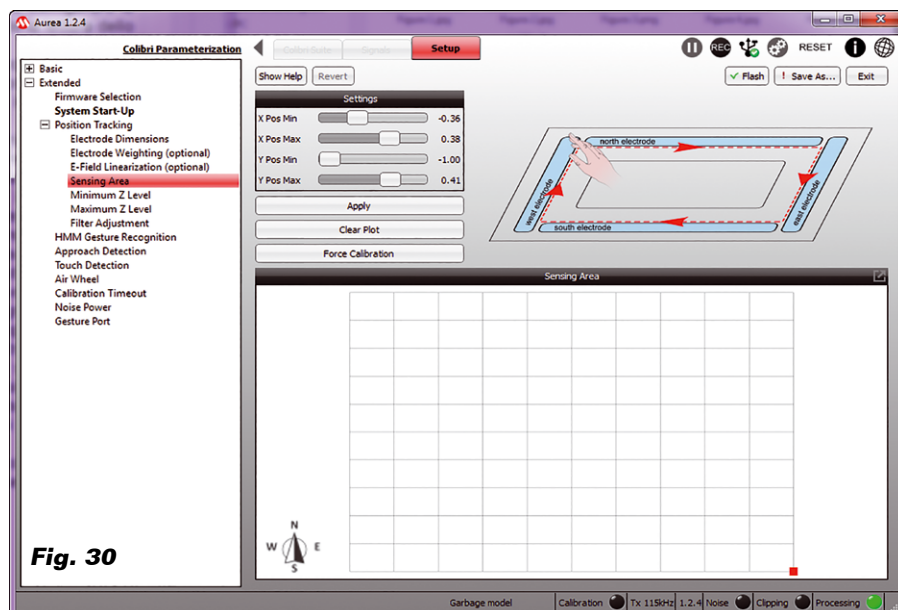
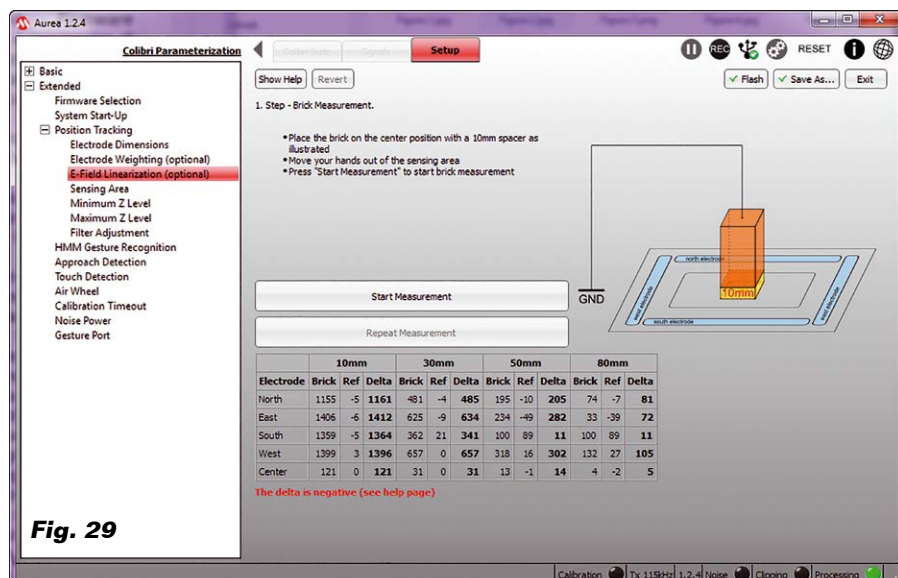
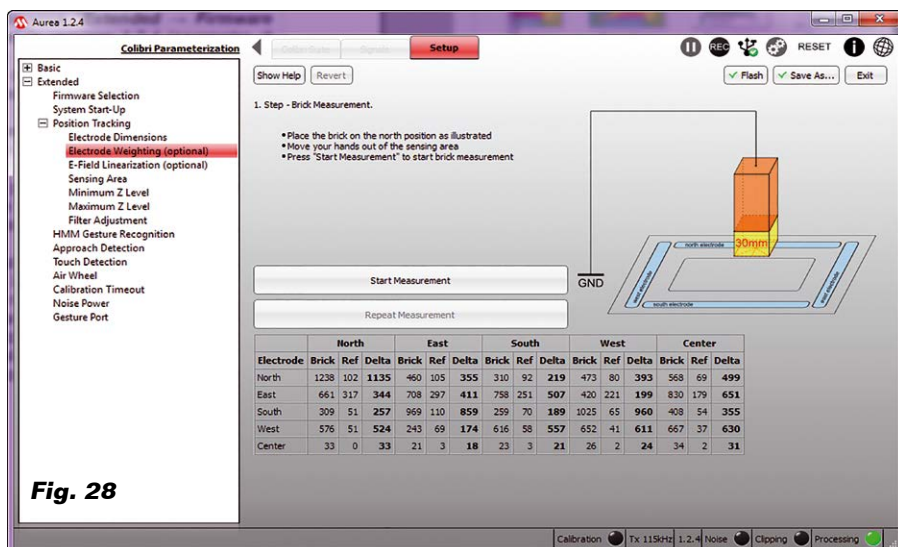


Fig. 27

può cominciare con il costruire un parallelepipedo in cartoncino, che aggiunge rigidità alla struttura, per poi ricoprirlo con il foglio di rame (Fig. 27). Per agevolare la parametrizzazione e mantenere alla giusta distanza il parallelepipedo di rame dall'area sensibile, si consiglia di realizzare una serie di parallelepipedi di solo cartoncino. Tutti devono avere la base di 40x40mm ma altezze diverse, ovvero: 10 mm, 30 mm, 50 mm e 80 mm. La Fig. 28 mostra la finestra di configurazione per il parametro "Electrod Weighting": come si può notare, il processo deve essere iterato per tutti e cinque gli elettrodi. La distanza che il parallelepipedo di rame deve avere da ogni elettrodo, per questa misura, è pari a 30 mm; ricordate, inoltre, che il parallelepipedo deve essere sempre connesso a GND, come evidenziato dalla figura. La parametrizzazione inizia sempre dall'elettrodo Nord, per concludersi con l'elettrodo centrale; quindi cliccando su "Start Measurement" il sistema inizierà ad eseguire una serie di campionature che verranno inserite in tabella. A questo punto il sistema proporrà di togliere il parallelepipedo dall'elettrodo, entro 10 secondi, per ripetere la medesima misura e verificare quindi che il delta inserito in tabella, alla fine dei calcoli, sia positivo. Nel caso in cui ci sia qualche parametro con valore negativo, si deve ripetere la misura.

La parametrizzazione successiva "E-Field linearization", Fig. 29, utilizza lo stesso concetto appena esposto, ma si concentra sul solo elettrodo centrale con il parallelepipedo messo a diverse distanze (10, 30, 50 e 80 mm).

Al passo successivo si deve parametrizzare "Sensing Area", Fig. 30. Questa parametrizza-



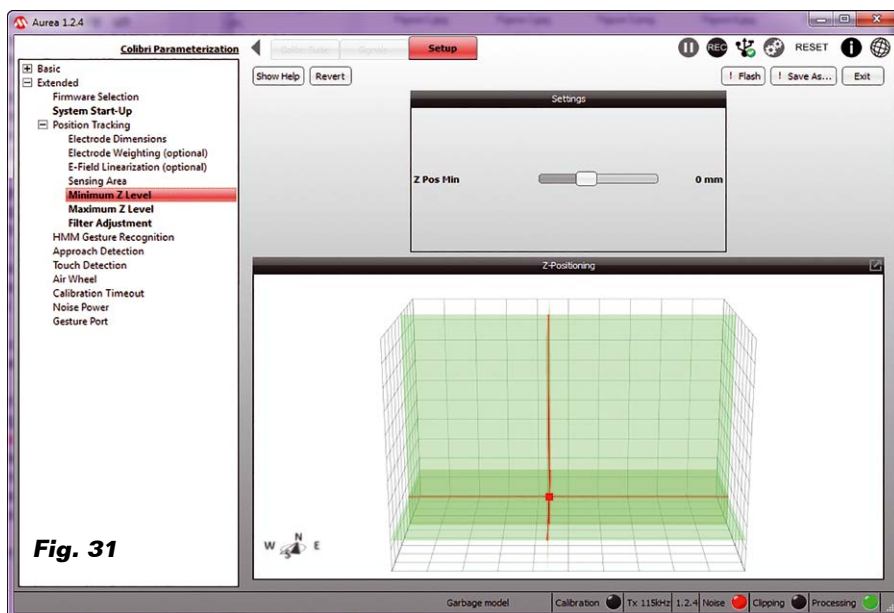


Fig. 31

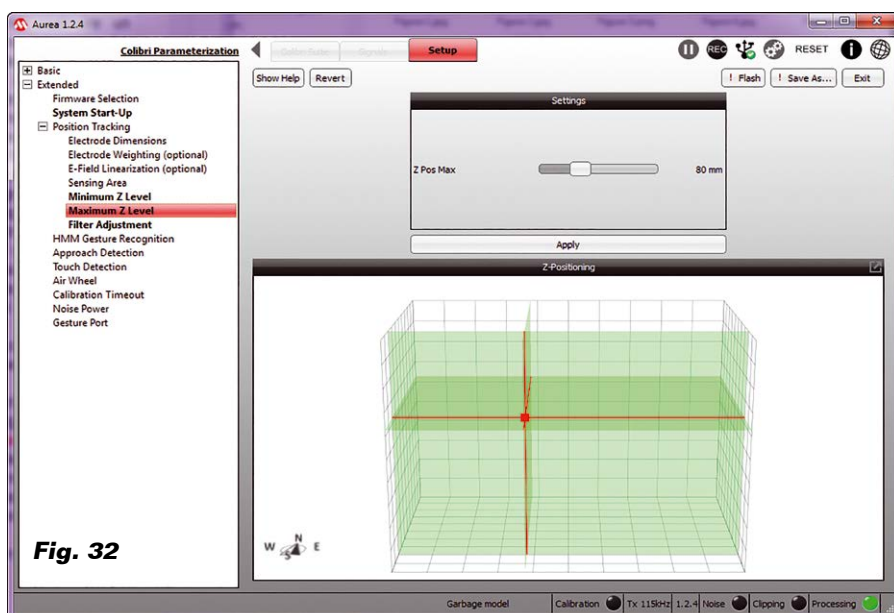


Fig. 32

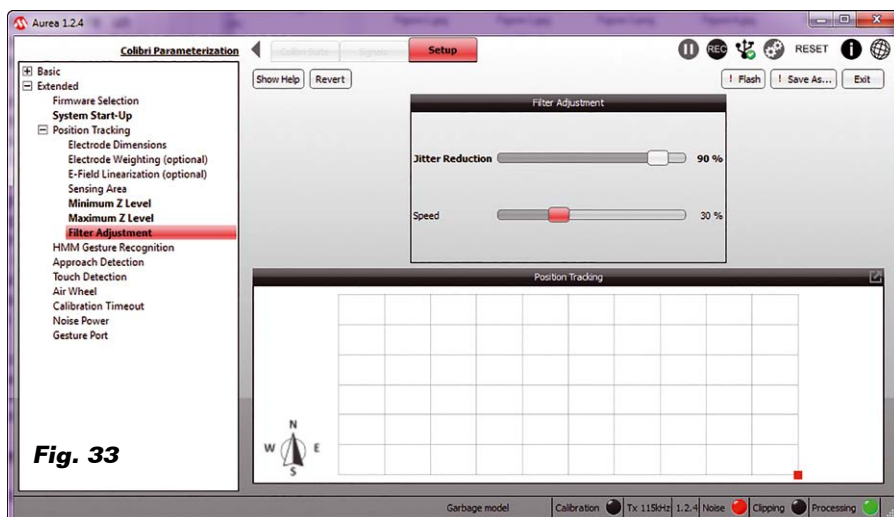


Fig. 33

zione cerca di definire l'area di lavoro ottimale, ovvero l'area sottesa dai quattro elettrodi. A questo punto, bisogna disegnare con il dito indice della mano un quadrato scorrendo sui quattro elettrodi cardinali tenendovi a qualche millimetro di distanza: nella finestra di dialogo vedrete disegnare una specie di quadrato nell'area di plot. Ottenuto questo quadrato, dovrete agire sui cursori X_{min} , X_{max} , Y_{min} e Y_{max} in modo da centrare l'area di lavoro all'interno del quadrato disegnato nell'area di plot.

I due passi successivi servono per impostare "Minimum Z Level" e "Maximum Z Level": in pratica si deve trovare il minimo e massimo valore per la coordinata Z (Fig. 31 e Fig. 32).

Si passa poi al "Filter Adjustment" per ridurre il jitter e definire la velocità di tracciamento dei movimenti della mano (Fig. 33). Nella maggior parte dei casi si possono lasciare i parametri pre-impostati, ovvero 80% per il Jitter e 30% per la velocità di tracciamento.

Il passo successivo è importante e definisce la parametrizzazione del "HMM Gesture Recognition" dove HMM sta per Hidden Markov Models (Fig. 34). Cominciamo con il definire "Detection Sensitivity" il quale identifica la sensibilità nel riconoscere la gesture. Se si imposta un valore basso si è più conservativi e la gesture deve essere fatta vicino agli elettrodi per essere rilevata se invece si imposta un valore elevato la gesture viene riconosciuta anche lontano dagli elettrodi; però in quest'ultimo caso il sistema è più soggetto ai disturbi. Un altro parametro importante è "Recognition Aggressivity" il quale deve essere mantenuto a un valore non troppo elevato per evitare dei falsi positivi. Infine abbiamo

Adesso si passa alla voce “*Approach Detection*” (**Fig. 35**), qua si possono configurare uno o più elettrodi per “*svegliare*” l’integrato dalla condizione di Idle. In prima battuta si deve decidere quale o quali elettrodi utilizzare, nel nostro esempio utilizziamo il



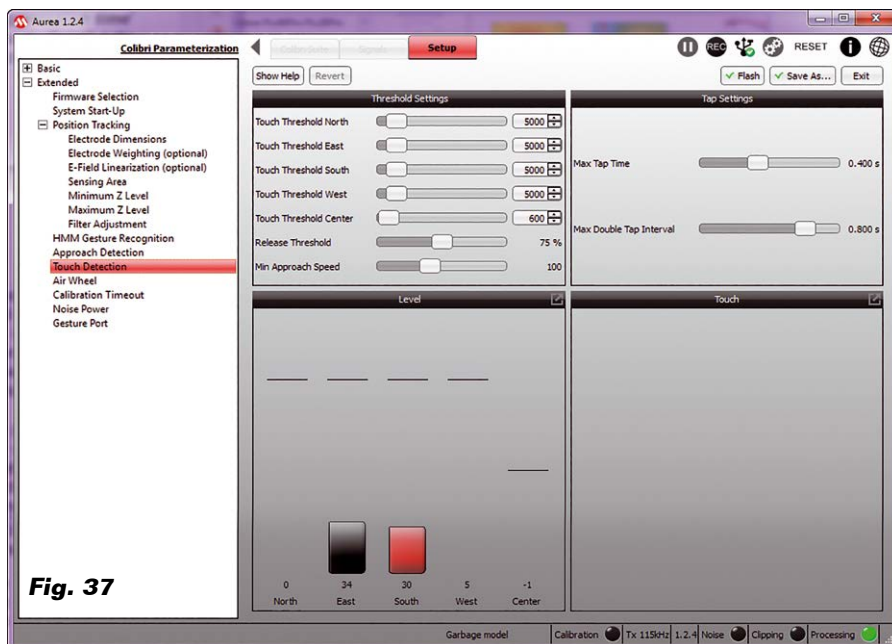


Fig. 37

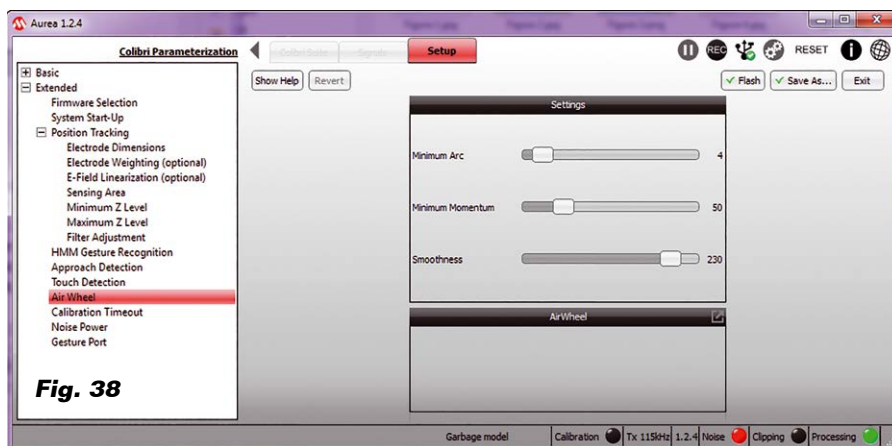


Fig. 38

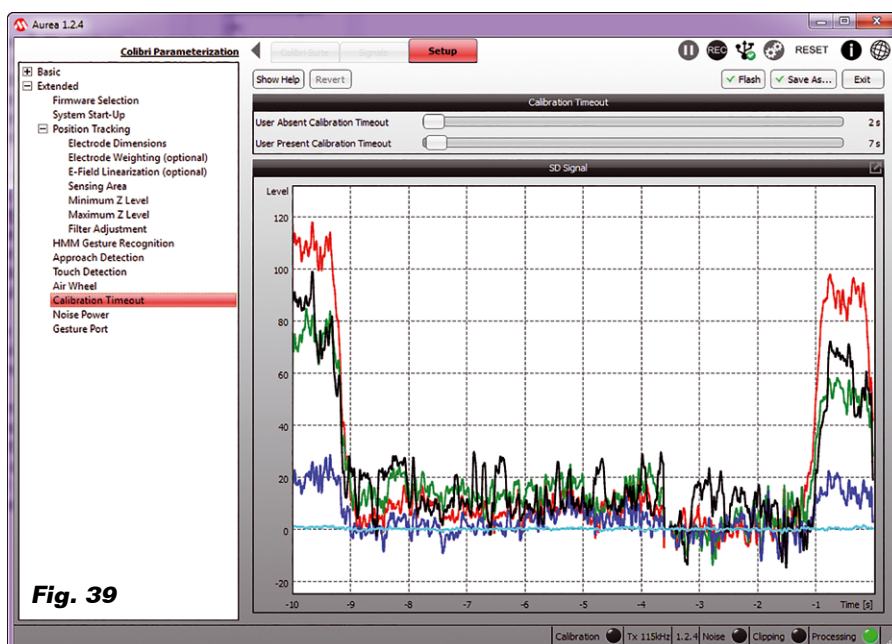


Fig. 39

solo elettrodo centrale. La voce "Sensitivity" identifica la sensibilità che l'elettrodo deve avere, mentre "Scan Interval" identifica il tempo di reazione del sistema: se il valore è basso, il tempo di risposta è veloce ma il consumo di corrente in Idle è maggiore, mentre, al contrario, si consuma meno corrente ma il tempo di reazione è maggiore. Il tempo "Idle TimeOut" identifica quanto tempo ci mette il sistema ad entrare in modalità Idle dall'ultima gesture riconosciuta. Gli ultimi tre tempi vanno configurati tenendo conto del grafico di Fig. 36.

La successiva pagina di calibrazione "Touch Detection" (Fig. 37) serve per impostare le soglie degli elettrodi sotto le quali non viene riconosciuto il touch. Come al solito bisogna trovare una via di mezzo tra sensibilità, immunità ai rumori ecc. La sezione "Tap Settings" serve per impostare il tempo di riconoscimento del tap e Double Tap.

La pagina "Air Wheel" (Fig. 38) serve per parametrizzare il riconoscimento del movimento circolare quindi si definisce il "Minimum Arc" cioè l'arco minimo tale per cui il sistema ricono-



Il software Aurea di Microchip può essere scaricato dal sito www.microchip.com/gestic. Il sensore di prossimità (cod. MGC3130) è reperibile presso Futura Elettronica a 9,80 Euro.

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

sce la gesture circolare, il valore “Minimum Momentum” identifica quanto ci si deve avvicinare agli elettrodi perché la gesture sia riconosciuta, valori bassi assicurano una più robusta immunità al rumore e ai falsi positivi. Infine “Smoothness” identifica quanto velocemente viene incrementato o decrementato il contatore. Per valori bassi, il contatore viene incrementato lentamente viceversa viene incrementato velocemente.

La pagina “Calibration TimeOut” (Fig. 39) permette di impostare due timeout di calibrazione: il primo “User Absent Calibration TimeOut” definisce il timeout scaduto il quale viene eseguita una calibrazione, a patto che oltre al timeout scaduto non ci siano oggetti in movimento nell’area sensibile e la deviazione del segnale misurata sugli elettrodi sia inferiore a 30 digit.

Il secondo “User Present Calibration TimeOut” definisce il timeout scaduto il quale viene eseguita una calibrazione anche se ci sono oggetti nell’area sensibile.

La pagina “Noise Power” (Fig. 40) permette di impostare tre livelli di soglia rispetto alla varianza del rumore: i livelli riguardano il riconoscimento dei Touch sugli elettrodi, il tracciamento della posizione e il riconoscimento delle gesture.

Se il rumore misurato supera le soglie, la rispettiva funzione verrà disabilitata fintantoché il rumore non sarà sceso sotto soglia.

Se le soglie sono azzerate, le rispettive funzioni di filtro saranno disabilitate.

L’ultima pagina “Gesture Port” (Fig. 41) permette di assegnare una gesture a un pin di uscita dell’integrato. Non utilizzata nel nostro caso specifico ma sicuramente utile in altre applicazioni.

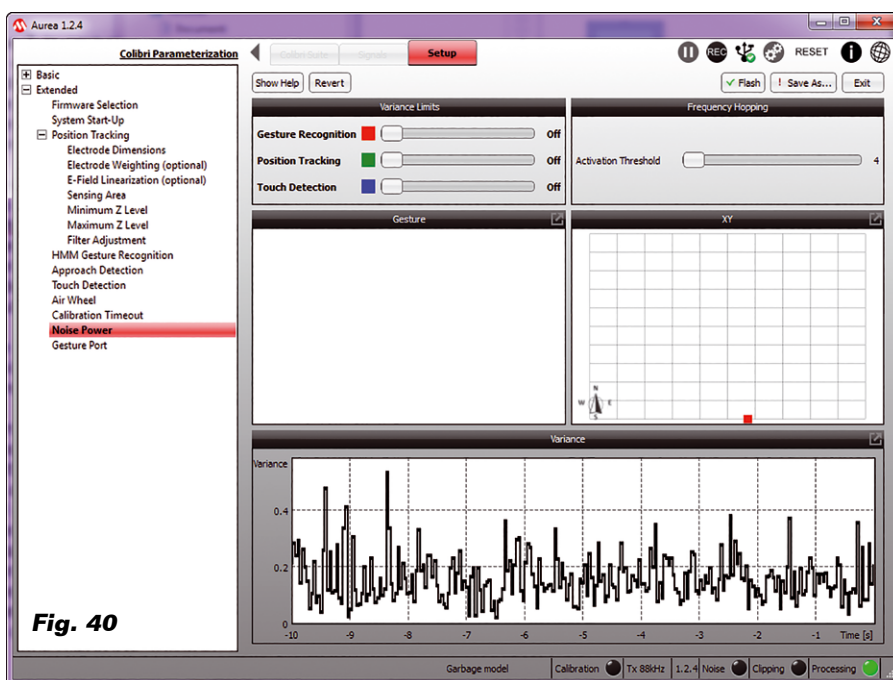


Fig. 40

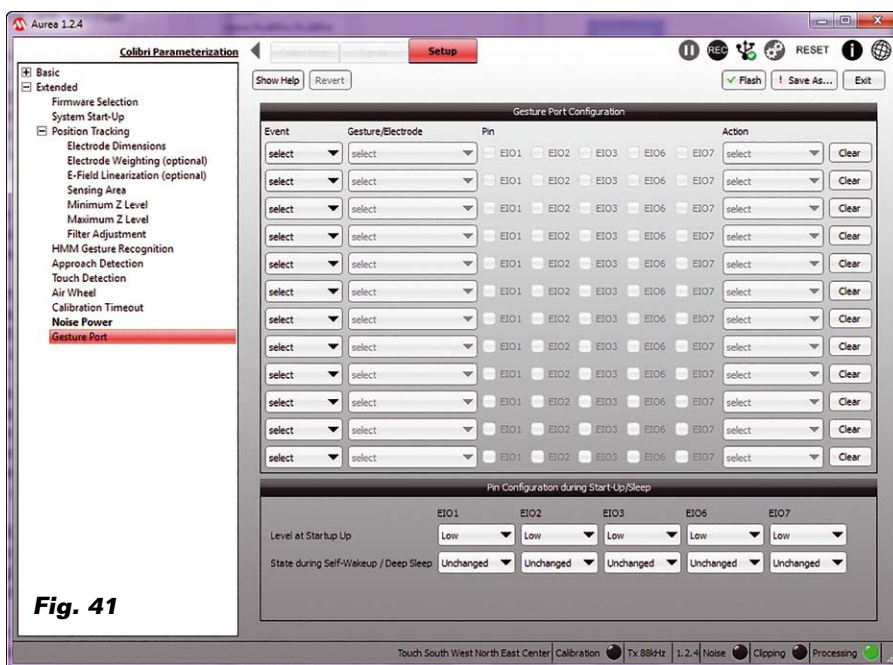


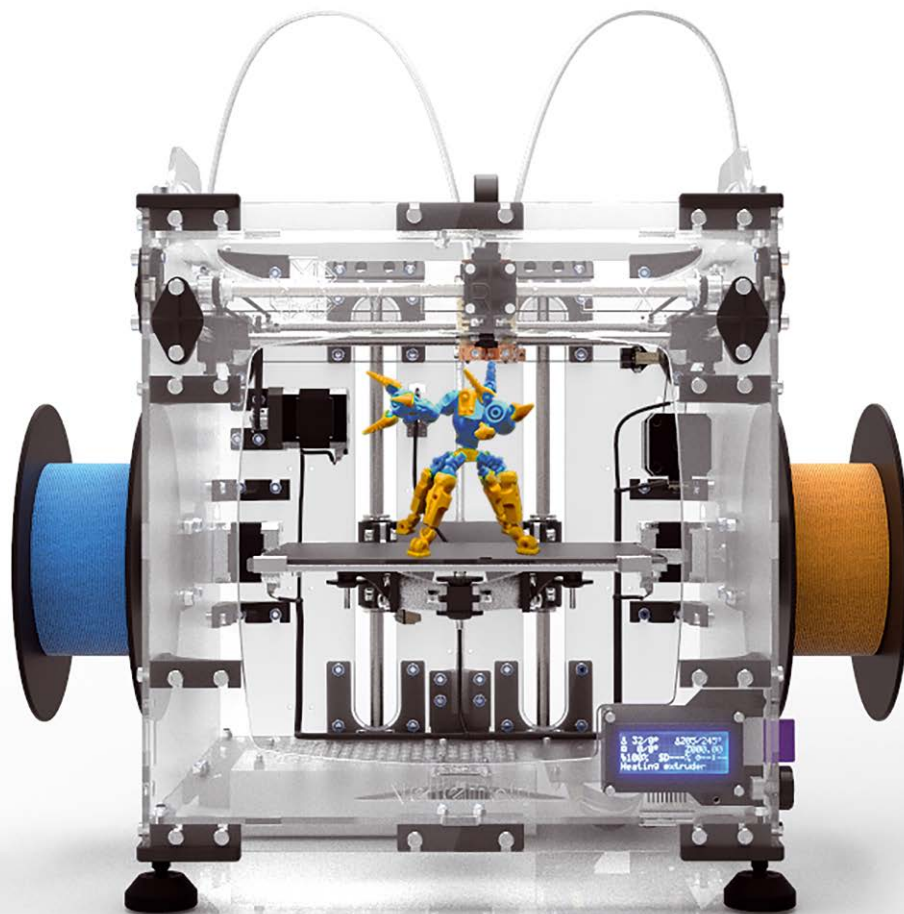
Fig. 41

CONCLUSIONI

Con questa prima puntata abbiamo fatto una panoramica del mondo delle Gesture secondo la suite Colibri di Microchip. Nelle prossima puntata descriveremo la scheda di interfaccia verso l’integrato MGC3130 e relative schede elettrodo che abbiamo realizzato per sperimentare con GestIC. Descriveremo la scheda

I²CtoUSB per l’interfacciamento dell’integrato MGC3130 con il PC e il software di calibrazione Aurea. Forniremo quindi tre possibili schede elettrodo con diversi fattori di forma e relative parametrizzazioni; chi vorrà potrà, a partire dai nostri file, riparametrizzare l’integrato MGC3130 secondo le proprie specifiche e esigenze.

È arrivata l'ultima versione della stampante 3D: più compatta perché è la testa a muoversi, più versatile, perché capace di stampare a due colori e dotata di contenitore. Seconda e ultima puntata: la parte meccanica.



3D VERTEX: L'EVOLUZIONE DELLA SPECIE

di BORIS LANDONI

Lo scorso mese vi abbiamo introdotto la 3DVertex, la nuova 3D printer che va ad accrescere la famiglia di cui è capostipite la 3Drag che avete imparato ad apprezzare in questi anni per la versatilità che la contraddistingue, figlia della filosofia open source da cui è stata ispirata. La 3DVertex nasce invece in un'altra ottica, ma offre interessanti soluzioni tecnologiche a partire dalla stampa a 2 colori nativa: infatti la macchina nasce per essere equipaggiata con estrusori, sebbene si possa acquistare in versione "semplificata" a singolo estrusore. Quest'ultima opzione è stata

voluta per consentire a chi desidera una stampante a singolo colore, di non spendere denaro in più in una funzione (la stampa a doppio colore) di cui non saprebbe che fare.

La 3DVertex è una stampante a due colori per filamento da 1,75 mm, rivisitata nella meccanica (qui il piatto di stampa sale e scende, mentre la testa si sposta solo in orizzontale) e nell'elettronica (abbiamo descritto, nel fascicolo di marzo scorso, la nuova scheda controller progettata per essa); inoltre è provvista di un contenitore che la chiude lateralmente



Fig. 1 - Angolari di assemblaggio del telaio: A) esterno; B) interno grande; C) interno piccolo.

e che dispone di due supporti con cuscinetto (utili a ridurre l'attrito nel trascinamento) per la bobina di filamento in plastica.

Dopo aver spiegato le novità ed aver descritto nei particolari l'elettronica di bordo, passiamo alla meccanica e quindi alla costruzione della macchina.

Iniziamo col dire che non esiste più un telaio in alluminio come nella 3Drag, ma una scocca di polycarbonato traslucido assemblabile tramite angolari in ABS rinforzato, che è insieme contenitore e telaio; questa soluzione semplifica

il montaggio e alleggerisce la macchina, impedendo che accidentalmente qualche oggetto possa penetrare nella stampante. Tale realizzazione ci dice che la 3DVertex è stata pensata come macchina da tenere su una scrivania.

LA COSTRUZIONE

Vediamo come assemblare e mettere in funzione la 3DVertex, che viene fornita in kit di montaggio, fermo restando che per ragioni di spazio, non possiamo trasferire in queste pagine il dovizioso manuale fornito in dotazione alla stampante o la copiosa documentazione disponibile on-line alla pagina web www.vertex3dprinter.eu/. Il kit è composto da 21 blocchi di materiale divisi per categoria. Il telaio consta di 4 fianchi, una base ed una cornice superiore per irrigidirlo; le parti si mettono insieme con appositi bulloni a brugola e angolari in plastica rinforzata, i quali sono di due tipi: esterni e interni. A loro volta, gli interni sono grandi e piccoli (Fig. 1). La prima cosa da fare per assemblare il telaio è applicare sui lati

corti, in corrispondenza degli spigoli, gli angolari esterni, come mostrato nella Fig. 2.

A questo punto si possono unire i fianchi al pannello frontale, come mostrato in Fig. 3, stringendoli poi con le viti a brugola in dotazione al kit; prima di stringere le viti è buona cosa verificare che le parti siano posizionate correttamente, altrimenti il contenitore può risultare storto.

Prima di montare il retro del contenitore, alle pareti va applicato anche il fondo e quindi la cornice superiore (Fig. 4); queste ultime due parti si incastrano grazie alle tacche che devono entrare nelle cave appositamente ricavate nelle fiancate all'altezza cui devono essere posizionate.

Dopo l'incastro delle parti si applica la parete posteriore del box, quindi la si blocca inserendo negli angolari le apposite viti a brugola provviste di dado autobloccante, rammentando di stringere con il dado più vicino al fondo di ciascuna fiancata, uno dei collari in plastica che serviranno a guidare la guaina che contiene il filamento

Fig. 2 - Angolari applicati ai fianchi del contenitore.

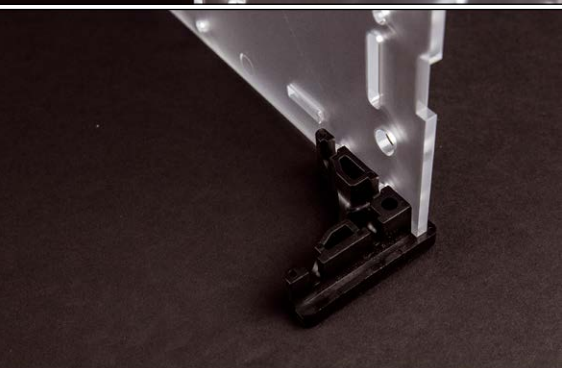
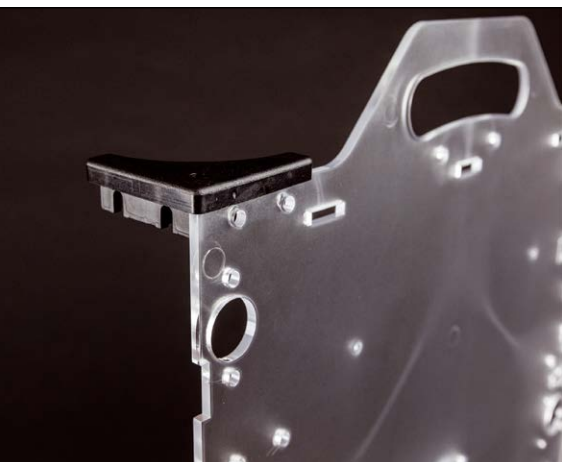
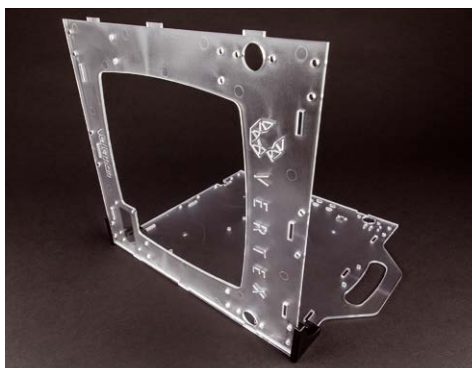


Fig. 3 - Assemblaggio delle pareti della 3D Vertex.



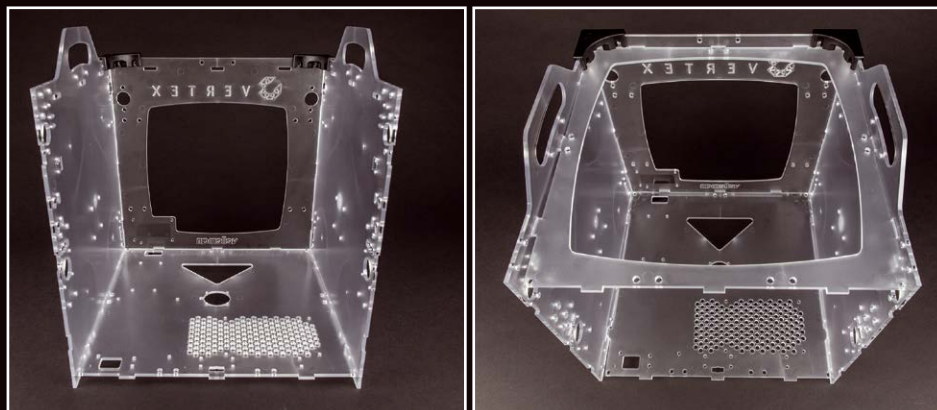


Fig. 4 - Montaggio delle pareti della 3D Vertex.

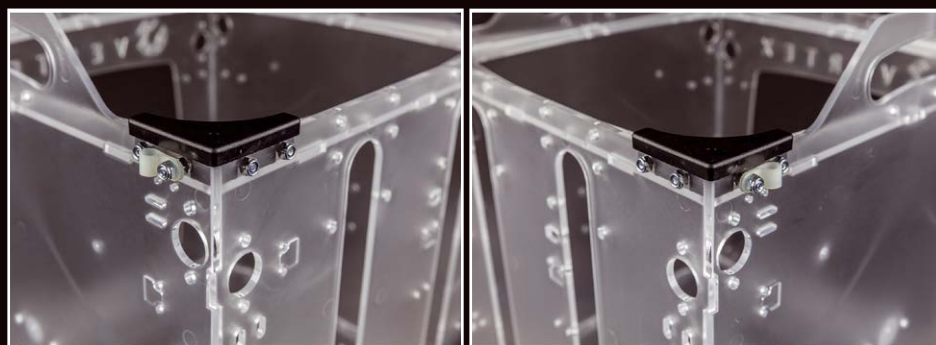


Fig. 5 - Con le stesse viti di fissaggio delle pareti si fissano i collari di ancoraggio delle guaine porta-filamento.

in plastica (Fig. 5).

Gli angolari vanno serrati ciascuno con due viti e altrettanti dadi autobloccanti per lato, sia i quattro superiori che quelli inferiori; devono inoltre essere stretti con una vite ciascuno in verticale, in prossimità dello spigolo.

Dopo aver montato gli angolari esterni, si può passare ad applicare i piedini, che si avvitano ognuno su un angolare inferiore bloccandoli mediante gli appositi dadi (Fig. 6). Ogni piedino dispone di un dado per regolare l'altezza mediante un'apposita chiave a forchetta, così da consentire di mettere la stampante in piano; il posizionamento in piano è fondamentale per evitare sia la deformazione della macchina, sia alterazioni dei pezzi stampati, ed anche per prevenire i danni dovuti a sforzi anomali del sistema di stampa che ne deriverebbero.

A questo punto bisogna applicare gli angolari interni grandi, che

sono due per ogni spigolo e che servono a conferire alla struttura la rigidità necessaria a stabilizzare la posizione della meccanica ed in particolare modo dei fondelli rettificati su cui scorrono la testa di stampa e il piatto; questi angolari si montano con le solite viti a brugola e i dadi autobloccanti (Fig. 7).

Notate che tali angolari vanno fatti calzare sui bulloncini già inseriti nei fori delle pareti e nei loro dadi autobloccanti, ma lasciati lenti; una volta applicati gli angolari, si stringono le viti. Le posizioni dei due angolari di ogni spigolo sono mostrate nella Fig. 8. Una volta assemblati i fianchi e rinforzato il tutto con gli angolari interni grandi, bisogna applicare alle coperture inferiore e superiore i relativi angolari di

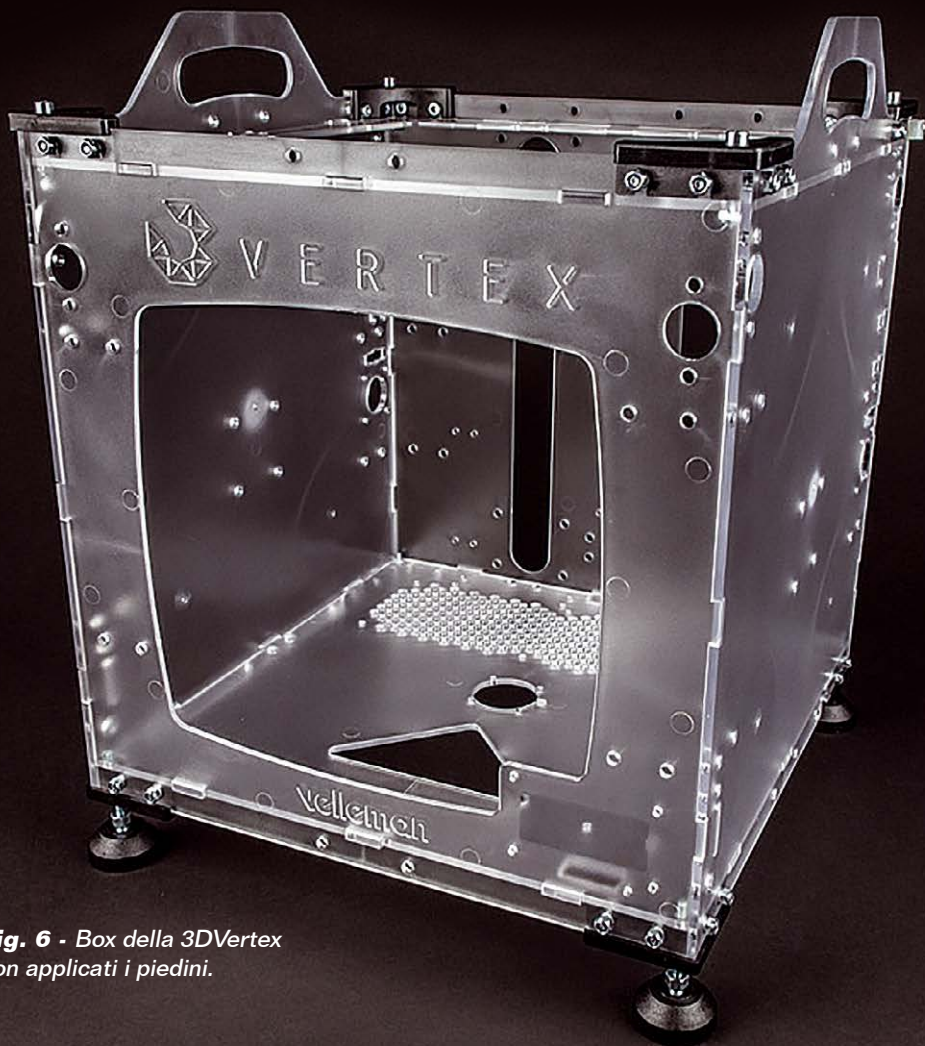


Fig. 6 - Box della 3DVertex con applicati i piedini.

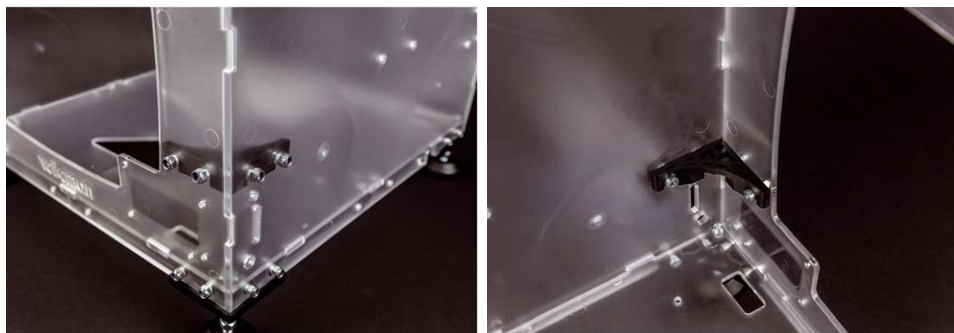


Fig. 7

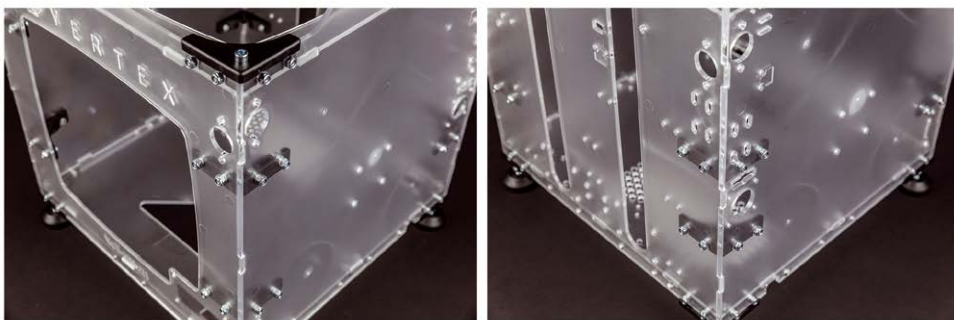


Fig. 8 - Gli angolari interni grandi vanno posizionati diversamente dagli spigoli posteriori a quelli anteriori.

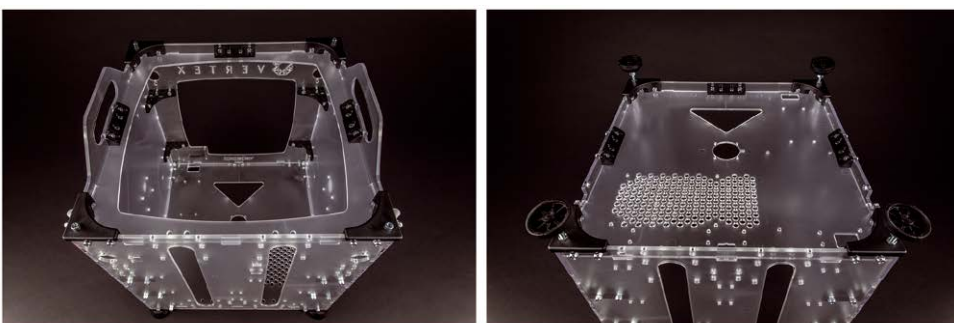


Fig. 9 - Gli angolari interni piccoli sono 3 per ogni pannello orizzontale e vanno posizionati come indicato.

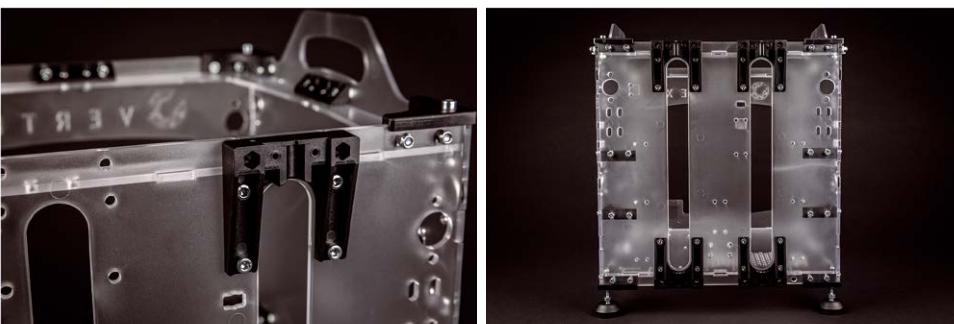


Fig. 10 - Montaggio del sostegno superiore del tondino-guida per il braccio porta-piatto di stampa.

rinforzo, che sono quelli interni piccoli; i punti dove vanno applicati sono illustrati nella Fig. 9. Questi particolari meccanici sono indispensabili per assicurare alla

struttura la richiesta stabilità, dato che altrimenti nelle zone intermedie le fiancate tenderebbero ad aprirsi; posizionati dove si trovano, lo impediscono.

Dopo aver applicato gli angolari piccoli, bisogna girare la struttura e applicare alla parete posteriore i supporti in plastica visibili in Fig. 10 che sosterranno i tondini in acciaio rettificato su cui scorrerà il complesso di azionamento e sostegno del piatto di stampa; i tondini sono due ed ognuno viene fissato mediante gli appositi sostegni, che sono uno superiore ed uno inferiore e che si applicano in corrispondenza delle cave visibili nella solita Fig. 10.

I supporti in realtà sono solo la parte di base, perché poi una volta inseriti i tondini, vanno chiusi con le altre metà; lo vedremo quando affronteremo il montaggio del piatto, perché i tondini potranno essere fissati solo dopo avervi fatto scorrere i sostegni del piatto di stampa. Dietro ciascun supporto dei tondini bisogna applicare un angolare interno piccolo, che stringerete con gli stessi bulloni; questa soluzione consente di stabilizzare ulteriormente la scocca della stampante e di rinforzare la meccanica

Fig. 11 - Ogni supporto per i tondini guida del piatto di stampa va fissato posteriormente con degli angolari interni piccoli che vanno in battuta sulla parete posteriore.

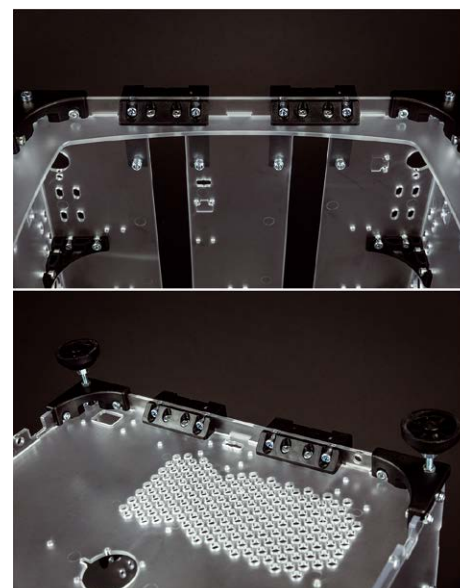




Fig. 12 - Per realizzare il supporto girevole per la bobina si monta sulla base filettata una coppia di cuscinetti separata da dadi autobloccanti.



Fig. 14 - Sostegno girevole completato.



Fig. 15 - Montaggio del pannello di controllo della stampante.

di scorrimento del piatto di stampa, fornendo alle viti dei supporti una zona di presa più estesa e scongiurando il rischio che le sedi nei pannelli possano dilatarsi o rompersi per lo sforzo. Passiamo adesso al montaggio dei supporti girevoli che sostengono le bobine di filamento: ne monterete uno se state realizzando una 3DVertex a singolo estrusore, ovvero due se volete una macchina a due estrusori; nel primo caso, il sostegno da montare è quello a destra (guardando la stampante frontalmente). La prima cosa da

fare è prendere la base in plastica (provvista di quattro fori) con vite mostrata in Fig. 12 e applicarle il primo dei cuscinetti previsti, da portare in fondo e fermare serrando il dado autobloccante corrispondente; fatto ciò, a 14,25 mm di distanza si stringe un secondo dado autobloccante e in battuta gli si applica un cuscinetto uguale al precedente, andando poi a stringerlo per bloccare il cuscinetto stesso (Fig. 13). Fatto ciò, si applica la prima metà del supporto girevole e su di essa si pone l'altra metà, chiudendo il



Fig. 13
Applicazione
del secondo
cuscinetto e
di metà del
supporto
girevole.

tutto mediante quattro bulloncini provvisti di dado. Fatto questo, il supporto girevole è pronto e può essere applicato al fianco della stampante (Fig. 14). Per montare l'altro sostegno (laddove sia necessario), ripetete la procedura appena descritta. Bene, il passaggio successivo è montare il pannello di controllo della stampante, che comprende il display LCD, il lettore di SD-Card, l'encoder rotativo; questa unità si applica all'interno della parete frontale, in corrispondenza dell'apposita finestrella, mediante bulloncini provvisti degli appositi distanziali in plastica (Fig. 15). Le viti devono entrare nei fori corrispondenti dei circuiti stampati (quello del display e quello di base del pannello) che devono essere assemblati a sandwich distanziandoli con gli appositi distanziali; dopo aver fissato l'insieme con gli appositi dadi, ed aver inserito il connettore del flat-cable di collegamento alla scheda controller nello stampato base (quello più indietro) fate passare il cavo stesso nell'apposita finestra sul fondo del contenitore della stampante, fascettandolo per farlo rimanere

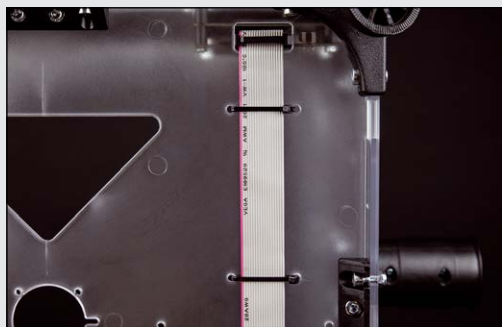


Fig. 16 - Il flat-cable che collega il pannello frontale alla scheda controller.



Fig. 18 - Finecorsa degli assi X e Y.

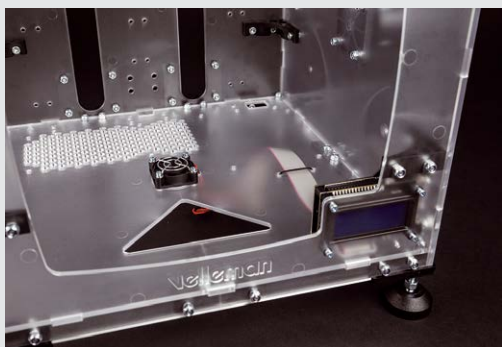


Fig. 19 - Ventola del contenitore.

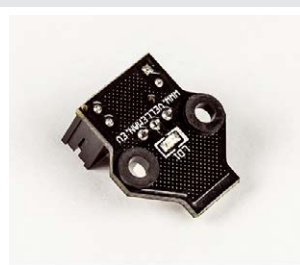


Fig. 17 - Finecorsa con applicati gli isolatori delle viti e montaggio del finecorsa Z.



aderente (Fig. 16). Sistemato anche questo, bisogna montare i finecorsa ottici (tre in tutto) ognuno dei quali è un piccolo circuito stampato con montato a bordo un fotoaccoppiatore aperto nella cui cavità deve passare l'apposita protrusione del meccanismo corrispondente. Ciascun finecorsa si fissa alla relativa parete della stampante dopo avergli applicato le rondelle isolatrici in plastica che servono ad evitare il contatto dei fori del c.s. con le viti metalliche di montaggio. I finecorsa sono uno per l'asse Z (si monta sulla parete posteriore, all'esterno, come in Fig. 17), uno per l'asse X e uno per quello Y. I finecorsa degli assi X e Y prendono posto nelle pareti interne e vanno orientati come mostrato nella Fig. 18. Ciascun finecorsa va poi collegato mediante l'apposi-

to cavetto in dotazione al kit, al rispettivo connettore della scheda controller. Per tutti i finecorsa, la posizione esatta è stabilita dai fori appositamente previsti nelle pareti. Dopo i finecorsa, si può passare al montaggio della ventola del contenitore, che prende posto sul fondo, come mostrato nella Fig. 19. I suoi due fili devono essere fatti passare sul fondo attraverso l'apposito foro previsto nel pannello, in modo che possano poi arrivare alla scheda controller, la quale prenderà posto sul fondo della stampante. Si passa quindi ai motori passo-passo per gli assi X e Y, ai cui alberi bisogna per prima cosa applicare una puleggia dentata fissandola con l'apposito grano e una chiave a brugola; fatto questo, si montano i sostegni a squadra in plastica nera (che serviranno ad agganciare i motori al telaio della stampante), mediante gli appositi bulloni.

Il primo motore così equipaggiato si fissa all'interno della stampante, sulla parete di sinistra; il secondo, sempre all'interno e sulla parete di destra. La posizione esatta degli stepper-motor per gli assi X e Y è quella illustrata nella Fig. 21. Quanto al motore passo-passo dell'asse Z, richiede lo stesso sostegno a squadra degli altri due, ma non la puleggia dentata: infatti sul suo albero bisognerà montare un raccordo per la vite senza fine; la sua posizione è quella mostrata



Fig. 20 - Preparazione degli stepper-motor.



Fig. 21 - Posizionamento degli stepper-motor degli assi X e Y.



Fig. 22 - Montaggio del motore passo-passo dell'asse Z.

nella Fig. 22. Si può quindi passare a montare i motori stepper degli alimentatori degli estrusori, che prendono posizione di lato, all'interno della macchina e in prossimità degli spigoli posteriori; se montate la stampante nella versio-



ne a doppio estrusore, ripetete la procedura per ciascuno dei motori. La prima operazione da compiere è fissare con l'apposito grano e l'aiuto di una chiave a brugola, mantenendola a una distanza di 19,5 mm dal corpo dello stepper, la ruota a gola dentata in dotazione; la distanza si intende dalla sommità della ruota.

Poi introducete il motore nell'apposito foro previsto nella parete laterale della stampante (se state montando la versione monoestrusore della 3DVertex, inserite il solo stepper-motor dal lato dove avete posizionato il supporto girevole per la bobina) il motore, in modo che la flangia vi penetri, e applicate dall'esterno la flangia in plastica di fissaggio, che avviterete sul corpo del motore tramite l'apposito bulloncino a brugola (Fig. 23).

La flangia in plastica è in realtà metà del guscio che racchiude la ruota dentata e che fa scorrere il filamento: riporta inferiormente la guida d'entrata del filamento stesso e superiormente una sede per un dado nel quale, una volta chiuso applicando la seconda metà del guscio (questa si fissa con i bulloni a brugola che, entrando nei fori agli angoli, fanno presa sul motore) si avvita la guida d'uscita. Quest'ultima è un particolare metallico internamente cavo, esternamente col corpo esagonale, filettato in basso e rivestito da un riporto in plastica rossa nella parte opposta (Fig. 24).

Per completare il meccanismo di alimentazione occorre applicare all'insieme visibile in Fig. 24 la rotella molleggiata che preme il filamento contro la ruota a cava dentata: si parte inserendo la molla nel lato destro del guscio, facendo calzare l'apposita spina,

Fig. 23 - Montaggio dello stepper-motor di alimentazione del filamento.

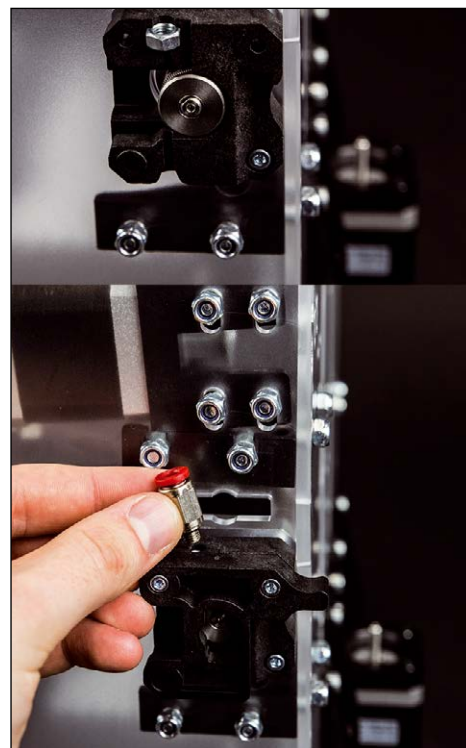


Fig. 24 - Completamento del guscio guida del filamento.

quindi si fissa con il bullone la leva sulla quale preventivamente avrete montato il cuscinetto (Fig. 25). Ora montate la scheda controller sul fondo della stampante (dal lato esterno) e cablatela collegandole tutti i cavetti, che posizionerete come mostrato nella Fig. 26. I rispettivi cavi devono poi essere fatti passare come mostrato nella Fig. 27, alcuni all'esterno ed altri all'interno del contenitore, e devono essere fascettati per evitare che ondegghino; ciò è fondamentale per quelli che scorrono all'interno del contenitore, dato che altrimenti resterebbero impigliati negli azionamenti del piatto di stampa e della testa.

Adesso bisogna montare l'alimentatore AC/DC sul fondo del contenitore, dal lato esterno, in corrispondenza dell'area traforata; il cablaggio deve risultare come mostrato nella Fig. 28.

Fatto questo, occorre assemblare la testa di stampa, che è la parte più complessa della macchina; ogni passaggio va eseguito come

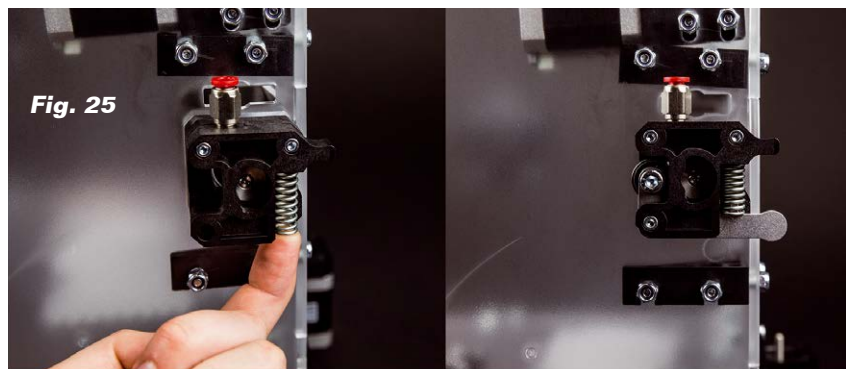
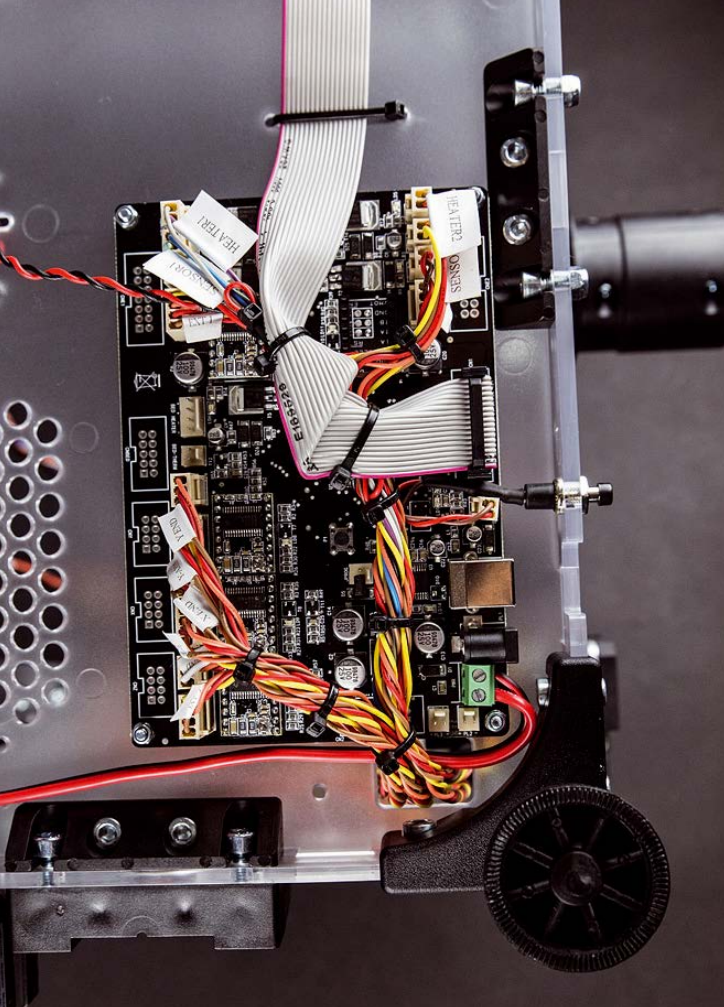


Fig. 25

Fig. 26
Collocazione
della scheda
controller.



Fig. 27
Passaggio
dei cavi

indicato nelle istruzioni fornite a corredo, prestando attenzione in particolare all'estrusore: questo si mette insieme inserendo la cartuccia riscaldante e il termistore nel corpo riscaldatore (stringendoli con gli appositi grani) e montando poi nel foro rimasto, di quest'ultimo, l'ugello preventivamente assemblato (Fig. 29) e provvisto

di colonnine esagonali. A parte, si assembla poi la staffa in metallo che permetterà di fissare questo insieme alla scheda capocorda e che sosterrà l'insieme; questa staffa è in alluminio e le va applicata una seconda staffa a sbalzo in acciaio, fissata con viti (servirà a supportare la ventola piccola). Sulla sua sommità si applica la ventola che,

tramite la cavità interna, ventilerà il pezzo in stampa. Alla staffa si applica anche il corpo in plastica che scorrerà sui tondini di acciaio durante la stampa. La testa completa risulta come in Fig. 30. Assemblata la testa, la si monta sui tondini guida che dovrete infilare dai lati e farli entrare nelle boccole in ottone del corpo

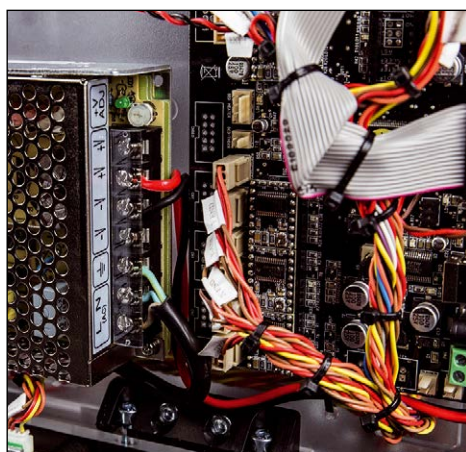


Fig. 28 - Posizionamento e cablaggio dell'alimentatore AC/DC.



Fig. 29 - Assemblaggio dell'estrusore



Fig. 30 - Assemblaggio della testa di stampa a singolo estrusore.



Fig. 31 - I tondini guida vanno introdotti nei fori del supporto della testa e fatti entrare nei cuscinetti delle pareti.



Fig. 32 - Assemblaggio dei tondini guida della testa.

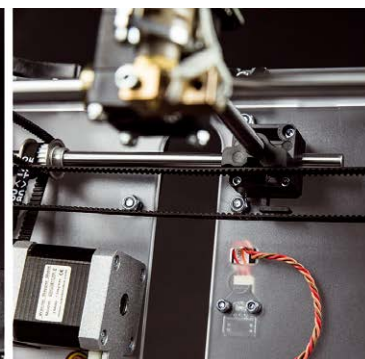
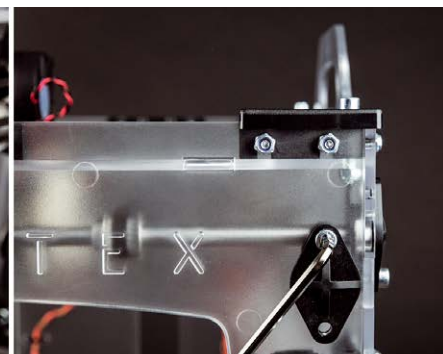
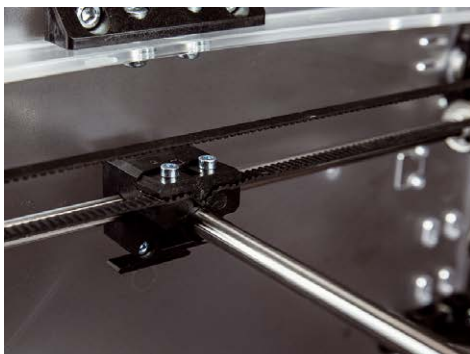


Fig. 33 - Registrazione delle cinghie e chiusura degli alberi d'azionamento della testa.



di sostegno della testa di stampa, opportunamente oliati. Il sistema di movimentazione della testa si basa su due tondini ortogonali trascinati dalle cinghie mediante degli agganci posti alle estremità: questo permette di trascinare la testa simultaneamente in due direzioni, contenendo le dimensioni dell'insieme e garantendo

un sostegno meccanico di buona qualità. Dunque, infilati i tondini, alle loro estremità si applicano gli agganci (Fig. 31).

A questo punto bisogna montare i quattro alberi che azioneranno le cinghie con le quali a loro volta vengono messi in movimento i tondini che comandano il movimento della testa; notate che gli

stessi alberi costituiscono anche il sostegno per le parti in plastica che fanno da agganci delle cinghie ed è per questo che devono introdursi nelle apposite boccole in ottone.

La prima cosa da fare è quindi farli scorrere nei fori nelle fiancate nei quali devono prendere posto gli appositi cuscinetti. Fatti entrare i

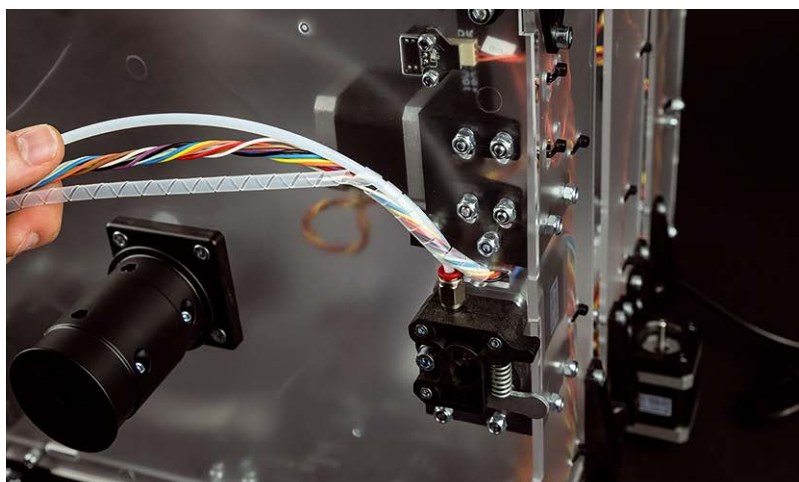


Fig. 34 - Montaggio del tubo guida del filamento.



Fig. 35 - Assemblaggio del braccio triangolare e dei sostegni dei cuscinetti lineari.



Fig. 36

tondini, bisogna applicare le pulegge dentate, quindi applicare le cinghie in arrivo dai motori, farli entrare nelle boccole degli agganci dei tondini della testa di stampa, quindi farli arrivare dalla parte opposta inserendoli nei cuscinetti delle pareti opposte (Fig. 32). Una volta fatte passare le cinghie attorno alle pulegge dei motori e dei tondini, le si può stringere (con

le viti) dalla parte inferiore negli agganci in plastica dei tondini di azionamento delle teste; la tensione delle viti sugli appositi tenditori consente di registrare la tensione delle cinghie. Fatto anche questo, si devono avvitare i coperchi in plastica che servono a impedire la fuoriuscita degli alberi di azionamento quando la macchina sarà in funzione

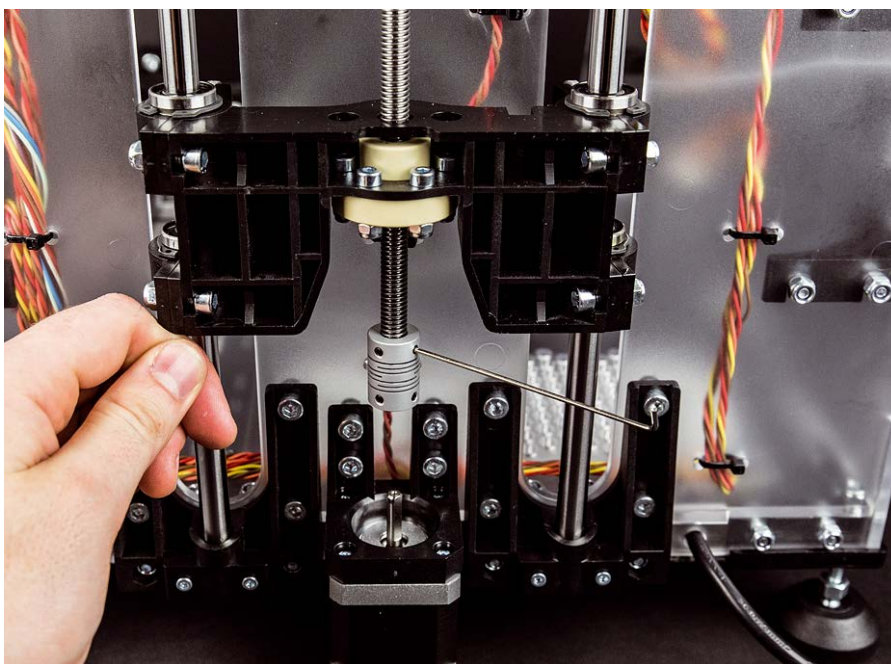


Fig. 37 - Applicazione della vite senza fine.

(Fig. 33). Nello stringere le pulegge dentate, state attenti al parallelismo delle stesse pulegge e al crimpaggio delle cinghie, altrimenti la meccanica "punta".

Badate inoltre di non stringere troppo le viti a brugola di chiusura dei coperchi dei cuscinetti degli alberi di azionamento della testa, altrimenti essi faranno fatica a ruotare.

Adesso siamo quasi al termine del montaggio: prendete la guaina spiralata e il tubo guida dell'ultimo, quindi introducete quest'ultimo nella guida all'uscita dell'alimentatore; fatelo scorrere insieme ai cavi nella guaina spiralata, la quale andrà fatta passare (e fissata) nel collare in plastica avvitato insieme all'angolare esterno superiore e poi fissata alla testa di stampa dal lato del rispettivo estrusore. Il fissaggio si ottiene con il connettore del cavetto.

Estraete il tubo guida dalla guaina, se occorre portatelo a misura con un taglierino, quindi infilatelo nella guida dell'estrusore (Fig. 34). Bene, è giunto il momento di montare l'ultimo blocco: il piatto di stampa; si parte assemblando il braccio triangolare, che dovrà apparire come in Fig. 35; poi, nei sostegni in plastica già montati sulla parete posteriore della 3DVertex si fissano (con gli appositi collari) i tondini in acciaio che fanno da guida al piatto, dopo aver infilato in ciascuno due cuscinetti lineari. A ciascun cuscinetto va applicato un collare in plastica (ognuno ha due fori dai lati opposti per ospitare altrettante viti) che poi deve essere avvitato dal lato interno a una delle "ali" della parte posteriore del braccio triangolare, come mostrato in Fig. 36. Dal lato esterno, i collari si avvitano al sostegno con filettatura che ingranerà nella vite senza fine e trasmetterà il movimento al braccio.

Ora si può montare, tramite l'ap-

posito raccordo, la vite senza fine, oliandola e facendola passare nel filetto (Fig. 37).

Resta solo da montare il piatto, che va assemblato come indicato nelle istruzioni applicandogli alla base le viti di regolazione con rotelle dentate; queste viti sono tre ed entrano due alle estremità del braccio triangolare ed una al vertice. Posizionato e livellato il piatto, applicate il rivestimento in vetro e quello in BuildTak: la stampante è terminata.

UTILIZZO DELLA 3DVERTEX

Verificato che tutto sia a posto, che la testa possa scorrere liberamente (il piatto non si muove a mano, ma per vedere se scorre ruotate manualmente il raccordo della vite senza fine accessibile dal retro) collegate il cordone di alimentazione all'ingresso AC dell'alimentatore da rete e, accertato che i collegamenti siano in ordine (attenzione perché state lavorando a 220 volt!) si può dare tensione.

La macchina deve far accendere il pannello LCD e fornire le indicazioni sulla versione e quanto previsto dal firmware. A questo punto si può collegare la presa

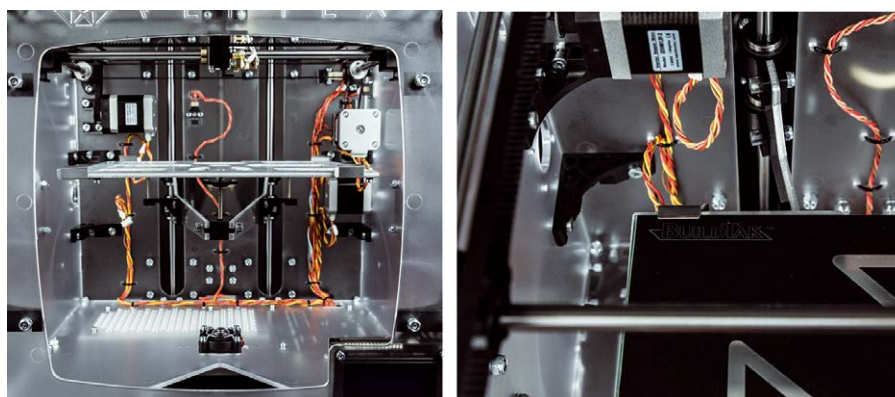


Fig. 38 - Assemblaggio del piatto.

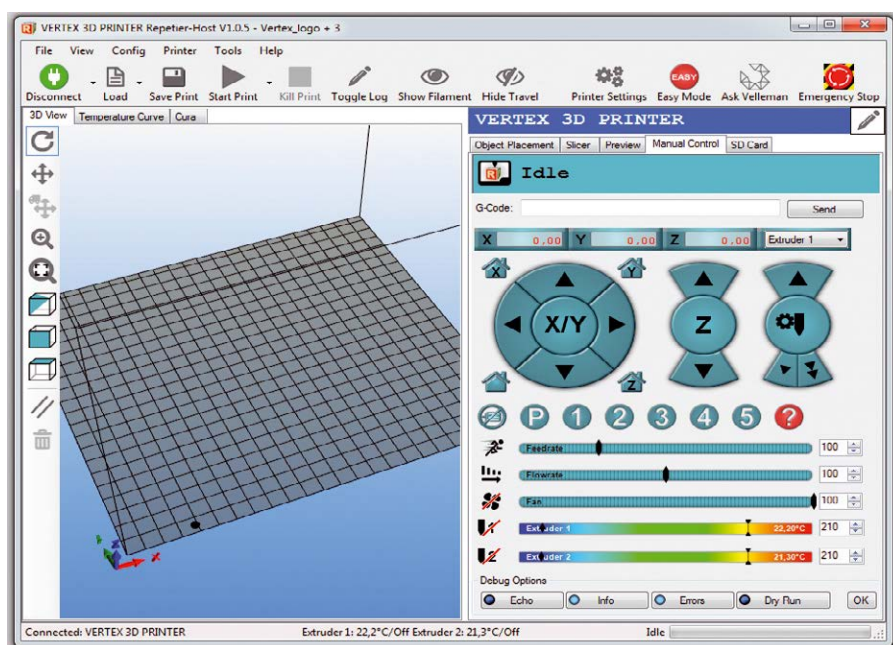
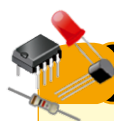


Fig. 39 - L'interfaccia utente di Repetier Host personalizzato per 3DVertex.



per il MATERIALE

La stampante 3DVERTEX (cod. K8400) è disponibile al prezzo di 699,00 Euro. La stampante 3DVERTEX con il secondo estrusore (cod. K8400DE) costa 799,00 Euro. Il secondo estrusore (cod. K8402) acquistato separatamente è disponibile al prezzo di 120,00 Euro. La scheda controller (cod. 3DCONT-DVR-DUAL) costa 139,00 Euro. Tutti i prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)

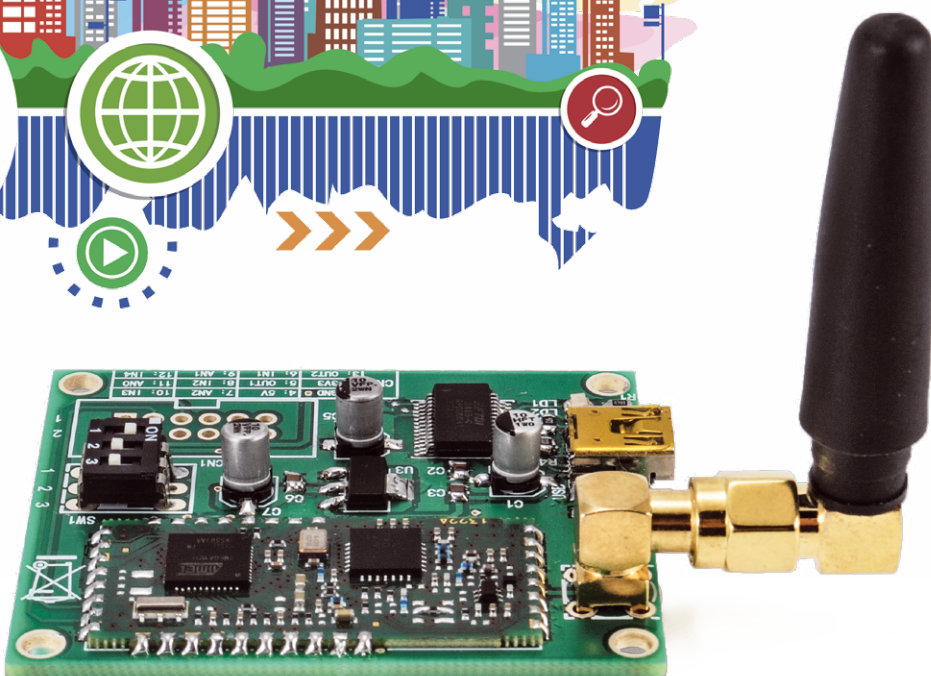
Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287
<http://www.futurashop.it>

USB della scheda controller a quella del Personal Computer sul quale farete girare il software client di stampa. A tale proposito ricordiamo che conviene usare Repetier Host 1.06 fornito da Velleman (scaricabile da www.velleman.eu/support/downloads/?code=K8400) che è già impostato con i parametri della 3DVertex. Se utilizzate una versione standard, dato che gli spostamenti della testa di stampa sono tutti negativi (la testa di stampa a riposo è in posizione -200, -200 invece che 0, 0) bisogna ridefinire l'escursione. Inoltre è comodo utilizzare la versione proposta da Velleman perché in

essa è già presente il profilo di stampa della 3DVertex. Se invece non si usasse questa versione del software, bisognerebbe fare prove su prove per capire qual è la configurazione ottimale, visto che Velleman non fornisce indicazioni sulla configurazione di Repetier. Come per la 3Drag, anche per questa stampante è prevista una procedura di calibrazione dell'asse Z, che serve a fare in modo che l'ugello dell'estrusore si muova a filo del piatto di stampa fin dal primo strato (che altrimenti colerebbe dall'alto determinando una base del pezzo deformata e instabile) ma senza toccare il piatto stesso. ■



Aurel ha introdotto il modulo XTR-8LR100 per comunicazioni Long Range; eccovi una demoboard da connettere al PC via USB per imparare a utilizzarlo.



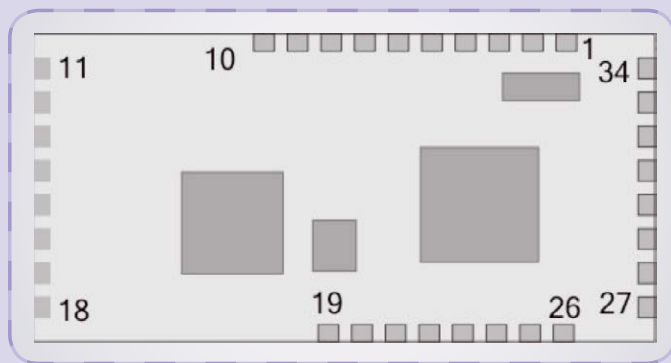
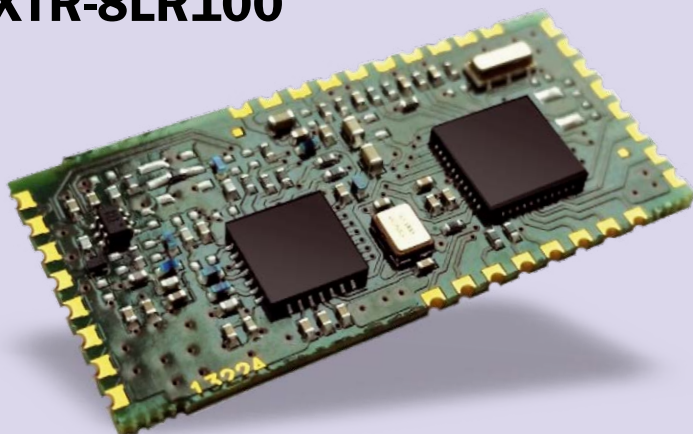
LoRa SSM DEMOBOARD

di BORIS LANDONI

La tecnologia di comunicazione LoRa (Long Range) è una delle principali soluzioni messe in campo per la realizzazione di reti dati wireless e per l'attuazione dell'IoT, in virtù del fatto che consente, mantenendo basse le potenze dei trasmettitori radio e perciò i consumi di elettricità, di coprire distanze relativamente grandi quali quelle richieste dalla connessione di dispositivi mobili ed elettronica indossabile a hot-spot che li affaccino poi sul web. Di questo abbiamo parlato in un articolo nel fascicolo n° 191, introducendo la tecnologia LoRa della Semtech e promettendo di presentare a breve delle applicazioni pratiche con moduli del genere.

Utilizzando i chip della Semtech, l'italiana Aurel, da sempre impegnata nello sviluppo di soluzioni wireless, ha messo da poco a catalogo dei moduli creati per implementare comunicazioni dati via radio con le tecnologie LoRa. Con essi abbiamo realizzato una scheda demo, collegabile ad un Personal Computer tramite la porta USB, che permette di saggiare - nello specifico - le qualità e funzionalità del modulo ricetrasmittente XTR-8LR100; realizzando due schede demo e collegandone ognuna ad un proprio PC, è possibile implementare collegamenti a distanza per testare varie applicazioni prima di arrivare a produrre i relativi circuiti stand-alone.

Il modulo Aurel XTR-8LR100



La demoboard qui proposta nasce per testare applicazioni basate sul ricetrasmittitore dati XTR-8LR100, nel quale è implementata la tecnologia Long Range attraverso l'integrato SX1276 Semtech. Tra le caratteristiche del modulo, che opera in banda ISM tra 868 e 869 MHz, troviamo:

- modalità di trasmissione diretta o radiomodem;
- gestione store and forward di segnali RS-232;
- nessuna codifica o preambolo richiesti per i dati trasmessi;
- programmazione dei registri interni tramite comandi AT;
- HyperTerminal compatibile;
- fino a 7 canali RF disponibili;
- UART impostabile a 9.600, 19.200, 115.200 bps;
- potenza massima in trasmissione di 100 mW;
- sensibilità in ricezione da -118 a -144 dBm;
- tensione di alimentazione di 3,3V;
- copertura media in assenza di ostacoli: 6.000 m;
- temperatura di funzionamento tra -20 e +70 °C;
- tensione in ingresso compresa tra -1V e Vcc +0,3V;
- tensione in uscita compresa tra -1 V e Vcc +0,3V;
- dimensioni di 37x18x2 mm.

Tra le applicazioni di questo modulo, sistemi per agricoltura e controllo irrigazione, monitor di stato e sicurezza per installazioni fotovoltaiche, controlli industriali, SCADA, teleallarme, monitoraggio di strumentazione e in generale dispositivi IoT.

Prima di vedere l'hardware impiegato, spendiamo qualche paragrafo per spiegare in cosa consiste e come si implementa la tecnologia di comunicazione a lungo raggio; iniziamo dicendo che a parità di potenza trasmessa, il sistema che permette di coprire distanze maggiori è quello che dispone del ricevitore più sensibile. La sensibilità di un ricevitore dipende da molti fattori, tra i quali il rumore elettrico e termico intrinseco dei componenti impiegati nel front-end (lo stadio d'antenna) e nell'eventuale miscelatore, ma anche la capacità di distinguere il segnale ricevuto dal rumore elettrico di fondo dovuto all'ambiente in cui si propagano le onde radio. Il rumore intrinseco dello stadio ricevente può essere abbassato (fino a un certo punto) giocando su particolari tecnologie costruttive dei

transistor usati nello stadio d'antenna e nell'eventuale mixer, beneficiando così di un incremento del rapporto segnale/rumore: infatti, ammettendo di mantenere distanza e potenza del trasmettitore, il segnale arriva con un'ampiezza costante, ma riducendo il rumore si eleva il rapporto S/N. Risolto il problema del rumore introdotto dal ricevitore, bisogna fare i conti con quello dell'etere, perché quando il segnale ricevuto è debole diventa comparabile con esso e, ammettendo di non sommare (anche se in teoria non è possibile) rumore nel ricevitore, all'uscita del demodulatore ci si trova un segnale poco comprensibile. Qui entra in gioco un algoritmo capace di separare il rumore dal debole segnale, giocando su varie soluzioni, tuttavia le due principali tecnologie adottate sono la Spread Spectrum

(utilizzata nei dispositivi LoRa di Semtech e nel LoRa Aurel) e quella Ultra Narrow Band (UNB) utilizzata da SigFox. Nel caso dell'UNB, il principale problema da risolvere risiede nella stabilità di frequenza dell'apparato, mentre lo svantaggio è la banda passante particolarmente bassa (nel caso della tecnologia SigFox i dati vengono trasmessi a 100 bit/secondo). Tuttavia, nel caso di applicazioni IoT, i messaggi sono molto brevi per cui, anche con questa velocità, possono essere inviati in un paio di secondi. L'altro grande vantaggio risiede nella possibilità di gestire da parte di un singolo ricevitore un numero incredibilmente alto di trasmettitori.

La tecnologia LoRa consiste invece nell'implementare, in trasmissione, una modulazione a spettro distribuito, molto più

N° Pin	Nome	Descrizione
1	GND	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione.
2	GND	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione.
3	GND	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione.
4	AN0	Ingresso analogico (modalità ADC ciclica)
5	AN1	Ingresso analogico (modalità ADC ciclica)
6	AN2	Ingresso analogico (modalità ADC ciclica)
7	GND	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione.
8	RESERVED	Non connettere
9	RESERVED	Non connettere
10	+Vcc	Connettere a sorgente di alimentazione stabile 3,3V-500mA. Collegare un condensatore 10-100uF in prossimità del pin e GND.
11	GND RF	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
12	GND RF	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
13	GND RF	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
14	ANTENNA	Connessione d'antenna, impedenza 50 ohm
15	GND RF	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
16	GND RF	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
17	GND RF	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
18	GND RF	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
19	RTS	Request to send. Uscita alta quando buffer UART saturo o in fase di riempimento svuotamento da FIFO radio. Basso quando pronto a ricevere dati da ingresso UART.
20	CTS	Clear to send. Ingresso digitale, quando alto inibisce la trasmissione dati sulla linea TX_UART
21	RX_UART	Ingresso dati seriali in logica TTL RS-232 con 1 start bit (0V), 8 data bit e 1 stop bit (3V). La linea deve essere pilotata a livello logico alto (3V)
22	TX_UART	Uscita dati seriali in logica TTL RS-232 con 1 start bit (0V), 8 data bit e 1 stop bit (3V). La linea esce con livello logico alto (3V)
23	IN4	Ingresso digitale, non implementato. Disponibile per sviluppi futuri.
24	IN3	Ingresso digitale, non implementato. Disponibile per sviluppi futuri.
25	IN2	Ingresso digitale, non implementato. Disponibile per sviluppi futuri.
26	IN1	Ingresso digitale, non implementato. Disponibile per sviluppi futuri.
27	GND	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
28	SET_C	Impostazione modalità di funzionamento.
29	SET_B	Impostazione modalità di funzionamento.
30	SET_A	Impostazione modalità di funzionamento.
31	GND	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione
32	OUT2	Uscita digitale. Alto quando trasmette o riceve "PONG" nella modalità TEST
33	OUT1	Uscita digitale. Alto quando trasmette o riceve "PING" nella modalità TEST
34	GND	Connessione al piano di massa o pin negativo di alimentazione

ampio di quello della tipica interferenza del rumore; in tal modo il segnale può essere facilmente ricostruito. È così che lavora il modulo Aurel.

IL MODULO LONG RANGE

Detto ciò, andiamo a dare uno sguardo al cuore del nostro progetto, che è il modulo ricetrasmittente reso disponibile dall'Aurel. L'XTR-8LR100 è un ricetrasmittente half-duplex per comunicazioni a lunga distanza che implementa una tecnica di modulazione brevettata "LoRa SSM", in grado di garantire caratteristiche di elevata immunità alle interferenze, ridotti consumi energetici ed elevata sensibilità. Rispetto alle tecniche classiche di modulazione, l'XTR-8LR100 migliora la sensibilità del ricevitore fino a 20 dB, garantendo elevate distanze con potenze in

trasmissione e consumi ridotti, semplicità del circuito di alimentazione e possibilità di utilizzare batterie commerciali di bassa capacità e ridotte dimensioni. Operante nella banda europea 869,4÷869,65MHz (100 mW, ver. 8LR100) e, in una futura versione, di 868÷868,6MHz (potenza in trasmissione di 25mW), prevede canalizzazioni scalabili in funzione della larghezza di banda.

Tabella 1

Bandwidth 125KHz		
Spreading Factor	Sensibilità (dBm)	Tempo di volo (ms)
6	-118	20
7	-123	41
8	-126	82
9	-129	144
10	-131	287
11	-134	495
12	-137	990

Il modulo Aurel XTR-8LR100 è un radiomodem con interfaccia utente UART utilizzata per il trasferimento dei dati (il protocollo prevede una lunghezza massima di 255 byte), l'indirizzamento dei pacchetti per comunicazioni punto/multipunto e per la funzionalità di Command Mode che consente le impostazioni dei principali parametri radio, offrendo all'utente la flessibilità che occorre a rispondere a molteplici applicazioni sul campo.

Il modulo si alimenta ad appena 3,3V e presenta un assorbimento di 17 mA in ricezione, e 115 mA in trasmissione a 20 dBm di potenza RF: è quindi adatto ad applicazioni mobile alimentate a batterie. Per impieghi dove il consumo sia il fattore primario, Aurel rende disponibile una versione con potenza in trasmissione ridotta a 15 dBm, il cui assorbimento in trasmissione scende ad appena 35 mA.

Il modulo RTX è in SMD a 34 contatti dorati laterali, delle dimensioni di 37x18x2,2 mm.

LA MODULAZIONE SSM

Vediamo adesso come funziona la modulazione adottata dall'Aurel per l'XTR-8LR100. Il modulatore e demodulatore RF utilizza la tecnica radio spread spectrum da 128 a 4.096 Chip/Symbol, impostabile in funzione della sensibilità RF e del tempo di volo

Tabella 2

Bandwidth 62,5KHz		
Spreading Factor	Sensibilità (dBm)	Tempo di volo (ms)
6	-121	41
7	-126	82
8	-129	164
9	-132	288
10	-135	577
11	-137	990
12	-140	1980

Tabella 3

Bandwidth 20,8KHz		
Spreading Factor	Sensibilità (dBm)	Tempo di volo (ms)
6	-127	124
7	-130	246
8	-134	492
9	-137	862
10	-140	1730
11	-142	2960
12	-145	5940

radio desiderati. Il tempo di volo è quello per cui viene occupata la banda RF trasmettendo un pacchetto formato da 8 byte di preambolo + 8 byte di payload + CRC (byte di start, dati utili e controllo di errore). Il miglioramento del parametro di sensibilità è sorprendente se paragonato alle tecniche di demodulazione FSK: +7,5 dB per Chip/symbol 128 e +20 dB adottando la Chip/symbol 4.096. Anche l'immunità alle interferenze, l'immunità ai canali adiacenti e il blocking sono migliori di quelli ottenibili con un demodulatore FSK.

La **Tabella 1** mostra la correlazione tra i parametri del modulatore e la sensibilità e il tempo di volo desiderati e vale per una larghezza di banda di 125 kHz; la **Tabella 2** è lo stesso ma per una larghezza di banda dimezzata (62,5 kHz) e la **Tabella 3** vale per una larghezza di banda di 20,8 kHz. Dalle tabelle si desumono sensibilità crescenti all'aumentare del valore di SF, e data-rate

decrescenti all'aumentare dello SF e al diminuire della larghezza di banda (Bandwidth).

La scelta dei parametri deve essere operata determinando innanzitutto la larghezza di banda: se sono richiesti più canali radio è obbligatorio scegliere 20,8 kHz, altrimenti si può optare per 62,5 o 125 kHz. In tal caso la scelta di SF di 8-10 è il miglior compromesso tra sensibilità RF e tempo di volo.

Molto spesso nelle applicazioni di radiocontrollo sono richiesti non più di 8-10 byte di payload, con tempi di risposta entro gli 0,5 secondi per completare una comunicazione comprensiva di risposta ACK.

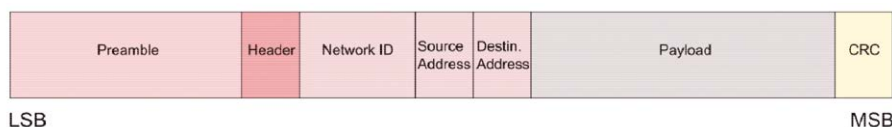
Nel progettare l'applicazione va ricordato che siccome l'XTR-

8LR100 opera nella banda di frequenza armonizzata, al fine di ottemperare alla normativa vigente deve essere utilizzato sulla scala temporale con massimo duty-cycle orario del 10% (equivalente a 6 minuti di utilizzo su 60).

STRUTTURA DEL PACCHETTO RADIO

Il radio-modem XTR-8LR100 opera con modalità ricetrasmittente a pacchetto ed indirizzamento dei pacchetti per comunicazioni punto/multipunto. La massima lunghezza ammessa del pacchetto è 255 byte, dei quali 247 per il payload e altri 8 per gli indirizzi. Il pacchetto è composto come mostrato in **Fig. 1**, ovvero da:

- preambolo; formato da 8 byte di durata variabile in funzione del data-rate, utilizzato per sincronizzare il ricevitore;
- header; contiene informazioni relative alla lunghezza del payload, Code Rate, e presenza della CRC di 16 bit del payload;
- Network_ID; ogni modulo ha un indirizzo di rete ID composto da 4 byte, modificabile mediante un comando AT (presente solo nella modalità rete S10=1);
- Source Address; indirizzo del nodo o del modulo dal quale parte il pacchetto (mittente), composto da 2 byte per un totale di 65536 nodi per ciascuna rete, anch'esso modificabile con comando AT (presente solo nella modalità rete S10=1);
- Destination Address; composto da 2 byte, indica il nodo del destinatario al quale inviare il

**Fig. 1 - Struttura del pacchetto radio in modalità NORMAL con indirizzamento.**

messaggio (payload); diversamente dagli altri parametri esso non è impostabile dai comandi AT ma deve essere inoltrato sulla porta seriale, prima del payload; l'indirizzo 0xFF (predefinito) indica come destinatario Broadcast, ovvero tutti i nodi in ascolto col medesimo NetworkID, riceveranno il messaggio (presente solo nella modalità rete S10=1);

- Payload; è lungo da 1 a 247 byte, composto dal messaggio inviato o ricevuto; in ricezione è inoltrato all'UART del modulo solo se il Network ID e il Destination Address corrispondono ai parametri precedentemente memorizzati nei registri S11 e S12, altrimenti viene scartato. Nella fase di trasmissione, i dati provenienti dalla UART sono inseriti nel campo payload del pacchetto radio trasmesso;
- Payload CRC: è lungo 2 byte.

Nelle normali operazioni di trasmissione e ricezione, è indispensabile dalla modalità command mode impostare i due indirizzi richiesti per la funzionalità di rete, quindi passare alla modalità NORMAL per eseguire le operazioni di trasmissione e ricezione dati. Per trasmettere un messaggio radio, l'utente deve inviare sull'UART il Destination Address prima del payload. Nel caso di ricezione di un messaggio radio, i dati inoltrati sul TX_UART saranno preceduti dai 2 Byte di Source Address. I dati trasmessi via radio al momento non sono codificati. Notare che nella modalità NORMAL no rete (registro S10=0), i campi NETWORK ID, SOURCE ID e DESTINATION ADDRESS non saranno presenti nel protocollo radio e saranno disponibili 255 byte di payload.

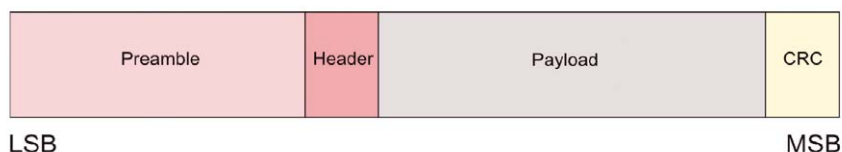


Fig. 2 - Struttura del pacchetto radio in modalità NORMAL no rete.

MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO

Le modalità di funzionamento del modulo XTR-8LR100 sono 7:

1. SLEEP
2. COMMAND MODE
3. NORMAL
4. TX CICLICO
5. RX CICLICO
6. TX ADC CICLICO
7. TEST MODE

Sleep

Quando gli ingressi SET_A, SET_B, SET_C sono aperti o connessi +V, il dispositivo entra automaticamente nella modalità a basso consumo con radio e microcontroller in modalità sleep. L'unica operazione consentita è l'invio del comando AT (+++++) sull'RX dell'UART, per entrare nella modalità Command Mode.

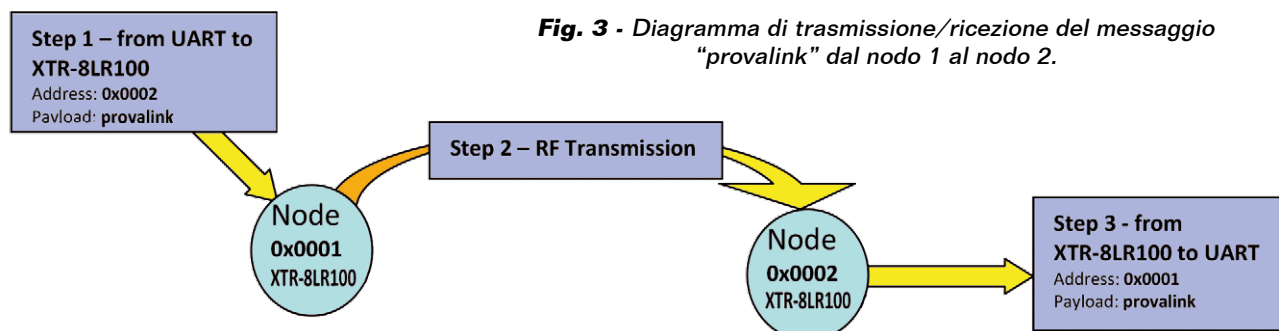
Command Mode

Lo stato di Command Mode consente all'utente di configurare i parametri di funzionamento del dispositivo. La programmazione è attuabile mediante comandi di tipo AT inviati sulla linea TX_UART (pin 22) alla velocità di 9.600bps; analogamente, le risposte del modulo saranno ricevute sulla linea RX_UART (pin 21). Per passare in Command Mode dalla modalità Sleep, occorre inviare sulla linea TX_UART una sequenza di 4 caratteri ASCII "+" consecutivi (++++). A tal fine si consiglia di interfacciare il modulo XTR-8LR100 a un PC mediante un convertitore USB/TTL, collegando i soli segnali RX e TX, lasciando scollegati RTS e CTS (non gestiti in Command

Mode). Per impartire i comandi da PC basta utilizzare un programma emulatore di terminale tipo RealTerm o altri similari, impostando i seguenti parametri: velocità di comunicazione 9.600, un bit di START, 8 bit di dati e un bit di STOP, nessuna parità. Il modulo nello stato di Command Mode non è abilitato alla ricezione e trasmissione RF. La comunicazione con la UART nella modalità Command Mode è consentita esclusivamente a 9.600 bps; eventuali modifiche al registro S8 eseguite precedentemente, non avranno alcun effetto sulla velocità di comunicazione in Command Mode. Dopo circa 1 minuto dall'ultimo comando inviato, automaticamente il modulo XTR-8LR100 si porterà nella modalità sleep; da Command Mode si può anche uscire manualmente: basta digitare ATCC (in risposta si otterrà OK, a conferma dell'uscita dallo stato di Command Mode).

Normal

Si entra nella modalità NORMAL collegando l'ingresso SET_A a GND e lasciando aperti o connessi a +V le linee SET_B e SET_C. La sezione radio e il micro sono accesi e il dispositivo è in grado di ricevere dati sia RF che dall'UART e inoltrarli di conseguenza. A livello RF, il modulo è pertanto sempre in ricezione ed entra in trasmissione se riceve un pacchetto dall'UART. Quando sulla linea di input RX_UART (pin 21) è presente uno start bit (livello logico basso, 0V) e di conseguenza almeno un



byte di dati, il modulo entra in modalità di trasmissione.

Il meccanismo del trasferimento dei dati store & Forward può essere descritto da coppie di operazioni in sequenza:

- ricezione seriale unità A / Trasmissione su buffer RF unità A / Trasmissione RF unità A;
- ricezione RF unità B / Trasmissione seriale unità B.

L'assenza dei dati sul pin 21 è stabilita dallo scadere di un Timeout (pari al tempo di 2 byte seriali al data-rate utilizzato), oltre il quale il transceiver non memorizza ulteriori dati in ingresso fino all'avvenuto trasferimento dei dati all'interno del buffer radio. La lunghezza massima del pacchetto trasmissibile è di 247 byte nella modalità rete (registro S10=1) e 255 byte nella modalità NORMAL no rete (registro S10=0). I dati sono trasmessi sul canale RF solo quando è terminata la loro ricezione seriale. Similmente, il microcontrollore analizza i pacchetti ricevuti dal ricevitore radio procedendo dalla trasmissione seriale in caso di dati validi o scartandoli se errati. La linea RTS segnala all'utente lo stato di funzionamento del buffer UART; essa è normalmente a livello logico basso e passa allo stato alto se il buffer della UART è pieno, durante lo svuotamento del buffer UART sul buffer radio, oppure quando i dati sono trasmessi sul TX-UART (pin 22).

CTS a livello logico alto impedisce a XTR-8LR100 di trasmettere i dati sul pin 22 (TX_UART).

Per il corretto funzionamento del modulo non è consentito avere la contemporaneità di fasi nell'ambito della stessa unità; per esempio, se l'unità A è in fase di riempimento del buffer UART o di svuotamento dello stesso sul buffer radio, i dati eventualmente entranti dalla porta seriale saranno persi. Tuttavia l'XTR-8LR100 è in grado di gestire il riempimento del buffer dell'UART durante la trasmissione RF all'interno della stessa unità. Per eseguire le operazioni di gestione dei pacchetti in transito dalla UART nel modo più appropriato, si utilizzino sempre i segnali RTS e CTS come blocco o consenso delle operazioni.

La modalità NORMAL consente di operare con il metodo dell'indirizzamento dei pacchetti; in tal caso una rete composta da "n" dispositivi permette la comunicazione punto-punto o punto/multipunto. Dalla modalità Command Mode la funzionalità di rete è attivabile con il comando ATS10=1; altri registri da impostare allo stato sono NETWORK ID registro S11 (4byte che identificano la rete) e SOURCE ADDRESS registro S12 (composto da 2 byte) che è l'identificativo univoco di ciascun dispositivo. Una rete wireless può essere composta da 2 a 65.536 dispositivi; il codice univoco del dispo-

sitivo di 2 byte sarà nominato SOURCE ADDRESS per identificare il dispositivo di partenza del messaggio e DESTINATION ADDRESS per segnalare al dispositivo o ai dispositivi in ascolto il nodo dal quale è partito il messaggio.

Da questa condizione, l'XTR-8LR100 in ricezione filtra i pacchetti radio ricevuti e inoltra all'UART solo quelli con il medesimo indirizzo di rete (NETWORK ID) e indirizzo destinatario (DESTINATION ADDRESS). Quando l'XTR-8LR100 trasmette, l'indirizzo del destinatario (DESTINATION ADDRESS) deve sempre precedere il payload. Nel caso sia necessario eseguire una comunicazione punto/multipunto, occorre impostare l'indirizzo del destinatario ad FFFF; in tal caso tutti i dispositivi appartenenti alla stessa rete (medesimo NETWORK ID) riceveranno il payload preceduto da 0xFFFF. Non è previsto un sistema automatico di ACK dei messaggi. La Fig. 3 rappresenta un esempio di comunicazione, tra i dispositivi 1 e 2 della rete denominata A, del messaggio "provalink".

TX Ciclico

È uguale alla modalità NORMAL, ma con pacchetto in trasmissione RF contenente un preambolo lungo con tempo impostabile dal comando ATS20=X (dove x espresso in ms da 10 a 6000) in modo da consentire il risveglio

e la ricezione da dispositivi in modalità Rx Ciclico. La funzionalità è attuabile collegando gli ingressi SET_B a GND e lasciando aperti o connessi a +V la linea SET_A e SET_C. La modalità è complementare alla RX_Ciclico; si raccomanda d'impostare il registro S20 con il medesimo valore. Notare che le modalità RX ciclico e TX con preambolo lungo non prevedono la trasmissione di un Ack automatico, ma ciò non vieta di implementare, in una propria applicazione, la trasmissione di un Ack.

RX Ciclico

Si entra nella modalità RX Ciclico collegando l'ingresso SET_A e SET_B a GND e lasciando aperti o connessi a +V la linea SET_C. Il modo RX Ciclico è pensato per le applicazioni a basso assorbimento dov'è richiesto un meccanismo di risveglio automatico a tempi prestabiliti dal registro S20, consentendo di scegliere il ciclo di accensione spegnimento più adatto all'applicazione e ai consumi desiderati. L'impostazione è attuabile dal comando $ATS20=X$ (dove X espresso in ms da 10 a 6000 a passi di 1 ms). Il dispositivo è normalmente in modalità sleep e presenta un consumo medio di 1 μA ; allo scadere del tempo impostato sul registro S20, entra in ricezione e ricerca un preambolo valido. Se lo trova completa la ricezione dell'intero pacchetto per poi tornare in sleep e reiterare il ciclo.

Se il ricevitore non trova un preambolo valido, resta in ricezione per la durata di tre simboli, allo scadere della quale torna in sleep. Il time-out dello stato di ON del ricevitore è una variabile funzione dello Spreading Factor (SF) e della larghezza di banda. Per connettersi a dispositivi in modalità RX ciclico è indispen-

sabile utilizzare XTR-8LR100 in modalità TX ciclico programmati con gli stessi parametri di funzionamento; solo in questo caso il preambolo trasmesso avrà lunghezza adeguata per essere intercettato.

Tx ADC Ciclico

Questa modalità è indicata nelle applicazioni a batteria e consente di collegare fino a 3 sensori agli ingressi ADC e trasmetterne il segnale a cicli prestabiliti in modo autonomo senza utilizzare interfacce e intelligenza esterna. La funzionalità è attuabile collegando gli ingressi SET_A e SET_C a GND e lasciando aperti o connessi a +V la linea SET_B. Gli ingressi analogici utilizzati sono AN0 (pin4), AN1 (pin5) e AN3 (pin6), essi accettano segnali analogici da 0 a Vcc con risoluzione di 12 bit.

Il dispositivo è normalmente in sleep e si sveglia ciclicamente con un tempo impostabile tramite il comando $ATS30=X$ (dove x in secondi da 1 a 65.536), legge i valori dei sensori analogici, ne trasmette lo stato degli ADC, torna in sleep e reitera il ciclo. Il dispositivo opera esclusivamente nella modalità rete con indirizzo del destinatario Broadcast (tutti FFFF); i ricevitori con lo stesso Network ID inoltreranno su UART il valore degli ADC preceduto dall'indirizzo SOURCE ADDRESS (0xFFFF).

TEST MODE

È la modalità che consente all'utente di valutare in modo semplice le prestazioni di portata del link radio. Si attiva chiudendo a GND l'ingresso SET_C e lasciando aperti o connessi a +V i pin SET_A e SET_B. L'applicazione permette di connettere 2 dispositivi denominati Master e Slave: il primo invia 4 caratteri ASCII

"PING", nel caso essi arrivino a destinazione dello Slave, questo risponderà con un ACK di 4 caratteri ASCII "PONG", la comunicazione è segnalata dalle uscite:

- OUT_1 (pin 33) attiva alta quando l'unità Master trasmette o Slave riceve un "PING";
- OUT_2 (pin 32) attiva alta quando l'unità Master riceve o Slave trasmette un "PONG".

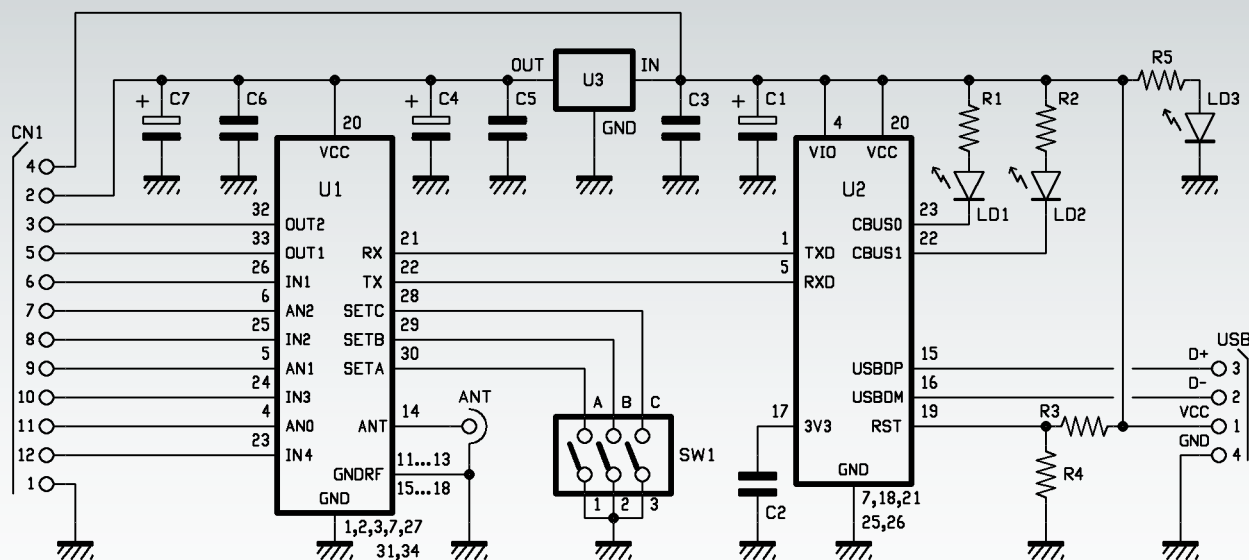
Il modo di funzionamento dei moduli è impostabile dalla modalità Command Mode inviando il relativo comando ATS9:

- 0 = funzionalità disattivata;
- 1 = dispositivo impostato come Master;
- 2 = dispositivo impostato come Slave.

Terminate le prove, prima di tornare ad operare in altre modalità è indispensabile disattivare la funzionalità di Test, impartendo il comando $ATS9=0$.

SCHEMA ELETTRICO

Bene, dopo aver spiegato quasi tutto (chi fosse interessato ad approfondire gli aspetti del funzionamento e della gestione del modulo troverà la documentazione aggiornata sul sito www.aurelwireless.com) sull'XTR-8LR100, passiamo a descrivere la demoboard che abbiamo realizzato per esso; la connessione del modulo (nello schema è siglato U1) è estremamente semplice: i segnali di trasmissione, ricezione e impostazioni del modulo radio, sono ottenuti mediante la comunicazione d'ingresso uscita dell'interfaccia seriale asincrona e riportati al connettore CN1. Abbiamo portato all'esterno tutte le connessioni per consentirvi di sperimentare tutte le 7 modalità in cui l'XTR-8LR100 può funzionare; allo scopo sono stati previsti i dip-switch contenuti in SW1,



che permettono di impostare la modalità di funzionamento desiderata attraverso le già descritte combinazioni di stati logici sui contatti SETA, SETB, SETC. Nello schema elettrico vedete il modulo U1 interfacciato con un convertitore FT232RL (U2) che realizza la conversione dalla seriale TTL all'USB e viceversa, così da consentire il dialogo tra il computer e la demoboard; il dialogo riguarda sia la ricezione di dati, sia la configurazione da computer.

Dal connettore CN1 arriva anche l'alimentazione della scheda, da utilizzare solo quando non viene collegata al computer; in quest'ultimo caso i 5 volt arrivano dalla porta USB e alimentano direttamente l'FT232RL e, tramite il regolatore LD1117S33CTR (un 3,3 V di uscita, del tipo a basso drop-out) forniscono all'XTR-8LR100 i 3,3 volt necessari a funzionare. Quando la demoboard è collegata a una porta USB non bisogna fornire alimentazione al connettore CN1.

Notare che il modulo riesce a dialogare con l'U2, malgrado funzioni a 3,3 V e quest'ultimo a 5 volt: merito degli ingressi 5V-tolerant e della capacità dell'FT232RL di

leggere i livelli 0/3,3V. Il convertitore TTL/USB funziona nella classica configurazione e dispone dei due LED che indicano l'attività sul canale dati (TX/RX) e riceve sulla linea RST un potenziale di circa 3,5 V portato dal partitore R3/R4. Il diodo luminoso LD3, posto sulla linea dei 5 V segnala, illuminandosi, quando la scheda è alimentata, indipendentemente dal fatto che riceva alimentazione dal PC o dal connettore SMA. L'antenna si collega tra il contatto ANT e la massa, ovvero all'apposito connettore SMA.

REALIZZAZIONE PRATICA

Prima di vedere come si utilizza la demoboard, spendiamo qualche paragrafo per descriverne la realizzazione; iniziamo con il circuito stampato, doppia faccia, da realizzare seguendo le tracce lato rame scaricabili dal nostro sito e da stampare per ottenere le pellicole per la fotoincisione. A parte il dip-switch a tre vie e il connettore d'antenna SMA, i componenti previsti sono tutti in SMD, quindi per realizzare la scheda bisogna attrezzarsi con un saldatore da 20 W a punta, del filo di lega saldante da 0,5 mm e della pasta flussante di

media densità. La basetta è stata disegnata tenendo conto delle prescrizioni del costruttore del modulo, secondo il quale, al fine di ottenere le prestazioni dettagliate nelle specifiche tecniche e per ottemperare alle condizioni operative cui è riferita la certificazione rilasciata, l'XTR-8LR100 deve avere, nei pressi del trasmettitore, un condensatore ceramico di disaccoppiamento della capacità minima di 100 nF; inoltre deve essere previsto un condensatore elettrolitico da 100 µF a bassa ESR nei pressi del pin 10 (+Vcc). La massa deve circondare al meglio la zona di saldatura del trasmettitore e deve passare anche nella faccia inferiore per ottenere il risultato ottimale, collegandosi con fori passanti. L'antenna deve essere collegata al pin 14 mediante un connettore coassiale con una pista che garantisca un'impedenza costante di 50 ohm, di larghezza pari a 3,2 mm per vetronite di spessore 1,6 mm e 1,6 mm per vetronite dello spessore di 1 mm. Incisa e forata la basetta, bisogna realizzare i collegamenti tra le piazzole di interconnessione dei due lati (vie) non realizzati dai componenti passanti, quindi di-

sporre i componenti seguendo il piano di montaggio illustrato in queste pagine. Al solito, si parte dai componenti a basso profilo e non polarizzati, per terminare con gli integrati, il cui montaggio va condotto appoggiandoli centrati nelle rispettive piazzole, quindi stagnando un paio di contatti su angoli opposti e procedendo con gli altri, alternando i lati per consentire un più rapido raffreddamento del chip. Per saldare l'FT232RL, è consigliabile applicare del flussante alle piazzole, che faciliterà l'adesione dello stagno impedendo allo stesso di unire piedini attigui e fare quindi cortocircuiti.

L'ultima nota riguarda il modulo XTR-8LR100, che ha i contatti sui lati e si salda appoggiandolo dal lato senza componenti al piano della basetta, quindi stagnando un paio di contatti (il filo di lega saldante va applicato sul contatto, scaldato dalla punta del saldatore) e proseguendo con tutti gli altri una volta che il componente è stato fermato. Il connettore CN1, per l'applicazione demo descritta in queste pagine non è necessario; va montato solamente per l'utilizzo in stand-alone, allo scopo di interconnettere la scheda al circuito dell'applicazione, che può essere un modulo con dei sensori o altro ancora. Completato il montaggio, si può applicare l'antenna all'apposito connettore dorato, così la demoboard è pronta.

L'antenna tipica del circuito è un filo di rame rigido (isolato o meno) di lunghezza pari a 8 cm e sezione minima 0,5 mm² saldato nell'apposita piazzola verticalmente al piano di massa; si possono utilizzare altre antenne, per esempio ripiegata o spiralizzata (caricata in gomma) però le prestazioni saranno differenti da

quelle ottenute in fase di certificazione del modulo.

LAVORARE CON LA DEMOBOARD

Per utilizzare la scheda qui proposta è disponibile un software da PC; la prima cosa da fare è installare i driver dell'FT232RL, scaricabili da Internet all'indirizzo www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm facendo attenzione a scegliere i driver adatti al sistema operativo utilizzato dal PC. Fatto ciò, bisogna connettere con un cavo USB A/B la demoboard al PC: il computer dovrebbe segnalare il riconoscimento della USB, comunicare l'esito dell'installazione dei driver e il numero della COM utilizzata (prima di colle-

gare la scheda è opportuno aver aperto i dip-switch dell'SW1). Nel caso questo non fosse segnalato, bisogna procedere manualmente aprendo la pagina di Windows relativa alla gestione periferiche, cliccare sul menu "Porte (COM e LPT)", cliccare col tasto destro sulle porte USB/Port installate, poi dalle proprietà di ciascuna di esse, cercare la COM associata al driver FTDI. Aprire un software di comunicazione con la porta seriale (emulatore di terminale), come ad esempio Hyper Terminal o RealTerm, quest'ultimo scaricabile gratuitamente da Internet alla pagina <http://sourceforge.net/projects/realterm/files/Realterm/>. La

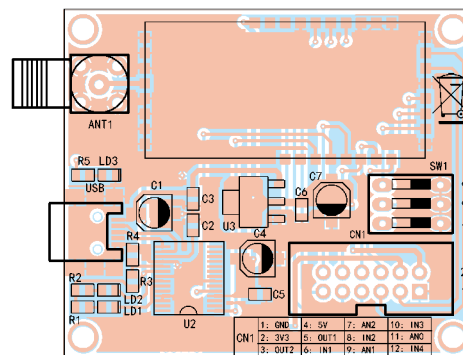
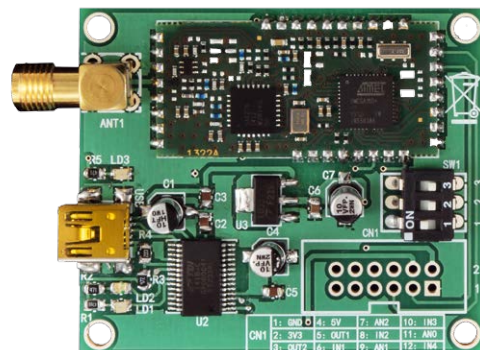
[piano di MONTAGGIO]

Elenco Componenti:

- R1: 470 ohm (0805)
- R2: 470 ohm (0805)
- R3: 4,7 kohm (0805)
- R4: 10 kohm (0805)
- R5: 470 ohm (0805)
- C1: 22 µF 6,3 VL elettrolitico (Ø4mm)
- C2: 100 nF ceramico (0805)
- C3: 100 nF ceramico (0805)
- C4: 22 µF 6,3 VL elettrolitico (Ø4mm)
- C5: 100 nF ceramico (0805)
- C6: 100 nF ceramico (0805)
- C7: 22 µF 6,3 VL elettrolitico (Ø4mm)
- U1: XTR-8LR100
- U2: FT232RL
- U3: LD1117S33CTR
- LD1: LED rosso (0805)
- LD2: LED giallo (0805)
- LD3: LED verde (0805)
- SW1: Dip-switch 3 vie

Varie:

- Connettore mini USB
- Connettore POD 12 vie
- Connettore SMA da CS
- Circuito stampato



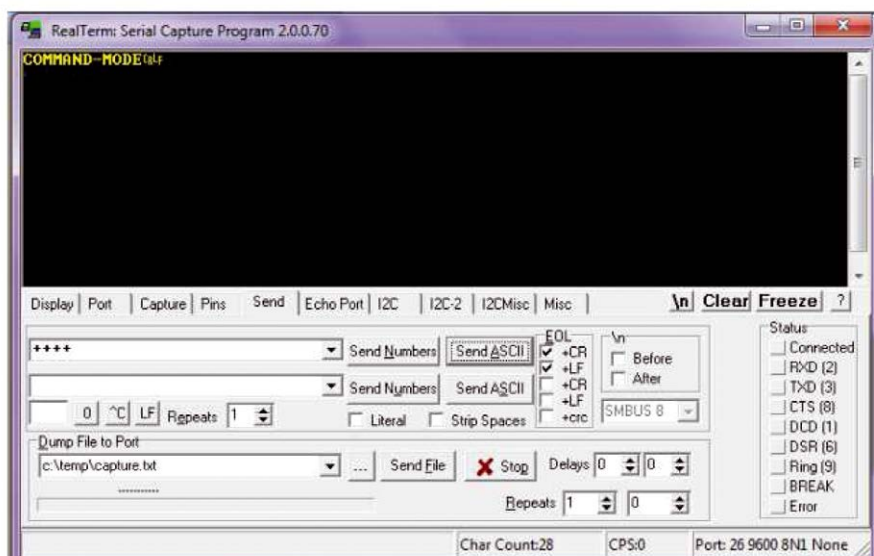


Fig. 4

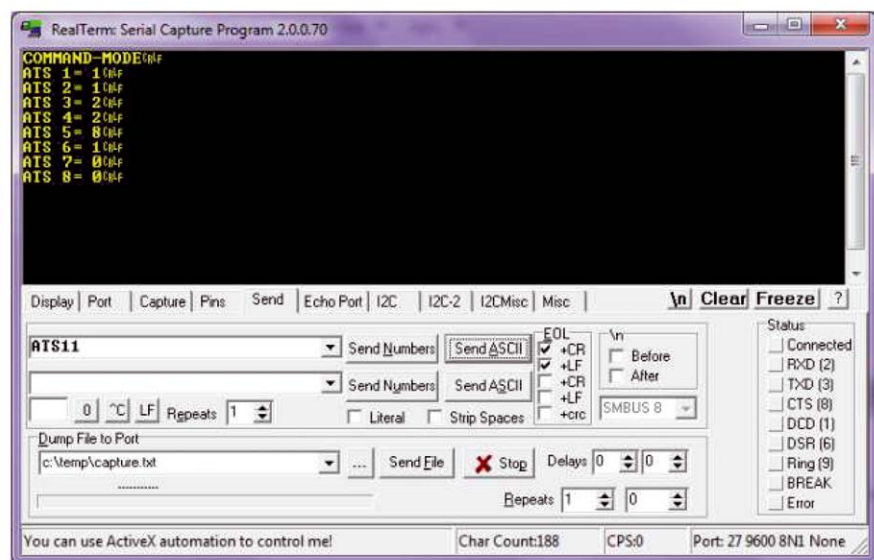


Fig. 5

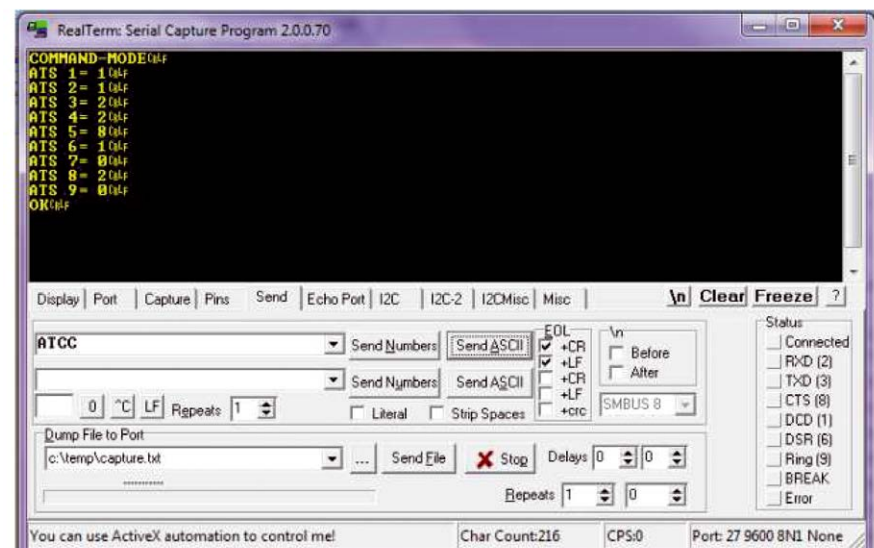
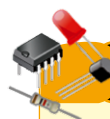


Fig. 6

sessione dell'emulatore di terminale (la descrizione che segue sarà riferita all'uso di realterm) deve essere impostata per velocità di comunicazione 9.600, un bit di START, 8 bit di dati e un bit di STOP, nessuna parità, definendo la COM cui risulta collegata la demoboard (quella virtuale corrispondente al driver FTDI).

Aperta la sessione, dal menu Send selezionare CR e LF, quindi digitare sul campo vuoto Send +++. Se la comunicazione va a buon fine si riceverà in risposta la schermata in Fig. 4.

Da questo momento la demo si trova in Command Mode e sarà possibile inviare comandi AT. Ora inviare il comando ATIS11, in questo caso si riceverà in risposta lo stato di tutti i registri; nel caso di scheda mai utilizzata deve rispondere con le impostazioni predefinite (Fig. 5). A questo punto bisogna modificare i parametri desiderati oppure digitare il comando ATCC per uscire dallo stato di Command Mode, allorché la demoboard confermerà l'uscita con una risposta contenente OK (Fig. 6).



per il MATERIALE

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

L'integrato convertitore USB/Seriale (cod. FT232RL) costa 7,00 Euro. Il modulo transceiver Long Range (cod. XTR-8LR100) è disponibile a 49,00 Euro.

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

Arduino può essere alimentata in molti modi; spieghiamo le varie possibilità per dissipare i tanti dubbi che sorgono quando si deve alimentare la board.

L'ALIMENTAZIONE DI ARDUINO, QUESTA SCONOSCIUTA...

del Prof. MICHELE MENNITI

Quando si vuole utilizzare una scheda Arduino senza che sia collegata alla porta USB del computer, occorre stabilire come alimentarla. Purtroppo, la non perfetta conoscenza della tematica dell'alimentazione a volte fa commettere errori imperdonabili, visto che il primo risultato è spesso quello di vedere andare in fumo la scheda, la quale da quel momento non funzionerà più. In queste pagine affronteremo le problematiche riguardanti le modalità di alimentazione di Arduino e nello specifico delle board Arduino che

operano a 5V (UNO, MEGA, Duemilanove); dedicheremo un apposito paragrafo ad Arduino YÚN, che è sempre una board funzionante a 5V, ma che ha dei requisiti di alimentazione diversi da quelli delle altre Arduino.

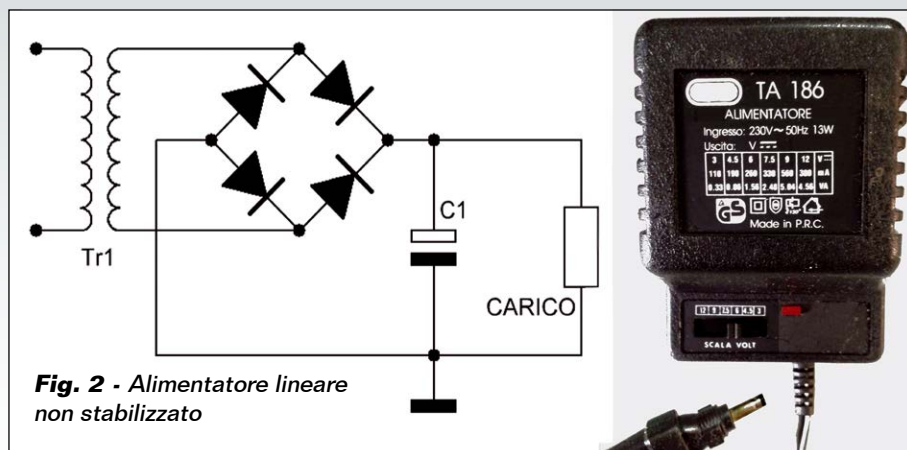
LE FONTI ESTERNE DI ALIMENTAZIONE

Fondamentalmente, oltre alla porta USB del computer, le fonti esterne disponibili per l'alimentazione di Arduino sono: alimentatori lineari e switching, alimentatori con specifica uscita USB

(al 99% si tratta di switching) e batterie di varie tipologie.

GLI ALIMENTATORI

Tra i tanti errori che si commettono c'è sicuramente quello del riciclaggio di alimentatori conservati nel cassetto, trattandoli come se fossero tutti uguali. Iniziamo subito col chiarire che sono assolutamente da escludere i modelli a corrente alternata (molto utilizzati nei modem analogici di qualche anno fa). In **Fig. 1** vediamo il confronto tra due alimentatori molto simili fisicamente, uno a corrente alternata (c.a.) e l'altro a corrente continua (c.c.). Come si può notare dalla simbologia presente sulle rispettive targhette, è abbastanza semplice distinguere i due, anche se sono esteriormente simili. Nel modello in corrente alternata, visibile nella parte destra della **Fig. 1**, la riga con le indicazioni dell'uscita riporta i termini **AC 12V 500mA 6VA**, che rappresentano rispettivamente: la tensione alternata, la corrente massima erogabile e la potenza in VA (ricavabile dalla formula $P = V \times I$). In alcuni casi, al posto della sigla



AC di può trovare il simbolo “~” che significa sempre “corrente alternata”.

A sinistra, invece, vedete il modello in corrente continua, che nella riga con i valori di uscita riporta **+5V 2A**, inoltre il simbolo “—” indica graficamente la corrente continua; in questi alimentatori, è sempre riportata la polarità della tensione sul jack di uscita sotto forma di disegno sull'etichetta: in **Fig. 1**, indica che il positivo (+) è collegato al centrale dello spinotto mentre il negativo (-) è connesso alla parte esterna.

Nel prosieguo di questo articolo parleremo solo di alimentatori in corrente continua, avendo ormai escluso quella alternata per i nostri scopi.

Gli alimentatori con uscita in continua si dividono fondamentalmente in tre categorie, descritte qui di seguito.

Alimentatori lineari non stabilizzati

Un alimentatore lineare non stabilizzato prevede sempre un trasformatore che dalla tensione alternata della rete elettrica (230Vca) ottiene un valore decisamente più basso (in genere da 3 a 24Vca) cui segue un ponte raddrizzatore a diodi (che ha il compito di trasformare la corrente alternata in corrente continua) e un condensatore elettrolitico di filtro e livellamento (**Fig. 2**). Esistono modelli cosiddetti “multitensione” che hanno un trasformatore con un unico avvolgimento primario per i 230Vca e diversi avvolgimenti secondari, in grado di fornire le differenti tensioni alternate che, mediante un commutatore, vengono collegate (una sola per volta) al ponte di diodi ed al condensatore, quindi all'uscita.

Verificando il comportamento di un alimentatore non stabiliz-



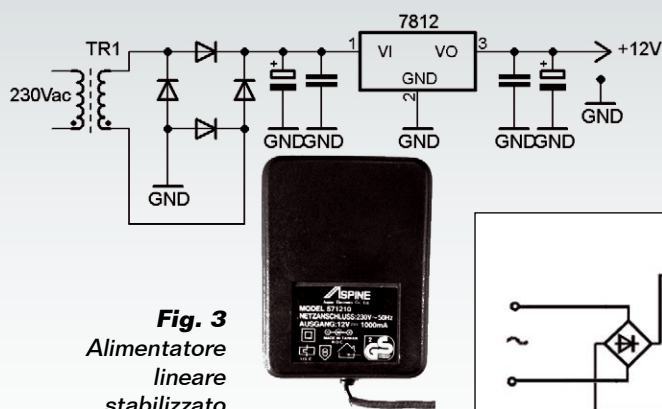


Fig. 3
Alimentatore
lineare
stabilizzato

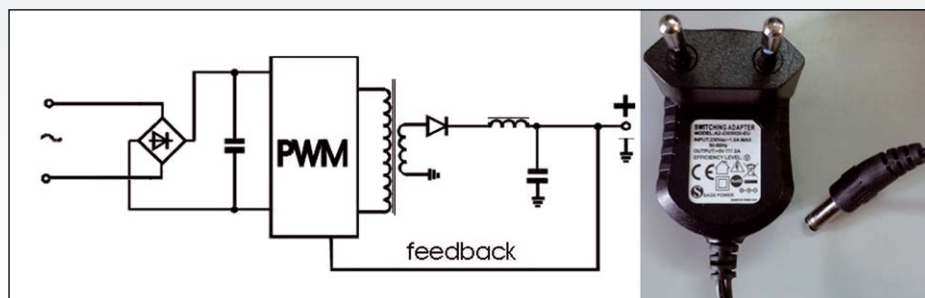


Fig. 4 - Alimentatore switching.

zato (a prescindere dal fatto che sia mono o multitensione) con un normale multimetro si può subito notare come la tensione, in assenza di carico, sia decisamente più elevata di quella nominale, mentre in presenza di carico essa diminuisca proporzionalmente all'assorbimento di corrente di quest'ultimo, scendendo anche sotto la tensione nominale. Tipicamente la tensione nominale si ottiene in corrispondenza della corrente di uscita dichiarata. Questi alimentatori garantiscono che la tensione erogata sia entro un determinato range, ma non un valore certo, quindi non vanno usati con utilizzatori che non tollerano la loro escursione della tensione; infatti se l'utilizzatore assorbe poco, la tensione fornita dall'alimentatore supera quella nominale, ragion per cui se bisogna alimentare un apparato che tollera da 12 a 13V e assorbe 100 mA con un alimentatore da 12V-1A, è probabile che questo a 100 mA fornisca anche 15V, danneggiando l'apparato. Per questa ragione sconsigliamo di usare alimentatori non stabilizzati con Arduino!

Alimentatori lineari stabilizzati
Questo tipo di alimentatore è caratterizzato dalla presenza di

ulteriori componenti elettronici, rispetto ai modelli non stabilizzati, come un regolatore di tensione ed altri condensatori con funzioni di filtro e anti-autooscillazione. Nella stragrande maggioranza dei casi questi alimentatori sono monotensione; la tensione è molto stabile (variazioni tipiche $\pm 0,1V$ rispetto al valore nominale) a prescindere dalla quantità di corrente erogata (sempre nei limiti del valore nominale). Oltre ad una eccellente stabilità presentano un bassissimo valore di ripple (residuo di corrente alternata sovrapposto alla corrente continua), ma il loro rendimento è abbastanza basso (tra il 40 ed il 60%) in quanto molta potenza viene dissipata dal regolatore che, per tale motivo, può richiedere un sistema di dissipazione anche piuttosto ingombrante. La dissipazione di potenza è direttamente proporzionale sia al drop-out (differenza tra tensione in ingresso al regolatore e tensione in uscita dallo stesso) che alla corrente erogabile. Inoltre, maggiore è la potenza dissipata maggiore è la temperatura che raggiunge il case del regolatore e, di conseguenza, minore è la corrente erogabile. Per tali ragioni la tensione di ingresso dovrebbe

avere sempre un valore leggermente più alto di quella nominale del regolatore. Questi alimentatori sono ideali per applicazioni in cui il rumore (ripple o ad alta frequenza) pregiudica il buon funzionamento del circuito: tipicamente quando si lavora con tensioni bassissime. In genere richiedono una tensione di ingresso coincidente con quella della rete elettrica (230 Vca) e sono piuttosto ingombranti (Fig. 3).

Alimentatori switching

Quest'ultima famiglia di alimentatori si basa sulla conversione della potenza mediante modulazione della larghezza di impulsi ad alta frequenza (decine o centinaia di kHz) con cui vengono pilotati dei transistor. Gli switching possono essere sia a trasformatore che a carica d'induttanza: nel primo caso il primario di un trasformatore (tipicamente avvolto su nucleo in ferrite) viene pilotato con impulsi che sul secondario vengono raddrizzati da diodi veloci (PIN o Schottky) e filtrati per ottenere nuovamente tensione continua. Questa soluzione ha il pregio di assicurare l'isolamento galvanico tra il circuito d'ingresso e quel-

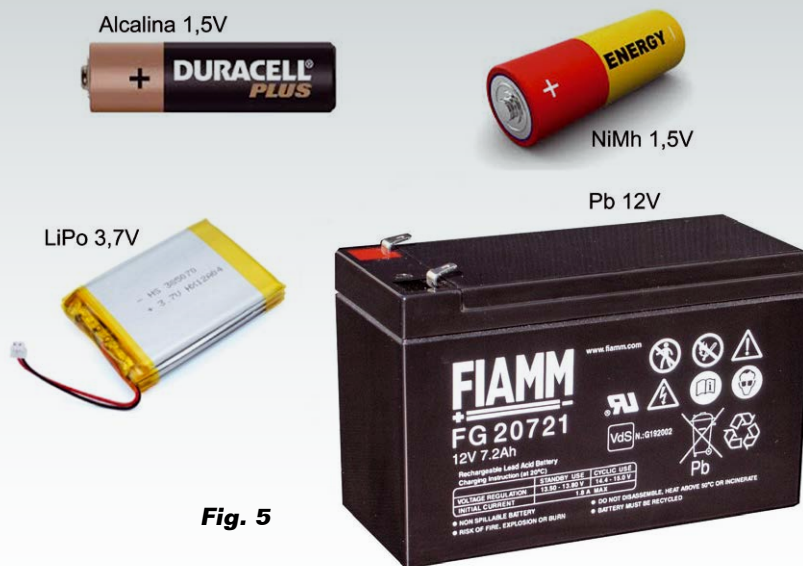


Fig. 5

lo di uscita ed è ideale per gli alimentatori switching alimentati con la rete a 230Vca.

Il tipo a carica d'induttanza, invece, si basa sull'alimentazione a impulsi di un induttore mediante un transistor che se lo trova in serie all'emettitore (source) o al collettore (gate); ad ogni interdizione del transistor, la bobina rilascia la propria energia alimentando, tramite un diodo veloce di blocco, i condensatori di filtro. Questa soluzione è a basso costo e si utilizza quando non è richiesto l'isolamento galvanico tra ingresso e uscita.

Gli switching si classificano anche in step-down e step-up: i primi forniscono in uscita una tensione minore di quella all'ingresso e i secondi fanno il contrario.

Rispetto agli alimentatori stabilizzati lineari, gli switching presentano dimensioni più contenute (Fig. 4) sia perché lavorando ad alta frequenza si accontentano di trasformatori più piccoli, sia perché funzionando a impulsi presentano perdite minori sui transistor e quindi necessitano di radiatori di minori dimensioni. Infatti, mentre nei regolatori di tensione lineari i transistor sono in serie (se fossero in parallelo

cambierebbe poco sul piano energetico...) al carico e perciò dissipano una potenza determinata dal prodotto della caduta ingresso-uscita e della corrente erogata, negli switching funzionano a commutazione e su di essi cade una tensione notevolmente minore, il che contiene la potenza dissipata e porta il rendimento anche al 90%.

Attualmente esistono in commercio integrati che con pochi componenti esterni (la bobina lo è sempre) realizzano ottimi switching: per ottenere alimentatori da rete basta farli precedere da un trasformatore con primario a 230Vca e un raddrizzatore. Il difetto degli switching è che rispetto ai lineari stabilizzati pre-

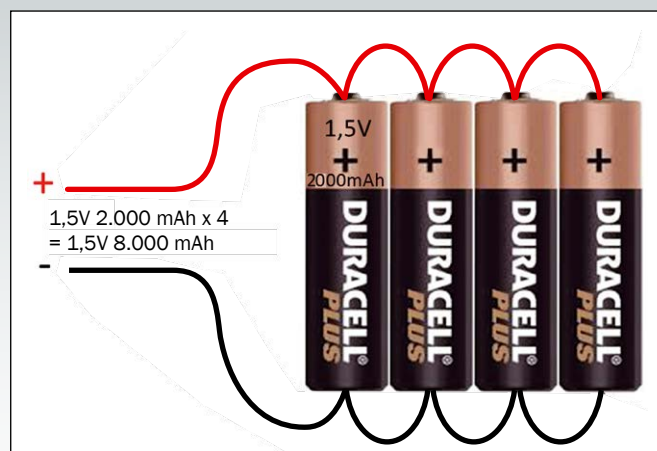


Fig. 6 - Battery pack parallelo.

sentano all'uscita elevati livelli rumore ad alta frequenza, che li rende poco idonei ad alimentare circuiti che risentono di ciò, come quelli audio. Vanno, invece, bene per alimentare Arduino.

Con la tecnologia switching si realizzano anche caricabatterie per telefoni cellulari; generalmente è sconsigliabile usarli con Arduino perché sono stati progettati per caricare batterie, quindi a riposo erogano una tensione più alta di quella prevista, che si abbassa quando la batteria è in carica grazie all'effetto del limitatore di corrente che contengono.

LE BATTERIE

Nei casi in cui debba funzionare in assenza della tensione di rete, Arduino può essere alimentato a batteria. Quando si decide di ricorrere ad una batteria, spes-

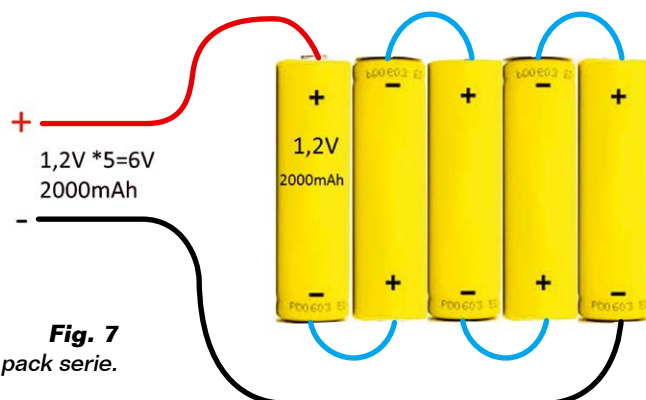


Fig. 7
Battery pack serie.

so si trascura il rapporto tra la capacità (generalmente espressa in mAh) e la corrente richiesta da Arduino e dalla circuiteria ad essa collegata, con risultati deludenti (l'autonomia è scarsissima o il sistema non si accende affatto). Le batterie vengono realizzate con varie "chimiche" (Fig. 5) ognuna distinta da specifiche caratteristiche di tensione, corrente e modalità di carica. Dato che ogni circuito ha specifiche esigenze, può essere necessario abbinare più batterie in serie, parallelo o serie-parallelo, per ottenere un "pack" (pacco) con specifiche tensioni o capacità. Tutte le batterie di un pacco devono essere identiche e possibilmente dello stesso lotto; nel caso delle alcaline, devono essere rigorosamente nuove, mentre se sono ricaricabili devono essere tutte cariche o tutte scariche. Batterie uguali collegate in parallelo (tutti i positivi tra loro e tutti i negativi tra loro, vedi Fig. 6) mantengono la stessa tensione nominale di una sola e sommano la capacità: ad esempio quattro alcaline da 1,5 V e 2.000 mAh collegate in parallelo costituiscono una batteria da 1,5 V e 8.000 mAh di capacità. Si ricorre a questo sistema quando la tensione della singola batteria è sufficiente ad alimentare il circuito ma serve

maggiore autonomia.

Batterie uguali collegate in serie tra loro (il negativo della prima va al positivo della seconda, ecc. come Fig. 7) mantengono la capacità di una sola e sommano le tensioni: ad esempio cinque batterie NiMH da 1,2 V-2.000 mAh in serie forniscono 6 V e 2.000 mAh. Il collegamento in serie serve quando la singola batteria ha una tensione troppo bassa per alimentare il circuito; nell'esempio specifico, con una sola batteria da 1,2 V non potremmo mai alimentare Arduino, ma nemmeno con 2, 3 o 4 batterie in serie, perché otterremmo rispettivamente 2,4V, 3,6V e 4,8 V; invece la quinta batteria permette di raggiungere quei 6 volt che, applicati a Vin (come vedremo) consentono di far funzionare Arduino.

Naturalmente è possibile combinare le due tipologie di pack, quando si debba aumentare sia la tensione che la corrente: ad esempio unendo in parallelo due pack "serie" da cinque NiMH 6 V 2.000 mAh (quello descritto poco fa) si ottiene un unico pack da 6 V 4000 mAh.

Le batterie al Pb ermetico sono dei pack costituiti da elementi da 2 V collegati in serie; in genere si usano da sole, esistendo in vari "tagli" di tensione e capacità, ma

possono comunque essere usate in serie o parallelo. Realizzare pack di batterie Li-Ion o LiPo è una cosa piuttosto complessa (le singole celle devono essere "bilanciate") quindi conviene decisamente ricorrere a prodotti commerciali. Peraltro esistono specifici caricabatterie per i pack di questi modelli, in quanto ogni cella dell'eventuale pack deve essere caricata singolarmente (Fig. 8). Bisogna tener conto che il sistema di ricarica delle Lipo/Li-Ion è molto diverso da quello delle NiMH o Pb ermetico, quindi occorre documentarsi correttamente prima di adottare una qualsiasi tipologia di batterie per il proprio progetto.

Per quanto riguarda l'autonomia il calcolo è abbastanza semplice: in genere è sufficiente operare la divisione tra la capacità globale della batteria (espressa in mAh) e il consumo del circuito (espresso in mA) e si ottiene il tempo di autonomia (espresso in ore). Ad esempio una batteria al Pb ermetico da 12 V-2.400 mAh che alimenta un circuito richiedente complessivamente 12 V e 300 mA, garantisce un'autonomia massima di $h(ore)=2.400/300=8$.

Le batterie LiPo/Li-Ion hanno la caratteristica di poter erogare, seppur per brevissimo tempo, correnti decisamente superiori alla loro capacità nominale, quindi sono molto utilizzate in ambiti che richiedono correnti di spunto

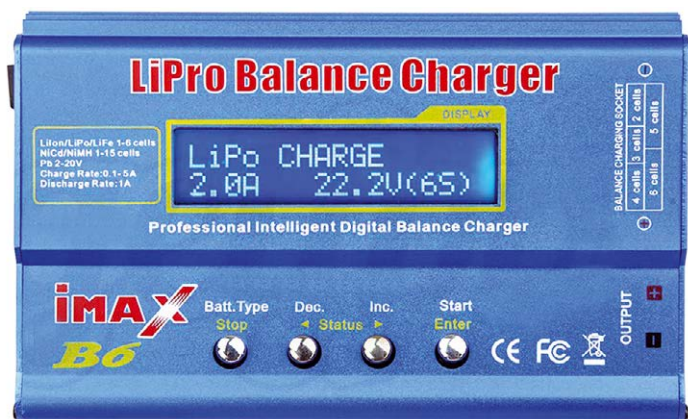


Fig. 8
Caricabatterie
per LiPo/Li-Ion.

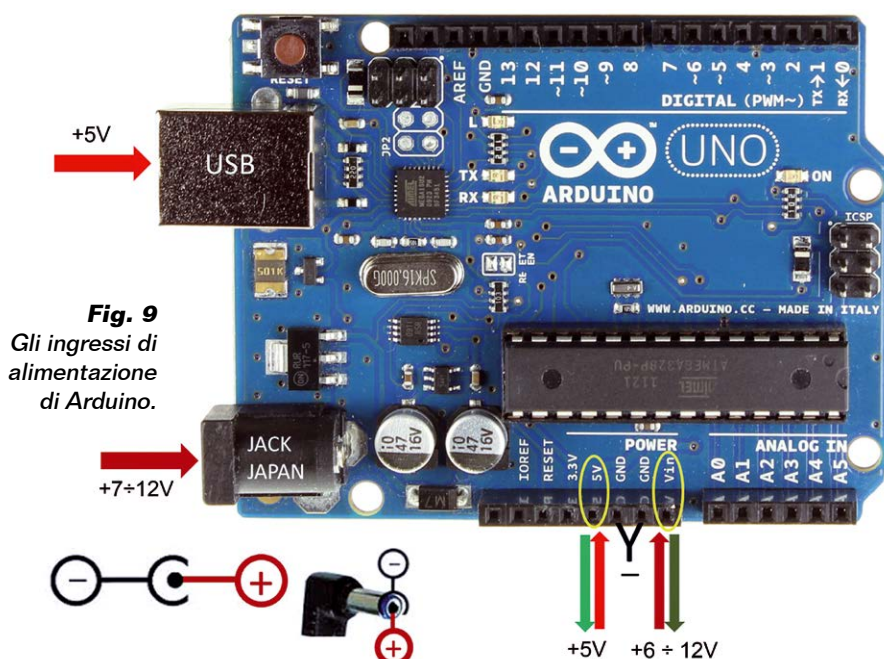


Fig. 9
Gli ingressi di
alimentazione
di Arduino.

elevate. Di contro non si prestano alla realizzazione delle cosiddette applicazioni "in tampone", cioè quelle in cui un circuito è normalmente alimentato dalla rete elettrica e le batterie, tenute costantemente sotto carica, servono solo quando va via la corrente elettrica, in quanto si danneggerebbero in brevissimo tempo. In questi casi le più indicate sono le Pb, mentre quelle al NiMH o, peggio, le più vecchie NiCd, soffrono del cosiddetto effetto memoria, per cui conviene usarle fino alla scarica completa per poi ricaricarle. Per l'uso in tampone sono decisamente indicate le batterie al Pb, perché possono essere lasciate costantemente sotto carica. Esistono comunque circuiti di controllo della ricarica molto sofisticati, che in alcuni casi permettono delle eccezioni a quanto appena affermato.

GLI INGRESSI PER L'ALIMENTAZIONE

Ora che abbiamo un'idea abbastanza chiara delle possibili fonti di alimentazione esterna, possiamo vedere come applicarle ad Arduino. Il discorso che faremo

vale per tutte le tipologie di fonti descritte in precedenza, quindi sia alimentatori che batterie. Ribadiamo la necessità di prestare massima attenzione alla polarità: è molto importante collegare opportunamente i poli positivo e negativo alla scheda Arduino, altrimenti si rischia di non veder funzionare nulla o addirittura di fare danni irreparabili. Infatti, mentre in alcuni casi esistono delle protezioni sulla scheda, in altri casi l'inversione di polarità farebbe danni istantanei. Arduino ha i seguenti quattro ingressi di alimentazione (Fig. 9).

1. Porta USB: a questa presa devono arrivare 5V (non sono assolutamente ammesse tensioni differenti!), provenienti da una porta USB di un computer, oppure da un qualsiasi alimentatore dotato di un attacco USB (in genere sono alimentatori di piccole dimensioni adatti ad alimentare dispositivi dotati di cavo USB). Se l'alimentazione proviene da un computer si ha una limitazione in corrente di 250mA o 500mA, dipendente dalla porta USB del computer stesso; se invece si sta usando un alimentatore esterno, la corrente massima erogabile (a prescindere da quella garantita dall'alimentatore stesso, in genere max 1A o 2A) viene comunque limitata a 500mA dal fusibile autoripristinante di protezione (PTC).
2. Presa jack: a questa bisogna collegare una fonte esterna (in genere un alimentatore) con positivo al centrale dello spinotto, ed un valore variabile tra 6V e 20V, ma il range raccomandato è 7÷12V; i 6V di un pacco batterie potrebbero non garantire una corretta stabilizzazione da parte del regolatore, perché bisogna considerare la caduta di ten-

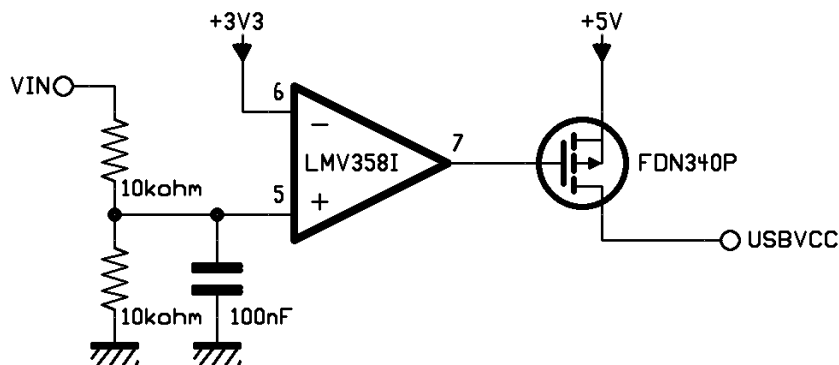


Fig. 10 - Circuito di gestione dei conflitti di alimentazione.

sione del diodo di protezione posto in serie all'ingresso del regolatore (che serve a proteggere la scheda in caso di inversione della polarità nello spinotto), mentre valori maggiori di 12V creerebbero un drop-out (differenza di potenziale tra ingresso e uscita del regolatore) troppo elevato che provocherebbe un inutile surriscaldamento del regolatore stesso anche con bassi assorbimenti da parte dei dispositivi collegati al +5V di Arduino.

3. Presa Vin: questa presa ha una duplice funzione:
 - a) ingresso per alimentazione esterna non protetto da inversioni di polarità: il collegamento è diretto all'ingresso del regolatore e a valle del diodo della presa jack; naturalmente non bisogna applicare alcuna tensione alla presa jack, altrimenti si creano pericolosi conflitti;
 - b) uscita da cui prelevare la tensione applicata alla presa jack, sottratta la caduta del diodo di protezione. Può essere utile per alimentare piccoli carichi che richiedono una tensione maggiore di 5 V e pari a quella applicata alla presa jack (sempre considerando la caduta di tensione sul diodo). In entrambi i casi il negativo della tensione si trova sui contatti GND della scheda.
4. Presa 5V: è collegata direttamente all'uscita del regolatore, quindi da essa si possono prelevare i 5V per alimentare carichi esterni all'Arduino. Nel caso in cui non vengano applicate tensioni alla porta USB o alla presa jack, la presa 5 V può anche essere usata

per alimentare direttamente Arduino, disponendo di una fonte esterna di 5V stabilizzati. Bisogna considerare che in genere i regolatori non gradiscono tensioni applicate alla loro uscita, ma nello specifico questa situazione si viene a verificare anche quando si alimenta Arduino dalla porta USB, per cui è da ritenere che i progettisti abbiano valutato tale problematica come innocua. Anche in questo caso non c'è alcuna forma di protezione in quanto sia il diodo che il PTC si trovano a monte di questa presa e quindi non hanno alcuna funzione attiva. Come per la presa Vin, il negativo della tensione si trova sui contatti GND della scheda.

Notate che a prescindere dall'ingresso utilizzato, Arduino dispone di una linea di uscita a 3,3V per alimentare carichi che operino a questa tensione; infatti un secondo regolatore, appunto per generare 3,3V, è collegato direttamente ai 5V. Questa linea non è utilizzabile come ingresso.

GESTIONE DEI CONFLITTI

Arduino è dotato di un circuito di comparazione che controlla un MOSFET tipo P; se è presente una

tensione su Vin (alimentazione dalla presa JACK o dalla presa Vin) il MOSFET è interdetto e viene ignorata l'eventuale presenza della tensione proveniente dalla porta USB; in caso contrario il MOSFET collega i 5V della presa USB alla presa 5V, quindi a valle del regolatore, alimentando così l'Arduino (**Fig. 10**). Quindi è chiaro che se si applica contemporaneamente la tensione alla porta USB e una fonte esterna alla presa jack, è quest'ultima che va ad alimentare il circuito, mentre il collegamento USB continua a servire per lo scambio dati col computer e non più come fonte di alimentazione. Si ricorda che in entrambi i casi la presa 5 V non può essere usata come ingresso, ma solo come uscita.

LA SCELTA DELL'INGRESSO

Avendo ora un quadro chiaro anche sui vari ingressi di cui Arduino dispone, occorre decidere quale di questi ultimi va utilizzato; la scelta va fatta in base alla fonte di cui si dispone, ma anche alle periferiche esterne da alimentare.

Da notare che, riguardo all'erogazione in corrente, è importante che la fonte sia in grado di metterne a disposizione quanta ne serve al massimo carico, mag-

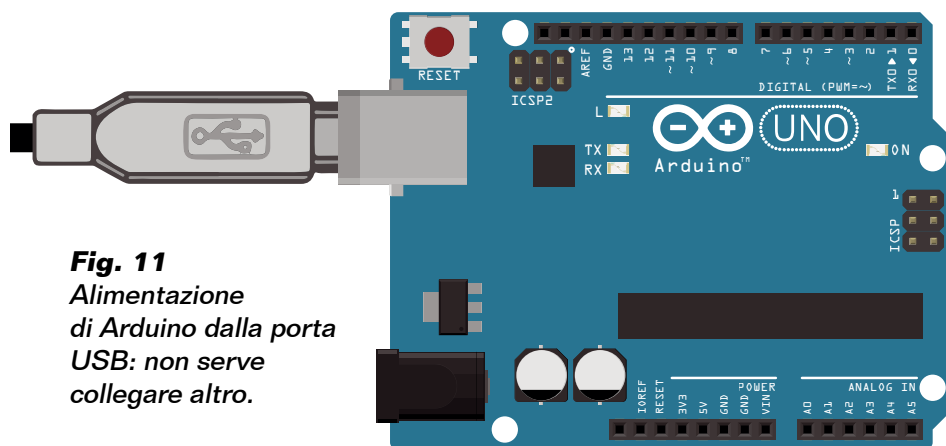


Fig. 11
Alimentazione di Arduino dalla porta USB: non serve collegare altro.

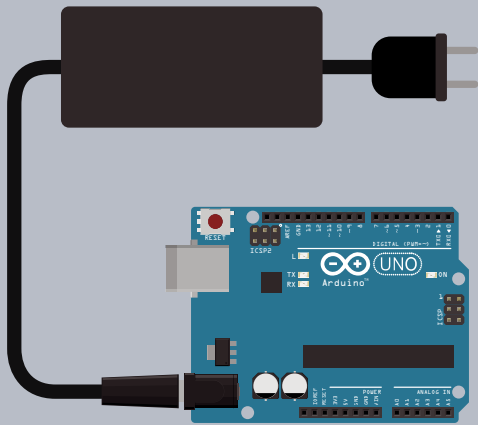


Fig. 12
Alimentazione di Arduino
mediante presa jack.

giornata di un 20%, per evitare che la fonte stessa lavori ai propri limiti; se poi la maggiorazione sia del 50% o anche del 100% non ha alcuna importanza, perché infatti se un alimentatore è in grado di erogare 2A e il carico richiede soltanto 100mA, quindi 20 volte in meno, non c'è alcun rischio di fare danni, in quanto la residua quantità di corrente resta semplicemente "a disposizione". È invece estremamente pericoloso non tener conto della tensione, che non deve mai superare i limiti previsti o consentiti: per nessuna ragione si potranno mai applicare alla presa 5V tensioni superiori anche di un solo Volt, in quanto immediatamente si brucerebbero

i circuiti integrati della scheda!

Porta USB

Questa è comoda per la sperimentazione con piccoli carichi, che richiedono 5V, visto che permette la duplice funzione di alimentatore e programmatore della board; il limite di corrente imposto dal PTC è di 500mA e, sebbene in genere i PTC tollerino fin quasi il doppio prima di intervenire in protezione, è meglio considerare il valore nominale. Usando l'USB non c'è rischio di invertire la polarità (Fig. 11).

Jack d'alimentazione

Quando la corrente complessivamente assorbita da Arduino e dai dispositivi ad esso collegati supera i 500 mA (ma rimane nei limiti consentiti dal regolatore a 5V di Arduino), l'alimentazione va applicata dal jack. Ciò consente di disporre di una tensione più elevata dei 5V consentiti dall'USB, cosa utile ad esempio quando si deve gestire un relé a 12V; in tal caso il pin digitale di Arduino preposto polarizza un transistor, che in conduzione porta i 12V necessari al relé. In questo caso si applica una tensione di 12-12,5 V alla presa jack, la scheda Arduino è

alimentata con i 5V del regolatore e dalla presa Vin si possono prelevare i 12V da inviare al relé (mediante opportuna configurazione circuitale); il polo positivo va applicato al pin centrale del jack, mentre il negativo a quello esterno (Fig. 12).

Linea Vin

Da questo pin di Arduino si può applicare l'alimentazione quando la tensione sia inferiore ai 7V (e comunque di almeno 5V) come ad esempio nel caso la fonte sia una batteria a 6V; infatti Vin è a valle del diodo di protezione e il regolatore può lavorare correttamente.

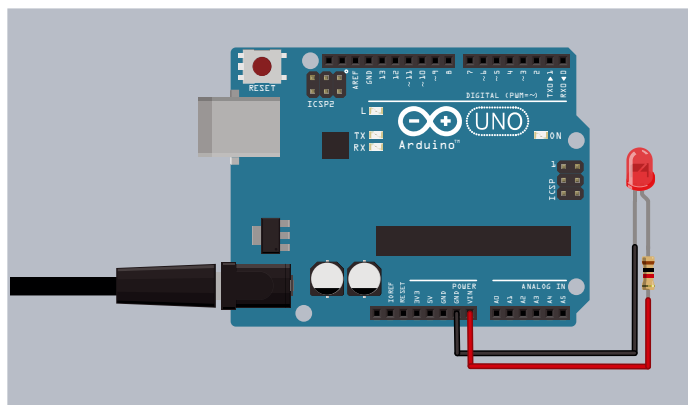
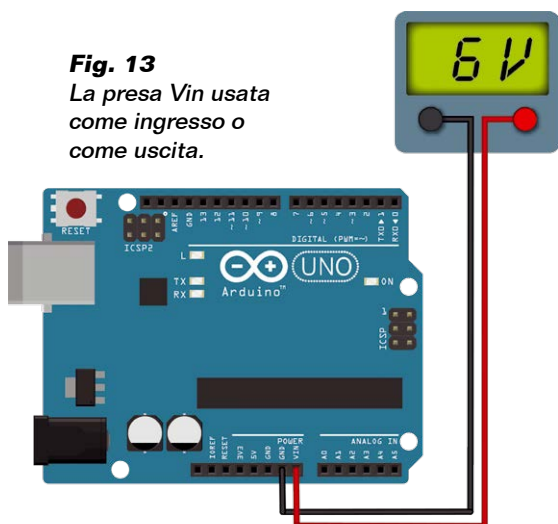
Vin può anche diventare un'uscita da cui prelevare la tensione proveniente dalla presa jack (Vin è il positivo e il negativo è GND di Arduino).

Nella Fig. 13 si vede a sinistra Arduino alimentato tramite Vin, mentre a destra la scheda viene alimentata tramite la presa jack e da Vin si preleva la tensione per accendere un LED.

Linea 5V

Anche in questo caso è preferibile ricorrere al prelievo piuttosto che all'immissione di tensione, considerando gli enormi rischi che si corrono in mancanza di protezioni; una delle possibili

Fig. 13
La presa Vin usata
come ingresso o
come uscita.



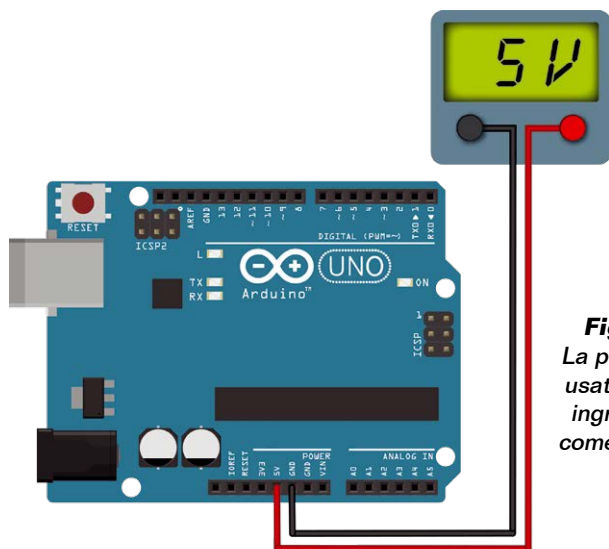
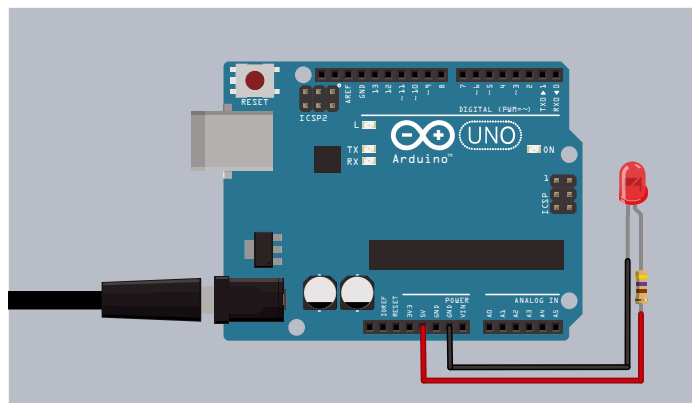


Fig. 14
La presa 5V
usata come
ingresso o
come uscita.



situazioni in cui tale presa torna utile è quella di disporre di una fonte di alimentazione stabilizzata a 5V ma non di uno spinotto USB; come visto in precedenza, alla presa jack occorre applicare almeno 7V e alla Vin almeno 6V, quindi questa presa è l'unica in grado di accettare esattamente 5V. Tornando all'esempio del relé, se si disponesse di un modello operante a 5V ma richiedente una corrente maggiore di quella erogabile da un pin di Arduino (non può superare i 30÷35mA), anche qui, con un transistor ed il prelievo dei 5V da questa presa, si risolverebbe egregiamente il problema. Ricordate che il pin 5V è il positivo e il negativo si prende da GND (Fig. 14).

APPLICAZIONI PRATICHE

Partiamo dalla premessa che la fonte di alimentazione deve fornire la corrente richiesta dal carico e che ogni carico assorbe la corrente che gli serve e non quella che gli viene messa a disposizione. Vediamo alcuni esempi di alimentazione, assumendo che Arduino consumi il massimo possibile (200mA) e che il resto sia assorbito dalla componentistica esterna.

1. Consumo globale di 400mA; in questo caso è possibile alimentare tutto tramite USB, a condizione che la porta del computer (o l'alimentatore con uscita USB utilizzato in sua sostituzione) sia in grado di erogare tutti i 500mA.
2. Consumo globale di 600mA;

in questo caso non è possibile alimentare il circuito tramite USB in quanto abbiamo visto che il limite impostato dal PTC di protezione è di circa 500mA; allora bisogna ricorrere ad una fonte esterna applicata alla presa jack, che sia in grado di garantire una corrente maggiore di almeno il 20-30% rispetto a quella richiesta, quindi almeno 600-700mA. La tensione per le periferiche si può prelevare dal pin 5V. Il collegamento USB si può mantenere per la programmazione del micro o per l'uso del Serial Monitor.

3. Assorbimento complessivo di 1A: anche in questo caso dobbiamo ricorrere ad una tensione esterna da applicare

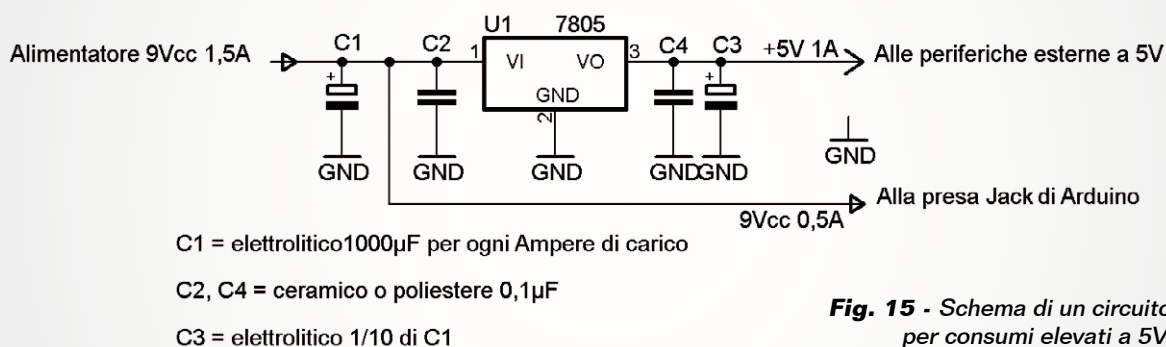


Fig. 15 - Schema di un circuito
per consumi elevati a 5V.

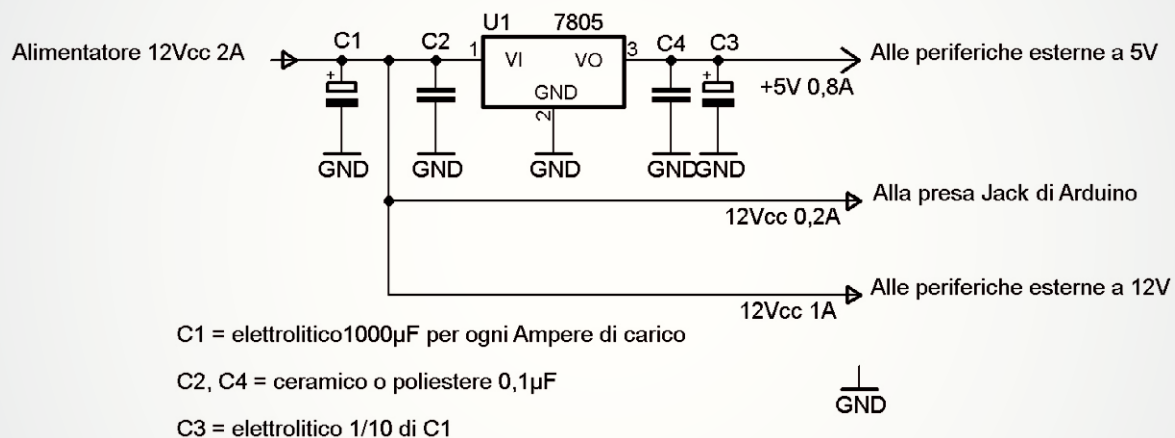


Fig. 16 - Schema di un circuito per consumi elevati a 5V e 12V.

al jack, ma siamo all'estremo limite del regolatore, quindi occorrerà separare l'alimentazione dell'Arduino da quella dei carichi esterni. Nel caso in cui ci siano periferiche richiedenti una tensione maggiore di 5V, bisogna ricorrere a un alimentatore esterno applicato alla presa jack, ma per capire come prelevare le due tensioni bisogna valutare sempre le correnti assorbite da Arduino e dai carichi a 5V e 12V. Vediamo alcuni esempi:

- periferiche a 5V che assorbono 50mA e periferiche a 12V che richiedono 300mA; applicando un alimentatore a 12V con almeno 1A di corrente massima, i limiti del regolatore ci permettono di alimentare con i suoi 5V Arduino e le periferiche a 5V (mediante il pin 5V); per le periferiche a 12V potremo invece prelevare tale tensione dal Vin;
- periferiche a 5V che assorbono 300mA e periferiche a 12V che richiedono 1A; applicando un alimentatore a 12V con almeno 2A di corrente massima, i limiti del regolatore ci impongono di alimentare con i suoi 5V il solo Arduino mentre non sarà utilizzabile il Vin (a

questo punto conviene trovare una soluzione diversa).

Consideriamo un altro fattore, riguardante questa volta il pin Vin: apparentemente non ci sarebbero limiti di corrente erogabile, oltre quella imposta dall'alimentatore applicato; tutta la corrente comunque dovrà scorrere nel diodo di protezione, che è piuttosto robusto, ma di fatto bisogna considerare che la pista di rame, che collega l'ingresso del regolatore al pin Vin posto sull'header POWER di Arduino, non è molto spessa e non può sopportare correnti elevate.

I LIMITI DEL REGOLATORE

Bisogna ora affrontare la questione della potenza che il regolatore deve dissipare; leggendo le specifiche sul data-sheet (fonte: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/174874/ONSEMI/NCP1117ST50T3G.html>) del regolatore NCP1117ST50T3G in contenitore SOT-223 (quello usato su Arduino UNO r3) si vede che la massima temperatura operativa è di 150°C (essendo un valore "maximum rating" conviene tenersi un 20% al disotto, quindi consideriamo 120°C); si legge anche che il regolatore raggiunge

67°C di temperatura per ogni watt da dissipare, quindi possiamo ragionevolmente considerare una potenza massima dissipabile di circa 2W (in realtà la formula sul data-sheet calcola a 25°C circa 1,87W). Conoscendo la potenza possiamo calcolare la corrente massima erogabile, che vale: $I = W / (V_{in} - V_{out})$.

Vediamo alcuni esempi:

- alimentatore a 12V: $I = 2 / (12 - 5) = 2 / 7 = 285\text{mA}$;
- alimentazione a 9V: $I = 2 / (9 - 5) = 2 / 4 = 500\text{mA}$;
- alimentazione a 7V: $I = 2 / (7 - 5) = 2 / 2 = 1\text{A}$.

Questi calcoli non tengono conto della caduta sul diodo d'ingresso ma sono comunque basati su una potenza superiore a quella consigliata, quindi possiamo ritenerli affidabili. Si deduce chiaramente come sia decisamente preferibile applicare la tensione più bassa possibile al regolatore.

Nel precedente esempio "Consumo globale di 400mA" ben si comprende, ora, come non si possano applicare al jack tensioni maggiori di 8V, mentre nell'esempio "Consumo globale di 400mA" siamo decisamente al limite, anche applicando 7V

all'ingresso, quindi in questo caso non si può pensare di far passare tutta la corrente attraverso il regolatore, ma bisogna studiare un sistema differente; lo stesso discorso vale per l'esempio "Assorbimento complessivo di 1A", mentre negli altri esempi è possibile l'alimentazione interna unica.

ALIMENTAZIONI ESTERNE AD ARDUINO

Negli esempi visti in precedenza, si sono verificate possibilità che vanno oltre i limiti del regolatore interno ed anche delle piste di Arduino; in questi casi una possibile soluzione è quella di realizzare una scheda esterna che metta a disposizione una serie di uscite per alimentare sia Arduino che le periferiche esterne a 5V e/o altre tensioni (tipicamente 9V o 12V).

- Assorbimento complessivo di 1A: servono 5V 1A, in quanto 200mA sono per Arduino e 800mA per le periferiche a 5V; la fonte può essere a 9V con una corrente erogabile di almeno il 20-30% in più (un alimentatore stabilizzato da 9V 1,5A o 2A); basta realizzare una piccola scheda con un ingresso com-

patibile con lo spinotto dell'alimentatore e a valle si utilizza un regolatore a 5V (va bene il classico 7805 con contenitore TO-220 con i tipici quattro condensatori), la cui uscita andrà ad alimentare le periferiche esterne a 5V. I 9V dell'alimentatore esterno saranno portati anch'essi in uscita e collegati ad uno spinotto jack per la presa di Arduino (Fig. 15).

- Assorbimento di 200mA per Arduino e 300mA per le periferiche a 5V, oltre che 12V 1A per le periferiche a 12V; la fonte può essere un alimentatore a 12V con una corrente erogabile di almeno 2A.

In questo caso basta realizzare una piccola scheda con un ingresso compatibile con lo spinotto dell'alimentatore, a valle si utilizza un regolatore a 5V (il solito 7805), la cui uscita andrà ad alimentare le periferiche esterne a 5V; i 12V dell'alimentatore esterno saranno portati anch'essi in uscita e sdoppiati su due prese: una da collegare ad uno spinotto jack per la presa di Arduino e l'altra da collegare alle periferiche a 12V (Fig. 16).

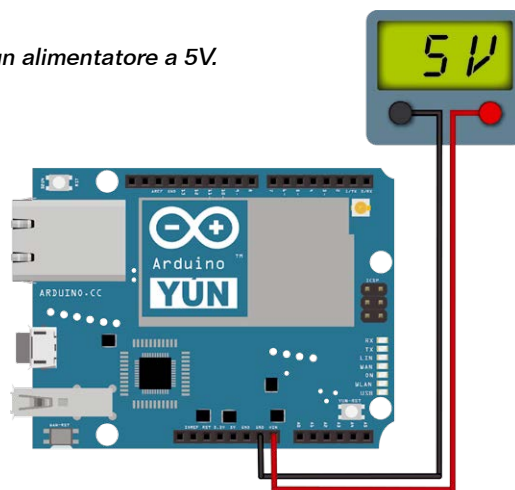
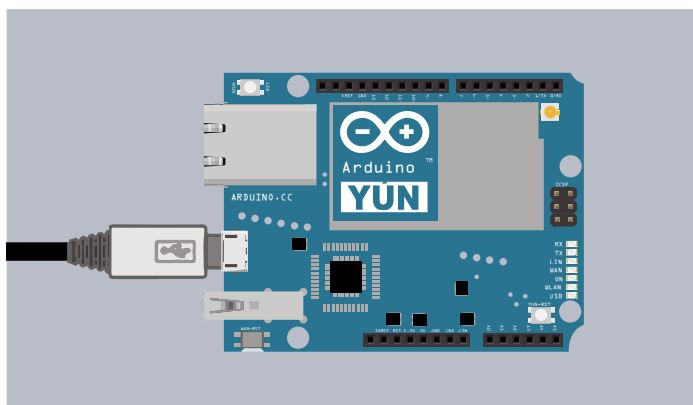
NOTA SU ARDUINO YÚN

Concludiamo questo articolo con una nota particolare che riguarda Arduino YÚN visto che, pur richiedendo 5V, questa scheda ha un sistema di alimentazione che si differenzia da tutte le altre board. Non avendo un regolatore di tensione a bordo, la Arduino YÚN può essere alimentata esclusivamente con un'alimentazione stabilizzata di 5V (Fig. 17):

1. tramite la sua porta micro-USB;
2. attraverso il pin Vin al quale occorre fornire esattamente 5V, proprio a motivo dell'assenza di un regolatore di tensione a valle.

È infine da tenere presente che, contrariamente alle altre board Arduino, la YÚN non può essere alimentata tramite il pin 5V presente sull'header laterale. Infatti, come chiaramente visibile nello schema elettrico originale (<http://arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-Yun-schematic.pdf> a pagina 5) sul pin 5V Arduino YÚN ha un diodo (siglato D9) che permette di far uscire la corrente dal 5V ma non di riceverla da esso.

Fig. 17 - Alimentazione di Arduino YÚN: a sinistra, da USB e a destra con un alimentatore a 5V.

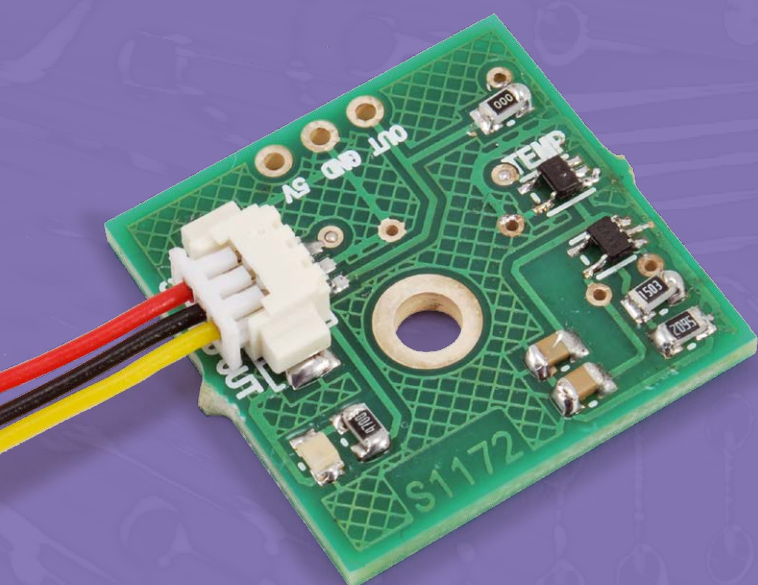


Misura della temperatura con segnale analogico e conversione analogico/digitale sono le funzioni implementate dalle schede qui descritte, ideali per la prototipazione e l'aggiunta di funzioni on the fly a sistemi esistenti.



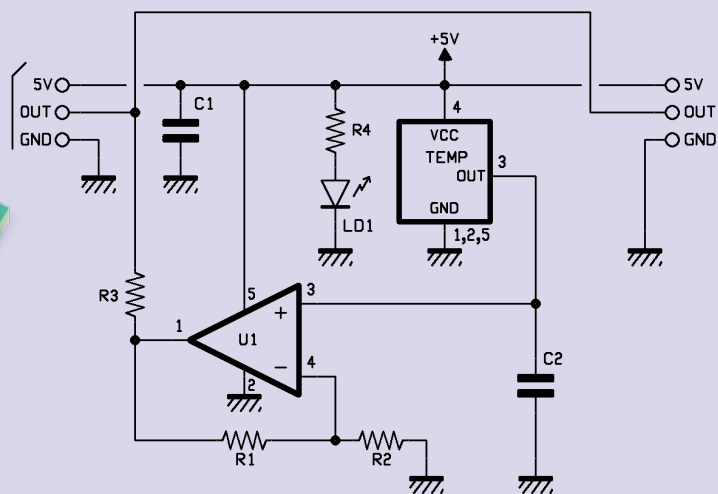
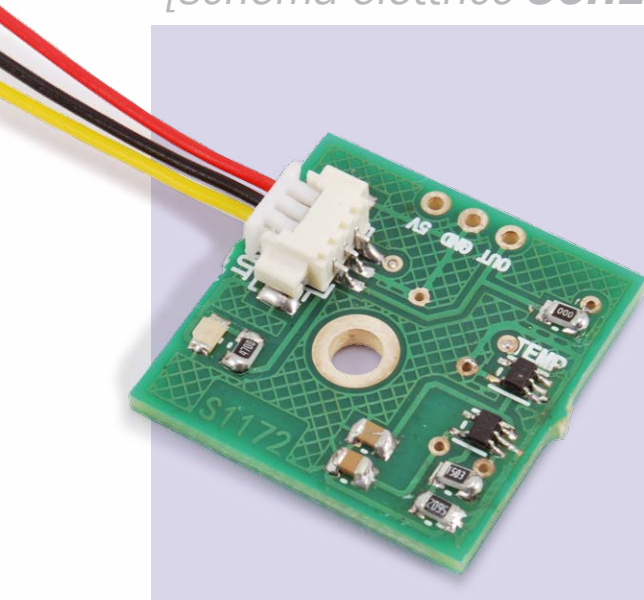
BREAKOUT BOARD TERMOMETRO E ADC

di ALESSANDRO SOTTOCORNOLA



Due nuove breakout board concludono la serie che abbiamo iniziato a descrivere nel fascicolo n° 191; queste schede di prototipazione nascono per rendere disponibili, anche agli hobbisti alle prime armi, i componenti di difficile montaggio o comunque di grande utilità, montati su piccole schede elettroniche facilmente integrabili tra di loro, i piedini delle quali sono facilmente accessibili su piazzole o pin-strip. La lunga serie di breakout board da noi

proposta ha spaziato fin qui dai sensori di temperatura, umidità e pressione, agli stadi di alimentazione, agli optoisolatori e agli attuatori a relé, fino ai convertitori D/A; vi abbiamo perciò proposto schede che coprono una gran quantità di applicazioni e che abbinate, ad esempio, ad Arduino o ad altra scheda di prototipazione a microcontrollore, permettono di testare varie configurazioni prima di realizzarne il circuito definitivo. In queste pagine



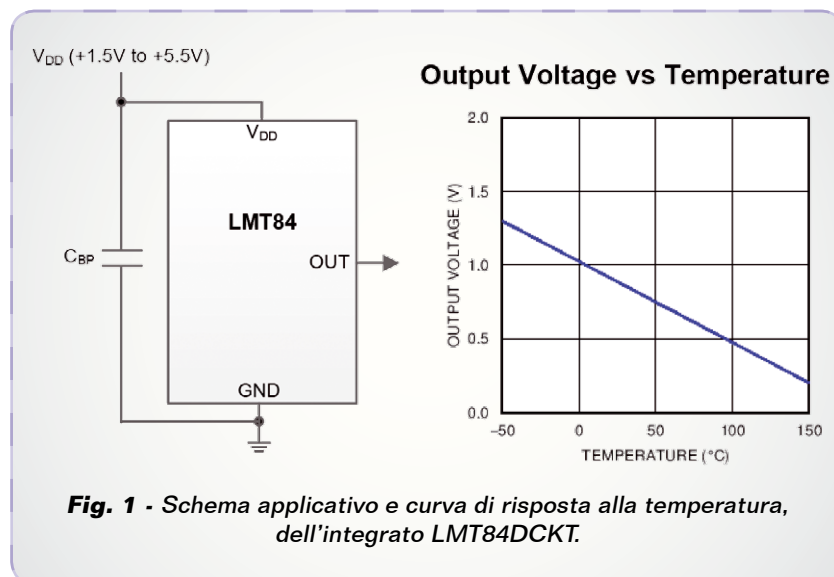
proponiamo, a conclusione del filone, una scheda contenente un modulo A/D converter ed un sensore di temperatura con uscita analogica. Vediamo per prima quest'ultima, che è basata sul dispositivo LMT84DCKT prodotto dalla Texas Instruments.

SCHEDA CON SENSORE DI TEMPERATURA

Oltre che sul sensore analogico, la breakout si basa sull'operazionale MCP6L01T-E/LT della Microchip, che nel nostro circuito serve ad amplificare la tensione fornita in uscita dal sensore, il quale rende disponibile una tensione continua di valore inversamente proporzionale a quello della temperatura alla quale si trova il proprio corpo; la massima tensione erogabile è 1,299V. Il sensore è in grado di garantire una correlazione lineare tra temperatura e tensione d'uscita ed ha un'accuratezza sulla misura di appena 0,4 °C; il grafico nella Fig. 1 fornisce un'indicazione dell'escursione della tensione d'uscita in rapporto alla temperatura. Come si vede, la variazione della tensione in funzione della temperatura

è tipicamente di -5,5 mV/°C partendo da un massimo di 1,299 mV a -50 °C. A zero gradi centigradi la tensione fornita in uscita è di poco superiore al volt. La **Tabella 1** riporta i principali valori assunti dalla tensione d'uscita per varie temperature. Il sensore analogico LMT84/LMT84-Q1 sfrutta come elemento sensibile la giunzione base-emettitore di un transistor bipolare PNP polarizzata direttamente (Fig. 2); sappiamo

che la tensione di polarizzazione diretta di una qualsiasi giunzione PN risente della temperatura in funzione di 2,5 mV di abbassamento ogni grado centigrado di incremento termico, quindi ci è facile determinare l'andamento della tensione sull'emettitore in funzione della temperatura. La variazione della caduta di tensione diretta è oltretutto costante e molto precisa, e segue quasi immediatamente quella della temperatura della giunzione,



quindi il sensore ha una risposta abbastanza pronta al cambiare della temperatura alla quale viene esposto.

Nell'LMT84DCKT, l'emettitore del transistor sensore è collegato al buffer di uscita a MOSFET push-pull a simmetria complementare (canale N e canale P) collegati a source comune.

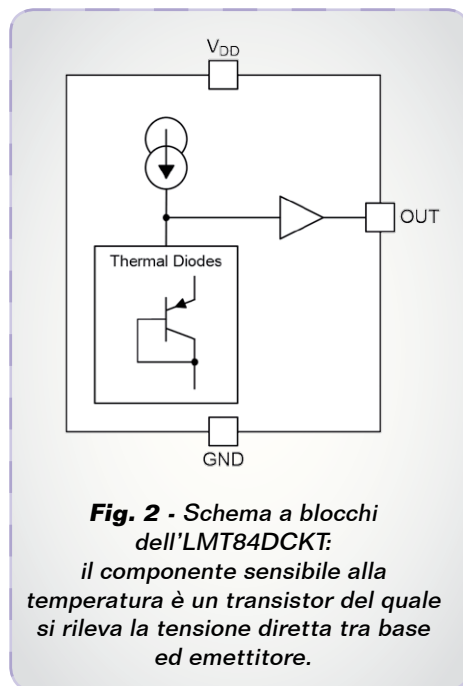
Il componente può funzionare a tensioni di alimentazione bassissime (da 1,5 a 5,5 volt) e in un ampio campo di temperature (da -50 a 150°C) tanto da essere omologato per l'utilizzo nel settore industriale e nell'automotive. Il ridottissimo assorbimento in assenza di carico all'uscita, di appena 5,4 μA , rende l'integrato ideale per applicazioni battery-powered.

L'uscita del sensore è provvista, come anticipato, di MOSFET configurati a simmetria complementare, quindi può erogare correnti dell'ordine di $\pm 50 \mu\text{A}$ senza che la tensione fornita venga minimamente alterata; questa configurazione garantisce la perfetta corrispondenza tra temperatura e tensione erogata ed assicura che il carico non falsi

la misura. L'integrato LMT84 è reso disponibile dalla Texas Instruments in vari formati: SC70 (SOT 5) o SOT-23-5 per montaggio superficiale, ma anche TO-92 (LMT84/LMT84-Q1) e TO-126.

Nel nostro circuito abbiamo utilizzato la versione in contenitore SOT-23-5 a cinque contatti, siglata LMT84DCKT.

Guardando lo schema elettrico della scheda in cui il sensore è inserito, vediamo che l'uscita del componente non pilota direttamente quella della breakout board ma l'ingresso di un amplificatore di tensione ad operazionale, basato sull'MCP6L01T-E/LT; questo componente, in versione SMD anch'esso, è montato in configurazione non-invertente (funziona ad alimentazione singola senza condensatori di disaccoppiamento, dato che ci serve per amplificare tensioni continue) e con gli attuali valori delle resistenze che formano il partitore di retroazione ($R1/R2$) presenta un guadagno in tensione pari a 3,857. Di conseguenza a -50°C si avrà una tensione di 5,01 V, mentre a +150°C si avranno in uscita dal circuito 0,705 V.



Per non vanificare le ottime prestazioni del sensore in fatto di tensione di lavoro, abbiamo scelto questo operazionale perché è in grado di funzionare tra 1,8 e 6 volt (a riposo assorbe soltanto 85 microampere) e dispone di un'uscita di tipo rail-to-rail (cioè la cui tensione può spaziare tra quella di alimentazione negativa, che nel nostro caso è la massa, e quella positiva); l'operazionale presenta un prodotto larghezza

[schema elettrico **SCHEMA ADC**]

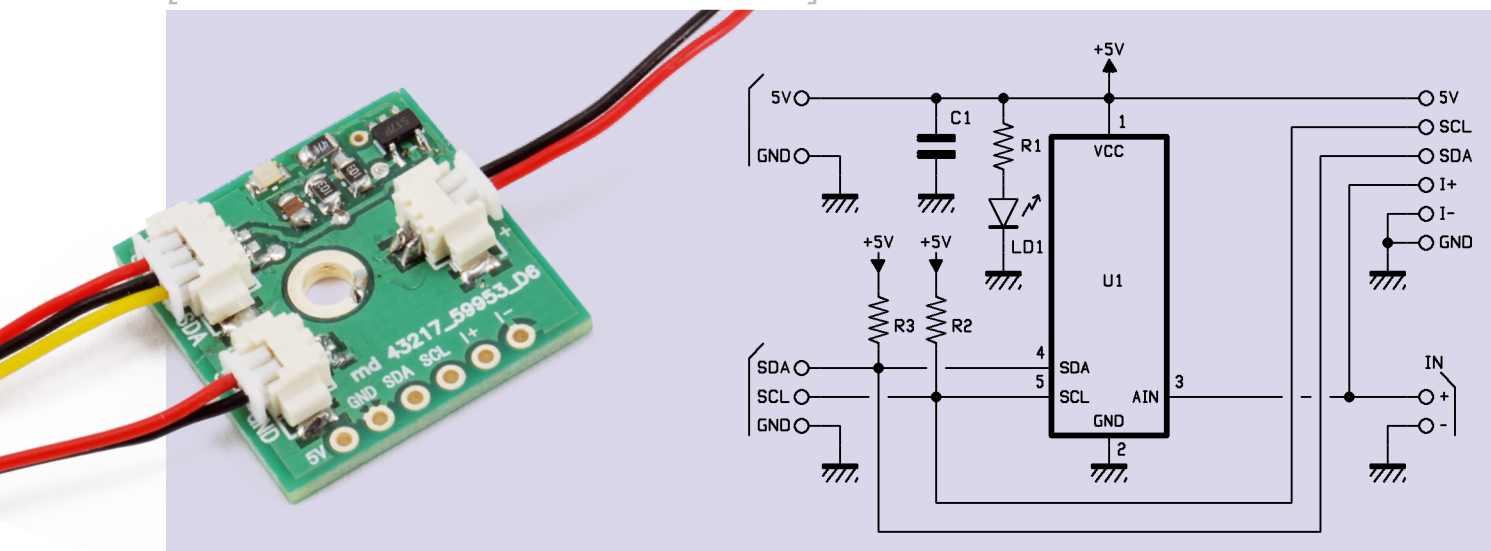


Tabella 1 - Corrispondenza tra i valori della temperatura e quelli della tensione fornita in uscita dall'integrato LMT84DCKT.

TEMP (°C)	V _{OUT} (mV)	TEMP (°C)	V _{OUT} (mV)	TEMP (°C)	V _{OUT} (mV)	TEMP (°C)	V _{OUT} (mV)	TEMP (°C)	V _{OUT} (mV)
-50	1299	-10	1088	30	871	70	647	110	419
-49	1294	-9	1082	31	865	71	642	111	413
-48	1289	-8	1077	32	860	72	636	112	407
-47	1284	-7	1072	33	854	73	630	113	401
-46	1278	-6	1066	34	849	74	625	114	396
-45	1273	-5	1061	35	843	75	619	115	390
-44	1268	-4	1055	36	838	76	613	116	384
-43	1263	-3	1050	37	832	77	608	117	378
-42	1257	-2	1044	38	827	78	602	118	372
-41	1252	-1	1039	39	821	79	596	119	367
-40	1247	0	1034	40	816	80	591	120	361

di banda x guadagno pari a 1 MHz, che in un'applicazione come questa non è critico (abbiamo a che fare con tensioni continue...) ma che comunque è utile in caso di rapide variazioni della tensione fornita in uscita dal sensore. Anche l'operazionale, come il sensore di temperatura, è dichiarato come rispondente al grado automotive, perciò può lavorare a temperature comprese tra -40 e +125°C.

La nostra scheda rende disponibili sui lati i connettori miniatura a passo 1,25 mm per portare l'alimentazione e il segnale di uscita; come in tutte le altre schede proposte nei precedenti articoli, sul circuito stampato abbiamo previsto una serie di fori a passo 2,54 mm in cui saldare un eventuale pin-strip per consentire l'innesto della breakout board in altre schede dove va integrata la funzione corrispondente. La linea di alimentazione è filtrata dai disturbi mediante il condensatore ceramico C1; il condensatore C2 filtra la linea di uscita del sensore introducendo un ritardo minimo (appena 1 millisecondo) nell'adeguamento della tensione d'uscita alle variazioni della temperatura rilevata. Sulla linea di alimentazione è stato inserito il LED LD1, che illuminandosi indica quando il circuito è sotto tensione e quindi operativo.

SCHEDA CON ADC

Passiamo adesso alla seconda ed ultima breakout board, che è quella contenente il convertitore analogico/digitale MCP3221 di casa Microchip. L'integrato qui utilizzato permette la conversione A/D della tensione applicata in ingresso con una risoluzione di 12 bit (quindi 4.096 valori). Il risultato della conversione

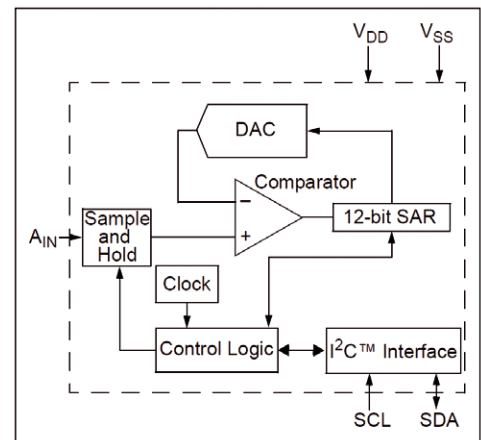


Fig. 3 - Schema a blocchi del convertitore A/D della Microchip.

è in funzione della tensione di alimentazione, nel senso che la definizione e di conseguenza la dinamica del segnale campionabile in ingresso, dipende dalla tensione di alimentazione; questo perché il partitore a scala di resistenze che imposta i riferimenti di tensione dei

Listato 1

```
#include <Wire.h>

#define ADDRESS 0x4D // MCP3221-A5 address in 7bit format (There are other addresses available)

float vRef = 5000; //vRef reading in mV - Check This With DMM
float stepSize = vRef/4096; //Each step = our vRef/ number of steps in 12bit

void setup(){
  Wire.begin(); //Initialize I2C comms
  Serial.begin(9600); //Initialize Serial comms
}

void loop(){
  byte adc_MSB;
  byte adc_LSB;
  int adcRaw;
  float milliVolts;

  Wire.requestFrom(ADDRESS, 2); //requests 2 bytes
  while(Wire.available() < 2); //while two bytes to receive

  adc_MSB = Wire.read();
  adc_LSB = Wire.read();
  adcRaw = (adc_MSB * 256) + adc_LSB;
  milliVolts = adcRaw * stepSize;
  Serial.print("ADC: ");
  Serial.println(adcRaw);
  Serial.print("Voltage: ");
  Serial.println(milliVolts/1000);
  Serial.print("mV/Step : ");
  Serial.println(stepSize,4);
  delay(1000);
}
```

comparatori è alimentato dalla stessa tensione di alimentazione del componente. Se il dispositivo viene alimentato a 5V, l'estensione della gamma dinamica in ingresso è altrettanto (ossia 5.000 mV) quindi la definizione, intesa come valore di tensione corrispondente alla più piccola porzione campionata (un bit dei 4.096 possibili) si ottiene dal rapporto 5.000/4.096, ovvero $V_{dd}/4.096$. Nella scheda qui proposta abbiamo usato proprio 5V, quindi il più piccolo campione corrisponde a 1,22 mV e a tanto ammonta la risoluzione. La tensione massima d'ingresso che può essere convertita senza cimatura è anch'essa in funzione della tensione di alimentazione, nel senso che deve essere minore di quest'ultima; nello specifico, la tensione sul pin AIN può essere al massimo quella della tensione di alimentazione. Il convertitore A/D ha un'uscita di tipo I²C-Bus funzionante con clock a 100 kHz nella I²C Standard Mode e fino a 400 kHz nel Fast Mode. Il campionamento avviene a una frequenza massima di 22,3 ksp/s in I²C Fast Mode. L'integrato ADC MCP3221 va

alimentato con una tensione continua di valore compreso tra 2,7 e 5,5 V, che nel circuito viene fornita dalla linea 5V, opportunamente filtrata dal condensatore C1; sulla linea di alimentazione si trova anche il LED LD1, che polarizzato tramite la resistenza di caduta R1 indica, illuminandosi, quando il circuito è alimentato e quindi operativo. L'integrato ADC MCP3221 è incapsulato in contenitore plastico per SMD di tipo SOT-23-5 ed è costruito per due range di temperatura di funzionamento: industriale (da -40 a +85°C) e automotive (da -40 a +125 °C). Le linee SCL e SDA del bus I²C sono provviste ciascuna di un resistore di pull-up collegato alla linea di alimentazione (R2 per SCL e R3 per SDA); l'indirizzo del dispositivo sul bus è posto fisso in fabbrica (ricordiamo che nello standard I²C-Bus i primi quattro bit sono il device code, che è impostato a 1001 nell'integrato MCP3221) a 101 (bit A2, A1 e A0). Microchip può impostare, ma solo per volumi, differenti codici per varie partite dell'MCP3221. Le connessioni di alimentazione,

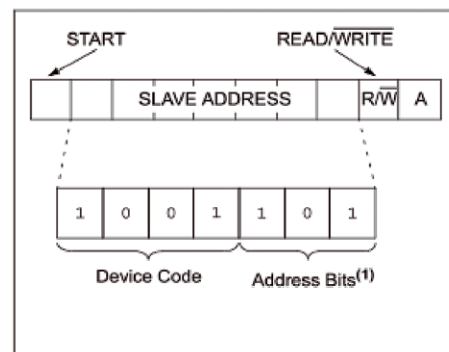


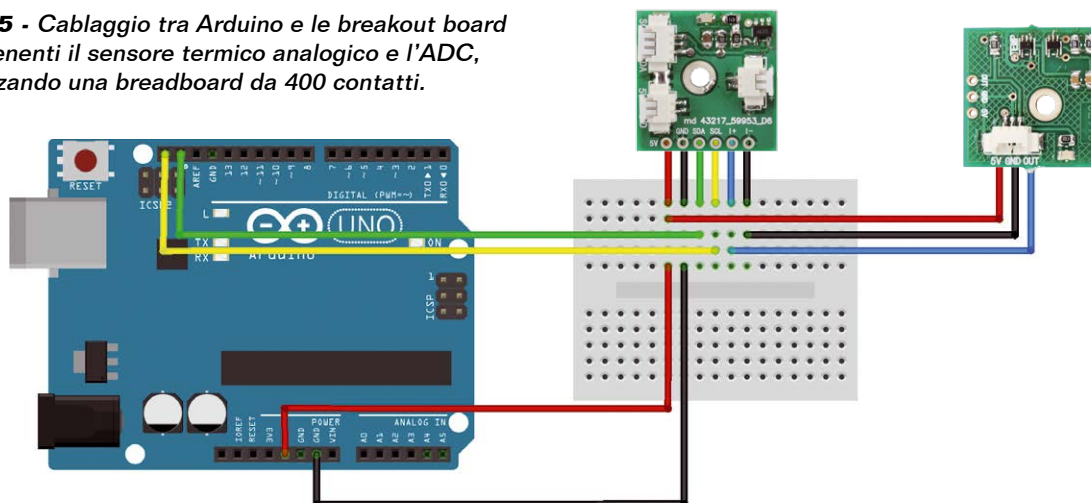
Fig. 4 - Composizione della stringa di dati inviata dal Master I²C-Bus all'MCP3221.

dell'ingresso analogico di cui digitalizzare il segnale e del bus I²C, sono rese disponibili tramite i connettori presenti a lato della scheda; le stesse sono ripetute su una fila di piazzole a passo 2,54 mm predisposta per montare un pin-strip che consente l'innesto rapido e stabile della breakout board sulla scheda elettronica dove si desidera aggiungere la funzione ADC.

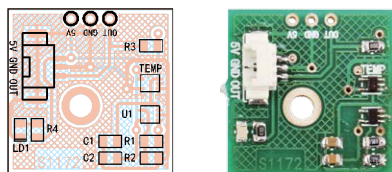
UTILIZZO DELLA SCHEDA ADC CON ARDUINO

La breakout board qui proposta è interfacciabile ad Arduino senza che ci sia bisogno di alcuna libreria specifica, in quanto

Fig. 5 - Cablaggio tra Arduino e le breakout board contenenti il sensore termico analogico e l'ADC, utilizzando una breadboard da 400 contatti.



[piano di montaggio SCHEDA SENSORE TEMPERATURA]



Elenco Componenti:

R1: 160 kohm (0805) 1%
R2: 56 kohm (0805) 1%
R3: 0 ohm (0805)
R4: 470 ohm (0805)
C1: 10 nF ceramico (0805)
C2: 330 pF ceramico (0805)
LD1: LED verde (0805)
U1: MCP6L01T-E/LT
TEMP: LMT84DCKT

Varie:

- Strip maschio 3 vie 90°
- Connettore JST 1.25mm 3 vie da CS
- Connettore JST 1.25mm 3 vie volante
- Circuito stampato

viene utilizzata la libreria Wire già disponibile di base nell'IDE di Arduino. L'integrato A/D converter può in teoria avere un proprio indirizzo tra gli 8 disponibili, il che permetterebbe di utilizzare fino ad otto breakout board collegate alle stesse linee di comunicazione SDA e SCL, ma a tal proposito va specificato che per l'utilizzo di ulteriori indirizzi non è possibile programmare l'integrato, infatti il registro che contiene l'indirizzo non è accessibile dall'I²C-Bus ma viene configurato in fabbrica. In pratica per avere indirizzi diversi da quello standard (che è 5, non a caso nel part number -MCP3221A5T- di questo integrato sta ad indicare che l'indirizzo associato è proprio 5) bisogna ordinare direttamente alla Microchip integrati con gli address desiderati; non c'è altro modo. In pratica, l'integrato potrebbe avere delle potenzialità che però Microchip non consente di gestire. L'indirizzo è lo stesso "Address Bit" che viene richiamato nel byte di comando inviato dall'unità master I²C-Bus durante l'avvio di una sessione di comunicazione, che è rappresentato in formato binario ("101") nella Fig. 4.

Per poter quindi gestire da Arduino il modulo che monta un MCP3221A5T, è necessario come prima cosa scrivere all'interno dell'IDE il codice proposto nel Listato 1.

Prima di procedere è necessario spiegare qualche aspetto dello sketch, utile a fare in modo che dalla conversione analogico/digitale possiate ottenere un valore veritiero. Il primo è che, siccome l'ADC qui proposto ha 12 bit di risoluzione, si potranno avere al massimo 4.096 campioni; inoltre il valore risultante dipende dalla tensione di ali-

mentazione del chip. Nel nostro caso, siccome l'MCP3221A5T viene alimentato a 5V, l'equazione che stabilisce la risoluzione, sarà $5000\text{mV} / 4096 = 1,22\text{mV}$. In questo modo si saprà a priori che ogni singolo step equivarrà a 1,22mV. Come è possibile vedere nel nostro codice, l'istruzione "float stepSize = vRef/4096;" serve appunto a questo.

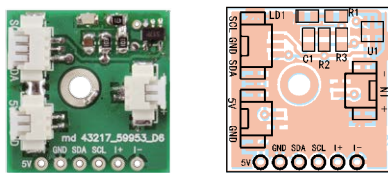
Noto il singolo Step, si potrà ora leggere il valore risultante dalla conversione e ottenere così il valore in mV con l'istruzione "milliVolts = adcRaw * stepSize;" del Listato 1.

Sempre nel nostro esempio, abbiamo utilizzato per comunicare con l'integrato utilizzato, l'indirizzo di comando I²C 0x4D che permette di comunicare con il modulo sfruttando il suo indirizzo predefinito.

Nella Fig. 5 è illustrato il cablaggio di Arduino Uno con la breakout board basata sull'MCP3221A5T, cui è stata aggiunta la scheda basata sul sensore di temperatura a uscita analogica. Con tale circuito è possibile far girare in Arduino lo sketch descritto, allo scopo di acquisire la lettura della temperatura operata dal sensore LMT84-Q1 con una precisione maggiore di quella offerta dall'ADC integrato nel microcontrollore di Arduino; infatti l'insieme proposto permette di leggere la linea di uscita della breakout board contenente l'LMT84-Q1 mediante la breakout ADC basata sull'MCP3221A5T e di inviare ad Arduino, tramite l'I²C-Bus, i dati corrispondenti alla conversione analogico/digitale spezzati in due byte.

Il vantaggio è che mentre l'A/D converter dell'ATmega328P di Arduino Uno ha una risoluzione di 10 bit, l'integrato MCP3221A5T contenuto nella

[piano di montaggio SCHEDA ADC]



Elenco Componenti:

R1: 470 ohm (0805)
R2: 10 kohm (0805)
R3: 10 kohm (0805)
C1: 100 nF ceramico (0805)
LD1: LED verde (0805)
U1: MCP3221A5T-I/OT

Varie:

- Strip maschio 6 vie 90°
- Connettore JST 1.25mm 2 vie da CS (3 pz.)
- Connettore JST 1.25mm 2 vie volante (3 pz.)
- Circuito stampato

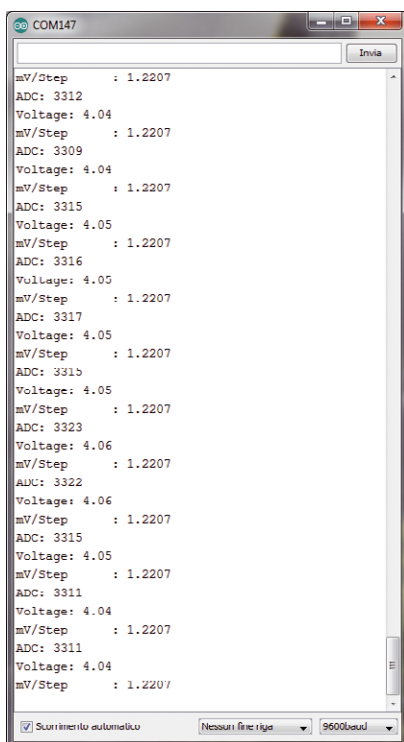


Fig. 7 - Avviando il firmware, è possibile vedere i valori di tensione in arrivo dall'ADC nella finestra Serial Monitor dell'IDE di Arduino: ci pensa l'istruzione *Serial.print*.

breakout board ADC campiona a 12 bit, quindi con la soluzione proposta in Fig. 5 si ottiene una risoluzione quadrupla (a 4.096 campioni rispetto ai "soli" 1.024 di cui Arduino Uno è capace) rispetto al campionamento diretto da parte di Arduino.

Nel circuito proposto, tramite la breadboard si connette l'uscita della breakout board col sensore di temperatura analogico all'ingresso analogico della scheda con l'ADC, in modo che questo campioni la tensione fornita dall'LMT84-Q1.

REALIZZAZIONE PRATICA

Bene, passiamo adesso alla costruzione delle breakout board, le quali, lo ricordiamo, sono anche disponibili in versione già

montata da Futura Elettronica (www.futurashop.it), quindi chi non fosse attrezzato per i montaggi SMT potrà procurarsele già pronte. Per chi optasse per l'autocostruzione, vediamo cosa bisogna fare per ottenere le due schede; per prima cosa dovete preparare gli stampati di vostro interesse, seguendo le tracce pubblicate nel nostro sito web www.elettronica.in.it.

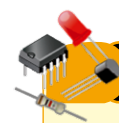
Ottenuto il c.s. disponetevi i componenti iniziando dall'integrato del caso. Ricordiamo che per una buona saldatura è consigliabile operare con un saldatore da 20 o 25 watt a punta fine e filo di lega saldante del diametro di 0,5 mm o meno, stagnando le piazzole interessate e poi ricoprendole di flussante per agevolare la saldatura dei terminali; conviene altresì servirsi di una lente d'ingrandimento, meglio se di quelle illuminate da tavolo, per verificare che i componenti siano centrati rispetto alle rispettive piazzole e che non vi siano baffi di stagno a creare cortocircuiti.

La disposizione e l'orientamento dei componenti sono visibili nei disegni di montaggio e nelle foto dei prototipi che trovate in queste pagine. Per la breakout board con il sensore di temperatura, prestate attenzione all'orientamento del sensore e dell'operazionale: entrambi hanno tre piedini da un lato e due da quello opposto, perciò in teoria non potete sbagliare orientamento. Fate attenzione al verso del LED e non dimenticate il connettore miniatura a passo 1,25 mm.

Per quanto riguarda la scheda con l'integrato ADC, che è in case SOT-23, dovete saldare il componente nel verso indicato, aiutandovi con il flussante per evitare che lo stagno unisca

piedini vicini tra loro (il passo è piccolissimo) e con una lente d'ingrandimento. Completate anche questo circuito con il LED (attenzione all'orientamento indicato) e con i componenti passivi previsti.

Per entrambe le schede montate i connettori laterali in SMD a passo 1,25 mm: sono due da 2 vie ed uno a tre vie per la breakout board dell'ADC (ingresso analogico, alimentazione e bus I²C) e uno a tre vie (+/- 5 volt e uscita) per quella del sensore di temperatura. Comunque considerate che i connettori SMD sono opzionali, perché potete prelevare le connessioni anche solo dalle piazzole previste allo scopo e posizionate sul bordo del circuito stampato, ovvero realizzare l'interconnessione con una fila di pin a passo 2,54 mm; questo è utile se prevedete di inserire le breakout board direttamente sul circuito stampato di un'altra apparecchiatura. Ciò semplificherà il collegamento e l'utilizzo di ciascuna scheda, sollevandovi dall'onere di provvedere all'ancoraggio meccanico. ■



per il MATERIALE

Le schede vengono fornite assemblate e comprese di cavetto e possono essere acquistate presso Futura Elettronica. Il modulo temperatura analogico è disponibile a euro 12,00 (cod. BREAKOUT011) mentre il modulo ADC è acquistabile a euro 12,00 (cod. BREAKOUT012).

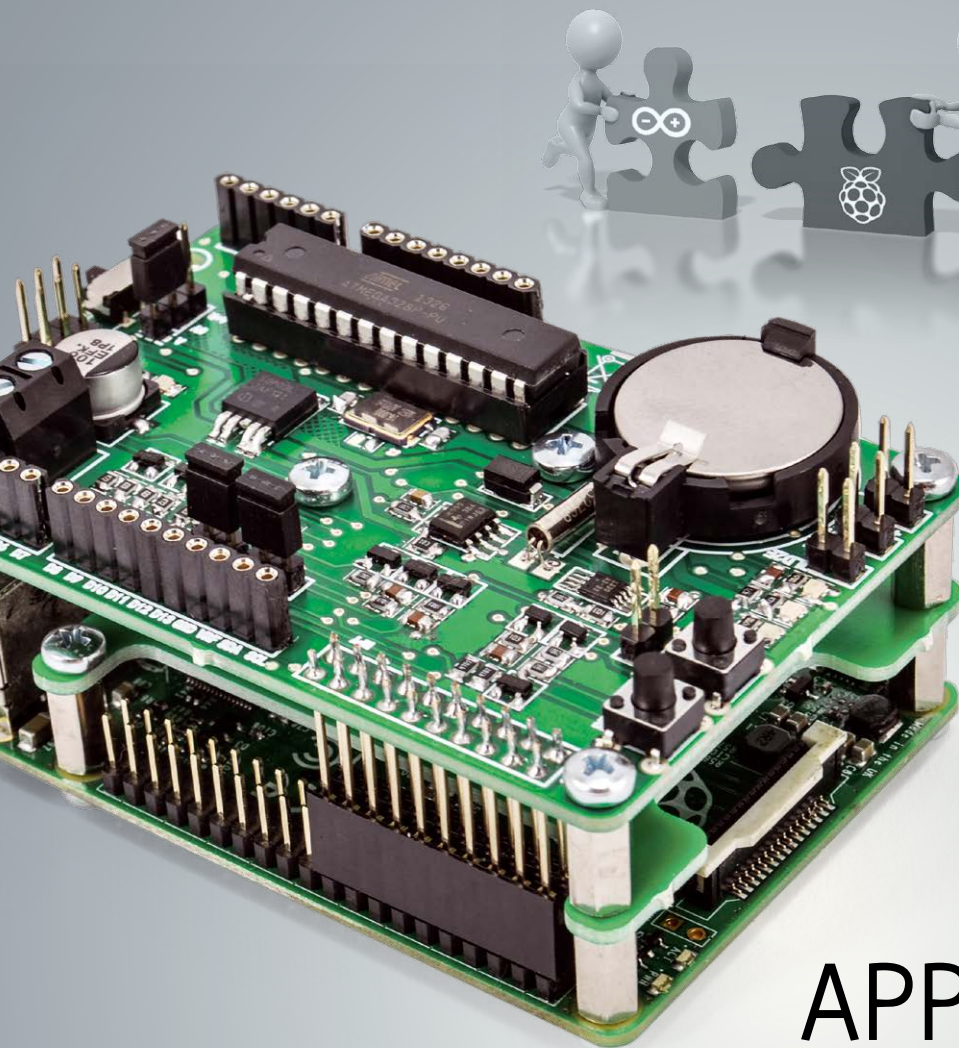
I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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

Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287

<http://www.futurashop.it>



Facciamo un po' di pratica con la scheda che fa da ponte tra i mondi Arduino e Raspberry Pi, realizzando un sofisticato sistema antintrusione.

RANDA: PRIMA APPLICAZIONE

dell' Ing. DANIELE DENARO

Randa è la scheda che abbiamo realizzato per far cooperare Arduino e Raspberry Pi: si monta su quest'ultima board e apre un mondo di possibilità che non esisterebbe con le due unità prese distintamente. Per immaginare i possibili utilizzi basta un po' di fantasia, perché in essa ci sono gli elementi per utilizzarla dove si impiegano sia Arduino che Raspberry Pi. Prima di sottoporvi qualche applicazione complessa e completa cui stiamo pensando, per farvi fare un po' di pratica vi proponiamo qualche spunto concreto, partendo da una prima applicazione in cui si fa uso di un dispositivo molto diffuso e ormai economicissimo: la Webcam.

CONTROLLO AMBIENTALE VIDEO

Utilizzando una Webcam standard a interfaccia USB e un servo di tipo micro (come ad esempio il servo 7300-SERVO206 della Futura Elettronica,

www.futurashop.it), possiamo costruire una piattaforma con Webcam brandeggiante di cui controllare il movimento entro un'escursione di 180 gradi (**Fig. 1a e 1b**). Bisogna quindi collegare la Webcam a Raspberry Pi, tramite una presa USB, e i tre fili del servocomando a Randa, badando che il rosso (centrale) vada sul pin corrispondente al 5V, il marrone vada sul pin GND ed infine il giallo termini su un pin di output per il pilotaggio: per esempio il D10. Per visualizzare l'immagine fornita dalla telecamera tramite web possiamo utilizzare il software "motion" installabile su Raspberry Pi tramite il comando:

```
sudo apt-get install motion
```

Ma prima è meglio aggiornare il sistema tramite il comando:

Fig. 1a - Elementi per controllo ambientale.

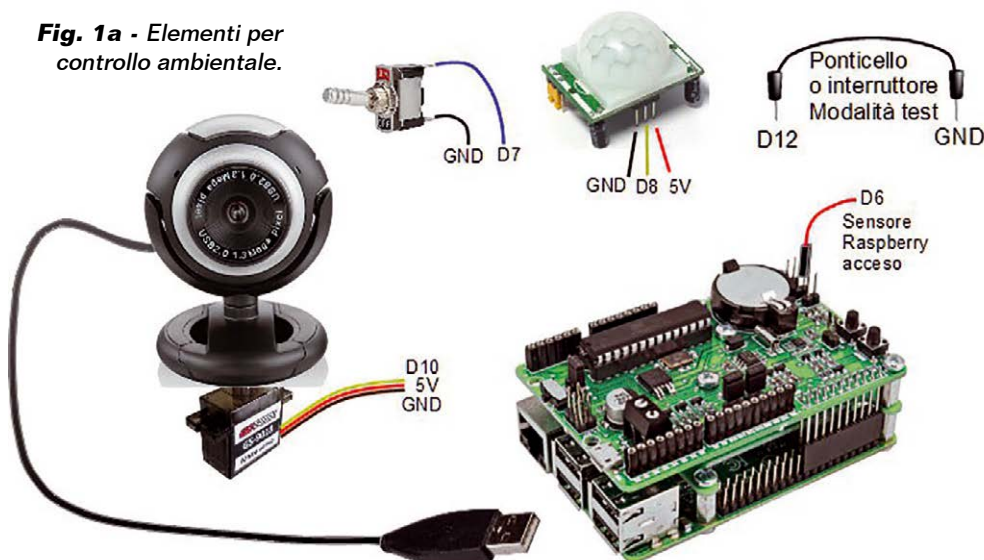


Fig. 1b - Webcam con brandeggio e PIR per rilevazione intrusione.

`sudo apt-get update.`

Tale software ha anche una gestione integrata del rilevamento del movimento, tuttavia per questa volta utilizzeremo, come rilevatore di intrusione, un sensore PIR (per esempio 2846-PIRMOD della Futura Elettronica): il motivo è che sfrutteremo la possibilità offerta da RandA di accendere Raspberry Pi, così da mantenere acceso solo Arduino, che ha un consumo molto basso. Per darvi un'idea dello scenario che si configura, nella **Tabella 1** sono riassunti alcuni dati di consumo;

da essa vediamo che con Arduino in power-down, il consumo si riduce a soli 7 mA (o 12 mA in configurazione operativa per il controllo ambientale). Potremo allora collegare il sensore PIR al pin D3, che corrisponde all'interrupt esterno numero 1, per far svegliare Arduino, che a sua volta attiva Raspberry Pi. Ma, per non complicare troppo lo sketch, in questa applicazione ci accontenteremo di consumare "ben" 28mA, in attesa dell'evento "intrusione".

Riassumendo, solo in presenza di segnalazione da parte del

sensore PIR, Arduino accenderà Raspberry Pi, la quale ordinerà di scattare una foto e poi la acquisirà e la spedisce via e-mail; allo scopo Raspberry Pi rimarrà accesa per un eventuale collegamento via web, permettendo una visione continua e panoramica dell'ambiente.

Il controllo ambientale sarà attivato o disattivato dalla commutazione di un interruttore collegato ad Arduino (al pin D7) che permette l'uscita o il rientro nel locale sotto controllo. Inoltre un ulteriore pin (il pin D6) sarà usato per verificare se Raspberry Pi è accesa o meno. Questo pin è infatti collegato al polo positivo del connettore LD3, che è in parallelo all'alimentazione; notare che se il pin LD3 venisse usato per pilotare un LED esterno, la tensione al polo positivo si ridurrebbe a 1,2V e quindi bisognerebbe leggerne lo stato con un ingresso analogico (ad esempio A0). Risolta la parte meccanica ed effettuati i collegamenti, si tratta ora di passare al software. In particolare dovremo:

- configurare opportunamente il programma "motion";
- creare una pagina HTML in cui visualizzare lo "stream" della Webcam;

Tabella 1 - Consumi.

Arduino Uno (alimentato da USB (con clock a 16MHz))	Funzionamento normale. (Consumo dovuto ad ATmega328P + circuiti di interfaccia USB).	Circa 48mA (senza collegamenti sulle porte).
	Funzionamento in Sleep (Power Down Mode) risvegliabile con interrupt esterno (pin 2 o 3). I circuiti di interfaccia USB rimangono attivi; l'ATmega in realtà consuma pochi microampere.	Circa 34mA (dovuti quasi completamente alla scheda).
RandA (con Raspberry Pi Plus e clock dell'ATmega328P di 16MHz)	Funzionamento normale Arduino+RaspberryPi Plus (Arduino comprende solo l'ATmega328P, perché mancano i circuiti di interfaccia USB).	Circa 330mA .
	Funzionamento con Raspberry Pi spenta. (Solo ATmega328P ma con i collegamenti a PIR e servo attivi).	Circa 28mA . (23mA senza servo)
	Funzionamento con Raspberry Pi spenta e Arduino in Sleep (Power Down Mode) risvegliabile con interrupt esterno. Questa volta l'ATmega consuma qualche milliampere anche in power down a causa delle porte collegate a Raspberry Pi.	< 7mA 3,2mA(ATmega) 3,7mA(scheda senza altro) 12mA con PIR e servo collegati

- inserire nella pagina i comandi per il brandeggio;
- creare gli script CGI per comandare Arduino;
- creare uno sketch Arduino per rilevare la segnalazione del PIR, accendere Raspberry Pi e pilotare il servo secondo i comandi ricevuti da Raspberry Pi sulla seriale; lo sketch deve inoltre rilevare la commutazione dell'interruttore di attivazione/disattivazione.

L'attività principale è quella di rilevare il movimento sulla base della modifica nel tempo di un certo numero di pixel. Tutti i parametri, ossia numero di pixel necessari a far scattare l'evento, margine di errore, possibili zone dell'inquadratura da controllare ecc., sono modificabili agendo su un lungo file di configurazione di nome "motion.conf".

Nel caso si realizzi l'evento, può scattare una (o più) foto, o registrare un filmato di lunghezz-

vo dell'applicazione, le decine di secondi necessari allo startup di Raspberry Pi non hanno alcuna influenza sulla cattura dell'evento, che certamente non si esaurisce in pochi secondi.

A questo punto Raspberry Pi rimane accesa ed è pronta a ricevere una eventuale connessione http sulla pagina HTML predisposta allo scopo; la pagina permette la visualizzazione dello stream instradato dalla porta del server di "motion" (porta 8081,

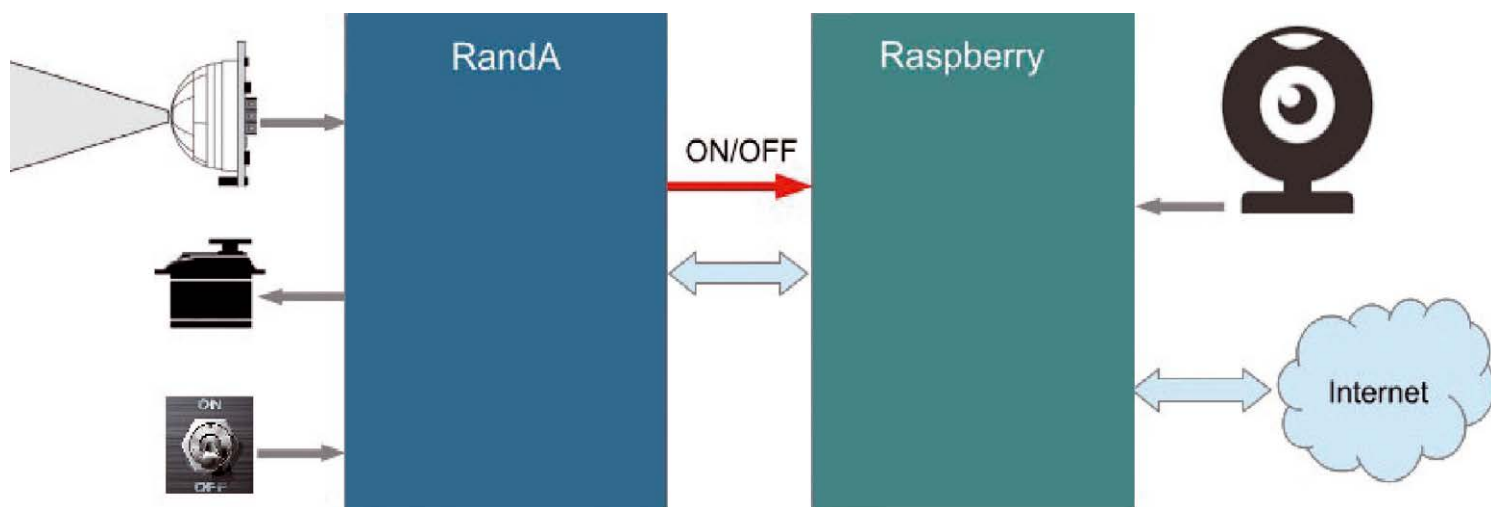


Fig. 2 - Schema generale.

IL PROGRAMMA "MOTION"

Il software "motion" è un potente strumento (gratuito) di gestione video finalizzato al rilevamento del movimento che avviene di fronte ad una Webcam. Nel sito www.lavrsen.dk/foswiki/bin/view/Motion/WebHome è presente una completa documentazione.

In realtà, "motion" ha molte altre funzionalità: innanzi tutto comprende un server http dedicato allo streaming della Webcam; poi può essere pilotato nella gestione delle caratteristiche video anche da remoto, mediante una ulteriore porta http (funzionalità che noi non useremo).

za prestabilita. Inoltre, sempre in caso di evento, può lanciare uno script; nell'applicazione qui descritta useremo questa funzione per inviare una e-mail con foto allegata.

In sostanza, quando il nostro sensore primario PIR rileverà un movimento, dirà a RandA di accendere Raspberry Pi, la quale avvierà "motion". Dopo un certo ed inevitabile ritardo dovuto al tempo di startup di Raspberry Pi, "motion" sarà pronto a rilevare in modo autonomo l'attività nel locale sotto osservazione e quindi potrà scattare la foto e spedire l'e-mail. È chiaro che, visto l'obietti-

modificabile). La pagina permette anche di inviare un comando di reset che ripristina la situazione di partenza, spegnendo Raspberry Pi.

Per consentire il controllo della visione della Webcam, è stata predisposta una modalità "test Webcam", in cui Raspberry Pi viene accesa immediatamente quando RandA rileva la commutazione dell'interruttore, e rimane accesa senza rilevare il movimento e senza scattare foto. In questo modo il server web è sempre disponibile per la visione ed il movimento della Webcam. La modalità "test" viene attivata,

Tabella 2

Variabile	Valore originale	Configurazione per rilevazione movimento	Configurazione per visione da browser	Descrizione
daemon	off	on	on	Parte in background.
process_id_file	/var/run/motion/motion.pid	/tmp/motion.pid	/tmp/motion.pid	File che contiene il PID del processo. Utile per chiuderlo.
framerate	2	24	24	Fotogrammi al secondo per sequenza di foto e filmati.
output_normal	on	first	off	Scatta e salva foto quando rileva movimento: <i>off</i> disabilita, <i>first</i> salva la prima foto scattata.
gap	60	10	60	Secondi per dichiarare chiuso l'evento.
ffmpeg_cap_new	on	off	off	Filmati mpeg (disabilitati).
Webcam_maxrate	1	24	24	Fotogrammi al secondo come Webcam.
Webcam_localhost	on	off	off	Visione solo locale (no).
control_port	8080	0	0	Controllo remoto del programma (disabilitato).
on_picture_save	non attivo (commentato)	/home/pi/sendPicture.sh %f	non attivo	Script attivato quando viene scattata una foto. %f contiene il nome del file.

allo startup di RandA, dal collegamento a GND del pin D12. Il file di configurazione standard di "motion" viene copiato, dall'installazione, nella directory "/etc/motion". Questo file va adattato sia per l'attività di controllo di movimento che per la visione della Webcam, ragion per cui ne faremo due copie: una che posizioneremo nella cartella "/home/pi" (cartella dell'utente pi) ed una che posizioneremo nella stessa cartella degli script CGI. La prima copia sarà utilizzata nel caso di accensione di Raspberry Pi per allarme ed avrà lo scopo di configurare "motion" per scattare la foto ed attivare lo script

che la spedisce. La seconda sarà utilizzata per l'attivazione della Webcam senza scattare foto. Il file di configurazione sarà modificato per poche voci, così come descritto nella **Tabella 2**. Secondo quanto descritto nel file di configurazione base, in caso di rilevamento di movimento è scattata una sola foto ed è posizionata nella cartella "/tmp/motion". Il nome del file conterrà un riferimento al timestamp ed è contenuto nella variabile "%f". Tra le diverse tipologie di eventi utilizzabili, noi useremo solo quella attivata dallo scatto della foto passando allo script anche il nome del file.

Notate che prima di spedire e-mail con il programma "SendMail" bisogna configurare il file "Mail.properties". Lo script attivato dallo scatto della foto si chiama "/home/pi/sendPicture.sh" ed è visibile in **Listato 1**. Il programma "motion" verrà lanciato con il comando:

motion -c nome_delfile_diconfigurazione

Come detto, il programma "motion" sarà lanciato all'accensione di Raspberry Pi, che, normalmente spenta, sarà alimentata per scattare la foto del movimento e spedirla per e-mail. Il sistema operativo Linux lancia, alla partenza, lo script "/etc/rc.local", ma invece di inserire il lancio di "motion" alla fine di questo file, consigliamo di modificare rc.local aggiungendo un collegamento ad un eventuale script posizionato nella cartella dell'utente; in tal modo potremo modificare il lancio di programmi o script senza dover andare a mettere le mani su file di sistema e senza aver bisogno di autorizzazioni di "root".

Per esempio, come mostrato nel **Listato 2**.

Nel **Listato 3** è invece descritto lo script lanciato alla partenza.

Listato 1 - sendPicture.sh

```
#!/bin/bash
#Nome della foto da spedire in $1 (parametro passato da motion)
/home/pi/bin/SendMail mailto=pippo.pluto@gmail.com subject="Alarm!" attach=$1
#Fatto il lavoro chiude motion
sudo pkill motion
```

Listato 2 - da aggiungere alla fine di /etc/rc.local

```
# se il file di startup personalizzato esiste lo lancia come utente pi
FSTARTUP="/home/pi/pistartup.sh"
if [ -x $FSTARTUP ];
then
    sudo -u pi /home/pi/pistartup.sh
fi
exit 0
```

PAGINA HTML DEL WEB SERVER

In questa applicazione il Web Server è attivato solo in conseguenza di un allarme (eccetto che in modalità test); l'accesso dovrà essere abilitato solo tramite password, per impedire ad estranei la possibilità di sbirciare con la Webcam nel nostro locale.

In Tomcat, per abilitare la protezione bisogna intervenire sul file `"/WEB-INF/web.xml"` presente nella cartella che contiene l'applicazione. Per isolare l'applicazione è il caso di non usare la cartella base `"ROOT"` del Web Server e creare, invece, una nuova cartella in `"webapps"` che è la cartella generale delle applicazioni web. Infatti, oltre all'applicazione di base presente in `ROOT`, in `webapps`, si trovano altre cartelle corrispondenti ognuna ad un'applicazione (che sia statica, con servlet o con uso di CGI). Ma ogni cartella deve contenere le sotto-cartelle `META-INF` e soprattutto `WEB-INF` con un file `web.xml`.

Creiamo, quindi una cartella `"ControlloAmbientale"` in cui creiamo le due sottocartelle `"META-INF"` e `"WEB-INF"`. In `"ControlloAmbientale"` metteremo la nostra pagina HTML. Invece in `"WEB-INF"` creeremo un file `web.xml`, come si vede nel **Listato 4**. A questo punto dovremo creare l'autorizzazione per l'applicazione intervenendo sul file `"/home/apache-tomcat-7.0.47/conf/tomcat-users.xml"` aggiungendo la riga:

```
<user username="pippo"
password="pluto" roles="Controllo" />
```

ovviamente username e password sono stati scelti casualmente e dovete sostituirli con quelli che desiderate. Infine creeremo la cartella `"cgi"` in `"WEB-INF"` che conterrà gli

Listato 3 - pistartup.sh

```
#!/bin/bash
#exit 0 #per disabilitare lo script togliere il commento
ser=/dev/ttyS0
stty -F $ser 9600
sleep 5
echo "M" > $ser
echo "Comando M" > /home/pi/start.log
# ritardo per dare tempo ad Arduino di rispondere
sleep 1
# legge la risposta di Arduino
read -r -t 2 replay < $ser
if [ ${#replay} -lt 4 ]; then
    echo "Nessuna risposta!" >> /home/pi/start.log
    exit 1
fi
replay=${replay:0:4}
echo $replay >> /home/pi/start.log
if [ $replay = "TEST" ]; then
    echo "No motion" >> /home/pi/start.log
    exit 0 #se in modalità test esce
fi
if [ $replay = "CTRL" ]; then
    echo "Start motion!" >> /home/pi/start.log
    # altrimenti chiude eventuale processo motion attivo
    sudo pkill motion
    # e attiva motion con rilevatore di movimento ed invio foto
    motion -c /home/pi/motion-detect.conf
fi
```

script bash dell'applicazione. La pagina HTML (per esempio di nome `"WebCam.html"`) va posta nella cartella dell'applicazione

(`ControlloAmbientale`) e quindi sarà referenziata come:

<http://...../ControlloAmbientale/WebCam.html>

Listato 4 - web.xml

```
<web-app xmlns="http://java.sun.com/xml/ns/javaee"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://java.sun.com/xml/ns/javaee
http://java.sun.com/xml/ns/javaee/web-app_3_0.xsd"
version="3.0"
metadata-complete="true">

<description> Controllo ambientale con password</description>
<display-name>ControlloAmbientale</display-name>

<!-- Definisce il nome di una regola di sicurezza -->
<security-role>
  <description>ControlloAmbientale</description>
  <role-name>Controllo</role-name>
</security-role>

<!-- La regola di sicurezza si intende applicata alla seguente URL -->
<!-- Il metodo di sicurezza applicato è quello username-password basico -->
<security-constraint>
  <web-resource-collection>
    <web-resource-name>ControlloAmbientale</web-resource-name>
    <url-pattern>/*</url-pattern>
  </web-resource-collection>
  <auth-constraint>
    <role-name>Controllo</role-name>
  </auth-constraint>
</security-constraint>

<login-config>
  <auth-method>BASIC</auth-method>
  <realm-name>ControlloAmbientale</realm-name>
</login-config>
<!-- -->
</web-app>
```

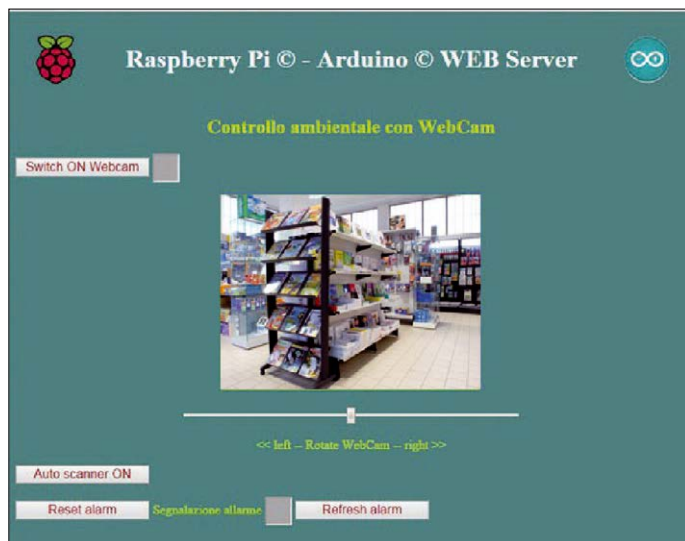



Fig. 3
Pagina HTML
Webcam.

Per l'accesso sarà richiesta l'autorizzazione tramite lo username e la password che abbiamo specificato. La pagina prevede l'utilizzo di un browser abilitato ad

HTML5 a causa del cursore (slide) e della modalità semplificata per visualizzare lo stream della Webcam; vi suggeriamo Chrome, che presenta una migliore grafica

per questi nuovi elementi di HTML5 rispetto a Internet Explorer. La pagina sostanzialmente contiene:

- il riquadro dove è visualizzato lo stream della Webcam;
- un cursore per muovere la Webcam;
- tre pulsanti, che sono uno per attivare la ricezione della Webcam, uno per attivare la modalità auto-scan (brandeggio continuo, tipo movimento del tergicristallo...) più un pulsante per fare un eventuale reset dell'allarme;
- un pulsante di refresh del segnale di allarme utile nella modalità test.

Il riquadro per lo stream è un semplice campo immagine il cui "source" fa riferimento ad un altro web server con porta 8081; infatti, il software "motion" può creare anche un suo web server per l'instradamento dello stream:

```
<div align="center">
&nbsp;
</div>
```

Naturalmente i pulsanti sono controllati da funzioni Javascript. La pagina HTML insieme a tutto il software di questa applicazione è contenuta nell'archivio compresso "ControlloAmbientale.zip" scaricabile dal sito <https://github.com/open-electronics/RandA/>.

FUNZIONI JAVASCRIPT PER COMANDARE LA WEBCAM

Le funzioni agiscono in modalità AJAX e quindi dialogano con il web server in background; in sostanza, lanciano script bash passandogli dei parametri (modalità CGI). Per l'attivazione della Webcam basta uno script bash su Raspberry Pi, ma per il movimento di essa lo script bash

Listato 5 - StartWCam.sh

```
#!/bin/bash

# Rilevazione dei parametri passati dalla chiamata http
# Sono presenti nella variabile di ambiente QUERY_STRING
# nel formato nome1=val1&nome2=val2...

qstring=$QUERY_STRING
# Sostituisce & con spazio per isolare le coppie par=val
qstring=${qstring//&/ }
# Rileva le coppie par=val e le mette in un array chiamato par
read -r -a par <<< "$qstring"
ang=-1

# Ciclo per ogni elemento p del array par
for p in ${par[@]}; do
pn=${p%*=*}          # pn contiene il nome
pv=${p#*=*}          # pv contiene il valore

# parsing del comando
if [ $pn = "wcam" ]; then
fstart=$pv
fi

done          # fine ciclo

# azione

mconfig="/home/apache-tomcat-7.0.47/webapps/ControlloAmbientale/WEB-INF/cgi/motion.conf"
if [ $fstart = "OK" ]; then
motion -c $mconfig          # lancia motion e risponde alla chiamata http
echo "Content-type: text/html"
echo ""
echo "OK"
else
pid=$(< /tmp/motion.pid)    # altrimenti chiude motion e risponde
sudo kill $pid
echo "Content-type: text/html"
echo ""
echo "NOK"
fi
```

di Raspberry Pi avrà il compito di spedire un comando a RandA tramite la porta seriale. Il cursore del brandeggio chiama la funzione corrispondente solo quando si rilascia il pulsante del mouse, quindi la posizione della Webcam viene aggiornata in modo non continuo.

SCRIPT CGI ATTIVATI DALLE FUNZIONI JAVASCRIPT

Per questa applicazione si è deciso di utilizzare la modalità CGI per non essere costretti a descrivere un'applicazione con elementi di Java e Servlet che appartengono al campo delle Web Application e non a tutti familiari.

Chi ha pratica di Java Web Application può passare facilmente ad implementare il dialogo AJAX tramite Servlet o JSP. Gli script sono concettualmente divisi in due parti: nella prima c'è la rilevazione dei parametri passati dalla funzione Javascript, mentre nella seconda parte c'è l'azione vera e propria. I parametri sono compresi nella variabile di ambiente "QUERY_STRING" che il sistema operativo passa allo script (è una attività espletata da Tomcat). In pratica si tratta di scandire la stringa per rilevare le coppie *nome=valore* separate dal carattere '&'. Una volta espletata la funzione, si può anche rispondere per esempio tramite un "echo". Infatti lo stream di output è intercettato da Tomcat e spedito via http. Gli script vanno collocati nella cartella "/WEB-INF/cgi/" dell'applicazione. Il primo script, "StartWCam.sh", lancia il programma "motion". Il secondo, "RandAcmd.sh", esegue l'interazione con RandA tramite la porta seriale "/dev/ttyS0" che corrisponde alla porta a cui RandA è collegato.

SKETCH PER IL CONTROLLO AMBIENTALE

Come detto, lo sketch prenderà il controllo del sistema, accendendo e spegnendo Raspberry quando necessario. Per prima cosa si tratta, quindi, di spostare il ponticello di SW2 sulla posizione "Arduino sempre alimentato" (fatelo con il sistema spento). Gli altri due ponticelli JP1 e JP2 sono chiusi come da configurazione standard. All'avvio, lo sketch deve abilitare il pin D7 in modalità "INPUT_PULLUP" per verificare la posizione dell'interruttore, il pin D8 in modalità "INPUT" per ricevere il segnale del PIR ed il pin D10 in modalità "OUTPUT" per comandare il servo tramite la libreria "Servo.h" che va quindi inclusa nello sketch. Inoltre deve abilitare il pin D6 in modalità "INPUT" per verificare se Raspberry Pi è accesa o spenta ed il pin D12 in modalità "INPUT_PULLUP" per verificare se l'attuale modalità è TEST o NORMALE. Infine deve predisporre la porta seriale alla velocità

Raspberry

All'accensione viene attivato lo script pistartup.sh
Lo script chiede ad Arduino se si è:
in modalità test o normale
Se in modalità test finisce
Se in modalità normale (allarme) lancia "action"
Che dopo aver operato si chiude

Fig. 4 - Attività su Raspberry Pi.

Raspberry

Il server Web è attivo
Se viene chiamata la pagina WebCam.html
Può lanciare "action" in modalità webcam
E muoverla
O controllare/resettare il flag di allarme
(tramite script
presenti nella cartella ControlloAmbientale)

predefinita (9.600) e inizializzare il servo con il comando "attach". Dalla porta seriale arriveranno i comandi degli script CGI per modificare la posizione del servo. Nella modalità normale, nel "loop" continuo, lo sketch dovrà:

1. leggere lo stato dell'interruttore per decidere se attivare le altre funzioni o mantenersi in standby (controllo disattivato); nel caso di passaggio da stato inattivo a stato operativo, do-

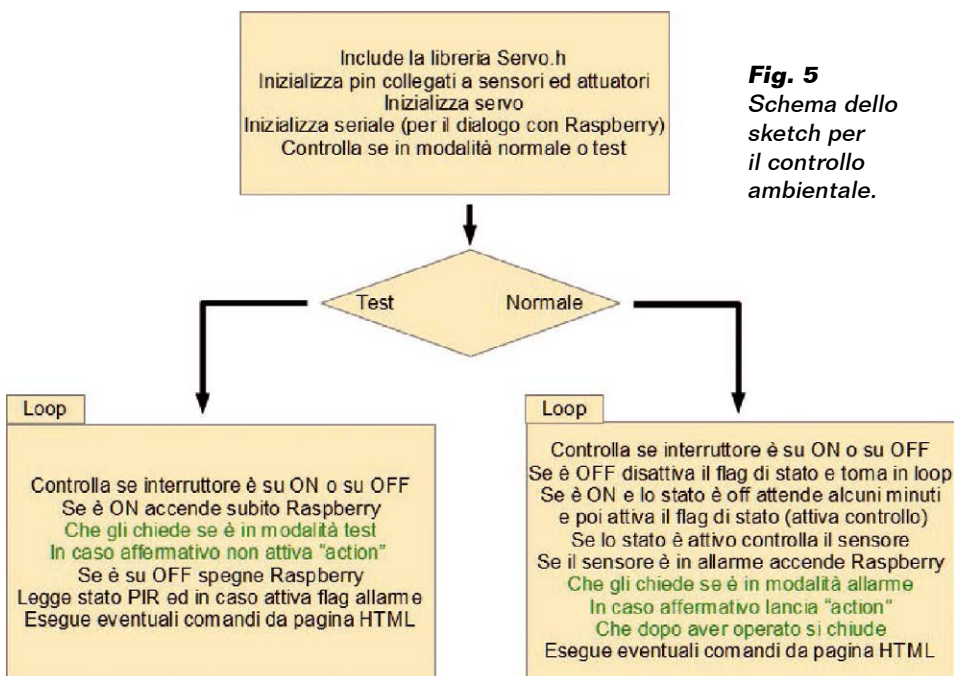


Fig. 5
Schema dello sketch per il controllo ambientale.

Listato 6 - RandAcmd.sh

```
#!/bin/bash
ser=/dev/ttyS0

# Rilevazione dei parametri passati dalla chiamata http
# Sono presenti nella variabile di ambiente QUERY_STRING
# nel formato nome1=val1&nome2=val2...

qstring=$QUERY_STRING
# Sostituisce & con spazio per isolare le coppie par=val
qstring=${qstring//&/ }
# Rileva le coppie par=val e le mette in un array chiamato par
read -r -a par <<< "$qstring"

# Ciclo per ogni elemento p del array par
for p in ${par[@]}; do
  pn=${p%*=*}          # pn contiene il nome
  pv=${p#*=}          # pv contiene il valore

  # parsing del comando ed invio ad Arduino
  case $pn in
    QM)
      echo "M" > $ser
      ;;
    QA)
      echo "Q" > $ser
      ;;
    AN)
      echo "A"$pv > $ser
      ;;
    SC)
      echo "S"$pv > $ser
      ;;
    RA)
      echo "R" > $ser
      ;;
  esac
done # fine del ciclo

sleep 0.2 # Ritardo per dare tempo ad Arduino di rispondere
# Legge la risposta da Arduino
read -r -t 2 replay < $ser

# La ripete indietro come risposta alla chiamata http
# ma prima deve chiudere l'istestazione della risposta http
# con una linea vuota.
# Lo standard output è automaticamente letto dal server Tomcat.
echo "Content-type: text/html"
echo ""
echo $replay # risposta http (alla funzione Javascript)
```

vrà attendere qualche minuto prima di operare, per permettere l'uscita dal locale;

2. leggere lo stato del PIR per verificare l'avvenuto allarme; in caso affermativo dovrà procedere con l'accensione di Raspberry Pi e, appena questa sarà pronta, farle scattare una foto da allegare alla mail che sarà spedita, quindi lasciarla accesa fino all'eventuale comando di stand-by inviato tramite la pagina HTML.

Essendo questo un esempio

dimostrativo, abbiamo utilizzato un semplice interruttore per abilitare o disabilitare il controllo ambientale. In un'applicazione reale dovremo mimetizzare l'interruttore o utilizzare una tastiera di sicurezza con uscita a relé, nella quale digitare un codice di attivazione e disattivazione. Potremo anche gestire l'attivazione/disattivazione da telecomando, così da disabilitare il sistema prima di accedere al locale e attivarlo dopo esserne usciti. In Fig. 5 è rappresentato lo schema a blocchi dello sketch; non

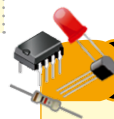
pubblichiamo il sorgente completo per ragioni di spazio, ma lo trovate nell'archivio scaricabile dal nostro sito.

Per rendere più flessibile il sistema, abbiamo inserito anche una modalità "test Webcam" che viene attivata ponendo a 0 (GND) il pin D12 con un ponticello o un interruttore.

Tale modalità è attivata allo startup (o al reset) di RandA e fa sì che Raspberry Pi venga accesa subito senza considerare eventuali allarmi; così il sistema finisce per operare come un server per la visualizzazione e il movimento della Webcam.

CONCLUSIONI

Avete visto come è facile realizzare un valido controllo ambientale che ci permette anche di osservare in streaming gli effetti dell'intrusione. Questo sistema potrebbe essere completato da una chiavetta modem GSM/HSDPA per aggiungere l'invio di SMS o per lavorare in "mobile". Sul nostro sito è disponibile il software completo, che dovete personalizzare con password e indirizzo di posta elettronica vostri. ■



per il MATERIALE

La scheda RandA è disponibile già montata e collaudata al prezzo di 39,00 Euro IVA compresa.

La board Raspberry Pi Tipo B+ (cod. 8111284RS) è acquistabile al prezzo di 36,00 Euro IVA compresa, mentre la board Raspberry Pi 2 Tipo B (cod. 8326274RS) costa 46,00 Euro.

Il materiale va richiesto a:

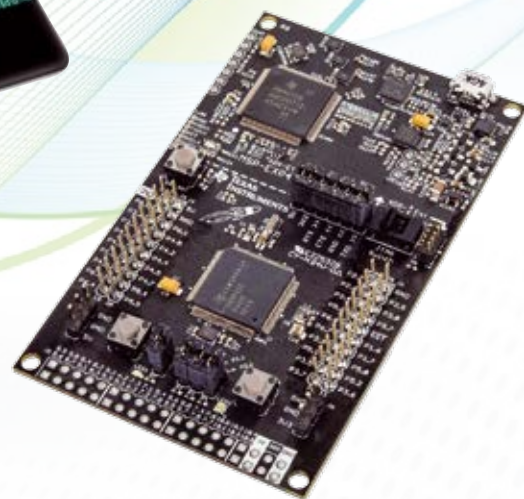
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)

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

DA 16 A 32 BIT: LE MCU DI TEXAS INSTRUMENTS CRESCONO

a cura della REDAZIONE

Alte prestazioni a basso consumo: in breve, i nuovi microcontrollori a 32 bit MSP432 di Texas Instruments, basati su architettura ARM Cortex-M4F, con DSP e motore di calcolo a virgola mobile integrati.



Texas Instruments ha messo la sua ventennale esperienza in fatto di dispositivi low-power al servizio della progettazione di microcontrollori ad alte prestazioni; ne sono nate famiglie di microcontrollori, basate sulla collaudata architettura ARM Cortex, il cui elemento di punta è il nuovo MSP432. Già i micro della famiglia MSP430 ultra-low-power di TI sono il core di una vasta gamma di applicazioni sul mercato; la loro architettura basata su core ARM Cortex M3 a 16 bit e il ridottissimo consumo in modalità sleep li rendono ideali per dispositivi a batteria e solu-

zioni di energy harvesting. Ma il mercato richiede continuamente maggior potenza di calcolo e accresciute funzionalità, a parità di consumi di elettricità; quindi la sfida che gli sviluppatori devono affrontare oggi è mantenere o migliorare l'autonomia dei dispositivi a batteria aumentando nel contempo la capacità di calcolo. E questo incremento delle prestazioni deve essere raggiunto nei tempi stringenti imposti dalle esigenze di un mercato sempre più frenetico. Ecco perché i progettisti

hanno bisogno di un set completo di strumenti hardware e software che consenta di sviluppare applicazioni a basso consumo, ma anche espandibili e scalabili per integrare ulteriori funzionalità ed essere compatibili con piattaforme future.

Per l'hardware, TI propone le sue nuovissime MCU MSP432, che offrono elevata potenza di calcolo,

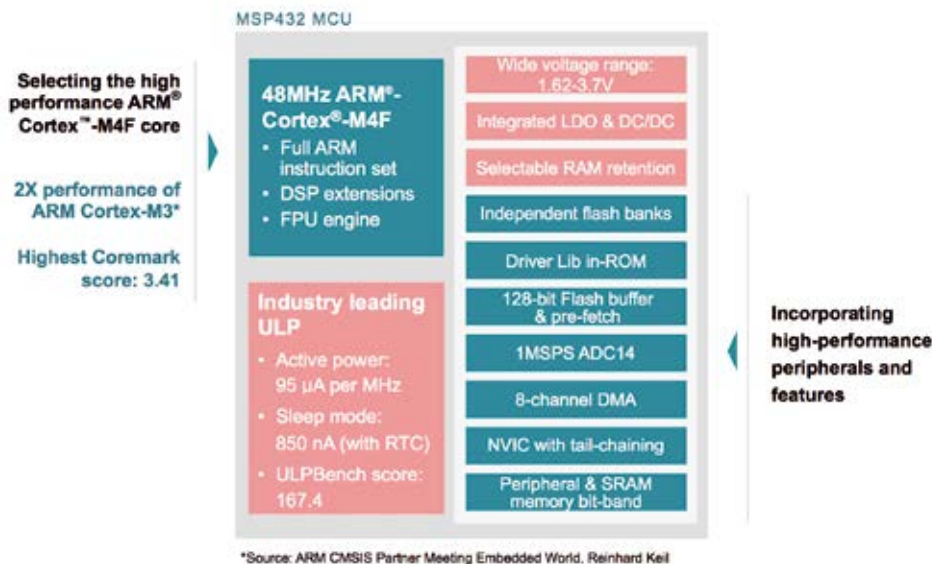


Fig. 1 - Le periferiche e le caratteristiche ad alte prestazioni delle MCU MSP432 fanno da complemento alle alte prestazioni del core ARM Cortex-M4F per garantire il massimo della potenza di calcolo anche nelle applicazioni ultra low-power.

con un consumo di soli 95µA/MHz in modalità attiva e 850 nA in standby (comprendendo l'RTC) e che integrano dispositivi analogici fra cui un ADC da 1MSPS a 14 bit, che le rendono le MCU ideali per la gestione di sensori e l'elaborazione di grandezze analogiche.

Grazie alle MCU MSP432 i progettisti da ora possono sviluppare applicazioni embedded a bassissimo consumo, ad esempio nell'automazione industriale e domotica, nel rilevamento in ambito industriale, nei pannelli di sicurezza, nel monitoraggio di risorse e nell'elettronica di consumo, che richiedono efficienza nell'elaborazione dei dati e funzionamento a basso consumo.

La piattaforma MSP432 MCU è costruita attorno al core ad alte prestazioni ARM Cortex-M4F, con estensioni DSP e un motore di calcolo a virgola mobile integrato. Questo core, operante con clock fino a 48MHz, supporta l'intero set di istruzioni ARM (M0+, M3, M4 e) e le istruzioni avanzate che consentono di superare

le prestazioni del Cortex-M0 del 50% (secondo CoreMark).

LA MCU CORTEX-M CON I CONSUMI PIÙ BASSI AL MONDO

Le nuove MCU MSP432 sono l'ultima grande innovazione di TI nella fascia ultra low-power e garantiscono un eccellente punteggio ULPBench di 167,4, superiore a quello di qualsiasi altro microcontrollore Cortex-M in commercio. Il test ULPBench (Ultra Low-Power Benchmark) dell'Embedded Microprocessor Benchmark Consortium (EEMBC) è un metodo standard per confrontare le prestazioni di potenza di qualsiasi MCU, indipendentemente dall'architettura.

La famiglia MSP432 dispone di due regolatori di tensione interni selezionabili in base alle esigenze applicative: il DC/DC integrato ottimizza l'efficienza nel funzionamento ad alta velocità, mentre l'LDO è da preferire quando è determinante la velocità.

Anche l'ADC integrato a 14 bit è a basso consumo: assorbe solo 375 µA a 1 MSPS.

Nei microcontrollori MSP432 è implementata un'esclusiva funzionalità di ritenzione selettiva della RAM, che consente di alimentare solo quello, tra gli otto banchi di RAM, coinvolto nell'operazione in corso, in modo da limitare l'assorbimento della memoria a 30 nA. Per ridurre il consumo complessivo senza rinunciare alle prestazioni, le MCU MSP432 possono funzionare con alimentazione fino a 1,62V senza scalare il clock.

Modello di punta della famiglia MSP a 32 bit di TI, la MCU MSP432 offre livelli crescenti di integrazione analogica e memoria Flash fino a 2MB.

PRESTAZIONI ELEVATE, CONSUMI RIDOTTI

Le MCU MSP432 offrono prestazioni superiori senza impattare negativamente sui consumi. Il motore integrato di elaborazione del segnale digitale (DSP) e l'unità a virgola mobile (FPU) del core ARM Cortex-M4F consentono di sviluppare una moltitudine di applicazioni ad alte prestazioni, ad esempio condizionamento di segnale ed elaborazione dei segnali dei sensori, mantenendo ancora un buon margine di risorse disponibili.

La divisione della Flash in due banchi consente la lettura e scrittura di dati simultanee.

Grazie alla codifica hardware AES con chiave a 256 bit, gli sviluppatori possono proteggere il dispositivo e i dati, mentre le funzionalità di protezione dell'IP sulle MCU MSP432 garantiscono la sicurezza dei dati e del codice. Queste caratteristiche si traducono in maggiore produttività, maggiore integrazione di algoritmi avanzati, utilizzo in reti Internet of Things (IoT) cablate o wireless e visualizzazione di immagini a più alta risoluzione. Tutto questo

rispettando i più stringenti limiti di consumo.

L'adozione del core Cortex-M4F porta diversi vantaggi (Fig. 1):

- prestazioni a 32-bit; i microcontrollori MSP432 permettono, rispetto ai precedenti a 16 bit, di elaborare il doppio dei dati per ciclo d'istruzione;
- efficienza energetica quadruplicata; la piattaforma MSP432 offre il doppio delle prestazioni delle soluzioni Cortex-M3, consumando la metà dell'elettricità; questo significa che una MCU MSP432 può eseguire, a parità di consumo, quattro volte la quantità di lavoro delle MCU basate su core Cortex-M3, e raggiungere un punteggio di 3,41 CoreMark, definito da ARM come il punteggio per un'implementazione ottimale;
- elaborazione del segnale integrata; il DSP e il core in virgola mobile integrati nell'MSP432 consentono una moltitudine di applicazioni ad alte prestazioni che richiedono funzionalità basate su calcoli intensivi; inoltre, il Cortex-M4F esegue il codice in virgola mobile circa 10 volte più veloce rispetto al Cortex-M3;
- core standard; passando a un core standardizzato, le MCU MSP432 danno agli sviluppatori la possibilità di attingere all'ampio ecosistema ARM e alla varietà di software off-the-shelf disponibile.

TI ha massimizzato le prestazioni e l'efficienza delle MCU MSP432 integrando numerose periferiche ad alte prestazioni e caratteristiche le quali riducono il consumo di energia perché consentono alla MCU di svolgere più lavoro in meno cicli.

- Buffer Flash 128-bit pre-fetch: la piattaforma MSP432 MCU dispone di un sistema di

pre-lettura delle istruzioni in grado di leggere fino a otto istruzioni alla volta. Questa funzione riduce il numero di accessi alla Flash a parità di codice eseguito, e siccome ogni accesso alla memoria richiede un certo tempo, ciò si traduce in una più veloce esecuzione del codice.

- ADC a 1 MSPS: questo veloce convertitore analogico-digitale a 14 bit fornisce cinque volte la velocità di campionamento dei più veloci microcontrollori MSP430, pur funzionando a bassa potenza (solo 375 μ A di assorbimento a 1 MSPS). Con un massimo di 32 canali campionabili simultaneamente, la MCU MSP432 può leggere i dati in modo rapido, consentendo al processore di ridurre al minimo il tempo di campionamento.
- 8 canali DMA: attraverso il supporto DMA a otto canali, le MCU MSP432 sono in grado di scaricare più transazioni di memoria dalla CPU. Disporre di più canali semplifica la configurazione e offre agli sviluppatori embedded maggiore flessibilità nel modo di ottimizzare le operazioni di memoria.
- Bit Banded SRAM e accesso alle periferiche: nelle MCU MSP432 viene assegnato a ogni bit di SRAM e registri un indirizzo univoco a 32-bit, permettendo agli sviluppatori l'accesso diretto individuale ai bit di SRAM e registri. Ciò semplifica e accelera le operazioni bit-based, perché invece di dover eseguire una sequenza lettura/modifica/scrittura per modificare un singolo bit, questa azione può essere completata con una singola scrittura. Inoltre, la SRAM fornisce accesso a ciclo singolo a 48 MHz.
- Nested Vector Interrupt

Controller (NVIC): utilizza un tail-chaining per ottimizzare il ritardo tra più interrupt, con conseguente commutazione veloce tra interrupt.

- Acceleratori crittografici avanzati: una codifica di sicurezza basata su hardware AES-256 protegge le trasmissioni di dati senza impattare negativamente sul consumo di energia.
- Driver in ROM: la biblioteca di driver associata alla serie MSP432 è già programmata in ROM; siccome la lettura dalla ROM si esegue tre volte più veloce rispetto a una Flash, ciò si traduce in un'esecuzione più veloce e in consumi ridotti, e non costringe lo sviluppatore a ridurre le dimensioni del codice per incrementare le prestazioni. Il codice sorgente della libreria di driver è fornito anche sotto licenza BSD open-source, il che permette ai progettisti di adattarlo alle loro specifiche esigenze.
- Lettura e scrittura simultanea della Flash: le memorie Flash sono organizzate in blocchi per consentire un accesso più veloce ai dati, però ciò presenta il difetto che per modificare un dato occorre cancellare e riscrivere il blocco cui appartiene. Questo significa che qualsiasi cancellazione ferma l'esecuzione dell'applicazione. Le MCU MSP432 hanno un doppio banco di Flash, cosicché la CPU può leggere/eseguire in un banco durante la cancellazione nell'altro, evitando stalli. Richiedendo meno tempo per eseguire queste funzioni, il consumo di energia è ridotto. Inoltre, le MCU MSP432 prevedono aree di memoria protette per codice e dati.

LOW-POWER PER VOCAZIONE

Le MCU MSP432 si avvalgo-

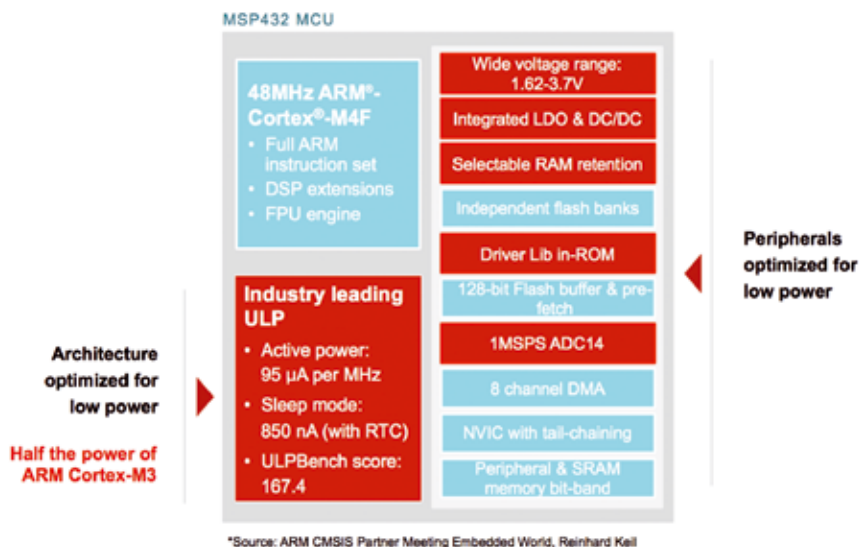


Fig. 2 - Le MCU MSP432 sono state ottimizzate sia nell'architettura che nelle periferiche.

no dell'esperienza fatta con le precedenti MSP430 e risultano ottimizzate sia nell'hardware, sia nel software (Fig. 2). Di seguito, le caratteristiche che consentono di ridurre il consumo complessivo di energia.

- Processo a 90 nm: la tecnologia produttiva TI a 90 nm consente un basso consumo di potenza in attività e in standby.
- 5 modalità di funzionamento a basso consumo, per dare ai progettisti la possibilità di scegliere il rapporto tra prestazioni e consumo energetico.
- Rapido risveglio: le MSP432 possono passare dalla modalità LPM3 (vedere **Tabella 1**) alla modalità attiva in meno di 10 ms, il che significa poter tenere il sistema in standby anche in applicazioni dove il tempo di risposta a un evento esterno è critico.
- Ampia gamma di tensione di funzionamento: potendo funzionare tra 1,62 e 3,7 V, la piattaforma MSP432 può essere adattata a varie fonti di alimentazione senza bisogno di regolatori esterni. Molte MCU scalano le prestazioni (il

clock) con la tensione di alimentazione, il che aumenta il consumo di energia in quanto la MCU deve rimanere sveglia più a lungo per eseguire una quantità equivalente di lavoro. Con le MCU MSP432 il core può funzionare alla massima velocità anche con la tensione minore. Inoltre, anche a 1,62 V è possibile accedere alla Flash.

- LDO e DC/DC integrati: le MCU MSP432 integrano sia un regolatore a basso dropout (LDO) che un convertitore DC/DC. Quando viene utilizzato l'LDO, il sistema è capace di commutare velocemente dallo sleep alle modalità attive. Quando si utilizza il convertitore DC/DC, il sistema può raggiungere un'efficienza fino al 95 per cento. Ciò permette di ottimizzare dinamicamente l'efficienza in base alla modalità di funzionamento corrente. Quando il sistema è in una modalità standby di funzionamento, per esempio, l'LDO può essere utilizzato per ridurre il tempo di risveglio. Per le modalità di funzionamento in cui è determinante il consumo,

può essere usato il DC/DC.

- Ritenzione RAM selezionabile: nelle MCU MSP432 è possibile controllare individualmente gli otto bank di RAM. Ciò consente agli sviluppatori di disattivare i bank che non sono attualmente necessari e i cui dati non devono essere conservati. Ad esempio, quando il sistema è in sleep, bank di RAM usati come scratch pad o buffer dei dati non sono in uso e possono essere disattivati.

PARTENZA VELOCE CON STRUMENTI DI FACILE USO

Texas Instruments permette di cominciare a lavorare con le MCU MSP432 immediatamente grazie a una scheda target (MSP-TS432PZ100, venduta al prezzo imposto di 89 \$) o un kit di prototipazione rapida LaunchPad (MSP-EXP432P401R, venduto al prezzo imposto di 12,99 dollari) con emulazione a bordo. Gli sviluppatori possono espandere il kit MSP432 LaunchPad con una suite completa di BoosterPack, fra i quali il BoosterPack a bassa potenza SimpleLink Wi-Fi CC3100. Inoltre, grazie al Cloud Development Ecosystem gli sviluppatori possono cominciare subito a lavorare attingendo a prodotti, documentazione, software e ambiente di sviluppo integrato (IDE) comodamente via Internet. Le MCU MSP432 supportano diversi sistemi operativi in tempo reale (RTOS), fra cui TI-RTOS, FreeRTOS e Micrium μ C/OS.

Caratteristiche e vantaggi aggiuntivi della nuova piattaforma di MCU MSP432 a 32 bit di TI sono:

- grazie alla compatibilità a livello di codice, registro e periferiche a basso consumo fra le famiglie MSP430 e MSP432, gli sviluppatori possono riutilizzare codice esistente ed effettuare il porting fra dispositivi a

- 16 bit e 32 bit;
- la tecnologia EnergyTrace+™ e il software ULP Advisor misurano il consumo in tempo reale con una precisione del $\pm 2\%$;
- la suite di software MSPWare comprende librerie, esempi di codice, documentazione e strumenti hardware per le MCU MSP a 16 bit e 32 bit, ed è accessibile online attraverso Resource Explorer di TI o l'IDE Code Composer Studio (CCS); supporto aggiuntivo è fornito tramite gli IDE IAR Embedded WorkBench e ARM Keil MDK;
- l'open-source Energia supporta la prototipazione rapida sul kit MSP432 LaunchPad; mette a disposizione un'ampia base di codice per lo sviluppo rapido di firmware, importando facilmente librerie per connettività cloud, sensori, display e altro;
- gli sviluppatori possono creare progetti con connettività IoT con più flessibilità e memoria, prestazioni superiori, parte analogica integrata e soluzioni di connettività wireless compatibili con Wi-Fi, Bluetooth® Smart e Sub-1 GHz.

SUPPORTO SOFTWARE

Malgrado una MCU possa essere intrinsecamente efficiente, l'efficienza del sistema basato su di essa dipende da quanto gli sviluppatori sono in grado di sfruttare le funzionalità che consentono l'abbassamento dei consumi. Per aiutare gli sviluppatori a progettare i sistemi per il massimo dell'efficienza energetica e per semplificare lo sviluppo, TI ha ottimizzato gli strumenti software forniti a corredo delle MCU per il consumo energetico. Ne derivano i seguenti benefici.

- Prototipazione rapida: gli sviluppatori possono valutare le prestazioni e l'efficienza energetica delle MCU MSP432 con

il kit di sviluppo LaunchPad. Questo hardware di prototipazione rapida è un modo conveniente per sperimentare i vantaggi dell'architettura in prima persona. Una suite completa di schede add-on chiamata BoosterPacks (che comprende display, wireless, MicroSD e hub sensori) consente agli sviluppatori di estendere la loro valutazione della piattaforma MSP432 ad applicazioni specifiche.

- EnergyTrace+Technology: questo potente strumento di progettazione consente agli sviluppatori di stimare il profilo di consumo di energia in tempo reale con una precisione di $\pm 2\%$. Non solo: permette di correlare il consumo di energia al codice che lo determina, così da aiutare lo sviluppatore a individuare i punti critici e a risolverli. EnergyTrace + tecnologia è integrata nella piattaforma di sviluppo LaunchPad e garantisce un elevato livello di visibilità nel consumo di energia applicazione.
- ULP Advisor: TI ha anche esteso il suo software ULP Advisor per supportare le funzionalità specifiche della piattaforma MSP432. ULP Advisor si basa su oltre 20 anni di esperienza nel settore ultra-low-power e offre suggerimenti agli sviluppatori su come ottimizzare il codice dell'applicazione e migliorare l'efficienza energetica.
- Software MSPWare: in concomitanza con il lancio delle

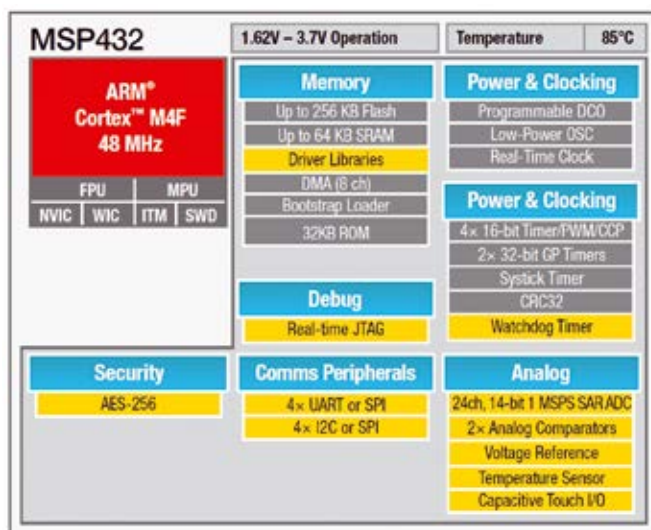
MCU MSP432, TI ha rilasciato una nuova versione del software MSPWare, che raccoglie materiale per accelerare i progetti basati su MCU MSP. I materiali includono note applicative dettagliate, esempi di codice, training e video. Per semplificare ulteriormente la progettazione, il software MSPWare è disponibile in Internet attraverso CCS Cloud, o si può installare nel PC con TI Code Composer Studio™, Embedded Workbench di IAR, e Keil µVision Ambienti di sviluppo integrato (IDE). Questo include anche il supporto per Energia. Ecosystem Cloud Development System consente agli sviluppatori di eseguire TI Code Composer Studio e Resource Explorer da un browser. Il kit LaunchPad si collega al computer tramite un cavo USB e il sito web di cloud TI installerà automaticamente i driver richiesti per accedere alla scheda. Applicazioni demo e codice di esempio possono essere trasferiti nelle schede di sviluppo in pochi minuti. Gli sviluppatori embedded possono ora creare software nel cloud e avere accesso a più di 20.000 applicazioni di esempio on-line su cui basare i propri progetti.

- Ecosistema ARM: gli sviluppatori possono accelerare lo sviluppo utilizzando anche gli strumenti e l'assistenza di progettazione disponibili anche attraverso gli ecosistemi ARM

Tabella 1 - Modalità low-power delle MCU MSP432.

MSP432 MCUs	Active	LPM0	Low-Frequency LPM0	LPM3	LPM3.5 (Shut down w/ RTC)	LPM4.5 (Shut down w/o RTC)
Current	95 µA/MHz (DCDC); 166 µA/MHz (LDO)	65 µA/MHz (DCDC); 100 µA/MHz (LDO)	70 µA	850 nA	<670 nA	<100 nA

Fig. 3
La trasportabilità su piattaforma MSP432 dei progetti basati MSP430 è semplificata perché le MCU MSP432 conserva molte delle periferiche principali dell'architettura del MSP430 MCU (mostrata in giallo).



di terze parti. La piattaforma MSP432 MCU è supportata da diversi ambienti full-optional di sviluppo, librerie software ARM CMSIS, così come da TI RTOS, FreeRTOS e Micrium uC/OS. Questi sistemi operativi real-time possono aiutare gli sviluppatori a massimizzare le prestazioni in applicazioni multi-threaded per ridurre il consumo energetico complessivo.

SCALABILITÀ

La piattaforma MSP432 MCU estende il portafoglio di MCU di TI, permettendo alle applicazioni costruite intorno alle MCU a 16 bit MSP430 di scalare a livelli più elevati di prestazioni senza la necessità di una riprogettazione del sistema completo. Con MSP432 MCU, la famiglia MSP bassa potenza di MCU può supportare linee di prodotti estesi o applicazioni gerarchiche, come le reti di sensori. Ad esempio, un orologio fitness di prima generazione basato su una MCU MSP430 potrebbe conteggiare tempo di esercizio e calorie. Il corrispondente di nuova generazione potrebbe introdurre il monitoraggio della frequenza cardiaca, il rilevamento dell'attività, il posizionamento da GPS,

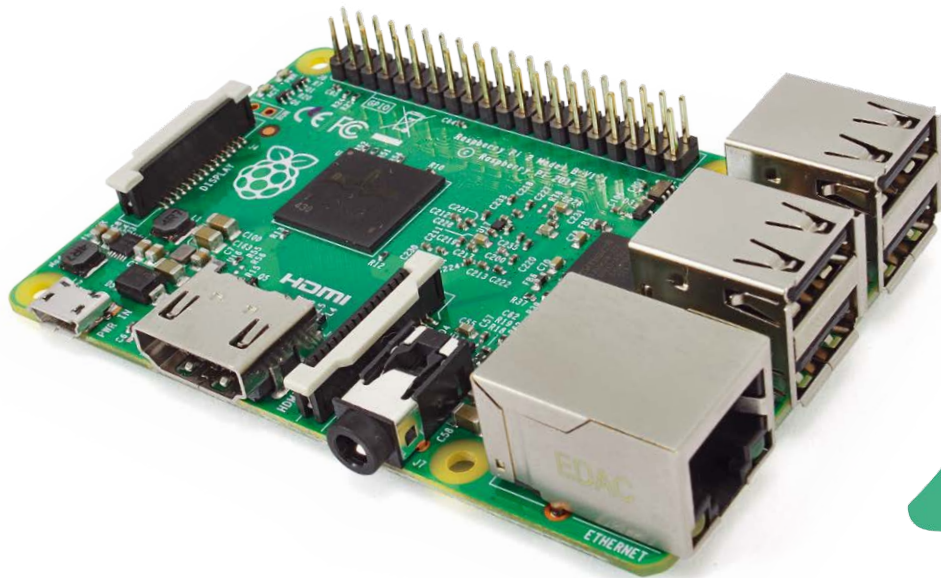
un link Bluetooth intelligente per la connettività wireless o un display grafico. Tutto ciò richiede capacità di elaborazione aggiuntive, che ora sono disponibili attraverso la piattaforma MSP432 MCU a 32 bit basata su ARM Cortex-M4F.

Le MCU MSP432 consentono inoltre agli sviluppatori embedded di sostenere la crescente complessità in una linea di prodotti. Ad esempio, con la comparsa dell'Internet delle cose, reti di sensori come quelli in una fabbrica o in altre applicazioni industriali sono diventate più complesse. Un aggregatore deve essere in grado di connettersi a sensori (ad esempio tramite la connettività sub-1 GHz) e inviare dati fino a un pannello di gestione centralizzata (ad esempio, via Wi-Fi). Così l'aggregatore deve supportare protocolli multipli, che richiede più memoria e prestazioni. Inoltre, un aggregatore può aggiungere l'intelligenza. In questo modo, elabora i dati, valuta e persino prende decisioni come far scattare un allarme se viene superata una soglia. Il portafoglio di MCU a 16 e 32 bit è in grado di supportare questa intera linea di prodotti. Vari MSP430 MCU sono ideali per i singoli nodi sensori in esecuzio-

ne su batterie. La piattaforma MSP432 prevede l'elaborazione e l'efficienza energetica per supportare un hub intelligente, con pannello di controllo, interfaccia utente e visualizzazione.

PORTABILITÀ DEI PROGETTI DA MSP430 A MSP432

Come parte del pacchetto software MSPWare, gli sviluppatori hanno anche accesso al MSP432 MCU piattaforma Porting Guide. Questa guida descrive come trasportare i progetti basati su MSP430 per adattarli ai micro MSP432. Questa guida di utilizzo e portabilità suggerisce aree di codice applicativo da rivedere durante la migrazione da 16 a 32 bit. Le MCU MSP432 conservano molte delle periferiche principali dell'architettura MSP430 MCU (La Fig. 3 mostra in giallo le periferiche comuni alle due architetture), così il porting del codice è notevolmente semplificato. TI ha inoltre mantenuto i nomi di registro e delle periferiche a basso consumo coerente per consentire ai progetti di essere facilmente trasportati tra le 450 MCU MSP. Per i nuovi modelli, gli sviluppatori possono utilizzare la libreria MSPWare con i suoi driver collaudati e pronti per la produzione di accelerare notevolmente lo sviluppo. Per sviluppatori embedded che hanno creato i loro propri driver a livello di registro, MSPWare incapsula i driver sia a livello di registro che di libreria. Gli sviluppatori ARM esperti possono anche sfruttare la loro conoscenza delle funzioni di ARM Cortex-M Software Interface standard (CMSIS) per sviluppare il codice. Iniziate subito a valutare le nuove MCU low-power a 32 di TI con la scheda MSP432 LaunchPad e il software MSPWare visitando www.ti.com/msp432. ■



Utilizziamo Pushetta, un servizio web che permette di inviare notifiche di eventi a smartphone iOS e Android.

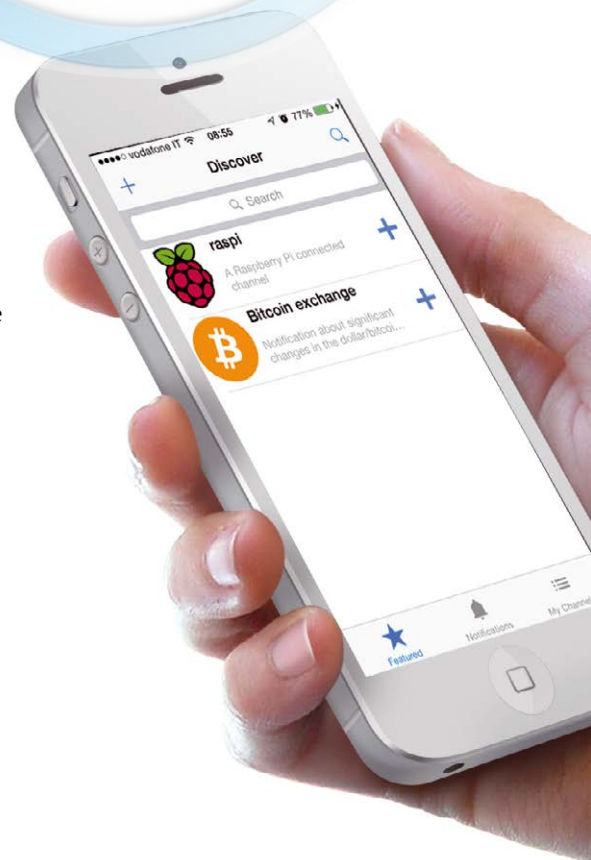


NOTIFICHE PUSH DA RASPBERRY PI

di FABRIZIO GUGLIELMINO

Sempre più spesso ci troviamo a realizzare progetti connessi ad Internet, che rientrano in quella categoria ormai nota con il nome di Internet of Things (IoT) alla quale appartengono elettrodomestici "intelligenti", sistemi di home automation, dispositivi medicali, sistemi di sicurezza e innumerevoli altri, tutti accomunati dalla capacità di connettersi alla Rete. L'IoT ha coinvolto anche il mondo dei maker, tanto che da tempo si trovano progetti basati su Arduino, o schede simili, che collegano ad Internet il frigorifero, la lavatrice o la macchinetta del caffè. Malgrado l'eterogeneità di questi progetti, una caratteristica li accomuna quasi tutti: la necessità di comunicare con l'utente. Se il frigorifero fosse in grado di inviarci una notifica quando no-

stro figlio ha consumato l'ultima bottiglia di latte, potremmo provvedere, rientrando dal lavoro ed evitando di uscire nuovamente. Essendo un tema di attualità, abbiamo deciso di farci coinvolgere e di coinvolgerci in un'applicazione basata sulla popolare e prestante Raspberry Pi; quello che faremo in questo articolo sarà utilizzare uno shield di sperimentazione per Raspberry Pi -l'FT1060M- per simulare condizioni legate alla variazione di grandezze fisiche come la temperatura, inviando degli allarmi su soglie predefinite. Questa applicazione vi permetterà di acquisire le competenze necessarie ad adattarla alle vostre necessità per sviluppare a vostra volta applicazioni dedicate. L'esigenza di allertare un utente da remoto non è nuova, anzi: i



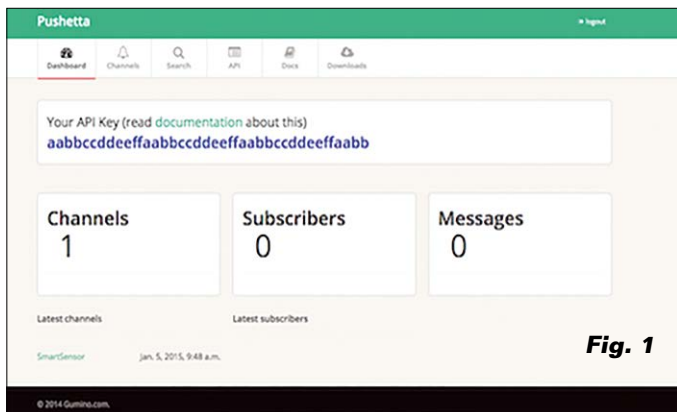


Fig. 1

sistemi più usati finora per rispondervi sono stati gli SMS e in casi minori l'e-mail. Entrambe le soluzioni sono a loro modo efficienti ma oggi, grazie in particolare alla diffusione degli smartphone, abbiamo una possibilità in più: le push notification.

NOTIFICHE PUSH: COSA SONO?

Con il termine push notification si identifica un preciso meccanismo che prevede la possibilità di inviare messaggi a dispositivi connessi alla Rete. La diffusione delle notifiche push si deve all'adozione da parte dei sistemi operativi per smartphone: la prima ad introdurle è stata Apple, con la versione 3.0 di iOS. Le push notification si distinguono dai metodi citati in precedenza per varie ragioni, ma la più significativa è probabilmente il modello funzionale. Per inviare un SMS ci basta conoscere il numero destinatario; altrettanto vale per l'e-mail, per spedire la quale basta conoscere l'indirizzo del destinatario. Nel caso delle notifiche push il meccanismo è invece quello che tecnicamente viene chiamato "publish/subscribe": è l'utente che "sottoscrive" un certo topic (o canale) per il quale vuole ricevere le notifiche, ed è in grado di annullare la sottoscrizione in qualsiasi momento. Il funzionamento delle push notification è abbastanza complesso, ma fortunatamente possiamo descriverci l'applicazione senza dover scendere nei dettagli tecnici. Quello che invece vedremo in modo approfondito è Pushetta, un servizio nato con il preciso compito di rendere le push notification utilizzabili in modo semplice da chiunque. Pushetta può essere considerato una sorta di gateway che intermedia la comunicazione tra chi invia le notifiche e chi le riceve. Il problema di fondo delle notifiche push è che non è prevista una specifica applicazione per riceverle, come è ad esempio per gli SMS o le e-mail. Sono più che altro uno strumento in mano allo sviluppatore di App che decide il formato dei dati da inviare e come interpretarli alla ricezione. Questo implica una grossa complicazione per lo scenario inizialmente descritto, infatti per fare in modo che il nostro frigorifero sia

in grado di mandarci una notifica, dovremmo anche realizzare un'App specifica per il nostro smartphone! Pushetta risolve questo problema: offre le applicazioni abilitate a ricevere le notifiche ed un meccanismo semplice per inviarle. Sia le App che il servizio sono totalmente gratuiti. Il primo step per lavorare con Pushetta è andare su <http://www.pushetta.com>, iscriversi e scaricare l'App per il proprio telefono dalla pagina "downloads".

Registrandosi a Pushetta si ottiene un token di autenticazione, definito API Key, che serve per autorizzare le chiamate alle API che useremo in seguito. L'API key è visualizzata accedendo alla propria Dashboard sul sito (Fig. 1).

Prendiamo quindi nota dell'API Key in modo da non dover tornare ogni volta alla Dashboard quando scriveremo il codice per l'invio delle notifiche. L'invio delle notifiche con Pushetta si basa sul concetto di "canale"; riprendiamo per un momento l'esempio del frigo smart al quale siamo ormai affezionati. Dobbiamo creare un canale che fungerà da identificativo per il meccanismo di "publish/subscribe"; per gli scopi dell'esempio lo chiameremo "Frigo" (in un impeto di originalità). Quando invieremo una notifica specificheremo di utilizzare il canale "Frigo"; dall'App sottoscriveremo lo stesso canale e ogni notifica inviata ad esso ci sarà automaticamente recapitata.

La creazione di un canale è un'operazione semplicissima: dal menu "Channels" si accede alla lista di quelli appartenenti all'utente (quando ci si registra per la prima volta è ovviamente vuota). Con il pulsante "Add a channel" accediamo alla pagina per

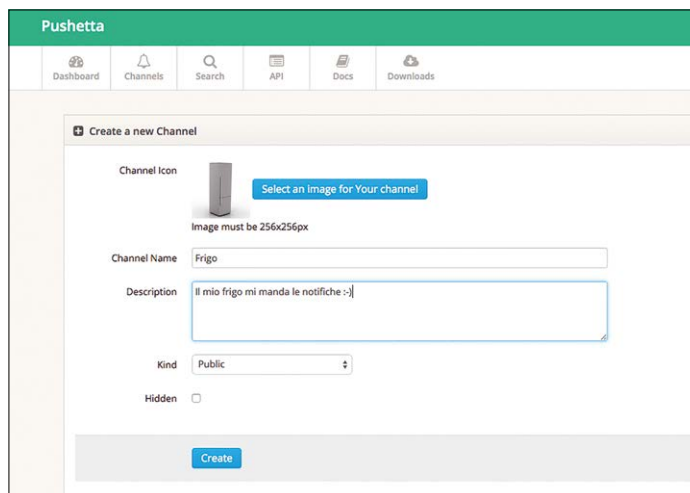


Fig. 2 - I passi per predisporci all'utilizzo di Pushetta sono tutti qui; una volta che ci siamo registrati ed abbiamo creato uno o più canali il sistema è pronto ad inviare notifiche.

crearne uno nuovo che richiede un'immagine per identificarlo, un nome non utilizzato da altri ed una descrizione. Possiamo creare canali pubblici o privati: per essere sottoscritti, quest'ultimi richiedono l'autorizzazione del proprietario.

Infine possiamo decidere di mantenere nascosto al sistema di ricerca il canale; in questo caso per sottoscriverlo bisognerà conoscere il nome a priori (o usare l'url univoco che viene automaticamente generato per ogni canale).

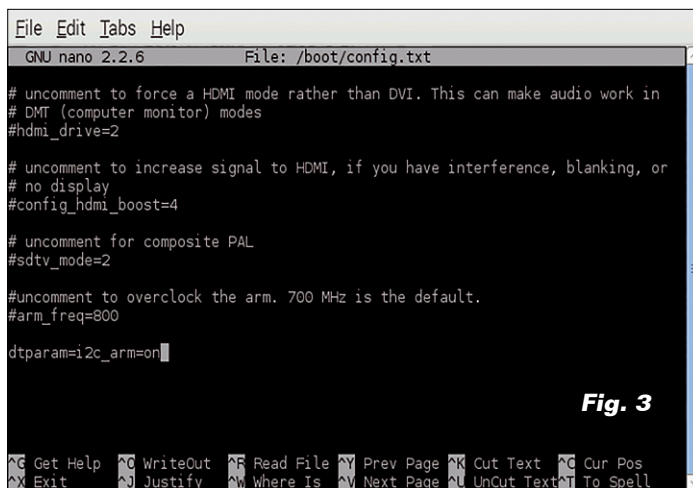
CONFIGURIAMO RASPBERRY PI

Passiamo ora alla configurazione di Raspberry Pi, che non spiegheremo dalla base: vista l'abbondanza di tutorial presenti sul web, ci limiteremo a fornire le sole indicazioni specifiche per il nostro progetto. Nel nostro esempio utilizziamo la distribuzione Raspbian del 31.01.2015; tenete conto che release differenti potrebbero richiedere piccoli adattamenti.

Partiamo quindi dall'assunto che la scheda abbia il sistema operativo installato, che risulti connessa ad Internet e che si sia in grado di utilizzare la shell di sistema direttamente da tastiera o con connessione remota via SSH. Lo shield di sperimentazione utilizza il bus I²C per la comunicazione con alcuni sensori (in particolare l'NTC per la temperatura e il fotoresistore per la luminosità). Dobbiamo quindi configurare la distribuzione in modo che carichi i driver per l'utilizzo di questo bus.

Nelle release precedenti di Raspbian, il bus I²C non richiedeva parametri di boot per il kernel ed era solo necessario agire sul caricamento dei moduli necessari. Nell'ultima versione la situazione è un po' cambiata, perché sebbene i moduli vadano ancora caricati esplicitamente, è necessario uno specifico parametro di boot per il kernel per attivare il bus; per questa ragione modifichiamo `/boot/config.txt` aggiungendo la riga `dtoverlay=i2c-arms` come visibile in Fig. 3. Per modificare i vari file useremo l'editor nano: senza dilungarci in un corso sul suo utilizzo, diciamo che quello che ci serve è sapere come aprire un file, specificando `nano nomefile`, e salvare le modifiche apportate, con la combinazione di tasti CTRL + X. L'editor offre molte altre funzioni ma non è il caso di spiegarle qui; lasciamo a voi la scelta di approfondire o meno la materia, attingendo al materiale disponibile in Internet. Un'ultima nota prima di procedere: alcuni file non sono modificabili da un utente che non sia amministratore del sistema; in questi casi useremo `sudo nano nomefile` che, a fronte della richiesta password, eseguirà l'editor come se fosse lanciato da root.

Come anticipato, dobbiamo anche attivare il carica-



```
File Edit Tabs Help
GNU nano 2.2.6 File: /boot/config.txt

# uncomment to force a HDMI mode rather than DVI. This can make audio work in
# DMT (computer monitor) modes
#hdmi_drive=2

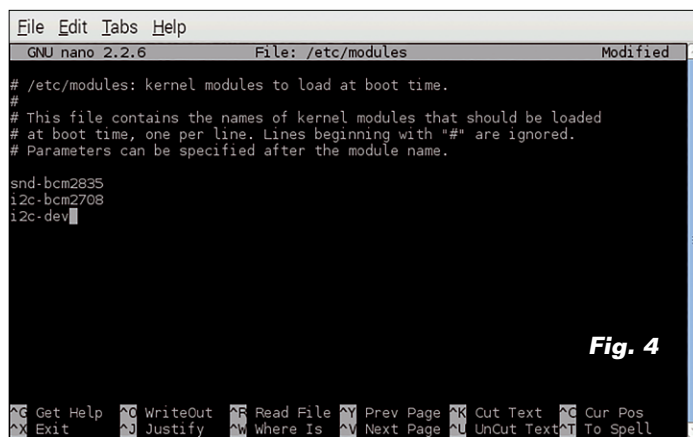
# uncomment to increase signal to HDMI, if you have interference, blanking, or
# no display
#config_hdmi_boost=4

# uncomment for composite PAL
#sdtv_mode=2

#uncomment to overclock the arm. 700 MHz is the default.
#arm_freq=800

dtoverlay=i2c-arms
```

Fig. 3



```
File Edit Tabs Help
GNU nano 2.2.6 File: /etc/modules Modified

# /etc/modules: kernel modules to load at boot time.
#
# This file contains the names of kernel modules that should be loaded
# at boot time, one per line. Lines beginning with "#" are ignored.
# Parameters can be specified after the module name.

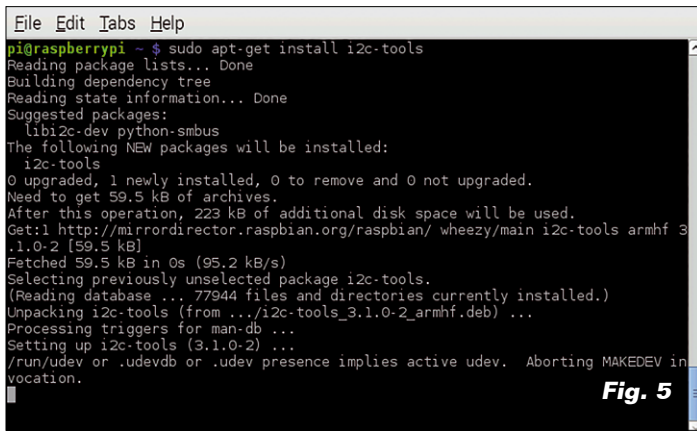
snd-bcm2835
i2c-bcm2708
i2c-dev
```

Fig. 4

mento dei moduli; in questo caso il file da modificare è `/etc/modules`, nel quale sono elencati quelli caricati al boot. I moduli in realtà possono essere caricati manualmente usando il comando `modprobe`, ma questo implicherebbe la necessità di ricordarsi di eseguirlo ogni volta che riavviamo la Raspberry Pi; pertanto è preferibile attivare il caricamento automatico. Eseguiamo quindi `sudo nano /etc/modules` e aggiungiamo `i2c-bcm2708` e `i2c-dev` (Fig. 4). Se facessimo un reboot ora, il sistema caricherebbe i moduli I²C, con relativa creazione in `/dev` di un nuovo device file. Questo device file, che utilizzeremo in modo indiretto per comunicare con il bus, per impostazione predefinita può essere acceduto solo da root o dagli utenti appartenenti al gruppo `i2c`. Per non dover usare `sudo` ogni volta che dobbiamo leggere o scrivere dal bus, aggiungiamo l'utente `pi` al gruppo specifico con il comando:

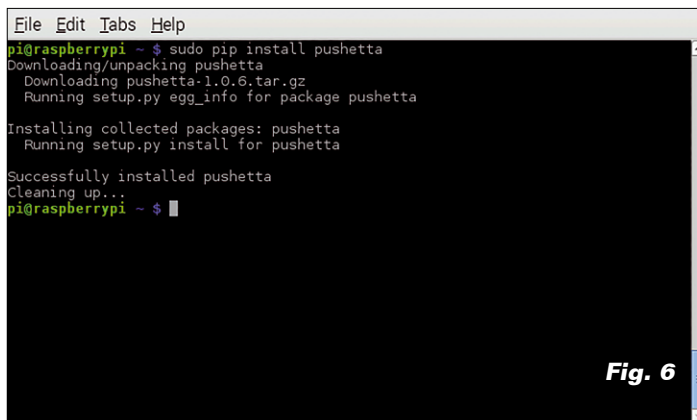
```
sudo adduser pi i2c
```

Ora la configurazione del bus è completa; installiamo i tool che ci serviranno per fare i primi test di comunicazione e verificare che tutto funzioni correttamente,



```
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi ~ $ sudo apt-get install i2c-tools
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
Suggested packages:
  libi2c-dev python-smbus
The following NEW packages will be installed:
  i2c-tools
0 upgraded, 1 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 59.5 kB of archives.
After this operation, 223 kB of additional disk space will be used.
Get:1 http://mirrordirector.raspbian.org/raspbian/ wheezy/main i2c-tools armhf 3.1.0-2 [59.5 kB]
Fetched 59.5 kB in 0s (95.2 kB/s)
Selecting previously unselected package i2c-tools.
(Reading database ... 77944 files and directories currently installed.)
Unpacking i2c-tools (from .../i2c-tools_3.1.0-2_armhf.deb) ...
Processing triggers for man-db ...
Setting up i2c-tools (3.1.0-2) ...
/run/udev or .udevdb or .udev presence implies active udev. Aborting MAKEDEV invocation.
```

Fig. 5



```
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi ~ $ sudo pip install pushetta
Downloading/unpacking pushetta
  Downloading pushetta-1.0.6.tar.gz
    Running setup.py egg_info for package pushetta

Installing collected packages: pushetta
  Running setup.py install for pushetta

Successfully installed pushetta
Cleaning up...
pi@raspberrypi ~ $
```

Fig. 6

con il comando `sudo apt-get install i2c-tools` e la distribuzione è pronta per i nostri test (Fig. 5). Come già anticipato, nelle precedenti release di Raspbian gli step di configurazione I²C erano un po' diversi; in particolare, era necessario modificare il file `/etc/modprobe.d/raspi-blacklist.conf` rimuovendo i moduli `spi-bcm2708` e `i2c-bcm2708` per evitare che il loro caricamento venisse bloccato perché blacklisted. Se si dispone di queste release è bene fare riferimento alle indicazioni specifiche per la configurazione I²C che si trovano sul web.

UTILIZZO DELLO SHIELD

Passiamo ora al collegamento dello shield a Raspberry Pi, molto semplice perché lo shield è dotato di un connettore che va incastrato con il pettine dei GPIO disponibili sulla scheda. Nel caso si disponesse delle versioni B+, A+ o la nuova Raspberry Pi 2, che implementano un connettore più lungo, bisogna fare attenzione ad allineare il pin 1 con il medesimo della scheda. Lo shield dispone tra l'altro di un paio di pulsanti, del sensore di luminosità e di quello di temperatura: questo ultimo è quello che ci apprestiamo a utilizzare. Impostate i tre dip switch che definiscono l'indirizzo del bus I²C tutti su ON; pur non essendo obbligatoria, tale impostazione renderà più semplice utilizzare il codice senza dover apportare modifiche

per adattarlo alle vostre esigenze.

Scriveremo il codice degli esempi in Python avvalendoci di alcune librerie già pronte per interagire sia con Pushetta che con il bus dei sensori. Procediamo quindi installando questi prerequisiti.

La prima libreria è quella necessaria ad interagire con Pushetta: eseguiamo il comando `pip install pushetta`, come riportato nella Fig. 6. Se l'installazione va a buon fine, siamo già in grado di inviare la nostra prima notifica; l'operazione richiede solo tre righe di codice (di cui una per importare la libreria):

```
from pushetta import Pushetta
p = Pushetta("aabbccddeeff0011223344556677889900aabbcc")
p.pushMessage("Frigo", "Compra il latte!")
```

Spieghiamo cosa fa il codice: la prima riga importa la libreria Pushetta dal modulo omonimo, cosa abbastanza comune in Python. Il "vero" codice inizia alla riga successiva, che istanzia l'oggetto per la comunicazione con l'API di Pushetta. Qui dobbiamo sostituire l'API Key fittizia ("aabbccddeeff0011223344556677889900aabbcc") riportata nell'esempio, con la nostra letta dalla Dashboard del sito. L'ultima riga è quella che effettua realmente la chiamata e che scatena l'invio della notifica; anche qui dobbiamo sostituire il canale d'esempio "Frigo" con quello che abbiamo creato dopo esserci registrati su Pushetta. Se abbiamo seguito correttamente tutti gli step il nostro telefono emetterà un suono e visualizzeremo una notifica con scritto "Compra il latte!". Bene! Il primo obiettivo è raggiunto.

PASSIAMO AL CODICE

Ora che siamo in grado di inviare notifiche push possiamo implementare la lettura dei sensori per arrivare finalmente all'obiettivo finale. Per semplificare questa attività installiamo un'altra libreria per Python, in questo caso useremo `apt-get`, ovvero il gestore dei pacchetti usato da Raspbian, perché ciò che cerchiamo non è disponibile con `pip`. Eseguiamo quindi:

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

Completata l'installazione possiamo passare all'implementazione del codice, ma prima è necessario identificare l'indirizzo I²C usato dal nostro shield. Quando abbiamo configurato la nostra distribuzione ci siamo preoccupati di installare anche il pacchetto `i2c-tools`, il quale fornisce una serie di comandi di diagnosi per il bus I²C che è arrivato il momento di usare; in particolare, utilizziamo `i2cdetect`, che effettua un probe del bus mostrando l'indirizzo di tutti i dispo-

sitivi rilevati. Otterremo un risultato simile a quello visibile in Fig. 7.

Nell'esempio riportato, `i2cdetect` è stato lanciato con i parametri `-y 1`: il numero (1) indica il bus I²C sul quale eseguire il probe. Nelle prime revisioni di Raspberry Pi, il bus usato era lo 0, se si dispone di una di queste schede il comando da eseguire diventa `i2cdetect -y 0`. Una volta identificato l'indirizzo usato dal nostro shield, abbiamo tutto il necessario per iniziare ad interagire con i sensori.

Allo scopo di fornire strumenti il più possibile riutilizzabili, scriveremo il codice seguendo le modalità dell'object oriented programming (OOP); ciò non implica una maggiore complessità del codice, ma di proposito non useremo quelle caratteristiche che possono impattare sulla comprensione.

In estrema sintesi e semplificando molto, possiamo considerare un sensore come un oggetto che permette di acquisire la misura di una grandezza fisica.

Listato 1

```
#!/usr/bin/python
# -*- coding: utf-8 -*-

class TemperatureSensor(GenericSensor):

    adc_address = 0x48 # Indirizzo I2C letto con i2cdetect
    adc_channel = 0x40 # Channel of device
    V_REF = 3.3 # Tensione riferimento misura ADC
    R1 = 15000.0 # Resistenza R1
    V_IN = 3.3 # Tensione alimentazione partitori tensione
    R_th0 = 10000.0 # Resistenza riferimento termistore a 25 °C
    A = 0.00335402 # Steinhart-Hart Costante A
    B = 0.000256985 # Steinhart-Hart Costante B
    C = 2.62013e-6 # Steinhart-Hart Costante C
    D = 6.38309e-8 # Steinhart-Hart Costante D
    pB = 4100.0 # Costante parametro B
    K = 6.0 # Fattore dissipazione K 6mV C

    def readValue(self):
        bus = SMBus(1) # 0 per le rev.1
        bus.write_byte(self.adc_address, self.adc_channel)
        raw_val = bus.read_byte(self.adc_address)
        raw_val = bus.read_byte(self.adc_address)
        raw_val = bus.read_byte(self.adc_address)

        V = raw_val * self.V_REF / 256.0
        R_th = self.R1 * V / (self.V_IN - V)

        # Calcolo dei gradi Kelvin con la formula di Steinhart-Hart

        logR = math.log(R_th / self.R_th0)
        logR2 = logR ** 2
        logR3 = logR ** 3
        Stein = 1.0 / (self.A + self.B * logR + self.C * logR2 + self.D * logR3)

        # Conversione in Celsius
        return round(Stein - 273.15 - V ** 2 / (self.K * R_th), 2)

    def measureUnit(self):
        return 'C'
```



Fig. 7

Creiamo quindi l'interfaccia che formalizza il comportamento del sensore:

```
class GenericSensor:

    def readValue(self):
        raise NotImplementedError('Metodo readValue da implementare')

    def measureUnit(self):
        raise NotImplementedError('Metodo measureUnit da implementare')
```

La classe `GenericSensor` rappresenta esattamente quanto abbiamo descritto: ogni sensore ha un metodo `readValue` che espone la grandezza fisica e un `measureUnit` che ci dice l'unità di misura. Iniziamo quindi implementando la classe per il sensore di temperatura, con una premessa: il dettaglio funzionale dello shield usato qui è descritto in maniera esaustiva nel libro "Raspberry Pi - Il mio primo Linux Embedded" perciò ci limitiamo a riportare nel Listato 1 il codice che esegue la lettura dei sensori, rimandando al libro per la descrizione del suo funzionamento.

`TemperatureSensor` è quel che si dice un'implementazione concreta dell'interfaccia `GenericSensor`; questa classe è di fatto un piccolo componente che possiamo riusare nei nostri progetti. Il suo utilizzo è triviale, come visibile in questo esempio:

```
sensor = TemperatureSensor()
print "La temperatura letta è " + str(sensor.readValue())
```

Ora che abbiamo tutti gli elementi per raggiungere l'obiettivo iniziale, "arriviamo al dunque" e scriviamo le righe di codice occorrenti:

```
pushetta = Pushetta("0011223344556677aabbccddeeff001122334455")
sensor = TemperatureSensor()
while True:
    temp = sensor.readValue()
    if temp < 18.0:
        pushetta.pushMessage("Camera", "Brrrr...qui fa freddo")

    time.sleep(5)
```

Il codice completo è quello mostrato nel Listato 2, adeguatamente commentato. Creiamo i due oggetti

Listato 2

```
#!/usr/bin/python
# -*- coding: utf-8 -*-

from smbus import SMBus
from pushetta import Pushetta

import math
import time

# Interfaccia generica per i sensori

class GenericSensor:

    def readValue(self):
        raise NotImplementedError('Metodo readValue da implementare')

    def measureUnit(self):
        raise NotImplementedError('Metodo measureUnit da implementare')

# Implementazione concreta per il sensore di temperatura

class TemperatureSensor(GenericSensor):

    adc_address = 0x48
    adc_channel = 0x40

    V_REF = 3.3 # Tensione riferimento misura ADC
    R1 = 15000.0 # Resistenza R1
    V_IN = 3.3 # Tensione alimentazione partitori tensione
    R_th0 = 10000.0 # Resistenza riferimento termistore a 25 °C
    A = 0.00335402 # Steinhart-Hart Costante A
    B = 0.000256985 # Steinhart-Hart Costante B
    C = 2.62013e-6 # Steinhart-Hart Costante C
    D = 6.38309e-8 # Steinhart-Hart Costante D
    pB = 4100.0 # Costante parametro B
    K = 6.0 # Fattore dissipazione K 6mV C

    def readValue(self):
        bus = SMBus(1) # 0 per le rev.1
        bus.write_byte(self.adc_address, self.adc_channel)
        raw_val = bus.read_byte(self.adc_address)
        raw_val = bus.read_byte(self.adc_address)
        raw_val = bus.read_byte(self.adc_address)

        V = raw_val * self.V_REF / 256.0
        R_th = self.R1 * V / (self.V_IN - V)

        # Calcolo dei gradi Kelvin con la formula di Steinhart-Hart

        logR = math.log(R_th / self.R_th0)
        logR2 = logR ** 2
        logR3 = logR ** 3
        Stein = 1.0 / (self.A + self.B * logR + self.C * logR2 + self.D * logR3)

        # Conversione in Celsius

        Celsius = round(Stein - 273.15 - V ** 2 / (self.K * R_th), 2)

        return Celsius

    def measureUnit(self):
        return 'C'

pushetta = Pushetta('0011223344556677aabbccddeeff001122334455')
sensor = TemperatureSensor()
while True:
    temp = sensor.readValue()
    if temp < 18.0:
        pushetta.pushMessage('Camera', 'Brrrr...qui fa freddo')

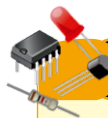
    time.sleep(1)
```

per interagire rispettivamente con Pushetta e con il sensore di temperatura, poi avviamo un ciclo infinito che legge la temperatura e se la trova sotto i 18 °C invia una notifica al canale "Camera". Come ultima cosa attendiamo 5 secondi prima di riprendere l'esecuzione del ciclo successivo e così all'infinito (o finché non interrompiamo manualmente il programma con CTRL + C). Abbiamo ora dei componenti riutilizzabili per poter adattare facilmente quanto fatto ai casi più disparati. Come per il primo esempio d'uso di Pushetta, ricordate che l'Api Key ("0011223344556677aabbccddeeff001122334455") e il nome del canale ("Camera") vanno sostituiti con quelli che desiderate.

CONCLUSIONI

Siamo riusciti a inviare notifiche push da Raspberry Pi ad uno smartphone iOS o Android; non solo: abbiamo capito come strutturando il codice a oggetti, secondo il paradigma OOP, si possa costruire con il tempo un set di componenti che risultino semplici da riutilizzare in più progetti, esattamente come avviene per i componenti elettronici. Un esercizio che vi proponiamo consiste nell'implementare la classe LightSensor che, sulla falsa riga di TemperatureSensor, legga il valore del sensore di luminosità. Risulterà evidente come l'uso di sensori diversi non comporti alcuna difficoltà ulteriore rispetto a quanto fatto negli esempi precedenti.

Ora che avete appreso come inviare notifiche push, le casistiche d'uso sono limitate solo dalla vostra fantasia; probabilmente molti progetti già realizzati, in particolare quelli in ambito domotico, sono già candidati ad essere associati alla generazione di notifiche push, con interventi minimi. ■



per il MATERIALE

La scheda di sperimentazione analogico/digitale utilizzata in questo articolo (cod. FT1060M) è disponibile già montata a 15,00 Euro.

La board Raspberry Pi Tipo B+ (cod. 8111284RS) è acquistabile al prezzo di 36,00 Euro IVA compresa, mentre la board Raspberry Pi 2 Tipo B (cod. 8326274RS) costa 46,00 Euro.

Il materiale va richiesto a:

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

Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287

<http://www.futurashop.it>

ROME CUP E FLL ITALIA I RISULTATI

A cavallo dell'arrivo della primavera, si sono svolte due delle più rilevanti competizioni di robotica educativa del panorama nazionale, che abbiamo seguito in diretta per voi.

di DAVIDE
SCULLINO



Marzo ha visto avvicinarsi due importanti competizioni di robotica educativa riservate a giovani in età scolare: FIRST LEGO League e RomeCup, competizione tutta tricolore, svoltasi a Roma dal 25 al 27 marzo. FLL Italia viene organizzata ogni anno dalla Fondazione Museo Civico di Rovereto, grazie anche al sostegno del MIUR, che vede in quest'evento la possibilità di avvicinare i ragazzi più giovani alla robotica, che crea ogni anno migliaia di posti di lavoro e che sempre più condiziona il nostro futuro. RomeCup è un evento a cura della Fondazione Mondo Digitale, che

partecipa alle campagne europee Get Online Week 2015 e Grand Coalition for Digitale Jobs; è una doppia competizione (il 9° Trofeo Internazionale Città di Roma di Robotica e la selezione nazionale Robocup Junior 2015) contornata da un convegno ed eventi didattici.

FLL Italia

Riservato ai ragazzi tra i 9 e i 16 anni, il campionato di robotica organizzato da FIRST (fondazione U.S.A. che promuove la robotica educativa) è approdato il 6 e 7 marzo a Milano. Dopo le qualificazioni interregionali di Cuneo, Bolzano, Catania e Pistoia, a cui han-

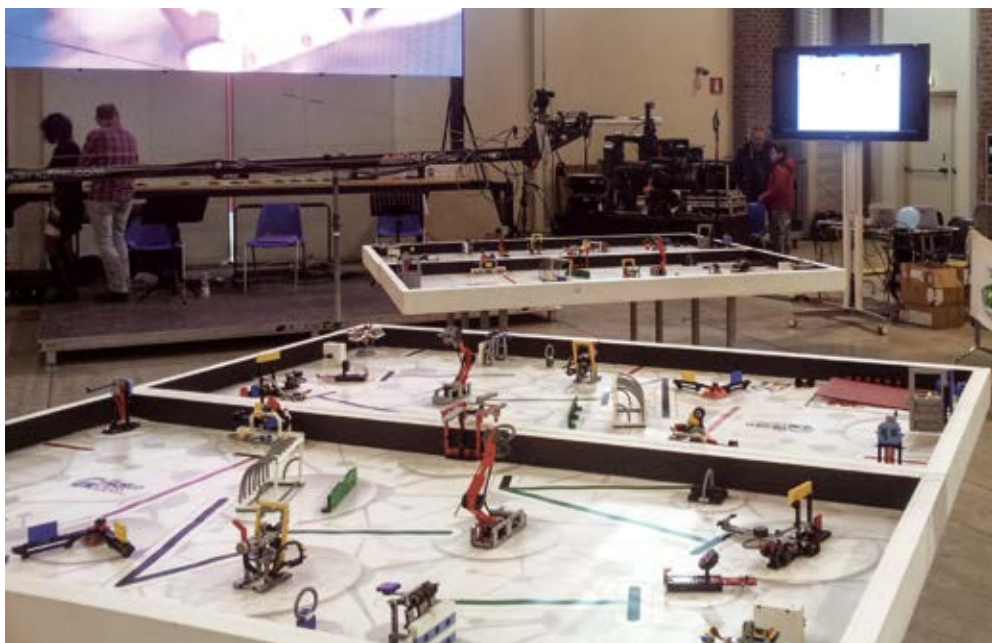
no partecipato oltre 90 squadre, nel capoluogo lombardo si è svolta la finale che ha visto i migliori team italiani disputarsi il titolo nazionale e la partecipazione alla finale mondiale di St. Louis.

Quest'anno FLL Italia si è inserita nel programma dell'EXPO 2015 ed è stata aperta a tutti: famiglie, curiosi e scuole (anche quelle non direttamente coinvolte); l'organizzazione ha allestito laboratori didattici sui prodotti LEGO Education organizzati con Media Direct - CampuStore rivolti a tutte le fasce d'età, tavoli gioco con mattoncini LEGO per i più piccoli, una sala cinema dove sono stati proietta-

ti video educativi sulla robotica. Appuntamenti ricreativi, esibizioni acrobatiche, spettacoli di cabaret, piccoli concerti e dimostrazioni hanno arricchito le due giornate.

FIRST LEGO League è un campionato mondiale di scienza e robotica nato nel 1999 da un accordo tra LEGO Education e FIRST. Quest'anno il tema proposto è stato World Class: ai giovani concorrenti era stato chiesto di interrogarsi sulle prospettive della scuola del futuro e di cercare di individuare soluzioni capaci di innovare gli attuali sistemi di istruzione. Queste soluzioni dovevano essere cercate con l'ausilio di LEGO Mindstorms EV3 ed NXT, robot interamente costruiti con mattoncini LEGO Education ed "educabili" grazie a un ambiente di programmazione a icone appositamente progettato per essere utilizzato fin dalla scuola primaria. Le squadre partecipanti sono state sottoposte a quattro prove: Gara di robotica, Progetto Tecnico, Progetto Scientifico, Core Values (valutazione del team e delle sue dinamiche). Ai fini della qualificazione ogni prova ha lo stesso peso ed è quindi non solo l'abilità tecnica ad essere premiata, ma la squadra più completa e competente a 360°. Centrale in una gara di questo tipo è quindi il rigore scientifico dei team coinvolti: oltre al robot da gara vero e proprio è infatti richiesto ai ragazzi di presentare una ricerca che renda conto del percorso educativo affrontato durante l'anno di progettazione, con tanto di esperimenti e verifica della fattibilità dell'idea. Vengono così richieste e messe in gioco anche le capacità espositive, logiche e di comunicazione dei ragazzi. Ciò costituisce una peculiarità che differenzia la FLL dai concorsi scientifici già presenti sul territorio nazionale ed europeo e dalle competizioni internazionali di robotica pura e che rende l'evento

importante anche da un punto di vista formativo a più ampio spettro. Il campionato 2014/2015 ha visto salire sul podio di Milano la squadra IB-Ombi di Pistoia, aggiudicatasi il primo posto e il diritto a partecipare alla finale mondiale della FLL; sul podio anche il Liceo Rosmini di Rovereto e il Tamba Team di Trento, che si piazzano rispettivamente al secondo e al terzo posto della classifica.



Ventotto le squadre provenienti da tutta Italia. I ragazzi di IB-Ombi faranno dunque presto le valigie per sfidare altri giovani negli Stati Uniti; il successo odierno porterà invece il Rosmini di Rovereto in Sudafrica e il Tamba Team in Australia. Assegnati anche premi speciali a 12 team in altrettante categorie:

- Ispirazione: ArchiRobot di Catania;
- Lavoro di squadra: Marconi Xtrm di Rovereto;
- Gracious Professionalism: ERRE come Robot, di Casciana Terme;
- Spirito e Identità di squadra: Rairob di Bolzano;

- Star Rising: Miccorobokids di Pistoia;
- Miglior punteggio in gara: Liceo Rosmini di Rovereto;
- Miglior Progetto Scientifico: Istituto Comprensivo 2 di Arzignano (VI);
- Miglior Progetto Tecnico: Villaggio dei Ragazzi Deltacon, di Maddaloni (CE);
- Premio della Giuria: MichelinRobot di Cuneo;

- Innovazione Tecnica: IC Figino Serenza, di Carimate (CO);
- Miglior Comunicazione Scientifica: Robofriens di Genova;
- Vincitore Final4: Liceo Rosmini e Villaggio dei Ragazzi Deltacon a pari merito.

RomeCup 2015

Svoltasi tra l'IIS Leonardo Da Vinci di Roma e la prestigiosa location istituzionale della Sala della Promototeca del Campidoglio, "RomeCup 2015, l'eccellenza della Robotica a Roma" ha riproposto la collaudata formula del multi evento: gare, laboratori, area dimo-stra-



tiva e convegno. La nona edizione della manifestazione si è aperta mercoledì 25 marzo con il convegno "Robotica, start up e tecnologia per il lavoro". In contemporanea si è aperta l'area espositiva e sono iniziate le gare.

Il convegno di apertura ha visto due ore di confronto tra studenti, start up innovative, imprese, centri di ricerca, università e reti hitech con il tema "Robotica, start-up e tecnologia per il lavoro", ed è stato articolato in due sessioni: nella sessione "Work robotics" sono stati presentati progetti e prototipi relativi a cinque idee imprenditoriali selezionate tra le scuole. La seconda sessione "Un futuro per i giovani nell'alta tecnologia?" è stata moderata da Claudio Moriconi, responsabile del Laboratorio di robotica dell'Enea.

Le gare si sono svolte il 25 e 27 marzo, con finale il 27 in Campidoglio: in tre giorni sono "scesi in campo" 109 team provenienti dalle scuole di undici regioni italiane. I team vincitori del 9° Trofeo Internazionale Città di Roma di Robotica divisi per categoria sono stati:

- Dance Primary, IC Gonzaga di Eboli con la squadra "Fanta Robot";

- Dance Secondary, IIS via Copernico di Pomezia con la squadra "ATeAM";
- Rescue Primary, Istituto Santa Maria di Roma con la squadra Pixel";
- Rescue Secondary, Liceo Marie Curie di Giulianova (TE) con la squadra "Curie Red";
- Explorer Junior, ITC Ruiz di Roma con la squadra "Proxon";
- Explorer Senior, IIS Pacinotti - Archimede di Roma con la squadra "Billy";
- Cospace Theatre, Liceo scientifico Democrito di Roma con la squadra "Democrito Dance".

Per le selezioni nazionali Robocup Junior 2015 (la competizione internazionale che avrà luogo dal 17 al 23 luglio a Hepei in Cina) i vincitori sono stati, nella categoria Soccer Open League l'ITIS Righi di Treviglio con la squadra "Robot Magut" e nella Soccer Light Weight, l'ITIS Galilei di Roma con la squadra "Galilei 1".

Tutti i team vincitori hanno ricevuto un assegno da mille euro dalle mani di Elizabeth M. McKay, Office of Public Affairs Embassy of the United States, e Ramiro Dell'Erba, ricercatore dell'Enea. Oltre alle competizioni, che sono il cuore dell'evento romano, la 9ª edizione della RomeCup ha presentato sto-

rie di successo realizzate da under 30 che hanno saputo trasformare soluzioni robotiche in start-up innovative, con l'intento di dimostrare che con la robotica si può fare impresa e uscire dalla crisi in tempi ragionevoli.

La RomeCup 2015 ha proposto un percorso inedito alla scoperta delle straordinarie opportunità occupazionali offerte dalla robotica industriale e di servizio.

RomeCup è stata anche laboratori per gli studenti e aree dimostrative; studenti di scuole di ogni ordine e grado hanno avuto a disposizione più di 20 tipologie di laboratori interattivi per scoprire la robotica e le sue numerose applicazioni: dalle prime esperienze di coding per i principianti ai programmi di simulazione e automazione industriale. E non sono mancati laboratori dedicati all'Anno internazionale della luce, proclamato dalle Nazioni Unite. Per la prima volta due laboratori sono stati riservati ai docenti: la tappa romana del tour Nao e il workshop sul coding a scuola.

Nell'area dimostrativa, aziende, centri di ricerca, università e scuole di ogni ordine e grado hanno animato 50 stand con prototipi industriali e di servizio, per dimostrare al pubblico come funziona un robot sottomarino programmato per il monitoraggio ambientale o un robot badante che si occupa di assistenza agli anziani. Numerosi i prototipi realizzati dalle start-up innovative: dal parastinco per il "calcio aumentato" agli occhiali che catturano la realtà per ipovedenti. Esibizioni di robot umanoidi sono state curate dal Dipartimento di Ingegneria informatica, automatica e gestionale "Antonio Ruberti" dell'Università Sapienza di Roma, che alla Palestra dell'Innovazione sta sperimentando con successo un originale modello di orientamento universitario per promuovere le facoltà scientifiche. □

Novità e tendenze in diretta dalla più importante manifestazione fieristica europea del settore elettronico.

CeBIT 2015: CHE C'E' DI NUOVO?

a cura della REDAZIONE

Ogni anno la storica trade-fair tedesca permette di tastare il polso dell'industria elettronica e di conoscere in anteprima gli orientamenti e i trend di mercato; è questa la ragione per cui l'abbiamo visitata, riportando in questo reportage momenti, novità e impressioni. CeBIT si è proposta per il secondo anno consecutivo con un orientamento esclusivamente professionale che l'ha confermata

come evento mondiale di riferimento per l'IT e per la digitalizzazione. Accresciuta negli spazi espositivi (dove hanno esposto più di 3.300 espositori provenienti da 70 Paesi), CeBIT 2015 ha proposto anche un ricchissimo programma di conferenze. Tenutosi nella storica sede di Hannover Messe dal 16 al 20 marzo, CeBIT ancora una volta ha dimostrato che informazione, innovazione e ispirazione favoriscono la

crescita degli investimenti. Le keynote di apertura hanno focalizzato l'attenzione sulla trasformazione digitale, l'Internet delle Cose, l'Industria 4.0, la sicurezza nell'Information Technology e le comunicazioni unificate. Il tema conduttore dell'edizione 2015 è stato d!conomy (Digital Economy) che meglio d'ogni altra cosa spiega l'orientamento della manifestazione al business digitale,

ovvero al vertiginoso processo di digitalizzazione che sta interessando tutti i settori dell'economia e della società. CeBIT 2015 ha evidenziato le immense opportunità offerte dalla Digital Economy, ma anche l'immenso sforzo necessario per diventare "digitalizzati". Percependo le esigenze delle aziende più giovani, CeBIT ha dato quest'anno ampio spazio alle startup operanti in vari settori, primo



I robot KUKA presentati a CODE-n creano sculture da blocchi di polistirolo.

fra tutti quello della IoT, che sono ormai nell'anima stessa dell'evento; le startup rappresentano il motore di un'economia che non può più essere trascinata dagli operatori del mercato consolidato e che cerca novità e nuova linfa. Novità e modelli di business innovativi e dirompenti sono stati effettivamente portati in fiera dalle numerose realtà giovani che hanno partecipato. Numerose iniziative, anche quelle della durata di un intero giorno proposte da Volkswagen e RWE nella cornice di SCALE 11 o nella consueta area di CODE-n, hanno proposto nuove soluzioni per l'incontro tra innovazione digitale e industria utente tradizionale. Proprio a CODE-n, evento nell'evento, quest'anno 50 start-up provenienti da 17 nazioni hanno illustrato le loro idee innovative nell'ambito dell'Internet of Things, concorrendo all'award CODE-n, il vincitore del quale ha conquistato il premio del valore di 30.000 euro destinato a trasformare il proprio progetto in realtà. Tra le proposte viste a CODE-n, robot della KUKA Robotics

(uno dei più grandi costruttori di robot industriali a livello mondiale) trasformavano dei blocchi di polistirolo in sculture d'arte moderna. Soddisfatta dell'esperimento, l'organizzazione di CeBit ha già comunitato l'intenzione di aumentare -nelle prossime edizioni- le attività legate alle start-up, che quest'anno si sono concentrate nello stesso padiglione 9 che ha ospitato il settore Ricerca & Innovazione, il quale è stato ancora una volta imponente vetrina del potenziale innovativo dell'industria dell'IT. Numerosi istituti di ricerca internazionali e università hanno presentato qui i loro progetti: il consorzio guidato dall'Istituto Hasso Plattner ha presentato un sistema di IT capace di eseguire l'analisi intelligente di big data per aiutare a controllare la diffusione delle malattie infettive pericolose come Ebola. L'Istituto Fraunhofer ha descritto una soluzione di sicurezza per la gestione centralizzata e completamente protetta di componenti in reti complesse di domani. Una passeggiata attraverso i

padiglioni ha confermato la panoramica a 360° che il tradeshow ha fatto sul mondo della digitalizzazione e la sua costante attenzione alle innovazioni IT orientate alle applicazioni aziendali.

I temi dell'Industria 4.0 e dell'IoT si sono intersecati nell'area espositiva: sempre più macchine, prodotti e oggetti di uso quotidiano stanno per essere dotati di sensori e chip wireless per comunicare tra loro, ma perché ciò riesca serve definire gli standard di questa grande rete. Allo scopo, l'European Telecommunications Standards Institute (ETSI) ha proposto un protocollo dati europeo per l'integrazione di reti intelligenti, auto e fabbriche automatizzate.

IoT e IoT industriale richiedono flussi di dati estremamente veloci; in questo contesto, Vodafone ha dato ai visitatori del CeBIT un assaggio della sua futura rete di telefonia mobile 5G, progettata per raggiungere velocità di oltre 10 Gigabit al secondo e fornire risposte in tempo reale.

La natura sfaccettata dell'IoT è stata vividamente illustrata da una vasta gamma di presentazioni: ThyssenKrupp e Microsoft hanno proposto un sistema di controllo integrato per sistemi di ascensori che fornisce informazioni sullo stato tecnico delle apparecchiature, consentendo di limitare i guasti al minimo. IBM ha dimostrato un'applicazione sviluppata per una compagnia di navi da crociera che ha "connesso" tutti i membri dell'equipaggio utilizzando una smart cloud, ottimizzando così la cooperazione. Deutsche Telekom ha descritto soluzioni B2B per il "miracolo economico 4.0", insieme a una

moto sportiva dotata di sensori intelligenti e di un modulo di comunicazione mobile che avverte il proprietario della necessità di sostituire parti usurate, e che in caso di incidente manda l'SOS ai servizi di emergenza. Fra gli espositori che abbiamo trovato nella vasta esposizione di CeBIT, player di livello internazionale come Huawei, ZTE e Xiaomi proveniente dalla Cina (Paese Partner della manifestazione), così come grandi aziende come Deutsche Telekom, IBM, Microsoft, Hewlett Packard, Intel, Samsung e Vodafone. Graditi ritorni a CeBIT sono stati quelli di Alcatel Lucent Enterprise Deutschland, Konica Minolta, Rittal e Schneider Electronics. Tra le new entries, Amazon Webservices, Dropbox e Tesla Motors, che ha presentato la sua auto elettrica sportiva a guida autonoma. Le reti di comunicazione unificate (telefonia, videoconferenza, smartphone e smart building) sono state oggetto di proposte viste nell'area espositiva: oggi singole reti unificate vengono impiegate per il trasporto di diversi tipi di dati per processi di comunicazione e di controllo che pur complessi devono essere user-friendly. Qui entrano in gioco concetti come Unified Communications & Collaboration (UCC) coinvolgendo più canali di comunicazione in una singola applicazione. Numerosi espositori CeBIT hanno presentato prodotti e servizi in questo contesto, da Auerswald a digitalSTROM. Presso lo stand di quest'ultima, i visitatori hanno potuto vedere un'applicazione basata su Microsoft Kinect che dimostrava come i processi di controllo serviranno la casa intelligente del futuro: in un modello di cucina, ponendo la

pentola sotto il rubinetto, l'applicazione, comprendendo che intendevamo cucinare, apriva automaticamente l'acqua fino a riempire la pentola.

Nell'area espositiva di CeBIT abbiamo ritrovato anche Wunderbar, una piattaforma di prototipazione già incontrata a Maker Faire di Roma dove il controller e i sensori hanno la forma di una tavoletta di cioccolato. Ogni unità si può staccare come un quadratino di cioccolato e può essere utilizzata in autonomia, essendo alimentata a batteria.

Non sono mancati stand che hanno proposto le loro stampanti 3D con varie tecnologie.

ELETTRONICA=CINA

CeBIT ha riconfermato questa equazione: la massiccia e accresciuta presenza di stand dall'est ci ha mostrato che la Cina era il Paese Partner di quest'anno con più di 760 aziende che hanno esposto i loro prodotti praticamente in ogni angolo del

salone; tra di esse figuravano noti gruppi internazionali del calibro di Huawei, ZTE, Alibaba e Xiaomi. Al CeBIT si è capito che la mappa mondiale dell'IT si sta spostando verso est e che la Cina sta acquistando una posizione dominante in settori chiave dell'economia digitale.

Non a caso, a prendere la parola per primo, nel giorno dell'inaugurazione, è stato il cinese Jack Ma, fondatore di Alibaba, che alla fine del suo discorso ha approfittato per mostrare una tecnologia per i pagamenti online che fa un "selfie" automatico a chi effettua la transazione. Il sistema serve a confermare l'identità dell'utente, scattandogli la foto mentre con lo smartphone o il tablet esegue l'operazione. La novità potrebbe essere incorporata su Alipay, il sistema di pagamenti di Alibaba, che ha più di 300 milioni di utenti registrati e gestisce circa 80 milioni di transazioni al giorno.





CEBIT GLOBAL CONFERENCES

Per quanto riguarda il programma convegnistico, 200 relatori di tutto il mondo hanno toccato ogni singolo aspetto della digitalizzazione. Le CeBIT Global Conferences hanno assicurato ai visitatori un flusso costante di preziose ispirazioni attraverso informazioni di prima

mano offerte da personaggi di spicco quali il CEO di SAP Bill McDermott, che ha aperto le conferenze il lunedì 16, il Dr. Vishal Sikka, CEO di Infosys (il maggior produttore indiano di software), Lei Jun, fondatore dell'azienda cinese di dispositivi Xiaomi, l'economista statunitense Jeremy Rifkin,

Kevin Mitnick, il più famoso hacker del mondo, il giornalista investigativo Glenn Greenwald, collegato in video con Edward Snowden. I soli Greenwald e Snowden sono stati seguiti online da 40.000 spettatori, mentre 100.000 persone hanno seguito, sempre online, l'intero programma delle CeBIT Global Conferences. È il primo anno che si registrano numeri così imponenti. Lo stretto collegamento tra fronte espositivo e momento congressuale ha fatto del CeBIT una insostituibile piattaforma ispiratrice per tutti coloro che hanno posizioni di responsabilità nel mondo digitale.

Insomma, tra esposizione e conferenze, eventi collaterali come code-n, CeBIT 2015 ha registrato risultati lusinghieri, raccogliendo oltre 200.000 visitatori. Sperando di rinnovare questo successo, l'organizzazione dà a tutti –visitatori ed espositori– appuntamento a CeBIT 2016, in programma ad Hannover dal 14 al 18 marzo 2016.



Mars One: nel 2025 la prima colonia umana su Marte

Il programma Mars One mira ad insediare la prima colonia umana su Marte per il 2025. I rifugi degli astronauti saranno composti da piccole cupole bianche e risulteranno parzialmente interrati al fine di proteggerli dalle radiazioni.

Dall'annuncio del 2012 proferito dal ricercatore e imprenditore olandese Bas Lansdorp, ad oggi, i progressi per attuare il programma ambizioso di colonizzazione del Pianeta Rosso sta andando avanti. I volontari non mancano, in oltre 200.000 hanno infatti risposto positivamente al primo annuncio di Mars One.

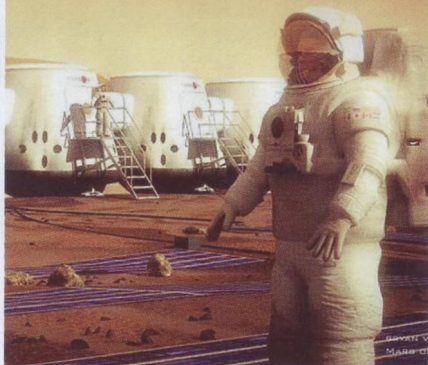
Dopo l'invio di un video di presentazione, nel corso della seconda selezione, i volontari hanno dovuto presentare alcuni certificati e sottoporsi ad una serie di esami medici richiesti dall'organizzazione.

In seguito, si è passati ad un colloquio via Skype con il Comitato di selezione, che ha scelto soltanto 100 persone, 50 uomini e 50 donne. Tra queste c'è un italiano: Pietro Aliprandi, 25 anni, di Conegliano Veneto (Tv), laureando in Medicina.

In autunno le persone selezionate inizieranno la loro fase di addestramento e dopo ulteriori test, alla fine del 2015, in 60 (30 uomini e 30 donne) avranno il via libera per partire e saranno sottoposti al duro addestramento operativo.

Il programma Mars One prevede un primo volo nel gennaio 2018 per inviare su Marte robot e materiali per costruire i moduli abitativi per i primi coloni, che dovrebbero arrivare sul Pianeta Rosso nel 2025. Ogni colono vivrà in moduli di 50 metri quadrati.

www.mars-one.com



Formiche e farfalle robot all'opera nei laboratori Festo

In occasione dell'annuale Bionic Learning Network, Festo stupisce il mondo con i prototipi di robot ispirati agli animali: dopo la medusa volante, la libellula, il gabbiano e il canguro, quest'anno è la volta di Bionic Ants and Butterflies, ossia Formiche e Farfalle Bioniche. Come le formiche reali, i BionicANTS

(lunghe 13,5 cm e pesanti 105 grammi) seguono regole semplici e possono funzionare in modo autonomo, mentre allo stesso tempo lavorano in maniera cooperativa per coordinare azioni e movimenti, e piccoli gruppi di esse possono manipolare oggetti molto più grandi di loro, unendo le forze per spingere e tirare.

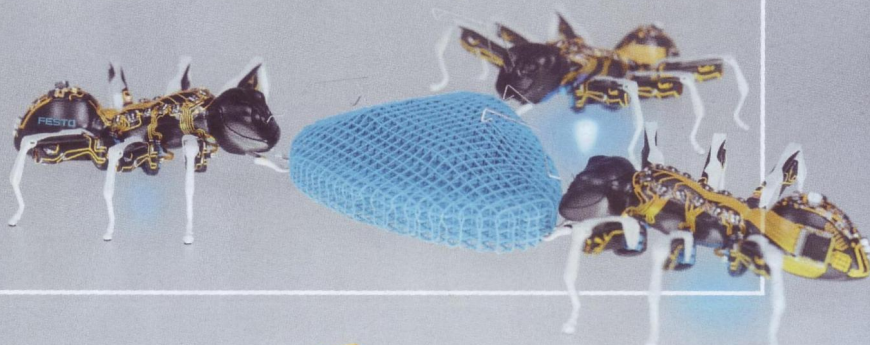
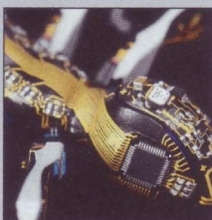
Dal punto di vista hardware, molti particolari meccanici sono realizzati in 3D mediante sinterizzazione laser ed anche le connessioni presenti sulla parte esterna del corpo sono stampate in 3D. Sulla testa hanno un sistema di telecamere stereo per valutare la profondità, mentre le antenne fungono da terminali per la ricarica delle batterie mediante un apposito binario. Le parti in movimento, gambe, mandibole, ecc. sono realizzate con 20 "trimorphic piezo-ceramic ben-

ding transducers" che offrono grande rapidità di movimento, minimo ingombro, consumi ridotti e lunga durata. Un sensore ottico posto sotto il corpo (simile a quello dei mouse) permette alle formiche di muoversi seguendo il tracciato. Quanto alle farfalle, si muovono in maniera au-

tonoma grazie a un sistema di 10 telecamere all'infrarosso ad alta velocità (160 fps) montate in modo da inquadrare tutta l'area di volo, che unitamente a una coppia di emettitori all'infrarosso, evita che le farfalle si scontrino o colpiscano le pareti. Ogni insetto, dall'apertura alare di 50 cm e dal peso di 32 grammi, utilizza due servomotori per attivare le ali, una IMU, accelerometro, giroscopio, bussola nonché due piccole batterie ai polimeri di litio da 90

mAh, ricaricabile in 15 minuti. Battendo le ali 1-2 volte al secondo, la farfalla vola a una velocità massima di 2,5 m/s con autonomia di volo è compresa tra 3 e 4 minuti. Il corpo ha una struttura di carbonio mentre le ali sono realizzate con una pellicola sottilissima ed elastica.

www.festo.com/cms/en_corp/9617.htm



CubeSat, i mini-satelliti a forma di cubo andranno oltre l'orbita terrestre

I CubeSat sono i primi mini-satelliti che varcheranno l'orbita terrestre a bordo della missione Aim (Asteroid Impact Mission) che l'Agenzia Spaziale Europea sta preparando per il 2020.

I mini-satelliti sono dei cubi dal lato di 10

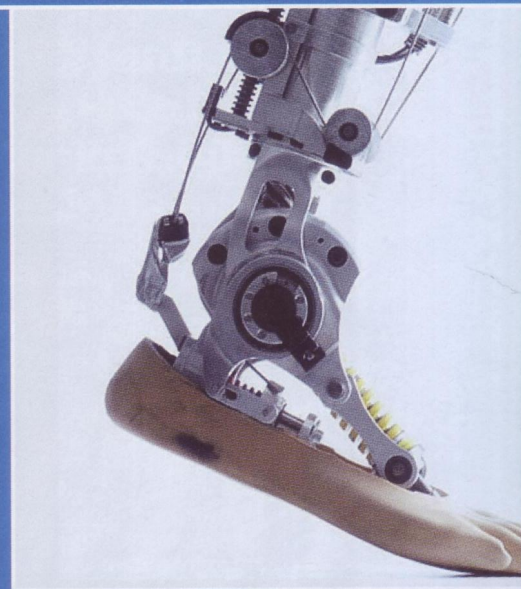
centimetri, che si avvicineranno a una coppia di asteroidi per testare un sistema di comunicazione fra satelliti nello spazio profondo.

Per costruirli è stata aperta una gara in tutta Europa, visto che le loro ridotte dimensioni ne rendono la realizzazione alla portata anche di università e pmi. *"Cerchiamo idee innovative per i sensori di CubeSat che amplificheranno e completeranno il ritorno scientifico di Aim"*, precisa Ian Carnelli, che guida la missione Esa.

Il compito dei CubeSat sarà quello di testare nello spazio profondo un nuovo sistema di comunicazione ottica e una rete di comunicazione fra satelliti.

I dati raccolti verranno inviati via laser alla stazione dell'Esa a Tenerife.

I satelliti fungeranno anche da ausilio al sistema di comunicazione della missione Asteroid Impact Mission, la prima in assoluto orientata a studiare un sistema bina-



rio di asteroidi, Didymos, composto da un corpo principale e da una piccola Luna. Un lander sarà infatti fatto atterrare sull'asteroide più piccolo e ne analizzerà la composizione e le caratteristiche peculiari.

www.esa.int

Un occhio elettro-ottico "leggerà" nei reattori per la fusione nucleare

Realizzato nel Centro di ricerca di Frascati e brevettato dall'ENEA, un sistema ottico dotato di specchi rotanti consentirà di effettuare ispezioni mai realizzate in precedenza all'interno delle macchine nucleari, senza interrompere l'attività e ridurre la produzione di energia. Ispezionare l'interno dei reattori nucleari è da sempre considerata un'operazione sfidante: adesso, grazie ad un 'occhio elettro-ottico' costituito da specchi montati su basi rotanti sarà possibile eseguire scansioni ad alta velocità e risoluzione, trasmettendo i dati in tempo quasi reale al computer.

L'occhio capace di 'vedere' in un ambiente così complesso è un laser-radar, in grado di effettuare indagini e verifiche in presenza di alte temperature, vuoto, agenti chimici, radiazione gamma e flussi neutronici. Nello specifico, si tratta di un fascio laser che viene 'inviato' all'interno della macchina nucleare per studiarne le caratteristiche di riflessione attraverso le superfici scansate.

Questo sofisticato sistema, realizzato nei laboratori del centro di ricerca di Fra-

scati e brevettato dall'ENEA, è pilotato da motori ceramici in grado di resistere alle radiazioni (i cosiddetti hard rad) e di non subire influssi da campi magnetici elevati.

La compattezza e la robustezza di questa nuova configurazione consentono di risolvere le problematiche dei sistemi di scanning in luoghi 'ostili', dove è impossibile utilizzare i dispositivi tradizionali.

"L'aspetto innovativo sta nell'aver utilizzato un'architettura elettro-ottica assolutamente non convenzionale e componenti speciali - (come fibre ottiche di quarzo, specchi dielettrici, encoder ottici ad alta precisione) - per realizzare una sonda capace di 'leggere' le deformazioni provocate sulle pareti del reattore dagli impulsi di plasma ad altissima temperatura", spiega l'esperto dell'ENEA Giorgio Fornetti. In questo modo si riesce a ispezionare, quantificandole, le polveri di grafite che si depositano sulle pareti del reattore e che ne pregiudicano il funzionamento.

L'occhio elettro-ottico è stato sviluppato in forma di prototipo ed è attualmen-

te oggetto di una gara internazionale per la produzione industriale e l'impiego nelle future macchine fusionistiche a partire dal ITER che verrà completato nei prossimi anni.

www.enea.it



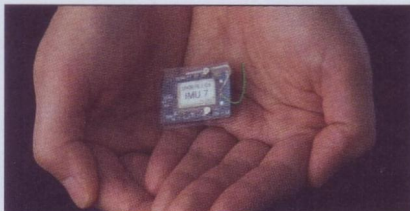
Gambe bioniche per chi ha subito amputazioni

Le gambe bioniche potrebbero presto diventare realtà con il primo progetto al mondo capace di unire protesi ed esoscheletri per consentire alle persone diversamente abili di muoversi senza problemi. Il progetto europeo Cyberlegs, coordinato dall'Italia, con l'Istituto di BioRobotica della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, si rivolge in particolare a quelle persone che sono state sottoposte ad amputazioni agli arti inferiori, al di sopra del ginocchio, riducendo il rischio di cadute e agevolando la regolarità di una falcata sicura. Sinora sono undici i pazienti che hanno testato le gambe bioniche presso la Fon-

dazione Don Gnocchi di Firenze.

"Queste tecnologie aiutano le persone a tornare a camminare in maniera naturale", ha spiegato il coordinatore del progetto, Nicola Vitiello.

"Sono in aumento le persone anziane am-



putate e per loro poter lasciare stampelle e sedie a rotelle è un grande successo", ha sostenuto inoltre Maria Chiara Carrozza, fondatrice e coordinatrice del progetto, fino al 2013, prima di divenire ministro per l'Istruzione, Università e Ricerca.

Il progetto Cyberlegs è finanziato dalla Commissione Europea con 2,5 milioni di euro suddivisi tra 5 istituzioni riunite in consorzio, nell'ambito del "Settimo Programma Quadro", con il coordinamento dell'Istituto di BioRobotica della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa.

www.cyberlegs.eu

Consegne con i droni: via libera per i test di Amazon

Amazon ha ricevuto il via libera dalla Federal Aviation Administration per sperimentare il servizio di droni Prime Air per la consegna delle merci.

I test potranno essere effettuati solo di giorno, in condizioni meteorologiche ottimali e al di sotto di una quota massima di 122 metri. I droni dovranno essere guidati da un pilota con licenza di volo anche privata, che non dovrà mai perdere il contatto visivo con il velivolo. Il certificato di sperimentazione concesso dalla FAA prevede l'aggiornamento mensile costante da parte di Amazon sul numero delle operazioni effettuate, sul tempo di volo, sugli eventuali malfunzionamenti di hardware e software e sui problemi per il sistema di pilotaggio, che potrebbero verificarsi.

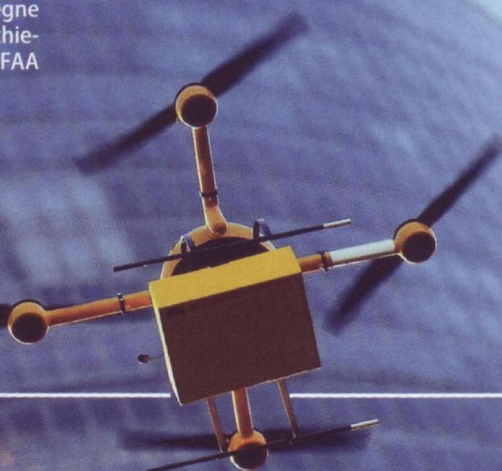
Il ceo del colosso dell'e-commerce, Jeff Bezos, aveva annunciato nel 2013 il suo progetto "Prime Air" per le consegne con i droni in 30 minuti e aveva richiesto nello scorso mese di luglio alla FAA



di poter sperimentare tale modalità innovativa di consegna.

Una volta terminata la fase di test, il sistema di consegne Prime Air di Amazon potrebbe finalmente divenire una concreta realtà e sbaragliare la concorrenza.

www.amazon.com



Celle solari e chip negli abiti del futuro

Un'innovativa fibra prodotta e sviluppata tra gli Usa e Singapore permetterà di integrare celle fotovoltaiche e microchip negli abiti; nata da una ricerca condotta dal Massachusetts Institute of Technology (Mit) di Boston, la relativa tecnica consente per la prima volta di unire due materiali comuni, come l'alluminio e la silice del vetro, per creare una fibra con puro silicio. La novità sta nell'alta temperatura a cui avviene la reazione: a 2.200 gradi, l'alluminio reagisce con la silice, una forma ossidata di silicio e la reazione chimica produce silicio puro, che si concentra nel cuore della fibra e ossido di alluminio, che si deposita intorno e forma un sottile strato metallico. L'obiettivo è quello di aprire ad una nuova generazione di dispositivi elettronici mobili low-cost che possano essere incorporati nelle fibre usate per tessere abiti: un passo avanti concreto verso l'elettronica indossabile.

<https://newsoffice.mit.edu>



CORSO

MPLAB X



di FRANCESCO FICILI
e VINCENZO GERMANO

Continuiamo il nostro viaggio alla scoperta di MPLab X, il nuovo ambiente di sviluppo integrato prodotto e distribuito da Microchip Technology, che soppianta il vecchio MPLab IDE. In questa puntata ci occupiamo di come realizzare applicazioni embedded multitasking con i PIC32. Quinta puntata.

Nelle precedenti puntate abbiamo introdotto i microcontrollori PIC32 prodotti da Microchip Technology (e il relativo ambiente di sviluppo MPLab X) analizzando alcune delle più importanti periferiche di questi dispositivi, come i timer, la circuiteria di interrupt, le periferiche analogiche e le interfacce di comunicazione disponibili a bordo.

In questa puntata facciamo un passo in avanti e trattiamo un argomento decisamente più complesso di quelli affrontati in passato, focalizzando la nostra attenzione sull'embedded multitasking e presentando una soluzione architetturale che soddisfa questo requisito e che utilizzeremo per il resto del corso.

PROGRAMMAZIONE EMBEDDED

In una tipica applicazione embedded, l'unità centrale di elaborazione (che nella stragrande maggioranza dei casi è un microcontrollore) non dispone di ingenti risorse interne e impone la necessità di eseguire compiti eterogenei fornendo livelli differenti di privilegio ai vari task in esecuzione. A complicare il tutto, spesso e volentieri i sistemi embedded sono anche classificati come real-time e si pone quindi il problema di avere tempi certi di esecuzione (determinismo). In questo tipo di contesto, la programmazione multitasking ha un'importanza rilevante, in quanto offre una serie di soluzioni per distribuire le (poche) risorse di

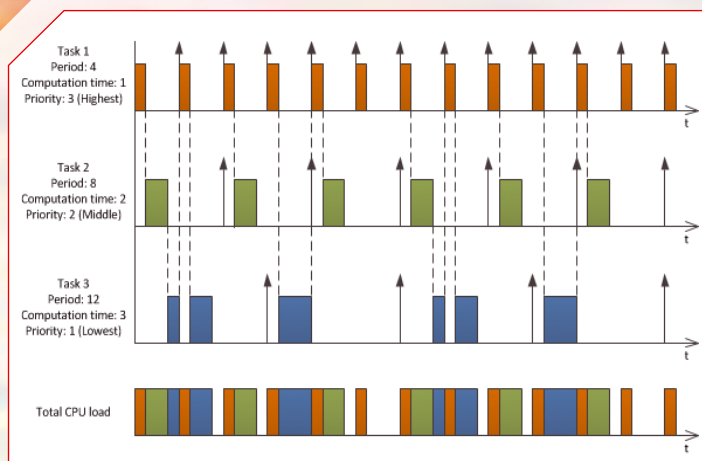


Fig. 1 - Esempio di scheduler.

sistema disponibili in maniera coerente tra i vari utilizzatori, mantenendo nel contempo prestazioni real-time.

Facciamo un esempio per chiarire la problematica: immaginiamo di avere un sistema embedded dotato di un pulsante, due LED ed una porta di comunicazione seriale. Il sistema deve fornire a un altro nodo sulla linea seriale l'informazione sulla pressione del pulsante e deve essere in grado di decodificare tre tipi differenti di pressione: pressione singola, pressione doppia e pressione lunga. Inoltre il sistema deve gestire un messaggio in ricezione che lo abilita o disabilita (quando viene disabilitato, il sistema è inerte e va in uno stato di basso consumo energetico). Quando il sistema è attivo uno dei due LED lampeggia ad intervalli regolari, mentre il secondo si accende per una durata prestabilita (ad esempio un secondo ad ogni invio di dati sulla linea seriale). Se il sistema è in modalità a basso consumo, entrambi i LED rimangono spenti. Un'applicazione di questo tipo, se approssciata con una tecnica di programmazione puramente sequenziale come quella vista sino ad ora nel corso, potrebbe risultare anche piuttosto complessa. La decodifica dello stato dei vari pulsanti richiede una certa logica per essere implementata, la gestione dei LED richiede temporizzazione ed è vincolata allo stato del sistema, e la linea seriale richiede di essere costantemente monitorata in ricezione ma anche di essere gestita in trasmissione quando un determinato evento (pressione del pulsante) si verifica. Seppure l'applicazione non sia complessa, far coesistere tutti questi task in una struttura unica (come visto in precedenza) non è cosa semplice e anche se si riuscisse a farlo, l'applicazione software sviluppata

risulterebbe -con ogni probabilità- non modulare, scarsamente scalabile e di conseguenza poco manutenibile. Insomma, ne risulterebbe un progetto software mal riuscito.

Per poter affrontare correttamente questo tipo di problematiche, si ha la necessità di un'infrastruttura software che permetta ad ogni task di avere (in forma maggiore o minore, a seconda di quanto complessa sia l'infrastruttura stessa) l'impressione che il processore e le risorse di sistema siano ad esso completamente dedicate e di avere una minima influenza sul proprio funzionamento da parte dell'attività degli altri task. In termini generali, un'infrastruttura software che risolve una problematica di questo tipo realizza il multitasking, ossia permette a più programmi di essere eseguiti contemporaneamente su di una singola CPU. In realtà l'esecuzione (se il sistema che stiamo utilizzando è un sistema single core) non è propriamente "simultanea", ma ad ogni programma viene ceduta una frazione di tempo di CPU per ciclo e il ciclo viene ripetuto nel tempo con una certa periodicità. Chiaramente, parlando di tempi di esecuzione estremamente ridotti (in base al tipo di applicazione, essi possono variare da alcuni microsecondi alle decine di millisecondi), in apparenza l'esecuzione è simultanea.

SCHEDULER, SISTEMA OPERATIVO, RTOS

Come detto nel paragrafo precedente, per poter realizzare il multitasking abbiamo necessariamente bisogno di un'infrastruttura software che ci permetta di far credere ad ogni task che la CPU sia completamente dedicata ad esso. Ma cos'è e come è fatta questa infrastruttura? L'infrastruttura base che permette di suddividere il tempo di CPU tra vari processi in esecuzione è chiamata in genere *scheduler* (*schedulatore*, in italiano). Uno scheduler è di fatto un programma che, sfruttando un ben determinato algoritmo, regola l'accesso alle risorse di sistema da parte dei vari programmi in esecuzione. Il particolare algoritmo utilizzato da questo componente software viene in genere denominato "politica di scheduling" o "algoritmo di scheduling". Un esempio di scheduler è riportato in Fig. 1. Come si può vedere nell'esempio, lo scheduler organizza, con un certo algoritmo di

scheduling, l'esecuzione di tre task all'interno della CPU. Il risultato è visibile nella traccia in basso nella solita Fig. 1.

Gli scheduler possono funzionare da soli, ma spesso sono integrati da una serie di altri componenti software che forniscono funzionalità aggiuntive. Esempi di componenti aggiuntive sono i meccanismi di inter-task communication, il gestore della memoria, l'interfaccia utente, lo spooler, e altro ancora. L'insieme dello scheduler e delle altre componenti software prende il nome di Sistema Operativo e in genere lo scheduler e altri servizi di base prendono il nome di kernel (nucleo) del sistema operativo stesso.

Un particolare tipo di sistema operativo è il cosiddetto RTOS (Real Time Operating System), che è il sistema operativo più diffuso in ambito embedded. Questo particolare tipo di sistema operativo deve anche garantire che l'esecuzione sia real-time, ossia deve fare in modo che una certa operazione venga portata a termine con tempistiche ben precise e definite, senza che si verifichino fenomeni di latenza (determinismo).

Questo tipo di caratteristica è molto gradita nello sviluppo di sistemi embedded e safety critical, dove la presenza di latenze temporali non determinabili a priori può dare luogo a malfunzionamenti molto gravi dell'intero sistema (per i sistemi safety critical si parla di ha-

zard, che viene classificato in base alle possibili conseguenze, che, nel caso di sistemi operati da personale umano, possono anche mettere a rischio la vita). In Fig. 2 è riportata una struttura tipica di un RTOS. Si noti la mancanza di elementi come l'interfaccia grafica e il gestore del file system, che essendo dipendenti da periferiche di I/O tipicamente "lente", possono compromettere il determinismo.

COOPERATIVE E PREEMPTIVE MULTITASKING A CONFRONTO

Ora che abbiamo parlato delle infrastrutture e definito anche un po' di terminologia, entriamo più nel dettaglio e classifichiamo le tipologie di sistemi multitasking con le quali possiamo trovarci a lavorare.

Esistono fondamentalmente due tipologie di multitasking:

- Cooperative multitasking;
- Preemptive multitasking.

Il cooperative multitasking è il primo tipo di multitasking che si è largamente diffuso. Ad esempio le prime versioni di Windows (3.0 e 3.1) erano sistemi operativi con multitasking cooperativo. In questo caso i programmi cedono volontariamente il controllo al programma di gestione (che può essere un sistema operativo o anche semplicemente uno scheduler), una volta terminata l'esecuzione corrente. Il vantaggio di un approccio di questo tipo è che non richiede particolari strutture hardware a supporto e può essere implementato facilmente in diverse architetture. Il principale svantaggio invece deriva dal fatto che un singolo programma che, per qualche ragione, si rifiuta di cedere il controllo, può bloccare l'intero flusso di esecuzione. Un esempio di multitasking cooperativo è riportato in Fig. 3. Come si può vedere, tre task vengono alternati nell'esecuzione dallo scheduler, ma sono i task stessi a restituire volontariamente il controllo, senza nessuna possibilità da parte dello scheduler di guadagnarli di sua iniziativa.

Di contro, nel caso di preemptive multitasking lo scheduler ha la possibilità di sottrarre le risorse ad un programma in esecuzione se lo ritiene necessario (ad esempio se un programma si è bloccato o se l'esecuzione sta richiedendo un tempo eccessivo e ci sono task in attesa di essere serviti). Chiaramente i task conservano il

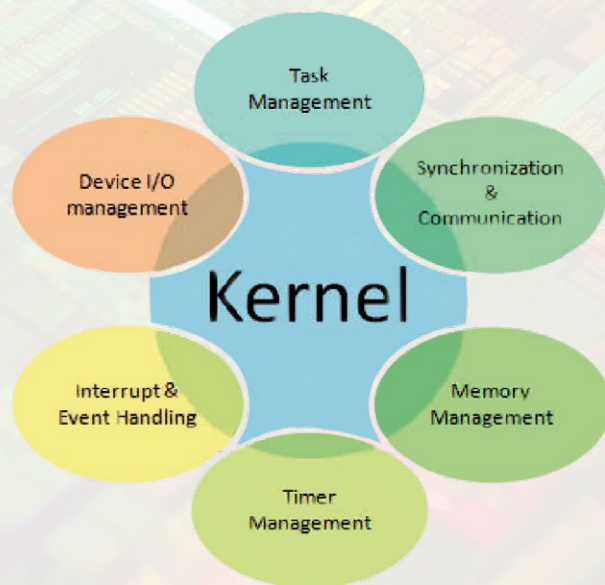


Fig. 2 - Struttura di un RTOS.

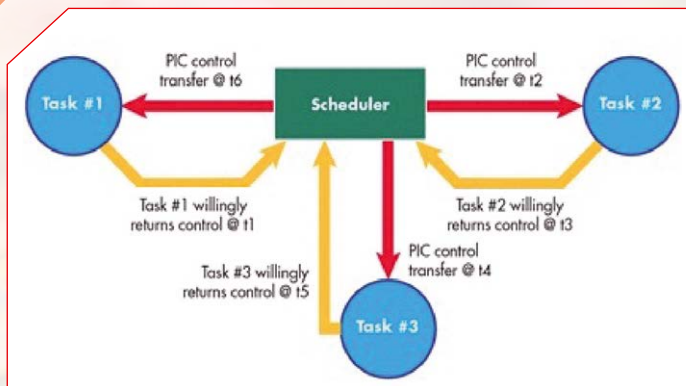


Fig. 3 - Multitasking cooperativo.

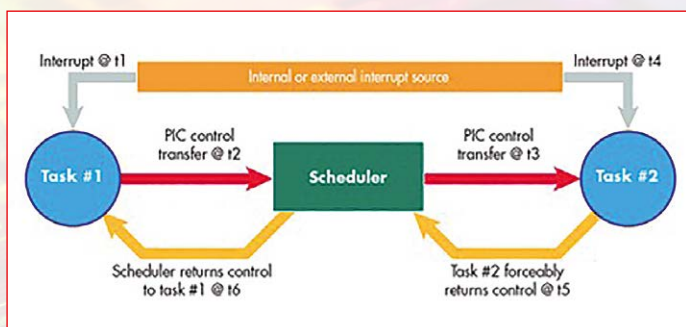


Fig. 4 - Preemptive multitasking.

diritto di cedere volontariamente le risorse di sistema nel caso in cui l'esecuzione corrente sia terminata. Un esempio è riportato in Fig. 4. In questo caso lo scheduler forza il task numero 2 a restituire il controllo per poterlo passare la task numero uno che richiede l'utilizzo delle risorse di sistema.

Chiaramente una struttura di questo tipo presenta l'enorme vantaggio di evitare che un singolo programma blocchi o rallenti l'esecuzione, in quanto lo scheduler può sempre intervenire e sottrarre le risorse al task incriminato e far eseguire i task in attesa. Lo svantaggio deriva dal fatto che una soluzione di questo tipo necessita di particolari strutture hardware per poter essere implementata e per di più queste ultime possono variare da architettura ad architettura, rendendo necessaria l'esecuzione di un porting (principalmente dello strato software di basso livello, spesso indicato come HAL - Hardware Abstraction Layer) nel caso in cui un sistema operativo implementato in questa maniera debba essere adattato ad una nuova architettura.

UN ESEMPIO DI SCHEDULER

In questa puntata introduciamo uno scheduler che utilizzeremo per lo sviluppo delle nostre applicazioni nel resto del corso. La scelta di

presentare uno scheduler, anziché un RTOS, che chiaramente è un oggetto più performante e completo, deriva da considerazioni relative alla complessità (un RTOS è decisamente più difficile da utilizzare), al tempo (una trattazione completa sulla teoria e sulla pratica degli RTOS richiederebbe un corso dedicato) e alla didattica (si parte dalle strutture più semplici per andare poi verso quelle più complesse). Lo scheduler che presentiamo è un semplice scheduler FCFS (First Call First Serve, ossia il primo task che richiede attenzione viene servito e poi di seguito gli altri), non preemptive (quindi si implementa il multitasking cooperativo) e con gestione della periodicità. La gestione della periodicità è un sistema per gestire la priorità di esecuzione, ossia i task che richiedono mediamente più risorse perché eseguono elaborazioni più complesse, hanno un periodo di chiamata più corto nel tempo (vengono eseguiti più di frequente) rispetto ai task che necessitano di meno risorse. Lo schema viene deciso staticamente durante l'implementazione, tramite un'opportuna struttura contenente la periodicità di ogni task e non può essere più modificato a runtime.

Vediamo quindi come è stato realizzato lo scheduler in questione, andando ad analizzarne il progetto MPLab X. In Fig. 5 è riportato il project manager del progetto dello scheduler

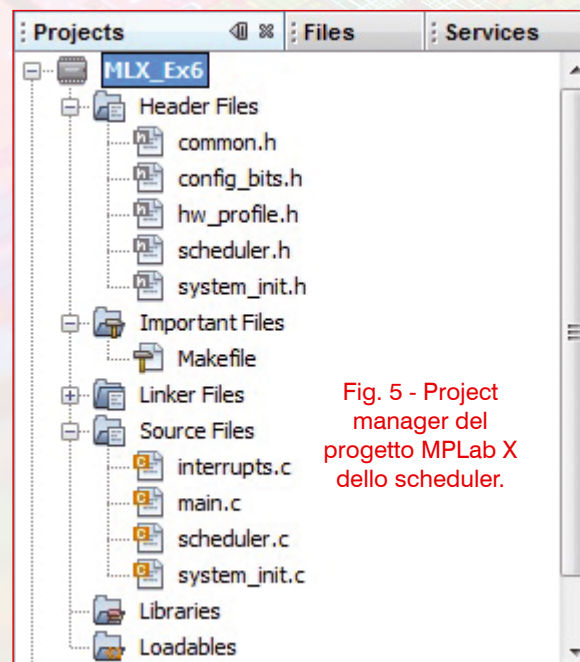


Fig. 5 - Project manager del progetto MPLab X dello scheduler.

Tabella 1 - Descrizione dei file di progetto.

File	Descrizione
main.c	Entry point del flusso di programmazione. Il main contiene due chiamate a funzione: una alla funzione SystemInit, che inizializza l'hardware di base e una alla funzione MainScheduler, che prende il controllo dell'esecuzione e lancia lo scheduler.
scheduler.c, scheduler.h	Questa coppia di files contiene l'algoritmo di scheduling, i servizi di inter task communications e le strutture dati dello scheduler.
system_init.c, system_init.h	Questa coppia di file contiene le inizializzazioni all'hardware di base utilizzato dallo scheduler.
interrupts.c	Questo file racchiude tutte le ISR usate dallo scheduler.
hw_profile.h	Questo file contiene le ridefinizioni dell'hardware di basso livello.
config_bits.h	Questo file contiene i settaggi dei bit di configurazione.
common.h	Questo file contiene alcune direttive del preprocessore utilizzate per configurare lo scheduler e alcune macro di uso generale.

(MLX_Ex6), scaricabile anche dal nostro sito www.elettronica.in. A differenza di quanto abbiamo fatto fino ad ora, possiamo subito notare che il progetto è suddiviso in più file. Infatti, essendo questa infrastruttura pensata per progetti di maggiore complessità, il progetto dello scheduler stesso è stato pensato modulare, in maniera da aumentarne la scalabilità.

Analizziamo i file di progetto servendoci della **Tabella 1**.

Come si può vedere, il progetto dello scheduler è costituito da un totale di 9 file. Idealmente ogni task che vogliamo aggiungere alla nostra applicazione dovrebbe contenere una coppia di file: un file .c contenente le implementazioni ed un file .h contenente tutte le interfacce. Sebbene questo tipo di struttura possa sembrare un pò pesante all'inizio, essa consente una gestione efficiente e organizzata del materiale di progetto, ne migliora la scalabilità e la manutenibilità e gli conferisce un aspetto decisamente più professionale.

Passiamo adesso ad analizzare il codice per capire il funzionamento di questo oggetto; come abbiamo detto in precedenza, ciò che vogliamo realizzare è uno scheduler FCFS di tipo non preemptive, con gestione della periodicità dei task. Per realizzare questo tipo di struttura ci vogliamo basare su un tick di sistema ad 1 ms, attorno al quale costruiremo tutte le periodicità dei task. Per generare questo tick ci serviamo di un interrupt su un timer opportunamente configurato. Il timer scelto è il timer 2, che configuriamo ed inizializziamo per generare un interrupt ogni millisecondo. Il **Listato 1** rappresenta la funzione di inizializzazione del timer, che viene lanciata nel main.

La relativa ISR è invece riportata nel **Listato 2** e si trova all'interno del file interrupt.c.

Come si può vedere, quando il numero di conteggi supera il periodo di scheduling viene resettato il contatore e settato il flag MainSystemTimebaseFlag al valore CallTaskPhase. Il MainSystemTimebaseFlag è una variabile globale che l'algoritmo di scheduling controlla costantemente per capire se un nuovo ciclo di scheduling deve avere inizio.

A questo punto abbiamo il nostro riferimento temporale di base che ci occorre per la temporizzazione; ciò che ci manca è l'algoritmo di scheduling ed una struttura dati per la gestione

Listato 1

```

/*****
 *
 * Function:      InitSchedTimer
 * Input:         None
 * Output:        None
 * Author:        F.Ficili
 * Description:   Initialize timer 2 as scheduler timebase:
 *                Prescaler: 1/8; Actual Interrupt Time: 1 ms
 * Date:          14/02/15
 *****/
void InitSchedTimer (void)
{
    /* configure the PIC32 core for the best performance */
    SYSTEMConfigPerformance (SYSTEM_FREQUENCY_VALUE_HZ);

    /* set T1CON register */
    T2CONbits.ON = K_ON;
    T2CONbits.TCKPS = TMR_PRESCALER_8;
    T2CONbits.T32 = TMR_16_BIT_MODE;
    T2CONbits.TCS = TMR_CS_PBCCLK;
    PR2 = INT_MATCH_VALUE;

    /* set interrupt register */
    IPC2bits.T2IP = T2_INT_Prio_1;
    IPC2bits.T2IS = T2_INT_SUB_Prio_0;
    IEC0bits.T2IE = T2_INT_ENABLE;

    /* enable multi-vectorized interrupts */
    INTEnableSystemMultiVectoredInt();
}

```

Listato 1 - Inizializzazione dello schedule timer.

Listato 2

```

/*****
* Function:          void __ISR(_TIMER_2_VECTOR,
ipl1) Timer2InterruptHandler (void)
* Input:            None
* Output:           None
* Author:           F.Ficili
* Description:      Timer 2 ISR.
* Date:             14/02/15
*****/
void __ISR(_TIMER_2_VECTOR, ipl1) Timer2InterruptHandler
(void)
{
    /* local counter */
    static UINT16 InterruptCounter = 0;

    /* clear interrupt flag */
    IFS0bits.T2IF = 0;
    /* Increment local counter */
    InterruptCounter++;
    /* If the scheduler period is elapsed */
    if (InterruptCounter >= SCHEDULER_PERIOD_MS)
    {
        /* Reset counter */
        InterruptCounter = 0;
        /* Main scheduler timebase flag */
        MainSystemTimebaseFlag = CallTaskPhase;
    }
}

```

Listato 2 - ISR relativa al timer dello scheduler.

della periodicità. Analizziamo prima di tutto la struttura dati: quella che abbiamo scelto di utilizzare è una struttura basata su tre array; il primo sarà un array di puntatori a funzione, contenente le chiamate ai task che desideriamo eseguire, il secondo sarà un array di interi a 16-bit contenente i contatori dei task ed il terzo un array di interi a 16-bit contenente i valori di periodicità di ogni singolo task. In questo

Listato 3

```

/* Maximum number of task */
#define ACTIVE_TASK_NUMBER                ((UINT16) (0))

/* Array of task to call */
void (*TaskArray[ACTIVE_TASK_NUMBER]) (void) =
{
};

/* Array of task period timeouts */
UINT16 TaskPeriodTimeoutMs[ACTIVE_TASK_NUMBER] =
{
};

/* Array of task periods */
static UINT16 TaskPeriodCounterMs[ACTIVE_TASK_NUMBER] =
{
};

```

Listato 3 - Struttura dati per l'implementazione dell'algoritmo di scheduling.

modo il nostro algoritmo di scheduling avrà a disposizione una tabella che potrà interrogare ad ogni ciclo per determinare se un task debba essere eseguito oppure no. In caso positivo, potrà lanciare in esecuzione il task sfruttando l'array di puntatori a funzione, mentre in caso negativo, semplicemente andrà oltre.

Il **Listato 3** riporta la struttura dati citata in precedenza (chiaramente non inizializzata). A questo punto possiamo passare alla descrizione dell'algoritmo di scheduling vero e proprio, il cui codice C è riportato nel **Listato 4**. Come si può vedere dal codice, la funzione esegue le seguenti operazioni:

- compie una scansione degli array dei task, partendo dall'indice 0, fino ad arrivare al numero di task attivi;
- per ogni elemento viene incrementato di una unità il contatore del task (che esprime il tempo in ms);
- se il contatore ha superato il valore della periodicità del task corrente (in ms) allora l'algoritmo resetta il contatore del task attivo e lancia il task, altrimenti passa all'analisi del task successivo.

Chiaramente la funzione deve essere chiamata ogni millisecondo e questo viene effettuato dalla funzione MainScheduler, che è la funzione chiamata direttamente dal main. Il codice della funzione MainScheduler è riportato nel **Listato 5**; come possiamo vedere, inizializzazione a parte, la funzione controlla continuamente (all'interno di un ciclo infinito) se il flag MainSystemTimebaseFlag è uguale a CallTaskPhase e, in caso positivo, lancia ScheduleTasks e resetta il flag per permettere l'esecuzione di un nuovo ciclo di scheduling.

Questa semplice struttura ci permette di lanciare in sequenza, e con una certa periodicità, un numero arbitrario di task che lavorano in multitasking cooperativo. La condizione per cui tutto funzioni è chiaramente che ogni singolo task lavori in multitasking cooperativo (ossia deve essere il task stesso a cedere il controllo allo scheduler per permettere che un nuovo task venga eseguito) e che la somma del tempo di esecuzione per ciclo di tutti i task non sia superiore al singolo ciclo di scheduling. Nel caso in cui questa seconda condizione non si verifichi, si può rimediare allungando il tempo di scheduling (è possibile farlo agendo sulla

macro SCHEDULER_PERIOD_MS).

ESEMPIO PRATICO: REALIZZAZIONE DI UN SEMPLICE TASK

Vediamo adesso come realizzare un task sfruttando questa architettura, ripartendo da un esempio che abbiamo visto all'inizio del corso, ossia il lampeggio di un LED (che chiameremo, appunto, LedTask). In quell'occasione l'implementazione software per generare il lampeggio era stata quella visibile nel **Listato 6**.

Il codice presentato nello snippet di tale listato non potrebbe funzionare come implementazione del LedTask che dobbiamo realizzare adesso, perché questo tipo di realizzazione non implementa il multitasking cooperativo. Infatti se scrivessimo il LedTask con questa implementazione, una volta chiamato, questo task non restituirebbe più il controllo allo scheduler, che quindi non potrebbe più passarlo ad un eventuale secondo task, e l'esecuzione rimarrebbe bloccata all'interno del while(FOREVER) iniziale.

Un modello implementativo che si concilia molto con il multitasking cooperativo è quello delle macchine a stati finiti: e quindi questa è l'implementazione che cercheremo di realizzare. Di fatto un task che esegue il lampeggio di un LED è un task che per la maggior parte aspetta che passi del tempo e poi, al momento convenuto, inverte lo stato di un pin. In una logica a macchina a stati, questo si traduce in due stati: uno stato di wait e uno stato di toggle. La macchina a stati che implementa quanto descritto in precedenza è riportata in **Fig. 6**.

Listato 6

```
/* endless lopp */
while(FOREVER)
{
    /* delay loop */
    while (counter)
    {
        /* decrement counter */
        counter--;
    }
    /* set delay value to DELAY_VALUE */
    counter = DELAY_VALUE;
    /* toggle RD0 */
    PORTDbits.RD0 = ~PORTDbits.RD0;
}
```

Listato 6 - Implementazione del lampeggio del LED presentata nella prima puntata.

Listato 4

```
/* ***** */
* Function:          void ScheduleTasks (void)
* Input:             None
* Output:            None
* Author:            F.Ficili
* Description:       Function used to call the task sequence
                    with priority
* Date:              14/02/15
/* ***** */
void ScheduleTasks (void)
{
    /* Index of active task */
    UINT8 ActiveTaskIndex = 0;

    /* Call task if timeout is expired */
    for (ActiveTaskIndex = 0; ActiveTaskIndex < ACTIVE_
        TASK_NUMBER; ActiveTaskIndex++)
    {
        /* Increment task counters */
        TaskPeriodCounterMs[ActiveTaskIndex]++;

        /* Check the task timeout */
        if (TaskPeriodCounterMs[ActiveTaskIndex] >= TaskPe_
            riodTimeoutMs[ActiveTaskIndex])
        {
            /* Reset task counter */
            TaskPeriodCounterMs[ActiveTaskIndex] = 0;
            /* Call Task */
            TaskArray[ActiveTaskIndex]();
        }
    }
}
```

Listato 4 - Listato della funzione ScheduleTasks.

Proviamo adesso a scriverla in linguaggio C (il progetto di questo esempio pratico è stato nominato MLX_Ex7 ed è scaricabile dal sito della

Listato 5

```
/* ***** */
* Function:          void MainScheduler (void)
* Input:             None
* Output:            None
* Author:            F.Ficili
* Description:       Main system scheduler
* Date:              14/02/15
/* ***** */
void MainScheduler (void)
{
    /* Initialize all Tasks */
    InitializeTasks();

    /* Switch to running state */
    SystemState = RunningState;

    /* Infinite loop */
    while(FOREVER)
    {
        /* If the scheduler timer has expired */
        if (MainSystemTimebaseFlag == CallTaskPhase)
        {
            /* Start scheduling cycle */
            ScheduleTasks();
            /* Reset flag */
            MainSystemTimebaseFlag = WaitTriggerPhase;
        }
    }
}
```

Listato 5 - Listato della funzione MainScheduler.

Listato 7

```

/*****
* Function:      LedBlinkStateMachine
* Input:         void
* Output:        LedOutType
* Author:        F.Ficili
* Description:   Blinking LED effect state machine
* Date:          01/03/15
*****/
LedOutType LedBlinkStateMachine (void)
{
    /* State machine static variables */
    static LedBlinkSmType LedBlinkSmState = WaitState;
    static UINT16 LedBlinkSmCounter = 0;
    static LedOutType LedBlinkSmOut = OffState;

    switch (LedBlinkSmState)
    {
        case WaitState:
            /* Increment counter */
            LedBlinkSmCounter++;
            /* Check time */
            if (LedBlinkSmCounter >= LED_BLINK_PERIOD_MS)
            {
                /* Reset counter */
                LedBlinkSmCounter = 0;
                /* Jump to ToggleState */
                LedBlinkSmState = ToggleState;
            }
            break;

        case ToggleState:
            /* Toggle LED output state */
            LedBlinkSmOut = ~LedBlinkSmOut;
            /* Jump to WaitState */
            LedBlinkSmState = WaitState;
            break;

        default:
            break;
    }

    /* Return out state */
    return (LedBlinkSmOut);
}

```

Listato 7 - Implementazione C della macchina a stati per il lampeggio del LED.

rivista). Un modo molto efficace per scrivere le macchine a stati in C è usare la struttura di selezione switch..case e definire le variabili di

stato come variabili static con scope interno alla funzione stessa. L'implementazione è riportata nel **Listato 7**.

Come si può vedere, sono state definite tre variabili statiche:

- **LedBlinkSmState**: rappresenta lo stato corrente della macchina;
- **LedBlinkSmCounter**: contatore di servizio utilizzato per calcolare il ritardo;
- **LedBlinkSmOut**: stato corrente dell'uscita.

La funzione entra nello stato di wait (in quanto `LedBlinkSmType LedBlinkSmState = WaitState`;) e incrementa un contatore che serve a calcolare il tempo trascorso. Il contatore si basa sulla periodicità del task, la quale, come vedremo in seguito, è stata fissata a 10 ms. Se il numero di conteggi è maggiore `LED_BLINK_PERIOD_MS` (vedremo dopo anche questo), il contatore viene resettato, si aggiorna la variabile di stato e si esce, altrimenti si esce direttamente. Nello stato di toggle si esegue solo l'operazione di toggle vero e proprio, si aggiorna la variabile di stato e si esce. Si noti come ogni stato esegue le operazioni che deve eseguire ed esce, occupando per meno tempo possibile il processore. Ad ogni esecuzione, la funzione ritorna lo stato corrente dell'uscita.

Ora abbiamo la nostra macchina a stati; quello che ci manca è costruire un task ed inserirlo nella tabella di esecuzione dello scheduler. Il listato del LED task è riportato nel **Listato 8**. Come possiamo constatare, il task stesso è una macchina a stati, che ha uno stato di inizializzazione ed uno di running; in quest'ultimo stato viene semplicemente associato il valore dell'uscita di `LedBlinkStateMachine` alla macro

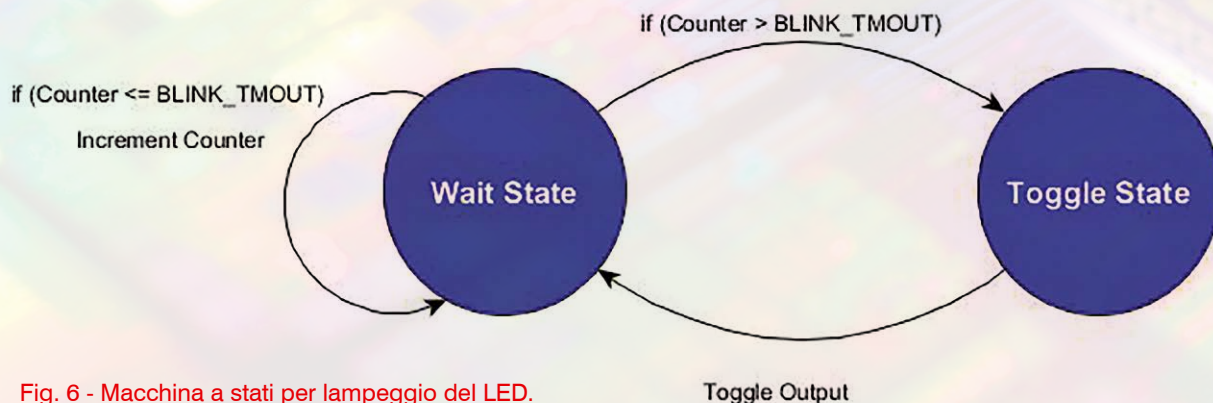


Fig. 6 - Macchina a stati per lampeggio del LED.

LED_1, che non è altro che la ridefinizione del pin RD1.

Ora non ci rimane che inserire il task all'interno della tabella di esecuzione, per far sì che lo scheduler lo lanci. Non ci sono altri task, quindi questo sarà l'unico processo in esecuzione, ma in linea teorica potrebbero essercene un numero arbitrario.

Prima di analizzare la struttura, bisogna notare che nell'header file sono state definite queste due macro (**Listato 9**):

La prima è la periodicità del task (che come detto è fissata a 10 ms), mentre la seconda è il periodo del lampeggio del LED, che è fissato a 500 ms ed è diviso a compile time per LED_TASK_PERIOD_MS, in modo da ottenere il valore corretto di conteggi potendo mantenere coerenza con il significato fisico della macro stessa (ossia un tempo in ms, come è evidenziato anche dal nome). Anche la periodicità è riferita al periodo di scheduling, che in questo caso è 1ms. L'inserimento del task nella tabella di esecuzione si effettua come illustrato nel **Listato 10**. Se proviamo a mandare in esecuzione il programma, vedremo lo stesso effetto del lampeggio del LED visto durante gli esperimenti condotti nel corso della prima puntata, ma quello che sta succedendo all'interno del programma è ben diverso: ad ogni ciclo di scheduling, lo scheduler scandisce la tabella e ogni 10 ms manda in esecuzione LedTask, che a sua volta esegue la macchina a stati per il lampeggio. Questa politica lascia libero il processore, che nella maggior parte del tempo rimane in attesa del flag che avvia un nuovo ciclo. Tutto questo tempo può essere riempito con l'esecuzione di ulteriori task, come vedremo negli esempi pratici che presenteremo nelle prossime puntate.

CONCLUSIONI

In questa puntata abbiamo introdotto un argomento che ci servirà come base per le puntate future, in quanto nei prossimi progetti utilizzeremo sempre questa infrastruttura e implementeremo i nostri programmi utilizzando il multitasking cooperativo. Nell'esempio descritto in questa puntata l'approccio potrebbe sembrare molto più complesso rispetto a una semplice programmazione sequenziale, ma i benefici di questa filosofia si potranno apprezzare con lo sviluppo di applicazioni più complesse. ■

Listato 8

```

/*****
* Function:          LedTask
* Input:             None
* Output:            None
* Author:            F.Ficili
* Description:       Manage LED task
* Date:              28/02/15
*****/
void LedTask (void)
{
    switch (SystemState)
    {
        /* System Initialization Phase */
        case InitializationState:
            /* Initialize LEDs pins */
            LED_1_TRIS = LINE_DIRECTION_OUTPUT;
            LED_1 = LINE_STATE_LOW;
            break;

        /* System Normal operation Phase */
        case RunningState:
            /* Run LED_1 state machine */
            LED_1 = LedBlinkStateMachine();
            break;

        /* Default */
        default:
            break;
    }
}

```

Listato 8 - LedTask.

Listato 9

```

/* Task period in ms */
#define LED_TASK_PERIOD_MS      ((UINT16) (10)/SCHEDULER_PERIOD_MS)
/* Blink period in ms */
#define LED_BLINK_PERIOD_MS    ((UINT16) (500)/LED_TASK_PERIOD_MS)

```

Listato 9 - Macro di LedTask.

Listato 10

```

/* Maximum number of task */
#define ACTIVE_TASK_NUMBER      ((UINT16) (1))

/* Array of task to call */
void (*TaskArray[ACTIVE_TASK_NUMBER]) (void) =
{
    LedTask,
};

/* Array of task period timeouts */
UINT16 TaskPeriodTimeoutMs[ACTIVE_TASK_NUMBER] =
{
    LED_TASK_PERIOD_MS,
};

/* Array of task periods */
static UINT16 TaskPeriodCounterMs[ACTIVE_TASK_NUMBER] =
{
    0,
};

```

Listato 10 - Inserimento di LedTask nella tabella di esecuzione dello scheduler

L'auto senza conducente di Delphi nel test coast-to-coast negli Usa



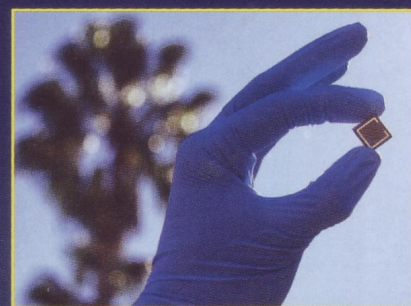
radar e software per testare tutte le problematiche della tecnologia driverless. Per ragioni di sicurezza e per verificare l'effettiva affidabilità del Suv, ci sarà sempre a bordo anche un conducente dietro al volante, come imposto dalla legge, per assicurare il controllo umano del mezzo nel caso di eventuali imprevisti che potrebbero occorrere e per i rifornimenti necessari. Per Jeff Owens, direttore tecnico di Delphi Automotive, la tecnologia per i mezzi automatizzati è all'avanguardia e sono stati compiuti passi in avanti molto importanti, ma ci vorranno circa 20 anni prima che una vettura completamente automatica possa essere messa in commercio, visto che manca ancora il quadro giuridico e normativo necessario.

L'azienda britannica Delphi Automotive, produttrice di componenti elettronici per autoveicoli, ha in programma uno speciale viaggio coast-to-coast negli Usa, per testare l'auto senza conducente. Il 22 marzo infatti, un team di ingegneri della Delphi partirà da San Francisco, in direzione New York, a bordo del Suv compatto, un'Audi SQ5 a guida automatica, che percorrerà oltre 5.600 chilometri di percorso e ben otto giorni di viaggio. La vettura è stata modificata con telecamere speciali,

www.delphi.com/delphi-drive

Ecco le celle solari tandem del MIT

Per ridurre i costi del fotovoltaico, un team di ricercatori del Massachusetts Institute of Technology ha sviluppato una cella solare tandem, che potrebbe raggiungere il 35% di efficienza energetica, superando la capacità produttiva delle tecnologie attualmente in commercio. La cella solare innovativa è composta da due strati di materiali diversi, che assorbono una grande quantità di luce solare, uno composto da silicio e il secondo semitrasparente, formato da perovskite. In passato erano già state sviluppate celle solari a due strati, ma che mantenevano un circuito elettrico distinto, a differenza



WaterNest 100: la casa galleggiante ecosostenibile

Si chiama WaterNest 100, la casa galleggiante dal design flessibile, che si adatta ad ogni tipologia di ambiente, alimentata da un sistema fotovoltaico installato sul tetto che fornisce l'energia necessaria per l'intera casa. L'ha progettata Giancarlo Zema per l'azienda EcoFloLife ed è raggiungibile tramite un comodo pontile. WaterNest 100 è costruita in legno e alluminio, è totalmente ecosostenibile,

ma presenta anche tutte le comodità che è possibile trovare solitamente nelle case moderne. L'abitazione di 100 metri quadrati rappresenta la sistemazione ideale per un nucleo familiare rispettoso dell'ambiente e interessato concretamente a risparmiare sui costi energetici. Gli arredi presenti sono riciclabili al 98% e sono realizzati con materiali riciclati. L'energia è fornita da 60 mq di pannelli in silicio amor-

fo che avvolgono la copertura e forniscono alla casa 4 kWp di energia elettrica. La luce si diffonde negli ambienti grazie ai lucernari posti nel tetto che irradiano la luce naturale in bagno ed in cucina. WaterNest 100 può essere anche trasformata in un ufficio, in un negozio o in un locale trendy.

www.ecoflodelife.com/habitat

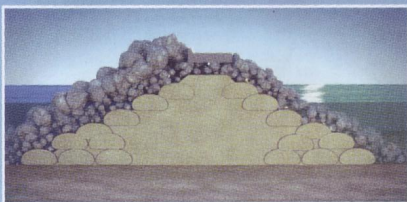




di questa nuova tecnologia che ha bisogno solamente di un circuito di controllo. I due diversi strati della cella solare tandem, che si comporta come una cella al silicio tradizionale ed è prodotta e installata semplicemente, consentono di assorbire porzioni differenti della luce solare. I primi test realizzati in laboratorio sono stati positivi: la nuova cella solare ha infatti raggiunto un'efficienza del 13,7%. I ricercatori però hanno l'obiettivo di migliorarne sensibilmente l'efficacia arrivando a toccare il 30% o 35% di efficienza, quando avranno risolto i problemi di resistenza agli agenti atmosferici della perovskite, che tende a degradarsi all'aria aperta.

<http://newsoffice.mit.edu/2015/tandem-solar-cell-0324>

Energia dal moto delle maree nelle lagune: il progetto



Ed Davey, ministro britannico dell'Energia, ha Intenzione di finanziare il progetto "Lagoon power plants", che prevede la realizzazione delle prime centrali elettriche al mondo che sfruttano il moto delle maree nelle lagune. Da 50 anni in realtà esistono centrali che sfruttano il moto altalenante delle maree, ma nessuna quella delle lagune. Di centrali ne dovrebbero essere realizzate quattro in Galles ed una nel Somerset e in Cumbria: "Cattureranno le maree in entrata e in uscita dietro dighe gigantesche, utilizzando il peso dell'acqua per far così girare le turbine", ha spiegato Roger Harrabin, analista ambientale. Il progetto di Swansea, in Galles, sarà il più costoso e si dovrebbe aggirare sul

Le turbine eoliche volanti di Google

Google ha in programma di far volare le sue innovative turbine eoliche, nell'ambito del programma Project Makani.

Dai laboratori di Google X, gli Airborne Wind Turbine, velivoli con apertura alare di 25 metri, in grado di catturare il vento per produrre maggiori quantità di energia, effettueranno al confine tra California e Nevada, i test necessari alla loro messa in funzione. Durante il volo, il sistema di turbine, che è collegato a terra con un cavo, raggiungerà un'altezza di 450 metri, seguendo una traiettoria circolare, che le renderà in grado di azionare le otto turbine eoliche che sono presenti sulle ali. Il principio adottato è quello dell'aquilone, ossia si spinge in aria un velivolo attaccato ad un cavo e sfruttando le correnti la turbina eolica volante può produrre energia.

L'idea di Google di costruire le turbine volanti è dovuta al fatto che la velocità del vento è maggiore e più costante a quote maggiormente elevate.

Le turbine eoliche volanti del Project Makani consentono dunque di ottenere più vento a costi inferiori, dato che i sistemi raggiungono quote più elevate (dagli 80 ai 350 metri), eliminando il 90% dei materiali delle turbine eoliche tradizionali, riducendone anche i costi. Ogni turbina volante può difatti generare il 50% in più di energia con una potenza di 600 kW.

www.google.com/makani/technology



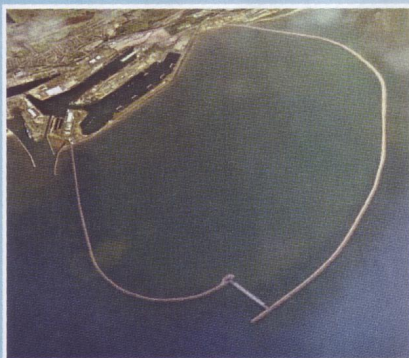
miliardo di sterline, conferendo energia a 155.000 abitazioni, a costi molto più bassi rispetto al solito. Il progetto sarà attuato da Tidal Lagoon Power che è convinta che i "Lagoon power plants" possano produrre energia a costi maggiormente contenuti e che le sei lagune interessate dal progetto potranno generare l'8% dell'elettricità di tutto il Regno Unito.

"Abbiamo alcune delle più grandi onde da maree del mondo e sarebbe davvero

utile se potessimo sfruttare anche solo un po' di quella energia pulita", ha affermato Ed Davey, ministro britannico.

Il progetto per essere attuato deve superare le remore degli ambientalisti scettici per l'imponenza delle strutture da dover attuare e dei pescatori, che temono che tale opera possa spingere i pesci a migrare altrove.

www.tidallagoonswanseabay.com



La bacheca degli annunci

Vendo:

Da privato "soddisfatti o rimborsati", spedisco pagate alla consegna scontati per urgente realizzo:

- Radiocuffia stereo multifunzione multiaccessoriata Pioneer anche per uso investigativo.
- Microspia americana FM 40,68MHz con auricolare ricevente e certificato di conformità (campionatura).
- Campanello senza fili con funzioni manuali o automatiche (campionatura).
- Proiettore laser a fascio visibile rosso + centralina multieffetti a 3 uscite con portafaretti + lampada di Wood (campionatura).
- Accumulatore al gel a tracolla con multiuscite multitensioni ad uso contemporaneo accessorio tedesco.
- Mini megafono compatto tipo torcia con altoparlante a membrana piatta (campionatura).
- Variatore di velocità professionale fino a 1.320W + variatore universale fino a 1.800W.
- Radiomicrofono con microcriccevitore a pile.
- Microscopio tascabile tedesco da superficie 100 ingrandimenti con luce per microelettronica, micromeccanica, ecc... (campionatura).
- Vibrografo a battute regolabili + micro incisore multialimentato accessorio.
- Micro trapano con accessori multialimentato + saldatore ceramico rapido a temperatura regolabile.

Possiedo inoltre utili dispense tecniche collezionabili dal 1900 in poi, che, invecchiandosi, si valorizzano.

Contattare Pietro al numero di telefono 0371-30418.

Cerco:

Chassis valvolari da rottamare (no mobilia).
Prezzi da valutare. Spedizione in contro-assegno.
Spese postali a carico del destinatario.
Contattare Alberto al numero 065257175 oppure al 3382056777, ore pomeridiane (14-20).

Vendo:

- Cordless lunga portata 8/12Km;
 - 8000 metri cavo allarme 4*0.25 / 2*0.50+2*0.25 / 2*0.50+4*0.25 / 2*0.50+6*0.25;
 - Coppia ricetrasmittitori Alinco dj s800 nuovi;
 - Finale TV UHF 1W;
 - 100m cavo antenna RG213U (nuovo);
 - Rotore Jeager Supermount SMR 1224 reed HH per parabole fino a 3 metri;
 - Diversi rotor antenna ES CDE autorotor ed altri;
 - Centralino telefonico più citofono PBX15D 1 linea entrata 5 interni;
 - Centralino telefonico più citofono PBX2/8 2 linee entrata 8 interni;
 - Amplificatore Geloso valvolare G1/1070A° funzionante;
 - Alternatore 5KW trifase 4KW monofase mecc. alte.
- Contattare Giuseppe al numero di telefono 335-6257322 o inviare e-mail: giuseppe@spaziotempo.org

Offro:

- Collaborazione anche a progetto o a tempo determinato a ditte del settore elettronico in tutta Italia (sono tra Milano e Salerno).

Realizzo:

- Schede finite, prevalentemente digitali a microcontrollore (Microchip), su specifiche del cliente. Schema, sbroglio del PCB, sviluppo di firmware in Assembler, part list, assemblaggio anche SMD.

Eseguo:

- Riparazioni ed installazioni elettroniche, tecnico per assistenza.

Vendo:

- Duplicatori di EEPROM per serie 24xxx, 93xxx, MDA2061/2 e NVM3060, 27xxx, 28xxx, 29xxx, 49xxx, PIC12C508, PIC16F84, ecc.
- Escluso uso hobbistico.

Contattare Vittorio all'email: elettronica.argo@tiscali.it o al 347-3810787.

Vendo:

Nuovo bromografo semi-professionale Delta Elettronica mai usato, quattro lampade, timer, area utile espositiva 40x27, corredato da basette presensibilizzate varie dimensioni. Il tutto a euro 80,00.
Contattare Gennaro al numero di telefono 335-398994.

Vendo:

- Ricetrasmittente sia per stazione fissa, che per mobile (auto, camper, barca, camion). Marca Electronica, Modello 360 da 120 Canali AM/SSB (lsb/am/usb) in 3 'shifts' - (A, B, C). Frequenza determinata con MC145106 PLL e 9 quarzi! Indicatore di modulazione a LED bicolore (verde come s-meter) e regolatore di guadagno sensibilità RF per DX o locali. In ottimo stato e perfettamente funzionante. Il tutto a 95 euro.
 - Amplificatore di linea AM/SSB ZG B150 da 100Watt per trasmettitore CB, che eroga 100 Watt in AM e 200 Watt in SSB. Adatto sia in casa che in auto o camion, roulotte, barca. Aumenterete la potenza di trasmissione in modo notevole! Ancora imballato, come nuovo e perfettamente funzionante. Il tutto a 65 euro.
 - Wattometro-Rosmetro ZG 500 Misuratore della Potenza in uscita e qualità dell'accoppiamento trasmettitore/antenna (r.o.s.) per stazione radiotrasmittente CB. Ancora imballato, come nuovo, perfettamente funzionante. Il tutto a 40 euro.
 - Euro Ricetrasmittente CB Lafayette Texas Ricetrasmittente veicolare e/o fisso per banda CB, Marca Lafayette Modello Texas, omologato. 40 Canali AM/FM, Potenza in uscita 4Watt, frequenza PLL-2,5Watt audio, in ottimo stato e perfettamente funzionante.
- Contattare Roberto al numero di telefono 377-1398999 o inviare e-mail: serviceuk@libero.it.

Sviluppo:

Firmware per microcontrollori PICXX, STXX e Motorola su specifica e realizzo prototipi. Telefonare a Gianni allo 0376-396743.

Questo spazio è aperto gratuitamente a tutti i lettori. La Direzione non si assume alcuna responsabilità in merito al contenuto degli stessi ed alla data di uscita. Gli annunci vanno inviati via FAX al numero 0331-792287 oppure tramite INTERNET connettendosi al sito www.elettronica.in.it nella sezione "Annunci".