

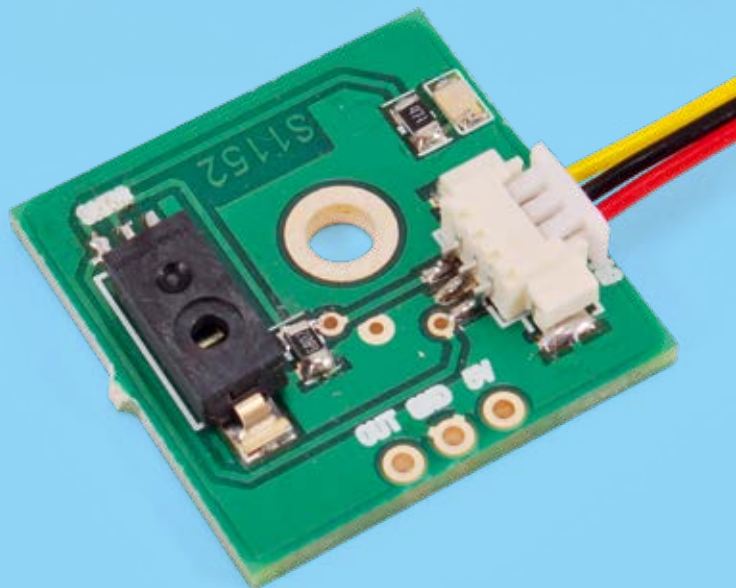
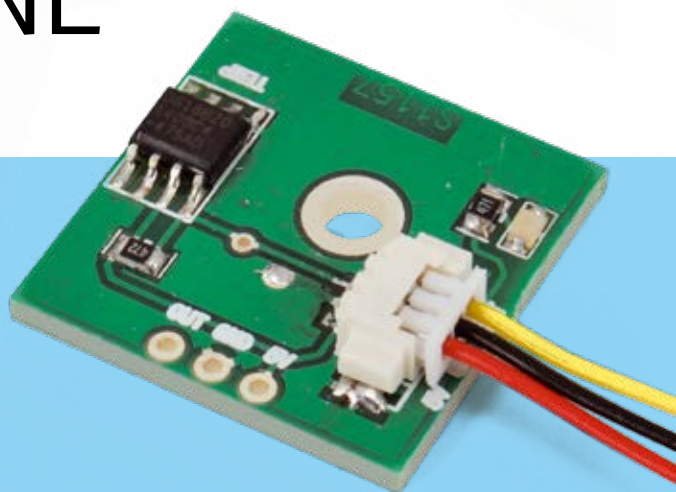
Volete utilizzare i più recenti componenti elettronici ma li trovate difficili da montare perché sono in SMD, piccolissimi e richiedono speciali attrezzature? Non preoccupatevi, da oggi potete trovarli su schede di prototipazione pronte all'uso e il cui collegamento è alla portata di tutti.

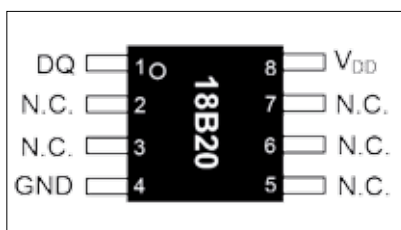
BREAKOUT BOARD MULTIFUNZIONE

di FRANCESCO DONI

L'elettronica ha fatto e continua a fare progressi con una rapidità esponenziale e se è vero che nell'integrazione delle funzioni i passi sono stati "da gigante", le dimensioni dei nuovi componenti sono sempre più "da nani", anzi microscopiche. L'esigenza di creare dispositivi sempre più minuscoli è dettata dalle richieste dell'industria dei dispositivi portatili, che necessita sempre più funzioni a parità di ingombro e peso. Succede così che in commercio i componenti elettronici tradizionali, quelli a montaggio a terminale passante (THT) per intenderci, stanno progressivamente scomparendo a vantaggio degli SMD;

ed anche che questi ultimi, dalle iniziali dimensioni paragonabili a quelle della componentistica tradizionale, diventano ogni anno più piccoli e sono ormai minuscoli, oltretutto caratterizzati da piedinature con contatti fittissimi a passo anche di 1 mm (difficile quindi saldarli senza unirne due o più con la lega saldante). Per questa ragione chi non ha particolari attrezzature per la saldatura e il rework degli SMD (saldatori a punta finissima, stazioni di saldatura con pinze termiche per SMD o stazioni ad aria calda) si sente escluso e se anche volesse tentare l'approccio ai componenti più moderni, per sfruttarne l'indubbia convenienza





Piedinatura della sonda termica DS18B20 in contenitore µSOP.

in fatto di funzioni svolte, non saprebbe come fare. Lo stesso discorso vale per chi, pur pronto a dotarsi delle apparecchiature da laboratorio del caso, comincia ad avere la mano non proprio ferma e la vista da vicino un po' incerta, tanto da non riuscire a portare a termine un montaggio del genere con successo. In questi casi vengono in aiuto le cosiddette breakout board, ovvero schede di prototipazione contenenti il componente interessato già saldato, le cui connessioni sono portate all'esterno delle basette su connessioni facilmente utilizzabili per passo e terminazione; di solito i collegamenti sono piazzole a passo 2,54 mm, come quelle dei classici integrati DIP che per decenni sono stati alla portata di tutti.

Per consentire a chi, tra voi, vorrebbe utilizzare componentistica di un certo livello ma non ha i mezzi o le qualità per saldarla, abbiamo identificato un certo numero di integrati (comprendenti sensori, alimentatori switching, caricabatterie, amplificatori lineari ecc.) e li abbiamo montati su basette pronte all'uso; queste breakout board (di cui in questo articolo presentiamo le prime tre) sono sia un ausilio per chi desidera avere già pronto in un formato "tradizionale" il meglio dell'elettronica SMD, sia per chi -pur riuscendo a lavorare con componenti SMD- necessita di avere tali componenti disponibili su schede di prototipazione per applicarle a circuiti esistenti e fare prove, ovvero per realizzare prototipi che

integrino le funzioni dei relativi integrati, prima di realizzare il circuito stampato definitivo di un'apparecchiatura. Ad esempio, se bisogna sostituire una sonda di temperatura o aggiungerla a un apparato esistente, la breakout board con il sensore di temperatura Dallas DS18B20 fornisce il sensore già pronto per l'uso e le connessioni di alimentazione e di uscita facilmente accessibili per la prototipazione.

Tutte le breakout board proposte si possono acquistare già pronte presso Futura Elettronica - www.futurashop.it - ovvero, per chi se la sentisse, realizzarle da sé: per questa ragione pubblichiamo i relativi piani di montaggio e (sul nostro sito www.elettronicaain.it) le tracce lato rame.

In questo articolo iniziamo a descrivere le prime tre breakout board: quella con il sensore di temperatura, quella con il trasduttore di pressione e quella con il sensore di umidità; nei prossimi fascicoli proporremo via-via le altre, fino a completare la serie.

SCHEMA CON DS18B20

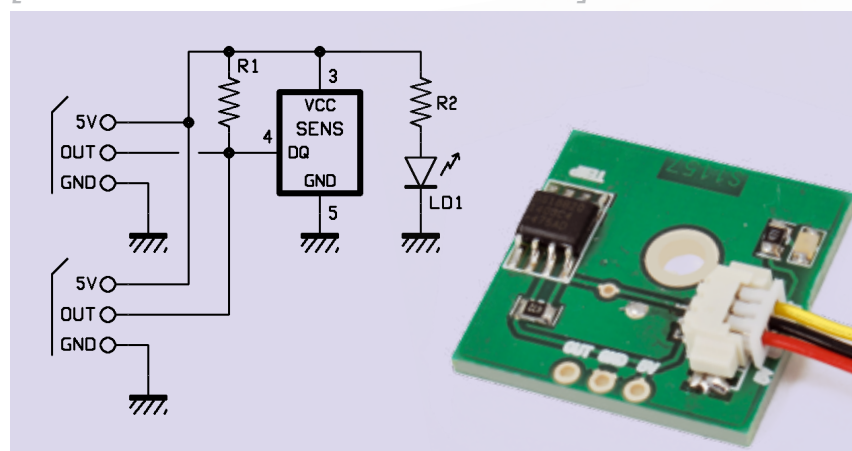
Il componente chiave di tale breakout board, della quale in fondo a questa pagina trovate lo schema elettrico, è la sonda a semi-

conduttore DS18B20 della Maxim Dallas; si tratta di un componente ormai molto diffuso in svariate apparecchiature fisse e portatili, che avete trovato negli ultimi anni anche tra le pagine di Elettronica In, ma in versione TO-92. In questo progetto impieghiamo, invece, la versione in case TSSOP miniaturizzata, chiamata µSOP.

Il sensore fornisce un segnale di uscita di tipo digitale, ragion per cui deve essere interfacciato ad un microcontrollore o un microprocessore che provveda a interrogarlo secondo il protocollo previsto. Le connessioni del sensore termico DS18B20 sono essenzialmente tre: i due pin d'alimentazione, quindi Vcc e GND, e la linea dati, che è bidirezionale e fa capo al pin che resta (DQ). Infatti la sonda della Dallas comunica sfruttando il protocollo One-Wire, che contempla la comunicazione dati mediante un solo filo (riferito al piedino di massa, ovviamente).

Affinché tutto funzioni correttamente, il canale dati necessita di una resistenza di pull-up, che in questo caso, a differenza di altre nostre realizzazioni, è implementata nel microcontrollore. Essendo la comunicazione con il sensore di tipo digitale, si può sistemare la sonda anche molto

[schema elettrico DS18B20]



	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
LS Byte	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
	bit 15	bit 14	bit 13	bit 12	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8
MS Byte	S	S	S	S	S	2^6	2^5	2^4

Fig. 1 - Struttura dei due bit emessi in sequenza dal DS18B20 ogni volta che viene interrogato: il byte LS è quello di peso minore e l'MSB è quello più significativo. Questa struttura si riferisce alla rappresentazione a 11 bit più segno.

lontano dal circuito senza preoccuparsi di disturbi ed interferenze provenienti dall'ambiente circostante.

Il DS18B20 misura tra -55 e +125°C ed esprime la temperatura rilevata con una risoluzione di 11 bit o 12 bit; inoltre presenta un tolleranza nella misura di appena 0,5 °C in un range che va da -10°C a +85°C. Per interrogarlo si utilizza un primo codice comando "Convert T" (codice 44h), corrispondente all'avvio dell'operazione di conversione della misura. La sonda risponde con uno 0 mentre esegue la conversione e con un 1 ad operazione terminata. A questo punto nei registri del componente sono disponibili due byte corrispondenti al valore della temperatura rilevata in gradi Celsius. Quindi, non resta che leggerli con un codice comando "Read ScratchPad (codice BEh)". Il registro a 2 byte, per un campionamento a 11 bit, risulta essere strutturato come mostra la Fig. 1.

Nella modalità ad 11 bit, dei 16 bit restituiti dal DS18B20 ogni volta che il microcontrollore lo interroga, i primi 11 (tutto il byte meno significativo e primi tre bit di quello più significativo) esprimono il valore della temperatura e gli ultimi cinque il segno, che viene indicato con tutti 0 se la temperatura rilevata è positiva e tutti 1 se, invece, la misura si riferisce a una temperatura negativa (sotto lo zero).

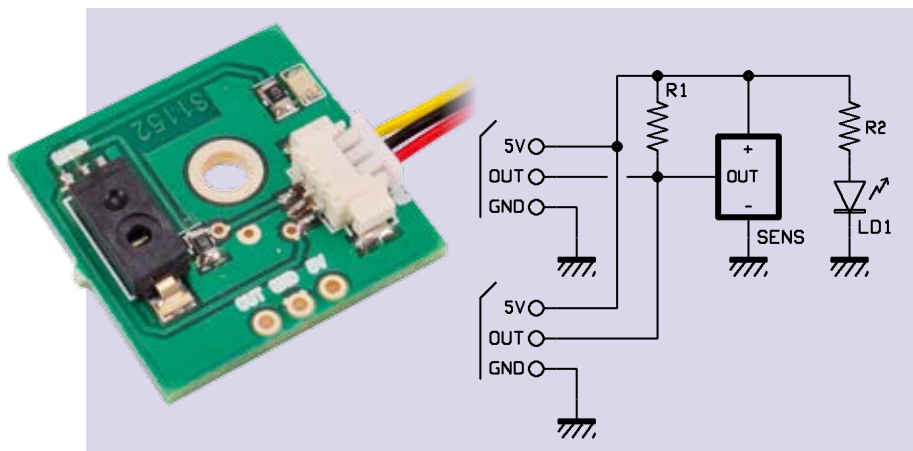
La particolarità del componente Dallas è che può esprimere la temperatura con i decimali, infatti, se guardate la Fig. 1 vi accorgete che i primi quattro bit meno significativi si riferiscono a valori minori di 1, dato che il primo vale 2 alla -4, ossia 1/16, il secondo vale 0,125, il terzo 0,25 e il quarto 0,5. Così il sensore Dallas riesce ad esprimere praticamente tutti i valori di temperatura che può misurare. Per fare un esempio chiarificatore, immaginiamo di misurare 64,25°C positivi; all'uscita dell'integrato

DS18B20 avremo due byte, il primo dei quali sarà (partendo dal bit più significativo) 00000100 e il secondo (sempre tenendo a sinistra il bit maggiormente significativo) 00000100. Analizzando i dati, il byte LSB dà il valore di 0,25 e il secondo byte dà +64 gradi. Volendo considerare il dato nell'insieme, ossia il valore complessivo formato dai due byte, possiamo dire che i possibili valori esprimibili dall'uscita del DS18B20 sono compresi tra 111110110110000 (-55 °C) e 000001111010000 (+125 °C). Trasferendo questi valori in formato esadecimale, possiamo dire che l'escursione è compresa fra AB70h e 07D0h. Sempre ragionando in esadecimale, vediamo che una temperatura di 10,125 °C corrisponde a 00A2h e che una di -20 °C si esprime con BCC0h. Oltre alla modalità descritta, il DS18B20 ne implementa una seconda, dove il valore della temperatura è espresso da 12 bit e il segno da quattro; le procedure di interrogazione e il formato dei dati sono simili a quella appena descritta, con la differenza che dei due byte ottenuti, uno riporta i 8 bit di temperatura e il secondo i restanti quattro più quattro di segno.

SCHEDA CON SENSORE DI UMIDITÀ

Questa seconda breakout board (trovate lo schema qui sopra) monta un sensore igrometrico, quindi si presta a rilevare l'umidità presente nell'ambiente in cui viene posta. Il sensore è prodotto dalla Honeywell e siglato HIH-

[schema elettrico HIH-5030-001]



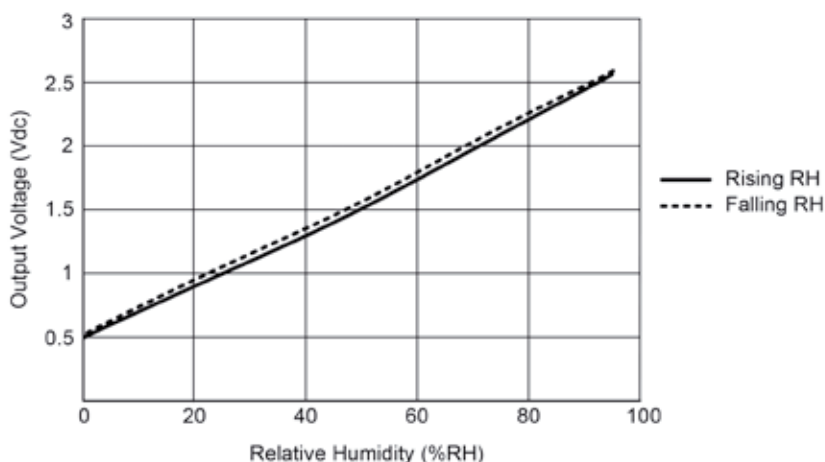


Fig. 2 – Tensione di uscita del sensore HIH-5030-001 in funzione dell'umidità relativa rilevata.

5030-001: funziona a bassissima tensione (opera correttamente anche a meno di 2,7 Vcc e fino a 5,5 Vcc) assorbendo tipicamente 200 microampere, quindi risulta ideale anche nelle applicazioni alimentate a pile e dove sia richiesto un assorbimento minimo.

Il sensore HIH-5030-001 ha il grande pregio di fornire, a differenza del DS18B20, un segnale di uscita analogico, che consiste in una tensione continua che varia in modo quasi lineare al variare dell'umidità relativa (RH); può quindi essere interfacciato sia a circuiti analogici che controllano la portata d'aria di un impianto di deumidificazione, sia essere letto da un A/D converter o dall'ingresso di un microcontrollore dotato di convertitore analogico/digitale.

L'elemento sensore del dispositivo è di tipo capacitivo, composto da polimeri termoindurenti tagliati a laser; nell'integrato è presente la circuiteria di condizionamento del segnale integrata su chip. La costruzione multistrato dell'elemento sensibile fornisce un'eccellente resistenza alla maggior parte dei rischi di applicazioni come ad esempio la formazione di condensa, polvere, sporco, oli e prodotti chimici comuni presenti nell'ambiente di misura.

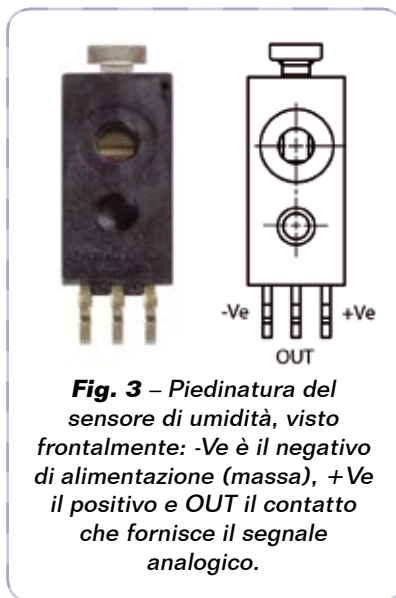


Fig. 3 – Piedinatura del sensore di umidità, visto frontalmente: -Ve è il negativo di alimentazione (massa), +Ve il positivo e OUT il contatto che fornisce il segnale analogico.

L'accuratezza della misura, considerata tra l'11% e l'89% di umidità relativa è di $\pm 3\%$ e il tempo di risposta alle variazioni di umidi-

tà è di circa 5 secondi. La curva di variazione della tensione di uscita del dispositivo in funzione dell'umidità relativa, a 3,3 volt di alimentazione e a una temperatura ambiente di 25 °C, è illustrata in Fig. 2.

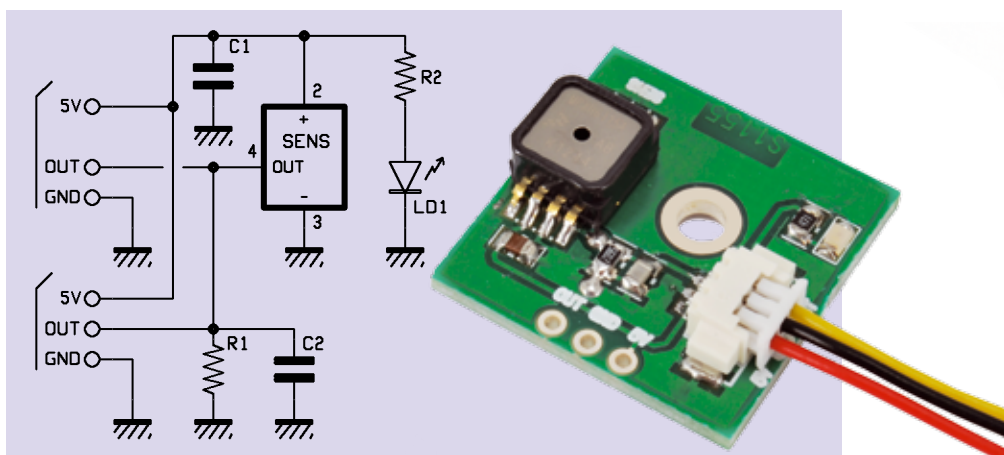
L'uscita del componente è ad alta impedenza e può pilotare circuiti che abbiamo non meno di 65 kohm di impedenza; diversamente la tensione fornita in funzione dell'umidità potrà non rispondere alla curva di Fig. 2, ma varierà diversamente.

Oltre che a un A/D converter, l'uscita del dispositivo si può collegare a un microamperometro a lancetta o a un voltmetro opportunamente tarato, così da realizzare un vero e proprio igrometro dal quale avere un'indicazione diretta dell'umidità relativa.

SCHEDA CON SENSORE DI PRESSIONE

Concludiamo l'analisi delle breakout board con quella che monta il trasduttore di pressione, un componente prodotto dalla Freescale e siglato MPXH6115A6U; come quello di umidità relativa, questo sensore fornisce un segnale di uscita analogico, ragion per cui può essere utilizzato per pilotare direttamente strumentini

[schema elettrico MPX6115A6U]



a lancetta e ottenere un'indicazione immediata della pressione che si sta misurando, per esempio in un tubo dove passa aria o in un contenitore a tenuta.

L'MPX6115A6U è un sensore integrato che su un unico chip comprende il trasduttore di pressione, un amplificatore operazionale in tecnologia bipolare e una rete di resistori a film sottile che permette di fornire un segnale di livello apprezzabile e la compensazione dell'errore introdotto dalle variazioni di temperatura; in pratica l'elemento trasduttore di pressione corredato dalla circuiteria necessaria al condizionamento del segnale. Il trasduttore all'interno del componente è di tipo piezoresistivo.

L'insieme fornisce una precisione dell'ordine dell'1,5% in un campo di temperatura operativa compreso tra 0 e 85 °C, la compensazione in temperatura fra -40 e +125 °C e un segnale di uscita analogico piuttosto lineare, in un campo di misura della pressione che va tra 15 e 115 kPa, che in bar significa poter misurare tra 0,15 e 1,15 bar (tra 0,1529 e 1,1726 kg/cm²).

La tensione di uscita fornita varia abbastanza linearmente con un rateo di salita di 45 mV/kPa; l'uscita presenta un'escursione utile (con alimentazione di 5 volt e un range di temperatura operativa fra

0 e 85 °C) di 4,5 V, con un offset pari a 0,2 V alla minima pressione misurabile e un massimo di 4,7 V a 115 kPa. La massima pressione tollerabile dal trasduttore (superata la quale il dispositivo può essere compromesso) è 400 kPa (4 bar). Il tempo di risposta alle variazioni di temperatura è dell'ordine del millisecondo, mentre il tempo di avvio (affidabilità dell'indicazione fornita in uscita dopo l'applicazione dell'alimentazione) è tipicamente 20 ms.

Fig. 4 - Aspetto esterno e schema a blocchi del sensore di pressione; i piedini 1, 5, 6, 7, 8 non sono collegati.

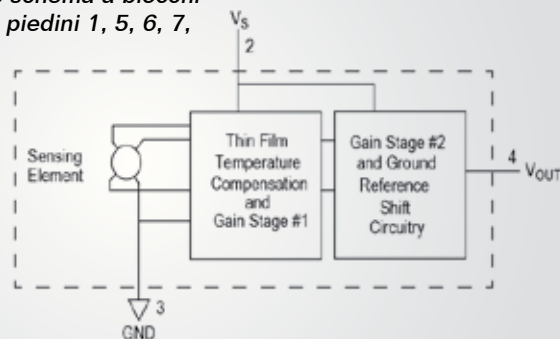
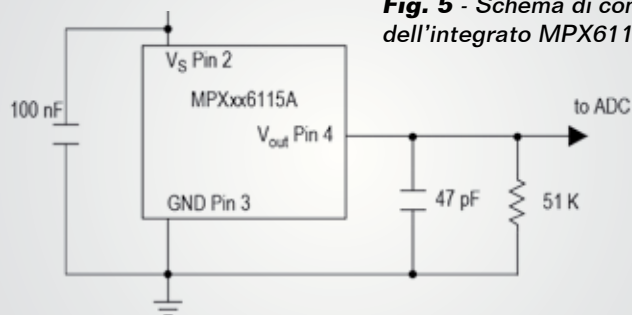


Fig. 5 - Schema di connessione dell'integrato MPX6115A6U.



Il sensore è disponibile in varie esecuzioni; per la nostra scheda di prototipazione abbiamo scelto quella in contenitore SSOP, ovviamente pensato per il montaggio in SMD (Fig. 4).

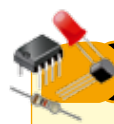
Gli utilizzi dell'MPX6115A6U vanno dai rilevatori barometrici agli altimetri per aeromodelli e aerei veri, ai misuratori di pressione in circuiti pneumatici di vario genere.

Per il collegamento del sensore a circuiti esterni, si può fare riferimento alla Fig. 5, rammentando che la massima corrente erogabile dal contatto di uscita è 0,5 mA (a 4,7 V di uscita e 5 V di alimentazione) e che l'impedenza di carico dell'uscita non deve scendere sotto i 10 kohm, almeno se si desidera mantenere una corretta proporzione tra la pressione rilevata e la tensione erogata.

REALIZZAZIONE PRATICA

Bene, descritti gli schemi elettrici e spiegato in che modo funzio-

nano i sensori alla base delle tre breakout board, vediamo come costruire le singole schede; per prima cosa dovete preparare gli stampati di vostro interesse, seguendo le tracce pubblicate nel nostro sito web www.elettronica.in. Ottenuto il c.s. disponetevi i componenti iniziando dal sensore;



per il MATERIALE

Le schede vengono fornite assemblate e comprese di cavetto.

Possono essere acquistate in Italia presso Futura Elettronica.

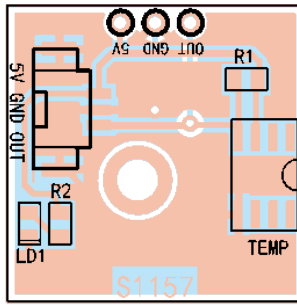
- Sensore di temperatura Euro 13,50 (cod. 7100-BREAKOUT001)
- Sensore di umidità Euro 18,50 (cod. 7100-BREAKOUT002)
- Sensore di pressione Euro 20,50 (cod. 7100-BREAKOUT003)

Il materiale va richiesto a:

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

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

[piano di montaggio **DS18B20**]



Elenco Componenti:

R1: 4,7 kohm (0805)
R2: 470 ohm (0805)
LD1: LED verde (0805)
U1: DS18B20Z+

Varie:

- Strip maschio 3 vie 90°
- Connettore JST 1,25mm 3 vie da CS
- Connettore JST 1,25mm 3 vie volante
- Circuito stampato

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.

La disposizione e l'orientamento dei sensori sono visibili nei disegni di montaggio e nelle foto dei prototipi che vedete in queste pagine.

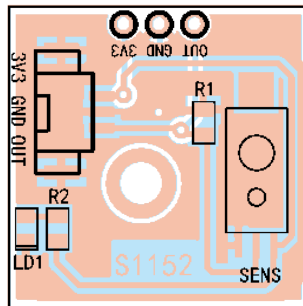
Per la breakout board contenente il DS18B20, completate il circuito con le resistenze, il connettore e il LED in SMD (la tacca su di esso contrassegna il catodo). Per quella contenente il sensore di umidità, montate, dopo il trasduttore, i resistori, il connettore e il solito LED in SMD.

Per la scheda del sensore di pressione, completate il circuito con i condensatori, il connettore e il LED, ricordando che il catodo di quest'ultimo è dal lato contrassegnato dalla tacca.

Per tutte e tre le schede, considerate che il connettore SMD a tre vie è opzionale, perché potete prelevare le connessioni anche solo dalle piazzole previste allo scopo e posizionate sul bordo del circuito stampato. Anzi, se prevedete di inserire le breakout board direttamente sul circuito stampato di un'altra apparecchiatura, vi conviene saldare nelle piazzole un pin trip a passo 2,54 mm da tre poli: ciò semplificherà il collegamento e l'utilizzo.

Tutte le schede si alimentano con tensione stabilizzata di 5 volt, quindi se le collegate a circuiti esistenti dovete accertarvi della disponibilità di un'alimentazione stabilizzata a livello TTL; le correnti richieste sono davvero minime e prelevabili in linea di massima da qualsiasi circuito o pila, ma anche pannello fotovoltaico in miniatura.

[piano di montaggio **HIH-5030-001**]



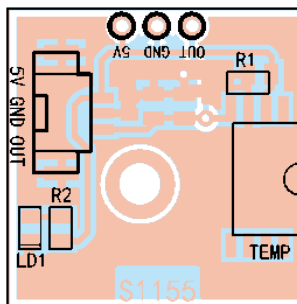
Elenco Componenti:

R1: 68 kohm (0805)
R2: 470 ohm (0805)
LD1: LED verde (0805)
U1: HIH-5030-001

Varie:

- Strip maschio 3 vie 90°
- Connettore JST 1,25mm 3 vie volante
- Connettore JST 1,25mm 3 vie da CS
- Circuito stampato

[piano di montaggio **MPX6115A6U**]



Elenco Componenti:

R1: 68 kohm (0805)
R2: 470 ohm (0805)
C1: 100 nF ceramico (0805)
C2: 47 pF ceramico (0805)
LD1: LED verde (0805)

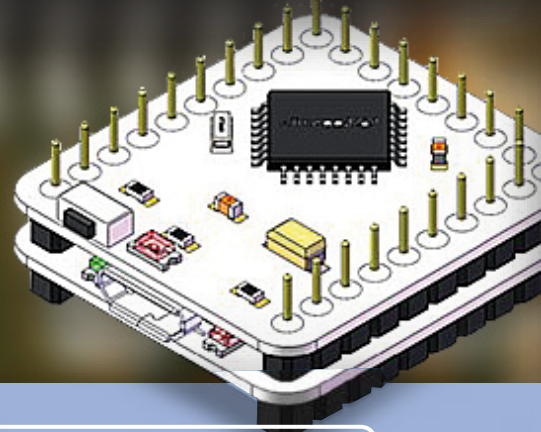
U1: MPXH6115A6U

Varie:

- Strip maschio 3 vie 90°
- Connettore JST 1,25mm 3 vie da CS
- Connettore JST 1,25mm 3 vie volante
- Circuito stampato

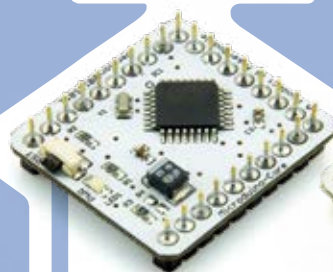
microduino

UNA PICCOLA BOARD PER GRANDI PROGETTI!



**Microboard programmabili basate su
processore ATMEL, compatibili con Arduino**

microduino Core
ATMEGA328P

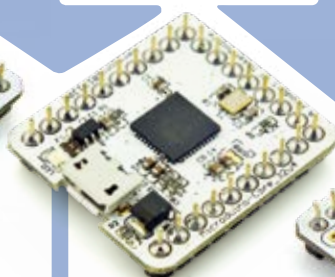


- ✓ 14 I/O digitali
- ✓ 8 ingressi analogici

€ 12,50

cod. MDUINOCORE

microduino Core
ATMEGA32U4

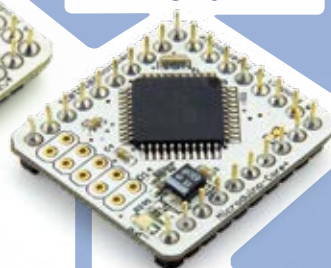


- ✓ 20 I/O digitali
- ✓ 6 ingressi analogici

€ 28,00

cod. MDUINOCOREUSB

microduino Core+
ATMEGA644PA

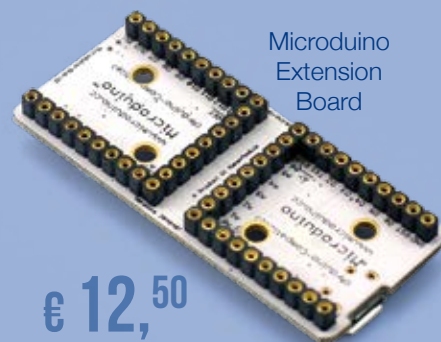


- ✓ 24 I/O digitali
- ✓ 8 ingressi analogici

€ 15,50

cod. MDUINOCORE+

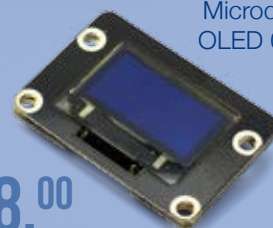
Microduino
Extension
Board



€ 12,50

cod. MDUINODUOV

Microduino
OLED 0,96"

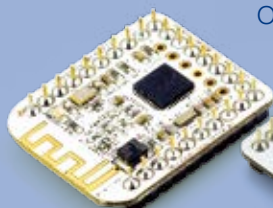


€ 28,00

cod. MDUINO-OLED

GLI SHIELD

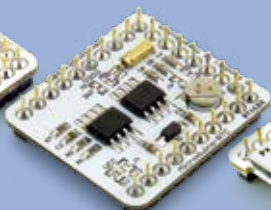
Microduino
Shield Bluetooth



€ 37,50

cod. MDUINOBT

Microduino
Shield RTC
Orologio e calendario



€ 25,00

cod. MDUINORTC

Microduino
Shield
Caricabatteria
ioni di litio



€ 19,00

cod. MDUINOBM

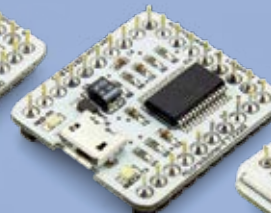
Microduino
Shield SDCard



€ 12,50

cod. MDUINOSD

Microduino
Shield convertitore
USB/TTL



€ 19,00

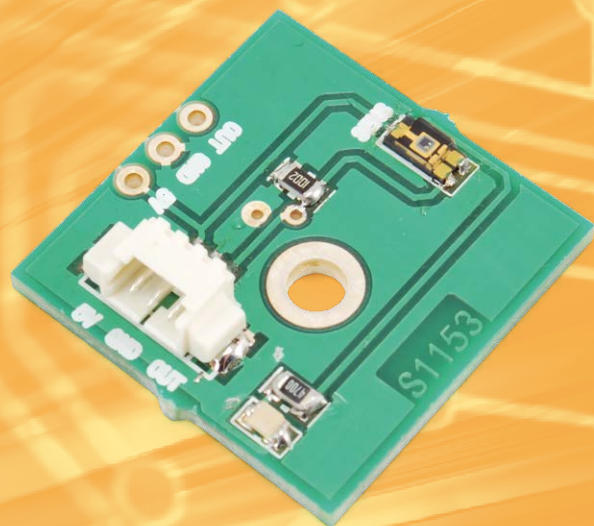
cod. MDUINOUSBTTL

Microduino
Shield Wi-Fi
CC3000



€ 53,00

cod. MDUINOWIFI



Proseguiamo la presentazione delle schede per prototipazione con tre nuove, piccole board dedicate alla carica delle Li-ion, alla connessione RS485 e al rilevamento del livello di illuminazione, ognuna basata su uno specifico componente SMD che potete già trovare cablato.

BREAKOUT BOARD MULTIFUNZIONE

di DAVIDE SCULLINO

Oggigiorno molti dei componenti integrati più interessanti sono disponibili solamente in versione a montaggio superficiale e in contenitori che, per esigenze di miniaturizzazione dei sistemi portatili, si presentano sempre più piccoli e difficili da saldare con le tradizionali attrezzature hobbistiche; è questa la ragione per cui abbiamo fatto una selezione di circuiti integrati e sensori che realizzano ciascuno una funzione utile in svariate applicazioni ma che sono in SMD e con essi abbiamo realizzato delle breakout board (che sono poi schede di prototipazione) ognuna delle quali rende accessibili le connessioni di uno di questi. Dopo aver descritto, nel fascicolo di Dicembre/Gennaio 2015, le prime tre schede, riprendiamo il discorso analizzandone altre tre:

una basata su un sensore di luce, una dotata di un integrato caricabatterie per un elemento agli ioni di litio ed un'ultima dedicata all'interfacciamento via RS485; gli integrati interessati sono, rispettivamente, il TEMT6000, l'MCP73831T e l'ST485BDR. Analizziamo prima di tutto, individualmente, gli schemi elettrici delle singole breakout board.

SCHEDA CON SENSORE DI LUCE

Basata sul rilevatore TEMT6000 della Vishay (www.vishay.com), questa breakout board è destinata a chi necessita di testare o integrare un sistema di rilevamento dell'illuminazione nell'ambiente. Il TEMT6000 è un fototransistor NPN in silicio in esecuzione SMD, la cui disposizione dei contatti è in linea con quella adottata

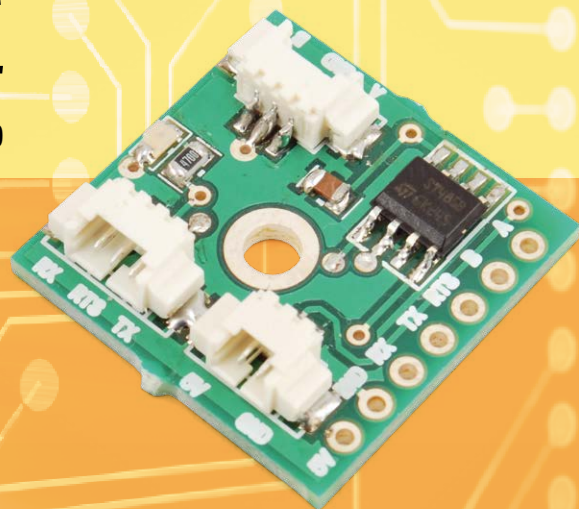
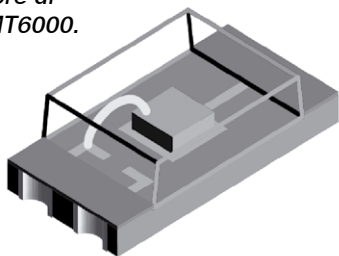


Fig. 1 - Aspetto del sensore di luce TEMT6000.



da molti componenti moderni: nessun piedino, ma contatti ad L che partono dal lato e proseguono sotto il corpo. A causa di ciò, la saldatura con sistemi tradizionali è difficoltosa e si procede (almeno in produzione industriale) con sistemi ad aria calda o ad infrarossi.

Il componente è conforme alla norma RoHS 2002/95/EC (e alla WEEE 2002/96/EC) per quanto riguarda l'assenza di piombo e si può quindi utilizzare nelle applicazioni in cui tale requisito è imposto (tutte quelle civili). Il fototransistor ha la giunzione base-emettitore affacciata ad una finestrella passivata sulla superficie superiore ed è sensibile allo spettro della luce visibile; la sensibilità è garantita entro un angolo di $\pm 60^\circ$ rispetto alla perpendicolare a detta superficie. Il funzionamento del fototransistor è semplice: polarizzandone la giunzione di collettore con una tensione -positiva nel caso dell'NPN- rispetto all'emettitore ed esponendo alla luce la base, l'energia della radiazione luminosa rompe i legami tra le cariche elettriche in eccesso e il reticolo cristallino del silicio drogato che compone il transistor, liberando le cariche elettriche, le quali danno origine a una corrente di base, amplificata dal campo elettrico tra collettore e base. Ne deriva una corrente di collettore, la cui intensità è direttamente proporzionale a quella dell'intensità luminosa, seppure la relazione non sia perfettamente lineare

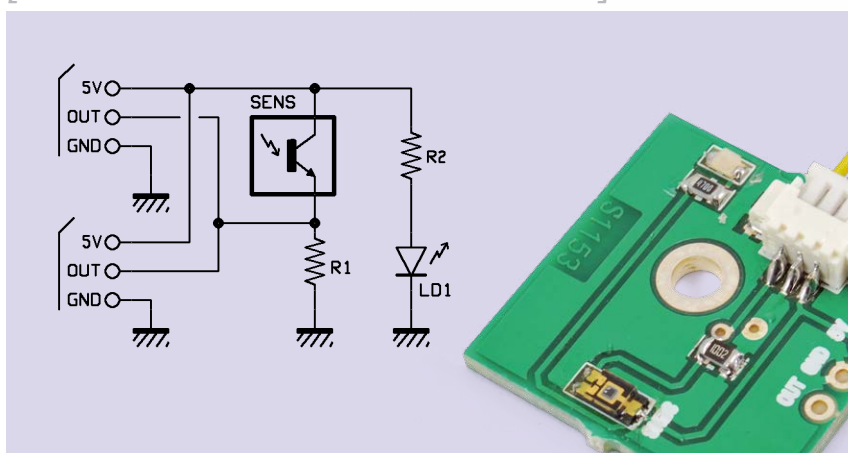
(ma ci va molto vicina). Per quanto riguarda le connessioni, nel TEMT6000 vengono resi disponibili i soli terminali di collettore ed emettitore; la base non è accessibile. Tale scelta è, per un sensore di illuminamento dell'ambiente, adatta allo scopo, in quanto non bisogna rilevare rapide variazioni di luce. Di norma nei fototransistor è utile collegare la base all'emettitore con una resistenza di valore relativamente elevato che accelera la ricombinazione delle cariche liberate nella giunzione base-emettitore dalla luce, solamente nelle applicazioni in cui il componente debba rilevare con precisione impulsi di luce; infatti in tal caso, quando la frequenza delle variazioni dell'intensità luminosa sulla giunzione è elevata, il tempo necessario alle cariche liberate dalla luce per ricombinarsi e lasciar interdire il fototransistor diventa comparabile con la durata degli impulsi e quindi il transistor non riesce più a seguire le variazioni stesse. Collegando la base all'emettitore con una resistenza, si crea un flusso di corrente che accelera la ricombinazione velocizzando la commutazione del fototransistor, anche se tale soluzione causa

una riduzione della sensibilità del componente, nel senso che a parità di intensità luminosa la corrente di collettore diminuisce. Per utilizzare il TEMT6000 bisogna sapere che, essendo un fototransistor, va polarizzato come un transistor usato da amplificatore (tipicamente a emettitore o a collettore comune); nel nostro circuito, SENS lo trovate configurato a collettore comune, il che significa prelevare ai capi della resistenza collegata tra l'emettitore e massa una differenza di potenziale che esprime l'intensità luminosa sulla base, ovvero l'illuminamento, espresso in lux.

La connessione a collettore comune consente la massima linearità del fototransistor, ovvero di avere una relazione praticamente lineare, come mostra la Fig. 2, tra l'illuminamento e la corrente di collettore e quindi quella di emettitore; siccome quest'ultima determina la tensione ai capi della resistenza di emettitore (R1, nello schema elettrico...) otteniamo una tensione d'uscita, tra i contatti OUT e GND che varia linearmente e in modo direttamente proporzionale rispetto all'illuminamento.

Nell'utilizzare il TEMT6000 bisogna ricordare le sue caratte-

[schema elettrico TEMT6000]



ristiche principali, che (a temperatura ambiente, tipicamente 25 °C...) sono una Vce massima (in assenza di luce) di 6 volt e una Vce inversa che non deve superare 1,5 V ed una massima corrente di collettore di 20 mA.

Nella nostra breakout board queste caratteristiche sono soddisfatte, in quanto la tensione di alimentazione è 5 volt e quella tra collettore ed emettitore è inferiore, dato che ai 5 volt va sottratta la caduta su R1.

La corrente di collettore Ic non raggiunge mai i 20 mA, dato che, essendo R1 da 10 kohm, non arriverebbe mai neppure a 0,5 mA. In condizioni di bassa illuminazione, OUT presenta circa 0,5 volt, ma con una torcia elettrica puntata sul sensore raggiunge quasi 5 volt.

Concludiamo l'analisi della scheda con il LED, che è stato inserito per segnalare la presenza dell'alimentazione a 5 volt.

Per offrire la massima versatilità, tutte le linee (alimentazione, tensione di uscita) sono disponibili sia in piazzole sui bordi del circuito stampato, sia su pin-strip per l'inserimento su altri PCB. Per quanto riguarda le applicazioni, la breakout board si presta a fare da rilevatore di

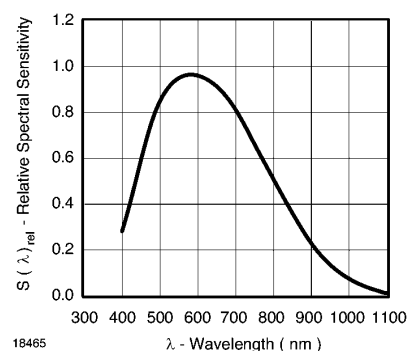
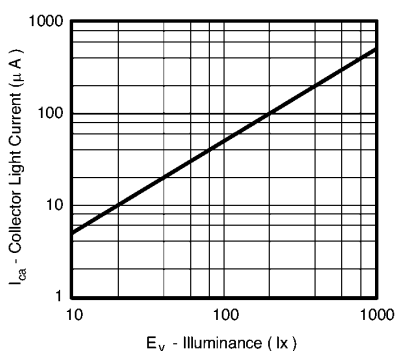


Fig. 2 - Curve che descrivono la corrente di collettore del TEMT6000 in funzione dell'illuminamento (a sinistra) e la risposta spettrale (a destra).

luce ambientale per il controllo automatico dell'illuminazione di un locale, ovvero della backlight (retroilluminazione) di display LCD, ma anche da sensore per realizzare un luxmetro dal quale non è richiesta una precisione elevatissima; può essere utile anche per governare l'accensione automatica delle luci in galleria negli autoveicoli.

SCHEDA CON RS485

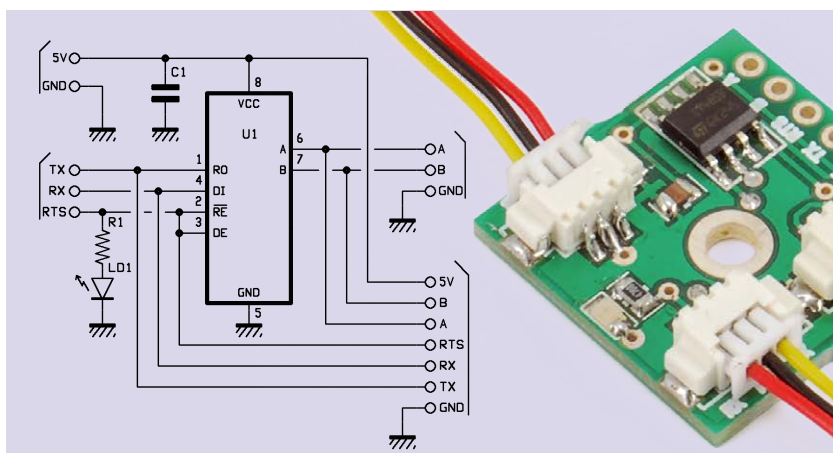
Passiamo all'analisi della seconda breakout board di questo articolo, ossia quella che realizza l'interfacciamento tra una linea seriale TTL (per esempio l'uscita di un UART discreto o integrato in un microcontrollore) ed un bus RS485, seriale anch'esso, però a linea bilanciata composta

da due fili rispetto a massa, invece che sbilanciata (un conduttore riferito a massa) come è nella classica seriale TTL.

La RS485 è una linea di comunicazione dati in simplex destinata ad ambienti elettricamente molto rumorosi e a coprire lunghe distanze: fino a 1,2 km. Le prestazioni in fatto di immunità al rumore elettrico e della conseguente possibilità di coprire grandi distanze, si devono al funzionamento a loop di corrente e all'ampiezza della tensione del segnale dati che caratterizzano l'RS485, i cui driver (stadi trasmettitori) producono sui due fili una tensione differenziale rispetto a massa, quindi a parità di tensione di alimentazione, l'ampiezza è doppia rispetto a quella ottenibile da una linea sbilanciata. Bilanciata significa che la linea vede, ad ogni impulso, due tensioni di pari ampiezza ma polarità opposta sui fili (A e B) della linea RS485, il che permette,

nel ricevitore, di utilizzare un amplificatore differenziale per sommare algebricamente i segnali abbattendo, in teoria, il disturbo. Infatti, collegando i due fili di

[schema elettrico RS485]



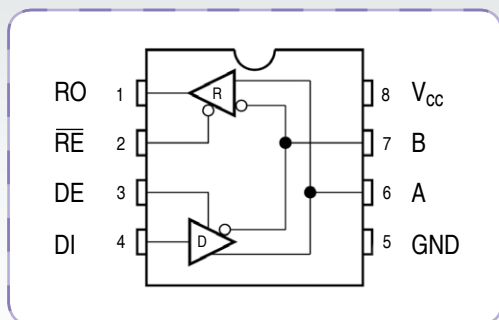


Fig. 3 - Piedinatura e connessioni interne dell'ST485DBR.

segnale uno all'ingresso invertente e l'altro al non-invertente di un differenziale (ad esempio un amplificatore operazionale configurato come comparatore di tensione) i segnali vengono sommati algebricamente, quindi quando il primo ingresso è negativo e il secondo positivo l'uscita è negativa (o a zero logico) mentre con la situazione opposta in uscita si ottiene il livello logico alto. Il rumore captato dai fili, che si suppone di pari ampiezza su A e B, teoricamente viene annullato, perché quello che entra dall'ingresso non-invertente viene compensato con quello che arriva sull'invertente.

L'RS485 è un bus in quanto è possibile collegare in parallelo ai fili della linea più dispositivi, l'ultimo (il più distante) dei quali deve essere terminato con un resistore da 120 ohm posto tra A

e B. Il data-rate consentito dalla RS485 è di ben 35 Mbit/s fino a 10 m di distanza e di 100 kbit/s a 1.200 m.

Nel circuito qui descritto, per la conversione TTL/RS485 e viceversa viene utilizzato un transceiver integrato ST485BDR (nel relativo schema elettrico è siglato U1) prodotto dalla ST e disponibile in contenitore SO-8 (una sorta di dip 4+4 piedini per SMD) o DIP; noi usiamo l'SO-8. Un transceiver è un componente che integra (Fig. 3) sia una sezione trasmittente (D) che una ricevente (R), nel nostro caso attivabili distintamente tramite appositi piedini.

Per l'esattezza, DE attiva, quando posta a livello logico alto (5 volt) la trasmittente mentre /RE (quando posta a zero logico, ossia massa) attiva lo stadio di ricezione; la logica di questi due ingressi è volutamente invertita in modo da comandarli con una sola linea per ottenere l'attivazione del ricevitore quando il trasmettitore è disabilitato (funzionamento in ricezione dati) ovvero l'attivazione della sezione trasmittente e la contemporanea disabilitazione della ricevente (funzionamento in ricezione). È possibile anche gestire separa-

tamente i due piedini per tenere sempre in funzione la ricevente anche quando l'ST485DBR trasmette, così da ottenere un feedback sulla condizione del trasmettitore; non conviene, invece, in una comunicazione, tenere attivo il trasmettitore quando si è in ricezione di dati da un'altra unità del bus, perché i due TX potrebbero danneggiarsi (anche se il componente della ST incorpora una protezione).

Nel nostro circuito, DE ed /RE sono gestiti insieme e pilotati dal segnale di controllo RTS della seriale (dell'UART); RX e TX di quest'ultima sono connessi, rispettivamente, ad RO (uscita dello stadio ricevente RS485) e a DI (input dello stadio trasmettente RS485).

I fili della linea RS485 corrispondono ai piedini A (piedino 6) e B (piedino 7) e fanno capo, sulla breakout board, ai contatti omonimi.

Per offrire la massima versatilità, tutte le linee (alimentazione, RX, TX, RTS della seriale TTL, A e B dell'RS485) sono disponibili sia in piazzole sui bordi del circuito stampato, sia su pin-strip per l'inserimento su altre schede. Completa il circuito, il solito LD1, che indica, accendendosi, la

[schema elettrico **CARICABATTERIA**]

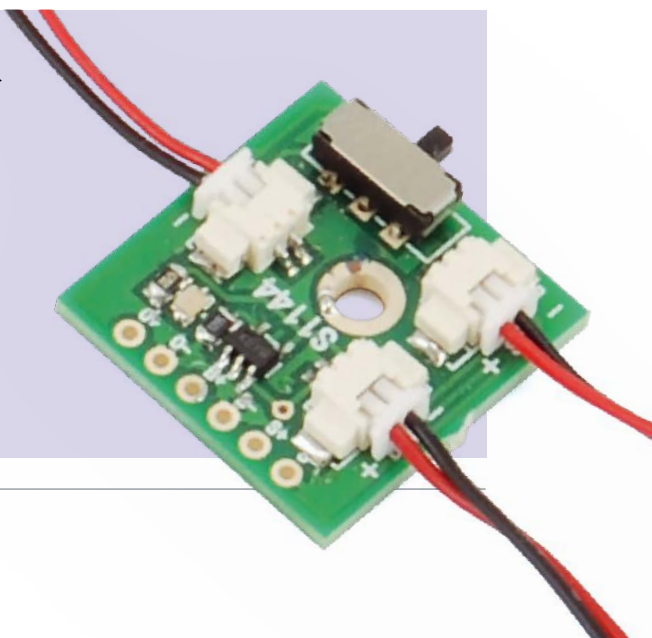
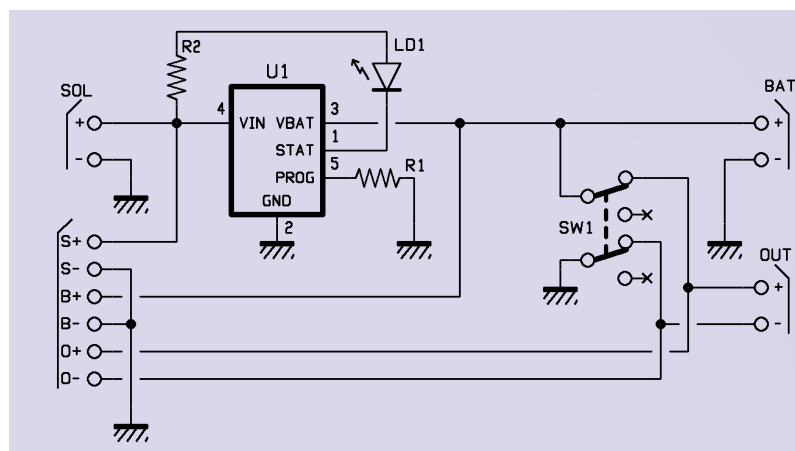


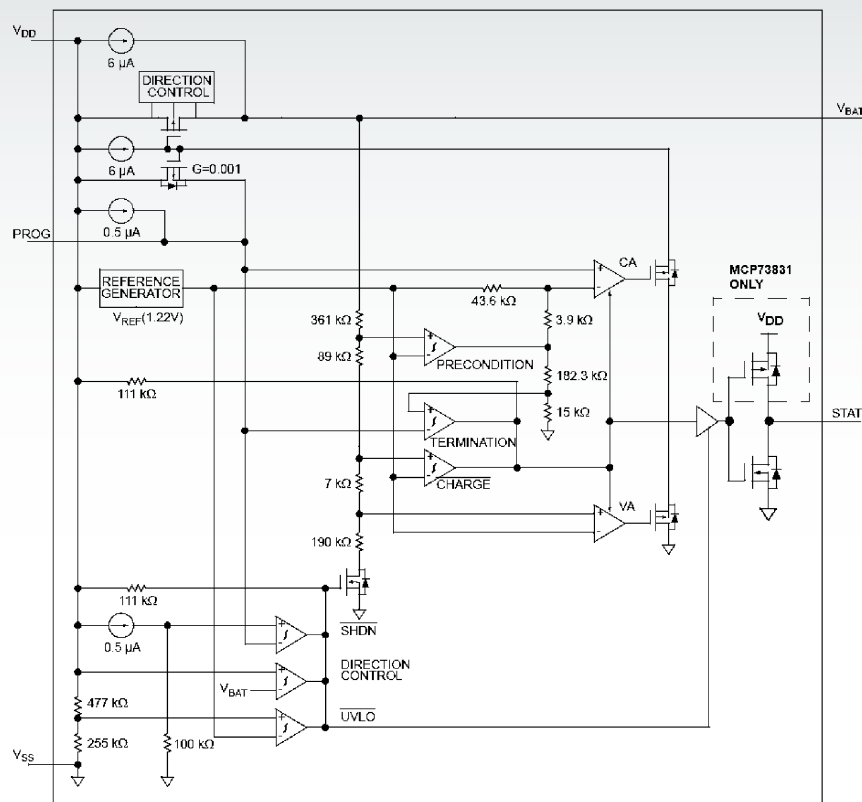
Fig. 4 - Schema a blocchi dell'MCP73831.

presenza dell'alimentazione (è a 5 volt perché l'integrato funziona ad alimentazione singola, appunto, di 5 volt); non manca un condensatore ceramico (C1) che filtra la linea dell'alimentazione. Prima di passare ad esaminare l'ultima breakout board riepiloghiamo le caratteristiche dell'ST485DBR, utili per impiegarlo al meglio: l'integrato accetta su A e B tensioni in modo comune (riferite a massa) comprese tra -7 e 12 V e a riposo, cioè con driver e receiver spenti, presenta un consumo di appena 300 μ A; il trasmettitore, quando è spento, mantiene in uscita uno stato d'alta impedenza, così da non caricare la linea.

Il tempo di propagazione, ossia il ritardo con cui un livello logico applicato a DI si presenta su A e B, ovvero quello con cui il livello tra A e B si presenta ad RO, è di appena 30 ns, il che spiega l'elevata velocità di comunicazione possibile. Al bus, ovvero sui fili A e B, si possono collegare insieme fino a 64 integrati dello stesso tipo, da attivare sempre uno solo alla volta in trasmissione. Lo stadio trasmettitore è provvisto di un limitatore di corrente che, intervenendo, mette l'uscita dello stesso in alta-impedenza; la limitazione è utile ad evitare danni in caso di cortocircuito e qualora venisse attivato, insieme, il trasmettitore di un altro integrato presente sul bus.

SCHEDA CARICABATTERIA

Eccoci giunti all'ultima breakout board: quella che incorpora il caricabatteria per singolo elemento Li-ion da 3,6-3,7 volt (4,2 V a piena carica); l'integrato su cui si basa è l'MCP73831T, un SMD incapsulato in un case SOT-23, prodotto dalla Microchip. La scheda accetta in ingresso (contatti SOL) tipicamente 5 volt,



che possono provenire sia da un comune alimentatore, sia da un pannello fotovoltaico miniatura, ma anche dal connettore USB di un computer; dai contatti SOL, la tensione di alimentazione raggiunge l'ingresso (VIN) del regolatore di carica MCP73831T (U1), il quale accetta all'ingresso tensioni dell'ordine dei 3,75÷6 volt e fornisce all'uscita la corrente occorrente alla carica di elementi agli ioni di litio o ai polimeri di litio (Li-Po) erogando fino a 550 milliampere. La batteria (da collegare ai contatti +/- BAT) può avere una capacità teoricamente illimitata, perché al massimo si carica in un tempo lunghissimo, tuttavia considerate che con una corrente di 550 mA un elemento da 550 mAh si carica in un'ora, uno da 1.100 mAh per la carica richiederà 2 ore, uno da 5,5 Ah necessiterà di 10 ore e via di seguito.

Nella breakout board l'integrato funziona nella configurazione canonica che vede il diodo luminoso LD1 alimentato (mediante

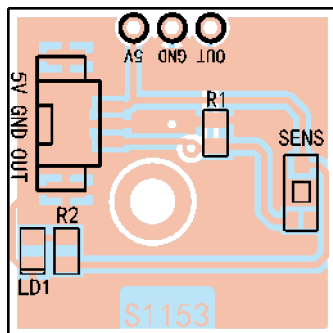
la resistenza R2 che ne limita la corrente) dall'uscita STAT, la quale si pone a livello logico basso durante la carica, mentre rimane a livello alto a fine carica; la stessa si porta ad alta impedenza (open) quando l'MCP73831T è in shutdown o all'uscita VBAT non risulta attualmente collegata alcuna batteria. Quest'ultima uscita (piedino 3) è la linea cui si connette la batteria.

L'integrato opera la carica a corrente e tensione costante. La corrente di carica (Ireg) viene impostata con la resistenza collegata al piedino 5 (R1 nel nostro caso), al cui valore è legata dalla relazione:

$$I_{reg} = 1.000/R$$

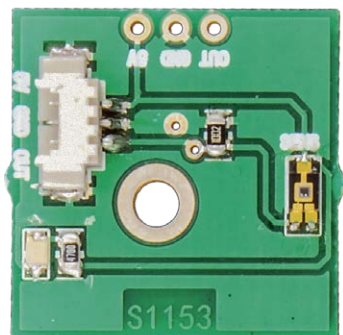
dove il valore della R risulta in ohm se la corrente Ireg è espressa in A. Ad esempio, con 4,7 kohm si ottiene una limitazione a 212 mA, mentre con una R di 2,2 kohm la corrente vale circa 454 mA. Se il piedino 5 viene aperto, l'integrato si porta a riposo ed as-

[piano di montaggio **TEMT6000**]



Elenco Componenti:

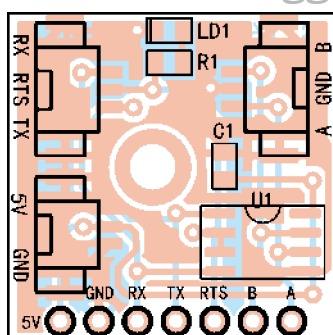
R1: 10 kohm (0805)
R2: 470 ohm (0805)
LD1: LED verde (0805)
SENS: TEMT6000



Varie:

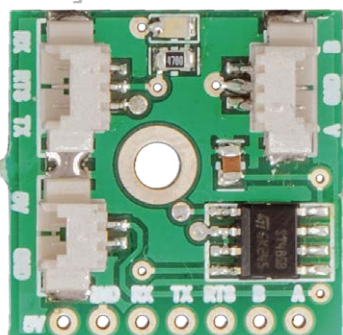
- Strip maschio 3 vie 90°
- Connettore JST 1.25mm 3 vie da CS
- Connettore JST 1.25mm 3 vie volante
- Circuito stampato

[piano di montaggio **RS485**]



Elenco Componenti:

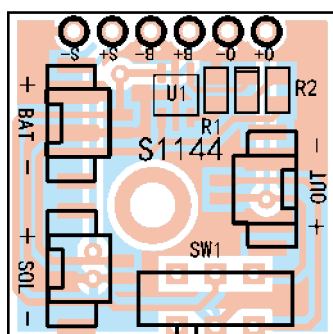
R1: 470 ohm (0805)
C1: 100 nF ceramico (0805)
LD1: LED verde (0805)
U1: ST485BDR



Varie:

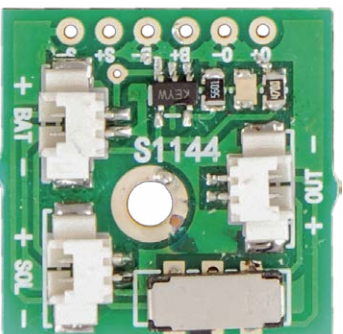
- Strip maschio 7 vie 90°
- Connettore JST 1.25mm 2 vie da CS
- Connettore JST 1.25mm 3 vie da CS (2 pz.)
- Connettore JST 1.25mm 2 vie volante
- Connettore JST 1.25mm 3 vie volante (2 pz.)
- Circuito stampato

[piano di montaggio **CARICABATTERIA**]



Elenco Componenti:

R1: 5,6 kohm (0805)
R2: 470 ohm (0805)
LD1: LED verde (0805)
SW1: Deviatore doppio a slitta 90°
U1: MCP73831T



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

sorbe appena 2 μ A (shutdown); il piedino può quindi essere usato come enable.

La carica si svolge in diverse fasi: una volta connessa la batteria all'uscita VBAT (piedino 1) se la tensione rilevata risulta minore di una certa soglia (tipicamente intorno al 70 % del valore di piena carica) viene avviato il pre-condizionamento ad un valore di corrente modesto, che serve a preparare la carica rapida; quest'ultima si avvia quando la tensione ai capi della batteria supera la predetta soglia e viene effettuata ad un valore di corrente stabilito dalla resistenza collegata al piedino 5.

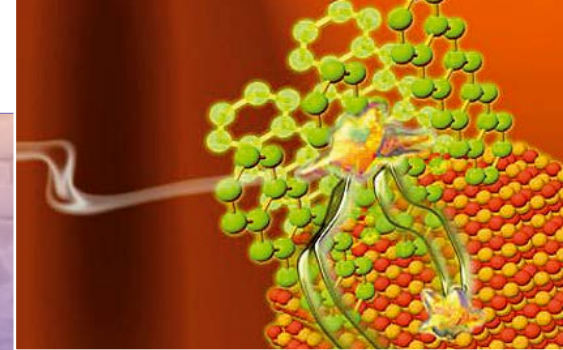
Non appena la batteria raggiunge una tensione pari a quella di regolazione impostata nel chip, smette la carica rapida e inizia il mantenimento, che punta a stabilizzare la tensione acquisita a 4,2 V, 4,35 V, 4,4 V o 4,5 V a seconda della versione dell'integrato, che nel nostro progetto è la MCP73831T-2, la quale regola a 4,2 V. Le diverse tensioni di regolazione dell'integrato sono state volute dal costruttore per venire incontro alle esigenze di carica dei nuovi modelli di batterie al litio, che possono lavorare con tensioni anche superiori a 4 volt.

A completare il circuito del caricabatteria, abbiamo inserito il deviatore a slitta SW1, che permette di sconnettere l'uscita OUT dalla batteria (e dall'OUT dell'MCP73831) quando si vuole togliere alimentazione al carico, ovvero fin quando la batteria stessa non è carica abbastanza. Come per le due schede appena descritte, è prevista la possibilità sia di accedere ai collegamenti sulle piazzole a bordo scheda, sia di montare la breakout board con un pin-strip (sullo stampato ci sono le apposite piazzole) su altri stampati.

Fotovoltaico oltre il 33,7%? È possibile!

La percentuale della luce solare convertita in elettricità nelle celle fotovoltaiche è teoricamente (limite di Shockley-Queisser) limitata al 33,7%; ciò perché non si riesce ad estrarre gli elettroni contenuti in una parte rilevante (detta spin-triplet) degli stati eccitati (eccitoni) gene-

rati dall'assorbimento della luce da parte del semiconduttore. Gli studiosi sono comunque sempre alla ricerca di soluzioni per estrarre questa elettricità "latente" e forse i ricercatori dell'Università di Cambridge (Regno Unito) sono sulla strada giusta. Uno dei loro più recenti ritrovati sperimentali è un nanocristallo ibrido a base di pentacene (un semiconduttore organico) e seleniuro di piombo (PbSe - un semiconduttore inorganico) che teoricamente convertirebbe il 100% della luce ricevuta



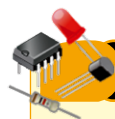
in energia elettrica. Il gruppo che conduce la ricerca sta sviluppando un rivestimento organico che potrebbe essere applicato alle celle solari a base di silicio, quelle cristalline, per intendersi, allo scopo di aumentarne l'efficienza di conversione.

REALIZZAZIONE PRATICA

Bene, descritti gli schemi elettrici e spiegato in che modo funzionano i sensori alla base delle tre breakout board di questo articolo, vediamo come costruire le singole 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 dal sensore o 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 fluxante 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 contenente l'MCP73831, montate questo integrato aiutandovi con il fluxante per evitare che lo stagno unisca piedini vicini tra

loro (il passo è piccolissimo) e con una lente d'ingrandimento. Completate il circuito con le resistenze, il microdeviatore a slitta, i tre connettori e il LED in SMD (la tacca su di esso contrassegna il catodo). Per quella contenente il sensore si luce, ricordate che il TEMENT6000 va appoggiato sulle piazzole corrispondenti dopo averle stagnate e passate con del fluxante, quindi saldato scaldando lo stagno lateralmente fino a veder affondare il componente; se occorre, bisogna aggiungere stagno fino ad ottenere una saldatura affidabile che si propaga di lato. Dopo il TEMENT6000, montate i resistori, il connettore e il solito LED in SMD. Per la scheda RS485, stagnate l'integrato sulle rispettive piazzole spalmando del fluxante in gel per evitare di mettere in cortocircuito con lo stagno i contatti vicini e alternando la saldatura dei pin dai due lati; poi completate il circuito con il condensatore C1, il connettore, la resistenza e il LED, ricordando che il catodo di quest'ultimo è dal lato contrassegnato dalla tacca. Per tutte e tre le schede, considerate che il connettore SMD a tre vie è opzionale, perché potete prelevare le connessioni anche solo dalle piazzole previste allo scopo e posizionate sul bordo del circuito stampato.

Anzi, se prevedete di inserire le breakout board direttamente sul circuito stampato di un'altra apparecchiatura, vi conviene saldare nelle piazzole un pin trip a passo 2,54 mm: ciò semplificherà il collegamento e l'utilizzo. Tutte le schede si alimentano con tensione stabilizzata di 5 volt, quindi se le collegate a circuiti esistenti dovete accertarvi della disponibilità di un'alimentazione stabilizzata a livello TTL; le correnti richieste sono davvero minime e prelevabili in linea di massima da qualsiasi circuito o pila, ma anche pannello fotovoltaico in miniatura.



per il MATERIALE

Le schede vengono fornite assemblate e comprese di cavetto.

Possono essere acquistate in Italia presso Futura Elettronica.

- Sensore di luce Euro 11,00 (cod. 7100-BREAKOUT009)
- RS485 Euro 10,00 (cod. 7100-BREAKOUT007)
- Caricabatteria Euro 11,00 (cod. 7100-BREAKOUT004)

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

RandA

Un ibrido dalle grandi potenzialità!

cod. 8326274RS

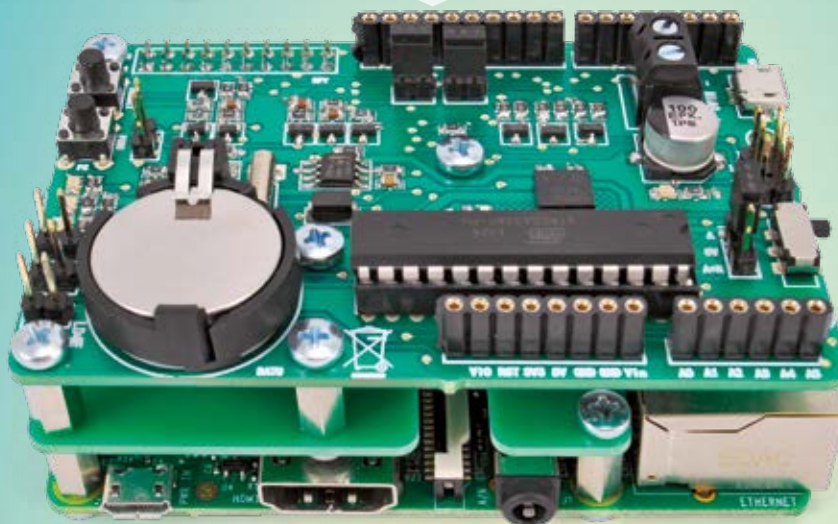
€ 46,⁰⁰



Raspberry Pi 2 Tipo B



Arduino UNO



RandA

cod. RANDA

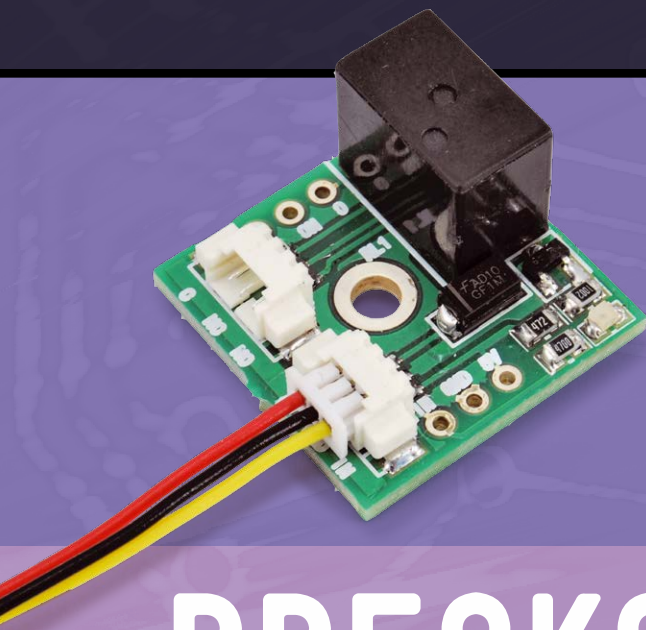
€ 39,⁰⁰

RandA* (Raspberry e Arduino) è una scheda per Raspberry Pi con processore Atmel ATmega 328, RTC e accensione/spegnimento da pulsante o da orologio.

Consente di sfruttare la dotazione hardware e le enormi potenzialità della piattaforma Linux Raspberry Pi e la quantità di shield e sketch per il mondo Arduino.

È il modo migliore di far collaborare Raspberry e Arduino sfruttando le specifiche caratteristiche di entrambi in molteplici configurazioni.

*La scheda Raspberry Pi è necessaria per il funzionamento di RandA ma non è compresa.



BREAKOUT BOARD

ALTRI 4 CIRCUITI

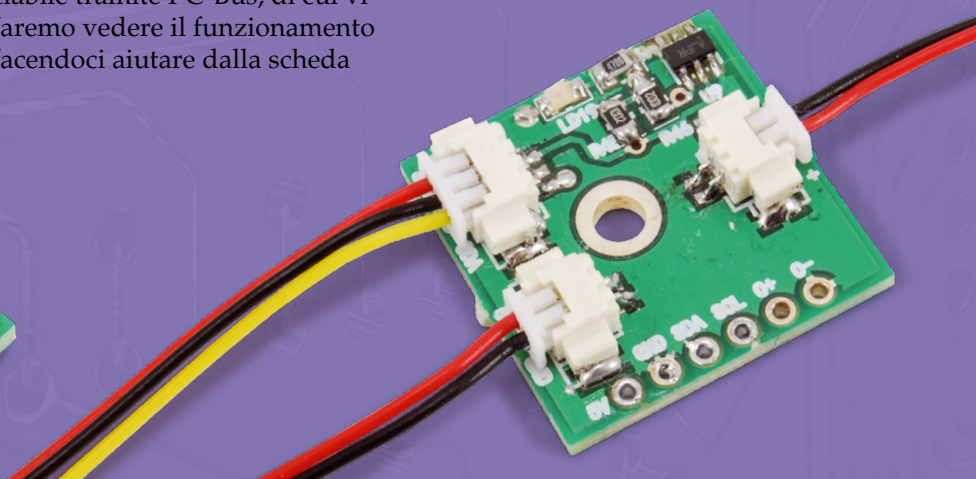
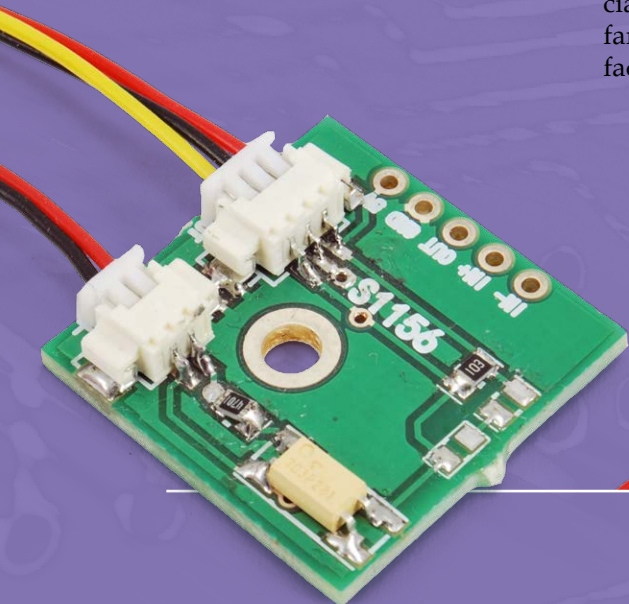
di ALESSANDRO SOTTOCORNOLA

Descriviamo altre quattro schede di prototipazione basate su un relé, un fotoaccoppiatore e un regolatore di tensione multiplo, per finire con un DAC, di cui vi mostreremo l'interfacciamento con Arduino Uno.

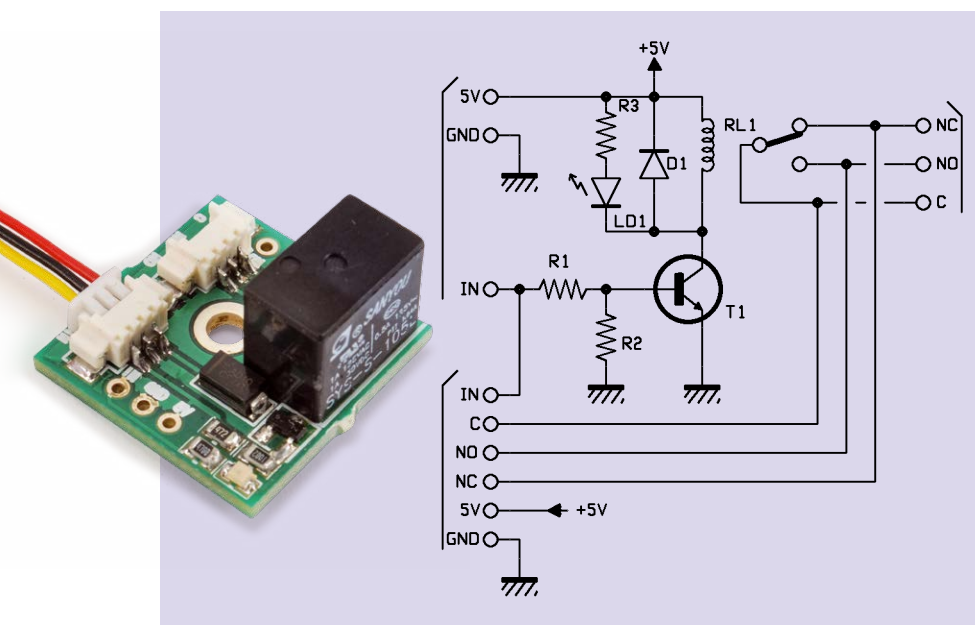
Arricchiamo la nostra serie di piccole schede di prototipazione e test con utili funzioni come un relé gestibile da livello logico, un'interfaccia optoisolata ed un regolatore lineare multiplo

per fornire ben tre tensioni stabilizzate ai valori più richiesti (9V, 5V e 3,3V); rilanciamo poi con una breakout board contenente un convertitore digitale/analogico SMD anch'esso, interfacciabile tramite I²C-Bus, di cui vi faremo vedere il funzionamento facendoci aiutare dalla scheda

di prototipazione per eccellenza, che certamente non manca nel vostro laboratorio: Arduino Uno. Cominciamo descrivendo la scheda che contiene il relé, che può essere considerata un attua-



[schema elettrico **SCHEDA RELÉ**]



tore generico con il quale, partendo da un livello logico 0/5V (quindi TTL) possiamo gestire carichi elettrici a bassa o media tensione mantenendo l'isolamento galvanico tra essi e il circuito di controllo. Va bene quindi per gestire avvisatori acustici, motori elettrici di piccola potenza, elettroserrature ecc.

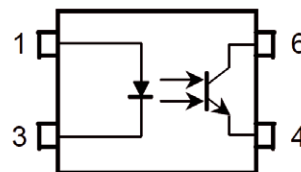
SCHEDA RELÉ

A bordo di questo piccolo circuito si trova un relé monoscambio, con bobina funzionante a 5 volt, del quale viene reso accessibile l'intero scambio, ossia i contatti C, NC ed NO, ognuno dei quali è collegato ad uno dei morsetti d'uscita, ovvero al pin-strip che consente di inserire la scheda su un altro circuito (ciò permette di aggiungere un'uscita a relé semplicemente innestando la breakout board come fosse un componente su zoccolo). Per funzionare, la scheda richiede un'alimentazione di 5 volt applicata ai punti 5V (positivo) e GND (negativo); l'assorbimento a relé eccitato non supera i 40 milliampere. L'ingresso di comando è IN,

cui va applicata una tensione riferita a massa (GND) di valore compreso fra 3 e 12 volt; questo significa che possiamo comandare la scheda con un livello logico prelevato da circuiti sia a logica TTL, sia funzionanti a 3,3 volt, sia con logiche CMOS funzionanti a 12 volt. La corrente assorbita dall'ingresso di comando è dell'ordine di 0,6 mA a 3,3 volt, 0,95 mA a 5 volt e 2,5 mA a 12 volt; è quindi pochissimo, un valore, cioè, fornibile da qualsiasi porta logica anche CMOS. La tensione applicata tra IN e GND polarizza direttamente, opportunamente ridotta dal partitore resistivo R1/R2 (la resistenza R2 serve a fare in modo che laddove IN rimanga flottante, ossia non collegato, il transistor non venga polarizzato da disturbi radioelettrici captati dai collegamenti), la base del transistor T1, un NPN di tipo BC817; in tal modo, il collettore di questo BJT porta circa a zero volt l'estremo ad esso collegato della bobina del relé, facendo scorrere in quest'ultima la corrente che basta a provocare l'attracco dell'equipaggio mobile

del relé, ovvero a far commutare lo scambio tra C ed NO (a riposo lo scambio chiude C su NC). L'eccitazione del relé viene evidenziata dall'accensione del LED LD1, il quale, opportunamente dotato della resistenza di limitazione della corrente R3, è stato collegato in parallelo alla bobina di RL1, così da accendersi quando la bobina viene alimentata dal transistor.

In parallelo si trova anche il diodo di protezione D1, la cui funzione è spegnere le extra-tensioni inverse che la bobina -avendo natura induttiva- tende a produrre quando il transistor va all'interdizione (ovvero quando IN viene scollegato o riportato a zero logico) per tentare di mantenere il flusso di corrente cui si abitua a regime. Senza diodo, la bobina, quando viene scollegata a causa dell'interdizione del T1, genera un picco di tensione inversa perché non si adegua subito all'interruzione della corrente, quindi scarica l'energia immagazzinata sulla giunzione del transistor, il quale la sopporterebbe per poche volte dopodiché si guasterebbe. Detto questo, vediamo che il relé montato a bordo è del tipo miniatura ed il suo scambio può commutare fino a 125 Vca



Connessioni interne del fotoaccoppiatore TLP181; questo integrato, contrariamente alla gran parte degli optoisolatori, formati da un LED e un transistor, presenta solo quattro terminali.

(circa 60V in continua) e una corrente di 1 A; per effetto di ciò, se dovete gestire carichi più impegnativi potete utilizzarne i contatti C ed NO per alimentare in serie la bobina di un relé della potenza richiesta: in questo caso la bobina del nuovo relé va connessa con un capo alla propria alimentazione (12 volt cc se è a 12 V) e con l'altro a C della nostra scheda, l'NC della quale si collega a massa, ovvero al negativo dell'alimentazione del nuovo relé.

Chiudiamo la descrizione della scheda dicendo che tutti i contatti di alimentazione, ingresso IN e scambio, sono disponibili sia ai lati della breakout board, sia su un apposito pin-strip.

SCHEDA OPTOISOLATA

Questa breakout board è stata concepita per dotare di un ingresso optoisolato qualsiasi circuito che funziona a livello logico TTL, ovvero per trasmettere una condizione logica tra due circuiti mantenendo i due separati galvanicamente. Il cuore del circuito è il fotoaccoppiatore TLP181, composto da un LED all'infrarosso collegato tra i piedini 1 (anodo) e 2 (catodo) affacciato sulla base di un fototransistor NPN connesso con il collettore al piedino 5 e l'emettitore al 4 (la base, in questo fotoaccoppiatore non è collegata all'esterno mediante pin).

Quando tra i piedini 1 e 2 si applica una tensione positiva sul primo e di valore sufficiente a mandare in conduzione e accendere il LED, il fototransistor passa dall'interdizione alla conduzione o alla saturazione e il col-

lettore, polarizzato dai 5 volt dell'alimentazione attraverso la resistenza R2 (da 10 kohm) passa dalla condizione di riposo (5V) a circa 0 volt.

L'alimentazione della breakout board è a 5 volt in continua e l'assorbimento è piccolissimo: 1 milliampere al massimo; quindi potete abbinarla a qualsiasi circuito, anche alimentato a pile o con piccoli pannelli fotovoltaici o altre soluzioni per Energy Harvesting.

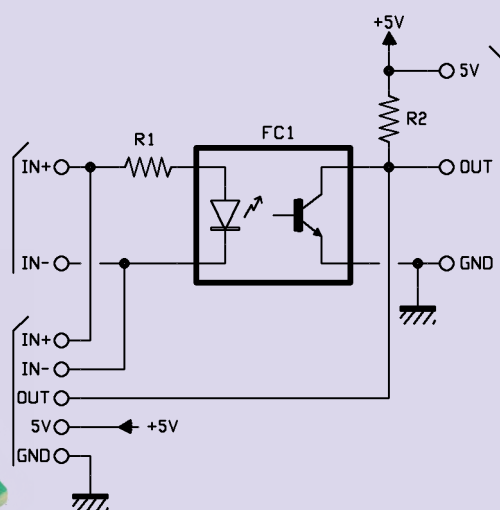
L'ingresso di questo circuito è localizzato ai contatti IN, cui si può applicare una tensione continua di valore compreso fra 6 e 30 volt, ma anche un'alternata sinusoidale di ampiezza compresa fra 5 e 30 V; nel primo caso, il collettore del fototransistor di uscita si porterà a zero logico (poche centinaia di millivolt) per tutta la durata della presenza della tensione d'ingresso, mentre nel secondo pulserà tra 5V e 0 logico con un andamento che rispecchia quello dell'alternata. Il LED d'ingresso del fotoaccoppiatore si accende con correnti anche piuttosto deboli, dell'or-

dine del milliampere ed il C.T.R. (Current Transfer Ratio) ossia il rapporto tra corrente di uscita (in questo caso è la corrente di collettore del fototransistor...) e corrente d'ingresso è del 60% in saturazione e fino a 5 volte nelle migliori condizioni (corrente di ingresso intorno ai 5 mA e tensione collettore-emettitore di 5 volt, ma non è il nostro caso). Come per tutte le breakout board proposte, anche in questa i contatti (ingresso, uscita, alimentazione) sono disponibili sia su contatti disposti ai lati del circuito stampato, sia su una fila di piazzole a passo 2,54 mm pronta per ospitare un pin-strip che permetta l'inserzione della scheda su altre.

SCHEDA REGOLATORE

Passiamo adesso a descrivere la scheda contenente i regolatori integrati, grazie alla quale partendo da una tensione continua di 12÷15 V possiamo ottenere tre tensioni ancora continue e stabilizzate di 3,3 volt, 5 volt, 9 volt. Questa breakout board nasce per ricavare sul posto le più comuni

[schema elettrico SCHEDA OPTOISOLATA]



tensioni utilizzate, dato che i 3,3V costituiscono l'alimentazione delle logiche più moderne (e dei recenti microcontrollori) mentre 5 V sono richiesti dalla logica TTL/CMOS tradizionale. I 9 volt possono servire ad alimentare dispositivi audio, ma anche logiche CMOS, piccoli relé ecc. I tre regolatori impiegati sono un LM2940IMP-9.0/NOBP (U1), un LD1117S50CTR (U2) ed un LD1117S33CTR (U3); sono tutti e tre lineari e di tipo serie, vale a dire che trattengono tra il capo di uscita e quello di ingresso la differenza tra la tensione fornita e quella applicata loro. Questo modo di funzionamento li può portare a dissipare una potenza tale da farli scaldare abbastanza, quindi per non danneggiarli ricordate sempre che la potenza massima dichiarata dal costruttore di ciascuno a una temperatura di funzionamento ambiente di 25 °C, non deve essere mai superata da quella calcolata dalla formula (Pd):

$$P_d = (V_i - V_u) \times I_u$$

dove V_i è la tensione all'ingresso, V_u quella in uscita e I_u la corrente erogata (in uscita, s'intende). Vediamo dunque lo schema elettrico; torneremo in un secondo momento sul concetto di potenza dissipabile (Pd).

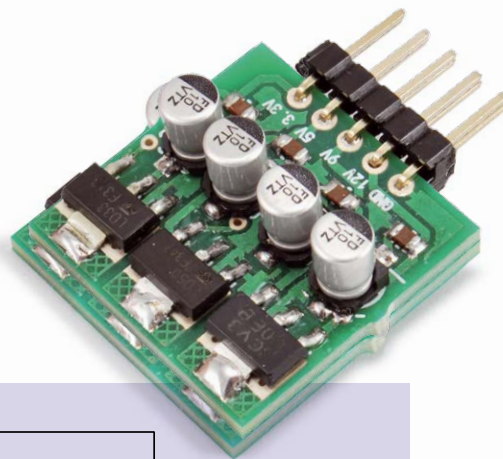
Il circuito si alimenta tipicamente a 12 V tramite i morsetti 12V e GND (rispettivamente positivo e negativo di alimentazione...) e la corrente da esso assorbita è sempre pari alla somma di quelle fornite dalle tre uscite, quindi se sui 3,3V si erogano 200 mA, sui 5V 400 mA e sui 9 volt 400 mA, l'assorbimento globale è $200+400+400 \text{ mA} = 1 \text{ ampere}$. L'alimentazione d'ingresso viene ripulita, mediante i condensatori C1 e C2, dall'eventuale residuo di alternata (cosa utile se prendiamo l'alimentazione da un alimentatore a semplice filtro capacitivo) e da disturbi impulsivi che i fili di collegamento possono portare nel circuito. Tutti e tre gli stabilizzatori di tensione sono del tipo a tre terminali (uno d'ingresso, uno d'uscita e un riferimento a massa) e funzionano praticamente senza componenti esterni; gli abbiamo collegati in ingresso e in uscita dei condensatori di filtro per renderli più stabili e per filtrare eventuali disturbi.

Dallo schema elettrico vediamo che i tre regolatori sono collegati nella configurazione in parallelo, ovvero l'ingresso di ciascuno è in parallelo a quelli degli altri; quindi tutti e tre sono alimentati dalla tensione applicata tra i contatti 12 V e GND (massa).

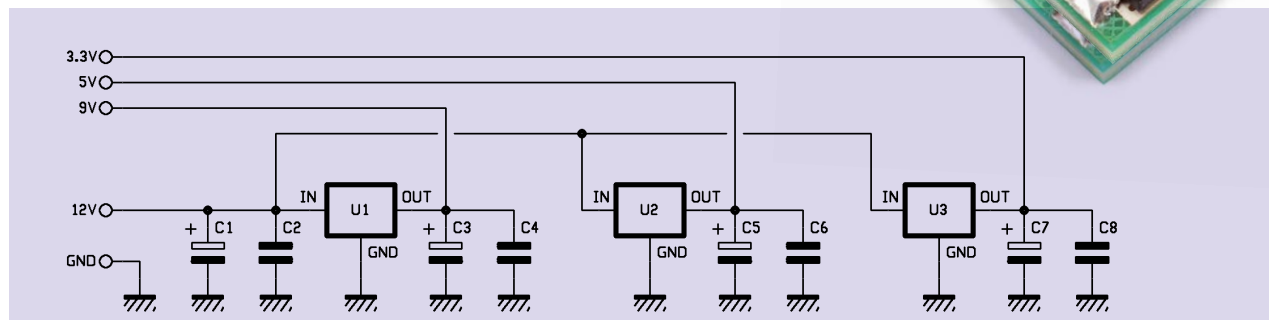
Il primo stabilizzatore è U1, un

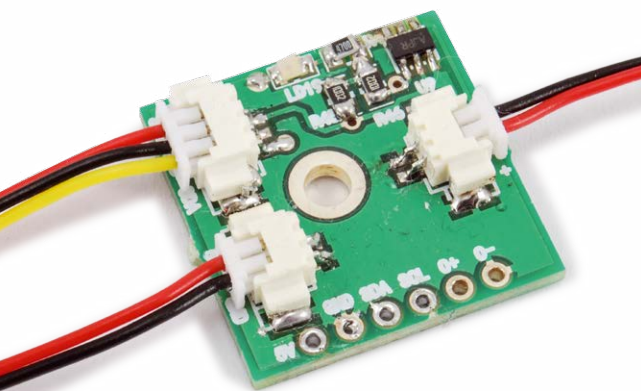
LM2940IMP-9.0 della Texas Instruments, capace di erogare una tensione stabilizzata al valore di 9 volt e una corrente massima di 1 ampere. Esso sopporta tra il capo IN e la massa una differenza di potenziale di valore compreso tra 6 e 26 V, quindi tale è la tensione applicabile al circuito, fatti salvi i limiti di potenza dissipabile suaccennati.

U1 è un regolatore lineare a basso drop-out, vale a dire che presenta tra ingresso e uscita una caduta di tensione minima: si parla di 0,5 V a 1 A di corrente di uscita. Ciò permette di limitare al massimo la potenza dissipata dall'integrato, in quanto per ottenere i 9 volt in uscita basta in teoria fornirne 9,5 all'ingresso. Con un drop-out (vale a dire la caduta di tensione $V_i - V_u$) di appena 0,5 volt, ad 1 ampere di corrente d'uscita l'integrato dissipa appena mezzo watt, il che, considerando che la massima potenza dichiarata come dissipabile a 25°C senza radiatore di calore (è il nostro caso, perché il componente è montato



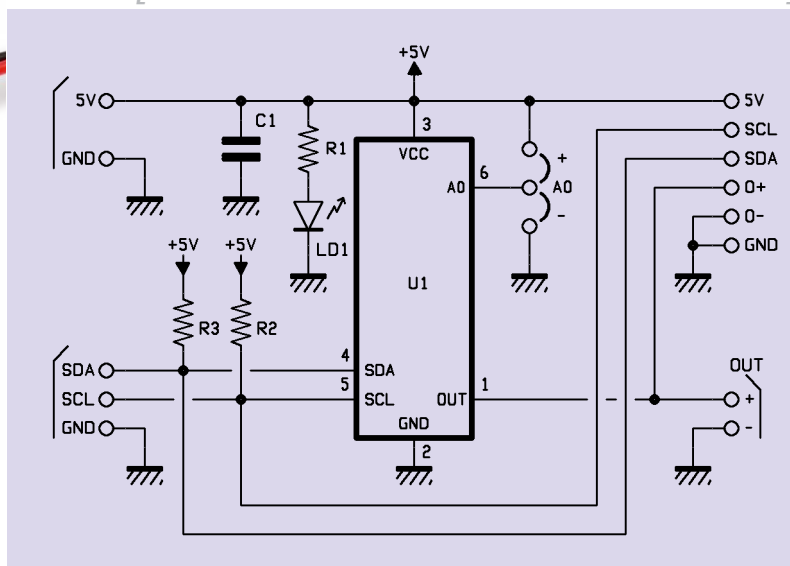
[schema elettrico **SCHEDA REGOLATORE**]





direttamente sulla basetta e non ha dissipatore) è dell'ordine dei 2,2 watt; questo significa che in teoria erogando 1 ampere l'integrato può accettare una differenza di tensione di 2,2 volt, ovvero che possiamo alimentare il circuito con 11,2 volt.

Essendo il drop-out molto basso, conviene sicuramente tenere bassa la tensione di alimentazione del circuito, altrimenti dovete ridurre la corrente prelevabile. Concludiamo il discorso sull'LM2940IMP-9.0 dicendo che sebbene possa erogare un massimo di 1 ampere, in realtà è protetto dal cortocircuito e la sua uscita può fornire in tale condizione 1,9 A, ma comunque nell'uso comune deve lavorare al massimo ad 1A (oltre, la tensione di uscita non è più 9V ma scende in proporzione all'eccesso di corrente erogata). Passiamo oltre e vediamo che la tensione di uscita di U1 viene resa disponibile tra il contatto 9V e GND, oltre ad essere filtrata grazie ai soliti condensatori, uno elettrolitico e l'altro non polarizzato (rispettivamente C3 e C4). Il secondo stabilizzatore è un LD1117S50 della ST in versione con uscita a 5V, e come il primo è del tipo a basso drop-out (1 V tipico). Questo componente eroga in uscita 5 volt ed un massimo di 800 mA e come vedete dallo schema elettrico, la sua uscita alimenta l'uscita a 5V della scheda ed è opportunamente filtrata dai



condensatori C5 e C6. Anche per U2 vale il discorso fatto per U1 riguardante la massima potenza dissipabile (P_d) e la sua dipendenza dalla caduta di tensione tra ingresso e uscita; nel caso di fattispecie, siccome il regolatore è alimentato con la tensione d'ingresso della breakout board, quindi teoricamente 12 volt, erogando in uscita 800 milliampere dissiperebbe:

$$P_d = 0,8A \times (12-5)V = 5,6 \text{ W}$$

Il componente può dissipare un massimo di 12 W, ma senza dissipatore, come lavora nella nostra scheda, a 25 °C può dissipare al massimo 1,13 watt;

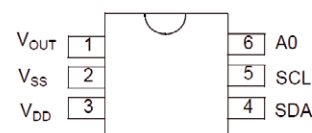
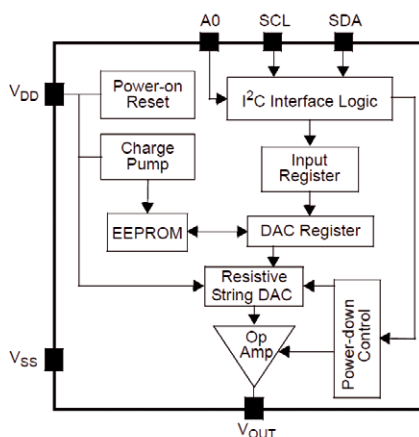
questo significa che con l'attuale configurazione dalla sua uscita non potete prelevare gli 800 milliampere massimi consentiti. Infatti, considerato che la potenza è data dal prodotto della caduta di tensione ($V_i - V_u$) sul regolatore per la corrente erogata (I_u), quest'ultima si ricava dal rapporto:

$$I_u = P_d / (V_i - V_u)$$

A 12 volt, si ottiene:

$$I_u = 1,13W / 7V = 161 \text{ mA}$$

Dunque, dall'uscita dell'U2 potete prelevare al massimo 161 milliampere, che diventano 226



Schema a blocchi e piedinatura del DAC Microchip MCP4725A0T-E; come vedete è incapsulato in un contenitore miniatura SOT-23-6 a soli 6 piedini.

Fig. 1 - Apertura dello sketch d'esempio compreso nell'IDE Arduino.

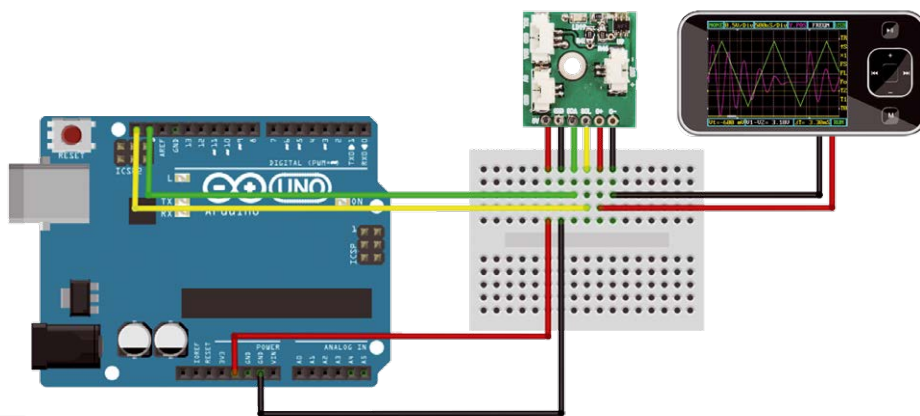
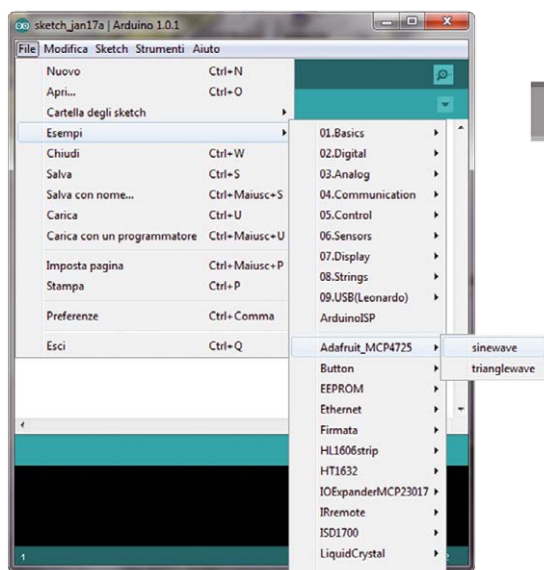


Fig. 2
Cablaggio tra Arduino e la breakout board contenente il DAC Microchip, utilizzando una breadboard da 400 contatti.

se alimentate l'ingresso della scheda con 10 volt. Detto ciò, andiamo all'ultimo stadio stabilizzatore: quello facente capo all'integrato U3, il cui ingresso è alimentato ancora dai 12V; l'uscita rende disponibili i 3,3 volt stabilizzati, filtrati dai condensatori C7 e C8 (al solito, uno elettrolitico e l'altro non polarizzato).

Il terzo regolatore (U3) è sempre un LD1117 della ST ma in versione con uscita a 3,3 volt; in virtù di ciò presenta le stesse caratteristiche in fatto di massima tensione d'ingresso (15 V) massima potenza dissipabile (sempre 1,13 watt senza radiatore) e corrente erogabile in uscita.

Quest'ultima è teoricamente 800

milliampere, ma vale il discorso che abbiamo già fatto poco fa: bisogna tenere da conto la massima potenza dissipabile. Calcolando una differenza di tensione tra ingresso e uscita che a 12 volt vale $(12-3,3)V = 8,7$ la corrente I_u sarà al massimo:

$$I_u = 1,13W / 8,7V \sim 130 \text{ mA}$$

Con un'alimentazione di ingresso di soli 10 volt, la corrente erogabile sale a circa 168 milliampere.

Concludiamo la descrizione di questa breakout board dicendo che come nelle precedenti, tutti i contatti (ingressi e uscite) sono portati sui bordi per un più facile cablaggio e vengono ripetuti

su una fila di piazzole a passo 2,54 mm, che come per le altre schede consente il montaggio di un pin-strip.

MODULO DAC

E veniamo all'ultima breakout board di questo articolo, la quale ospita un integrato DAC (Digital to Analog Converter) MCP4725A0T-E/CH prodotto dalla Microchip; questo è capace di una risoluzione di 12 bit, integra una EEPROM e dispone di una connessione di tipo I²C-Bus (l'indirizzo può essere selezionato con il piedino 6, ponendolo ad 1 o zero; gli altri due bit dell'address del bus sono fissi internamente, quindi potete collegare a uno stesso bus un massimo di due DAC). L'integrato si alimenta con una tensione singola di valore compreso tra 2,7 e 5,5 volt (nella nostra scheda funziona con i 5V applicati tra i contatti 5V e GND) e dispone della funzione rail-to-rail sull'uscita, quindi può fornire da 0 a 5 volt.

La EEPROM interna permette di salvare la configurazione di ingresso attraverso la stessa interfaccia I²C. La memoria non

Listato 1

```
void setup(void) {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Hello!");

  // For Adafruit MCP4725A1 the address is 0x62 (default) or 0x63 (ADDR pin tied to VCC)
  // For MCP4725A0 the address is 0x60 or 0x61
  // For MCP4725A2 the address is 0x64 or 0x65
  dac.begin(0x60);

  Serial.println("Generating a sine wave");
}
```

Listato 2

```
/*  
*****  
@file      Fixed_Value.ino  
@author    Alessandro Sottocornola  
@license    BSD (see license.txt)  
  
This example will set a fixed value with the MCP4725 DAC.  
*/  
*****  
#include <Wire.h>  
#include <Adafruit_MCP4725.h>  
  
Adafruit_MCP4725 dac;  
  
void setup(void) {  
  Serial.begin(9600);  
  Serial.println("Hello!");  
  
  // For Adafruit MCP4725A1 the address is 0x62 (default) or 0x63 (ADDR pin tied to VCC)  
  // For MCP4725A0 the address is 0x60 or 0x61  
  // For MCP4725A2 the address is 0x64 or 0x65  
  dac.begin(0x60);  
  
  Serial.println("Set Custom Value");  
}  
  
void loop(void) {  
  uint32_t value;  
  value=2048;  
  dac.setVoltage(value, false); //from 0 to 4095  
}
```

volatile permette al DAC di mantenere i dati in ingresso in caso di blackout, in modo da ripresentare la tensione corrispondente all'uscita analogica una volta data alimentazione.

Il convertitore D/A può funzionare con tre velocità di conversione: Standard (100 kbps), Fast (400 kbps) e High-Speed (3.4 Mbps). Le connessioni dati, di alimentazione e d'uscita sono disponibili, anche in questa scheda sia sui lati, sia su una fila di piazzole a passo 2,54 mm cui applicare un pin-strip.

La break out qui proposta utilizza un integrato che non abbiamo scelto a caso; infatti è interfacciabile ad Arduino e utilizzabile con esso grazie alla libreria messa a disposizione da Adafruit. Per poter quindi gestire da Arduino il modulo che monta un MCP4725A0T, è necessario come prima cosa copiare la libreria all'interno della directory "\libraries" dell'IDE di Arduino, dopo di che avviando l'IDE e aprendo l'esempio fornito, come mostrato nella Fig. 1.

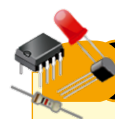
Ora che l'esempio è caricato, è molto importante provvedere ad impostare nello sketch l'indirizzo del modulo. Si ricorda che sul modulo è possibile scegliere due indirizzi differenti, mediante jumper "A0". Se questo è chiuso verso "-", si dovrà dire che l'indirizzo è 0x60, mentre se si chiude verso "+" l'indirizzo sarà "0x61". Nel nostro caso decidiamo di utilizzare l'indirizzo "0x60", quindi ricerchiamo nello sketch aperto l'istruzione `dac.begin(0x62)`; e modifichiamo il valore "0x62" con quello del nostro modulo, come riportato nel Listato 1. Ora provvediamo a effettuare il collegamento della nostra breakout board come mostrato nella Fig. 2. Come si vede, viene collegato anche un oscilloscopio, per

avere poi riscontro della forma d'onda sinusoidale che otterremo eseguendo lo sketch da Arduino. Volendo però utilizzare il nostro modulo all'interno di un proprio circuito, per generare una singola tensione, abbiamo provveduto a scrivere un breve sketch di esempio in cui, con l'istruzione `dac.setVoltage(value, false)`; si imposta la tensione desiderata. A tal proposito ricordiamo che il range ammissibile è compreso tra 0 e 4095V, che corrispondono rispettivamente a 0V e 5V. Fate quindi la proporzione per stabilire il valore idoneo, per ottenere la tensione desiderata in uscita. Nell'esempio del Listato 2 impostiamo la variabile "value" a 2048, che corrisponde poi a circa 2,5V.

REALIZZAZIONE PRATICA

Bene, descritti gli schemi elettrici e spiegato in che modo funzionano i componenti su cui si basano le quattro breakout board di questo articolo, vediamo come costruire le singole 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 agevo-



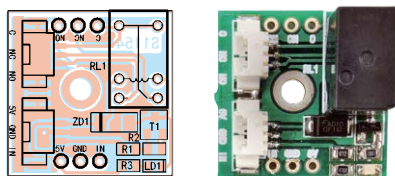
per il MATERIALE

Le schede descritte nell'articolo vengono fornite assemblate e, ove previsto, comprese di cavetti.

- Modulo Relè Euro 11,50 (cod. 7100-BREAKOUT005)
 - Modulo Fotoaccoppiatore Euro 11,00 (cod. 7100-BREAKOUT006)
 - Modulo alimentazione Euro 12,00 (cod. 7100-BREAKOUT008)
 - Modulo DAC Euro 12,00 (cod. 7100-BREAKOUT010)
- 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>

[piano di montaggio SCHEMA RELÉ]



Elenco Componenti:

R1: 4,7 kohm (0805)
R2: 10 kohm (0805)
R3: 470 ohm (0805)
D1: GF1M
LD1: LED rosso (0805)
T1: BC817 (SOT23)
RL1: Relè miniatura 5V 1 scambio

Varie:

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

lare 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.

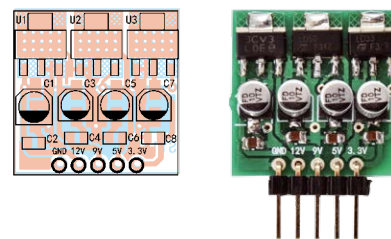
Per la breakout board con il relé, prestate attenzione all'orientamento del transistor e dei diodi; il relé entra soltanto nel verso giusto. Per quella con l'optoisolatore non ci sono particolari indicazioni se non il rispetto del verso di orientamento dell'integrato, che è in contenitore TSSOP. Quanto alla scheda con i regolatori di tensione, tutti e tre gli integrati sono in contenitore SOT-223, quindi fate attenzione a non confonderli, altrimenti il circuito non funzionerà.

Infine, per il modulo DAC (è in case SOT-23) montate l'integrato come 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 ogni circuito con i componenti passivi previsti.

Per le schede a relé, per l'ingresso optoisolato e per la DAC, considerate che il connettore SMD a tre vie è opzionale, perché potete prelevare le connessioni anche solo dalle piazzole previste allo scopo e posizionate sul bordo del circuito stampato.

Anzi, se prevedete di inserire le breakout board direttamente sul circuito stampato di un'altra apparecchiatura, vi conviene saldare nelle piazzole un pin strip a passo 2,54 mm: ciò semplificherà il collegamento e l'utilizzo di ciascuna scheda.

[piano di montaggio SCHEMA REGOLATORE]



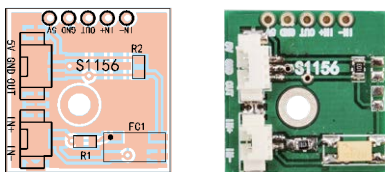
Elenco Componenti:

C1: 22 μ F 16 VL elettrolitico ($\varnothing$ 4mm)
C2: 100 nF ceramico (0805)
C3: 22 μ F 16 VL elettrolitico ($\varnothing$ 4mm)
C4: 100 nF ceramico (0805)
C5: 22 μ F 16 VL elettrolitico ($\varnothing$ 4mm)
C6: 100 nF ceramico (0805)
C7: 22 μ F 16 VL elettrolitico ($\varnothing$ 4mm)
C8: 100 nF ceramico (0805)
U1: LM2940IMP-9.0/NOBP
U2: LD1117S50CTR
U3: LD1117S33CTR

Varie:

- Strip maschio 5 vie 90°
- Circuito stampato

[piano di montaggio SCHEMA OPTOISOLATA]



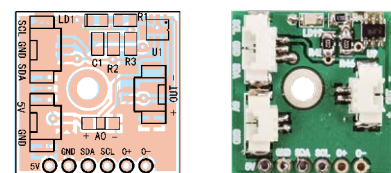
Elenco Componenti:

R1: 4,7 kohm (0805)
R2: 10 kohm (0805)
C1: 100 nF ceramico (0805)
C2: 47 pF ceramico (0805)
LD1: LED verde (0805)
FC1: TLP181

Varie:

- Strip maschio 5 vie 90°
- Connettore JST 1.25mm 2 vie da CS
- Connettore JST 1.25mm 3 vie da CS
- Connettore JST 1.25mm 2 vie volante
- Connettore JST 1.25mm 3 vie volante
- Circuito stampato

[piano di montaggio MODULO DAC]



Elenco Componenti:

R1: 470 ohm (0805)
R2: 10 kohm (0805)
R3: 10 kohm (0805)
C1: 100 nF ceramico (0805)
LD1: LED verde (0805)
U1: MCP4725A0T-E/CH

Varie:

- Strip maschio 6 vie 90°
- Connettore JST 1.25mm 2 vie da CS (2 pz.)
- Connettore JST 1.25mm 3 vie volante (1 pz.)
- Circuito stampato

Raspberry Pi 2

La seconda generazione !

cod. 8326274RS

**ANCORA PIÙ
PERFORMANTE!**



€ 46,00

CARATTERISTICHE TECNICHE

- ✓ Processore Broadcom BCM2836 con CPU ARM Cortex-A7 900MHz quad-core
- ✓ Memoria 1GB LPDDR2 SDRAM
- ✓ Processore Video VideoCore IV
- ✓ 4 porte USB standard su bus dedicato
- ✓ Un ingresso Ethernet 10/100 Mb
- ✓ Uscita video HDMI e A/V
- ✓ Connettore GPIO da 40 pin con 26 pin di I/O, bus UART, I2C, SPI
- ✓ Un connettore CSI (Camera serial Interface)
- ✓ Un connettore DSI (Display Serial Interface)
- ✓ Alimentazione 5 Vdc/2A tramite connettore femmina micro USB

**Impara ad utilizzare la nuova Raspberry Pi 2
con il nuovo kit didattico**



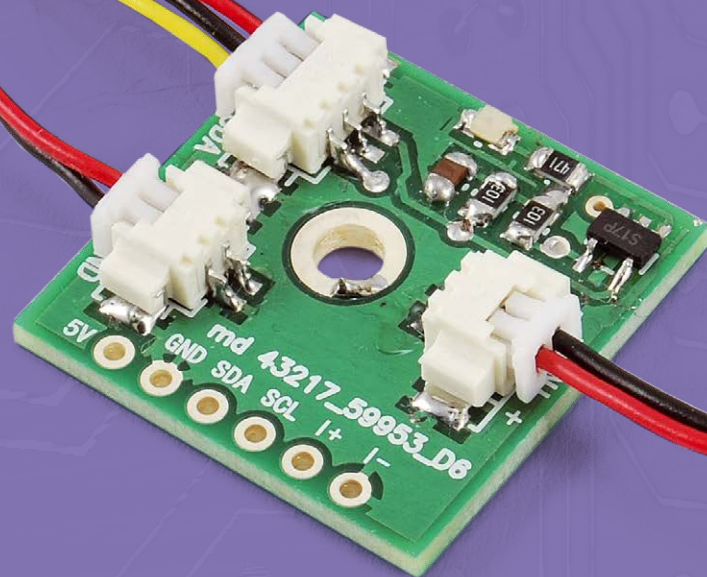
€ 74,00

cod. RASPKITV4

Lo starter kit
comprende:

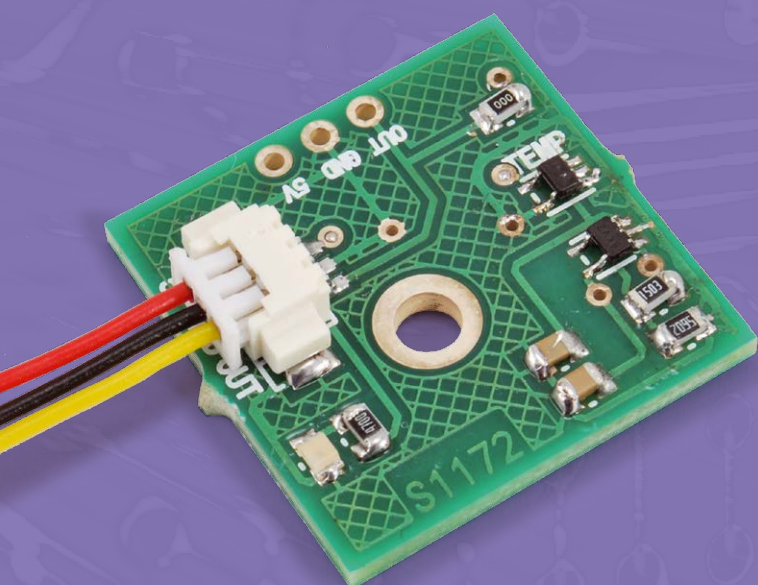
- ✓ Board Raspberry Pi 2 model B
- ✓ Micro SDCard HC da 8 GB con software NOOBS 1.4
- ✓ Alimentatore switching con 2 uscite USB
- ✓ Cavi: HDMI, USB, FTP
- ✓ Brochure di 10 pagine con le caratteristiche della nuova Raspberry Pi 2.

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.



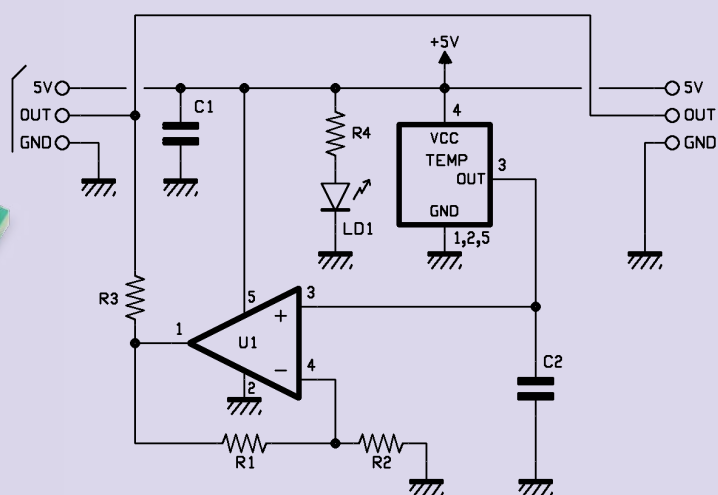
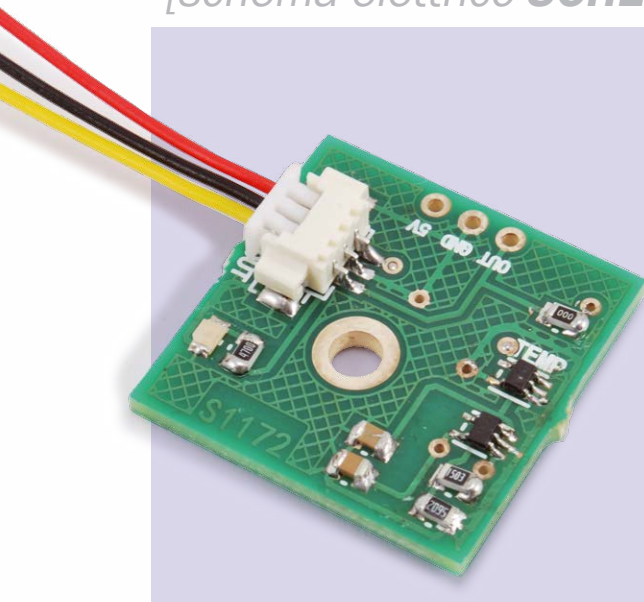
BREAKOUT BOARD TERMOMETRO E ADC

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



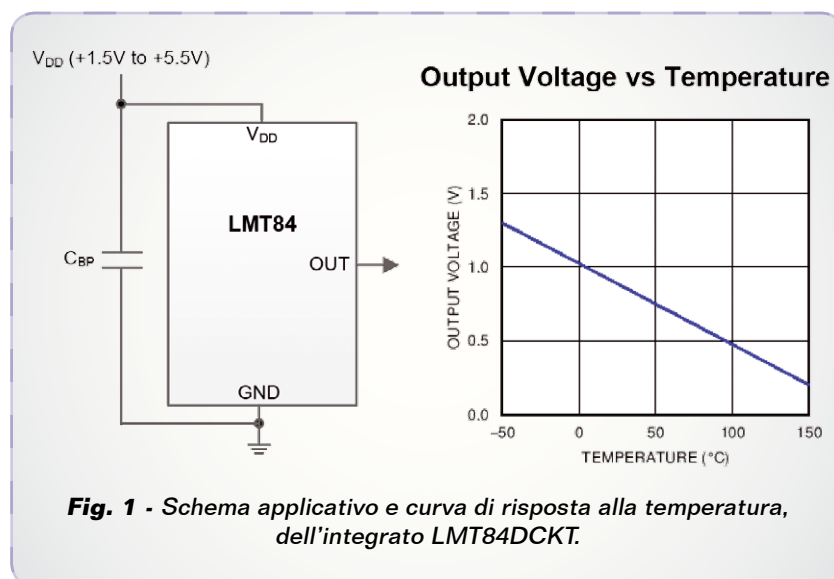
proponiamo, a conclusione del filone, una scheda contenente un modulo A/D converter ed un sensore di temperatura con uscita analogica. Vediamo per prima quest'ultima, che è basata sul dispositivo LMT84DCKT prodotto dalla Texas Instruments.

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.

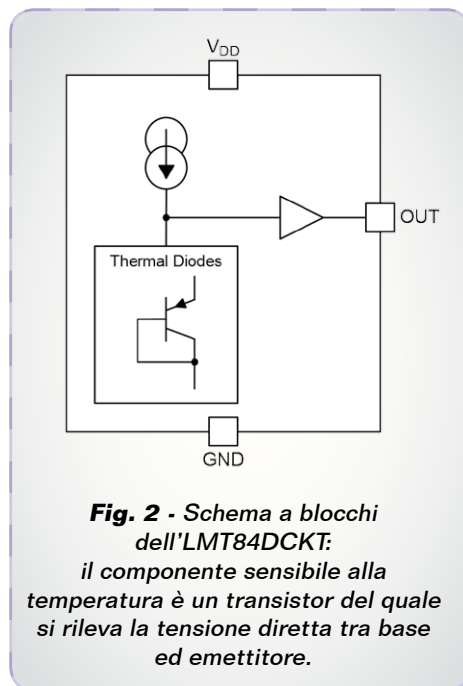
Il componente può funzionare a tensioni di alimentazione bassissime (da 1,5 a 5,5 volt) e in un ampio campo di temperature (da -50 a 150°C) tanto da essere omologato per l'utilizzo nel settore industriale e nell'automotive. Il ridottissimo assorbimento in assenza di carico all'uscita, di appena 5,4 μA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

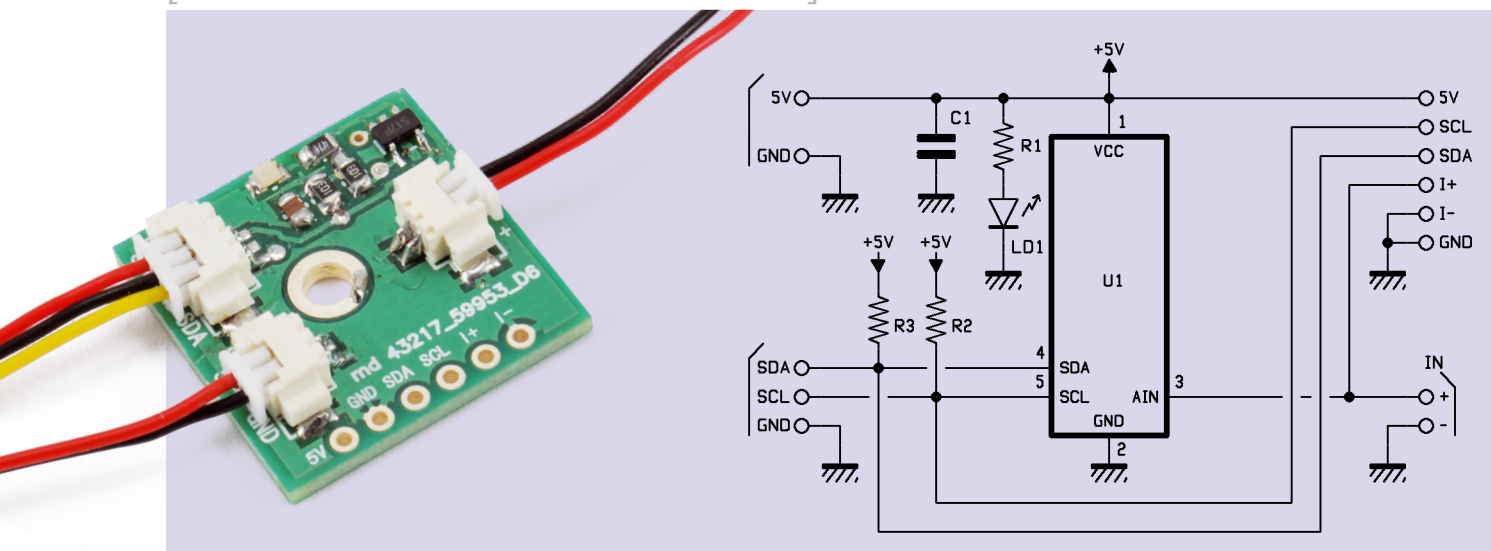


Tabella 1 - Corrispondenza tra i valori della temperatura e quelli della tensione fornita in uscita dall'integrato LMT84DCKT.

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

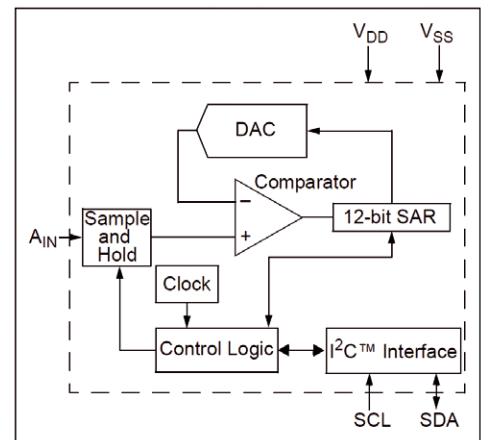


Fig. 3 - Schema a blocchi del convertitore A/D della Microchip.

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,

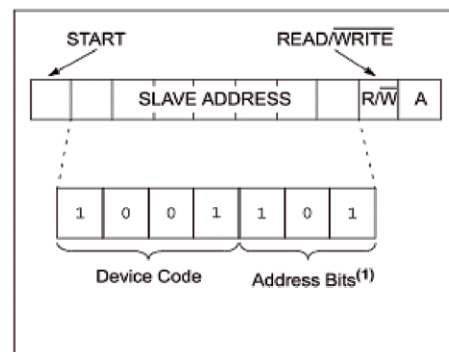


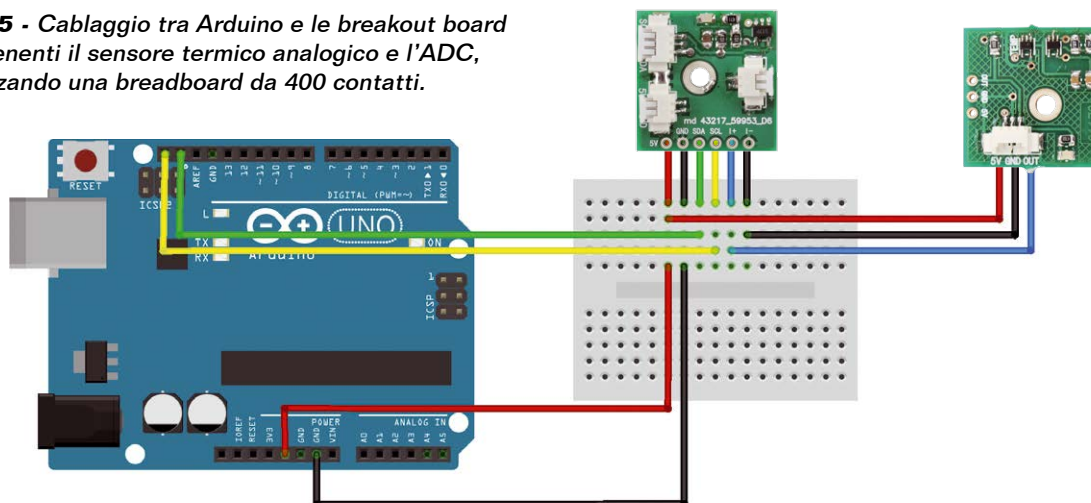
Fig. 4 - Composizione della stringa di dati inviata dal Master I²C-Bus all'MCP3221.

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.

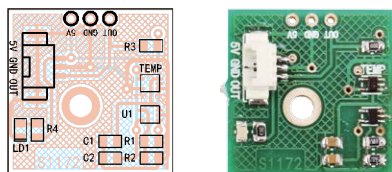
UTILIZZO DELLA SCHEDA ADC CON ARDUINO

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 SCHEMA 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.

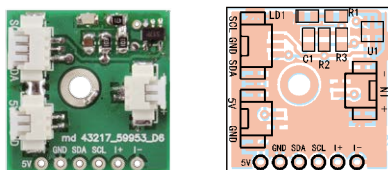
Noto il singolo Step, si potrà ora leggere il valore risultante dalla conversione e ottenere così il valore in mV con l'istruzione "milliVolts = adcRaw * stepSize;" del Listato 1.

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 SCHEMA 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

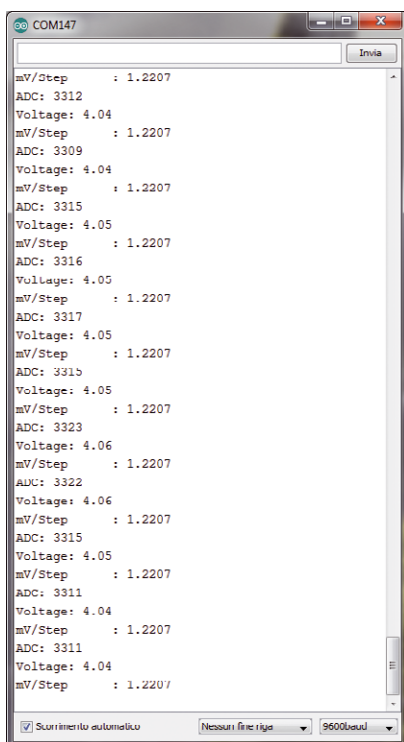


Fig. 7 - Avviando il firmware, è possibile vedere i valori di tensione in arrivo dall'ADC nella finestra Serial Monitor dell'IDE di Arduino: ci pensa l'istruzione *Serial.print*.

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.

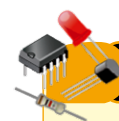
Ottenuto il c.s. disponetevi i componenti iniziando dall'integrato del caso. Ricordiamo che per una buona saldatura è consigliabile operare con un saldatore da 20 o 25 watt a punta fine e filo di lega saldante del diametro di 0,5 mm o meno, stagnando le piazzole interessate e poi ricoprendole di flussante 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:

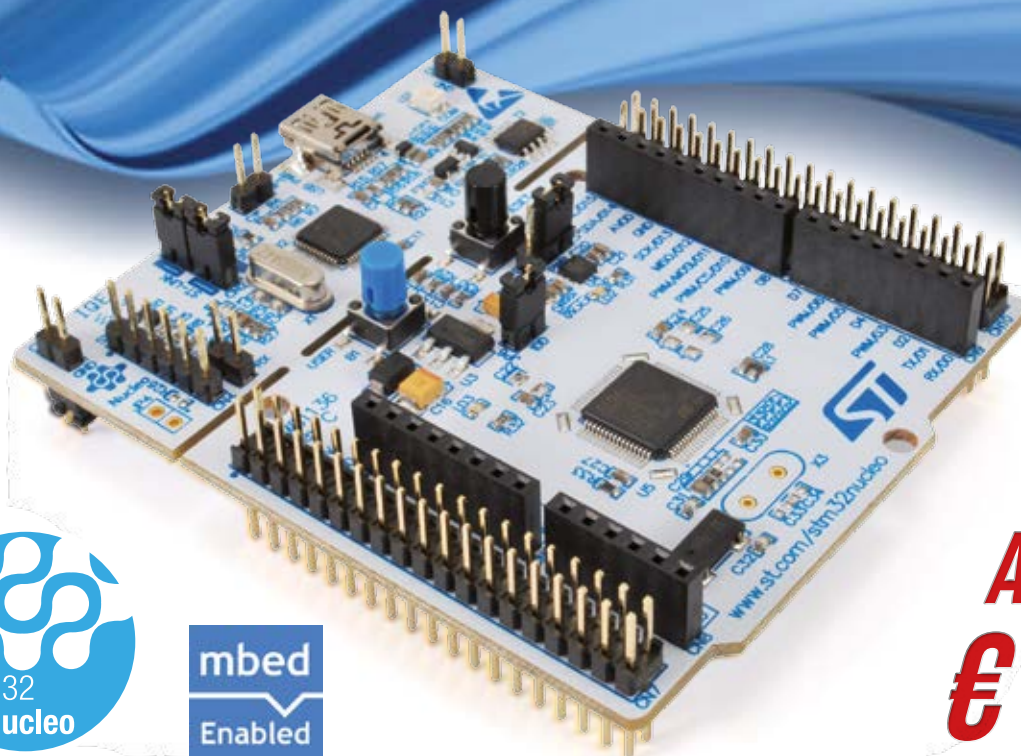
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287

<http://www.futurashop.it>

Alla scoperta di ST nucleo

le nuove board di sviluppo low-cost
a 32 bit di STMicroelectronics



A SOLI
€ 14,⁹⁰ IVA inclusa

Schede di progettazione ideali per realizzare prototipi con i microcontrollori STM32. Compatibili con la piattaforma mbed ed in grado di ospitare la maggior parte degli shield di Arduino. Sono fornite di connettori di estensione ST Morpho che danno accesso a tutte le periferiche interne al microcontrollore.

CARATTERISTICHE TECNICHE COMUNI AD ENTRAMBI I MODELLI

- ✓ **Microcontrollore:** STM32 (case LQFP64)
- ✓ **Memoria:** 512 kByte Flash
- ✓ **ADC:** 12 bit ADC 2,4 Msps fino a 10 canali
- ✓ **Alimentazione:** USB oppure esterna 3,3 - 5 - 7 o 12 Vdc
- ✓ **Dimensioni:** 80x69x20 mm

MODELLO **F401RE**

cod. NUCLEOF401RE

- ✓ **CPU:** ARM Cortex-M4 con FPU a 84 MHz
- ✓ **SRAM:** 96 kB

MODELLO **L152RE**

cod. NUCLEOL152RE

- ✓ **CPU:** ARM Cortex-M3 con FPU a 32 MHz
- ✓ **SRAM:** 80 kB