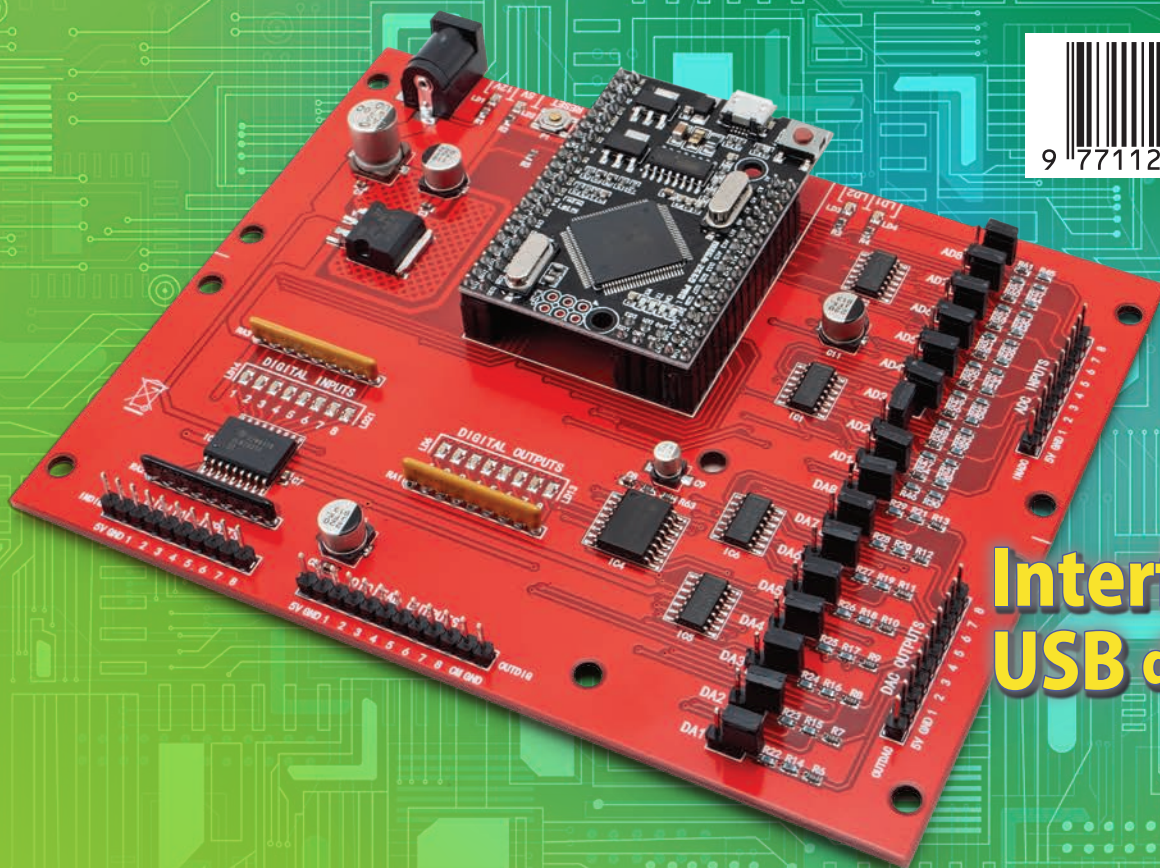


Elettronica In

www.elettronica.in.it

€ 6,90 - Anno XXVIII - n. 268 - OTTOBRE 2022



Interfaccia USB di I/O

■ Cronometro per
linefollower

■ Timer 555
Analyzer

■ Demoboard ESP32

■ Calcolatrice
con tastiera analogica

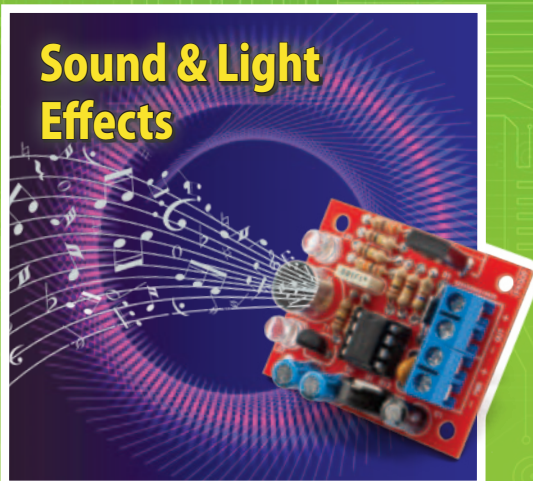
■ Sensore UVC
su breakout

■ Scheda amplificatore
e filtro per DDS

Display LED
I²C-BUS



Sound & Light
Effects



OSCILLOSCOPIO DA LABORATORIO 2 CANALI-100 MHz

cod. DSO2C10
€ 298,00



CARATTERISTICHE TECNICHE OSCILLOSCOPIO

Display: TFT 7" - Frequenza di campionamento (in tempo reale): 1GSa/s (canale singolo), 500MSa/s (due canali)
Larghezza di banda del canale analogico: 100 MHz - Funzione FFT (Fast Fourier Transform) integrata - Profondità di memoria: 8MB
Software per l'analisi in tempo reale con il PC - Porta USB Host, USB Device

OSCILLOSCOPIO DA LABORATORIO 2 CANALI-100 MHz CON GENERATORE FORME D'ONDA ARBITRARIE FINO A 25 MHz



cod. DSO2D10
€ 358,00

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERATORE FORME D'ONDA

Numero canali: 1 - Sample Rate: 200 MSa/s - Risoluzione Verticale: 12 bit - Massima Frequenza di uscita: 25 MHz
Forma d'onda di uscita: sine, square, ramp, Exp, noise, DC - Forme d'onda arbitraria: Arb1, Arb2, Arb3, Arb4
Profondità forma d'onda: 4KSa - Ampiezza (range di uscita): 10mV~7Vp-p (alta impedenza) / 5mV~3.5Vp-p (50Ω)
DC offset: range $\pm 3,5$ V, alta impedenza / $\pm 1,75$ V, 50 Ω - Risoluzione: 100 μ V o 3 bits - Impedenza di uscita: 50 Ohm.

Le caratteristiche tecniche della parte relativa all'oscilloscopio sono le stesse del modello DSO2C10.



Quando Energia non fa rima con Ecologia

A giugno il Parlamento Europeo ha approvato il bando delle vendite, dal 2035, di auto a motore termico; dovremo quindi comprarci tutti un'auto elettrica, ma se la situazione non cambia non riusciremo a ricaricarla.

È infatti notizia di Settembre, che in California i proprietari di auto elettriche sono stati invitati, dai gestori delle reti, a non ricaricarle negli orari di punta, per evitare di causare black-out per la richiesta extra di potenza necessaria a climatizzare gli edifici.

Ci troviamo nel mezzo di una crisi energetica senza precedenti, che ha costretto molti Stati a riaccendere le centrali a carbone a dispetto di un clima che non riesce più a sostenere la nostra voracità di risorse. Nonostante questo, la corsa alle rinnovabili continua, ma non è abbastanza veloce per compensare i problemi energetici causati dai

Ci troviamo nel mezzo di una crisi energetica senza precedenti

conflitti internazionali e la conseguente scarsità di gas.

Un aiuto arriva ancora una volta dell'elettronica, che con i suoi sistemi di AI e Machine Learning permette di gestire al meglio il comfort di casa adattandosi alle nostre abitudini o monitorando attentamente i consumi domestici, indicandoci quali sono gli apparecchi più virtuosi e quelli che incidono sulla bolletta.

Un esempio di AI applicata lo trovate nella rubrica Scienza e Tecnologia di questo numero, dove, un computer di Siemens collegato al sistema di ventilazione, elabora la grande quantità di dati ambientali in una piscina di Saterland (Germania), regolando quindi in modo proattivo la ventilazione prima che la struttura della piscina diventi troppo calda o troppo umida.

Questa soluzione permette di ridurre il consumo di energia del 20 per cento, recuperando in poco tempo sia il costo del sistema che il consumo introdotto da se stesso.

In attesa che questa AI entri nelle nostre case, non ci rimane altro che abbassare il termostato.

ON LINE

elettronica.in.it

SI RINGRAZIA

Futura Elettronica
Mouser



In copertina:
Controlliamo
attuatori e sensori
con la nuova
interfaccia USB
direttamente dal
nostro Personal
Computer.

Boris Landoni
 boris.landoni@elettronica.in.it

Elettronica In

Rivista mensile, anno XXVIII n. 268

OTTOBRE 2022

EDITORIALE

Direttore Responsabile

Boris Landoni

boris.landoni@elettronica.in.it

Redazione

Stefano Garavaglia, Paolo Gaspari,
Davide Scullino, Gabriele Daghetta

redazione@elettronica.in.it

Grafica

Alessia Sfulcini

alessia.sfulcini@elettronica.in.it

Ufficio Pubblicità

Monica Premoli (0331-752668)

monica.premoli@elettronica.in.it

Ufficio Abbonamenti

Tel. 0331-752668

abbonati@elettronica.in.it

Direzione, Redazione, Pubblicità

FUTURA GROUP srl - Divisione Editoriale

via Adige 11 - 21013 Gallarate (VA)

Tel. 0331-752668

Abbonamenti

Annuo 10 numeri Euro 49,00

Annuo 10 numeri digitale Euro 39,00

Le richieste di abbonamento vanno inviate a:

FUTURA GROUP srl

via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)

Tel. 0331-752668

oppure tramite il sito

<https://futura.net.it/abbonamenti>

Distribuzione per l'Italia

SO.DI.P. Angelo Patuzzi S.p.A.

via Bettola 18 - 20092 Cinisello Balsamo (MI)

Tel. 02-660301 Fax 02-66030320

Stampa

ROTO3 Spa - Via Turbigo, 11/b

20022 CASTANO PRIMO (MI)

Tiratura
18.000 copie



Rivista mensile registrata presso il Tribunale di Milano
con il n. 245 il 03/05/1995.

Prezzo di copertina Euro 6,90.

Gli arretrati nei formati cartaceo e digitale (pdf) sono acquistabili
sul sito della rivista al prezzo di Euro 6,90.

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

Futura Group srl è iscritta al Registro Operatori della
Comunicazione n. 23650 del 02/07/2013.

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

Tutti i contenuti della Rivista sono protetti da Copyright.

Ne è vietata la riproduzione, anche parziale, la traduzione e più in
generale la diffusione con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione
scritta da parte dell'Editore. I circuiti, il firmware ed il software

descritti sulla Rivista possono essere realizzati solo per uso
personale, ne è proibito lo sfruttamento a carattere commerciale
e industriale. Tutti possono collaborare con Elettronica In.

L'invio di articoli, materiale redazionale, programmi, traduzioni,
ecc. implica da parte del Collaboratore l'accettazione dei compensi
e delle condizioni stabilite dall'Editore (per maggiori informazioni
scrivere a redazione@elettronica.in.it). Manoscritti, disegni e
foto non richiesti non verranno in alcun caso restituiti. L'utilizzo
dei progetti e dei programmi pubblicati non comporta alcuna
responsabilità da parte della Società Editrice.

© 2022 Futura Group srl

Futura
Group
Edizioni

Contenuti

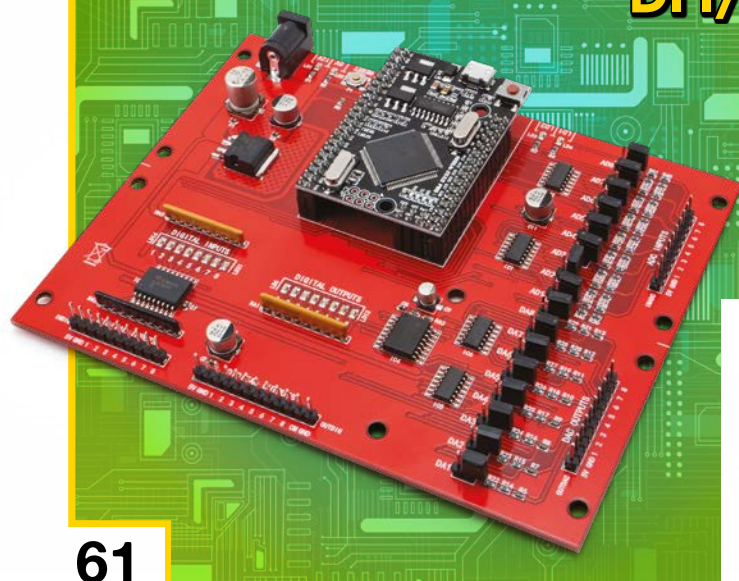
01

RUBRICHE

- 01 Editoriale
- 05 T&T Tips & Tricks
- 09 Embedded IoT
Digital Transformation of Things
- 13 Componenti & Sistemi
- 126 Scienza & Tecnologia

Progetto di Copertina

INTERFACCIA USB DI I/O



61

Didattica

Demoboard ESP32



75

19

ARTICOLI

STRUMENTAZIONE

19 Cronometro linefollower

Contatempo automatico triggerato da un sensore fotoelettrico, ideale per rilevare il tempo sul giro in piste per automobili e gare tra robot line follower.

MISURE

27 Sensore UVC su breakout

Sperimentiamo con un rilevatore di ultravioletti capace di coprire la gamma UV-C, di fornire informazioni analogiche e I²-Bus sull'intensità delle radiazioni.

LABORATORIO

35 Timer 555 Analyzer

Utilizziamo l'Analizzatore del timer 555 per testare l'ultima serie di circuiti. Terza e ultima puntata.

Misure

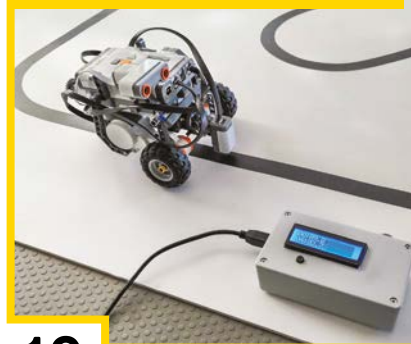
Sensore UV su breakout



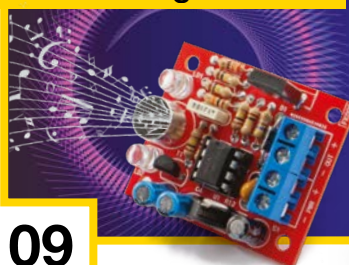
27

Strumentazione

Cronometro linefollower



19

Laboratorio**555 Analyzer****35****Gadget****Sound & Light effects****109****Laboratorio****Scheda amplificatore e filtro****89****Home Project****Calcolatrice con tastiera analogica****49****Periferiche****Display LED I2C-BUS****98****Didattica****Programmiamo con RP2040****115****HOME PROJECT****49 Calcolatrice con tastiera analogica**

Riscopriamo la classica calcolatrice in un progetto il cui aspetto vintage cela una tecnica raffinata di lettura dei tasti. Prima puntata.

PERIFERICHE**61 Interfaccia USB di I/O**

Dotata di 32 ingressi/uscite sia digitali che analogici e supportata da un protocollo di comunicazione ad hoc, si programma con l'IDE Arduino. Prima puntata.

DIDATTICA**75 Demoboard ESP32**

Sperimentiamo nuovi progetti dimostrativi con uno dei più utilizzati moduli WiFi: il SoC ESP32. Seconda puntata.

LABORATORIO**89 Scheda amplificatore e filtro**

Completiamo il generatore di funzioni DDS con uno stadio d'uscita in grado di elevare il livello del segnale e filtrare le forme d'onda. Seconda e ultima puntata.

PERIFERICHE**98 Display LED I²C-BUS**

Interfaccia I²C per unità 7 segmenti a LED giganti, operante in modalità sia Slave, sia Master grazie alla possibilità di montarvi una scheda Arduino Nano. È modulare fino a 8 digit e si applica dietro al visualizzatore.

GADGET**109 Sound & Light effects**

Luce psichedelica a LED con ingresso microfonico, sensibilità regolabile e possibilità di pilotare lampade di potenza, può essere utile anche come segnalatore ottico per non udenti.

DIDATTICA**115 Programmiamo con RP2040**

Configuriamo la scheda FTR2040 di Futura Elettronica come end device della rete LoRaWAN e scopriamo come collegarla a The Things Network.

HDMI
↓
VGA

CONVERTITORE DA HDMI A VGA 1080P PLUG AND PLAY

Permette di convertire un segnale digitale HDMI (compatibile con HDMI1.3) in un segnale VGA (SUB-D) ad alta definizione con audio in uscita. Con questo convertitore, il computer, il lettore video portatile, le console di gioco e alcuni altri dispositivi video con uscita HDMI possono connettersi a schermi HD di grandi dimensioni oppure a proiettori HD con ingresso VGA.

€ 11,50

Cod. **BOXHDMITOVGA**

Convertitori di segnale

Permettono di convertire un segnale digitale HDMI in VGA, AV in HDMI, VGA in HDMI, HDMI in AV.

CONVERTITORE DA AV A HDMI PLUG AND PLAY

AV
↓
HDMI

€ 14,00

Cod. **BOXAVTOHDMI**

Permette di convertire un segnale audio/video CVBS (PAL e NTSC) in ingresso in un segnale HDMI in uscita. Con questo convertitore, il computer, il lettore video portatile, le console di gioco e alcuni altri dispositivi video con uscita CVBS possono connettersi a schermi con ingresso HDMI. L'uscita HDMI supporta una risoluzione fino a 1080P 60Hz.

VGA
↓
HDMI

€ 11,50

Cod. **BOXVGATOHDMI**

CONVERTITORE DA VGA A HDMI PLUG AND PLAY

Permette di convertire un segnale audio e video VGA (SUB-D) in un segnale HDMI (tipo A) ad alta definizione con audio. Con questo convertitore, il computer, il lettore video portatile, le console di gioco e alcuni altri dispositivi video con uscita VGA possono connettersi a schermi HD di grandi dimensioni oppure a proiettori HD con ingresso HDMI. L'ingresso VGA supporta video fino a 1920x1080 a 60 Hz, l'uscita HDMI può supportare video fino a 1080P.

CONVERTITORE DA HDMI AD AV PLUG AND PLAY

Permette di convertire un segnale HDMI in ingresso in un segnale video composito CVBS (PAL e NTSC) in uscita. Con questo convertitore, il computer, il lettore video portatile, le console di gioco e alcuni altri dispositivi video con uscita HDMI possono connettersi a schermi con ingresso CVBS. L'ingresso HDMI supporta una risoluzione fino a 1920x1080 a 60 Hz.

HDMI
↓
AV

€ 11,00

Cod. **BOXHDMITOAV**

Adattare Arduino a 3,3 volt

Sappiamo che tutte le schede Arduino ufficiali più diffuse funzionano a 5 volt, tensione alla quale arrivano i livelli logici sugli I/O utilizzati come uscite; gli ingressi, invece, pur essendo progettati per livelli TTL, spesso sono compatibili anche con livelli 0/3,3V. Il fatto che Arduino operi a 5V crea problemi di interfacciamento con i nuovi sensori, display e chip, nonché breakout board, i più utili e utilizzati dei quali sono 3,3 V e non sono compatibili con 5 V (per esempio accelerometri e sensori ambientali). Se provassimo a collegarli con 5V si potrebbe danneggiare la loro logica interna; per questo sovente si ricorre alla soluzione più immediata, che è il traslatore di tensione che più volte avete visto nei nostri progetti, anche di breakout board, formato da una rete di due MOSFET enhancement-mode e relative resistenze su gate, drain e source, da applicare agli I²C-Bus.

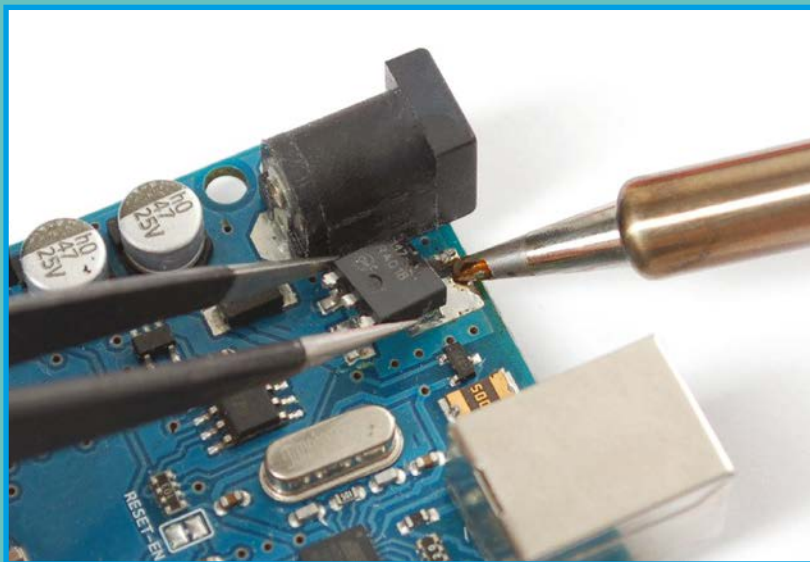
Non sempre, tuttavia, questi traslatori possono essere utilizzati per eseguire la conversione di livello, perché in alcuni casi rallentano il funzionamento e in altri non consentono l'utilizzo di molti dispositivi da 3,3 V.

In taluni casi è più semplice ed anche possibile fare una piccola modifica alla scheda Arduino, consistente nel sostituire il regolatore di tensione posto a valle del jack di alimentazione (o della linea Vin); descriveremo qui di seguito la modifica della popolare Arduino Uno, dove sostituiremo il regolatore d'ingresso con un tipo a tensione d'uscita di 3,3 V. Così facendo, andremo a riconfigurare la linea di alimentazione USB da 5 V in modo che passi anche attraverso il nuovo regolatore, perché di norma i 5V dell'USB confluiscono a valle del

Tips & Tricks sono i nostri suggerimenti in pillole e i piccoli trucchi riguardanti sia l'hardware che il firmware, che sperimentatori, tecnici e progettisti elettronici vorrebbero conoscere per sviluppare meglio la propria passione: quella per l'Elettronica applicata. Ecco quelli che abbiamo preparato questo mese per voi.

regolatore originale a 5V, tramite un diodo, mentre in questo caso devono entrare in esso. Dunque, il primo passo è sostituire il regolatore da 5V e per farlo stagnare i due piedini (il componente è un SMD) e poi tenere il saldatore su ciascuno di essi fino a sciogliere lo stagno tanto da poterli sollevare. Stagnate poi l'aletta e con una pinzetta andate a sollevare delicata-

mente un piedino fin quando l'integrato non si stacca; la stagnatura facilita lo scioglimento dello stagno esistente e quindi il distacco, altrimenti, visto che l'aletta è interamente saldata al PCB, bisognerebbe mantenere la punta del saldatore su di essa troppo a lungo, col rischio di staccare il pad. Una volta dissaldato il regolatore originale a 5,0 V, dobbiamo montare al suo posto quello da 3,3 V e quindi un



↑ Dissaldatura del regolatore originale di Arduino per la sostituzione con quello da 3,3V.

regolatore di tipo 1117-3.3V in contenitore TO-252-3; per farlo, come prima cosa rimuovete lo stagno in eccesso dalle piazzole e poi appoggiate, allineandolo bene alle piazzole stesse, il nuovo regolatore, disponendolo ovviamente come quello originale. Saldare prima l'aletta, con abbondante lega saldatrice, accertandovi che raggiunga tutti i bordi, dato che la saldatura servirà, nell'uso della scheda, a trasferire il calore dal regolatore alle piste del circuito stampato, la cui funzione è anche quella di dissipatore di calore. Stagnate poi i due terminali. Fatto questo dovete anche provvedere alla sostituzione del fusibile, che è il componente SMD tipicamente con i contatti dorati, posto a ridosso della presa USB, con un diodo: tale operazione serve a portare i 5 volt della presa USB all'ingresso del nuovo regolatore, anziché all'uscita, come previsto dal circuito originale della Arduino Uno.

Il modo più semplice per far passare anche l'USB 5V attraverso il regolatore è rimuovere il fusibile e saldare un diodo dall'uscita USB all'ingresso del regolatore; come diodo utilizziamo un classico 1N4001, accettando che comunque il fusibile di protezione dell'USB lato Arduino ora non ci sarà più e occorrerà un po' di attenzione. Montate quindi il diodo al posto del fusibile, facendo in modo che l'anodo sia rivolto verso il piedino di ingresso (quello a destra) del nuovo regolatore, prendendo spunto dalla foto in queste pagine.

Tenete presente che anche con

questa modifica, Arduino selezionerà comunque automaticamente la fonte di alimentazione capace di erogare la tensione maggiore e quindi la potenza maggiore. Fatta questa modifica, la vostra scheda adesso funzionerà internamente e interamente a 3,3 V e fornirà sugli I/O tensioni a livello 0/3,3V. Notate che la tensione di 3,3V è leggermente inferiore alle specifiche di alimentazione/frequenza per i chip AVR poiché dovrebbero avere circa 3,6 V per funzionare a 16 MHz, ma probabilmente non sarà un problema poiché gli AVR possono essere leggermente overclocati.

Il PWM: lineare o analogico?

Utile per ricostruire tensioni analogiche disponendo solo di impulsi digitali o per amplificare segnali analogici ma utilizzando impulsi e dispositivi funzionanti in modo ON/OFF per ridurre le perdite energetiche, la tecnica PWM viene molto utilizzata in elettronica. Una delle domande più frequenti che nascono attorno ad essa è se il segnale generato da un microcontrollore con il modulo PWM interno è analogico, oppure è digitale; su questa domanda i pareri si dividono. In realtà si può affermare che il segnale PWM è analogico e lo è perché la componente che viene ottenuta, dopo aver filtrato gli impulsi, ha un'ampiezza che dipende linearmente (ovvero varia in analogia con essa)... dalla larghezza degli impulsi

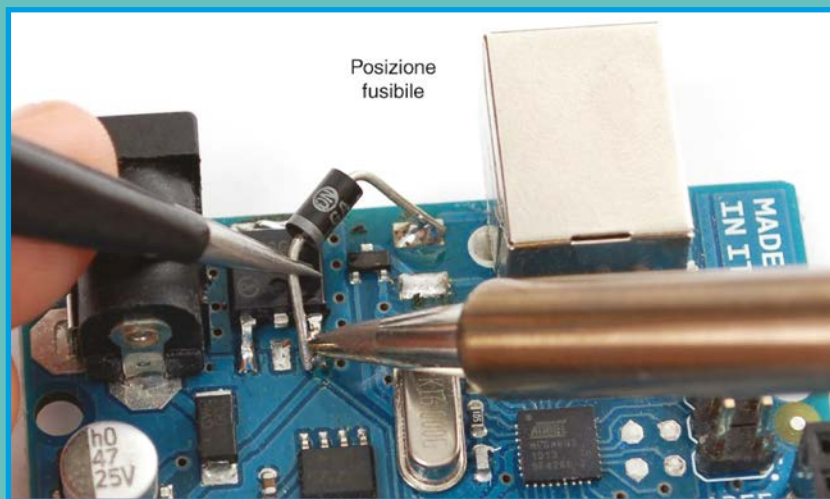
e la stessa conversione di un segnale analogico in impulsi PWM restituisce gradini di tensione la cui energia e il cui valore medio sono proporzionali linearmente alla sua ampiezza originale. Quella di considerare il segnale PWM digitale, perché formato da impulsi, è una valutazione erranea, perché infatti se è vero che il PWM è formato da impulsi digitali, questi nell'insieme costituiscono un segnale analogico e la modulazione della loro larghezza, ad ampiezza costante, è analogica.

Dal planare al CMOS 3D: l'evoluzione continua

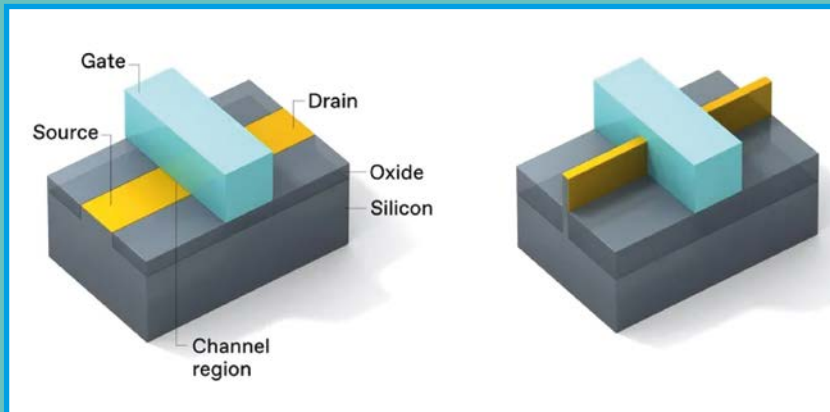
La tecnologia costruttiva dei transistor e in particolare dei MOSFET, che sono alla base dei microprocessori moderni, evolve costantemente alla ricerca di prestazioni, in fatto di velocità di commutazione e riduzione dei consumi. I MOS planari, i primi realizzati, hanno lasciato il posto a dispositivi 3D con canale a forma di pinna nella prima metà degli anni 2010, questi ultimi superati dalla nuova struttura gate-all-around (GAA) o RibbonFET, che entrerà presto in produzione.

Ogni miglioramento comporta dei compromessi. Per capire questi compromessi e come ci stanno inevitabilmente portando verso le architetture CMOS 3D-stacked è necessario riepilogare le caratteristiche di ciascuna tecnologia. Nella soluzione planare, il gate del MOSFET è situato sopra la regione del canale (isolato da uno strato di ossido o nitruro di silicio) ed è progettato per creare un campo elettrico nella regione del canale; in questo caso, più il canale è corto, più veloce è la commutazione, ma sotto una certa misura la corrente rischia di fluire anche senza polarizzazione di gate (short-channel effect). Per affrontare questo problema, l'industria è passata a un'architettura chiamata FinFET, dove il gate circonda il canale su tre lati per fornire un miglior controllo del campo elettrico.

Intel ha introdotto nel 2011 i suoi FinFET a 22 nanometri e da allora si utilizzò come architettura base per la scalabilità. Nel FinFET la conduzione avviene su entrambe le facce della "pinna" quindi è possibile far fluire più corrente attraverso una data area di silicio rispetto a un dispositivo planare, che conduce solo lungo una superficie. Tuttavia, mentre nei dispositivi planari



↑ Sostituzione del fusibile di ingresso in Arduino Uno, con un diodo.



↑ Architettura a MOSFET planare (a sinistra) confrontata con la FinFET (a destra): in quest'ultima il canale è verticale e il gate ne copre tre lati.

la larghezza di un MOS è definita dalla litografia, nei FinFET, la larghezza del transistor si presenta sotto forma di incrementi discreti, aggiungendo una pinna alla volta, una caratteristica spesso definita quantizzazione delle pinne. Questo complica e rende meno flessibile la scalabilità, perché le caratteristiche non possono essere determinate solo dalla scala e dalla risoluzione della fotolitografia.

Un'evoluzione è costituita dal Ribbon-FET, dove il gate circonda completamente il canale, fornendo un controllo ancora più stretto dei portatori di carica e i canali sono formati da nastri di silicio su scala nanometrica. Con questi nanoribbon (chiamati anche nanosheet) possiamo di nuovo variare la larghezza di un transistor secondo necessità, in base alla fotolitografia, riuscendo a bilanciare potenza,

prestazioni e costi. Inoltre, con i nastri impilati e funzionanti in parallelo, il dispositivo può pilotare più corrente, aumentando le prestazioni senza aumentare la superficie.

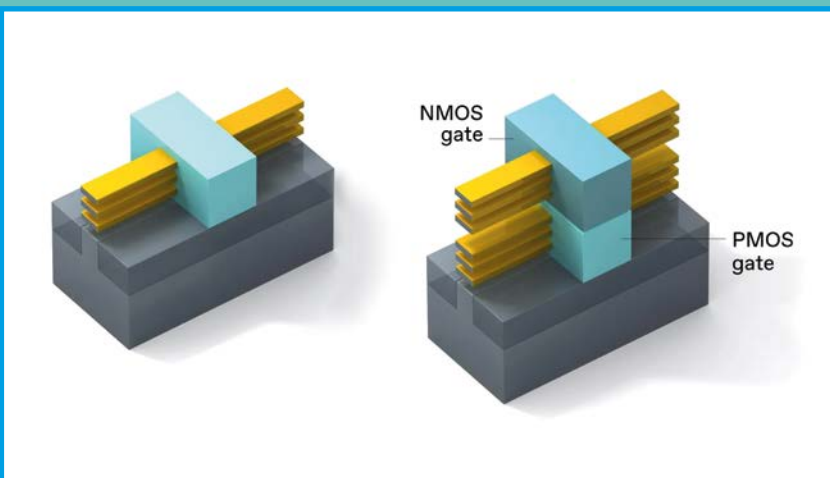
Una caratteristica comune dei transistor planari, FinFET e RibbonFET è che utilizzano tutti la tecnologia CMOS, che consiste nella combinazione di un NMOS e di un PMOS. Nella tecnologia 3D-stacked, il transistor NMOS è posto sopra il PMOS. Combinato con le interconnessioni appropriate, l'approccio CMOS 3D-stacked dimezza l'ingombro. La configurazione usata oggi è la CMOS, che consiste nella combinazione di un NMOS e di un PMOS. In un gate logico CMOS elementare, ciascun gate è attraversato da nastri rivestiti in oro e la soluzione consente di avere i due dispositivi MOS uno sopra l'altro con lo stesso ingombro che

occuperebbe un singolo RibbonFET. I gate NMOS e PMOS utilizzano metalli differenti.

Sfruttare i potenziali vantaggi dello stacking 3D significa risolvere una serie di sfide di integrazione dei processi, alcune delle quali estenderanno i limiti della fabbricazione CMOS.

Il gate CMOS 3D-stacked si realizza mediante un processo auto-allineato, in cui entrambi i transistor sono costruiti in un'unica fase di produzione. Ciò significa creare drain e source sia di tipo n che di tipo p mediante deposizione epitassiale e aggiungere diversi gate metallici per i due transistor.

Combinando i processi source-drain e dual-metal-gate è possibile creare diversi tipi conduttivi di nanoribbon di silicio (tipo p e tipo n) per formare le coppie di transistor CMOS impilati. Permette inoltre di regolare la tensione di soglia del dispositivo, la tensione alla quale un transistor inizia a commutare, separatamente per i nanoribbon superiore e inferiore. La fabbricazione autoallineata inizia con un wafer di silicio su cui si depositiamo strati ripetuti di silicio e germanio di silicio; la litografia permette di tagliare parti del superreticolo e lasciare una struttura simile a una pinna. Il cristallo fornisce una solida struttura di supporto per ciò che verrà dopo. Successivamente si depone un blocco di silicio policristallino "fittizio" sulla parte del superreticolo dove andranno i gate del dispositivo, proteggendoli dal passaggio successivo, che fa crescere silicio drogato con fosforo su entrambe le estremità dei nanoribbon superiori (NMOS) mentre cresce selettivamente anche germanio di silicio drogato con boro sui nanoribbon inferiori (PMOS). Infine si depone il dielettrico attorno alle sorgenti e gli scarichi elettrici alleati isolati l'uno dall'altro.



↑ A sinistra, il Ribbon-FET con i suoi canali a nastri (3): è alla base della struttura 3D-stacked per la realizzazione dei gate logici CMOS del futuro.

Web Forum e supporto tecnico

Hai un problema con uno dei circuiti pubblicati? Vorresti effettuare una modifica? Accedi al nostro Web Forum dove i nostri tecnici (ma anche gli altri lettori) ti aiuteranno a chiarire qualsiasi dubbio di natura tecnica. Collegati a:

www.elettronicaain.it/webforum

La più ampia selezione di componenti elettronici™

A magazzino e pronti per la spedizione



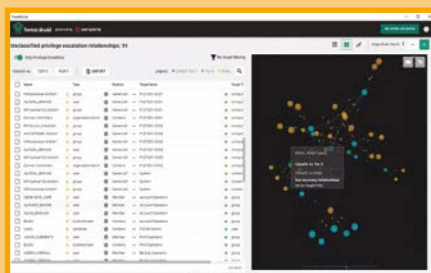
mouser.it



**MOUSER
ELECTRONICS**

Semperis presenta Forest Druid, un tool per il rilevamento dei percorsi di attacco tier 0 per gli ambienti Active Directory, basato su un approccio alla gestione dei percorsi di attacco dall'interno all'esterno che consente di risparmiare tempo e risorse, definendo gli asset più sensibili cui dare priorità. Forest Druid rileva tutti gli asset tier 0 vulnerabili, che altrimenti non sarebbero individuati e protetti, consentendo una rapida correzione. Forest Druid è solo l'ultimo di una serie di tool gratuiti lanciati da Semperis; ad oggi il più apprezzato è Purple Knight, uno strumento di valutazione della sicurezza informatica degli ambienti ibridi di Active Directory. Forest Druid individua gli asset tier 0 in AD e ne evidenzia tutte le relazioni di proprietà persistenti. Il risultato è una riduzione netta dei privilegi superflui, che aprirebbero percorsi di attacco mirati agli asset più

➤ Combattere i cyber-attack



sensibili. Le funzionalità di rilevamento del tier 0 di Forest Druid, unite alle scansioni complete di Purple Knight alla ricerca degli indicatori di esposizione e di compromissione, forniscono una combinazione davvero efficace per gli addetti alla sicurezza. Nell'Active Directory tipica di un'organizzazione esistono milioni di percorsi di attacco accessibili ad un hacker, a causa del numero eccessivo di privilegi. Tuttavia, passare al setaccio ogni relazione associata ai gruppi e agli utenti è impossibile, quindi anziché concentrarsi sui percorsi di attacco più comuni, Forest Druid consente alle organizzazioni di definire un perimetro con privilegi in modo da tagliare alla fonte le relazioni rischiose. In questo modo gli utenti malintenzionati non potranno più sfruttare gli asset tier 0 e le entità circostanti per ottenere più autorizzazioni.

www.purple-knight.com/forest-druid

➤ Più connettività cellulare per l'IoT

Quectel propone nuovi moduli LTE Cat 4 multimodali: la serie SC200E offre prestazioni superiori in termini di connettività LTE, funzioni multimediali e supporto per implementazioni IoT di lunga durata. Basata sulla piattaforma Qualcomm QCM2290 che utilizza un processo a 11 nm, la serie SC200E di Quectel adotta un processore Arm Cortex-A53 quad-core a 64 bit con una frequenza fino a 2,0 GHz, che consente al modulo di fornire sia una maggiore efficienza energetica che prestazioni affidabili. Dotato di una potente GPU Adreno 702, il modulo supporta anche un Dual Image Signal Processor (ISP). Questo ISP consente a fotocamere doppie fino a 25 MP o 13 MP + 13 MP di funzionare contemporaneamente e capacità di codec video 1080p a 30 fps. Dati questi vantaggi, l'SC200E è un'opzione eccellente per i vertical IoT che richiedono funzionalità multimediali avanzate come terminali POS intelligenti, PDA industriali e sistemi in applicazioni di micro-mobilità.



Il modulo smart SC200E integra Android 12 e supporta futuri aggiornamenti iterativi ad Android 13 o 14, consentendo ai dispositivi IoT di rimanere aggiornati con le ultime funzionalità e miglioramenti del sistema operativo. Inoltre, la serie SC200E soddisfa i requisiti di licenza GMS di Google. L'SC200E supporta reti cellulari LTE

multimodali e tecnologie di comunicazione wireless a corto raggio come Wi-Fi e Bluetooth; inoltre supporta ricevitori GNSS multi-costellazione (GPS/ BDS/ GLONASS/ Galileo/ QZSS/ SBAS) e integra una varietà di interfacce come LCM, fotocamera, touch screen, microfono, USB e UART.

www.quectel.com

› Al e stampa 3D per ottimizzare i condizionatori d'aria

L'energia che spendiamo per il raffreddamento degli spazi interni è triplicata dal 1990 e triplicherà nuovamente entro il 2050, quando anche nei paesi in via di sviluppo e a reddito medio si diffonderà l'aria condizionata. Per questo i ricercatori stanno cercando tecnologie di raffreddamento innovative che consumino meno energia, ma nessuna sembra soddisfare. Un aiuto, però, sembra arrivare dall'Intelligenza Artificiale abbinata alla stampa 3D in metallo, per progettare e realizzare uno scambiatore di calore innovativo; la notizia arriva da Hyperganic, che su questa linea sta sviluppando un'unità A/C residenziale che è 10 volte più efficiente dei condizionatori d'aria convenzionali,

pur costando lo stesso. L'azienda ha collaborato con Krailling, in Germania, EOS, produttore di stampanti 3D in metallo e plastica, e la società di produzione Strata Manufacturing con sede negli Emirati Arabi Uniti.

I condizionatori d'aria raffreddano gli edifici pompando il calore interno verso l'esterno attraverso lo scambiatore di calore, o unità di condensazione, che comprime un gas refrigerante in liquido. Le ventole soffiano sul condensatore per soffiare nell'aria il calore rilasciato nel processo di liquefazione. Il raffreddamento consuma oltre il 16% dell'energia utilizzata dagli edifici oggi, e lo scambiatore di calore è il componente più energivoro di un'uni-

› STM e trinamiX per l'autenticazione facciale



STMicroelectronics e trinamiX, una consociata interamente controllata di BASF SE e pioniera delle nuove tecnologie biometriche, hanno dato vita a una collaborazione mirata a realizzare un progetto di riferimento per l'autenticazione facciale. La soluzione di autenticazione funziona bene anche applicata dietro uno schermo OLED e al livello di sicurezza richiesto dagli standard per i pagamenti da dispositivi mobile. Lo sviluppo congiunto e il progetto di riferimento per gli OEM di smartphone è un'implementazione completa del sistema che integra l'illuminazione, un modulo della fotocamera che combina

il sensore di immagine dell'otturatore globale di ST con la sensibilità avanzata del vicino infrarosso (NIR) (VD56G3) e gli algoritmi protetti da brevetto di trinamiX in esecuzione su il processore. Il sistema implementato offre un metodo di autenticazione contactless, veloce e affidabile per l'integrazione in smartphone e altri prodotti che richiedono l'autenticazione dell'utente. Il punto di forza della soluzione risiede in una tecnologia unica, che utilizza il rilevamento della pelle per verificare che si tratti di un utente in carne ed ossa. Oltre a verificare l'identità dell'utente, distingue efficacemente tra pelle e altri

materiali, per riconoscere presentazioni false come foto, maschere iperrealistiche e deepfake.

ST ha messo a disposizione sensori di immagine di ridotte dimensioni e ad alte prestazioni a un prezzo competitivo. Ciò è particolarmente importante per i prodotti nel settore dell'elettronica di consumo.

Il sistema trinamiX Face Authentication può operare completamente dietro display OLED mantenendo i massimi livelli di sicurezza. Se necessario, l'elevata sensibilità NIR dei sensori di immagine di ST supporta la facile integrazione della soluzione dietro il display.

I sensori di immagine avanzati di ST utilizzano le tecnologie di processo dell'azienda che consentono dimensioni dei pixel ottimali, offrendo allo stesso tempo alta sensibilità e bassa diafonia, offrendo miglioramenti significativi in termini di prestazioni, dimensioni e integrazione del sistema.

Nel 2021, la soluzione trinamiX Face Authentication è stata approvata per l'integrazione con Android e certificata secondo gli elevati requisiti di sicurezza biometrica di Android Biometric Class 3, IFAA Biometric Face Security Test Requirement e FIDO Level C, che sarebbe il prossimo standard di riferimento redatto dalla FIDO Alliance.

www.trinamiXsensing.com

tà A/C. Gli scambiatori di calore sono strutture che necessitano di un'ampia superficie, per la quale fanno affidamento su canali interni complicati e curvilinei, ma la progettazione e la produzione ingegneristica tradizionali sono limitate nella complessità che può fornire e, in effetti, preferiscono progetti più semplici per contenere i costi. Affidarsi all'AI permette di sviluppare scambiatori di calore complessi e generare i modelli per fabbricarli mediante stampa 3D con metalli. La piattaforma di progettazione basata sull'intelligenza artificiale di Hyperganic consente di realizzare scambiatori di calore con strutture radicalmente diverse, utilizzando elementi ispirati agli intricati design che si trovano in natura, come i coralli. Aumentando la superficie e ottimizzando il flusso d'aria, questi design aumentano l'efficienza energetica del componente. La stampa può avvenire con una macchina di fusione laser a letto di polvere, che utilizza i laser per riscaldare e fondere le polveri



metalliche uno strato alla volta. L'azienda punta ad avere un prototipo pronto per la Conferenza delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, in programma nel 2023 a Dubai.

www.hyperganic.com

› L'auto nell'era della Digital Transformation

Great Wall Motor, azienda automobilista cinese e Qualcomm Technologies, collaborano nell'rendere più intelligenti le automobili degli anni a venire; un esempio è la Mocca DHT-PHEV LIDAR Edition, che sarà dotata di soluzioni Snapdragon Digital Chassis, sfruttando le piattaforme di connettività automatica Snapdragon per una connettività veloce e affidabile e Snapdragon

di terza generazione Cockpit Platform per le sue prestazioni di calcolo all'avanguardia e ricche capacità di elaborazione audio e visiva. La Mocca DHT-PHEV LIDAR Edition utilizza anche la piattaforma Snapdragon Ride per sistemi avanzati di assistenza alla guida (ADAS) e sistemi di guida automatizzata (AD), diventando il primo veicolo commercializzato in Cina dotato della

piattaforma Snapdragon Ride. La piattaforma è un portafoglio completo per soluzioni di sistemi di elaborazione e visione centralizzati ad alte prestazioni basati sulla famiglia Snapdragon di SoC e acceleratori di calcolo per ambiente automobilistici. Le piattaforme Snapdragon Ride sono scalabili, a basso consumo e ad alte prestazioni, e consentono di scalare tutti i livelli dei sistemi ADAS e AD, dalle soluzioni normative NCAP alla guida altamente automatizzata. Con la piattaforma Snapdragon Ride, la WEY Mocca DHT-PHEV LIDAR Edition è progettata per elaborare più di 12 telecamere, multi-radar e lidar sulla combinazione del SoC e dell'acceleratore ADAS a 5 nm leader del settore, implementando un sistema ADAS critico per la sicurezza. La piattaforma offre soluzioni di guida intelligenti differenziate e personalizzate, dall'ideazione all'inizio della produzione in meno di 2 anni. Great Wall Motors, utilizzando i prodotti di Qualcomm, ha lanciato diversi veicoli commerciali, guidando la trasformazione digitale dell'industria automobilistica. La WEY Mocca DHT-PHEV LIDAR Edition va nella direzione di veicoli connessi intelligenti (ICV) e sempre più automatizzati.

www.qualcomm.com



INDISPENSABILE IN LABORATORIO!



L'alimentatore è lo strumento più importante di ogni laboratorio elettronico da cui si esige prima di tutto la possibilità di regolare con buona risoluzione la tensione e la corrente di uscita, requisiti soddisfatti da questi nuovi alimentatori. Mantengono i valori impostati in modo affidabile e indipendentemente dalle fluttuazioni della tensione di alimentazione o del carico collegato.



DISPONIBILE ANCHE NELLE VERSIONI:

DA 0-30 VDC / 0-10 A

COD. AL3010 € 128,00

DA 0-60 VDC / 0-5 A

COD. AL6005 € 128,00

€ 94,00

Cod. **AL3005N**

ALIMENTATORE LINEARE CON USCITA REGOLABILE 0-30 VDC / 0-5 A

Alimentazione: 110/220 VAC, 50/60 Hz

Uscita duale regolabile:

- Tensione: da 0 a 30 VDC

- Corrente: da 0 a 5 A

Risoluzione della tensione: 10/100 mV

Risoluzione della corrente: 1/10 mA

Precisione visualizzazione della tensione: $\pm 1\%$ +1 cifra

Precisione visualizzazione della corrente: $\pm 1\%$ +2 cifre

Dimensioni: 220x165x85 mm

Peso: 1,350 kg



Prezzi IVA inclusa.

FPGA certificati MIL-STD-883 Classe B da Microchip

Microchip ha raggiunto il primo traguardo di qualificazione del proprio FPGA RT PolarFire. Per ottenere la qualifica MIL-STD-883 Classe B, gli FPGA RT PolarFire hanno superato una serie di test ambientali per determinare la resistenza agli effetti nocivi degli elementi naturali, le condizioni delle operazioni di difesa e spaziali e i test meccanici ed elettrici. Il superamento di questi test apre la strada alla qualificazione QML Classe Q e V dimostrando al contempo i vantaggi di affidabilità degli FPGA RT PolarFire nello Spazio. Gli switch di configurazione incorporati sopportano oltre 100 krad di esposizione totale alle radiazioni a dose ionizzante, il che li rende adatti alla maggior parte dei satelliti in orbita attorno alla Terra e a molte missioni nello spazio profondo. Questi FPGA non presentano alterazioni di configurazione nelle radiazioni e quindi non richiedono mitigazione.



La famiglia RT PolarFire FPGA consuma fino al 50% in meno di energia rispetto alle alternative basate su SRAM, consentendo un funzionamento affidabile senza un'eccessiva generazione di calore. La loro combinazione unica di elementi logici (LE), SRAM incorpora-

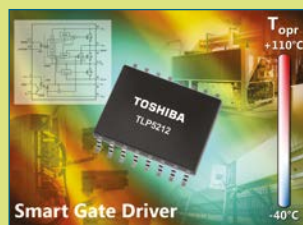
ta, blocchi DSP e linee dell'RTX da 12,7 Gbps consente una risoluzione più elevata per l'imaging passivo e attivo, più canali e una risoluzione del canale più fine per l'imaging multispettrale e iperspettrale e misurazioni più precise.

www.microchip.com

Optoisolatore per gate driver da 2,5A per di IGBT e MOSFET da Toshiba

Toshiba presenta un fotoaccoppiatore intelligente per gate driver con uscita a 2,5A in grado di controllare IGBT e MOSFET, che protegge in modo affidabile i dispositivi di alimentazione dalle sovrapotenziali. Il dispositivo è adatto per un'ampia gamma di applicazioni, tra cui inverter, servoazionamenti AC, inverter fotovoltaici (PV) e gruppi di continuità (UPS).

Il TLP5212 è dotato di una nuova uscita totem pole con due MOSFET a canale N, per garantire la compatibilità con le specifiche ampiamente utilizzate in applicazioni quali gli apparecchi industriali. Inoltre, il nuovo fotoaccoppiatore incorpora funzioni di protezione come il rilevamento della desaturazione degli IGBT, il circuito Miller clamp attivo e le uscite UVLO e FAULT, che eli-



minano la necessità di numerosi circuiti esterni.

Ciò abbatta i costi di sistema per il rilevamento e la protezione dei guasti, oltre a ridurre lo spazio e gli sforzi di progettazione. Inoltre, incorporando l'affidabile e potente LED a infrarossi di Toshiba, il dispositivo può essere utilizzato in ambienti con condizioni termiche severe. Con un ritardo di propagazione di max 250ns e una distorsione del ritardo di ± 150 ns, il dispositivo è adatto ad applicazioni high-speed.

<https://toshiba.com>

Da Semtech, equalizzatori lineari PAM4 per data center 400G e 800G

Semtech lancia i prodotti CopperEdge, destinati alle interconnessioni di data center 400G (4x100G) e 800G (8x100G) di prossima generazione su cavi di rame e interconnessioni backplane. CopperEdge GN8112 è un equalizzatore lineare PAM4 a quattro canali da 112 Gbps ed è il primo campionamento di prodotti nel portafoglio.

Poiché le interconnessioni dei data center di nuova generazione passano a 112 Gbps PAM4 per corsia per soddisfare richieste di larghezza di banda e throughput più elevate, i cavi passivi in rame possono consentire distanze fino a 1,5 metri. Ciò limita fortemente l'uso dei cavi in rame passivi nei data center a 112 Gbps e ha creato una forte domanda di cavi in rame attivi (ACC) che estendono la

portata per consentire connessioni da switch a server ad alto volume. CopperEdge GN8112 è un equalizzatore lineare a quattro canali PAM4 a 112 Gbps progettato per consentire ACC a basso costo e fabbricabili in grado di fornire portate fino a cinque metri su un cavo assemblato in rame biassiale (Twinax). Questa estensione del raggio d'azione consente agli ACC di servire le interconnessioni dei data center 400G e 800G offrendo al contempo una potenza (<0,75 Watt per 400G) e una latenza ultrabasse (<10ps).

www.semtech.com



AMD ed ECARX per una piattaforma di elaborazione digitale per EV



Il cockpit digitale ECARX sarà la prima piattaforma per auto elettrica dotata di processori AMD Ryzen Embedded V2000 e GPU AMD Radeon RX serie 6000, insieme ad hardware e software ECARX. Combinando la vasta esperienza nella progettazione di cabine di pilotaggio digitali automobilistiche di

ECARX con la potenza di calcolo avanzata delle soluzioni offerte da AMD e le straordinarie capacità di rendering grafico visivo delle sue GPU, le due aziende mirano a offrire un'esperienza innovativa in-car. La cabina di pilotaggio digitale verrà lanciata con funzionalità avanzate tra cui modalità in-

formazioni per il conducente, display head-up, intrattenimento per i sedili posteriori, display multipli, riconoscimento vocale multi-zona, giochi di fascia alta e un'esperienza utente 3D completa. Il prodotto di AMD ed ECARX debutterà nel 2023.

www.amd.com

La piattaforma S32 di NXP conquista gli OEM automotive

NXP Semiconductors annuncia un ampio e forte coinvolgimento dei clienti per l'intera famiglia S32 di processori automotive di dominio e zonale. Ciò include la selezione di un importante OEM automobilistico della famiglia S32 di processori e microcontrollori per autoveicoli di NXP da utilizzare nella sua flotta di veicoli futuri, a partire dalla metà di questo decennio. L'accordo abbraccia la famiglia S32, compresi i prossimi processori ASIL-D a 5 nm.

Le case automobilistiche devono incorporare connettività, sicurezza ed elettrificazione nei veicoli software-defined del futuro. Gli OEM devono integrare un centinaio o più processori nei loro veicoli, estrarre i dati preziosi delle unità di controllo elettroniche sparse e affrontare la crescita esponenziale del software nei veicoli. Allo scopo devono passare a un approccio di piattaforma che consenta loro di evolvere le proprie architetture per garantire la coerenza tra i propri marchi e modelli, sfruttando al contem-



po il riutilizzo del costoso sviluppo di software. Il nuovo approccio emergente della piattaforma OEM viene soddisfatto dalla famiglia S32 di NXP, che fornisce un'architettura coerente, capace di abbracciare l'intera gamma di prodotti di una casa automobilistica, fornendo coerenza tra applicazioni e tecnologie, indipendentemente dalla necessità di gateway, radar, controllo della propulsione

EV o funzionalità di comfort o processori di integrazione in esecuzione intere zone o domini.

I processori di dominio e zonali della famiglia NXP S32 consentono di organizzare logicamente l'architettura software del veicolo per consentire l'accesso senza interruzioni ai dati dei sensori per la gestione olistica del veicolo.

www.nxp.com

I microprocessori RZ/N2L di Renesas per l'Ethernet Industriale

Renesas annuncia i nuovi microprocessori (MPU) RZ/N2L per Ethernet Industriale, conformi a molte specifiche e protocolli standard del settore. I prodotti supportano lo standard Ethernet Time-Sensitive Networking (TSN) che è sempre più diffuso e che garantisce la comunicazione real-

time. Il MPU è inoltre dotato di uno switch integrato Gigabit Ethernet a 3 porte, conforme a TSN, e di un controller EtherCAT slave. Il nuovo microprocessore supporta tutti i maggiori protocolli di comunicazione di rete industriali, come EtherCAT, PROFINET RT, EtherNet/IP e OPC UA, oltre al

nuovo PROFINET IRT.

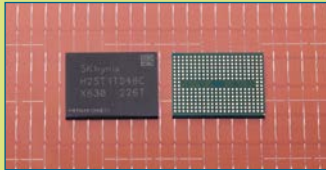
RZ/N2L dispone di interfacce host parallele e seriali per comunicare con la CPU host principale dell'applicazione, che permette una connessione diretta tra RZ/N2L e la CPU, e un accesso ad alta velocità, con sicurezza funzionale.

www.renesas.com



Da Skhynix, prima NAND TLC 4D a 238 strati da 512 Gb al mondo

SK hynix ha sviluppato una Flash NAND a 238 strati da 512 Gb. L'azienda ha presentato lo sviluppo dell'ultimo prodotto al Flash Memory Summit 2022 a Santa Clara. Dallo sviluppo del prodotto NAND a 96 strati nel 2018, SK hynix ha introdotto una serie di prodotti 4D che superano le prestazioni dei prodotti 3D esistenti. L'azienda ha applicato le tecnologie Charge trap flash3 e per under cell4 per realizzare chip con strutture 4D. I prodotti 4D hanno un'area cellulare più piccola per unità rispetto al 3D, portando a una maggiore efficienza di produzione.



Il prodotto, pur raggiungendo gli strati più alti di 238, ha la dimensione NAND più piccola, il che significa che la sua produttività complessiva è aumentata del 34% rispetto alla NAND a 176 strati, poiché da ciascun wafer è possibile produrre più chip con densità maggiore per unità di area. La velocità di trasferimento dei dati del prodotto a 238 strati è di 2,4 Gbps. I prodotti a 238 strati verranno inizialmente adottati per gli SSD dei client e poi per quelli dei server. L'azienda introdurrà anche prodotti a 238 strati in 1 Terabit (Tb) il prossimo anno,

www.skhynix.com

Primo chip WiFi 6 dual-band per Nordic

Nordic Semiconductor annuncia l'nRF7002, un circuito integrato WiFi 6 dual-band a bassissima potenza, in package QFN da 6 x 6 mm, che consente di disporre le tecnologie IoT wireless più popolari al mondo Bluetooth, Wi-Fi e IoT cellulare in un solo chip. L'nRF7002 è un "Companion IC", il che significa che è progettato per fornire connettività WiFi senza interruzioni e localizzazione basata su Wi-Fi (sniffing SSID di hub Wi-Fi locali) se utilizzato insieme ai prodotti Nordic esistenti come i SoC multiprotocollo della serie nRF52 e nRF53 e i Systems-in-Package (SiP) IoT cellulari della serie nRF91. L'nRF7002 può essere utilizzato anche in combinazione con host di terze parti. Con l'nRF7002, Nordic Semi-



conductor porta decenni di esperienza nell'IoT wireless a bassissima potenza e nella progettazione del silicio al Wi-Fi 6, uno standard che offre guadagni di efficienza che supportano il funzionamento dell'IoT wireless a batteria a lunga durata.

Lo sviluppo di applicazioni Wi-Fi 6 nordiche sarà semplice come sviluppare qualsiasi altra applicazione IoT wireless nordica, utilizzando gli stessi devtools e nRF Connect SDK

www.nordicsemi.com

Da MediaTek elaborazione AI per TV 4K a 120 Hz

MediaTek ha annunciato il SoC Pentonic 700, un dispositivo smart TV con un potente motore di elaborazione AI per TV 4K premium a 120 Hz. Con miglioramenti della qualità dell'immagine basati sull'intelligenza artificiale, supporto per Dolby Vision IQ con Precision Detail, MEMC e TCON 4K120 integrati e ottimizzazioni di gioco, Pentonic 700 consente ai marchi TV globali di migliorare l'esperienza visiva a 360 gradi per i consumatori.

L'unità di elaborazione AI (APU) integrata del SoC Pentonic 700 supporta le tecnologie AI-Super Resolution, AI-Picture Quality (AI-PQ) di MediaTek e AI-PQ Object Recognition per un livellamento avanzato dei bordi e la ricostruzione dei dettagli. Dolby Vision IQ con Precision Detail migliora ulteriormente la qualità dell'immagine migliorando il contrasto nei punti luminosi e scuri per immagini nitide e nitide.

Le Smart TV basate sul Pentonic 700 possono visualizzare contenuti da diverse sorgenti sullo

schermo TV con supporto Picture-by-Picture (PBP) e Picture-in-Picture (PIP) con miglioramento PQ. A casa, questa tecnologia consente agli utenti di trasmettere in streaming diversi eventi sportivi contemporaneamente o di chattare in video con amici e familiari mentre guardano contenuti insieme. In ufficio, queste funzionalità offrono più opzioni di videoconferenza e consentono ai televisori di visualizzare diversi flussi di contenuti contemporaneamente.

Il chipset supporta anche la modalità VRR (Variable Refresh Rate) fino a 144 Hz per offrire ai costruttori di Smart TV la possibilità di personalizzare i televisori per le applicazioni di gioco in modo che i giocatori possano godersi i giochi senza tearing e stuttering dello schermo. Altre ottimizzazioni per il gioco includono HDMI 2.1 Auto Low Latency Mode (ALLM) per ridurre al minimo il ritardo di visualizzazione e la tecnologia Dolby Atmos per un suono coinvolgente.

www.mediatek.com





ABBONAMENTO
ANNUALE



Abbonati a Elettronica In!
Realizza i **Progetti** descritti sulla rivista,
rimani aggiornato con i nostri **Corsi**,
approfondisci la conoscenza delle
tecniche e dei componenti
più avanzati con i **Tutorial**
e le nostre **News**.



Visita: futuranet.it/abbonamenti



ABBONAMENTO ANNUALE PER RIVISTA DIGITALE

In **OMAGGIO** avrai
il **10% DI SCONTO** per i tuoi ordini
su **Futuranet.it**

COME ABBONARSI

→ **on-line**

compilando il modulo riportato
nella pagina "**Abbonamenti**"
del nostro sito www.elettronica.in.

→ **e-mail**

scrivendo a
abbonati@elettronica.in

→ **telefono**

telefonando a
+39-0331-752668

ABBONAMENTO ANNUALE PER RIVISTA **CARTACEA**

In **OMAGGIO** avrai
il **10% DI SCONTO** per i tuoi ordini
su **Futuranet.it**

GRATIS 1 VOLUME A SCELTA della collana
"L'elettronica per tutti" oppure

50% DI SCONTO per l'acquisto di un volume
della libreria "Elettronica In"

La possibilità di **LEGGERE GRATUITAMENTE**
la versione digitale di ELETTRONICA IN



Sicurezza e affidabilità senza compromessi!

Rendi più sicura la casa, il negozio e l'ufficio con questi set professionali per videosorveglianza e registrazione. Si installano facilmente e permettono la visione remota tramite PC e smartphone connessi a Internet.

SET COMPLETO VIA CAVO

Il set comprende un DVR ibrido a 4 ingressi che può funzionare sia in modalità HD (AHD / CVI / TVI) che in modalità analogica, completo di mouse, quattro telecamere Bullet da esterno da 2 Megapixel con illuminatori IR, due alimentatori da 12 VDC (uno per le telecamere e uno per il DVR), quattro cavi video da 14 metri e cavi di alimentazione per telecamere. L'hard disk è acquistabile separatamente.

VIA CAVO



€175,00

Cod. VIDEOCAMSET1



App
gratuite
per Android
e iOS



Prezzi IVA inclusa.



€269,00

Cod. VIDEOCAMSET2

SET COMPLETO WIRELESS

Set composto da un NVR Wi-Fi a 4 canali, quattro telecamere IP IR wireless, un mouse USB, cinque alimentatori 12 Vdc (quattro per le telecamere e uno per l'NVR), quattro antenne per le telecamere, due antenne per l'NVR, un cavo di rete da 1 metro. L'hard disk è acquistabile separatamente.

CRONOMETRO LINEFOLLOWER

dell'Ing. **MIRCO SEGATELLO**

Chi si occupa di robotica educativa, probabilmente si è già imbattuto almeno una volta in una di quelle competizioni chiamate line follower: si tratta di una gara nella quale un robot su ruote è chiamato a percorrere, nel minor tempo possibile, un percorso

chiuso il cui tracciato è definito da una linea nera su sfondo (pavimento) bianco. La sfida comporta la costruzione del robot e l'ottimizzazione del software di controllo per raggiungere lo scopo e vince la gara chi riesce a percorrere il tracciato prima degli avversari. La sfida suddetta è solo apparentemente semplice e prevede alcune insidie che costringono i partecipanti al massimo ingegno.

Contatempo automatico
triggerato da un sensore fotoelettrico,
ideale per rilevare il tempo sul giro
in piste per automobiline
e gare tra robot
line follower.

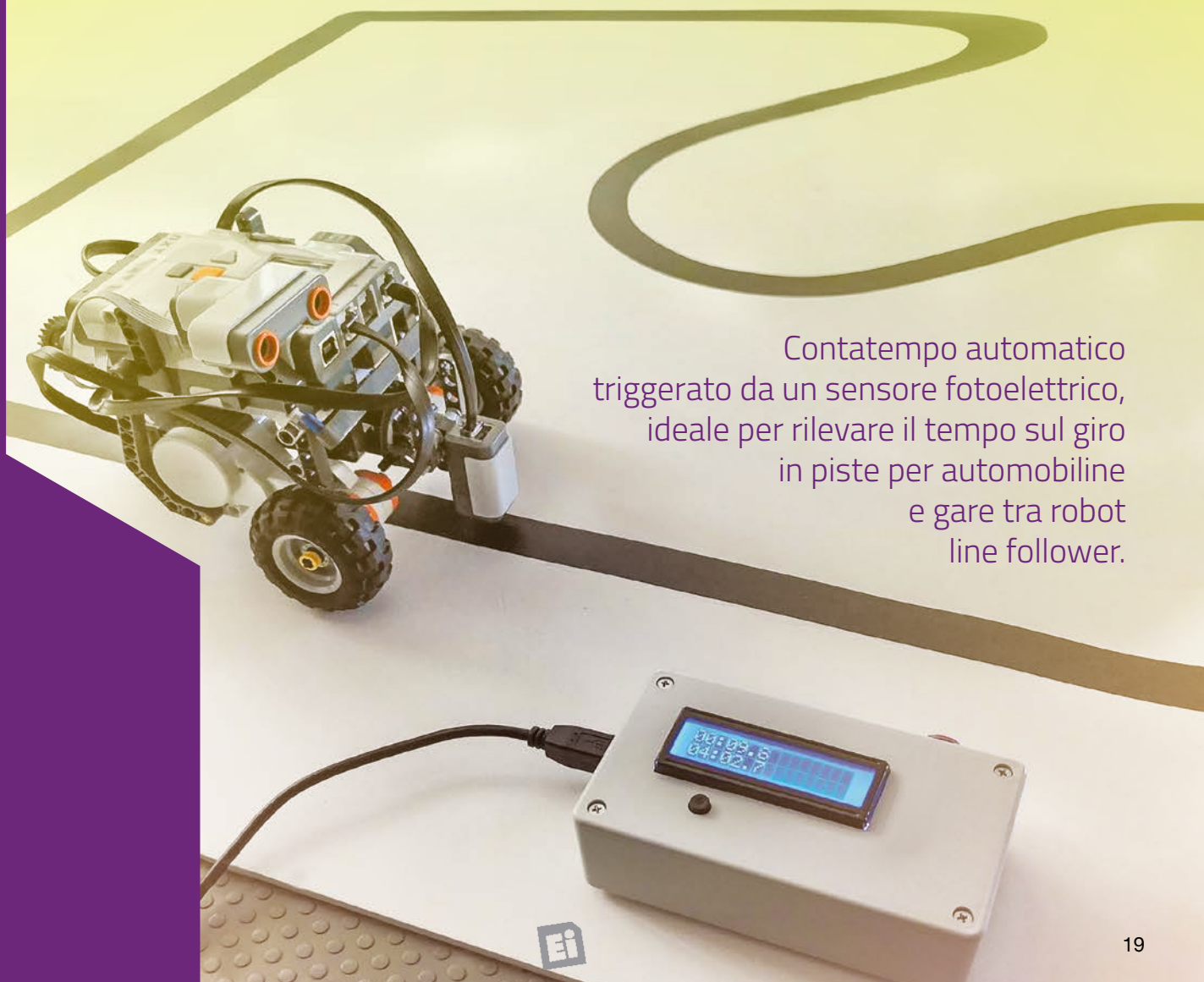


Fig. 1
Il sensore
fotoelettrico
utilizzato nel
progetto.



La vittoria (o la sconfitta) si gioca spesso sui centesimi di secondo, tanto che un normale cronometraggio manuale sarebbe fuori discussione a causa delle incertezze introdotte dall'operatore stesso; in questo caso è pertanto necessario ricorrere ad un sistema automatico assolutamente preciso ed imparziale, come il circuito qui descritto. Anche se specificatamente pensato per queste competizioni, nulla vieta di usare questo cronometro tutte le volte che vorrete misurare un intervallo di tempo, rilevato dal passaggio di una persona o un oggetto. Vediamo dunque di cosa si tratta, analizzando la parte circuitale.

L'HARDWARE

Per la parte hardware abbiamo optato per componenti di facile reperibilità e dal costo contenuto. Il tutto si basa su una scheda Arduino UNO, un display LCD ed un sensore fotoelettrico. La scheda Arduino non ha di certo bisogno di

presentazione, mentre per rilevare il passaggio del robot abbiamo usato un economico sensore a riflessione (cod. IRFOTOSENS su www.futurashop.it) che presenta caratteristiche idonee per la nostra applicazione (**Fig. 1**).

Nella **Tabella 1** abbiamo riportato le principali caratteristiche di questo sensore, dalle quali si vede la perfetta compatibilità elettrica con la scheda Arduino UNO che intendiamo utilizzare; la distanza di rilevamento è perfetta per l'utilizzo in una pista di line follower, non meno importante il tempo di risposta che è inferiore ai 2ms, fondamentale in un'applicazione che misura il tempo.

Si tratta di un sensore fotoelettrico a riflessione diretta, nel quale l'emettitore del fascio luminoso (all'infrarosso) ed il ricevitore sono vicini e contenuti nello stesso contenitore, la rilevazione è ottenuta dalla riflessione del raggio emesso sull'oggetto da rilevare. In questo tipo di sensori la massima distanza di rilevazione è influenzata dal tipo di superficie e colore dell'oggetto da riconoscere, pertanto sono forniti di un trimmer per la regolazione della portata assicurando, nel nostro caso, di rilevare correttamente il passaggio del robot e non il movimento delle persone eventualmente presenti nelle vicinanze.

Il principio di funzionamento del sensore è molto semplice e consiste nel pilotare (tramite un circuito modulatore) un diodo emettitore all'infrarosso con un segnale ad onda quadra ad una ben precisa frequenza, come evidenziato dallo schema a blocchi e funzionale proposto nella **Fig. 2**; in essa troviamo uno stadio trasmettente (Transmitter) che provvede all'invio della radiazione luminosa ed uno ricevente (Receiver) che riceve ed elabora il segnale.

Quando il raggio luminoso incontra un oggetto questo si riflette e colpisce il ricevitore anch'esso sensibile ai raggi infrarossi. Il demodulatore estrae il solo segnale che presenta la specifica frequenza usata nel trasmettitore, il che permette di rendere insensibile il sistema ad eventuali altri segnali luminosi provenienti da sorgenti esterne, comprese le lampade alimentate alla tensione di rete.

Quanto al display LCD, viste le limitate esigenze abbiamo sfruttato l'LCD Shield (Shield LCD keypad per Arduino) commercializzato da Futura Elettronica con il codice prodotto: SHIELD-LCD. Si tratta di uno shield (**Fig. 3**) che monta un display 16 caratteri per 2 righe e che a bordo ha 6 pulsanti la cui funzione è configurabile dallo sketch.

Tabella 1
Caratteristiche del sensore fotoelettrico.

SPECIFICA	VALORE
Alimentazione	5Vcc
Consumo	25mA
Distanza di rilevamento	da 3 a 80 cm
Tempo di risposta	< 2 ms
Temperatura di funzionamento	da -25°C a +55°C
Dimensioni (mm)	Ø 17,6 x 49,5

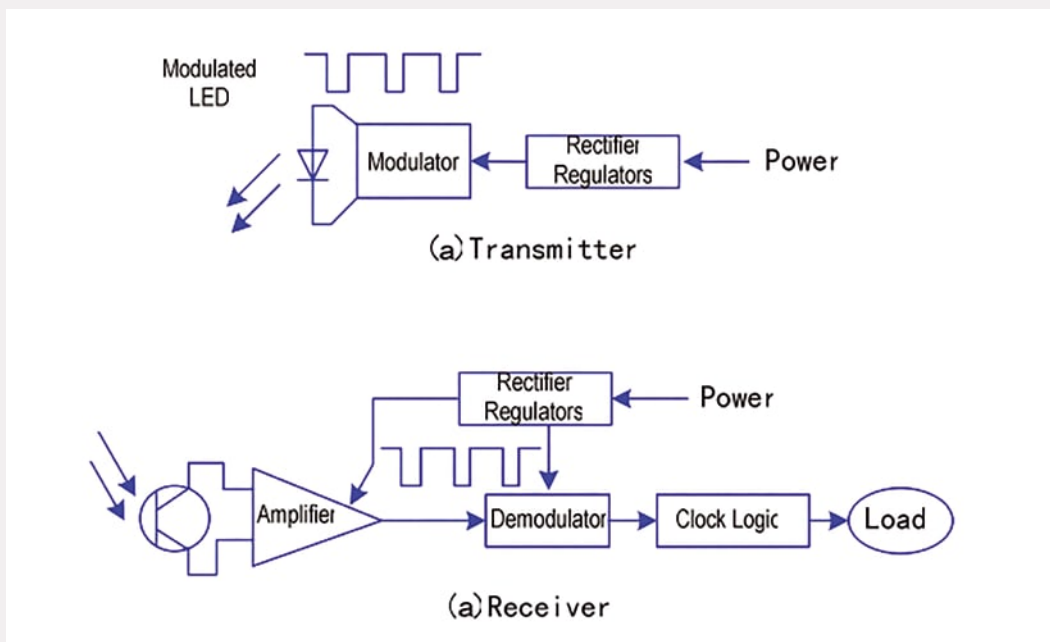


Fig. 2
Schema
a blocchi
delle sezioni
costituenti
il sensore
fotoelettrico.

I sei pulsanti (Up, Down, Left, Right, Select e Reset) sono collegati ad una scala di resistenze in modo da poter essere letti utilizzando un solo pin analogico, che nello specifico è l'A0 di Arduino; il pulsante di reset è, invece, collegato alla linea di reset della board.

Il vantaggio di usare uno shield già pronto è di risparmiare tempo per la realizzazione del cablaggio tra il display LCD e la scheda Arduino, che è costituito da diversi fili e dal trimmer per la regolazione del contrasto.

Ovviamente qualsiasi altro LCD shield basato sul chip Hitachi HD44780 (o compatibile) andrà bene, purché compatibile con la libreria LiquidCrystal ufficiale di Arduino (LCD4Bit).

REALIZZAZIONE PRATICA

Per il cablaggio dei componenti fate riferimento alla **Fig. 4**, nel quale non abbiamo riportato lo shield LCD, che andrà semplicemente inserito sulla scheda Arduino, assicurando il cablaggio del display LCD e dei pulsanti.

Siccome gli header sono ripetuti sullo shield, collegate i fili agli stessi pin che vedete nella suddetta figura.

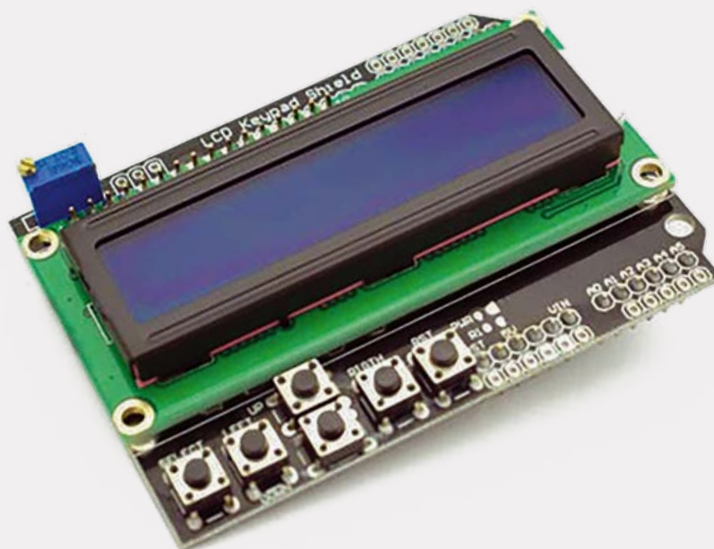
Se utilizzerete uno shield differente da quello da noi proposto, assicuratevi di lasciare libero il pin 2 perché è necessario per poter connettere il sensore fotoelettrico all'infrarosso; fate in modo anche da lasciare disponibile un qualsiasi pin digitale per il pulsante, che andrà cablato tra il pin e

la massa; non c'è la necessità del resistore di pull-up in quanto viene usato quello interno di Arduino. Il sensore ad infrarossi dispone di tre fili di collegamento, il marrone va connesso ai +5V, il filo blu al GND ed il filo nero al pin 2.

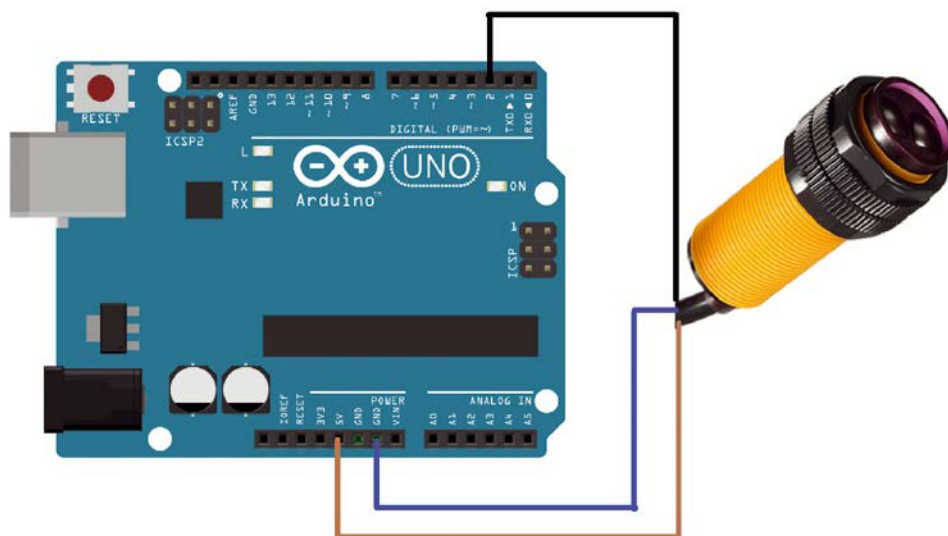
L'utilizzo del pin 2 è fondamentale, in quanto potrà essere gestito tramite interrupt via software, come spiegheremo più avanti nell'articolo.

Anche se non fondamentale, ci è sembrato utile prevedere un piccolo contenitore che raccogliesse tutti i componenti elencati;

Fig. 3
Lo shield LCD che
abbiamo utilizzato.



➔ **Fig. 4**
Cablaggio dei
componenti: i pin
saranno in realtà
quelli dello shield
applicato ad
Arduino.



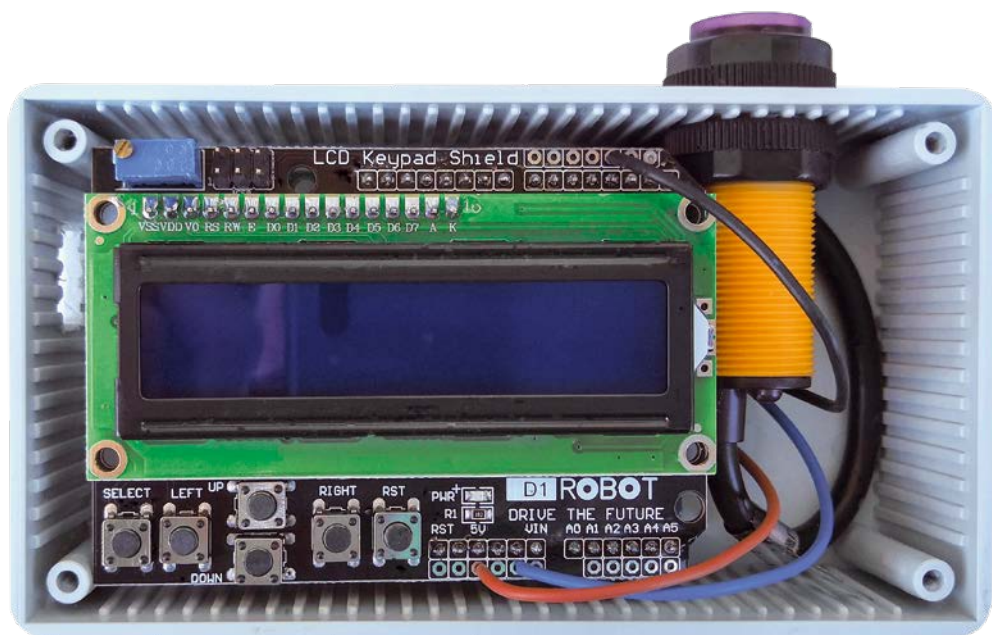
abbiamo scelto il contenitore TEKO COFFER2 (dimensioni 125x70x39h mm) reperibile presso www.futurashop.it con codice COFFER2.

Il contenitore andrà forato tenendo conto di lasciare disponibile la porta USB di Arduino per l'alimentazione, il foro per il display ed il foro per il sensore fotoelettrico.

L'alimentazione della scheda potrà avvenire tramite un alimentatore da muro con tensione di uscita di 9÷12 volt, sfruttando il plug di alimentazione

della scheda Arduino, oppure potremmo usare la porta USB in abbinamento ad un caricabatteria da smartphone o un power bank, nel caso assicuratevi di disporre di un cavo terminato con un connettore USB tipo A da un lato e un connettore tipo B dall'altro, ovvero lo stesso usato per programmazione.

Potete avere un'idea di come assemblare il tutto, guardando le foto che abbiamo scattato al nostro prototipo, visibili nelle **Fig. 5** e **Fig. 6**: nella **Fig. 5**



➔ **Fig. 5**
Il cronometro
ultimato visto
all'interno.

vedete come abbiamo collocato i vari elementi ed in particolare il sensore fotoelettrico, fermato sulla parete tramite la ghiera in dotazione.

IL SOFTWARE

Il programma che dovrà girare all'interno della scheda Arduino sfrutterà il segnale proveniente dalla fotocellula per eseguire lo start e lo stop del cronometro.

Il cronometraggio dovrà essere preciso ed esente da errori causati dalla lettura dello stato del pulsante e della fotocellula, pertanto dovremmo dimenticarci della funzione *delay* e sfruttare il timer interno del microcontrollore Atmel 328P. All'interno dell'MCU di Arduino è infatti presente un timer hardware, non influenzato dalle operazioni svolte dallo sketch, che inizia a contare in modo automatico non appena la scheda viene alimentata e rimane aggiornato (ogni millisecondo) sfruttando il clock di sistema, costituito a sua volta da un circuito oscillante basato su un quarzo, assicurando una precisione paragonabile a quella di un comune orologio al quarzo.

Per accedere al valore di questo contatore viene usata l'istruzione *millis* che riporta il numero di millisecondi trascorsi da quando la scheda Arduino viene alimentata oppure dall'ultimo reset avvenuto. La variabile che contiene questo valore è in formato senza segno a 32bit il che significa che il massimo valore sarà pari a:

$$2^{32} - 1 = 4.294.967.295 \text{ ms}$$

ovvero poco più di 49 giorni; pertanto non avremmo problemi di overflow sino ai 49 giorni di uso continuo.

Comunque utilizzando come variabili per il tempo tutte del tipo *unsigned long* (corrispondenti a 32bit senza segno) anche al sopraggiungere dell'overflow (in questo caso si chiama rollover) non ci sarà alcun problema.

Potreste pertanto realizzare un orologio, che per sua natura è operativo per più di 49 giorni, senza che il problema del rollover influisca sulla misura del tempo.

Lo sketch è stato pensato come una macchina a stati: lo stato 0 costituisce lo stato di reset, lo stato 1 corrispondente al conteggio del tempo sul giro e lo stato 2 corrispondente al conteggio completato. Mentre il robot corre il giro di pista, sulla prima riga del display viene visualizzato il tempo attualmente conteggiato, che si azzererà in automatico ad ogni passaggio, mentre sulla seconda riga viene

mostrato il tempo relativo all'ultimo giro compiuto. Per la rilevazione del momento esatto in cui il robot attraversa la fotocellula utilizziamo un interrupt agganciato al fronte di discesa del pin 2 di Arduino, il quale provvederà a sospendere l'esecuzione del programma principale per eseguire il sottoprogramma ad esso dedicato.

Il perché nello sketch venga usato il pin 2 è presto detto: si tratta di uno dei due pin di Arduino predisposti ad intercettare interrupt hardware; l'altro interrupt è associato al pin 3.

Ai pin 2 e 3 di Arduino corrispondono gli interrupt, rispettivamente, 0 e 1.

L'istruzione necessaria a configurare correttamente il rilevamento dell'interrupt è *attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(2), Trigger, FALLING)*, la quale necessita di tre parametri: il pin usato come ingresso di trigger, il nome del sottoprogramma che verrà avviato al verificarsi dell'evento e la condizione che farà scattare il trigger.

La fotocellula presenta un'uscita normalmente a livello logico alto che passa al valore basso quando un oggetto si presenta di fronte, pertanto a noi interessa il fronte di discesa del segnale e nell'istruzione useremo la parola chiave *FALLING*. Le

Listato 1 - Visualizzazione tempo corrente

```
Trun = millis() - Tstart;
minuti = Trun / 60000;
secondi = Trun / 1000;
secondi = secondi % 60;
decimi = Trun / 100;
decimi = decimi % 10;

lcd.setCursor(0, 0);
if (minuti < 10)
{
  lcd.print("0");
  lcd.setCursor(1, 0);
}
lcd.print(minuti);

lcd.setCursor(2, 0);
lcd.print(":");
lcd.setCursor(3, 0);
if (secondi < 10)
{
  lcd.print("0");
  lcd.setCursor(4, 0);
}
lcd.print(secondi);

lcd.setCursor(5, 0);
lcd.print(".");
lcd.setCursor(6, 0);
lcd.print(decimi);
```



Fig. 6
Il cronometro
inserito nel
contenitore.

altre opzioni sono LOW (pin a livello logico basso), CHANGE (cambiamento di stato del pin), RISING (fronte di salita).

Quando il robot attraversa la barriera fotoelettrica, abbiamo previsto di inibire una seconda lettura che dovesse verificarsi entro il tempo di un secondo, per impedire che eventuali successive riflessioni causate dalla conformazione fisica del robot disturbasse la misura.

Ci soffermiamo ora sulla parte dello sketch

(riportata nel listato 1) che permette di visualizzare il tempo attuale sul display.

La prima riga ricava il valore del tempo corrente Trun facendo la differenza tra i millisecondi globali e l'istante (Tstart) in cui il robot ha attraversato la barriera foto elettrica. Questo valore è espresso in millisecondi e per una corretta visualizzazione dobbiamo estrapolare i valori dei minuti, secondi e decimi; il valore dei centesimi sarebbe inutile perché non leggibile sul display a causa della rapidità del suo cambiamento, sarà invece ricavato per la visualizzazione del tempo finale.

Lo sketch prosegue determinando i minuti tramite una divisione tra numeri interi (diviso 60000) e successivamente saranno ricavati i secondi ancora con una divisione tra numeri interi (diviso 1000). Non ci servono i secondi totali bensì i secondi oltre i minuti, eseguiamo pertanto una divisione con resto tramite l'operatore matematico %.

I decimi sono ricavati tramite la divisione intera con 100 e successivamente con una divisione con resto per 10. Per chiarire questi passaggi facciamo un esempio supponendo che il tempo sul giro sia di 123456 ms.

La divisione per 60000 fornisce 2,0576 ma facendo una divisione tra numeri interi la parte frazionaria verrà persa pertanto rimarranno 2 minuti. La divisione del tempo totale per 1.000 fornisce 123,456 ma essendo anche questa una divisione tra numeri interi il risultato sarà 123, che

Fig. 7
Il display appena
avviato lo sketch.

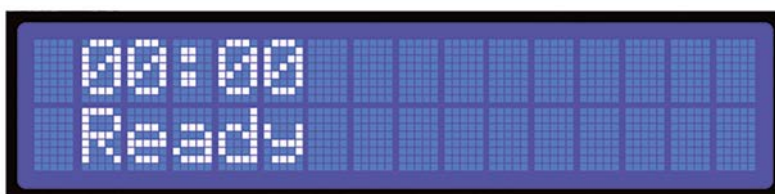


Fig. 8
Il display
con la
visualizzazione
attuale.



Fig. 9
Il display con la
visualizzazione del
tempo attuale e
finale.



sono i secondi totali, ma sapendo che sono passati 2 minuti i secondi rimanenti sono $123 - 2 \cdot 60 = 3$, questo calcolo equivale a dividere 123 per 60 e ricavare il resto. Per i decimi il procedimento è il medesimo solo che divideremo per 100 (ottenendo 1234) e calcoleremo il resto della divisione per 10 che fornirà 4. Per completezza, precisiamo che questo procedimento ottiene i decimi sempre arrotondati all'intero inferiore, infatti in questo caso il valore corretto sarebbe stato 5 perché è opportuno arrotondare i 456 millesimi ai 5 decimi.

Avremmo potuto aggiungere ulteriori righe di codice per correggere questa approssimazione ma sarebbe stato inutile visto che comunque il valore sul display è scarsamente visibile. Quando riportiamo a display il valore finale sul giro plotteremo anche i centesimi ed un errore di mezzo centesimo risulta più che accettabile. Il resto del programma si occupa della visualizzazione sul display con l'accortezza di aggiungere eventuali zeri non significativi, se ad esempio dovessimo visualizzare 2 minuti, 3 secondi e 5 centesimi sarebbe brutto (ed anche errato) vedere 2:3.5, mentre è certamente più corretto vedere 02:03.05.

Nella **Fig. 7** potete vedere il display con lo sketch appena avviato in attesa che il robot passi di fronte al sensore fotoelettrico per avviare il tempo e in **Fig. 8** il display con la visualizzazione del conteggio in tempo reale al primo passaggio del robot. In **Fig. 9**, sulla prima riga è visibile il conteggio in tempo reale del giro in corso, mentre sulla seconda riga viene visualizzato il tempo dell'ultimo giro, il quale verrà aggiornato ad ogni passaggio del robot sulla barriera fotoelettrica. In ogni momento premendo il pulsante di reset potremmo azzerare sia il cronometro che il tempo finale e comparirà la schermata di **Fig. 7**. Tra i file di questo progetto troverete anche una variante allo sketch, nella quale a fine giro sarà visualizzato solo il tempo finale ed il cronometro non si azzererà in automatico, ma solo dopo aver premuto il pulsante.

TARATURA E OPERATIVITÀ

Prima di utilizzare il cronometro è consigliabile eseguire la taratura del trimmer posto sul retro del sensore. Allo scopo, posizionate il circuito nel punto di misura e fate scorrere il robot (o la vostra mano) di fronte, il LED presente sul sensore si deve accendere solo quando lo rileva. Munitevi di un piccolo cacciavite e regolate il trimmer in modo che ci sia una rilevazione sicura ma con la minima

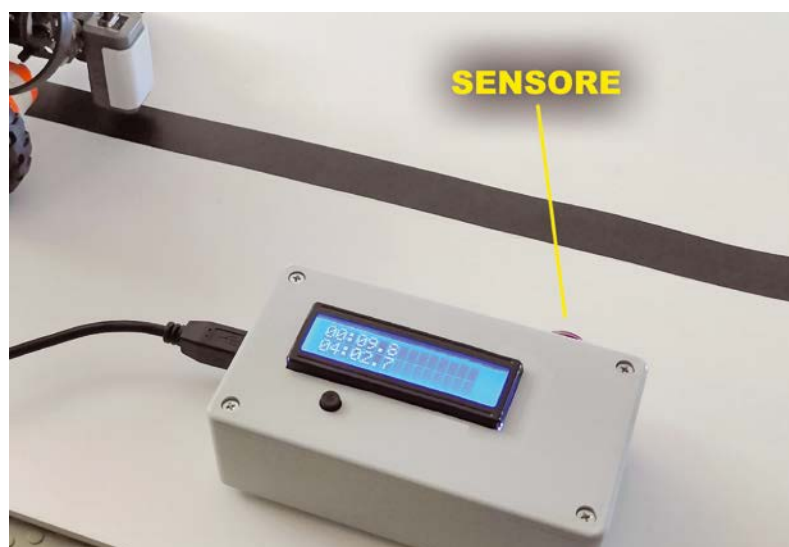


Fig. 10
Il cronometro va
va posto con il
rilevatore rivolto
verso il passaggio.

portata, per evitare possibili commutazioni dovute ad oggetti o persone nelle vicinanze.

A questo punto il cronometro è utilizzabile: ricordate che per fargli rilevare i veicoli va posto di fronte al punto di passaggio, come potete vedere sia in apertura di questo articolo, sia nella **Fig. 10**.

CONCLUSIONI

Bene, termina qui la descrizione del nostro cronometro per robot su ruote, basato su Arduino e su un trasduttore fotoelettrico.

Vi rammentiamo che il cronometro può essere utilizzato in linea generale per rilevare il movimento di un oggetto, che non deve necessariamente essere un robot su ruote, ma: potrebbe anche essere qualcosa che scorre su un nastro trasportatore o un foro su una ruota di grandi dimensioni di cui occorre calcolare il tempo di completamento di un giro. □



Cosa occorre?

I componenti utilizzati in questo progetto sono disponibili presso Futura Elettronica. La board Arduino UNO (cod. ARDUINOUNOREV3) è in vendita a Euro 27,50, lo shield LCD (cod. SHIELD-LCD) è disponibile a Euro 12,90, il sensore fotoelettrico (cod. IRFOTOSENS) costa Euro 7,50, il contenitore adatto ad ospitare il progetto (cod. COFFER2) è in vendita a Euro 9,00. I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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



cod. FR830

€ 38,00

**PENNA CON TELECAMERA
AD ALTA RISOLUZIONE**

Elegante penna dotata di telecamera nascosta in grado di effettuare riprese audio-video e di scattare fotografie in alta qualità. Alimentazione tramite batteria interna Li-Ion ricaricabile.



cod. FR825

€ 80,00

**TELECAMERA A BOTTONE
CON TELECOMANDO**

Indossabile, di piccole dimensioni, facilmente occultabile con obiettivo a forma di bottone. Alimentazione tramite batteria interna Li-Ion ricaricabile.

Non farti sfuggire nulla. Riprendi ogni attimo con le mini telecamere.



cod. FR806

€ 79,00

**TELECAMERA WI-FI
IN LAMPADA A LED**

Telecamera Wi-Fi da 2 Megapixel nascosta in una lampada con 21 LED a luce bianca, Motion Detection, sensore crepuscolare, illuminatore con 8 LED IR con 15 m di portata.



cod. CP756

€ 19,90

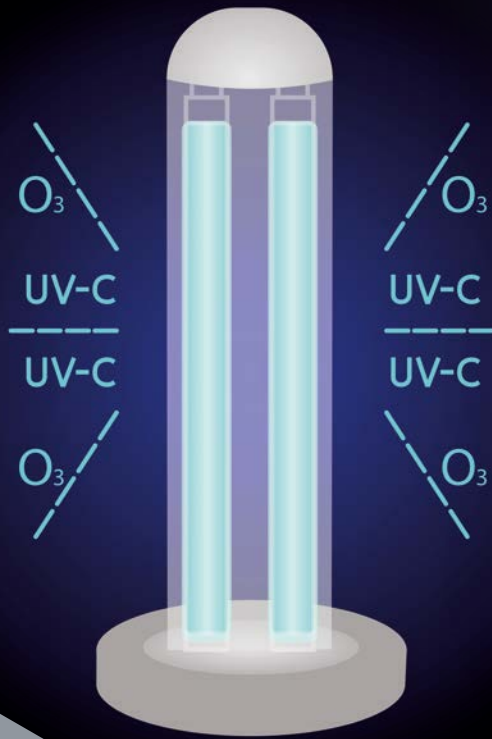
**MINI TELECAMERA
23 x 23 x 23 mm**

Registra video, scatta foto con una risoluzione fino a 12 Megapixel. Può essere utilizzata anche come Webcam. Alimentazione tramite batteria interna Li-Ion ricaricabile.

Prezzi IVA inclusa

SENSORE UVC SU BREAKOUT

di BORIS LANDONI

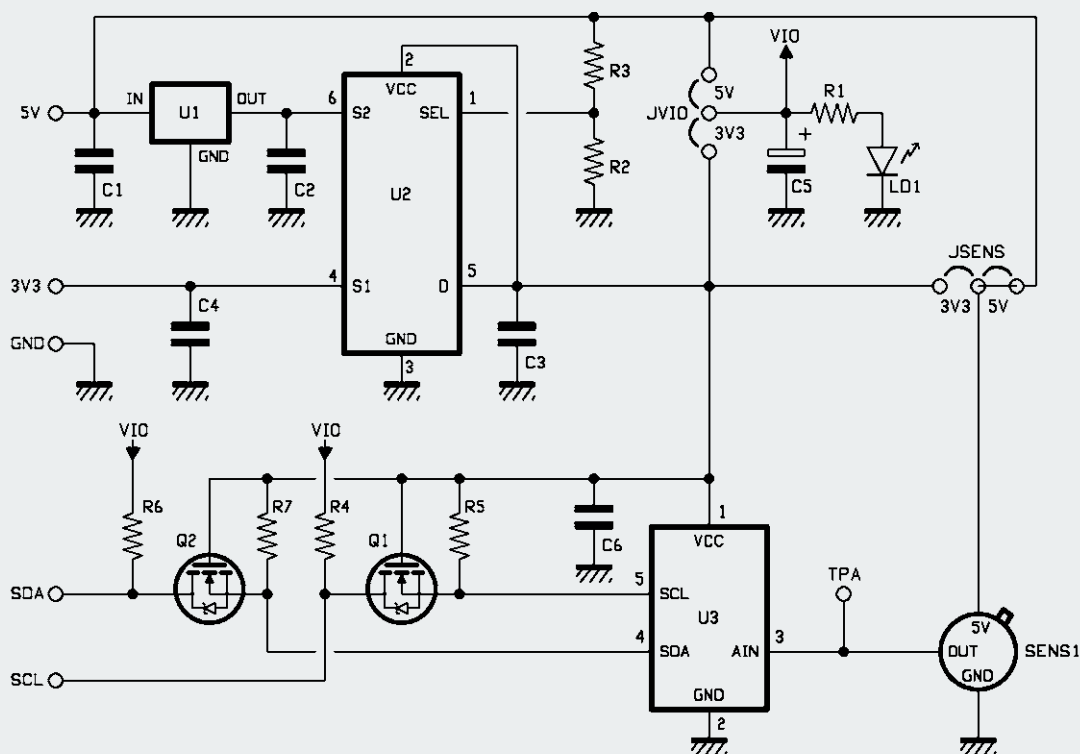


Sperimentiamo con un rilevatore di ultravioletti capace di coprire la gamma UV-C, di fornire informazioni analogiche e I²-Bus sull'intensità delle radiazioni.

A

nche se non ce ne rendiamo conto, perché sono invisibili al nostro occhio, viviamo dall'alba dei tempi circondati dai raggi ultravioletti: in natura li troviamo nella luce del sole, che veicola molta energia proprio con la componente sopra la gamma del visibile e che ci permette l'abbronzatura proprio in virtù del contenuto di radiazione UV.

I raggi ultravioletti naturali o prodotti artificialmente possono diventare un fattore di rischio in particolari condizioni ambientali e di inquinamento, per cui poter monitorare l'irraggiamento da parte degli UV può risultare utile a conoscere la qualità dell'ambiente in cui viviamo, lavoriamo ecc. In fatto di ambienti lavorativi, poi, la presenza di lampade e degli ormai diffusi (dall'arrivo del COVID...) sanificatori d'aria e delle superfici, rende ancor più importante capire quanti ultravioletti



ci circondano, specie quelli UV-C. Per non parlare delle fughe di ultravioletti dalle lampade a neon e da quelle a LED bianchi (che notoriamente producono la luce bianca convertendo, mediante fosfori, quella ultravioletta generata dalle loro giunzioni) e degli UV sfuggiti a numerosi apparati come quelli usati in fotolitografia e nella foto-polimerizzazione di vari composti (quelli usati dai dentisti sono un esempio).

Ecco perché abbiamo deciso di realizzare un dispositivo sensore di UV, sotto forma di breakout board, per poter essere integrato in progetti di misura e

monitoraggio dell'irraggiamento ambientale, che vi proponiamo in queste pagine. Prima di entrare nell'elettronica vera e propria facciamo un breve richiamo sulla teoria degli ultravioletti.

RAGGI UV: QUALI E QUANTI

Lo spettro in cui si collocano le radiazioni ultraviolette si divide in 3 bande di lunghezza d'onda: UV-A (315÷400 nm), UV-B (280÷315 nm) e UV-C (100÷280 nm); è meglio descritto nella **Fig. 1**.

La radiazione ultravioletta prodotta dalle lampade germicide (UVGI – Ultraviolet Germicidal Irradia-

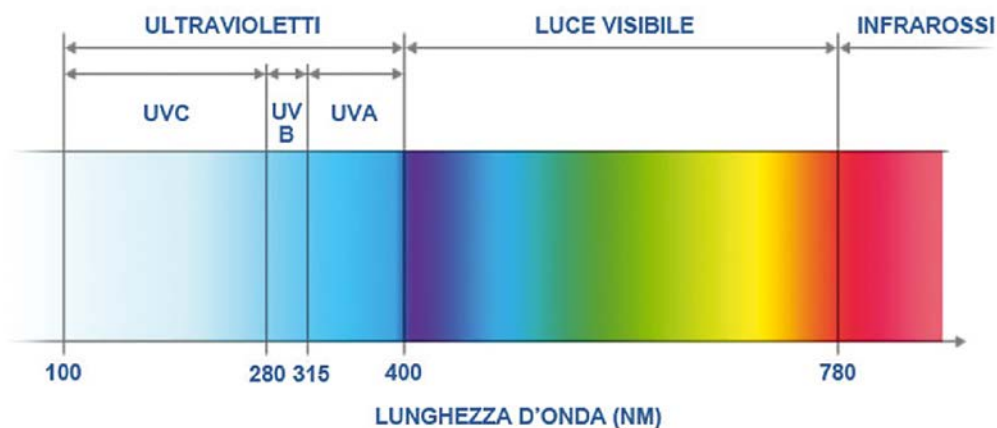


Fig. 1
Spettro della
luce, dal visibile
al più lontano
ultravioletto.

tion) si colloca nel campo della luce ultravioletta con lunghezze d'onda comprese nella banda UV-C e quindi tra 100 e 280 nanometri.

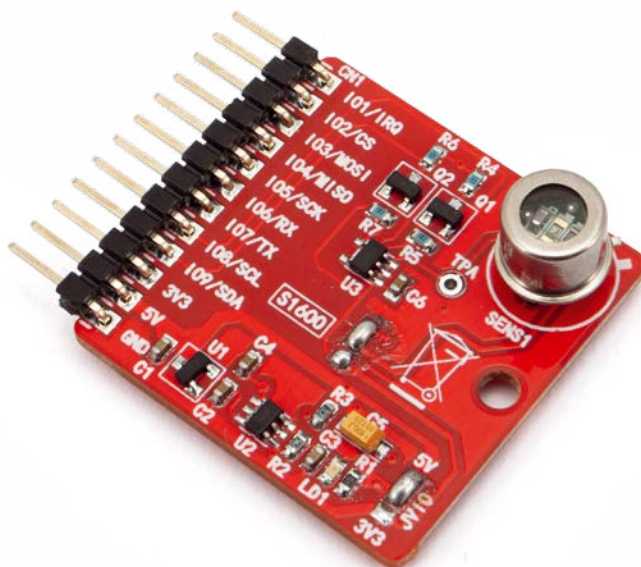
I raggi UV-C non sono tollerati dagli esseri viventi e un'esposizione sufficientemente durevole ad essi permette di eliminare dagli oggetti illuminati i microrganismi, distruggendo per reazione fotochimica i legami del DNA e RNA; ma nuoce anche alla pelle e soprattutto agli occhi, laddove la rétina ne dovesse essere colpita. La collocazione del relativo spettro è mostrata nella solita **Fig. 1**, correlata con la gamma della luce visibile.

Rilevare i raggi ultravioletti ed in particolare gli UV-C è importante perché oltre a quelli noti, nell'ambiente possono essercene di incontrollati, prodotti da corpi illuminanti e dagli ormai diffusi sterilizzatori o sanificatori ad UV-C. In generale le fonti artificiali di ultravioletti sono le lampade a scarica, quindi i tubi a neon (dove la gran parte viene convertita in lunghezza d'onda visibile e una piccola parte sfugge) ma anche le lampade per l'abbronzatura e, più di recente, particolari LED, oggi usati nei più moderni sanificatori. Che si tratti di lampade o LED, nel manipolare dispositivi emettitori di radiazioni luminose UV-C bisogna prestare attenzione al fatto che sono dannosi anche per l'uomo, pertanto occorre prestare la massima attenzione nell'utilizzo di dispositivi emittenti nell'UV-C evitando di guardare nella loro direzione.

Meno pericolosi sono i raggi UV-A (emessi dalle lampade e dalle macchine (lettini, per esempio...) per l'abbronzatura indoor e gli UV-B, giacché avendo lunghezze d'onda maggiori ed essendo l'energia ceduta dalla radiazione inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda della stessa, trasferiscono meno energia.

SCHEMA ELETTRICO

Stabilito ciò e compreso perché è utile rilevare e quantificare le radiazioni nello spettro ultravioletto, diamo uno sguardo allo schema del circuito, che si basa sul sensore GUV-C-T21GH della GENUV (<http://www.geni-uv.com>), spiegando in che modo è stato utilizzato nella nostra breakout board e permettendo che nasce prevalentemente per rilevare la radiazione UV-C, quindi per fare da monitor delle lampade germicide e degli ambienti dove operano. Il piccolo sensore è siglato SENS1 ed è alimentato tramite una sezione che riceve sia 5V rispetto a massa (contatti 5V e GND) che 3,3V (contatto 3V3); questa doppia tensione serve per adattare il bus I²C della breakout board a funzionare a 3,3V o a 5V.



L'alimentazione a 5 volt viene inviata all'ingresso di un regolatore LDO (U1) di tipo MCP1700T-3302E/TT la cui funzione è ricavare 3,3V stabilizzati da inviare al selettore di alimentazione; quest'ultimo (siglato U2 nello schema elettrico) è sostanzialmente uno switch a MOSFET che fa passare al proprio piedino D una delle tensioni applicate ad S1 (linea 3V3) ed S2 (uscita dell'LDO) in base alla tensione applicata al pin SEL. Per polarizzare SEL utilizziamo un partitore resistivo alimentato dalla linea di ingresso 5V; tale partitore serve ad abbassare la tensione, perché il pin in questione ha una logica 0÷1,8V. Quando è posto a 0 logico, la tensione applicata ad S1 (linea 3V3) viene applicata a D, mentre se è a 1,8V il piedino D viene alimentato dalla linea S2 (uscita del regolatore LDO); ne deriva che quando è presente la tensione di 5 volt, l'integrato switch alimenta il resto del circuito con la tensione fornita dal regolatore a basso drop-out, mentre se applichiamo tensione al contatto 3V3 della breakout board, il circuito riceverà tensione da essa. Notate che sono stati previsti due jumper di selezione dell'alimentazione, uno dei quali è dedicato al sensore UV, perché pur potendo funzionare sia a 3,3V che a 5Vcc, la tensione della sua uscita va adattata alla scala di lettura dell'A/D converter che lo interfaccia al bus I²C U3, come spiegheremo tra breve.

U2 è un TMUX1219DBVR prodotto dalla Texas Instruments e può essere alimentato da 1,08 V a 5,5 V e, sebbene lo abbiamo utilizzato come commutatore della linea di alimentazione del modulo STP201M, tale componente è uno switch bidirezionale: quindi può commutare la tensione

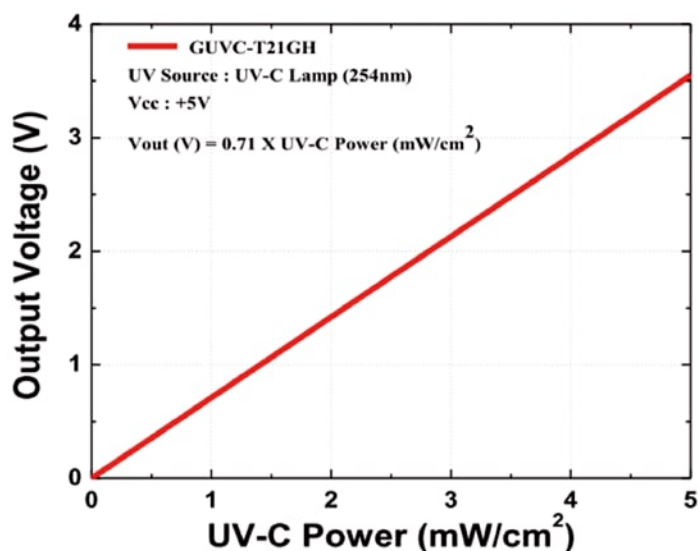


Fig. 2
Tensione d'uscita del sensore in funzione dell'irraggiamento da parte degli ultravioletti.

dai pin S1/S2 verso il D, o viceversa. I suoi piedini S corrispondono ai source dei MOSFET componenti lo switch, mentre il D è il drain in comune. Sulla scheda trovate un doppio jumper che permette di impostare anche la tensione di lavoro del bus I²C VIO da impostare in base alla tensione cui alimenterete la breakout board; questo perché per rendere più versatile la breakout board abbiamo inserito nel circuito un adattatore a MOSFET per l'interfaccia I²C-Bus utile a traslare i livelli logici supportati dal sensore per adattarli ai TTL standard di schede a logica tradizionale e ad Arduino. Ricordiamo comunque che l'U3 funziona sempre a 3,3V e quindi il jumper JVIO permette di scegliere una tensione lato connessioni esterne della scheda fra 3,3V (quindi la stessa del bus I²C del modulo) e 5V (tipica delle schede Arduino UNO, ecc.). I due jumper JVIO e JSENS devono essere impostati coerentemente l'uno con l'altro, nel senso che se il primo è spostato su 5V lo deve essere anche il secondo, ovvero se JVIO si sposta su 3V3, anche JSENS va portato su 3V3.

Torniamo adesso sul sensore GUV-C-T21GH, la cui tensione di uscita è analogica e varia come descritto nel grafico proposto nella **Fig. 2** (che abbiamo estratto dal datasheet del produttore del sensore) e quindi abbastanza linearmente e in modo direttamente proporzionale al livello di irraggiamento determinato dagli UV sulla sua superficie sensibile. Dalla caratteristica vediamo che la tensione (continua) può variare da un minimo di 0V in condizioni di irraggiamento pressoché nullo, ad un massimo di 3,6V al massimo livello di irraggiamento rilevabile,

ossia in corrispondenza dei 5 mW/cm², che sono un buon valore, considerato che corrispondono a 50 W/mq; considerate che nelle zone d'Italia a più intenso irraggiamento solare, nel picco estivo, si può arrivare a 7.000 W/mq.

Avendo a disposizione un'indicazione analogica dell'irraggiamento e volendo gestire tale informazione in forma numerica (come vedrete tra breve, lo faremo con l'immancabile Arduino) nella nostra breakout board la tensione viene convertita dall'ADC MCP3221A7T-E/OT. Il componente MCP3221 (incapsulato in package SOT-32 a 5 pin) viene prodotto e venduto preimpostato con Address (indirizzo I²C-Bus) diverso a seconda della versione, pertanto è molto importante utilizzare quella giusta; nella nostra applicazione occorre la versione con indirizzo 0x4F in quanto il codice è già configurato per lavorare con questo indirizzo. Nel progetto abbiamo optato per un convertitore analogico/digitale di cui il costruttore offrì la possibilità di averne con differente indirizzo perché in questo modo ad ogni tipologia di breakout board, avremmo potuto prevederne uno diverso, così da non avere conflitti di indirizzo utilizzandone più di una sullo stesso bus.

Completiamo l'analisi del circuito spiegando come funziona il traslatore di livello del bus I²C: partiamo dal clock, che sul lato dell'U3 fa capo al piedino 5 (SCL), mentre verso il pin-strip di connessione è collegato a SCL (entrambe le linee sono provviste di un resistore di pull-up, ossia R4 sul lato SCL ed R5 lato sensore): quando SCL del connettore è a livello logico alto, il diodo di protezione interno al MOSFET Q1 (posto tra drain e source) è interdetto perché il source si trova negativo (alimentazione VIO a 5 volt e bus lato strip, a 5V) o equipotenziale (VIO a 3,3V) rispetto al drain (che è mantenuto a 3,3 volt dalla R4) e pur se l'impulso non giunge al contatto SCL dell'U3, quest'ultimo è ad 1 logico grazie al pull-up operato da R5. Invece quando il contatto SCL del pin-strip è a zero logico (0 V), il MOSFET è ancora interdetto (perché il suo gate è polarizzato con 3,3V) ma conduce il suo diodo di protezione, dato che il source è a 3,3V mentre il catodo è a zero, quindi il livello basso su SCL trascina a zero logico (0,6 per l'esattezza) il piedino 5 dell'U3. Il canale SCL è unidirezionale, quindi la situazione opposta non si presenta, cioè U3 riceve il segnale di clock dall'unità Master del bus I²C, che nella nostra applicazione sarà una scheda Arduino, che utilizzeremo per eseguire un test dimostrativo delle funzionalità della breakout board e delle potenzialità del sensore UV.

Passiamo adesso all'SDA, analizzando il caso in cui è l'unità Master a inviare i dati e ipotizziamo che il dispositivo con cui la breakout board è interfacciata abbia il bus operante a 5V: quando tale contatto è a zero logico, il diodo di protezione del Q2 conduce e trascina a 0,6 V il source e con esso il piedino 4 dell'U3 cui fa capo; invece quando è a 5 volt, MOSFET e diodo sono interdetti, quindi SDA dell'U3 viene portata a 3,3V (livello alto) dal resistore di pull-up R_t . Se invece è il sensore U3 a trasmettere, quando pone il proprio piedino 4 a zero logico il MOSFET Q2 conduce tra drain e source, perché il suo elettrodo di source è a zero volt mentre il gate è a 3,3 V, quindi la sua corrente di drain trascina a circa 0 V l'SDA del connettore, a causa della caduta sul resistore di pull-up R_6 ; invece quando il pin 6 dell'U3 è a livello alto (3,3 V) il source e il gate sono equipotenziali e il MOSFET rimane interdetto, lasciando che sia il resistore di pull-up R_3 a mantenere a 1 logico (ma a 5 volt) la linea SDA che porta al pin-strip. Se invece il bus viene impostato per interfacciarsi con dispositivi a 3,3V, le considerazioni sono

comunque analoghe perché il traslatore comunque funziona similmente, con la sola differenza che quando il contatto SDA sul lato strip si trova a livello alto, drain e source sono equipotenziali e i MOSFET non intervengono.

REALIZZAZIONE PRATICA

Bene, ora che abbiamo descritto lo schema elettrico possiamo passare alle note costruttive, ossia a spiegare come realizzare la breakout board; come di consueto, abbiamo disegnato un circuito stampato del quale vi rendiamo disponibili per il download le due tracce (si tratta di un doppia faccia) dal nostro sito web www.elettronica.it. Da esse potete procedere a preparare il PCB per fotoincisione, dopodiché una volta che lo avrete inciso e forato potete procedere al montaggio dei pochi componenti occorrenti. Trattandosi di componentistica SMD, è richiesto un minimo di attrezzatura ed occorre prestare anche un po' di attenzione ed avere manualità; l'attrezzatura del caso consta di un saldatore a punta molto fine, di filo di lega saldante (o pasta salda) del diametro

IL SENSORE UV-C

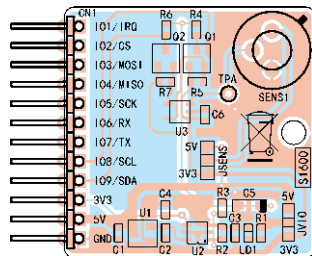
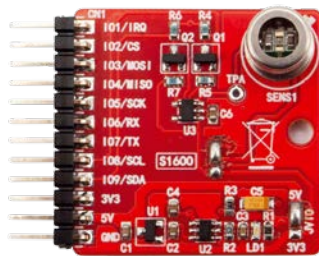
Per rilevare le radiazioni nel campo degli ultravioletti e la relativa intensità, nel progetto qui descritto utilizziamo un valido ed economico sensore siglato GUV-C-T21GD e prodotto dall'azienda cinese GENUV; molto utilizzato in misuratori di UV industriali e civili, questo componente permette di rilevare radiazioni di lunghezza d'onda compresa fra 220nm e 280nm, quindi UV-C. La sua sensibilità al di fuori di tale banda è minima.

Il componente ha una sensibilità (R_p) dell'ordine di 0,6 mV/nW alla lunghezza d'onda di riferimento di 254 nanometri; il tempo di risposta, ossia quello occorrente al segnale di uscita per fornire un'informazione effettivamente corrispondente all'irraggiamento ricevuto dalla superficie sensibile, è nell'ordine dei 3 millisecondi, quindi il dispositivo fornisce immediatamente informazioni sul livello di ultravioletti rilevato.

L'uscita è analogica (piedino Vout) e fornisce una tensione, riferita a massa, direttamente proporzionale all'irraggiamento da parte degli ultravioletti, di 0,71V in corrispondenza di un irraggiamento di 1mW/cm². Il campo di rilevamento è esteso fra 0 e 7 mW/cm².

Il sensore si alimenta a tensione continua di valore compreso fra 3 e 5V ed assorbe una corrente tipicamente di 50 microampere.





Elenco Componenti:

R1: 470 ohm (0603)
 R4, R5, R6, R7: 10 kohm (0603)
 R2: 6,8 kohm (0603)
 R3: 3,3 kohm (0603)
 C1, C2, C3, C4, C6: 1 µF 6,3V
 ceramico (0603)
 C5: 10 µF 6,3V tantalio (1206)
 U1: MCP1700T-3302E/TT
 U2: TMUX1219DBVR

U3: MCP3221A7T-E/OT
 SENS1: GUVU-T21GH
 Q1, Q2: BSS138W-7-F
 LD1: LED rosso (0603)
 CN1: Pin strip maschio 12 vie
 passo 2,54mm 90°

Varie
 - Circuito stampato S1600(33x33 mm)

massimo di 0,5 mm, della pasta flussante a media densità, una lente d'ingrandimento e una pinzetta per il corretto posizionamento dei componenti e per le verifiche finali delle saldature. Prima di procedere con il montaggio anticipiamo una domanda che certamente vi sarete fatti guardando il piano di montaggio e le foto della breakout board pubblicati in queste pagine: rispetto allo schema elettrico, la basetta prevede, sul lato delle connessioni e del pin-strip, una serie di piazzole in più. Ebbene, non si tratta di un errore, ma di una

sceita: la breakout board qui descritta è standardizzata secondo una piedinatura che accomuna quelle già proposte e che presenteremo; tutte rientrano in una pin-out standard che prescinde dall'effettivo hardware di bordo, quindi in alcuni casi, come quello della breakout UV descritta in queste pagine, potete trovare dei contatti non utilizzati.

Bene, stabilito ciò possiamo procedere con la realizzazione: una volta procurato il tutto, prendete il circuito stampato, spalmate con la pasta flussante le piazzole destinate ai componenti SMD e saldate per prime le resistenze e i condensatori, poi il LED e i MOSFET BSS138W-7-F; questi ultimi possono essere saldati solo nel verso giusto, per l'univoca disposizione dei terminali, mentre per il condensatore elettrolitico e il LED dovete fare riferimento all'orientamento indicato nel piano di montaggio che trovate in queste pagine.

L'ultimo componente elettronico che dovete montare è il sensore UV GUVU-T21GH, che va inserito dal lato componenti nelle tre piazzole previste allo scopo; non preoccupatevi più di tanto per l'orientamento, perché la disposizione dei fori è tale che il sensore entra soltanto nel verso giusto; in ogni caso ricordate che la tacca in prossimità del piedino 5V deve risultare rivolta verso l'angolo attiguo della basetta. Completate il montaggio inserendo nei rispettivi fori il pin strip ad angolo retto a 12 poli e saldatelo, tenendolo ben allineato alla superficie del PCB. Il pin-strip è utile per realizzare le connessioni con Arduino tramite i classici jumper a filo maschio/femmina, ma potete anche farne a meno, se volete saldare direttamente i fili sulle piazzole laterali che riportano le connessioni del circuito.

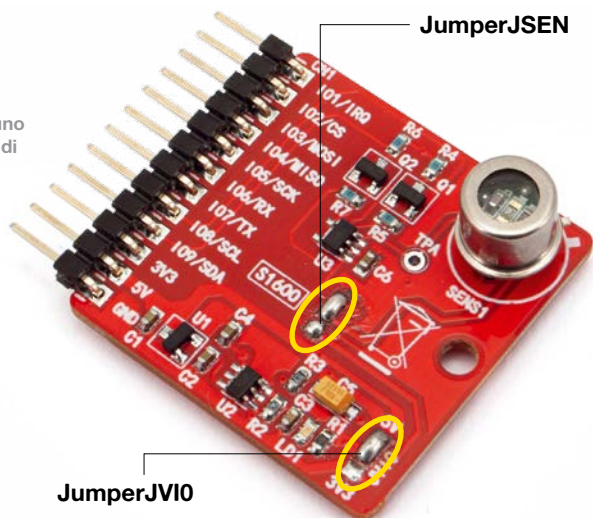
Concludiamo la descrizione della realizzazione del circuito con una considerazione sui jumper di selezione della tensione sul bus, JVIO e per il sensore (JSENS): per mantenere la breakout board con il più basso profilo possibile, abbiamo previsto che il ponticello non sia il classico formato da un pin-strip 3 vie a passo 2,54 ma che sia ottenuto stagnando piazzole attigue.

Inoltre fate attenzione al jumper JSENS: diversamente dal JVIO, che si imposta solo manualmente, in questo caso il PCB ha già una pista chiusa verso il 5V e quindi se intendete modificare tale connessione predefinita dovete tagliare la pista con un taglierino, facendo attenzione a non farvelo sfuggire e a danneggiare le piste della basetta, ma anche e soprattutto a farvi male!

Vedete chiaramente la collocazione dei due jumper a stagno nella **Fig. 3**.

Fig. 3

I due jumper presenti sulla scheda vanno realizzati ciascuno con una goccia di stagno.



↓ Listato 1

```
#include "MCP3221.h"
const byte DEV_ADDR = 0x4F; // I2C address of the MCP3221
unsigned long timeNow;
MCP3221 mcp3221(DEV_ADDR);
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin();
  Serial.print(F("\n\nserial is open\n\n"));
  // sets voltage reference for the ADC in mV (change as needed)
  mcp3221.setVref(4096);
  // sets voltage input type to be measured (change as needed)
  mcp3221.setVinput(VOLTAGE_INPUT_5V);
  // sets exact value of the voltage divider's Resistor 1 for 12V readings
  mcp3221.setRes1(0);
  // sets exact value of the voltage divider's Resistor 2 for 12V readings
  mcp3221.setRes2(0);
  // sets the Alpha value used by the EMAVG smoothing method
  mcp3221.setAlpha(178);
  timeNow = millis();
}
void loop()
{
  long valore;
  float UVC;
  if (millis() - timeNow >= 600) {
    Serial.print(F("Valore: "));
    valore = mcp3221.getVoltage();
    Serial.print(valore);
    Serial.print(F("mV"));
    UVC = valore / 0.71;
    UVC = UVC/1000;
    Serial.print(F(" - UVC: "));
    Serial.print(UVC);
    Serial.print(F("mW/cm2\n"));
    timeNow = millis();
  }
}
```

PROVIAMOLA CON ARDUINO

Bene, ora che abbiamo realizzato la nostra breakout board per rilevare le radiazioni ultraviolette passiamo a testarne le funzionalità e lo facciamo, come accennato qualche pagina indietro, appoggiandoci all'immane scheda Arduino. Il codice realizzato per Arduino si basa sulla libreria MCP3221, la quale provvede all'impostazione e all'interfacciamento con l'ADC di bordo; una volta iniziate e dichiarate le linee di I/O, il valore ottenuto dalla conversione viene mostrato sulla porta seriale (mediante un SerialPrint) sia sotto forma di tensione, sia come rapporto "mW/cm²" come da dato calcolato sulla base della formula riportata nel datasheet, che è la seguente:

$$UVCPower = Vout / 0,71$$

Questa formula si applica a una sorgente di radiazione ultravioletta a 254 nanometri; con lunghezze d'onda differenti può cambiare.

In pratica è possibile desumere l'irraggiamento UV dalla tensione fornita dal sensore e convertita dall'A/D converter della breakout board. Il codice utilizzato per il test del sensore è quello riportato nel **Listato 1**. □



Cosa occorre?

La breakout UVC presentata in questo progetto è disponibile presso Futura Elettronica con il codice FT1600 a Euro 49,00. Chi volesse realizzare in autonomia il circuito stampato del progetto può utilizzare il servizio di produzione PCB (cod. PCBPRODUCTION) presente sul sito di Futura Elettronica. I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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

Costruisci e programma un ROBOT!



cod. KSR21
€ 42,00

Robot RICCIO - in kit

Bellissimo robot riccio completo di tutte le parti meccaniche ed elettroniche. È ideale per avvicinare i ragazzi al mondo dell'elettronica e della meccanica. Il robot riccio è dotato di sensore sonoro che gli consente di interagire con il battito delle mani. In funzione del numero di battiti delle mani il robot riccio risponde con una sequenza di movimenti differente. Completo di manuale d'istruzioni in italiano per il montaggio organizzato in step e riccamente illustrato. Funziona con 4 batterie ministilo tipo AAA.



cod. KSR17
€ 38,00

Robot solare e idraulico 12 in 1 - in kit

Avvicinati al mondo dell'elettronica e della robotica imparando e divertendoti! Il Kit permette di realizzare fino a 12 differenti modelli con movimento idraulico e alimentati tramite energia solare. Completo di un manuale ricchissimo di illustrazioni per il montaggio passo passo di una scimmia, un cane e il suo padrone, uno pterosauro, un t-rex, un elefante, un coccodrillo, uno struzzo, uno scorpione, un carrello elevatore, una dune buggy, una scavatrice, un rover e per chi ha fantasia tantissimi altri modelli tutti da inventare.

Robot TOBBIE II con MICRO:BIT in kit

Robot a 6 gambe con corpo libero di ruotare, dotato di tutti i componenti elettronici necessari, tra cui un motore, un sensore a infrarossi e un cicalino per renderlo attivo e interattivo. Ideale in combinazione con Micro:bit. È possibile programmarlo in tutta semplicità con Javascript Blocks Editor o Python Editor sul tuo PC portatile o smartphone. Funziona con 4 batterie ministilo tipo AAA.



cod. KSR20
€ 92,00



Robot TOBBIE II in kit

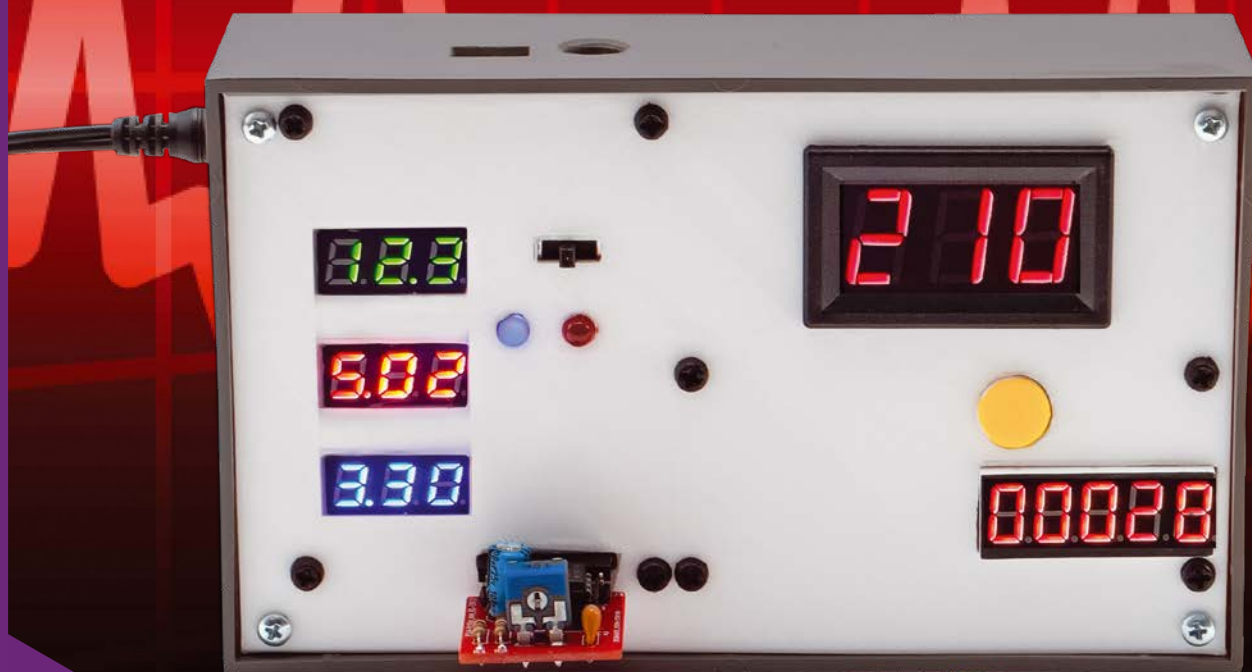
Robot in kit a 6 gambe. Può funzionare in due differenti modalità: "Seguimi" e "Esplora". Nella modalità "Seguimi" Tobbie è in grado di seguire qualsiasi cosa gli si avvicini. Quando funziona in modalità "Esplora", grazie al rilevamento automatico tramite sensori infrarossi, è in grado di evitare gli ostacoli che trova davanti a sé trovando sempre un nuovo percorso e continuare a muoversi. Adatto dai 14 anni in su. Funziona con 4 batterie ministilo tipo AAA.

cod. KSR18
€ 45,00

Prezzi IVA inclusa

555 ANALYZER

del Prof. **MICHELE MENNITI**



Utilizziamo
l'Analizzatore del
timer 555 per
testare l'ultima
serie di circuiti.
Terza e ultima
puntata.

S

ui numeri 266 (Luglio / Agosto 2022)
e 267 (Settembre 2022) della nostra
rivista, abbiamo presentato un
eccellente Analizzatore di circuiti basati
sul timer 555, e poi lo abbiamo usato
per verificare il funzionamento di una
prima serie di schede in configurazione

astabile. In questa terza ed ultima puntata vedremo
funzionare altri sette circuiti, basati sulle configurazioni
monostabile e bistabile.

Non potendo riportare qui tutto quanto già scritto nella
puntata precedente, ma essendo essa ricca di informazioni
che saranno utili, o addirittura indispensabili anche in questa
terza puntata, vi consigliamo di tenerla a portata di mano
mentre, per comodità riporteremo alcune informazioni, come
la **Tabella 1** che rappresenta la tabella funzionale dei pin

Tabella 1
Tabella funzionale del 555.

TRIGGER 2	SOGLIA 6	S	R	SCARICA 7	USCITA 3
<1/3 VCC	Irrilevante	H	X	OFF	H
>1/3 VCC	>2/3 VCC	L	H	ON	L
> 1/3 VCC	<2/3 VCC	L	L	non cambia	non cambia

Tabella 2
Impostazioni del mini DSO 138 e del deviatore S1.

Circuito	Impostazioni MINI DSO 138						Posizione Deviatore S1		
	CPL	SEN1	SEN2	Timebase	Trigger	Misure	1 (TRIG)	2(SOG)	3(SCA)
P6M	DC	1V	x5	50ms	AUTO	no	=	TRIG/SCA	
P7M	DC	1V	x5	50ms	AUTO	no	=	TRIG/SCA	
P8B	DC	1V	x5	0.5ms	AUTO	no	TRIG/SOG		=
P9B	DC	1V	x2	0.5ms	AUTO	sì	=		=
P10B	DC	1V	x5	0.5ms	AUTO	no	TRIG	SOG	=
P11B	DC	1V	x5	0.5ms	AUTO	no	TRIG/SOG		=
P12B	DC	1V	x5	0.5ms	AUTO	no	TRIG/SOG		=

TRIGGER e SOGLIA del comparatore del 555, dei suoi effetti sul SET/RESET del flip-flop interno e, di conseguenza, sui pin SCARICA e USCITA.
A questo punto possiamo passare alla descrizione dei circuiti test; come sempre, per ognuno di

essi riportiamo lo schema elettrico, il piano di montaggio e l'elenco dei componenti, quindi ne descriveremo il funzionamento, dopo averlo inserito nel connettore del nostro Analizzatore. Anche in questo caso abbiamo approntato una

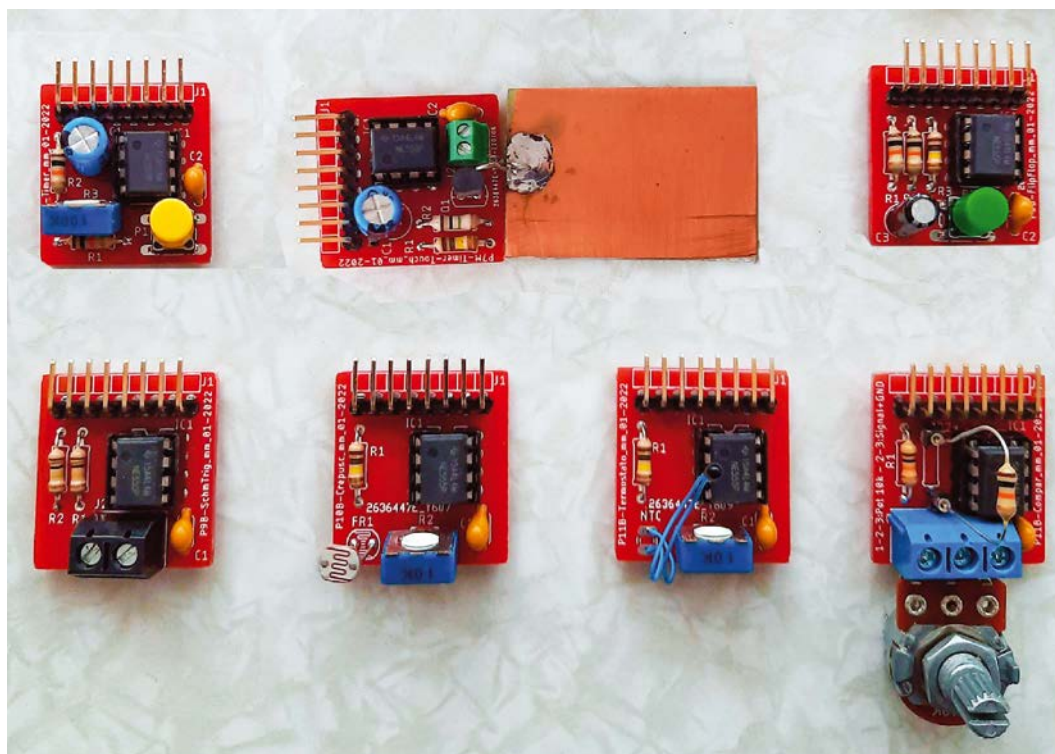


Fig. 1
17 circuiti test
montati.

Tabella (**Tabella 2**) per suggerirvi come impostare il mini DSO (cod. DSO138MINI) ed il deviatore per il voltmetro esterno (posizioni della levetta numerate da sinistra a destra). Per quanto riguarda il mini DSO, nei casi in cui è prevista la visualizzazione delle misure, conviene portare il cursore sinistro (giallo) nella parte bassa del display per evitare sovrapposizioni. Vi invitiamo a rileggere nella puntata precedente le indicazioni per l'uso del trigger.

MONTAGGIO DEI CIRCUITI TEST

Per il montaggio di questi nuovi circuiti fate sempre riferimento alla puntata precedente. Per quanto riguarda i calcoli delle temporizzazioni e dei componenti di riferimento, nella sezione download del sito www.elettronica.it troverete un file Excel con tutte le necessarie formule. In **Fig. 1** una panoramica dei 7 circuiti montati.

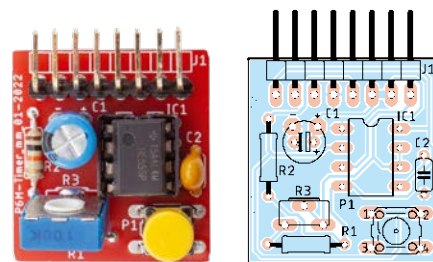
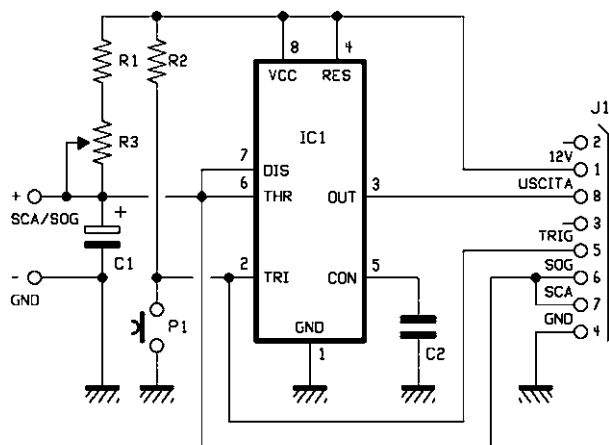
PROGETTO 6

Monostabile – Timer 1÷12s Alimentazione 12V

Questo primo circuito della tipologia monostabile è un tipico timer variabile, che si attiva mediante la pressione di un pulsante e si disattiva automaticamente al termine del tempo impostato mediante un trimmer. Il circuito base è ampliabile, per esempio sostituendo il trimmer con un potenziometro e aggiungendo in uscita un piccolo relè. Nell'analisi di questo circuito non sarà utile il frequenzimetro, mentre i LED, il voltmetro esterno ed il mini DSO mostreranno chiaramente il comportamento del 555. Vediamo ora di comprenderne il funzionamento: all'accensione l'USCITA è bassa, e resta stabile in questa condizione in quanto il TRIGGER è $> 1/3 V_{cc}$ (4 V) a causa del resistore di pull-up R2, mentre la SOGLIA viene mantenuta a massa dal pin SCARICA, in quanto il transistor interno è in saturazione; per la stessa ragione il condensatore C1 è scarico e si accende il LED rosso. Premendo il pulsante P1 il TRIGGER viene portato a massa, quindi ad un livello $< 1/3 V_{cc}$, il comparatore attiva il SET del flip-flop interno, l'USCITA diventa alta, il transistor interno va in interdizione ed il pin SCARICA viene scollegato dalla massa, si accende il LED blu. A questo punto C1 inizia a caricarsi tramite R1 ed il trimmer R3, la tensione sulla SOGLIA sale, e quando raggiunge il valore di circa 8 V ($2/3 V_{cc}$), il comparatore attiva il RESET del flip-flop interno ed avviene la nuova commutazione, C1 si scarica istantaneamente, l'USCITA ritorna a livello basso e

PROGETTO 6

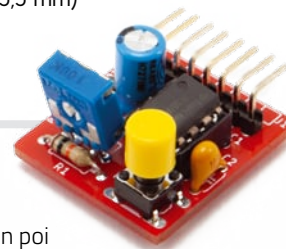
MONOSTABILE – TIMER 1÷12S – ALIMENTAZIONE 12V



Elenco Componenti:

R1, R2: 10 kohm
R3: 100 kohm trimmer M.V.
C1: 100 μ F 25 V elettrolitico
C2: 10 nF ceramico
J1: strip maschio 8 vie 90°
P1: pulsante da c.s.
IC1: NE555

Varie:
- cappuccio pulsante
- zoccolo 4+4 pin
- Circuito stampato S1635_P6M (27,5 x 25,5 mm)



si accende il LED rosso. Da questo momento in poi il circuito resta stabilmente nella stessa condizione, fino al verificarsi di una nuova pressione di P1. Il tempo di carica del condensatore rappresenta la durata della temporizzazione, in base alla formula:

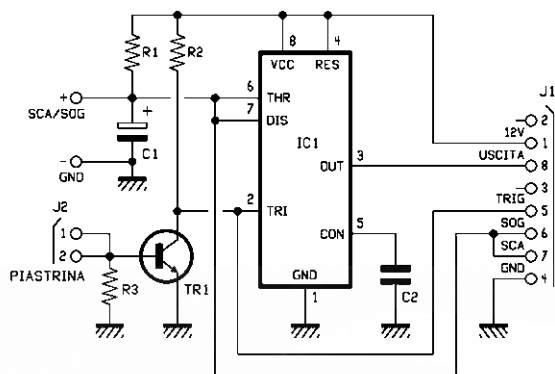
$$t(s) = 1,1 * R1 \text{ (kohm)} * C1 \text{ (microfarad)} / 1000$$

Siccome la resistenza complessiva è data dalla somma di R1 (10 kohm) e R3 (che varia tra 0 e 100 kohm), il range temporale può andare da un minimo di:

$$t1 = 1,1 * 10 * 100 / 1000 = 1,1s$$

PROGETTO 7

MONOSTABILE - TIMER TOUCH 11S – ALIMENTAZIONE 12V

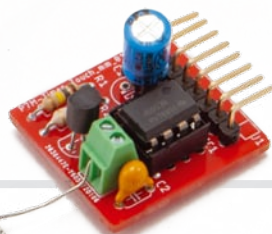
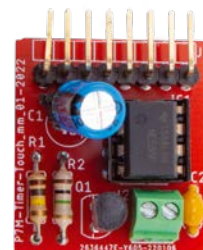
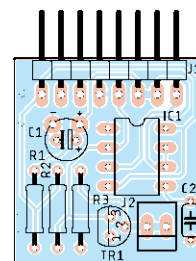


Elenco Componenti:

- R1: 100 kohm
- R2: 1 Mohm
- R3 vedi articolo
- C1: 100 µF 25 V elettrolitico
- C2: 10 nF ceramico
- J1: strip maschio 8 vie 90°
- J2: morsetto 2 poli P-2,54
- TR1: BC547
- IC1: NE555

Varie:

- zoccolo 4+4 pin
- Circuito stampato S1635_P7M (27,5 x 25,5 mm)



a un massimo di:

$$t_2 = 1,1 \cdot 110 \cdot 100 / 1000 = 12,1s$$

In base alle tolleranze delle componenti in gioco, il tempo massimo potrebbe variare di ± 1 secondo circa. Anche in questo circuito, montando due pin header al posto di C1, sarà possibile testare varie capacità ed ottenere diverse tempistiche; per esempio con $C1=1000\mu F$ si ottengono $t_1 = 11s$ e $t_2 = 111s$, i tempi possono essere aumentati o diminuiti anche agendo su R1 ed R3. Per l'analisi strumentale di questo schema non serve il frequenzimetro, perché non rileva un periodo così lungo, mentre i due stati di Timer OFF e ON sono chiaramente indicati dall'accensione, rispettivamente, del LED rosso e di quello BLU. Inoltre il voltmetro digitale, in posizione 2 o 3, mostrerà chiaramente la fase di carica di C1, con l'incremento della tensione fino a circa 8 V, quando avverrà la nuova commutazione e la tensione scenderà istantaneamente a 0 V; nella posizione 1 sarà possibile solo vedere la riduzione della tensione nel momento in cui si toccherà la piastrina, quindi di fatto è inutile. Settando il mini DSO come da noi indicato (le misure sono inutili, quindi si possono togliere dal display), si vedrà la traccia salire istantaneamente fino ad un livello di circa 10 V per poi tornare a 0 V appena finirà la temporizzazione impostata.

PROGETTO 7

Monostabile - Timer touch 11s Alimentazione 12V

Questo circuito, sempre monostabile, è una variante del precedente, non è prevista una variazione della temporizzazione (ma nulla vieta di "miscelare" i due schemi ed aggiungerla) ed il comando di avvio avviene toccando con un dito una piastrina metallica, nel nostro caso si tratta di un rettangolino di piastra ramata, le cui dimensioni possono essere variate a piacimento. All'accensione l'USCITA è bassa, e resta stabile in questa condizione in quanto il TRIGGER è $> 1/3 V_{cc}$ (4 V) a causa del resistore di pull-up R2, mentre la SOGLIA viene mantenuta a massa dal pin SCARICA, in quanto il transistor interno è in saturazione; per la stessa ragione il condensatore C1 è scarico e si accende il LED rosso; in queste condizioni il circuito resta stabile. Il transistor TR1 del nostro timer è in condizione di interdizione; nel momento in cui si tocca la piastrina, la pur piccolissima carica elettrostatica, accumulata dal corpo, lo manda per un istante in saturazione, di conseguenza il TRIGGER viene collegato a massa (quindi condizione $TRIGGER < 1/3 V_{cc}$) il comparatore attiva il SET del flip-flop interno, l'USCITA diventa alta, si accende il LED blu; contestualmente il pin SCARICA viene scollegato dalla massa e C1 inizia a caricarsi tramite R1. Subito dopo il tocco della piastrina, TR1 va di nuovo in interdizione, il pin TRIGGER torna ad un livello maggiore di

Anche in questo circuito, montando due pin header al posto di C1, sarà possibile testare varie capacità ed ottenere diverse tempistiche; per esempio con $C1=1000\mu F$ si ottiene $t = 111s$, i tempi possono essere aumentati o diminuiti anche agendo su R1.

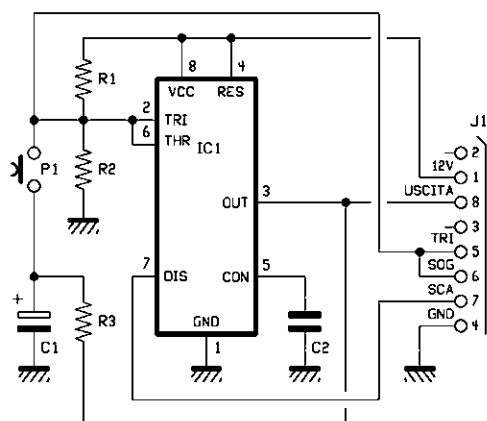
Nota bene: nelle nostre prove abbiamo notato che, utilizzando una piastrina troppo grande e/o in condizioni di cariche elettrostatiche importanti,

Come per il circuito precedente, anche in questo caso il frequenzimetro risulterà inutile, mentre i due LED, il voltmetro ed il mini DSO si comporteranno come visto in precedenza.

Bistabile - Flip-flop con un solo pulsante
Alimentazione 12V

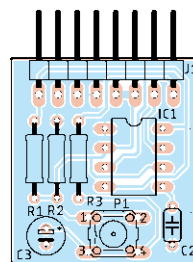
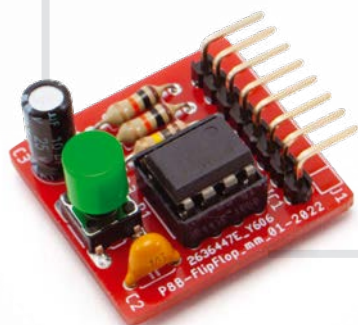
PROGETTO 8

BISTABILE - FLIP-FLOP CON UN SOLO PULSANTE – ALIMENTAZIONE 12V



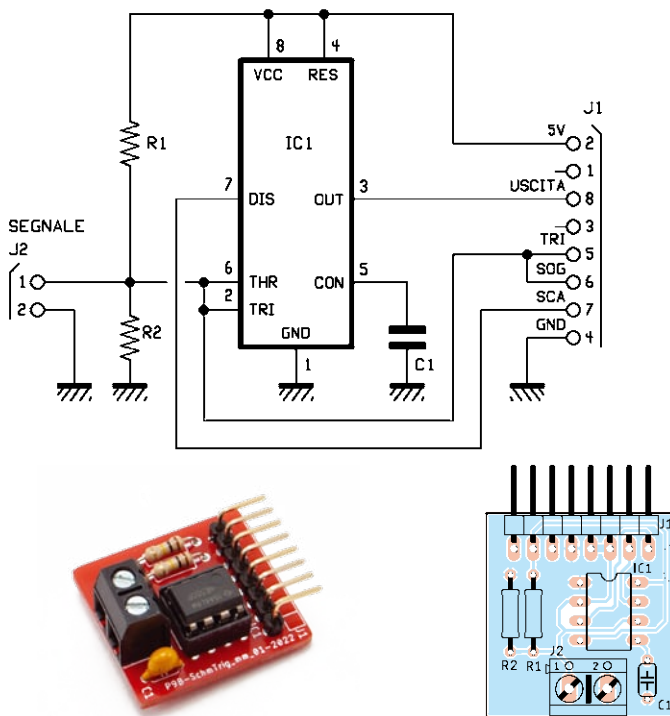
R1, R2: 10 kohm
R3: 100 kohm
C1: 10 μ F 25 V elettrolitico
C2: 10 nF ceramico
J1: strip maschio 8 vie 90°
P1: pulsante da c.s.
IC1: NE555

- cappuccio pulsante
- zoccolo 4+4 pin
- circuito stampato S1635_P8B
(27,5 x 25,5 mm)



PROGETTO 9

BISTABILE - SCHMITT TRIGGER – ALIMENTAZIONE 5V



Elenco Componenti:

R1, R2: 100 kohm	Varie:
C1: 10 nF ceramico	- zoccolo 4+4 pin
J1: strip maschio 8 vie 90°	- Circuito stampato S1635_P9B (27,5 x 25,5 mm)
J2: morsetto da c.s. 2 poli P-5	
IC1: NE555	



proposti per i test, naturalmente può essere ampliato ed adattato alle proprie esigenze. In questo tipo di schema non ci sono temporizzazioni, in quanto il comportamento dipende esclusivamente dalla pressione del pulsante P1. Analizziamone il funzionamento.

All'accensione l'USCITA è bassa e si accende il LED rosso, in quanto i pin SOGLIA/TRIGGER (collegati assieme) si trovano ad un potenziale di circa $V_{cc}/2$ (6 V), a motivo del partitore costituito da R1 e R2, che divide l'alimentazione a metà; pertanto si ha la condizione $TRIGGER > 1/3 V_{cc}$ (4 V) e $SOGLIA < 2/3 V_{cc}$ (8 V) che garantisce una condizione stabile al circuito. Il condensatore C1 è scarico perché il pulsante P1 è aperto e l'USCITA è bassa. Premendo il pulsante P1, i pin SOGLIA/TRIGGER si vengono a trovare a livello basso, cioè allo stesso

potenziale dell'USCITA. La condizione $TRIGGER < 1/3 V_{cc}$ fa sì che il comparatore del 555 attivi il SET del flip-flop interno, cambiandone lo stato e portando l'USCITA a livello alto (LED blu acceso). Da questo istante il condensatore C1 inizia a caricarsi tramite R3; intanto, rilasciando P1, i pin SOGLIA/TRIGGER si trovano nuovamente al potenziale di 6 V, quindi nella condizione $TRIGGER > 1/3 V_{cc}$ (4 V) e $SOGLIA < 2/3 V_{cc}$ (8 V), per cui il circuito resta stabile nella nuova condizione. Premendo nuovamente P1 i pin SOGLIA/TRIGGER si vengono a trovare a livello alto, quindi sempre allo stesso potenziale dell'USCITA, che questa volta è $> 2/3 V_{cc}$, per cui il comparatore attiva il RESET del flip-flop interno, cambiandone lo stato e portando l'USCITA a livello basso (LED rosso acceso) e C1 inizia a scaricarsi tramite R3. In tutto ciò il resistore R3 ed il condensatore C1 costituiscono una rete RC, con funzione di antirimbalo, perché garantisce una costante di tempo di circa ; questo significa che, premendo P1, per 1 secondo vengono ignorate nuove pressioni e quindi vengono assorbiti tutti i cosiddetti "rimbalzi" meccanici dei contatti del pulsante, garantendo una commutazione perfetta tra i due stati alto/basso.

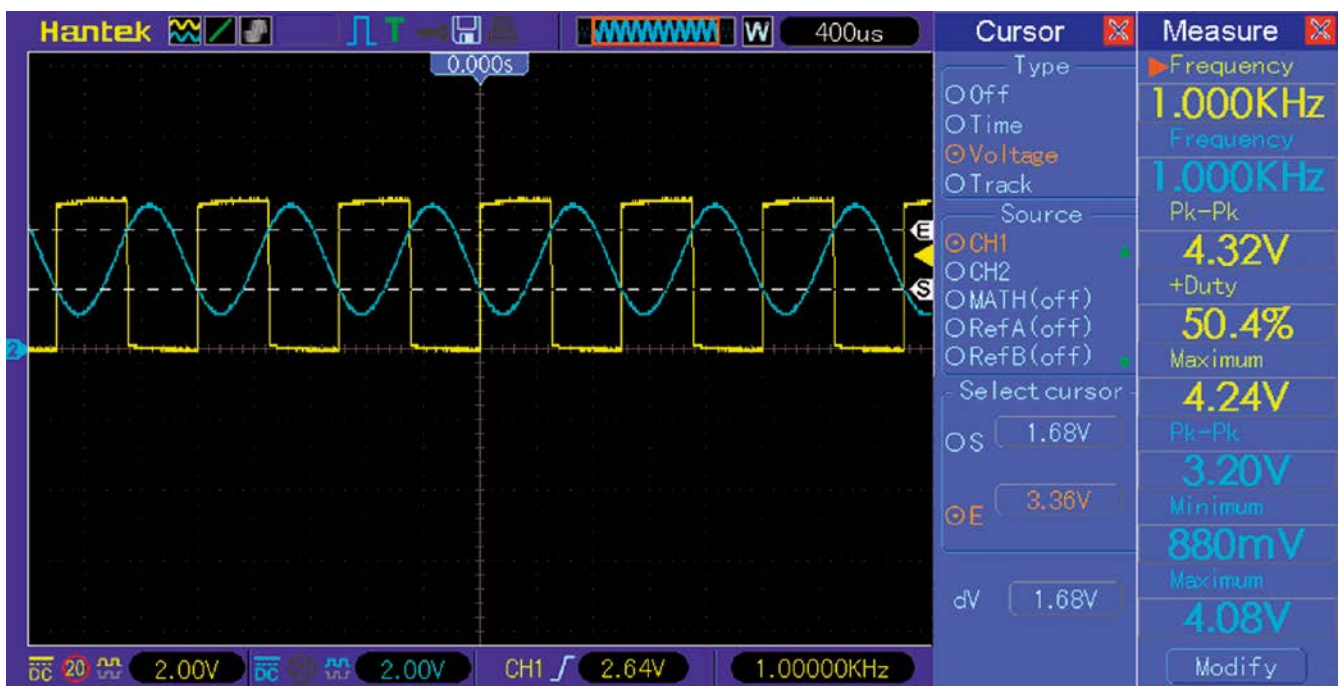
Ogni volta che P1 viene rilasciato, il partitore R1-R2 porta i pin SOGLIA/TRIGGER a $V_{cc}/2$ (6V), garantendo la condizione stabile del circuito. Per quanto riguarda l'analisi strumentale del circuito, i LED ed il DSO mostrano il cambio di stato dell'USCITA, mentre il voltmetro esterno, sui pin TRIGGER/SOGLIA, indicherà costantemente la tensione di circa 6 V; anche in questo caso il frequenzimetro non avrà alcuna utilità.

PROGETTO 9

Bistabile - Schmitt Trigger

Alimentazione 5V

Un circuito Schmitt Trigger ha la caratteristica di trasformare un segnale analogico in digitale, è un comparatore di livello, dotato di isteresi, quindi la componente analogica al di sotto di un certo livello viene convertita in stato LOW (basso), mentre quella al di sopra di un altro livello viene convertita in stato HIGH (alto), tutta la parte del segnale tra i due livelli viene ignorata e quindi mantenuta allo stesso stato della componente letta in precedenza. Nel nostro caso, in realtà, il comportamento è sfasato di 180° , per cui i valori sotto il livello inferiore assumono lo stato HIGH, mentre quelli al di sopra del livello superiore assumono lo stato LOW. La **Fig. 2**, in cui, con un DSO professionale, abbiamo rilevato il segnale in ingresso sui pin



TRIGGER/SOGLIA e quello in USCITA, renderà più chiara la nostra spiegazione. Le due linee tratteggiate sono posizionate esattamente ad $1/3 V_{cc}$ (linea S) e $2/3 V_{cc}$ (linea E). Vediamo il funzionamento del circuito. All'accensione l'USCITA è bassa, in assenza di segnale, si accende il LED rosso. L'alimentazione del circuito deve essere di valore adeguato all'ampiezza della sinusoide da squadrare, nel nostro caso abbiamo usato 5 V, valore tipico dei circuiti digitali. I due resistori R1 e R2, di valore identico, forniscono al comparatore un riferimento pari a metà della tensione di alimentazione. Collegando al connettore di ingresso un segnale sinusoidale di 5 V, riferito a 0 V, quindi senza componente negativa, fintanto che il livello della sinusoide si mantiene al di sotto di $1/3 V_{cc}$ (1,67 V), il comparatore del 555 attiva il SET del flip-flop interno, cambiandone lo stato e portando l'USCITA a livello logico HIGH (LED blu acceso), e tale si mantiene anche quando il livello della sinusoide aumenta fino a circa $2/3 V_{cc}$ (3,34 V). Solo appena tale livello viene superato, il comparatore del 555 attiva il RESET del flip-flop interno, cambiandone lo stato e portando l'USCITA a livello logico LOW (LED rosso acceso); la sinusoide continua ad aumentare fino al picco massimo e poi inizia la discesa, ma fino a che il segnale non raggiunge circa $1/3 V_{cc}$ lo stato logico dell'uscita non cambia. Solo nel momento in cui esso scende

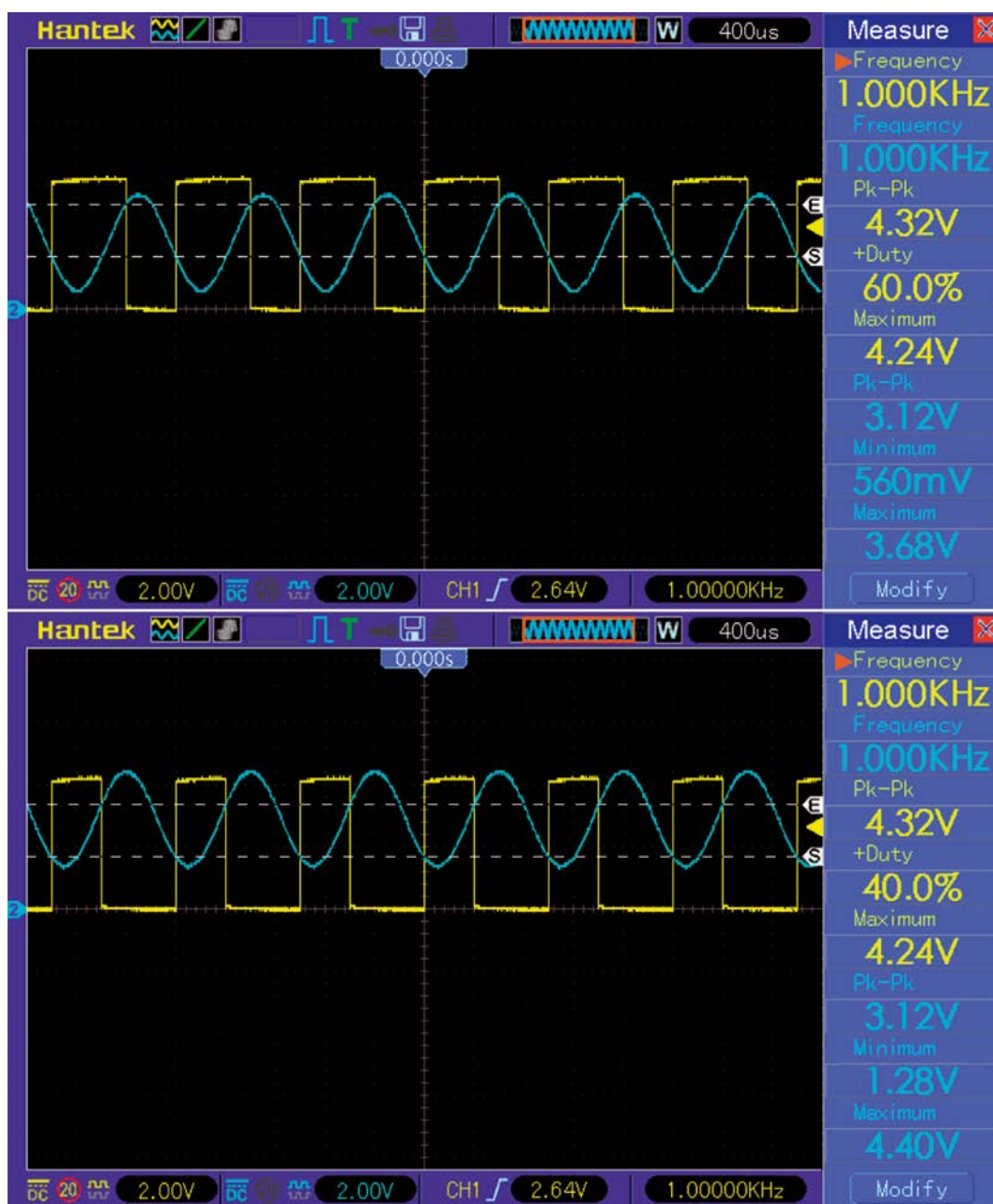
sotto $1/3 V_{cc}$ avviene il nuovo cambio di stato, che diventa nuovamente HIGH (LED blu acceso), e così via ciclicamente.

Per il nostro test abbiamo usato un segnale sinusoidale con frequenza di 1 kHz e circa 4 Vpp, con una componente continua di circa 1 V che trasla il segnale verso l'alto.

Osservando la **Fig. 2** si può vedere come il segnale sinusoidale in ingresso (celeste) venga trasformato in un segnale perfettamente quadro in uscita (giallo); i cambi di stato avvengono quando la sinusoide supera i 3,34 V ($2/3 V_{cc}$), che corrisponde al momento in cui il segnale in USCITA diventa basso, e quando la sinusoide scende al di sotto di 1,67 V ($1/3 V_{cc}$), che corrisponde al momento in cui il segnale in USCITA diventa alto. L'immagine mostra le posizioni dei cursori di riferimento (posizionati a 1,68 V e 3,36 V, una tolleranza di $\pm 1-2$ mV rispetto ai valori del comparatore è accettabilissima), che indicano chiaramente i momenti in cui avviene la commutazione da alto a basso e viceversa, in corrispondenza dei valori di tensione della sinusoide corrispondenti. Nel range di valori compresi tra $1/3$ e $2/3 V_{cc}$ l'uscita mantiene lo stato della commutazione precedente. Nella parte destra dell'immagine abbiamo riportato i valori misurati dal DSO, si può notare come non ci sia alcuna variazione della frequenza tra ingresso (celeste) e uscita (giallo). Si può notare anche che

Fig. 2
Funzionamento
del circuito bistabile
P9B.

Fig. 3
Test con il circuito
bistabile P9B.



il Duty Cycle è praticamente al 50%, ma questo avviene perché i picchi inferiore e superiore della sinusoide sono perfettamente equidistanti rispetto ai riferimenti del comparatore. Osservando la **Fig. 3** è facile constatare che, se la sinusoide viene tralata verso il basso, aumenta la durata della fase HIGH dell'onda quadra in uscita (nell'esempio il Duty Cycle è 60%); viceversa, se la sinusoide viene tralata verso l'alto, aumenta la durata della fase LOW dell'onda quadra in uscita (nell'esempio il Duty Cycle è 40%).

Nell'analisi di questo circuito, abbiamo visto la fondamentale importanza del mini DSO; i led ed il voltmetro potranno essere utili solo se il segnale in ingresso sarà a bassissima frequenza, mentre il frequenzimetro misurerà la frequenza del segnale.

PROGETTO 10: Bistabile – Interruttore crepuscolare Alimentazione 12V

Questo schema serve per segnalare il momento in cui la luce ambientale scende al di sotto di una

certa soglia. Il circuito prevede l'uso di un sensore passivo, il fotoresistore, che ha la caratteristica di variare il suo valore resistivo in base all'intensità della luce che percepisce; in particolare il modello da noi usato, in condizioni di luce molto forte misura qualche centinaio di ohm, mentre al buio totale può arrivare a diversi Mohm, quindi questo sensore ha un andamento resistivo inversamente proporzionale rispetto all'intensità luminosa.

Nota bene: Nel montare il circuito è assolutamente necessario isolare i due reofori del fotoresistore, altrimenti, se si toccano tra loro durante il funzionamento, distruggerebbero istantaneamente l'amplificatore operazionale IC1 della base del nostro analizzatore.

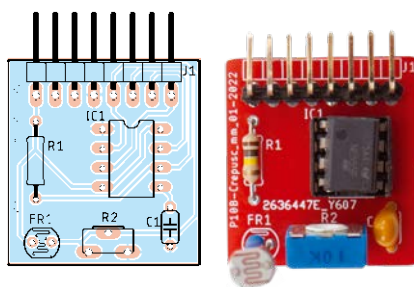
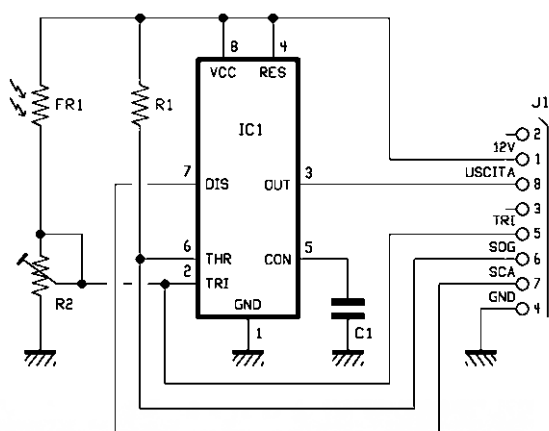
Lo stato del circuito all'accensione dipende dalla posizione del cursore del trimmer di regolazione, quindi potrebbero essere accesi indifferentemente il LED blu o quello rosso. La taratura da fare è molto semplice: bisogna creare nell'ambiente le condizioni di bassa luminosità alle quali si desidera che il circuito entri in funzione; quindi bisogna

ruotare il cursore del trimmer fino a trovare il punto limite tra l'accensione del LED blu e quella del LED rosso, infine si ruota ancora leggermente il cursore fino a trovare il punto esatto nel quale c'è il passaggio dal blu al rosso. Durante la taratura naturalmente il fotoresistore FR1 deve essere completamente libero.

Vediamo il funzionamento del circuito a taratura effettuata. Accendendolo in condizioni di piena luce, il pin TRIGGER si trova ad un valore di tensione molto alto, almeno 8 V, in quanto tale tensione sarà direttamente proporzionale alla quantità di luce percepita dal fotoresistore FR1; quindi il livello del TRIGGER è maggiore di $1/3 V_{cc}$ (4 V). Poiché il pin SOGLIA, a motivo del resistore di pull-up R1, si trova stabilmente ad una tensione prossima a quella di alimentazione, quindi ad un livello maggiore di $2/3 V_{cc}$ (8 V), l'USCITA è a livello L, per cui si accende il LED rosso. Man mano che l'intensità della luce ambientale diminuisce, la resistenza del fotoresistore FR1 aumenta e la tensione sul pin TRIGGER inizierà a diminuire, ma

PROGETTO 10

BISTABILE – INTERRUPTORE CREPUSCOLARE – ALIMENTAZIONE 12V

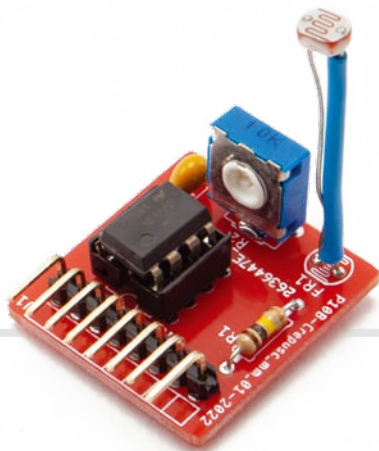


Elenco Componenti:

- R1: 100 kohm
- R2: 10 kohm trimmer M.V.
- FR1: fotoresistenza 2-20 kohm VT90N1
- C1: 10 nF ceramico
- J1: strip maschio 8 vie 90°
- IC1: NE555

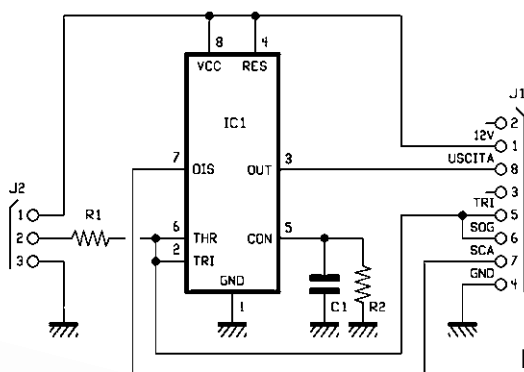
Varie:

- zoccolo 4+4 pin
- circuito stampato S1635_P10B (27,5 x 25,5 mm)



PROGETTO 11

BISTABILE – COMPARATORE – ALIMENTAZIONE 12V

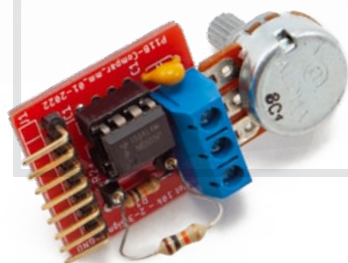
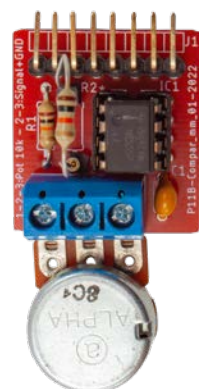
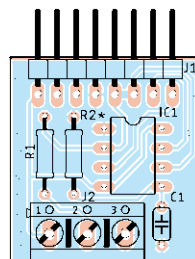


Elenco Componenti:

R1: 10 kohm
 R2: 10 kohm (vedi articolo)
 C1: 10 nF ceramico
 J1: strip maschio 8 vie 90°
 J2: morsetto da c.s. 3 poli P-5
 IC1: NE555

Varie:

- zoccolo 4+4 pin
- strip femmina 1 via
- circuito stampato S1635_P11B (27,5 x 25,5 mm)



fin tanto che sarà maggiore di $1/3 V_{cc}$, lo stato del flip-flop interno del 555 non cambierà. Nel momento in cui il pin TRIGGER si verrà a trovare al livello di $1/3 V_{cc}$ o inferiore (quindi non superiore a 4 V), il comparatore attiverà il SET del flip-flop interno e l'USCITA diventerà alta, facendo accendere il LED blu.

Quando l'intensità luminosa ambientale inizierà nuovamente ad aumentare, la tensione sul pin TRIGGER aumenterà anch'essa e, appena supererà il livello di $1/3 V_{cc}$, il comparatore attiverà il RESET del flip-flop interno e l'USCITA tornerà a livello basso, con conseguente accensione del LED rosso. In entrambe le fasi di commutazione (luce-buio o buio-luce), se la variazione della luminosità avviene lentamente, come per esempio quella del sole all'alba o al tramonto, ci sarà una fase in cui il comparatore si troverà nel punto di commutazione e si vedranno accesi entrambi i led blu e rosso. Il valore del trimmer, da noi previsto da 10 kohm, dovrebbe andare bene per la maggior parte dei fotosensori commerciali; in caso di difficoltà nella regolazione della sensibilità potrebbe essere necessario ridurlo a 5 kohm.

Nell'analisi di questo circuito naturalmente saranno utilissimi i due LED, il voltmetro ci permetterà di seguire l'andamento della tensione sul pin TRIGGER e di vedere il livello stabile sul pin SOGLIA, mentre la lettura del pin SCARICA

non avrà alcun significato. Il mini DSO mostrerà il cambio di stato logico dell'USCITA, mentre il frequenzimetro potrebbe mostrare delle misure nelle fasi di commutazione, ma saranno anch'esse prive di significato analitico.

PROGETTO 11

Bistabile – Comparatore Alimentazione 12V

Il comparatore di tensione in genere è un circuito che ha due ingressi ed una uscita; se il primo ingresso si trova ad un livello di tensione maggiore del secondo, l'uscita assume livello alto, nella condizione opposta assume livello basso. Nel nostro circuito l'ingresso è unico, avendo unito i pin TRIGGER e SOGLIA, e abbiamo una isteresi quindi, come abbiamo visto in altri casi, la commutazione avviene sopra una soglia superiore e sotto una soglia inferiore.

Nel montare questo circuito, al posto del resistore R2 bisogna saldare due header femmina, in modo da poter togliere o inserire il resistore da 10 kohm in base al test da effettuare.

Per il test si può usare una tensione variabile (tra 0 e 12 V) applicando il polo positivo al pin 2 (il centrale) del connettore di ingresso ed il polo negativo al pin 3; in alternativa si può utilizzare la tensione di alimentazione del circuito stesso (12 V) utilizzando un potenziometro da 10 kohm,

da collegare ai tre pin del connettore d'ingresso, con gli estremi ai pin laterali ed il centrale al pin centrale. In entrambi i casi potremo variare la tensione in ingresso tra 0 e 12 V.

Descriviamo il circuito applicando una tensione esterna, partendo da 0 V.

All'accensione, con la condizione di TRIGGER/SOGLIA minore di $1/3 V_{CC}$, il comparatore attiva il SET del flip-flop interno e l'USCITA è alta, il LED blu è acceso. Aumentando la tensione a passi di 1 V, quando il valore sui pin TRIGGER/SOGLIA raggiunge i $2/3 V_{CC}$ (8 V), il comparatore attiva il RESET del flip-flop interno ed avviene il cambio di stato, l'USCITA diventa bassa e si accende il LED rosso; continuando ad aumentare la tensione fino al massimo dei 12 V, l'USCITA non cambia stato. Se ora si inizia a diminuire la tensione, fintanto che il valore è tale che SOGLIA è minore di $2/3 V_{CC}$ e TRIGGER è maggiore di $1/3 V_{CC}$, quindi tra 7,9 V e 4,1 V, l'USCITA resta stabile. Solo nel momento in cui la tensione scende arriva ad $1/3 V_{CC}$ (4 V), il comparatore interno attiva nuovamente il SET del flip-flop interno e l'USCITA diventa alta, con l'accensione del LED blu; continuando a diminuire la tensione fino a 0 V, l'USCITA non cambia stato. Se si aggiunge al circuito il resistore opzionale R2, da 10 kohm, collegato tra pin 5 del 555 (CONTROLLO), si riduce il range di comparazione, infatti i cambi di stato avvengono a 6 V ($1/2 V_{CC}$), con USCITA bassa, e 3 V ($1/4 V_{CC}$) con USCITA alta. Per comprendere questo comportamento, è necessario riprendere l'immagine dello schema

interno del timer 555 (**Fig. 4**).

I tre resistori interni del 555 (ai quali abbiamo dato le sigle RP1, RP2 e RP3) danno il nome a questo timer, infatti sono da 5 kohm ognuno e costituiscono il partitore di riferimento per il comparatore.

La somma dei tre resistori è di 15 kohm; essendo applicata ai loro estremi la tensione di alimentazione (in questo caso 12 V), applicando la formula specifica otteniamo sul pin 5 (CONTROLLO) una tensione di

$$V_{\text{CONTROLLO}} = \frac{V_{CC}}{(RP1+RP2+RP3)} * (RP2+RP3) = \frac{12}{15.000} * 10.000 = 8V$$

mentre sull'altro capo di RP2 abbiamo

$$V_i = \frac{V_{CC}}{(RP1+RP2+RP3)} * RP3 = \frac{12}{15.000} * 5.000 = 4V$$

Con questi due semplici calcoli ora diventa chiaro perché i riferimenti del comparatore siano proprio questi due valori di tensione, corrispondenti rispettivamente a $2/3 V_{CC}$ e $1/3 V_{CC}$. Se ora applichiamo tra il pin CONTROLLO e massa il resistore esterno R2, diventa evidente che creiamo un parallelo tra R2 (10 kohm) e la somma di RP2 e RP3 (5+5=10 kohm); essendo entrambi i valori uguali, sappiamo che il risultato finale è

$$R = \frac{R2 * (RP2+RP3)}{R2+RP2+RP3} = \frac{10.000 * 10.000}{20.000} = 5.000 \text{ohm}$$

da ciò deduciamo che RP2 e RP3 ora valgono 2,5 kohm ciascuno.

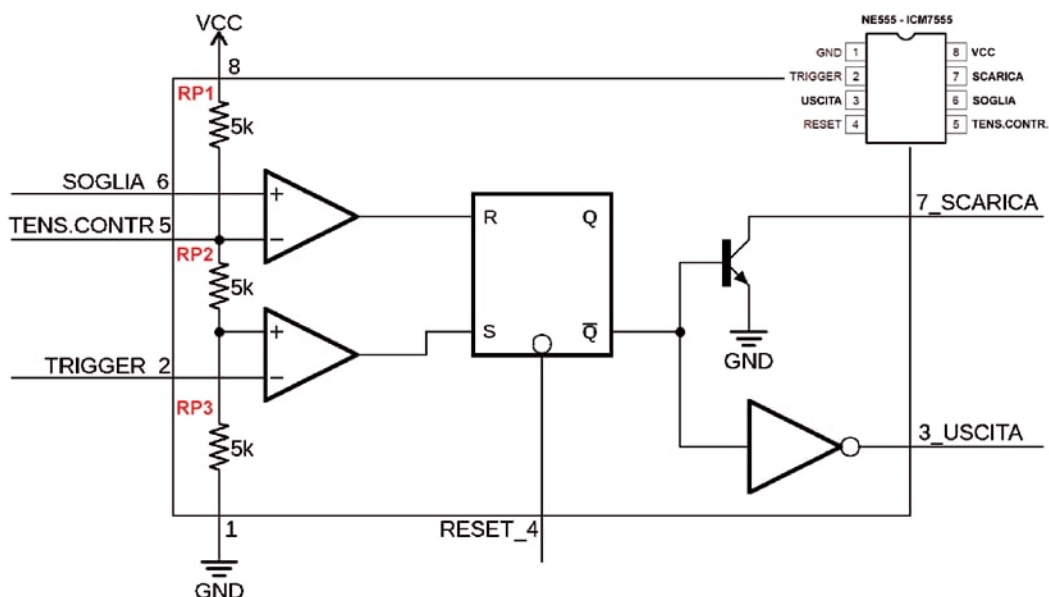
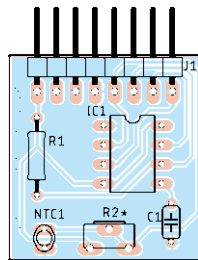
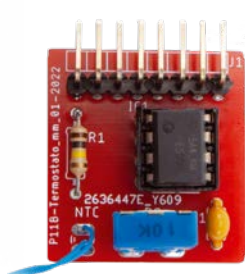
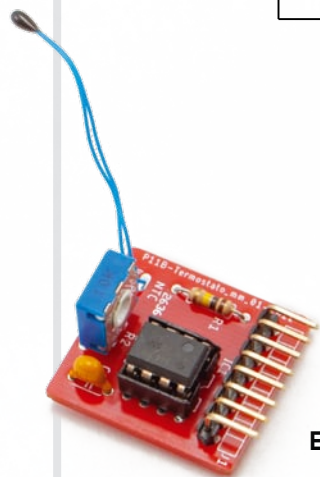
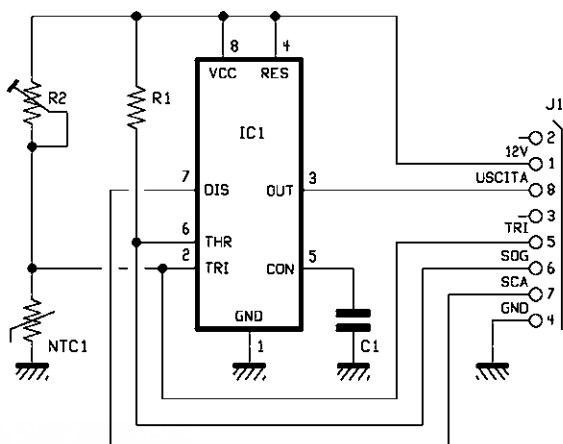


Fig. 4
Il partitore
interno del
555.

PROGETTO 12

BISTABILE – TERMOSTATO – ALIMENTAZIONE 12V



Elenco Componenti:

R1: 100 kohm
R2: 10 kohm trimmer M.V.
C1: 10 nF ceramico
J1: strip maschio 8 vie 90°
NTC: NTC 10 kohm
IC1: NE555

Varie:
- zoccolo 4+4 pin
- circuito stampato S1635_P12B (27,5 x 25,5 mm)

combinazioni delle tensioni di riferimento del comparatore. Chiaramente, cambiando la tensione di alimentazione cambiano le due tensioni, così, per esempio, se alimentiamo il timer a 5 V, senza la R2 abbiamo:

$$V_{\text{CONTROLLO}} = \frac{V_{\text{CC}}}{(R_{P1} + R_{P2} + R_{P3})} * (R_{P2} + R_{P3}) = \frac{5}{15.000} * 10.000 = 3,34V$$

circa, mentre sull'altro capo di RP2 abbiamo

$$V_{+} = \frac{V_{\text{CC}}}{(R_{P1} + R_{P2} + R_{P3})} * R_{P3} = \frac{5}{15.000} * 5.000 = 1,67V$$

circa; aggiungendo la R2 da 10 kohm le due tensioni diventano:

$$V_{\text{CONTROLLO}} = \frac{V_{\text{CC}}}{(R_{P1} + R_{P2} + R_{P3})} * (R_{P2} + R_{P3}) = \frac{5}{10.000} * 5.000 = 2,5V$$

mentre sull'altro capo di RP2 abbiamo .

$$V_{+} = \frac{V_{\text{CC}}}{(R_{P1} + R_{P2} + R_{P3})} * R_{P3} = \frac{5}{10.000} * 2.500 = 1,25V$$

Se invece della tensione variabile si collega al connettore un potenziometro da 10 kohm, i suoi estremi si troveranno collegati ai 12 V di alimentazione della scheda e, ruotando il perno, si otterrà la tensione variabile, con lo stesso comportamento descritto prima.

Nell'analisi di questo circuito, come per la maggior parte dei circuiti bistabili, saranno utili i due LED, il voltmetro ci permetterà di leggere la tensione variabile applicata ai pin TRIGGER/SOGLIA, mentre la lettura del pin SCARICA non avrà alcun significato. Il mini DSO mostrerà il cambio di stato logico dell'USCITA, mentre il frequenzimetro non avrà alcuna utilità.

PROGETTO 12

Bistabile – Termostato – Alimentazione 12V

Questo schema serve per segnalare il momento in cui la temperatura supera una certa soglia. Il circuito prevede l'uso di un sensore passivo, l'NTC o termistore negativo, che ha la caratteristica di variare il suo valore resistivo al variare della temperatura che percepisce; in particolare il modello da noi usato, a 25 °C ha un valore di circa 10 kohm, che diminuisce all'aumentare della temperatura. Per il buon funzionamento di questo circuito occorre scegliere un sensore idoneo, infatti se bisogna leggere temperature

Se applichiamo ora le due formule precedenti otteniamo:

$$V_{\text{CONTROLLO}} = \frac{V_{\text{CC}}}{(R_{P1} + R_{P2} + R_{P3})} * (R_{P2} + R_{P3}) = \frac{12}{10.000} * 5.000 = 6V$$

mentre sull'altro capo di RP2 abbiamo

$$V_{+} = \frac{V_{\text{CC}}}{(R_{P1} + R_{P2} + R_{P3})} * R_{P3} = \frac{12}{10.000} * 2.500 = 3V$$

Questi due valori corrispondono rispettivamente a 1/2 Vcc e 1/4 Vcc.

Avendo ora compreso il principio, con l'opportuno valore di R2 possiamo ottenere diverse

molto elevate, dell'ordine del centinaio di gradi centigradi, serve un sensore con ampia escursione di temperatura, se invece si vuole controllare la temperatura ambientale, l'NTC deve avere un'escursione dell'ordine di qualche decina di gradi. Trascurando questo fondamentale dato la sensibilità sarebbe eccessiva nel primo caso e scarsissima nel secondo. Attenzione che se utilizzate il circuito per rilevare la temperatura ambientale potrebbe essere necessario aumentare il valore del trimmer R2. Il sensore da noi usato appartiene al primo tipo, ed abbiamo effettuato il test rilevando la temperatura del piatto riscaldato di una stampante 3D.

Lo stato del circuito all'accensione dipende dalla posizione del cursore del trimmer di regolazione, quindi potrebbero essere accesi indifferentemente il LED blu o quello rosso. La taratura da fare è molto semplice: bisogna esporre l'NTC alla temperatura da segnalare quindi occorre ruotare il cursore del trimmer fino a trovare il punto limite tra l'accensione del LED blu e quella del LED rosso, infine si ruota ancora leggermente il cursore fino a trovare il punto esatto nel quale c'è il passaggio dal blu al rosso. Vediamo il funzionamento del circuito a taratura effettuata. Accendendolo in condizioni di temperatura inferiore a quella da segnalare, il pin TRIGGER si trova ad un valore di tensione maggiore di $1/3 V_{cc}$ (4 V), e tale tensione sarà inversamente proporzionale alla temperatura rilevata dal sensore NTC1, per cui più è bassa la temperatura e maggiore sarà la tensione sul pin. Poiché il pin SOGLIA, a motivo del resistore di pull-up R1, si trova stabilmente ad una tensione prossima a quella di alimentazione, quindi ad un livello maggiore di $2/3 V_{cc}$ (8 V), l'USCITA è a livello L, per cui si accende il LED rosso. Man mano che la temperatura aumenta, la resistenza dell'NTC1 diminuisce e la tensione sul pin TRIGGER inizierà a diminuire, ma fintanto che sarà maggiore di $1/3 V_{cc}$, lo stato del flip-flop interno del 555 non cambierà. Nel momento in cui il pin TRIGGER si verrà a trovare al livello di $1/3 V_{cc}$ o inferiore (quindi non superiore a 4 V), il comparatore attiverà il SET del flip-flop interno e l'USCITA diventerà alta, facendo accendere il LED blu.

Quando la temperatura inizierà nuovamente a diminuire, la tensione sul pin TRIGGER aumenterà e, appena supererà il livello di $1/3 V_{cc}$, il comparatore attiverà il RESET del flip-flop interno e l'USCITA tornerà a livello basso, con conseguente accensione del LED rosso. In entrambe le fasi di commutazione, se la variazione della temperatura

avviene lentamente, come per esempio quella ambientale, ci sarà una fase in cui il comparatore si troverà nel punto di commutazione e si vedranno accesi entrambi i led blu e rosso.

Il valore del trimmer, da noi previsto da 10 kohm, va sicuramente bene per gli NTC commerciali per alte temperature; in caso di uso con temperature ambientali, se incontrate difficoltà nella regolazione della sensibilità, potrebbe essere necessario aumentarlo anche fino a 100 kohm. Nell'analisi di questo circuito naturalmente saranno utilissimi i due LED, il voltmetro ci permetterà di seguire l'andamento della tensione sul pin TRIGGER e di vedere il livello stabile sul pin SOGLIA, mentre la lettura del pin SCARICA non avrà alcun significato. Il mini DSO mostrerà il cambio di stato logico dell'USCITA, mentre il frequenzimetro potrebbe mostrare delle misure nelle fasi di commutazione, ma saranno anch'esse prive di significato analitico.

CONCLUSIONI

Con quest'ultimo circuito termina qui la nostra carrellata di schede per testare il nostro Analizzatore per il timer 555. Abbiamo visto le tre tipologie circuitali e vi abbiamo dato moltissimi spunti per realizzare schemi personalizzati, vista la grande versatilità di questo validissimo circuito integrato. Un suggerimento operativo che possiamo darvi è di realizzare i vostri prototipi su una breadboard e poi collegare l'alimentazione ed i 4 pin fondamentali, ossia il 2 (TRIGGER), il 3 (USCITA), il 6 (SOGLIA) ed il 7 (SCARICA), all'Analizzatore, mediante dei comuni cavetti jumper, avrete così modo di verificare il corretto funzionamento della vostra idea ed apportare delle modifiche, se necessarie, prima di montare tutto su un circuito stampato definitivo. □



Cosa occorre?

Il componente principale di questo progetto, il timer 555 (cod. 555), è disponibile a Euro 0,60. Il Mini DSO (cod. DSO138MINI) è in vendita a Euro 68,00.

I circuiti stampati possono essere realizzati utilizzando il servizio di prototipazione dei PCB (cod. PCBPRODUCTION).

Il materiale va richiesto a:

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



Fai il pieno di energia!

€ 12,⁹⁰
Cod. UL45-6



6V-4,5AH

Batteria ricaricabile ULTRACELL al piombo senza manutenzione

Batterie al piombo senza manutenzione, ad alta densità d'energia e a bassissima autoscarica, prodotte dalla ULTRACELL. Per uso generico, la loro robustezza e affidabilità le consentono un ampio campo di applicazioni: solare, antifurto, backup, UPS, illuminazione d'emergenza ecc. La modalità di ricarica consigliata è quella a corrente costante.

12V-1,3AH



€ 13,⁹⁰
Cod. UL13-12



12V-7AH

€ 26,⁹⁰
Cod. UL7-12

6V-1,3AH



€ 7,⁹⁰
Cod. UL13-6



6V-3,4AH

€ 11,⁹⁰
Cod. UL34-6



Batterie ricaricabili al Ni-MH VARTA "Ready To Use"



€ 12,⁰⁰

Cod. HR03AAA800



€ 13,⁰⁰

Cod. HR6AA2100



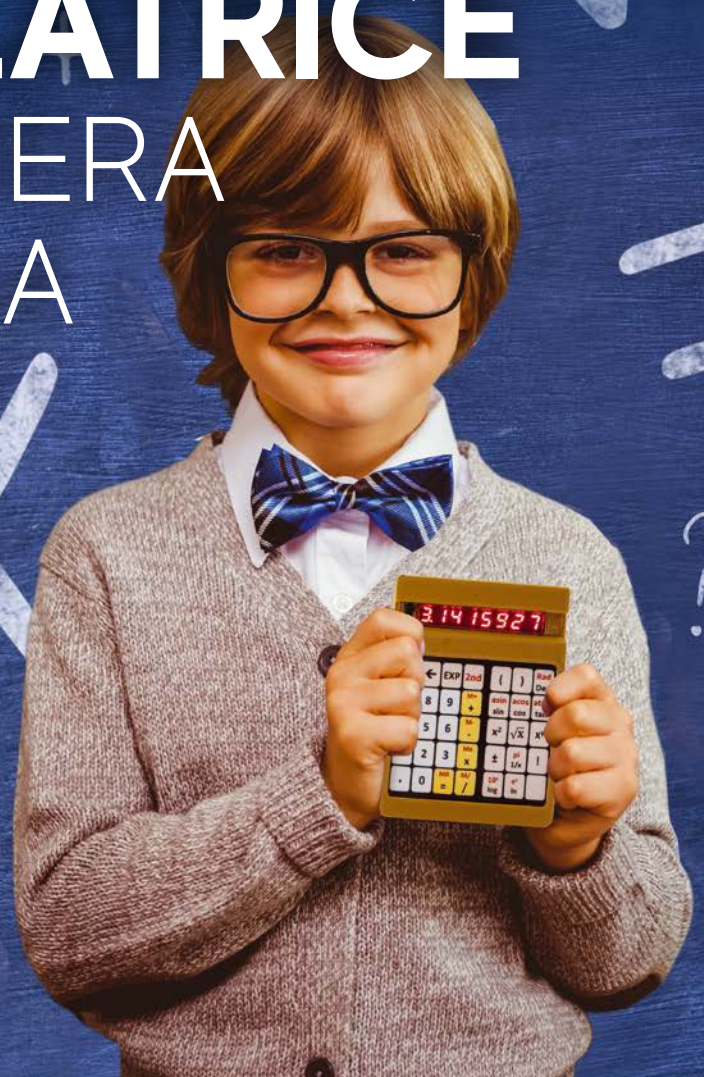
€ 13,⁸⁰

Cod. HR14C3000

Prezzi IVA inclusa.

CALCOLATRICE CON TASTIERA ANALOGICA

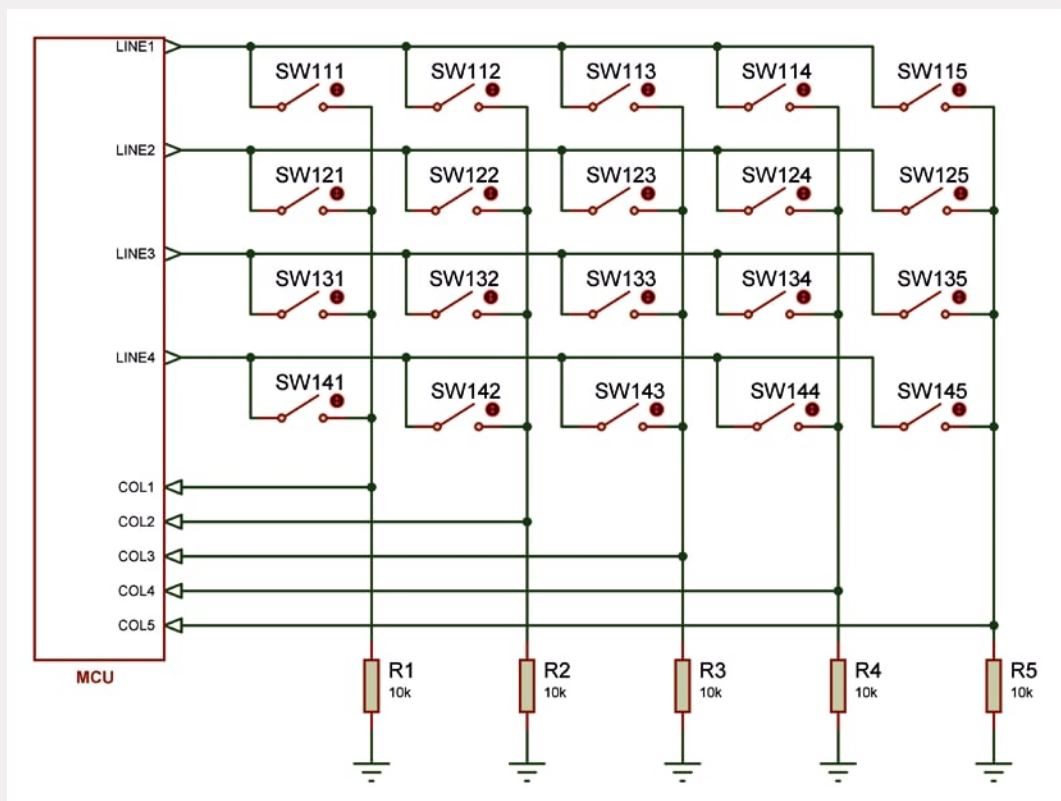
di STEFANO PURCHIARONI



Riscopriamo la classica calcolatrice in un progetto il cui aspetto vintage cela una tecnica raffinata di lettura dei tasti. Prima puntata.

Tra le tante funzioni degli smartphone e dei sistemi operativi per Personal Computer troviamo la calcolatrice, persino in versione scientifica, tanto utile per gli studenti e i progettisti elettronici; ma il fascino della calcolatrice tradizionale, tascabile o da tavolo, magari con il display elettroluminescente o a LED, è impareggiabile. Per questo abbiamo deciso di rispolverare questo strumento e riproporlo in versione un po' originale, stile anni '70 del secolo scorso, con il classico display a diodi luminosi rossi ma con tastiera analogica. Per spiegare cosa significa ciò, considerate che normalmente le tastiere hanno i tasti collegati con un polo a una linea chiamata "riga" e l'altro a una linea detta "colonna"; righe e colonne fanno capo ciascuna a un I/O digitale di un microprocessore o microcontrollore. In questo articolo opteremo invece per un'altra soluzione, che

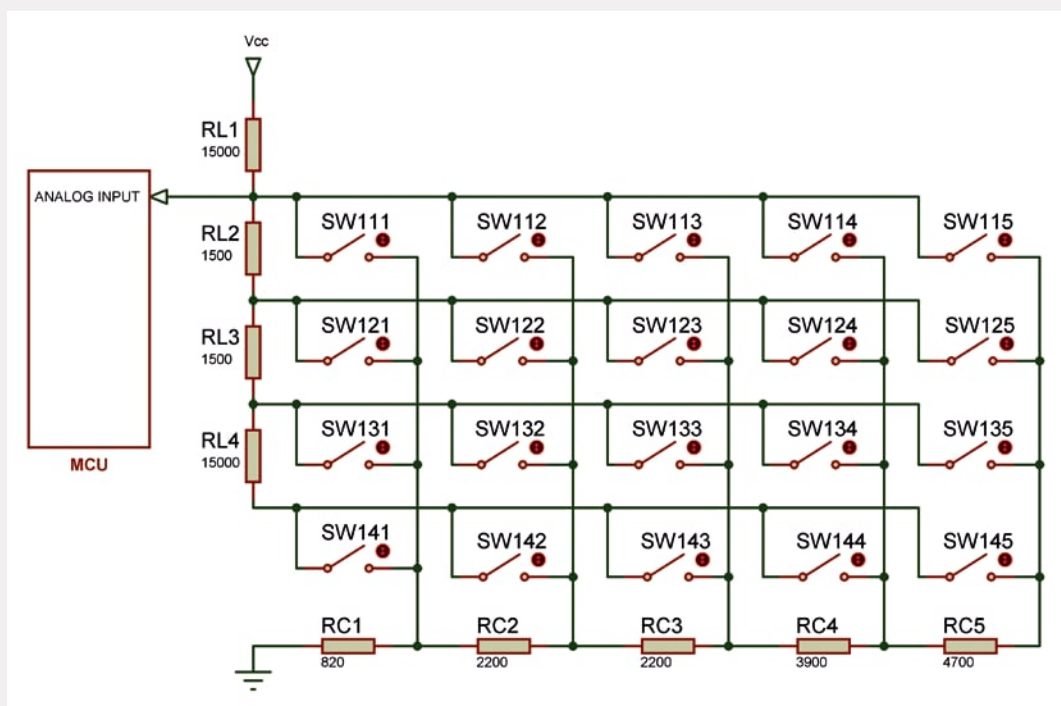
➔ **Fig. 1**
Tastiera digitale a
matrice.



sfrutta il convertitore analogico-digitale presente normalmente nei microcontrollori: tale soluzione, come vedremo, consente di scegliere un micro con

pochi I/O e semplifica la connessione della tastiera. In pratica la nostra calcolatrice sarà composta da un solo integrato e da una manciata di resistenze.

➔ **Fig. 2**
Tastiera analogica.



TASTIERA ANALOGICA E DIGITALE

Il collegamento di classica una tastiera a matrice ricalca l'esempio mostrato in **Fig. 1**. Il microcontrollore pone ciclicamente a livello alto le uscite digitali LINE1...LINE4 e a vuoto, tutti i pin di input del microcontrollore connessi alle colonne COL1...COL5 rilevano un livello logico basso. Ma chiudendo, ad esempio, il tasto SW123 all'intersezione della seconda linea e terza colonna, l'ingresso COL3 sarà alto quando l'uscita LINE2 verrà posta allo stesso livello. Questo ciclo di scansione permette quindi al microcontrollore di distinguere il tasto premuto, a fronte dell'impiego di un numero di pin pari alla somma delle linee e colonne della tastiera. Siccome questo numero può essere elevato, è possibile optare per la soluzione analogica. Questa tecnica permette di spostare il problema della discriminazione del tasto premuto ad una analisi del livello di tensione prodotto da un partitore resistivo, che viene attivato dalla pressione del tasto stesso. Vediamo un esempio in **Fig. 2**, con la stessa matrice di tasti vista nella versione digitale ma con l'ingaggio di un solo piedino del microcontrollore. A vuoto, il PIN "Analog Input" vede una tensione pari a V_{CC} che supponiamo sia di 5V. La sua conversione Analogico-Digitale su 10 bit produrrà un valore pari a 1023. La pressione del tasto SW123 creerà un partitore resistivo formato da $RL1+RL2$ nel ramo connesso a V_{CC} , e da $RC1+RC2+RC3$ nel ramo collegato a massa, con conseguente riduzione della tensione visibile dal micro a 1,201V che, dopo la conversione, risulterà in un valore pari a 246. All'aumentare del numero di tasti è difficoltoso

determinare manualmente i valori delle resistenze RL e RC da porre ai bordi della matrice. In particolare, si rischia di avere due o più valori troppo vicini tra loro, in corrispondenza della pressione dei tasti, con il potenziale risultato di non riuscire a discriminarli. Per questo abbiamo creato un programma utilizzando il compilatore basic Open Source "FreeBasic", scaricabile ed utilizzabile liberamente su vari sistemi operativi, PC o Mac; questo programma esegue una ricerca secondo criteri che esponiamo di seguito. Il parametro più importante da considerare nella progettazione di una tastiera analogica è la più piccola distanza digitale nelle letture a fronte della pressione dei pulsanti. Nel caso di **Fig. 2**, la minima distanza risultante è di 25 unità digitali su 1.024, ponendoci nel caso di un ADC a 10 bit. Secondariamente, occorre limitare l'impedenza totale della rete resistiva vista dal convertitore Analogico-Digitale del microcontrollore, per non introdurre errori di lettura. La massima impedenza nel nostro caso si ottiene premendo SW145, e vale circa 6.700 ohm. Adottando come riferimento il microcontrollore PIC18F2620 della Microchip, questo valore supera quello raccomandato dal relativo Datasheet: "The maximum recommended impedance for analog sources is 2,5 k". Tuttavia, sulla base dei calcoli riportati nello stesso Datasheet, e sul modello degli Input digitali visibile in **Fig. 3**, la maggior impedenza in ingresso dilata solo il tempo di raccolta della carica elettrica da 2,5 a circa 7,5 micro-secondi, un valore non certo critico per l'interazione umana. Diversamente, tale aumento nel tempo conversione ridurrebbe notevolmente le prestazioni in una appli-

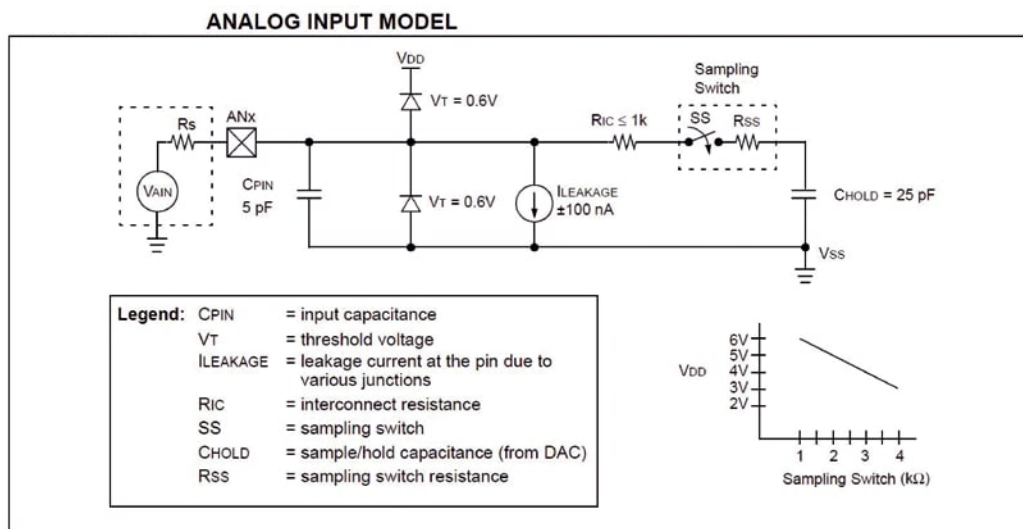


Fig. 4
Impostazione
del clock di
conversione ADCS.

REGISTER 19-3: ADON2: A/D CONTROL REGISTER 2

	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	ADFM	—	ACQT2	ACQT1	ACQT0	ADCS2	ADCS1	ADCS0
bit 7								bit 0

bit 7

ADFM: A/D Result Format Select bit

1 = Right justified

0 = Left justified

bit 6

Unimplemented: Read as '0'

bit 5-3

ACQT2:ACQT0: A/D Acquisition Time Select bits

111 = 20 TAD

110 = 16 TAD

101 = 12 TAD

100 = 8 TAD

011 = 6 TAD

010 = 4 TAD

001 = 2 TAD

000 = 0 TAD⁽¹⁾

bit 2-0

ADCS2:ADCS0: A/D Conversion Clock Select bits

111 = FRC (clock derived from A/D RC oscillator)⁽¹⁾

110 = Fosc/64

101 = Fosc/16

100 = Fosc/4

011 = FRC (clock derived from A/D RC oscillator)⁽¹⁾

010 = Fosc/32

001 = Fosc/8

000 = Fosc/2

Note 1:

If the A/D FRC clock source is selected, a delay of one T_{CY} (instruction cycle) is added before the A/D clock starts. This allows the SLEEP instruction to be executed before starting a conversion.

Legend:

R = Readable bit

W = Writable bit

U = Unimplemented bit, read as '0'

-n = Value at POR

'1' = Bit is set

'0' = Bit is cleared

x = Bit is unknown

cazione Real-Time nel settore del Data Sensing, che però esula dal nostro progetto. Di fatto, restando al di sotto di 100 khm non si rilevano alterazioni. La configurazione del PIC va modificata per accettare una impedenza elevata, rallentando il clock di conversione tramite impostazione dei bit ADCS del registro ADCON2. La **Fig. 4** riporta quanto descritto da Datasheet, al quale vi rimandiamo per eventuali approfondimenti.

Per migliorare la discriminazione tra i tasti occorre massimizzare la "Minima differenza tra i valori digitali", in modo da ridurre il rischio di ambiguità nell'interpretazione del livello di tensione durante una "veloce" lettura della tastiera. La domanda che a questo punto sorge spontanea è: "Con quale metodo calcoliamo le resistenze ottimali per le Linee e le Colonne?".

Un approccio puramente analitico porta ad un sistema indeterminato di equazioni, perché le relazioni indipendenti che si possono creare con le leggi di Kirkhoff sono insufficienti rispetto al numero

di incognite, che per noi sono le resistenze di Linea RL_x e di Colonna RC_x.

Adottando però una "tecnica mista" basata su un ciclo di ricerca dove vengono fatte variare alcune delle variabili in gioco, permette di ottenere ottimi risultati. Si parte dal calcolo delle resistenze a fronte di tensioni generate casualmente per la prima linea e prima colonna di pulsanti, per calcolare infine le tensioni nella parte centrale della matrice. Durante la ricerca, il programma mette via via da parte la "Miglior rete" e prosegue ad oltranza, fino ad interruzione utente o al raggiungimento di un obiettivo.

Le formule usate sono riportate qui di seguito, a partire dalla relazione tra V_{ij} e le resistenze di linea RL_i e di colonna RC_j:

$$V_{ij} = 1 - RL_1 / (\Sigma(RL, 1, i) + \Sigma(RC, 1, j)) \quad [1]$$

Imponendo un valore ad RL₁ ed alle tensioni di partitore ottenute dai pulsanti disposti sulla prima linea



e prima colonna, si possono poi ricavare in sequenza i valori delle resistenze RC ed RL:

```
RC1=RL1*(1/(1-V11))-1-S : S = S+RC1
RC2=RL1*(1/(1-V12))-1-S : S = S+RC2
RC3=RL1*(1/(1-V13))-1-S : S = S+RC3
RC4=RL1*(1/(1-V14))-1-S : S = S+RC4
RC5=RL1*(1/(1-V15))-1-S : S = S+RC5
RL2=RL1*(1/(1-V21)-(RC1/RL1))-1-S : S = S+RL2
RL3=RL1*(1/(1-V31)-(RC1/RL1))-1-S : S = S+RL3
RL4=RL1*(1/(1-V41)-(RC1/RL1))-1-S : S = S+RL4
```

Una volta calcolate le RC e RL, con la formula **[1]** si ricavano le altre tensioni e si calcola infine MinDiff come valore più piccolo tra le differenze ottenute da ogni coppia di tensioni $V_{ij}-V_{i'j'}$. Il ciclo parte dalla generazione casuale delle tensioni V_{ij} entro i limiti previsti, e di RL1. Dopo la generazione conseguente delle RL e RC, si scartano tutti i casi dove la Rs ottenuta è superiore ad un limite impostato, e si mette da parte la Miglior Rete ottenuta, ovvero quella che fornisce la maggiore MinDiff.

Il programma "Matrix.exe" scaricabile dal sito è eseguibile sotto Windows (da XP in poi). La **Fig. 5**

mostra la sua interfaccia grafica dopo dieci minuti e 50 milioni di iterazioni. L'ottimizzazione procede in modo asintotico, raggiungendo in pochi minuti una MinDiff abbastanza elevata, ma lasciandolo in esecuzione esso cerca continuamente di ottimizzarla. L'utente lo può interrompere in qualunque momento, accontentandosi del risultato migliore ottenuto dall'avvio fino all'arresto:

Il programma prevede, in alternativa all'avanzamento per generazione casuale di Tensioni, di scegliere altri due possibili metodi: generazione casuale dei valori delle resistenze, e generazione incrementale, fattibile solo per piccole tastiere, pena l'esecuzione per mesi su un computer normale.

Ho eseguito varie sessioni fino a matrici di 10x10 pulsanti, al fine di graficare l'andamento della MinDiff rispetto alle dimensioni della matrice. In linea generale, il programma Matrix eseguito per almeno due giorni con diverse dimensioni della matrice di tasti indica un andamento come quello mostrato in **Fig. 6**. Il trend è rappresentato dalla linea tratteggiata.

Considerando i possibili errori di lettura, mitigabili eseguendo letture di conferma, la dimensione raccomandata della matrice di tasti non dovrebbe

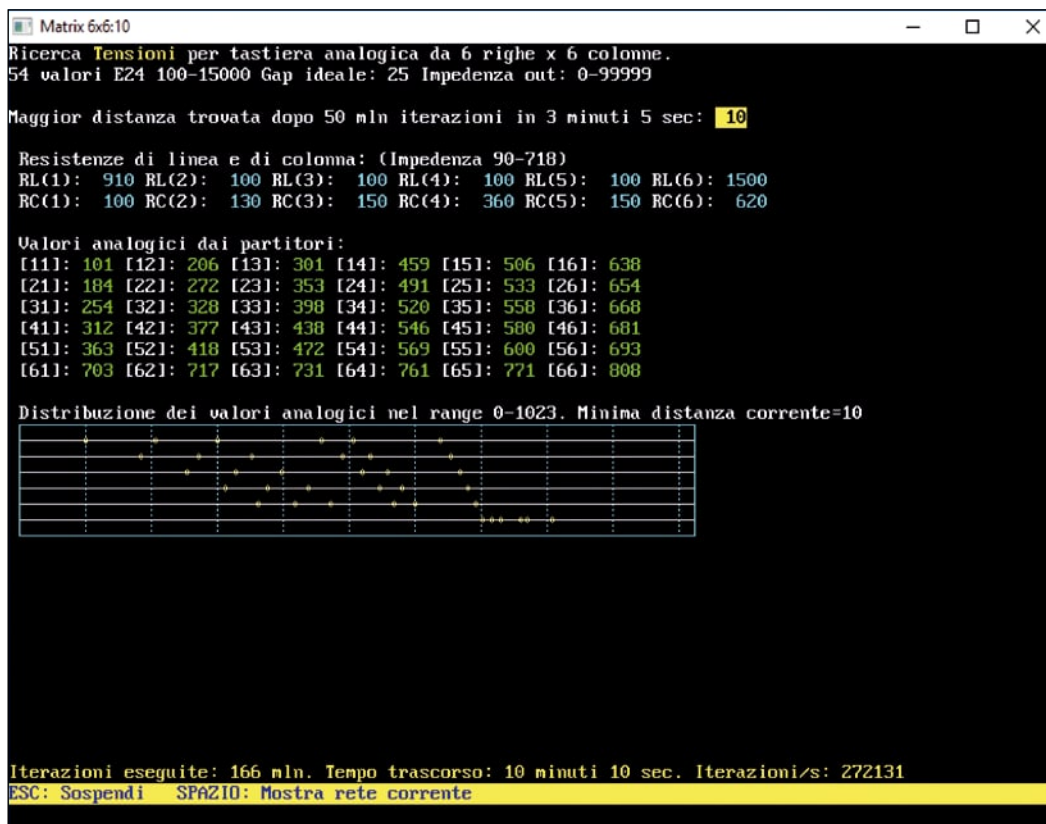
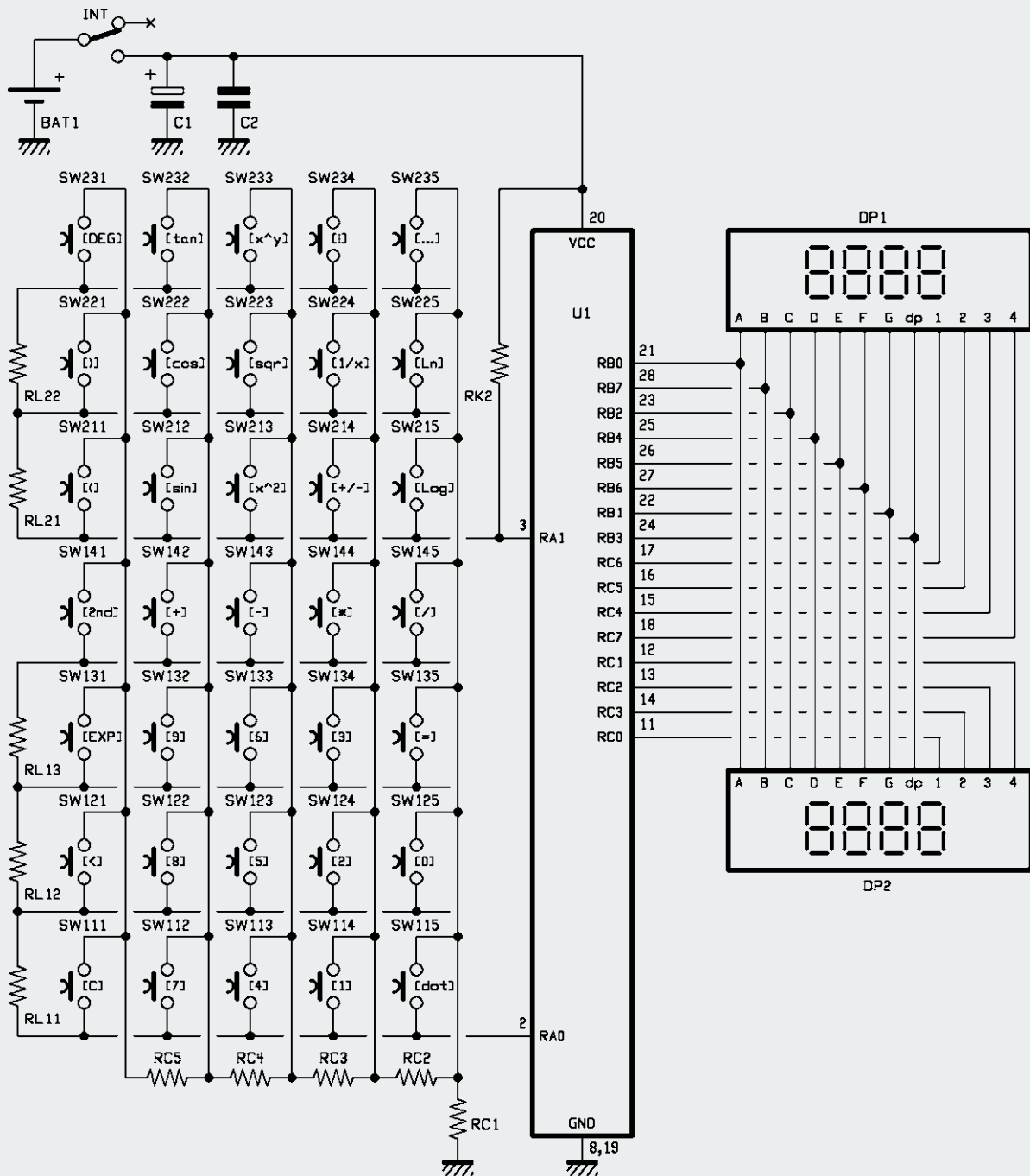


Fig. 5
Il programma Matrix.exe dopo 10 minuti di calcolo su una tastiera 6x6.



superare i 64 contatti. Per esempio 8 righe per 8 colonne. Al superamento di 72 tasti si scende sotto le 4 unità digitali, restando sempre nell'ipotesi di un ADC a 10 bit. Per evitare rischi di ambiguità nella discriminazione del tasto da parte del microcodice si può adottare un ADC a 12 bit, proprio di altri modelli di microcontrollore. Lasciamo al lettore questo filone di sperimentazione.

Il programma Matrix genera un disegno dello schema in formato Bitmap, ed un file di testo con codice C direttamente utilizzabile per la stesura del firmware applicativo. In **Fig. 7** un output ottenuto dal calcolo per una tastiera da 42 tasti disposti in 6 righe per 7 colonne.

Il codice generato va chiamato per ogni operazione di lettura. La funzione ADC_Read è propria del

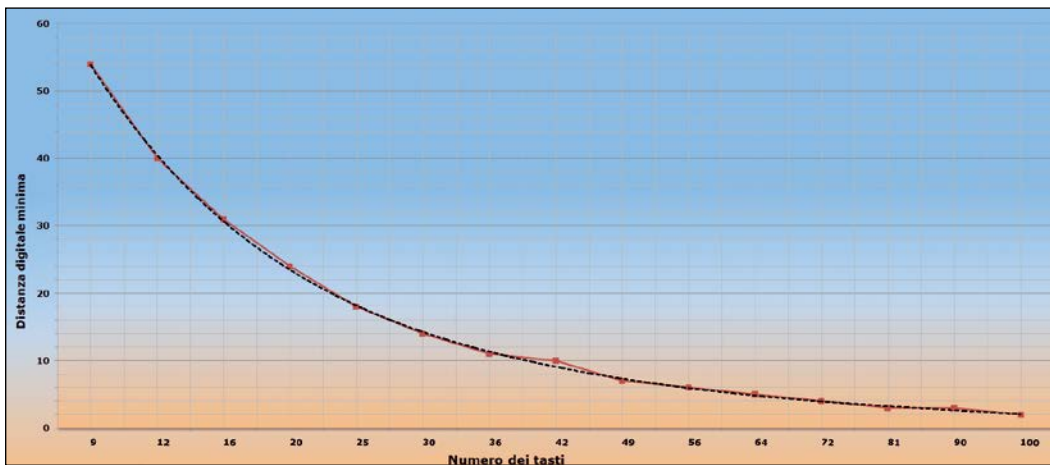
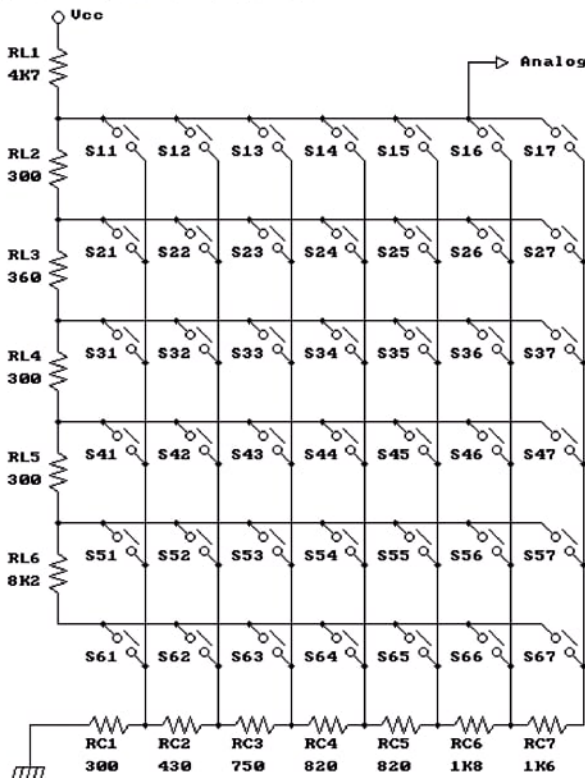


Fig. 6
Minima
Distanza
digitale in
funzione del
numero di
tasti.

Analog keypad with 6 rows and 7 columns.
Use the generated C code for application.
Minimum digital gap: 10 (48 mV for $V_{dd}=5V$)
Max offered impedance : 3.6 Kohm



Suggested structures and code parts for a 6R x 7C Keypad management:
(Code generated with the Matrix program)

```
// Required resistors
// RL1:4700 RL2:300 RL3:360 RL4:300 RL5:300 RL6:8200
// RC1:300 RC2:430 RC3:750 RC4:820 RC5:820 RC6:1800 RC7:1600

// Keypad offset: to distinguish among multiple Keypads
#define KP1_OFFS 100

// Key discrimination for Keypad #1
an = Adc_Read(KP1_CHANNEL); // Get Analog output from network
k0 = 0; // No key pressed, per default
if ((an>57)&&(an<65)) k0 = KP1_OFFS + 11
else if ((an>134)&&(an<143)) k0 = KP1_OFFS + 12
else if ((an>241)&&(an<249)) k0 = KP1_OFFS + 13
else if ((an>332)&&(an<340)) k0 = KP1_OFFS + 14
else if ((an>404)&&(an<412)) k0 = KP1_OFFS + 15
else if ((an>519)&&(an<527)) k0 = KP1_OFFS + 16
else if ((an>590)&&(an<598)) k0 = KP1_OFFS + 17
else if ((an>112)&&(an<120)) k0 = KP1_OFFS + 21
else if ((an>100)&&(an<108)) k0 = KP1_OFFS + 22
else if ((an>277)&&(an<285)) k0 = KP1_OFFS + 23
else if ((an>360)&&(an<368)) k0 = KP1_OFFS + 24
else if ((an>427)&&(an<435)) k0 = KP1_OFFS + 25
else if ((an>534)&&(an<542)) k0 = KP1_OFFS + 26
else if ((an>602)&&(an<610)) k0 = KP1_OFFS + 27
else if ((an>170)&&(an<178)) k0 = KP1_OFFS + 31
else if ((an>229)&&(an<237)) k0 = KP1_OFFS + 32
else if ((an>316)&&(an<324)) k0 = KP1_OFFS + 33
else if ((an>391)&&(an<399)) k0 = KP1_OFFS + 34
else if ((an>452)&&(an<460)) k0 = KP1_OFFS + 35
else if ((an>551)&&(an<559)) k0 = KP1_OFFS + 36
else if ((an>614)&&(an<622)) k0 = KP1_OFFS + 37
else if ((an>212)&&(an<220)) k0 = KP1_OFFS + 41
else if ((an>267)&&(an<275)) k0 = KP1_OFFS + 42
else if ((an>346)&&(an<354)) k0 = KP1_OFFS + 43
else if ((an>415)&&(an<423)) k0 = KP1_OFFS + 44
else if ((an>471)&&(an<479)) k0 = KP1_OFFS + 45
else if ((an>565)&&(an<573)) k0 = KP1_OFFS + 46
else if ((an>624)&&(an<632)) k0 = KP1_OFFS + 47
else if ((an>251)&&(an<259)) k0 = KP1_OFFS + 51
else if ((an>300)&&(an<308)) k0 = KP1_OFFS + 52
else if ((an>373)&&(an<381)) k0 = KP1_OFFS + 53
else if ((an>437)&&(an<445)) k0 = KP1_OFFS + 54
else if ((an>489)&&(an<497)) k0 = KP1_OFFS + 55
else if ((an>577)&&(an<585)) k0 = KP1_OFFS + 56
else if ((an>634)&&(an<642)) k0 = KP1_OFFS + 57
else if ((an>686)&&(an<694)) k0 = KP1_OFFS + 61
else if ((an>696)&&(an<704)) k0 = KP1_OFFS + 62
else if ((an>712)&&(an<720)) k0 = KP1_OFFS + 63
else if ((an>727)&&(an<735)) k0 = KP1_OFFS + 64
else if ((an>741)&&(an<749)) k0 = KP1_OFFS + 65
else if ((an>767)&&(an<775)) k0 = KP1_OFFS + 66
else if ((an>786)&&(an<794)) k0 = KP1_OFFS + 67
```

Fig. 7
Output generato
da Matrix per una
matrice 6x7.

compilatore MikroC e va adattata se si utilizzano altri tipi di compilatori. È preferibile eseguire letture di controllo, prima di convalidare il valore acquisito, implementando così un semplice metodo di Anti-Rimbalzo. Per i valori delle resistenze è stata scelta la serie E24, ma è possibile eseguire il programma indicando la serie E12. In questo caso però la Min-Diff raggiunta sarà inferiore a 10.

Un'ulteriore considerazione riguarda la precisione ed accuratezza dei valori delle resistenze commerciali. Scegliamo una serie, per esempio la E24. La sua "precisione" teorica è del 5%. Questo significa unicamente che se si desidera un valore X qualsiasi, esso discosterà dal valore più prossimo di quella serie non oltre il 5%. La "accuratezza" invece, ovvero lo scarto tra il valore di targa e quello misurato, è in

→ **Fig. 8**
Parametri di lavoro
di Matrix.

```

Matrix
-----
Programma di generazione della rete resistiva per una tastiera analogica. Matrix V1.0
[Support: www.purchiaroni.com info@purchiaroni.com]

Parametri di configurazione corrente:
Numero di righe           (tra 2 e 10)      : 4
Numero di colonne         (tra 2 e 10)      : 5
Valore minimo resistenze   (tra 100 e 99999) : 100
Valore massimo resistenze (tra 100 e 99999) : 15000
Valore minimo impedenza output (tra 100 e 99999) : 100
Valore massimo impedenza output (tra 100 e 99999) : 35000
Serie resistiva (1:E12, 2:E24) (tra 1 e 2)      : 2
Tipo di ricerca (1:incr,2:rand,3:vlt) (tra 1 e 3)      : 3
Minima distanza tra i valori digitali (tra 0 e 100)    : 25

Usate 53 resistenze della serie E24 tra 100 e 15000 ohm.

U: Usa la configurazione mostrata. M: Modificala. L: Genera output da logfile. Q: Abbandona

```

generale migliore. Sempre per le E24, il costruttore si mantiene di solito al di sotto dell' 1%. Per limitare imprecisioni nella lettura dovute a valori non accurati delle resistenze impiegate, si consiglia tuttavia di misurarle con uno strumento di qualità in un pool di campioni, scegliendo quella più vicina al valore riportato nello schema.

Le variazioni di temperatura influenzano l'intero insieme di resistenze, mitigando ampiamente la deviazione nei valori generati dai partitori.

Un secondo file di testo generato dal programma Matrix riporta anche i livelli di tensione teorici letti a fronte della pressione di ogni pulsante della matrice. Questi valori, una volta realizzata la tastiera, potrebbero venir confrontati con le letture reali, per eseguire micro-aggiustamenti negli estremi di discriminazione del codice suggerito.

Si forniscono di seguito le istruzioni per l'uso del programma Matrix. Esso non richiede installazione. Basta creare una directory dedicata, e copiarvi l'eseguibile.

Appena lanciato, esso creerà il file di configurazione di default, e mostrerà i parametri di lavoro come mostrato nella **Fig. 8**.

L'interfaccia è scarna ma il codice è estremamente efficiente. Vi si interagisce unicamente da tastiera. È possibile modificare i parametri premendo M. Premendo ciclicamente Enter si passa al parametro successivo. Immeso il valore desiderato, si prosegue sempre premendo Enter fino ad uscire dalla modalità Modifica. Nell'esempio in **Fig. 9** abbiamo scelto la serie E12 anziché quella proposta E24. A questo punto, premendo U si avvierà una ricerca per variazione casuale delle tensioni ai bordi, calcolo

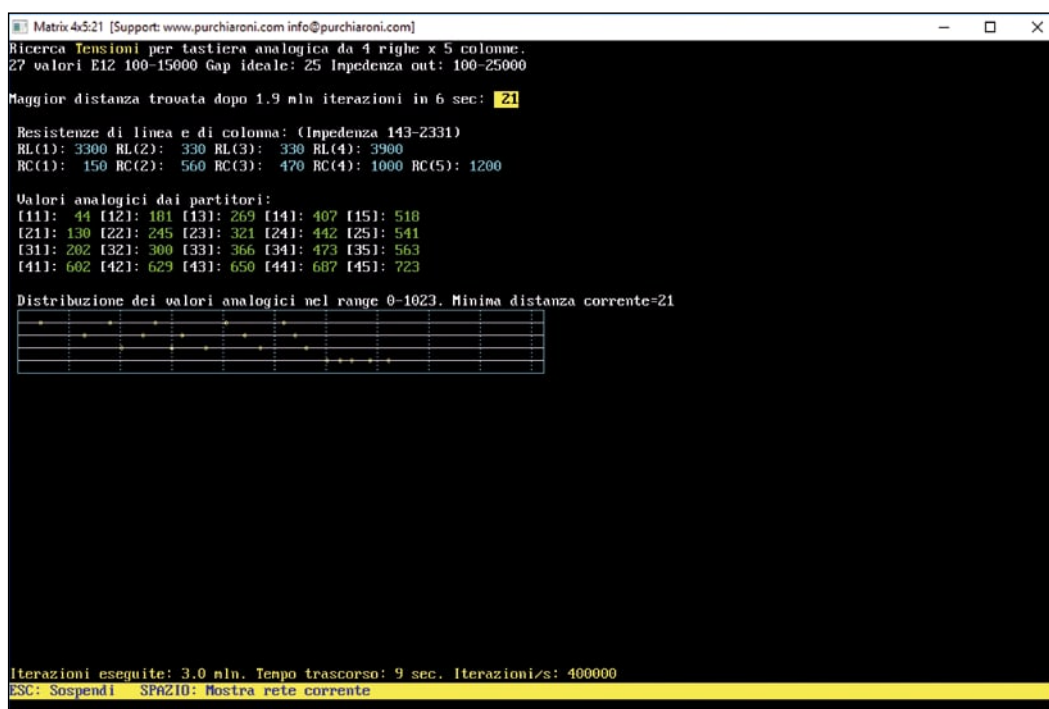
→ **Fig. 9**
Modifica dei
parametri di lavoro.

```

Matrix
-----
Programma di generazione della rete resistiva per una tastiera analogica. Matrix V1.0
[Support: www.purchiaroni.com info@purchiaroni.com]

Modifica dei parametri di configurazione :
Numero di righe           (tra 2 e 10)      : 4
Numero di colonne         (tra 2 e 10)      : 5
Valore minimo resistenze   (tra 100 e 99999) : 100
Valore massimo resistenze (tra 100 e 99999) : 15000
Valore minimo impedenza output (tra 100 e 99999) : 100
Valore massimo impedenza output (tra 100 e 99999) : 35000
Serie resistiva (1:E12, 2:E24) (tra 1 e 2)      : 1
Tipo di ricerca (1:incr,2:rand,3:vlt) (tra 1 e 3)      : 3
Minima distanza tra i valori digitali (tra 0 e 100)    : 25

```



delle resistenze ed infine ricalcolo delle tensioni negli altri nodi della rete. La **Fig. 10** mostra il programma in esecuzione.

Dopo pochi secondi verranno eseguite milioni di iterazioni. La rete calcolata ha già raggiunto una MinDiff pari a 21, rispetto al valore ideale 25. Per ottenere valori maggiori potrebbero occorrere uno o più giorni di calcolo, giacché la crescita risulta asintotica. Generalmente una tastiera di queste dimensioni raggiunge un valore MinDiff non superiore a 24.

CALCOLATRICE SCIENTIFICA A PRECISIONE SINGOLA

A corollario della teoria, finalmente entriamo nel vivo del progetto pratico qui proposto. La calcolatrice proposta è realizzata con un solo componente attivo, il microcontrollore PIC18F2620 (da programmare con il file Hex scaricabile dal sito) che gestisce un display a LED rossi da 8 cifre, e due tastiere analogiche formanti un insieme di 35 tasti. Il tutto, secondo lo schema elettrico proposto in queste pagine, nel quale il microcontrollore è siglato U1 e i due display a 4 cifre che compongono il visualizzatore sono chiamati DP1 e DP2.

L'impiego di due tastiere è stato voluto ai fini didattici, per mostrare come ampliare il numero di tastiere analogiche gestibili. Si consideri che, con tale microcontrollore, si hanno a disposizione 12 ingressi Analogici. Con una configurazione realistica

di 12 tastiere 6x7 si potrebbero gestire ben 504 tasti!

Nell'implementazione scelta, si alimenta il tutto con una tensione di 3,7V generata da una batteria piatta a polimeri di Litio. Tale tensione, una volta sottratti 0.7V di soglia per l'elettronica del PIC, permette di gestire un Display a 7 segmenti senza interporre resistenze sui piedini comuni.

La realizzazione del manufatto prevede anche una custodia da creare tramite una stampante 3D. Sono forniti i file STL per tale scopo, da convertire in G-code tramite un software di Slicing regolato con le caratteristiche della stampante da utilizzare. Sempre in forma di file STL viene fornito anche l'insieme dei premi-tasti con la gabbia per il loro contenimento, da usare come verrà descritto più avanti.

Nello schema, il display a sette segmenti utilizzato è formato da due moduli da 4 cifre da 0.28" a LED Rossi a catodo comune modello OSK4028-LR a montaggio superficiale, sostituibile con equivalenti della stessa dimensione. Le sue cifre sono alte 10 mm. Oltre ai due moduli del Display abbiamo il microcontrollore PIC18F2620, 35 pulsanti SMD e 12 resistenze da 1/4W. La batteria Li-Po da 3,7V può essere sostituita da due Alcaline AAA se si desidera utilizzare materiali più comuni. Il case è pensato per poter ospitare entrambi i tipi di batteria. Come si vede, le tastiere SW1xx e SW2xx sono collegate ai pin AN0 e AN1 del micro.

OROLOGIO CON CALCOLATRICE: CASIO IN STILE RETRÒ

Chi ha qualche annetto sulle spalle non può dimenticare il marchio Casio: Internet e gli smartphone non c'erano (e tantomeno gli SmartWatch...) ma questa azienda giapponese ci strabiliava con i suoi orologi a cristalli liquidi e aiutava i nostri studi con le sue calcolatrici, dividendosi il mercato con Sharp e con l'americana Texas Instruments. Dopo decenni di oblio, gli orologi digitali al quarzo degli anni '80 sono tornati di moda ed eccoli comparire in tutte le forme. Tra queste, spicca quella dell'orologio con calcolatrice CA-53WF, disponibile in vari colori e appartenente alla fortunata serie Casio Collection Vintage. Casio CA-53WF è un orologio da polso della serie Casio Vintage Edgy che si fa notare per i numerosi pulsanti che ha sotto il display a cristalli liquidi e che consentono di disporre di tutto quel che serve nella vita quotidiana: orologio e calendario, cronometro, sveglia e calcolatrice ...il tutto in formato da polso!

Il tutto in soli 25 grammi di peso, un contenitore robusto e resistente agli urti in resina sintetica ed un prezzo, consi-



gliato da Casio, inferiore ai 50 euro. Come tutti gli orologi al quarzo è molto preciso (± 15 secondi al giorno) e ha una lunga autonomia (5 anni con la batteria CR2016 prevista). La calcolatrice è a 8 cifre ed è supportato un secondo fuso orario, per tutti coloro che viaggiano molto. Ha dimensioni di 43,2 mm x 34,4 mm x 8,2 mm e un cinturino regolabile.

Precisione

Questa calcolatrice fa direttamente uso del formato a virgola mobile con singola precisione messo a disposizione dal compilatore MikroC, che rispecchia quanto offerto dall'hardware. I "double" utilizzati sono lunghi 32 bit ed implementano una variante proprietaria rispetto allo standard di riferimento IEEE 754. Le specifiche esatte di tale variante sono riportate nella nota tecnica AN575 scaricabile dal sito Microchip.

In generale, ogni formato in virgola mobile rappresenta numeri con P cifre significative ed un esponente per la base 2. P è la parte intera del logaritmo in base 10 di 2 elevato alla lunghezza della mantissa. Nel nostro caso abbiamo:

$$P = \text{Log}(2^L) = 6,9$$

Dove L è la lunghezza della mantissa, corrispondente a 23 bit nel formato Microchip.

Questo significa che all'atto pratico, un numero non potrà mai avere più di 6 cifre significative certe. La settima cifra soffre di imprecisione. La calcolatrice costituisce un ottimo strumento, laddove non è necessaria una grande precisione, ma va considerato soprattutto per il suo valore didattico e sperimenta-

le. Esso potrà costituire infatti una base di partenza per progetti più evoluti.

CONCLUSIONI

Bene, con questo abbiamo terminato la teoria del progetto della nostra calcolatrice con tastiera analogica: poste le premesse del caso, concluderemo il discorso nella seconda puntata, il mese prossimo, affrontando la realizzazione pratica e gli aspetti della programmazione del microcontrollore che provvede ai calcoli, con l'applicazione di una modifica che vi mostrerà come personalizzare le funzioni. □



Cosa occorre?

Il display utilizzato in questo progetto è disponibile presso Futura Elettronica (cod. DISPLAY4DR) a Euro 1,90, mentre il microcontrollore (cod. PIC18F2620-I/SP) è disponibile a Euro 20,00.

Il circuito stampato può essere realizzato con il servizio PCBPRODUCTION. I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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

È on-line il NUOVO PORTALE FUTURANET.IT

FUTURA ELETTRONICA SHOP ON LINE

SHOP

Oltre 6.000 prodotti, prezzi sempre aggiornati, disponibilità in tempo reale, aggiornamenti quotidiani su nuovi prodotti, schede tecniche e immagini dettagliate, centinaia di video dimostrativi.

FUTURA GROUP PROGETTI

PROGETTI

Progetti pratici, articoli didattici per chi si avvicina al mondo dell'elettronica, corsi hardware/software e molto altro ancora!

FUTURA ELETTRONICA PROGETTAZIONE

PROGETTAZIONE

Un team di esperti in grado di studiare, progettare e realizzare prototipi utilizzando le ultime tecnologie. Nel team Futura Group fa parte il personale interno e un numero elevato di collaboratori esterni, ciascuno specializzato nel proprio settore.

HOME

I prodotti più recenti, i più venduti, le ultime novità dal mondo dell'elettronica, i progetti più interessanti, i corsi e i webinar.

FUTURA GROUP IDEE IN ELETTRONICA

ACADEMY

Corsi in presenza ed online organizzati con livelli base per i principianti fino a livelli avanzati per i più esperti. Vasta scelta di argomenti, dall'elettronica all'informatica, tecnologie innovative e molti altri ancora.

Futura Academy CORSI DI FORMAZIONE

RIVENDITORI

Oltre 150 punti vendita in tutta Italia dove acquistare i prodotti Futura Elettronica. Personale preparato e disponibile in grado di trovare la soluzione più adatta alle diverse esigenze.

FUTURA GROUP RIVENDITORI

Electronica In
ELETTRONICA APPLICATA

Electronica In
PROFESSIONAL

GESTISCI E CONTROLLA LA TUA CASA CON I TELECONTROLLI GSM

ATTIVA E CONTROLLA DA REMOTO QUALSIASI DISPOSITIVO
ELETTRICO O ELETTRONICO: DALLA CENTRALINA ANTIFURTO
ALL'IMPIANTO DI IRRIGAZIONE, DALLE LUCI DI CASA
AL SISTEMA DI CONDIZIONAMENTO E RAFFRESCAMENTO.
GESTIONE TRAMITE CHIAMATA VOCALE O MESSAGGI SMS.

cod. TDG133

€ 79,00

Telecontrollo GSM bidirezionale 2 IN / 2 OUT

- 2 uscite a relè con funzionamento monostabile o bistabile e 2 ingressi d'allarme optoisolati.
- Dimensioni 103 x 67 x 28 mm
- Alimentazione 9÷32 Vdc/1 A
- Completo di antenna GSM esterna



**Disponibili
anche moduli
con funzione di:**

APRICANCELLO

cod. TDG134 • € 75,00

GSM



Tutti i telecontrolli vengono forniti già montati e collaudati e sono facilmente configurabili mediante SMS o in locale tramite PC (per il collegamento al PC è necessario il modulo opzionale d'interfaccia USB cod. FT782M • € 13,00).



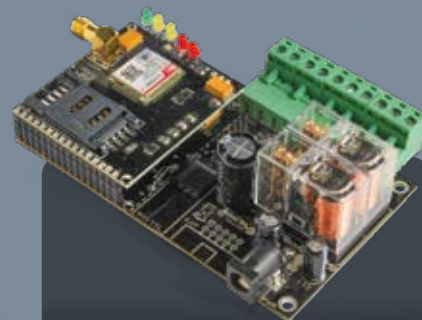
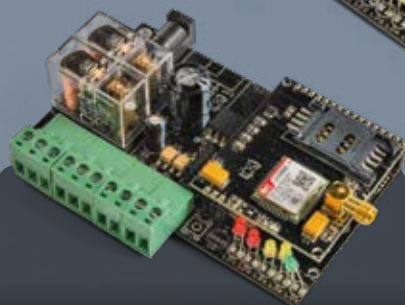
TERMOSTATO CON CONTROLLO GSM

cod. TDG139 • € 79,00



cod. TDG138 • € 79,00

TELEALLARME GSM CON ANTI JAMMER



cod. TDG140 • € 88,00

TELECONTROLLO GSM CON COMANDI DTMF

Contenitore in ABS
appositamente forato per
ospitare i telecontrolli GSM:
TDG133, TDG138 e TDG140.
Cod. BOXTDG • € 16,90

Disponibile anche per TDG134.
Cod. BOXTDG134 • € 16,90

Disponibile anche per
TDG139.
Cod. BOXTDG139 • € 16,90



Prezzi IVA inclusa.

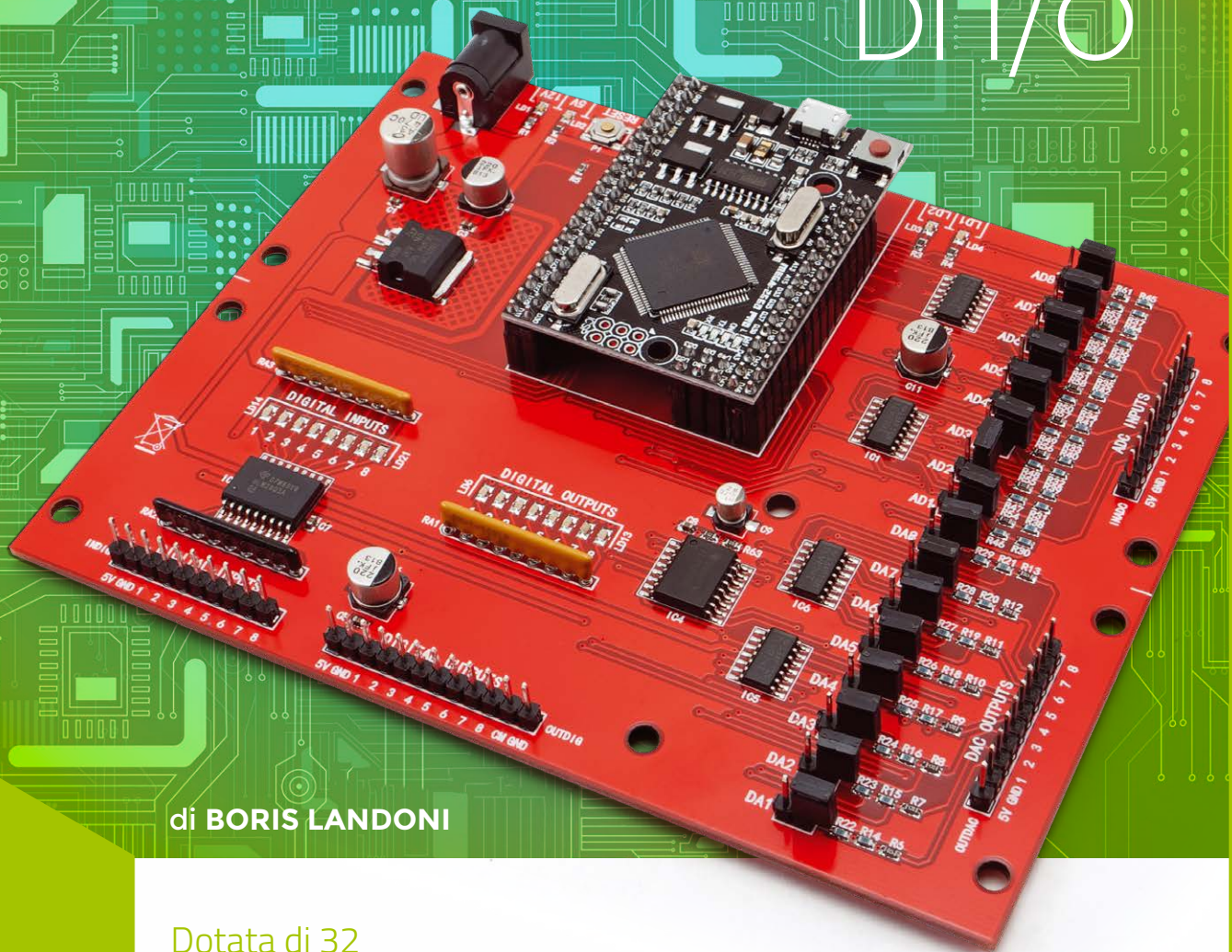
**FUTURA
ELETTRONICA®**

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

Caratteristiche tecniche
e vendita on-line su:

www.futurashop.it

INTERFACCIA USB DII/O



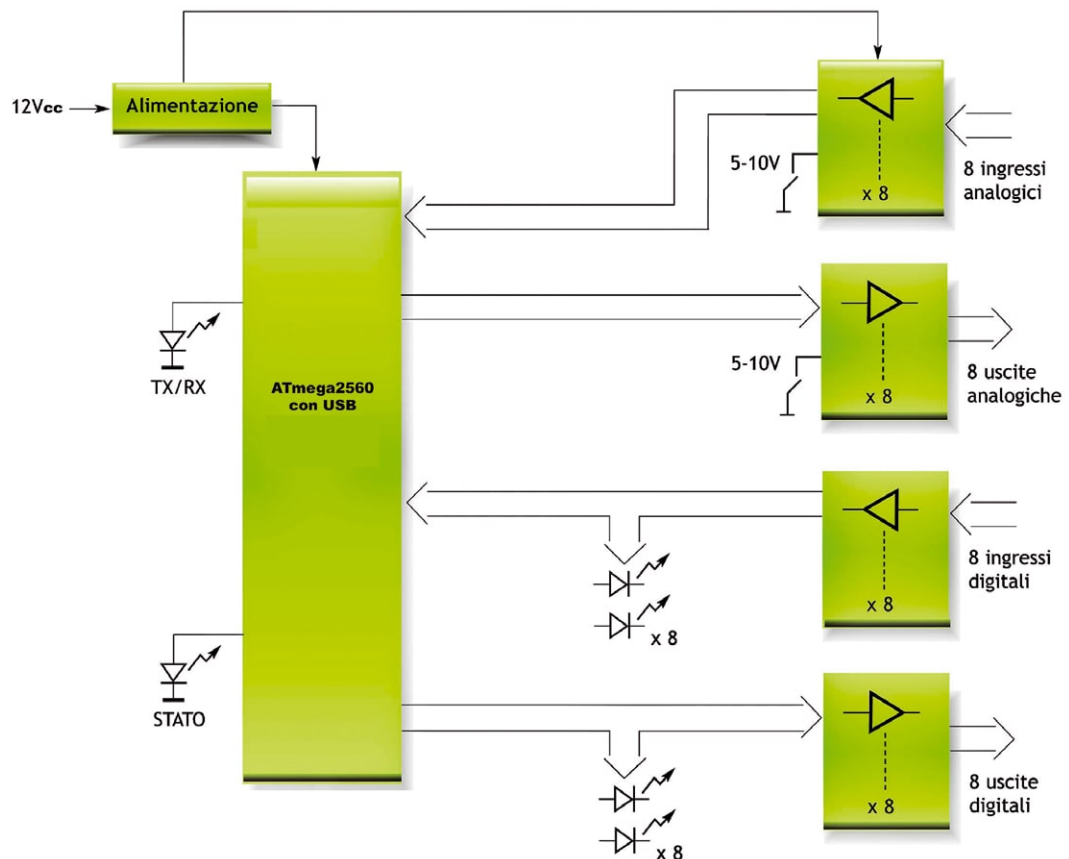
di **BORIS LANDONI**

Dotata di 32 ingressi/uscite sia digitali che analogici e supportata da un protocollo di comunicazione ad hoc, si programma con l'IDE Arduino. Prima puntata.

M

algrado l'esistenza di molte schede embedded, le interfacce USB per Personal Computer sono ancora molto richieste, soprattutto nelle applicazioni in cui bisogna eseguire dei controlli tramite software.

Per questo vogliamo proporvi una scheda in grado di comandare degli utilizzatori tramite relé, acquisire segnali analogici o digitali tramite specifici ingressi, che sia gestibile da PC mediante un protocollo di comunicazione e infine che sia integrabile nelle vostre applicazioni in maniera semplice e veloce. Per poter fornire l'alimentazione a tutti gli elementi circuitali, la nostra periferica non viene alimentata dai 5V della connessione USB ma da un ingresso dedicato a 12 Vcc.



Altra caratteristica rilevante di questo circuito è che la gestione degli utilizzatori è affidata ad un microcontrollore ATmega2560 montato su un modulo "protoboard" (disponibile dal sito www.futurashop.it con codice MEGA2560PRODB) che ci dà la possibilità sia di programmarlo con l'IDE Arduino sia di implementare facilmente il protocollo di comunicazione nello sketch. La compatibilità con il mondo Arduino porta vantaggi in termini di facilità di scrittura e debug dei programmi, per coloro che non dispongono di costosi sistemi di sviluppo dedicati. Per quanto riguarda le linee di ingresso e uscita, questo circuito dispone di ben 32 I/O così ripartiti: 8 ingressi digitali, 8 uscite digitali, 8 uscite analogiche, altrettanti ingressi ed eventualmente può essere abbinato ad un modulo relé ad 8 canali. Per gli otto ingressi analogici, la gestione è affidata a convertitori ADC e DAC a 10 bit. Per il funzionamento dell'interfaccia è disponibile un apposito protocollo attraverso il quale è possibile leggere i livelli dei segnali presenti sugli ingressi e comandare tutte le uscite. Per facilitare il test dei programmi, abbiamo previsto sulla scheda alcune risorse hardware (essenzialmente dei LED) che consentono di verificare immediatamente il corretto funzionamento della scheda e dei programmi caricati; in sostanza l'interfaccia si comporta anche come una demoboard.

SCHEMA ELETTRICO

Per meglio comprendere il funzionamento della scheda diamo subito un'occhiata allo schema a blocchi riportato in questa pagina. La sezione di comunicazione col PC fa capo alla board basata su ATmega2560 (siglata IC7 nello schema elettrico), la quale integra un transceiver USB/TTL di tipo CP2102/9 della Silabs, che provvede all'interfacciamento USB tra il microcontrollore (le linee dell'UART, per l'esattezza...) ed il computer; la scheda, quando collegata ad un PC, viene alimentata tramite i 5 V forniti dalla porta USB ed è galvanicamente accoppiata attraverso la massa, comune a quella dello stadio di alimentazione. Dispone di 54 ingressi/uscite digitali (di cui 14 possono essere utilizzate come uscite PWM), 4 UART (porte seriali), 16 ingressi analogici, un oscillatore quarzato a 16 MHz, un connettore micro USB, un header per l'ICSP e un pulsante di reset. Come accennato, la scheda può essere alimentata direttamente tramite il connettore microUSB (per la programmazione o la simulazione di applicazioni a basso assorbimento di corrente) o tramite il pin 5V. Due LED a bordo e LD1 e LD2 sulla scheda, segnalano il colloquio sull'USB attraverso il convertitore USB/TTL della Silabs.

Mentre la sezione d'ingresso dell'IC7 viene alimentata con i 5 volt presenti sulla porta USB, tutto il resto del circuito viene fatto funzionare con l'alimentazione esterna proveniente dalla presa jack PWR, la quale alimenta un regolatore di tensione lineare (VR1) che ricava 5V ben stabilizzati e può erogare la corrente richiesta.

Questa parte circuitale alimenta direttamente i buffer degli ingressi (IC3), il DAC (IC4), gli operazionali e anche parte del modulo basato sull'ATmega2560. Gli otto ingressi analogici fanno capo ciascuno ad un amplificatore operazionale in configurazione non-invertente, di cui è possibile scegliere tra due valori del guadagno in tensione: 1 e 2. Infatti, prendendo a riferimento l'operazionale IC2a (fermo restando che quanto spiegato per questo vale per tutti gli altri operazionali presenti nel circuito...) le resistenze R37 ed R53 sono di ugual valore (10 kohm ciascuna) quando il jumper AD8 è aperto l'amplificatore ha guadagno unitario, mentre con il predetto jumper chiuso il guadagno è pari a:

$$G_v = (10+10) \text{ kohm} / 10 \text{ kohm}$$

quindi, appunto, 2 volte in tensione.

L'uscita di ciascuno degli operazionali fornisce la propria tensione unidirezionale ad un ingresso analogico del modulo IC7, ovvero A7 legge l'uscita di IC2a, A6 quella di IC2b, A5 quella di IC2c e via di seguito.

Per effetto di questa configurazione e dell'A/D converter a 10 bit integrato nel modulo Arduino, il valore della tensione di ciascun ingresso INADC (0÷5V o 0÷10V a seconda di come viene impostato il dip switch sulla retroazione, che ad esempio per IC2a è l'AD8) viene convertito in un valore numerico, con la possibilità di apprezzare valori dell'ordine di 10 mV, vale a dire con risoluzione di 10 mV.

Le otto uscite analogiche utilizzano, invece, un comune DAC a 8 bit; anche in questo caso l'escursione della tensione (questa volta d'uscita) può essere compresa tra 0 e 5 V o tra 0 e 10 V, a seconda di come viene impostato il dip switch sulla retroazione dell'operazionale sulle uscite OUTDAC. Come desumibile dallo schema elettrico, mentre l'acquisizione dei segnali agli ingressi analogici viene effettuata internamente al modulo Arduino, la conversione digitale/analogico viene effettuata da un DAC esterno, pilotato dall'IC7 attraverso tre linee binarie che sono le D10, D51 e D52, utilizzate rispettivamente come LOAD, DATA e CLK (clock) per il latch d'ingresso dell'IC4.

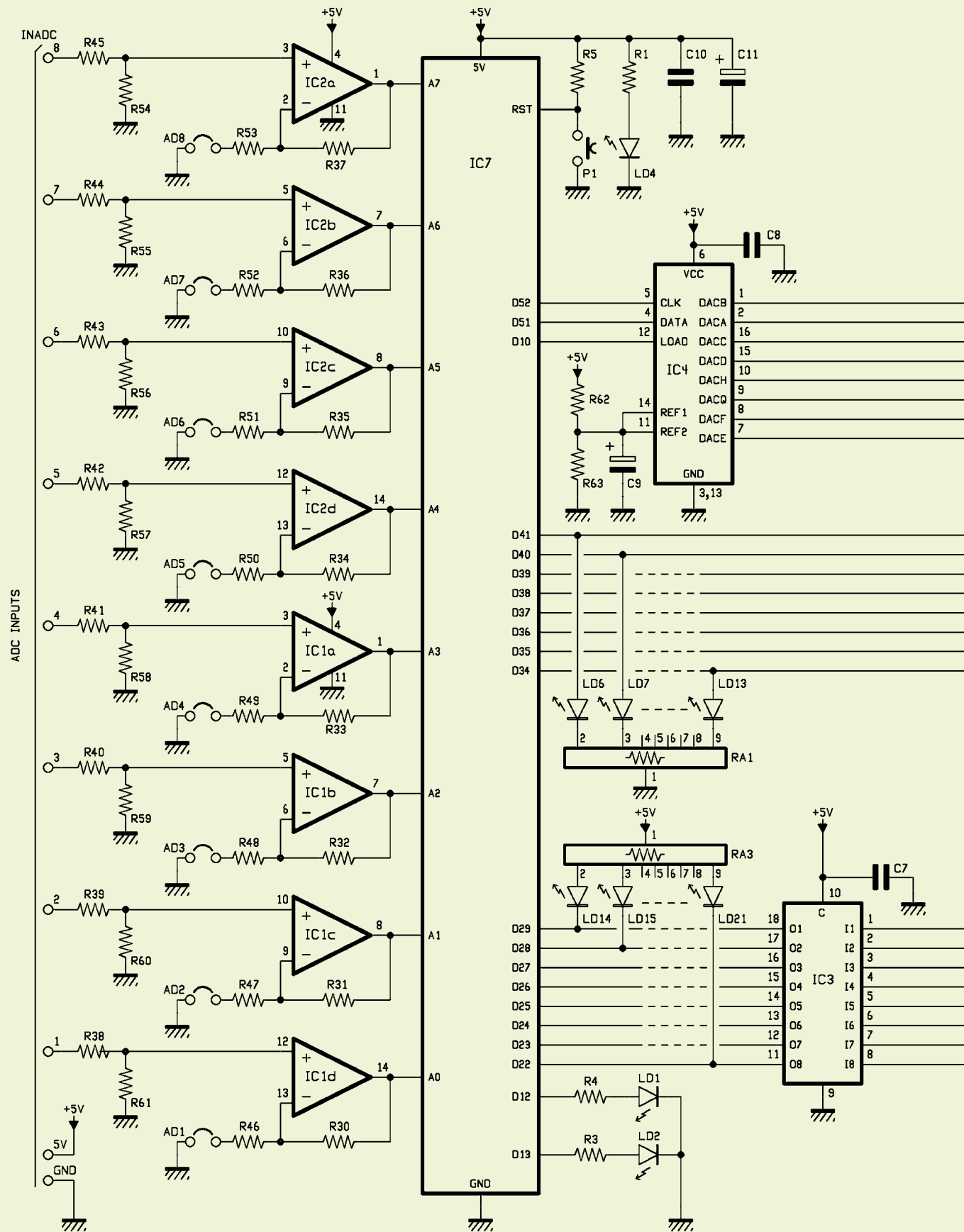
Quest'ultimo è un DAC ad ingresso seriale, dove si caricano 8 bit alla volta inviati serialmente all'input DATA e scanditi dal clock, ogni volta che il piedino LOAD commuta a livello alto.

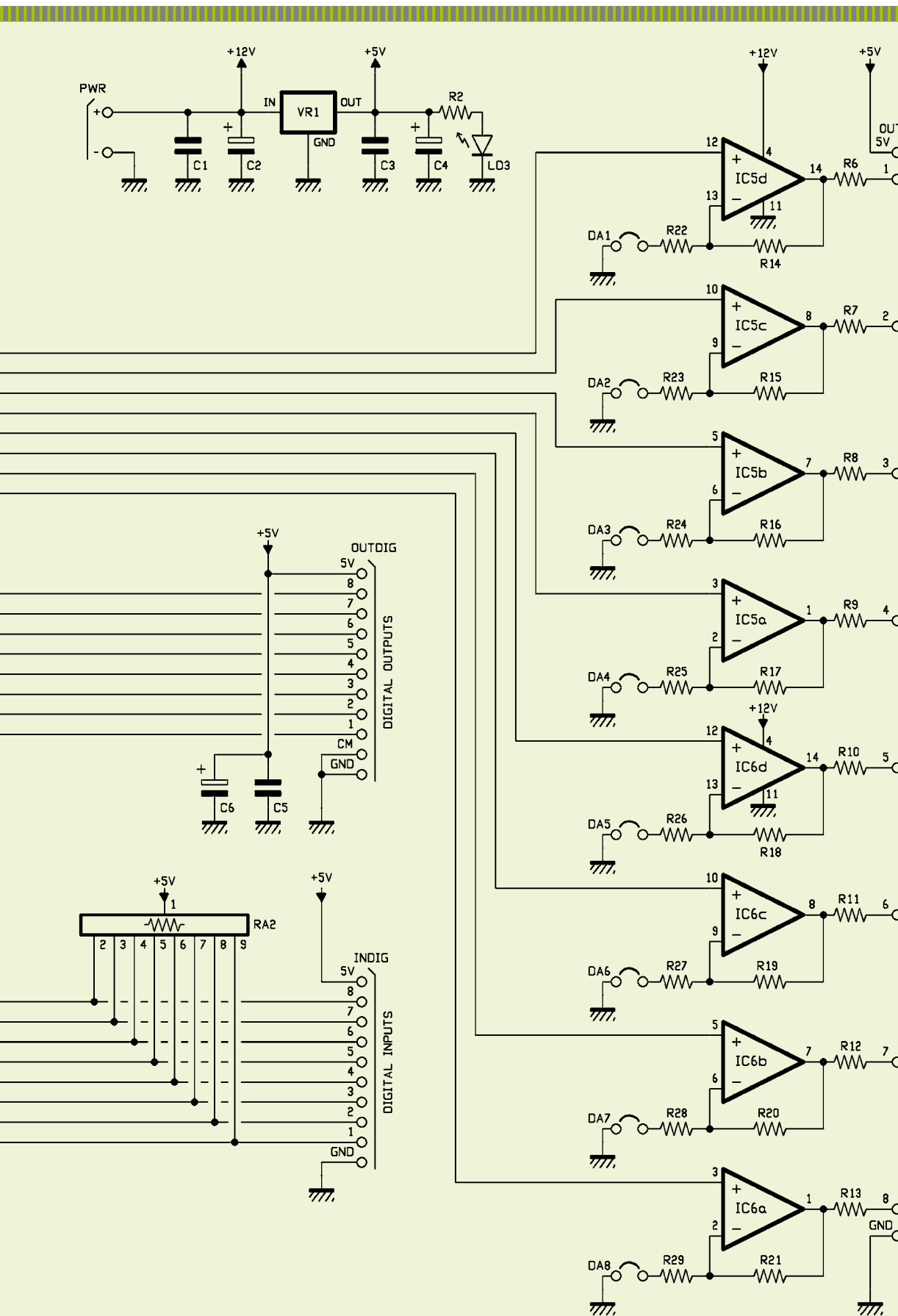
Il DAC utilizzato nella scheda è un TLC5628C capace di fornire in uscita una tensione da 0 a 5V in funzione del valore che la relativa stringa ad 8 bit ricevuta sul pin DATA presenta; ogni volta che viene completato il caricamento di una stringa di 8 bit, avviene la conversione in blocco e la rispettiva uscita presenta il valore corrispondente. Essendo, ciascuna tensione, espressa con 8 bit e quindi con valore decimale compreso fra 0 e 255, sono possibili 256 valori discreti e quindi si ottiene una risoluzione di 40 mV, nel senso che la tensione all'uscita analogica può variare a scatti di 40mV. Più esattamente, il DAC è a otto canali, tante quante vogliamo che siano le nostre uscite analogiche, pertanto il modulo Arduino ATmega2560 invia una stringa complessivamente formata da 64 bit di dati: 8 per ciascun canale.

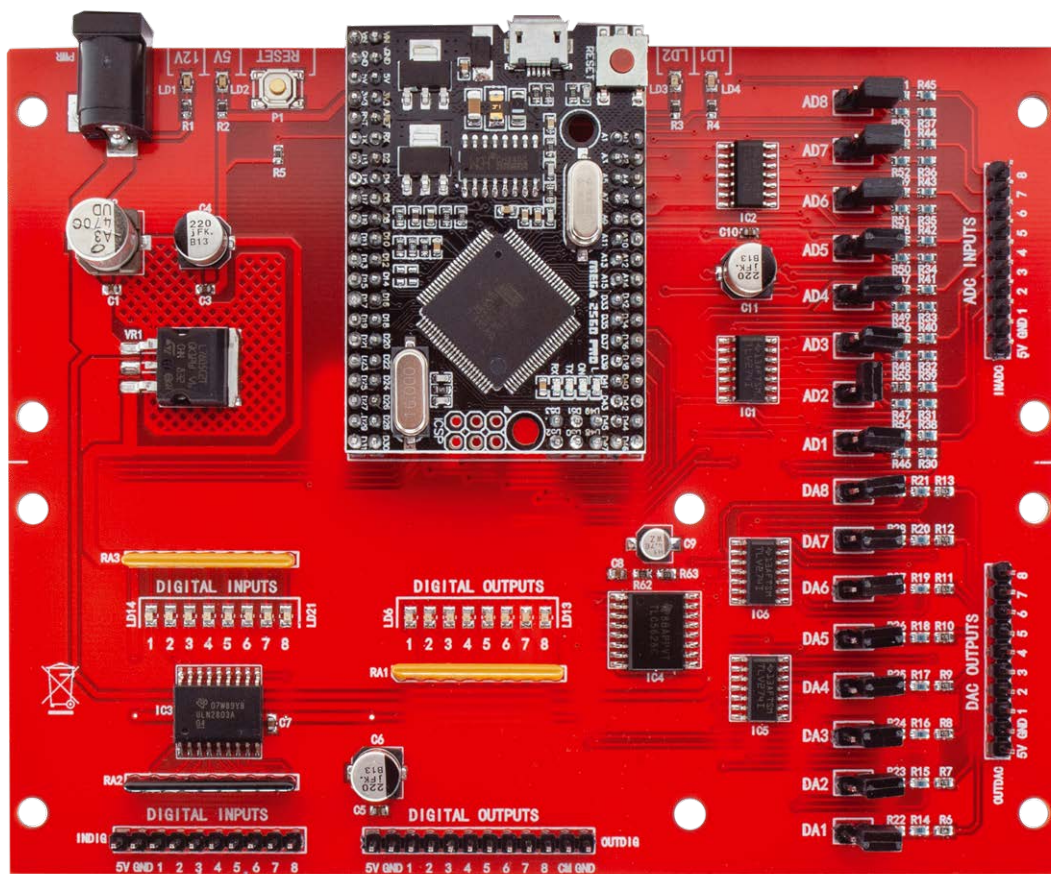
Il controllo digitale del TLC5628C avviene tramite un semplice bus seriale a tre fili compatibile con livelli CMOS/TTL e facilmente interfacciabile a tutti i più diffusi dispositivi a microprocessore e micro-controllore. La word di comando è in realtà a 12 bit e comprende gli 8 bit di dati, tre bit di selezione canale DAC e un bit che consente la selezione della gamma di tensione d'uscita: nel nostro caso la stringa imposta un valore massimo della tensione di uscita pari a Vref (x1) e quindi, con i valori attuali di R62 ed R63, un'escursione compresa fra 0 e 2,5V. I registri DAC sono a doppio buffer, consentendo un set completo di nuovi valori da scrivere

CARATTERISTICHE TECNICHE









Elenco Componenti:

R1: 1,2 kohm (0603)
 R2 R3, R4: 470 ohm (0603)
 R5: 4,7 kohm (0603)
 R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12,
 R13: 47 ohm (0603)
 R22÷R61: 10 kohm (0603)

R14÷R21: 30 kohm (0603)
 R62, R63: 1 kohm (0603)
 RA1, RA3: Array resistenze 8x1 kohm + C
 RA: Array resistenze 8x10 kohm + C
 C1, C3, C5: 100 nF 50 VL ceramico (0603)
 C2: 470 F 16 VL elettrolitico (ø 8 mm)

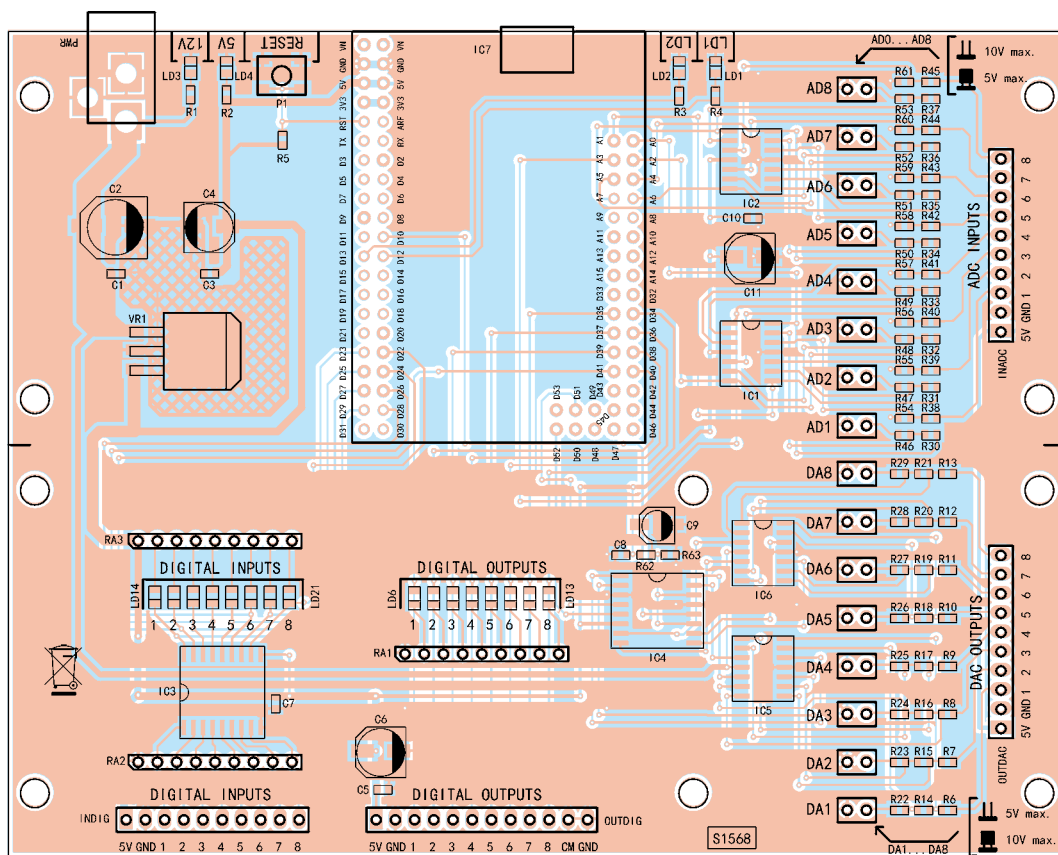
C4, C6, C11: 220 µF 6,3 VL elettrolitico (ø 6,3 mm)
 C7, C8, C10: 100 nF 50 VL ceramico (0603)
 C9: 4,7 µF 25 VL elettrolitico (ø 4 mm)
 LD1: LED giallo (0805)
 LD2, LD6÷LD21: LED rosso (0805)
 LD3, LD4: LED verde (0805)

sul dispositivo, tutte le uscite DAC vengono aggiornate contemporaneamente tramite il controllo interno LDAC. La funzione di refresh simultaneo implementata nel componente fa in modo che i dati degli 8 canali siano memorizzati fino alla successiva ricezione dei dati e quindi aggiornati simultaneamente alle uscite.

Un'interessante funzione offerta dal nostro DAC è il ripristino all'accensione, che consente di memorizzare gli ultimi valori e riproporli all'accensione. I singoli stati DAC producono una tensione di uscita che varia tra uno o due volte la tensione di riferimento applicata a REF1-REF2 rispetto a GND.

Come vedete nello schema elettrico del circuito, ciascuna uscita del DAC pilota l'ingresso di uno stadio amplificatore ad operazionale in configurazione non-invertente con guadagno in tensione selezionabile fra 1 e 4, rispettivamente lasciando lo switch aperto oppure chiudendolo; prendendo ad esempio IC5d (ma quanto esposto vale per tutti gli altri operazionali posti sull'uscita...) se DA1 viene lasciato aperto, l'operazionale guadagna 1 (funziona da buffer) mentre se si chiude il guadagno diviene pari a:

$$G_v = (30+10) \text{ kohm} / 10 \text{ kohm}$$



VR1: L7805CD2T-TR

IC3: ULN2803ADW

IC4: TLC5628CDW

IC1, IC2, IC5, IC6: TLV274IDR

IC7: Modulo Atmega2560

DA1÷DA8: Strip maschio 2 vie (16 pz.)

AD1÷AD8: Strip maschio 2 vie (16 pz.)

INADC, OUTDAC, INDIG: Strip maschio 10 vie (3 pz.)

OUTDIG: Strip maschio 12 vie

RESET: Microswitch SKQGAKE010

PWR: Plug DC 5.5/2.1

Varie

- Strip femmina 21x2 vie

- Strip femmina 16x2 vie

- Strip femmina 3x2 vie

- Jumper (16 pz.)

- Circuito stampato S1568 (140x110 mm)

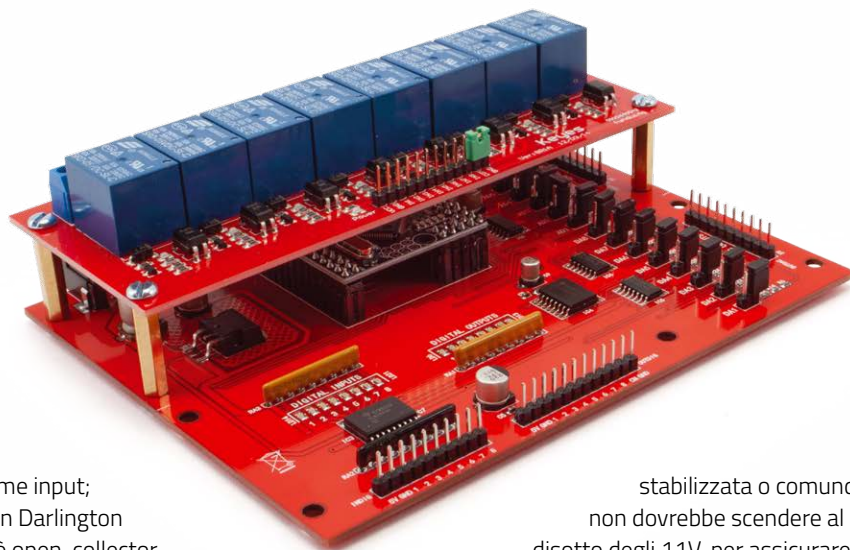
quindi 4 volte in tensione.

Gli operazionali relativi alle otto linee di uscita sono contenuti a quattro per volta in integrati di tipo TLV274 della Texas Instruments, i quali sono dei quadrupli operazionali con uscita rail-to-rail, ossia capaci di sfruttare praticamente l'intera tensione di alimentazione, quindi di avere l'uscita la cui tensione spazia tra massa e il potenziale applicato al piedino 4 (12V). L'utilizzo degli operazionali consente di disporre su ciascuna uscita di una corrente di circa 100 mA che il convertitore DAC integrato nel modulo Atmega (IC7) impiegato in questa sezione non sarebbe in grado di erogare.

Passiamo adesso agli 8 ingressi e alle 8 uscite digitali, che sono abbastanza veloci da spiegare: gli ingressi accettano livelli TTL (0/5V) e nel caso di tensioni più alte è sufficiente fare ricorso ai dei partitori resistivi; i DIGITAL INPUTS, come vedete, si avvalgono di resistori di pull-up integrati nella rete resistiva RA2 e di un line-driver ULN2803, composto da un Darlington NPN per ciascuna delle 8 linee che gestisce.

Il pull-up è necessario perché ciascun ingresso è considerato attivo a zero logico (ossia chiuso a massa) in quanto il line-driver inverte lo stato logico e lo presenta alla rispettiva linea dell'IC7,

→ La scheda può ospitare un modulo relè a 8 canali, da pilotare mediante flat-cable con le uscite digitali.



inizializzata come input; siccome ciascun Darlington dell'ULN2803 è open-collector, viene mantenuto a livello alto quando è interdetto, mediante una resistenza della rete resistiva RA3, in serie alla quale abbiamo posto un LED per rendere visibile lo stato logico, secondo questa convenzione: LED acceso significa ingresso aperto (e Darlington in saturazione), mentre LED spento significa input a zero logico. Per quanto riguarda le 8 uscite digitali (DIGITAL OUTPUTS) corrispondono ciascuna ad una linea di I/O dell'IC7 inizializzata come output ed ognuna pilota un LED attraverso il rispettivo resistore di limitazione della corrente, facente parte della rete resistiva RA1. Considerato l'assorbimento di ciascun LED, ogni uscita può erogare circa 30 mA massimi.

Volendo pilotare utilizzatori elettrici che devono essere galvanicamente isolati dalla scheda o che necessitano di una certa corrente, è possibile collegare al pin-strip delle uscite (OUTDIG) una scheda a relè, come ad esempio la Modulo 8 relè 5 Vdc 10A della Futura Elettronica, reperibile con il Codice prodotto RELAY8CH su www.futurashop.it. A riguardo considerate che la nostra scheda d'interfaccia prevede già dei fori per poter applicare, tramite colonnine distanziali da 25 mm, la scheda relè, non a caso nelle foto in queste pagine potete vedere l'insieme delle due unità.

Concludiamo la descrizione della scheda con il blocco di alimentazione, che prende tensione (tipicamente 12Vcc) dalla presa jack PWR e la filtra mediante i condensatori C1 e C2 prima di inviarla al regolatore lineare VR1, un comune 7805, affinché esso ricavi 5Vcc con i quali funziona l'intera logica, oltre alla "batteria" di amplificatori operazionali degli input analogici. Gli operazionali d'uscita, invece, sono alimentati direttamente con i 12V presenti all'ingresso del regolatore, ragion per cui la tensione applicata a PWR dovrebbe essere

stabilizzata o comunque non dovrebbe scendere al disotto degli 11V, per assicurare la piena ampiezza della tensione alle uscite analogiche (10V). Completano questa sezione i condensatori di filtro sparsi opportunamente e in gran quantità in varie zone del circuito stampato, in prossimità dei circuiti integrati più sensibili ai disturbi e chiaramente della board Arduino ATmega 2560, che è un componente critico, dato che contiene il "cervello" della demoboard.

REALIZZAZIONE PRATICA

Giunti a questo punto possiamo considerare chiusa l'analisi dello schema elettrico: iniziamo ora ad occuparci della costruzione, che inizierà dal circuito stampato a doppia faccia sul quale prenderanno posto tutti i componenti necessari i quali, ad eccezione delle reti resistive, del jack di alimentazione e dei jumper, sono a montaggio superficiale, ragion per cui è opportuno avere un minimo di attrezzatura e la necessaria pratica con la componentistica a montaggio superficiale.

Una volta ottenuta la basetta per fotoincisione (ovvero dopo averla ottenuta dal servizio di realizzazione PCBPRODUCTION offerto da Futura Elettronica) partendo dalle due tracce lato rame scaricabili dal nostro sito web www.elettronica.in.it, potete passare al montaggio vero e proprio. Iniziamo il montaggio posizionando e saldando i componenti SMD a più basso profilo, ricordando di spalmare prima le relative piazzole con della pasta flussante per facilitare la stagnatura e di aiutarsi con una lente d'ingrandimento e una pinzetta per centrare bene i componenti, specie i circuiti integrati, nelle piazzole. L'ordine di montaggio dovrebbe essere resistenze, LED, condensatori non polarizzati, integrati TSSOP (tutti tranne il regolatore di tensione) condensatori elettrolitici e 7805. Per i componenti polarizzati (semiconduttori ed elettrolitici) dovete rispettare scrupolosamente il verso

d'inserimento indicato nel piano di montaggio che trovate in queste pagine. Prestate attenzione alla saldatura dei LED, sui cui terminali il saldatore va tenuto il meno possibile, ossia quanto basta a veder diventare lucida la lega saldatrice; altrimenti è facile deformare la resina trasparente posta sul lato superiore, da cui esce la luce, alterando l'emissione luminosa di detti componenti.

Una volta sistemati i componenti SMD inserite e saldate le reti resistive, i jumper e i pin-strip di ingressi e uscite, nonché la presa JACK da circuito stampato.

Per il modulo Arduino IC7 inserite e saldate degli strip femmina a passo 2,54 mm di altezza adeguata (10 mm) e una volta che li avete saldati, tenendoli ben dritti e allineati, introducete il modulo stesso in essi; rammentate che il modulo deve preventivamente essere dotato di pin-strip a passo 2,54 mm da introdurre nei fori laterali della scheda e stagnare.

Per alimentare la nostra scheda è necessario fare uso di una fonte (non necessariamente stabilizzata) di alimentazione che eroghi una tensione di 12÷13 volt in continua ed una corrente di 500 mA; tale corrente è sufficiente per il funzionamento, anche con a bordo una scheda relè a 8 canali. La verifica del funzionamento del circuito va svolta in due fasi; in un primo tempo va controllato il funzionamento dell'hardware mentre successivamente andremo a verificare che il circuito risponda ai comandi software, almeno di quelli base. Alimentiamo dunque il circuito e, con un cavo USB, colleghiamo l'interfaccia al PC.

Se tutto funziona correttamente i LED LD3 (presenta alimentazione esterna) e LD4 si illumineranno, mentre LD1 e LD2 (connessione USB) inizieranno a lampeggiare dopo il corretto riconoscimento della scheda da parte del PC. Gli altri sedici LED di bordo che segnalano lo stato delle uscite e degli ingressi digitali si illuminano quando le uscite sono attive o gli ingressi vengono posti a massa.

Per quanto riguarda i jumper presenti nel circuito, ricordate che vanno utilizzati per modificare (da 5 a 10 volt) l'escursione delle tensioni analogiche di ingresso e uscita.

UTILIZZO DELLA SCHEDA

Per una prova più approfondita delle funzionalità della scheda è possibile ricorrere semplicemente alla gestione da un qualsiasi programma di terminale, dopo aver impostato la comunicazione sulla porta COM virtuale assegnata alla porta USB del modulo Arduino ATmega2560; in alternativa

è possibile impartire i comandi, secondo lo stesso protocollo che descriveremo tra breve, nella finestra del Monitor Seriale dell'IDE Arduino.

Di tale protocollo e dei comandi corrispondenti dovete tenere conto nella stesura degli sketch delle applicazioni che andrete a realizzare.

PROTOCOLLO DI COMUNICAZIONE

Per la nostra scheda abbiamo creato un protocollo ad-hoc ed un set di comandi impartibili dall'IDE Arduino (aprendo una sessione di Monitor Seriale) o da terminale (Mobaxterm, Telnet, Terminale di Windows o Hyper Terminal, Shell Bash di Linux ecc.) che descriveremo distinti per sezione del circuito: ingressi analogici e digitali, impostazione uscite analogiche e digitali e via di seguito.

Richiesta stato delle uscite digitali

Il comando corrispondente è composto da 8 caratteri i cui primi 4 non devono subire variazioni, mentre i successivi 3 sono dinamici in base al tipo di richiesta che si vuole fare, ovvero richiesta di stato o commutazione uscita.

La struttura del comando è quella proposta qui.

*	*	D	O	n	s	#
---	---	---	---	---	---	---

In questo formato:

- n: rappresenta l'uscita. Se si imposta X il comando riguarda tutte le uscite
- s: può assumere H (stato alto), L (stato basso), ? (richiesta stato)

Esempio di comandi:

Impostare l'uscita 5 allo stato alto: ** D O 5 H #

Impostare l'uscita 1 allo stato basso: ** D O 1 L #

Impostare tutte le uscite allo stato basso: ** D O X L #

Richiedere lo stato dell'uscita 7: ** D O 7 ? #

Richiedere lo stato di tutte le uscite: ** D O X ? #

Richiesta stato ingressi digitali

Il comando del caso è composto da 8 caratteri i cui primi 4 non devono subire variazioni, come pure l'ultimo, mentre gli altri 2 sono dinamici in base al numero dell'ingresso interessato.

La risposta indicherà con "H" se l'ingresso è alto (chiuso verso 5V), oppure "L" se è basso (chiuso verso GND o non collegato).

La struttura del caso è quella proposta di seguito.

*	*	D	I	n	?	#
---	---	---	---	---	---	---



In questo comando, **n**: rappresenta l'ingresso.
Se si imposta X il comando riguarda tutti gli ingressi.

Esempio di comando:

Richiedere lo stato dell'ingresso 7: * * D I 7 ? #

Richiedere lo stato di tutti gli ingressi: * * D I X ? #

Richiesta stato della porta per gli ingressi analogici

Il comando in questione effettua la richiesta del valore della corrispondente porta del microcontrollore (0÷255) ed è composto da 8 caratteri i cui primi 4 non devono subire variazioni, come pure l'ultimo, mentre gli altri 2 sono dinamici in base al numero dell'ingresso interessato.

La risposta indicherà il valore da 0 a 1.024 relativa all'ingresso scelto, ovvero alla porta di I/O del modulo ATmega2560 corrispondente.

Se il ponticello dell'operazionale associato all'ingresso è chiuso, si potrà fornire all'ingresso fino a 5V, quindi il valore 1.024 corrisponderà a 5V.

Se il ponticello rimarrà aperto si potrà applicare una tensione massima di 10V, pertanto in tal caso leggendo 500 si avrà la corrispondenza a 5V.

Il formato di questo comando è quello schematizzato nella tabella qui di seguito.

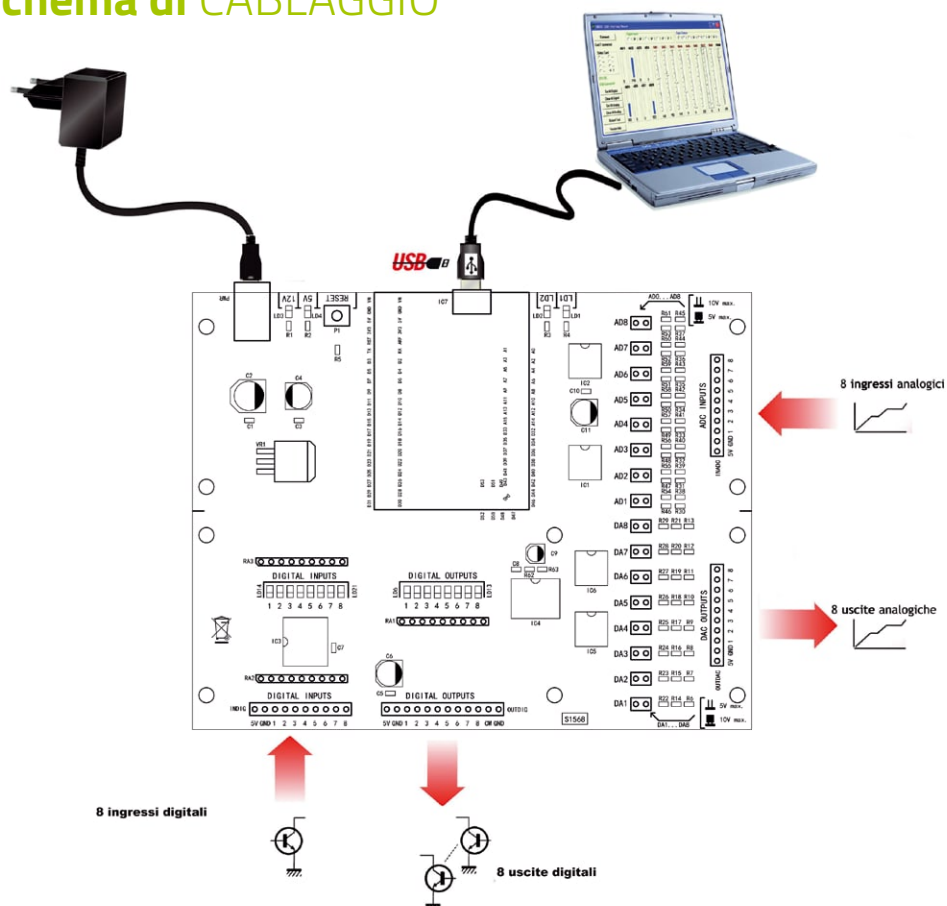
*	*	A	I	n	?	#
---	---	---	---	---	---	---

In questo comando, che prevede una risposta, **n**: rappresenta l'ingresso. Come per gli altri comandi, se si imposta X il comando riguarda tutti gli ingressi.

Esempio di comando:

Richiedere lo stato dell'ingresso 7: * * A I 7 ? #

schema di CABLAGGIO



Richiedere lo stato di tutti gli ingressi: * * A I X ? #
Un esempio di risposta è:

A I 0 2 0 5 0 6

dove 0506 è il valore letto per l'ingresso 2.

Richiesta tensione agli ingressi analogici

Questo comando richiede il valore in tensione 00.00V-10.00V presente all'ingresso specificato ed è composto da 7 caratteri, i cui primi 4 non devono subire variazioni, come pure l'ultimo, mentre il successivo è dinamico in base al numero dell'ingresso interessato. La risposta indicherà il valore da 0 a 1.024 dell'ingresso scelto. Se il ponticello dell'ingresso è chiuso, si potrà collegare all'ingresso massimo 5V, quindi il valore 1.024 corrisponderà a 5V. Se il ponticello rimarrà aperto si potrà collegare massimo 10V, pertanto in tal caso leggendo 500 si avrà la corrispondenza a 5V. Il formato è del tipo proposto qui di seguito.

*	*	A	V	n	?	#
---	---	---	---	---	---	---

Nella sintassi del comando, il parametro n: rappresenta l'ingresso da 1 a 8. Se si imposta X, il comando viene eseguito per tutti gli ingressi della scheda contemporaneamente.

Esempio di comando:

Richiedere lo stato dell'ingresso 7:

* * A V 7 ? #

Richiedere lo stato di tutti gli ingressi:

* * A V X ? #

Un esempio di risposta è il seguente:

A V 4 0 7 . 0 6

dove **07.06** è il valore letto per l'ingresso 4

Imposta uscita analogica da valore intero 000-255

Il comando in questione è composto da 10 caratteri, i cui primi quattro non devono subire variazioni, come pure l'ultimo: da protocollo sono fissi e proprietari. Invece gli altri 5 devono essere impostati in base all'operazione da eseguire, come spiegheremo tra breve. Se il ponticello legato all'ingresso



Il contenitore che può ospitare la board con applicato il modulo relé.

viene chiuso, il valore di tensione corrispondente spazierà tra 0V e 10V (Vmax); invece se il ponticello si tiene aperto, la tensione corrispondente varierà tra 0V e 5V (Vmax).

Il formato di detto comando è quello schematizzato qui di seguito.

*	*	A	V	n	d	d	.	d	d	#
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

In questo tipo di comando:

- n: rappresenta l'uscita, obbligatori (da 1 a 8). Se si imposta X il comando riguarda tutte le uscite
- ddd: da 000 a 255 rappresenta il valore che si desidera impostare all'uscita. 000=0V – 255=Vmax.

Esempio di comando:

Impostare uscita 7 al valore 200: * * A O 7 2 0 0 #

Impostare tutte le uscite al valore decimale 100:

* * A O X 1 0 0 #

Un esempio di risposta è quello proposto qui di seguito:

A O 7 2 0 0

200 è il valore impostato sull'uscita 7

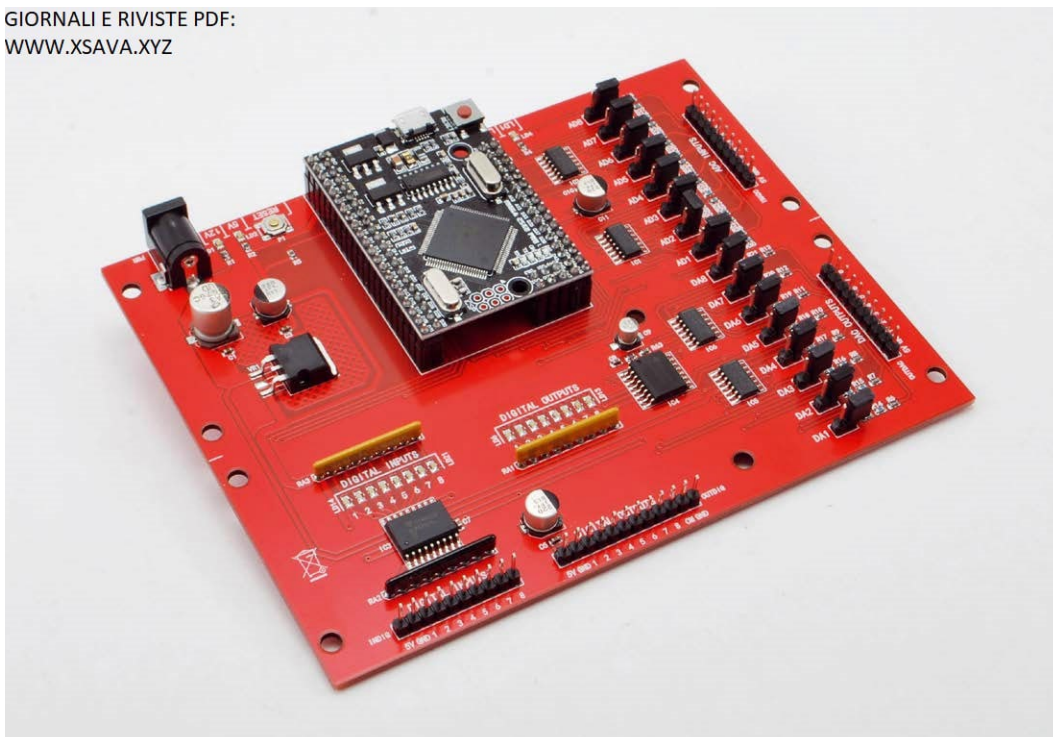
Imposta uscita analogica tramite valore in tensione 00.00V-10.00V

Questo comando è composto da 11 caratteri, i cui primi quattro non devono subire variazioni, come pure l'ultimo, mentre il successivo è dinamico e si imposta in base al numero dell'ingresso interessato. I successivi 5 bit rappresentano la tensione da impostare all'uscita corrispondente.

Se il ponticello dell'ingresso è chiuso, si potranno

→ La scheda nuda e cruda: in evidenza, il modulo basato su ATmega2560, con il suo connettore MicroUSB.

GIORNALI E RIVISTE PDF:
WWW.XSAVA.XYZ



avere al massimo 5V, altrimenti all'uscita si arriverà fino a una tensione di 10V; pertanto in tal caso, impostando il valore 500 si avranno in uscita 5 volt. Il formato della stringa è quello proposto qui di seguito.

*	*	A	I	n	?	#
---	---	---	---	---	---	---

In questo caso:

- n: rappresenta l'ingresso da 1 a 8. Se si imposta X il comando riguarda tutti gli ingressi
- dd.dd: rappresenta il valore di tensione compreso tra 00.00 e 10.00

Esempio di comando:

Imposta l'uscita 7 a 2.3V: ** A V 7 0 2 . 3 0 #

Imposta tutte le uscite a 2,3V: ** A V X 0 2 . 3 0 #

Un esempio di risposta è il seguente:

A V 4 0 7 . 0 6

dove 07.06 è il valore letto per l'ingresso 4

CONCLUSIONI

La scheda d'interfaccia che vi abbiamo proposto in queste pagine è una periferica di I/O completa

e idonea ad eseguire l'acquisizione, il comando ed anche il controllo a 360° di apparati e utilizzatori; si integra molto bene nella domotica ed anche nella gestione di sistemi d'allarme, d'illuminazione e di processi automatizzati tramite Personal Computer. Come già esposto in questo articolo, le uscite digitali sono a livello TTL per poter sia essere lette da altri dispositivi e sistemi, sia essere impiegate per comandare schede attuatrici, delle quali la board a relé da 8 canali è solo un esempio.

Bene, con questo abbiamo concluso. □



Cosa occorre?

L'interfaccia I/O con connessione USB (cod. FT1568) è disponibile presso Futura Elettronica a Euro 118,00.

Il modulo principale con ATmega2560 (cod. MEGA2560PRODB) è disponibile anche separatamente a Euro 36,00.

Il PCB può essere realizzato in autonomia grazie al servizio PCBPRODUCTION. I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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

Nuove Telecamere

Full color technology



Le telecamere Full-color sono dotate di una nuova tecnologia che permette di ottenere immagini a colori anche in condizioni di scarsa luminosità, sia di giorno che di notte.

TELECAMERA FULL COLOR 2 MPX - VARIFOCAL



€ 69,00

cod. FR816VAR

TELECAMERA FULL COLOR 2 MPX



€ 52,00

cod. FR816N

- ✓ Uscita Video (BNC): 4 in 1 - AHD / CVI / TVI / CVBS
- ✓ Sensore di immagine: 1/2.8" CMOS
- ✓ Risoluzione immagine: 2 MPX
- ✓ Pixel effettivi: 1920(H)*1080(V)
- ✓ Sistema TV: PAL
- ✓ Obiettivo: 3,6 mm
- ✓ Portata Illuminatore: 20-30 metri
- ✓ Grado di protezione: IP67
- ✓ Alimentazione: 12 VDC
- ✓ Consumo: IR OFF <1W; LED ON <3W
- ✓ Temperatura di Lavoro: da -20 C a +50 C
- ✓ Dimensioni: 180x70x59 mm
- ✓ Peso: circa 335 grammi

- ✓ Uscita Video (BNC): 4 in 1 - AHD / CVI / TVI / CVBS
- ✓ Sensore di immagine: 1/2.7" CMOS
- ✓ Risoluzione immagine: 2 MPX
- ✓ Pixel effettivi: 1920(H)*1080(V)
- ✓ Sistema TV: PAL
- ✓ Obiettivo: varifocal 2,8-12 mm
- ✓ Otturatore elettronico: Automatico

- ✓ Portata Illuminatore: 40 metri
- ✓ Grado di protezione: IP67
- ✓ Alimentazione: 12 VDC
- ✓ Consumo: IR OFF: <1W; LED ON: 3,6 W
- ✓ Temperatura di Lavoro: da -20 C a +50 C (RH95% Max)
- ✓ Dimensioni corpo telecamera: 138x75x67 mm
- ✓ Peso: circa 408 grammi

TELECAMERA DOME FULL COLOR - 2 MPX

- ✓ Uscita Video (BNC): 4 in 1 - AHD / CVI / TVI / CVBS
- ✓ Sensore di immagine: 1/2.8" CMOS
- ✓ Risoluzione immagine: 2 MPX
- ✓ Pixel effettivi: 1920(H)*1080(V)
- ✓ Sistema TV: PAL
- ✓ Obiettivo: 3,6 mm
- ✓ Otturatore elettronico: Automatico
- ✓ Portata Illuminatore: 20-30 metri
- ✓ Grado di protezione: IP67
- ✓ Alimentazione: 12 VDC
- ✓ Consumo: IR OFF <1W; LED ON <3W
- ✓ Temperatura di Lavoro: da -20 C a +50 C
- ✓ Materiale involucro: plastica
- ✓ Dimensioni: 108 (diametro) x 86 (altezza) mm
- ✓ Peso: circa 210 grammi

€ 44,00

cod. FR817



Trasformano
la notte 🌙
in ☀️ giorno!

**SONO ARRIVATI I NUOVI
SET DI COMPONENTI
CON ARDUINO UNO!**



€ 45,90

Cod. **ARDUKITLEVEL2**

**SET con Arduino Uno Rev 3
e i componenti elettronici
per sviluppare applicazioni
con il linguaggio Arduino**



€ 35,90

Cod. **ARDUKITLEVEL1**

Disponibili anche....

SET PER ARDUINO UNO REV3

€ 65,00

Cod. **ARDUKITV6**

**IL PIÙ
COMPLETO!**



Il Set comprende: il libro "l'ABC di ARDUINO", la board Arduino UNO Rev3, e tutti i componenti per effettuare esperimenti descritti nel libro.

SET CON ARDUINO UNO REV 3 CON CAVO USB

Contiene il necessario per utilizzare Arduino Uno Rev 3; per iniziare basta connettersi a un computer tramite il cavo USB o alimentarla con un trasformatore AC/DC o una batteria.



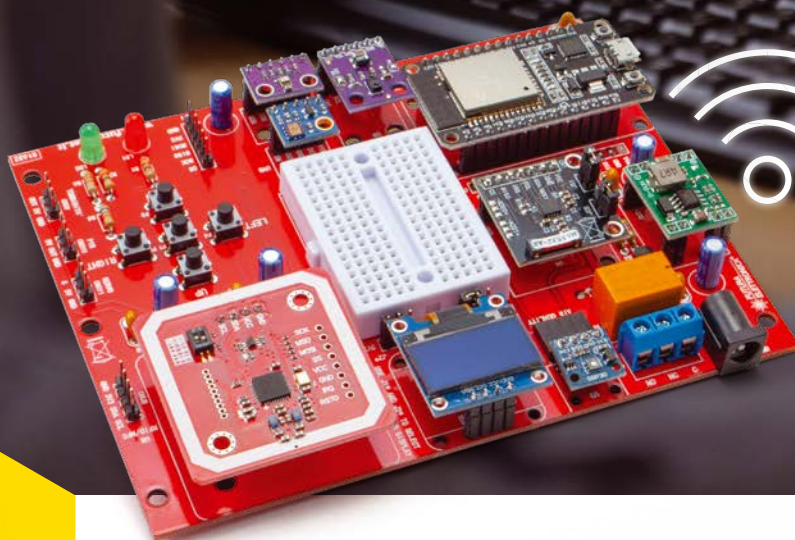
€ 29,00

Cod. **COMB06G**

Prezzi IVA inclusa

DEMOBOARD ESP32

di DAVIDE SCULLINO



Sperimentiamo nuovi progetti dimostrativi con uno dei più utilizzati moduli WiFi: il SoC ESP32
Seconda puntata.

A

bbiamo introdotto la demoboard per il SoC ESP32 ed accennato al fatto che per introdurvi nel mondo dello sviluppo con questo hardware, in ottica IoT, abbiamo scritto firmware e creato degli esempi che abbiamo iniziato a descrivere nella prima puntata. Adesso proseguiamo su questa strada proponendo applicazioni dimostrative che utilizzano l'hardware di bordo e i moduli collegabili esternamente tramite gli appositi connettori. Ricordiamo che alla demoboard possono essere applicati questi elementi:

- sensore qualità aria cod. SGP30CO2;
- sensore fulmini cod. FT1324M;
- rilevatore di gesture cod. APDS9960BOUT;
- sensore UVB cod. GYLM8511;
- sensore pressione cod. BMP280;

Listato 1

```
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <SparkFun_APDS9960.h>

// Pins
#define APDS9960_INT 27 // Needs to be an interrupt pin

#define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
#define SCREEN_HEIGHT 64 // OLED display height, in pixels

// Declaration for an SSD1306 display connected to I2C (SDA, SCL pins)
// The pins for I2C are defined by the Wire-library.
// On an arduino UNO:      A4(SDA), A5(SCL)
// On an arduino MEGA 2560: 20(SDA), 21(SCL)
// On an arduino LEONARDO:  2(SDA),  3(SCL), ...
#define OLED_RESET -1 // Reset pin # (or -1 if sharing Arduino reset pin)
#define SCREEN_ADDRESS 0x3C ///< See datasheet for Address; 0x3D for 128x64, 0x3C for 128x32
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);

#define NUMFLAKES 10 // Number of snowflakes in the animation example

#define LOGO_HEIGHT 16
#define LOGO_WIDTH 16

// Global Variables
SparkFun_APDS9960 apds = SparkFun_APDS9960();
int isr_flag = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  // SSD1306_SWITCHCAPVCC = generate display voltage from 3.3V internally
  if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, SCREEN_ADDRESS)) {
    Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
    for(;;); // Don't proceed, loop forever
  }

  display.display();
  delay(2000); // Pause for 2 seconds

  // Clear the buffer
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(2); // Draw 2X-scale text
  display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
  display.setCursor(5, 0);
  display.print("** Test **");
  display.setCursor(20, 30);
  display.print("Gesture");

  // Show the display buffer on the screen. You MUST call display() after
  // drawing commands to make them visible on screen!
  display.display();
  delay(2000);
  // display.display() is NOT necessary after every single drawing command,
  // unless that's what you want...rather, you can batch up a bunch of
  // drawing operations and then update the screen all at once by calling
  // display.display(). These examples demonstrate both approaches...

  /*
  // Invert and restore display, pausing in-between
  display.invertDisplay(true);
  delay(1000);
  display.invertDisplay(false);
  delay(1000);
  */

  // Set interrupt pin as input
  pinMode(APDS9960_INT, INPUT);
}
```



```

// Initialize Serial port
Serial.begin(9600);
Serial.println();
Serial.println(F("-----"));
Serial.println(F(" OLED + APDS-9960 - GestureTest "));
Serial.println(F("-----"));

// Initialize interrupt service routine
attachInterrupt(APDS9960_INT, interruptRoutine, FALLING);

// Initialize APDS-9960 (configure I2C and initial values)
if ( apds.init() ) {
  Serial.println(F("APDS-9960 initialization complete"));
} else {
  Serial.println(F("Something went wrong during APDS-9960 init!"));
}

// Start running the APDS-9960 gesture sensor engine
if ( apds.enableGestureSensor(true) ) {
  Serial.println(F("Gesture sensor is now running"));
} else {
  Serial.println(F("Something went wrong during gesture sensor init!"));
}
}

void loop()
{
  if( isr_flag == 1 )
  {
    detachInterrupt(0);
    handleGesture();
    isr_flag = 0;
    attachInterrupt(0, interruptRoutine, FALLING);
  }
}

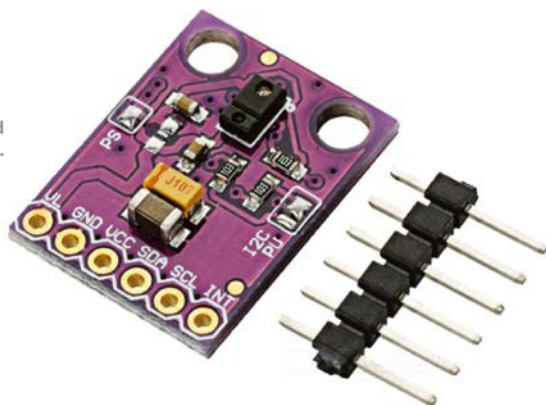
void interruptRoutine()
{
  isr_flag = 1;
}

void handleGesture()
{
  if ( apds.isGestureAvailable() )
  {
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(2); // Draw 2X-scale text
    display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
    display.setCursor(5, 30);

    switch ( apds.readGesture() )
    {
      case DIR_UP:
        display.print("  UP  ");
        break;
      case DIR_DOWN:
        display.print(" DOWN ");
        break;
      case DIR_LEFT:
        display.print(" LEFT ");
        break;
      case DIR_RIGHT:
        display.print(" RIGHT ");
        break;
      case DIR_NEAR:
        display.print(" NEAR ");
        break;
      case DIR_FAR:
        display.print(" FAR  ");
        break;
      default:
        display.print(" NONE ");
    }
    display.display(); // Show initial text
    delay(100);
  }
}

```

Fig. 1
La breakout board
per rilevare i gesti.



- lettore NFC/RFID cod. PN532;
- sensore torbidità cod. TORBISENS;
- sensore PIR cod. PIRMOD / cod. MINIPIRMOD;

I codici indicati sono quelli di www.futurashop.it, perché si tratta di prodotti commercializzati dalla Futura Elettronica.

Bene, ciò detto riprendiamo il discorso da dove lo avevamo lasciato e partiamo con la prima applicazione, nella quale utilizziamo il rilevatore di "gesture".

RILEVAMENTO DEI GESTI

Nel caso specifico, tramite un apposito firmware (OLED_Gesture.ino) da caricare in Arduino leggeremo i dati relativi ai gesti della mano rilevati dal detector APDS9960BOUT (prende posto in posizione U5 sulla demoboard) e ne permette la visualizzazione sul display delle quattro direzioni (UP-DOWN-LEFT-RIGHT) rilevabili, a seconda del gesto fatto con la mano.

Dopo avere installato il modulo U5, dovete copiare la cartella "libraries" sotto "/Documenti/Arduino" (se non avete cambiato la cartella predefinita), quindi aprire l'IDE di Arduino e dal menu "File"

caricate il nostro codice d'esempio "Gesture/OLED_gesture.ino" che peraltro trovate al completo nel **Listato 1**.

La breakout board con cui rileviamo le gesture è proposta nella **Fig. 1** ed è basata sul sensore RGB e Gesture APDS-9960; dotato di filtri anti-UV e IR integrati, quattro diodi separati sensibili a diverse direzioni e un'interfaccia compatibile I²C; questa piccola breakout permette di ottenere misurazioni della luce e del colore, rilevamento della prossimità e dei movimenti senza contatto, a una distanza compresa tra 10 e 20 cm.

Il sensore rileva i gesti attraverso radiazioni luminose. I pin della scheda utilizzati nella demoboard sono i seguenti: VL (alimentazione opzionale a LED IR), GND (Ground), VCC (alimentazione 3,3V), SDA (dati I²C) e SCL (clock I²C).

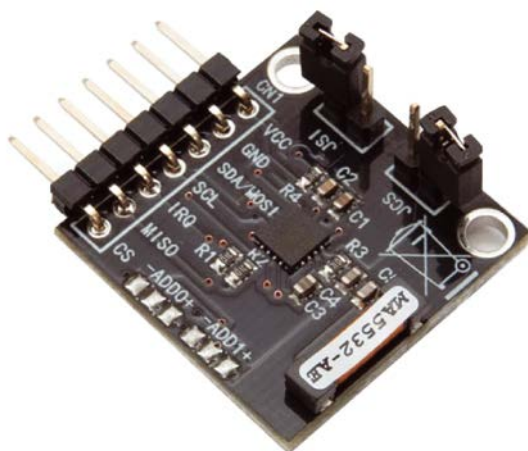
RILEVAMENTO DEI FULMINI

Passiamo adesso alla seconda applicazione di questo articolo, che vede la demoboard ESP32 impiegata con a bordo la breakout board basata sul chip AMS AS3935, un componente in grado di captare i disturbi radioelettrici causati dallo scoccare di archi elettrici e in particolare scariche atmosferiche (i fulmini insomma...) e, tramite un'opportuna elaborazione, fornire un segnale che corrisponde al rilevamento di un fulmine e della sua intensità. Tutti i segnali necessari alla gestione dell'integrato sono riportati su una fila di piazzole a passo 2,54 mm poste su un lato. La connessione dati con l'esterno avviene tramite I²C Bus o SPI. La Breakout board rilevatore di fulmini (**Fig. 2**) nasce per essere abbinata a un microcontrollore e per utilizzarla con hardware Arduino, il cui compito è analizzare il segnale fornito dal sensore ed elaborarlo per poi mostrare sul display OLED della demoboard, il numero di scariche elettriche rilevate e la distanza stimata, sono previste delle librerie dedicate, una delle quali viene utilizzata in questa applicazione e inclusa nel codice che abbiamo sviluppato allo scopo. La tensione di alimentazione è 5 Vcc, corrente assorbita 50 mA, distanza di rilevamento massima 40 km.

Per effetto del collegamento, sulla seriale viene mostrata l'indicazione di eventuali fulmini captati, o disturbi temporaleschi.

Per poter implementare questo esempio applicativo dovete copiare la cartella "libraries" sotto "/Documenti/Arduino", quindi aprire l'IDE di Arduino e caricare l'esempio nella cartella "Sens_Fulmini"; questo codice permette di inviare sulla seriale l'indicazione circa eventuali fulmini captati o

Fig. 2
Breakout board per
rilevare i fulmini.



↓ Listato 2

```
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

//for lightning
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include "SparkFun_AS3935.h"

// Adjust the address jumpers on the underside of the product.
#define AS3935_ADDR 0x03
#define INDOOR 0x12
#define OUTDOOR 0xE
#define LIGHTNING_INT 0x08
#define DISTURBER_INT 0x04
#define NOISE_INT 0x01

#define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
#define SCREEN_HEIGHT 64 // OLED display height, in pixels

// Declaration for an SSD1306 display connected to I2C (SDA, SCL pins)
// The pins for I2C are defined by the Wire-library.
// On an arduino UNO:      A4(SDA), A5(SCL)
// On an arduino MEGA 2560: 20(SDA), 21(SCL)
// On an arduino LEONARDO:  2(SDA),  3(SCL), ...
#define OLED_RESET    -1 // Reset pin # (or -1 if sharing Arduino reset pin)
#define SCREEN_ADDRESS 0x3C ///< See datasheet for Address; 0x3D for 128x64, 0x3C for 128x32
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);

#define NUMFLAKES    10 // Number of snowflakes in the animation example

#define LOGO_HEIGHT  16
#define LOGO_WIDTH   16

//for lightning
SparkFun_AS3935 lightning(AS3935_ADDR);

// Interrupt pin for lightning detection
const int lightningInt = 35;
const int threshVal = 10; //a higher number means better disturber rejection.

// This variable holds the number representing the lightning or non-lightning
// event issued by the lightning detector.
int intVal = 0;
int noise = 2; // Value between 1-7
int disturber = 2; // Value between 1-10

void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  // SSD1306_SWITCHCAPVCC = generate display voltage from 3.3V internally
  if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, SCREEN_ADDRESS))
  {
    Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
    for(;;); // Don't proceed, loop forever
  }

  // Show initial display buffer contents on the screen --
  // the library initializes this with an Adafruit splash screen.
  display.display();
  delay(2000); // Pause for 2 seconds

  // Clear the buffer
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(2); // Draw 2X-scale text
```

```

display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
display.setCursor(5, 0);
display.print("** Test **");
display.setCursor(10, 30);
display.print("Lightning");

// Show the display buffer on the screen. You MUST call display() after
// drawing commands to make them visible on screen!
display.display();
delay(2000);
// display.display() is NOT necessary after every single drawing command,
// unless that's what you want...rather, you can batch up a bunch of
// drawing operations and then update the screen all at once by calling
// display.display(). These examples demonstrate both approaches...

/*
// Invert and restore display, pausing in-between
display.invertDisplay(true);
delay(1000);
display.invertDisplay(false);
delay(1000);
*/
while (!Serial);
// When lightning is detected the interrupt pin goes HIGH.
pinMode(lightningInt, INPUT);
Serial.println("AS3935 Franklin Lightning Detector");
Wire.begin(); // Begin Wire before lightning sensor.
if( !lightning.begin() )
{ // Initialize the sensor.
  Serial.println ("Lightning Detector did not start up!");
  OLED_Message("Lightning Detector","did not start up!");
  while(1);
}
else
{
  Serial.println("Lightning Detector Ready!");
  OLED_Message("Lightning Detector","Ready!");
  delay(1500);
}

// The lightning detector defaults to an indoor setting at
// the cost of less sensitivity, if you plan on using this outdoors
// uncomment the following line:
//lightning.setIndoorOutdoor(OUTDOOR);
}

void loop()
{
  String text_msg = "";
  if(digitalRead(lightningInt) == HIGH)
  {
    // Hardware has alerted us to an event, now we read the interrupt register
    // to see exactly what it is.
    intVal = lightning.readInterruptReg();
    if(intVal == NOISE_INT)
    {
      OLED_Message("Noise detected","");
      Serial.println("Noise.");
      // Too much noise? Uncomment the code below, a higher number means better
      // noise rejection.
      //lightning.setNoiseLevel(setNoiseLevel);
      delay(1500);
    }
    else if(intVal == DISTURBER_INT)
    {
      OLED_Message("Disturber detected","");
      Serial.println("Disturber.");
      // Too many disturbers? Uncomment the code below, a higher number means better
      // disturber rejection.
      lightning.watchdogThreshold(threshVal);
      delay(1500);
    }
  }
}

```



```

    }
    else if(intVal == LIGHTNING_INT)
    {
        // Lightning! Now how far away is it? Distance estimation takes into
        // account any previously seen events in the last 15 seconds.
        byte distance = lightning.distanceToStorm();
        //text_msg = String(distance) + "km away!";
        text_msg = "km away!";
        OLED_Message("Lightning detected",text_msg);
        Serial.println(text_msg);
        delay(1500);
    }
}
OLED_Message("No disturb detected","");
delay(500); // Slow it down.
}

void OLED_Message(String text_display1, String text_display2)
{
    int lunghezza = 0;
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(1); // Draw 2X-scale text
    display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
    display.setCursor(0, 20);
    lunghezza = text_display1.length();
    lunghezza=21-lunghezza;
    lunghezza=lunghezza/2;
    for (int i=0;i<lunghezza;i=i+1)
    {
        display.print(" ");
    }
    display.print(text_display1);
    display.setCursor(0, 40);
    lunghezza = text_display2.length();
    lunghezza=21-lunghezza;
    lunghezza=lunghezza/2;
    for (int i=0;i<lunghezza;i=i+1)
    {
        display.print(" ");
    }
    display.print(text_display2);
    display.display();
    delay(1500);
}

```

disturbi dovuti a fenomeni elettrici temporaleschi. Se volete anche la visualizzazione sul display della demoboard, vi serve caricare l'esempio OLED_Sens_Fulmini (**Listato 2**), il cui codice fa in modo che sia sul display che sulla seriale venga inviata l'indicazione di eventuali fulmini captati o disturbi temporaleschi.

LETTURA DI TAG NFC

Passiamo adesso alla terza applicazione di questo articolo, che ci permetterà di sperimentare la tecnologia NFC di comunicazione wireless a corto raggio attraverso l'utilizzo di una breakout board dedicata, da montare a bordo. La scheda in questione è la PN532 e consiste in un lettore/scrittore NFC/RFID dotato di 1 LED di stato, antenna integrata sul PCB, interfaccia di comunicazione I²C, SPI e HSU (High Speed UART).

Può funzionare come lettore/scrittore di RFID card, come lettore NFC con smartphone Android e in modalità wireless con due dispositivi identici. Può essere utilizzato con Arduino per realizzare dispositivi di controllo accessi, ecc. e applicazioni demo come quella qui descritta.

La breakout board NFC può implementare la comunicazione dati su interfaccia I²C, SPI e HSU (High Speed UART), selezionabili una alla volta tramite dip-switch. Supporta la lettura/scrittura RFID, comunicazione P2P tra due moduli uguali, NFC con smartphone Android e per quanto riguarda la lettura/scrittura RFID è compatibile con i seguenti standard:

- Mifare 1k, 4k, Ultralight, DesFire cards;
- ISO/IEC 14443-4 card come la CD97BX, CD light, Desfire, P5CN072 (SMX);
- Innovision Jewel card come la IRT5001;



- FeliCa card come ad esempio le RCS_860 e RCS_854.

La massima distanza alla quale è possibile la lettura dei tag è compresa tra 50 e 70 mm.

Il lettore/scrittore di tag e card NFC PN532 è proposto nella **Fig. 3** e va introdotto nello strip femmina localizzato nella posizione U8 della demoboard. Per implementare le applicazioni rendiamo disponibili, al solito, due codici d'esempio: uno per la gestione della breakout board allo scopo di farle leggere un tag e l'altro, più completo, per visualizzare sul display OLED di bordo i dati acquisiti dal tag o card NFC.

Come anche per gli altri esempi, per prima cosa, dovete copiare la cartella delle librerie, quindi aprire l'IDE di Arduino e dal menu "File" aprite la cartella "NFC" e tra i codici di esempio che vi trovate all'interno caricate l'esempio NFC.ino, grazie al quale sulla seriale viene inviato il codice della card NFC letta; lo vedete proposto nel **Listato 3**.

Il secondo sketch che trovate è l'OLED_NFC.ino, eseguendo il quale, sia sul display che sulla seriale viene mostrato il codice del tag o della card NFC.

MISURIAMO LA PRESSIONE ATMOSFERICA

Proseguiamo con una quarta applicazione, nella quale andiamo a rilevare la pressione atmosferica mediante l'abbinamento alla nostra demoboard di un sensore di pressione: il BMP280 della Bosch. Si tratta di un trasduttore di pressione barometrica assoluta di tipo piezoresistivo, con campo di misura $300 \div 1100$ hPa, montato su breakout board. Le peculiarità di questo sensore oltre che nella

Fig. 3
Breakout
board NFC.



Fig. 4
Il sensore
Bosch
BMP280.



linearità e stabilità, sono evidenziate anche nella sua accuratezza relativa, che il costruttore dichiara in $\pm 0,12$ hPa, pari a ± 1 m di colonna d'aria.

In **Fig. 4** vedete il sensore montato sulla relativa breakout board, la quale, dopo essere stata dotata del relativo pin-strip da saldare nelle rispettive piazzole, andrà introdotta nella posizione U7 della demoboard ESP32.

Anche per questa applicazione è previsto un apposito sketch da caricare in Arduino utilizzando l'IDE e la connessione USB; il file dell'applicazione è quello chiamato OLED_Pressure.ino e fa in modo che sul display venga mostrata la temperatura ambiente, la pressione atmosferica e l'umidità rilevata. Per eseguire l'applicazione dovete copiare la cartella "libraries" sotto il percorso "/Documenti/Arduino"; si carica così la libreria di gestione del sensore di pressione. Per poter utilizzare proficuamente lo sketch di esempio da noi fornito, è necessario che l'indirizzo I²C-Bus della breakout board sia configurato a 0x76.

Il codice dell'applicazione di misura della pressione atmosferica è quello riportato nel **Listato 4** e implementa l'acquisizione delle letture del sensore dall'I²C-Bus e la sua visualizzazione sul display OLED di bordo.

RILEVAMENTO DI PRESENZA CON PIR.

Concludiamo questa puntata con un'applicazione nella quale andiamo a rilevare il movimento di persone e cose nel raggio di azione di un radar a infrarossi passivi, meglio noto come rivelatore PIR; allo scopo utilizzeremo uno sketch specifico. L'applicazione consiste in questo: quando il sensore PIR rileva un movimento (mediante connettore

↓ Listato 3

```
#include <Wire.h>
#include <PN532_I2C.h>
#include <PN532.h>
#include <NfcAdapter.h>

PN532_I2C pn532i2c(Wire);
PN532 nfc(pn532i2c);

void setup(void) {
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("Hello!");

  nfc.begin();

  uint32_t versiondata = nfc.getFirmwareVersion();
  if (! versiondata) {
    Serial.print("Didn't find PN53x board");
    while (1); // halt
  }

  // Got ok data, print it out!
  Serial.print("Found chip PN5"); Serial.println((versiondata>>24) & 0xFF, HEX);
  Serial.print("Firmware ver. "); Serial.print((versiondata>>16) & 0xFF, DEC);
  Serial.print('.'); Serial.println((versiondata>>8) & 0xFF, DEC);

  // Set the max number of retry attempts to read from a card
  // This prevents us from waiting forever for a card, which is
  // the default behaviour of the PN532.
  nfc.setPassiveActivationRetries(0xFF);

  // configure board to read RFID tags
  nfc.SAMConfig();

  Serial.println("Waiting for an ISO14443A card");
}

void loop(void) {
  boolean success;
  uint8_t uid[] = { 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 }; // Buffer to store the returned UID
  uint8_t uidLength; // Length of the UID (4 or 7 bytes depending on ISO14443A card type)

  // Wait for an ISO14443A type cards (Mifare, etc.). When one is found
  // 'uid' will be populated with the UID, and uidLength will indicate
  // if the uid is 4 bytes (Mifare Classic) or 7 bytes (Mifare Ultralight)
  success = nfc.readPassiveTargetID(PN532_MIFARE_ISO14443A, &uid[0], &uidLength);

  if (success) {
    Serial.println("Found a card!");
    Serial.print("UID Length: ");Serial.print(uidLength, DEC);Serial.println(" bytes");
    Serial.print("UID Value: ");
    for (uint8_t i=0; i < uidLength; i++)
    {
      Serial.print(" 0x");Serial.print(uid[i], HEX);
    }
    Serial.println("");
    // Wait 1 second before continuing
    delay(1000);
  }
  else
  {
    // PN532 probably timed out waiting for a card
    Serial.println("Timed out waiting for a card");
  }
}
```

CNU10) l'uscita a relè si attiva e a display viene mostrato un avviso. Il PIR va collegato con i suoi tre contatti (positivo e negativo di alimentazione,

uscita) al connettore PU10 dedicato al collegamento di dispositivi all'esterno della demoboard. Ogniquale volta il radar a infrarossi passivi rileva il

Listato 4

```

#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <Adafruit_BMP280.h>

#define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
#define SCREEN_HEIGHT 64 // OLED display height, in pixels

// Declaration for an SSD1306 display connected to I2C (SDA, SCL pins)
// The pins for I2C are defined by the Wire-library.
// On an arduino UNO:      A4(SDA), A5(SCL)
// On an arduino MEGA 2560: 20(SDA), 21(SCL)
// On an arduino LEONARDO:  2(SDA),  3(SCL), ...
#define OLED_RESET    -1 // Reset pin # (or -1 if sharing Arduino reset pin)
#define SCREEN_ADDRESS 0x3C ///< See datasheet for Address; 0x3D for 128x64, 0x3C for 128x32
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);

#define NUMFLAKES 10 // Number of snowflakes in the animation example

#define LOGO_HEIGHT 16
#define LOGO_WIDTH 16

Adafruit_BMP280 bmp; // I2C

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  // SSD1306_SWITCHCAPVCC = generate display voltage from 3.3V internally
  if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, SCREEN_ADDRESS)) {
    Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
    for(;;); // Don't proceed, loop forever
  }

  // Show initial display buffer contents on the screen --
  // the library initializes this with an Adafruit splash screen.
  display.display();
  delay(2000); // Pause for 2 seconds

  // Clear the buffer
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(2); // Draw 2X-scale text
  display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
  display.setCursor(5, 0);
  display.print("** Test **");
  display.setCursor(15, 30);
  display.print("Pressure");

  // Show the display buffer on the screen. You MUST call display() after
  // drawing commands to make them visible on screen!
  display.display();
  delay(2000);
  // display.display() is NOT necessary after every single drawing command,
  // unless that's what you want...rather, you can batch up a bunch of
  // drawing operations and then update the screen all at once by calling
  // display.display(). These examples demonstrate both approaches...

  /*
  // Invert and restore display, pausing in-between
  display.invertDisplay(true);
  delay(1000);
  display.invertDisplay(false);
  delay(1000);
  */

  Serial.begin(9600);
  Serial.println(F("BMP280 test"));

  if (!bmp.begin(0x76)) {
    Serial.println(F("Could not find a valid BMP280 sensor, check wiring!"));
    while (1);
  }

  /* Default settings from datasheet. */
  bmp.setSampling(Adafruit_BMP280::MODE_NORMAL, /* Operating Mode. */
                 Adafruit_BMP280::SAMPLING_X2, /* Temp. oversampling */
                 Adafruit_BMP280::SAMPLING_X16, /* Pressure oversampling */
                 Adafruit_BMP280::FILTER_X16, /* Filtering. */
                 Adafruit_BMP280::STANDBY_MS_500); /* Standby time. */

}

void loop()
{
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(1); // Draw 2X-scale text

```

```

display.setTextColor(SSD1306_WHITE);

display.setCursor(5, 0);
display.print("Temp:");
display.setCursor(60, 0);
display.print(bmp.readTemperature());
display.print(" C");

display.setCursor(5, 20);
display.print("Pressure:");
display.setCursor(60, 20);
display.print(bmp.readPressure());
display.print(" Pa");
display.setCursor(5, 40);
display.print("Altitude:");
display.setCursor(60, 40);
display.print(bmp.readAltitude(1013.25));
display.print(" m");
display.display();
delay(2000);
}

```

Listato 5

```

#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
#define SCREEN_HEIGHT 64 // OLED display height, in pixels
// Declaration for an SSD1306 display connected to I2C (SDA, SCL pins)
// The pins for I2C are defined by the Wire-library.
// On an arduino UNO:      A4(SDA), A5(SCL)
// On an arduino MEGA 2560: 20(SDA), 21(SCL)
// On an arduino LEONARDO:  2(SDA),  3(SCL), ...
#define OLED_RESET    -1 // Reset pin # (or -1 if sharing Arduino reset pin)
#define SCREEN_ADDRESS 0x3C ///< See datasheet for Address; 0x3D for 128x64, 0x3C for 128x32
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);

#define NUMFLAKES 10 // Number of snowflakes in the animation example
#define LOGO_HEIGHT 16
#define LOGO_WIDTH 16

const int PIR = 19;
const int RELAY = 32;
const int LEDR = 25;
int stato=0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  // SSD1306_SWITCHCAPVCC = generate display voltage from 3.3V internally
  if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, SCREEN_ADDRESS)) {
    Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
    for(;;); // Don't proceed, loop forever
  }

  // Show initial display buffer contents on the screen --
  // the library initializes this with an Adafruit splash screen.
  display.display();
  delay(2000); // Pause for 2 seconds

  // Clear the buffer
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(2); // Draw 2X-scale text
  display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
  display.setCursor(5, 0);
  display.print("*** Test **");
  display.setCursor(25, 30);
  display.print(" PIR ");

  // Show the display buffer on the screen. You MUST call display() after
  // drawing commands to make them visible on screen!
  display.display();
  delay(2000);
  // display.display() is NOT necessary after every single drawing command,
  // unless that's what you want...rather, you can batch up a bunch of
  // drawing operations and then update the screen all at once by calling
  // display.display(). These examples demonstrate both approaches...

```

```

/*
// Invert and restore display, pausing in-between
display.invertDisplay(true);
delay(1000);
display.invertDisplay(false);
delay(1000);
*/

pinMode(PIR, INPUT);
pinMode(RELAY, OUTPUT);
pinMode(LED, OUTPUT);
}

void loop()
{
display.clearDisplay();
display.setTextSize(2); // Draw 2X-scale text
display.setTextColor(SSD1306_WHITE);

Ctrl_Pir();
switch(stato)
{
case 0:
display.setCursor(10, 10);
display.print("PIR:ALARM");
display.setCursor(10, 40);
display.print("OUT:ON");
digitalWrite(RELAY,HIGH);
digitalWrite(LED,HIGH);
break;
case 1:
display.setCursor(10, 10);
display.print("PIR:-----");
display.setCursor(10, 40);
display.print("OUT:OFF");
digitalWrite(RELAY,LOW);
digitalWrite(LED,LOW);
break;
default:
break;
}

display.display();
delay(500);
}

void Ctrl_Pir()
{
if (digitalRead(PIR)==LOW) stato=1;
else stato=0;
}

```

movimento nel proprio campo d'azione, il relé a bordo scheda (RL1) rimane attivato per il tempo in cui l'uscita PIR è in allarme. Ad esempio il modello PIRMOD tiene attivata l'uscita per 10 secondi al termine del rilevamento. Il firmware da caricare nell'ESP32 per implementare questa applicazione di test è OLED_PIR.ino e lo trovate nel **Listato 5**; va caricato, al solito, tramite l'IDE e la connessione USB.

CONCLUSIONI

Bene, termina qui questa seconda puntata, nella quale vi abbiamo mostrato ulteriori potenzialità offerte dalla nostra demoboard ESP32 e dalle sue periferiche on-board ed esterne. Concluderemo la carrellata sui dispositivi e sulle applicazioni dimostrative nella prossima e conclusiva puntata. Buon proseguimento!



Cosa occorre?

La demoboard per ESP32 (cod. FT1632) è disponibile in scatola di montaggio a Euro 25,00 e comprende tutti i componenti ad eccezione dei sensori, display e moduli. Questi sono venduti separatamente.

In particolare sono disponibili: il modulo con ESP32 (cod. YB555) a Euro 13,50, il display OLED (cod. OLED096C) a Euro 11,00, il sensore qualità dell'aria (cod. SGP30CO2) a Euro 19,50, il sensore fulmini (cod. FT1324M) a Euro 25,00, il modulo gesture (cod. APDS9960BOUT) a Euro 7,50, il sensore UVB (cod. GYML8511) a Euro 8,00, il sensore di pressione (cod. BMP280) a Euro 4,50 e il modulo RFID (cod. PN532) a Euro 14,00. I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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



DAI FORMA ALLE TUE IDEE!

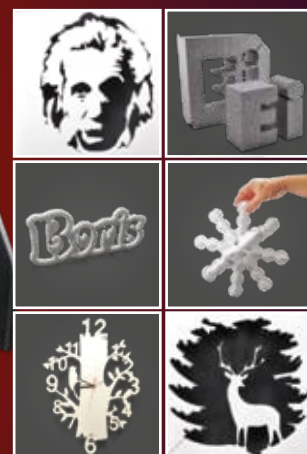


cod. FOAMCUTTER

€ 320,00

PLOTTER TAGLIA POSTIROLO - IN KIT

Realizza, intagliandole a caldo, sagome di ogni genere partendo da lastre di polistirolo, polistirene ed altri materiali espansi a bassa temperatura di fusione. Collegalo subito al PC e utilizzalo per realizzare tutto quello che vuoi: modelli di vario genere, scritte, scatole, sagome per decorazioni, lettere scatolate, loghi, simboli, puzzle 3D e molto altro!



CARATTERISTICHE TECNICHE:

- **Tecnica di taglio:** a filo caldo
- **Materiali lavorabili:** espansi a bassa temperatura di fusione
- **Dimensioni:**
 - **Plotter:** 775x690x220 mm
 - **Area lavorabile:** 500x480 mm
 - **Spessore lavorabile:** 120 mm
- **Risoluzione:** 0,5 mm
- **Tolleranza X Y:** 0,012 mm
- **Velocità di taglio:** 300 mm/minuto (varia in funzione della tipologia di materiale lavorato)
- **Alimentazione:** 12 VDC / 3 A
- **Temperatura filo:** regolabile da software
- **Gestione:** da PC tramite interfaccia USB

Prezzo IVA inclusa.

**FUTURA
ELETTRONICA®**

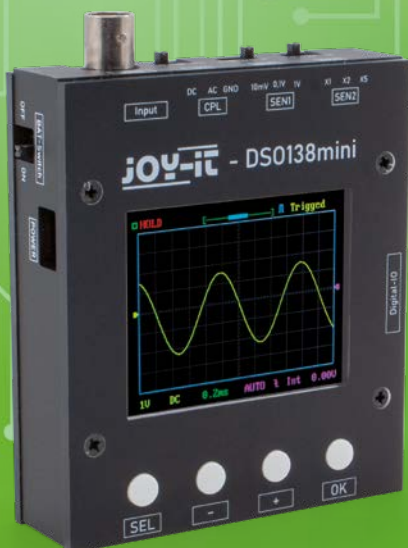
Futura Group srl
Via Adige, 11 • 21013 Gallarate (VA)
Tel. 0331/799775

www.futurashop.it

Ora i componenti non hanno più segreti!

DISPOSITIVI PROFESSIONALI PER MISURE E ANALISI PRECISE

MINI OSCILLOSCOPIO A 1 CANALE CON DISPLAY TFT LCD DA 2,4 POLLICI



COD. DSO138MINI
€ 68,00

Dispone di display da 2,4" TFT LCD - 320x240, larghezza di banda da 200 kHz e frequenza di campionamento 1 MSa/s con risoluzione 12 bit. I circuiti di alimentazione sono stati semplificati rispetto al modello precedente, così come la portabilità grazie alle dimensioni del case notevolmente ridotte. L'ingresso di trigger esterno accetta segnali TTL e LVTTTL come sorgente e permette infine di esportare (in formato testo) la forma d'onda in seriale. Alimentazione attraverso connettore micro USB. Questo oscilloscopio è particolarmente indicato per gli hobbisti interessati a misurare e visualizzare la maggior parte dei segnali elettronici.

TESTER PER COMPONENTI ELETTRONICI



COD. JT-LCRT7
€ 34,00

Dotato di display LCD da 3,5" a colori, ricevitore a infrarossi e batteria ricaricabile integrata da 3,7 volt 350 mAh. Permette di misurare diodi, diodi zener, resistori, condensatori, l'ESR (Resistenza Equivalente Serie) di un condensatore, induttori, tiristori, triac, FET, transistor bipolari (indicando se è NPN o PNP) e batterie (max. 4,5 V). Funziona anche con condensatori elettrolitici polarizzati e non polarizzati in entrambi gli orientamenti. Grazie al ricevitore a infrarossi integrato possono essere decodificati anche i segnali a infrarossi e visualizzati sul display, in forma d'onda e codice esadecimale. Le misurazioni vengono avviate automaticamente premendo semplicemente un pulsante.

Prezzi IVA inclusa.

Analizzatore di componenti DCA55



€ 73,00
cod. DCA55

Consente di analizzare una vasta gamma di componenti attivi, identificando la pinout e fornendo informazioni relative ai principali parametri.

Analizzatore di semiconduttori DCA75



€ 158,00
cod. DCA75

Analizza svariati tipi di semiconduttori. Può essere interfacciato al PC e, grazie al software in dotazione, fornisce un'analisi dettagliata del componente.

Misuratore di induttanza, capacità, resistenza e impedenza LCR45

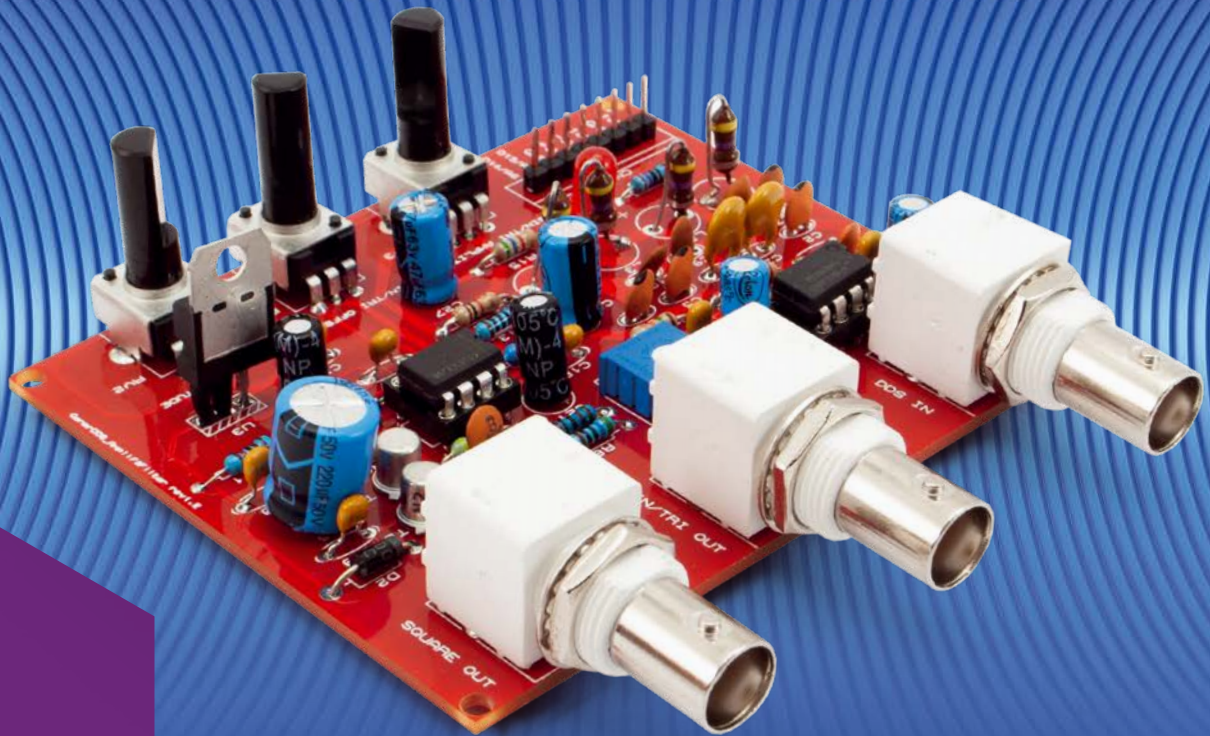


€ 129,00
cod. LCR45

Strumento multifunzione. Misura induttanza, resistenza e impedenza arbitraria. Riconosce automaticamente il tipo di componente, e fornisce informazioni relative ai principali parametri.

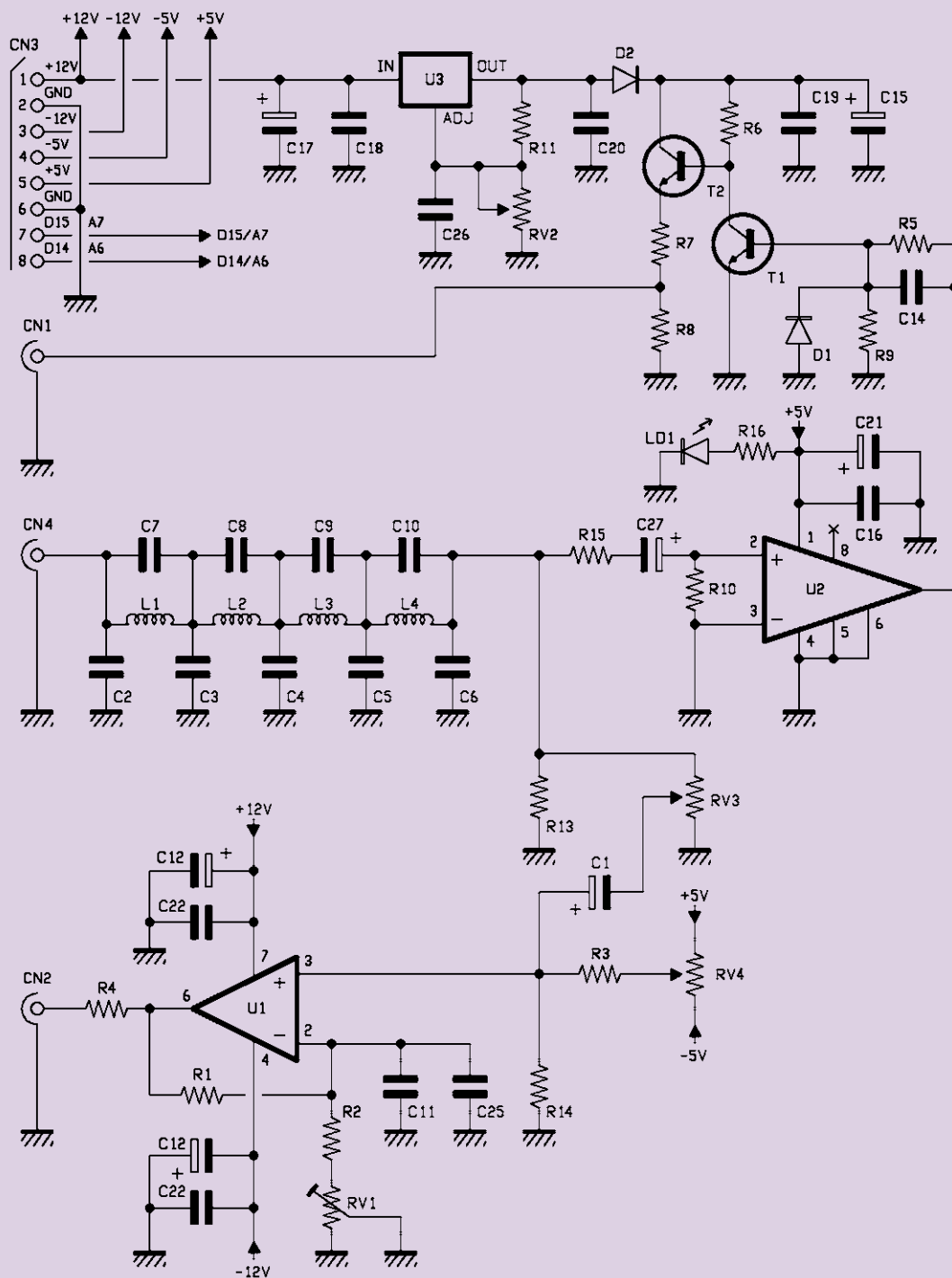
SCHEDA AMPLIFICATORE E FILTRO

di FULVIO DE SANTIS



Completiamo il generatore di funzioni DDS con uno stadio d'uscita in grado di elevare il livello del segnale e filtrare le forme d'onda. Seconda e ultima puntata.

Nell'articolo "Generatore di funzioni con AD9833" pubblicato nel fascicolo scorso, abbiamo presentato la prima parte - o se volete, il cuore di un generatore di funzioni a sintesi digitale (DDS) - costituito dalla scheda denominata GenDDS_AD9833 in grado di generare forme d'onda sinusoidali, triangolari e ad onda quadra, che è possibile utilizzare come strumento da laboratorio per il test di schede e circuiti elettronici vari.



Come accennato in quell'articolo, il progetto è in realtà complementabile con una seconda scheda, da porre in uscita. In questo articolo descriveremo proprio il progetto di questa seconda unità, che chiameremo GenerDDS_Amplif&Filter, per evidenziare che ha lo scopo di filtrare e am-

plicare il segnale generato dalla scheda DDS GenDDS_AD9833.

IL PROGETTO

L'idea di proporre questa seconda scheda è nata dall'esigenza di sopprimere al basso livello di uscita

(circa 0,6 Vpp) della scheda di generazione del segnale DDS, mediante l'impiego di un amplificatore a larga banda in grado di portare il livello di uscita regolabile da 0 V fino a 5 Vpp su un carico di 50 ohm, oltre alla possibilità di regolare anche l'offset del segnale. Un altro vantaggio dell'aver realizzato il progetto con due distinte schede è dato dal fatto che ognuna delle due può essere alimentata e utilizzata individualmente: la prima scheda può essere impiegata come generatore di funzioni con livello fisso di uscita e frequenza regolabile, mentre l'altra può essere impiegata come generico filtro passa-basso e per amplificare segnali con regolazione del livello di uscita nella banda di frequenze del filtro.

Collegando l'uscita della prima scheda all'ingresso della seconda scheda si realizzerà il generatore di funzioni DDS completo, come mostrato nello schema a blocchi funzionale riportato in **Fig. 1**.

SCHEMA ELETTRICO

La scheda Amplificatore e Filtro qui proposta è costituita da un filtro passa-basso (LPF), dall'amplificatore a larga banda e dal generatore di onda quadra.

Il filtro LPF

Il filtro passa-basso è un filtro ellittico del nono ordine. Filtra il segnale DDS applicato all'ingresso della scheda. L'impedenza d'ingresso del filtro è adattata all'impedenza di 200 ohm di uscita della scheda GenDDS_AD9833 generatrice delle forme d'onda. Per l'adattamento simmetrico

La scheda qui proposta è un complemento del generatore di funzioni a sintesi digitale diretta (DDS) da utilizzare in laboratorio, capace di generare forme d'onda sinusoidali, triangolari e onda quadra, ma anche di visualizzare la frequenza delle forme d'onda generate su un display OLED on-board.

Il generatore è costituito da uno stadio di generazione del segnale a sintesi digitale diretta di frequenza (DDS), da una sezione di controllo e da uno stadio di alimentazione. La sezione di generazione del segnale DDS viene realizzata mediante il circuito integrato AD9833 dell'Analog

Devices, montato a bordo di un modulo breakout.

La sezione di controllo è costituita dal microcontrollore uChip, programmato con un nostro firmware da caricare utilizzando l'IDE di Arduino. Completano il circuito dei pulsanti di selezione della gamma di frequenze, un encoder con il quale viene effettuata la regolazione della frequenza e la selezione della forma d'onda, e infine un display OLED SSD1306 per la visualizzazione dello stato ON/OFF del generatore, del valore di frequenza e del tipo di forma d'onda selezionato.

La frequenza generabile è compresa tra 1 Hz e 12 MHz.

d'impedenza, l'impedenza di uscita del filtro è di 200 ohm realizzata dal resistore a 200 ohm posto all'uscita del filtro. Ha una banda passante a 3 db di 24,4 MHz, come mostrato dal risultato della misura riportato in **Fig. 2**.

Il filtro LPF in questo progetto viene impiegato come filtro di ricostruzione del segnale DDS per ridurre quanto più possibile le frequenze immagine generate dal processo di conversione digitale-analogico.

La frequenza della forma d'onda generata dal sintetizzatore digitale della scheda GenDDS_AD9833 si somma algebricamente

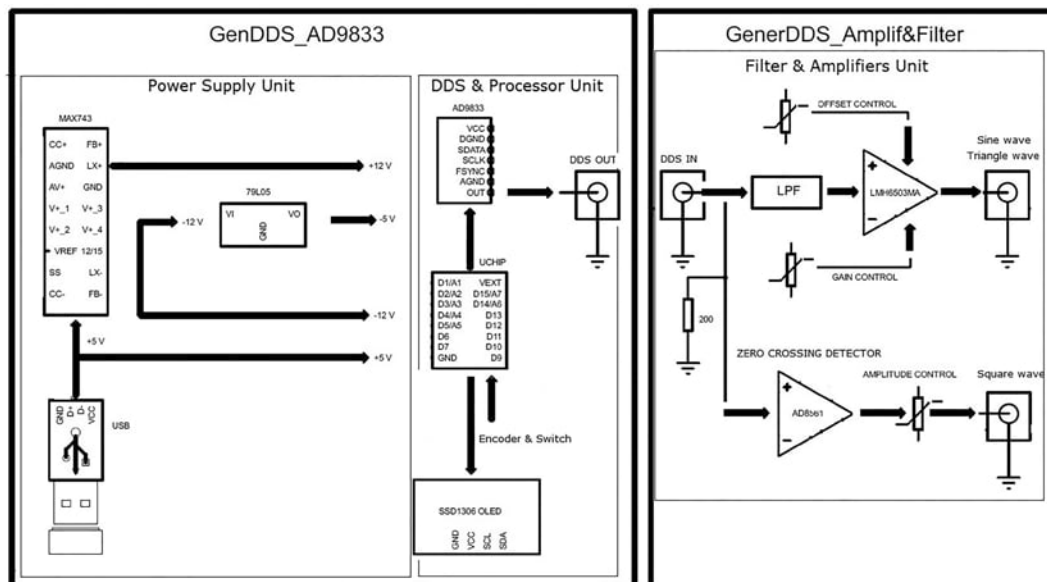
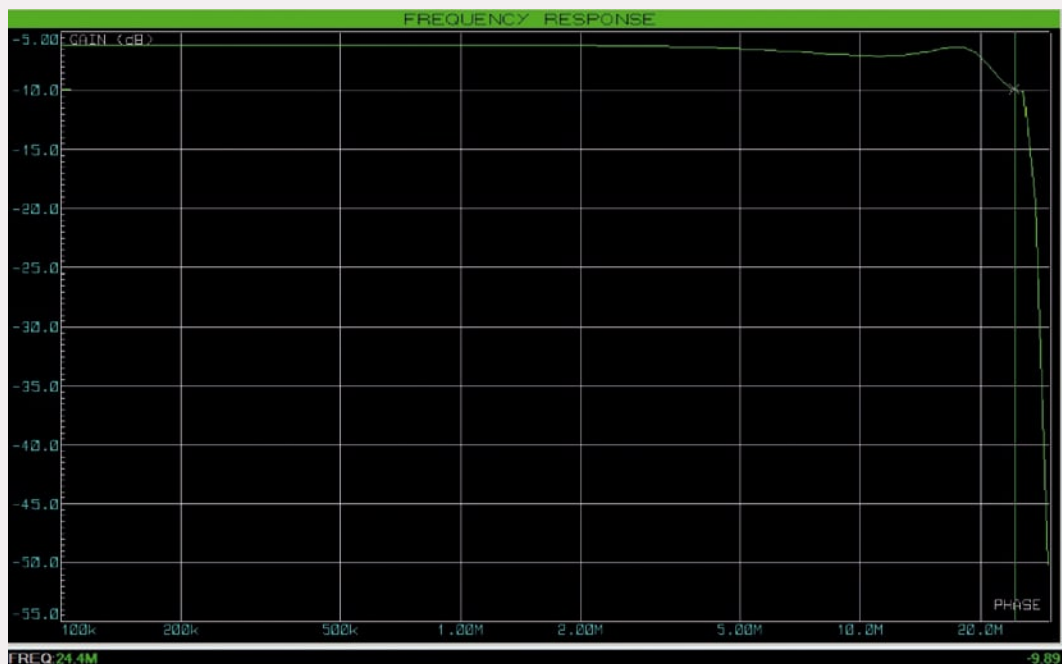


Fig. 1
Schema a blocchi funzionale del generatore di funzioni con AD9833.

→ **Fig. 2**
Banda passante
del filtro LPF.

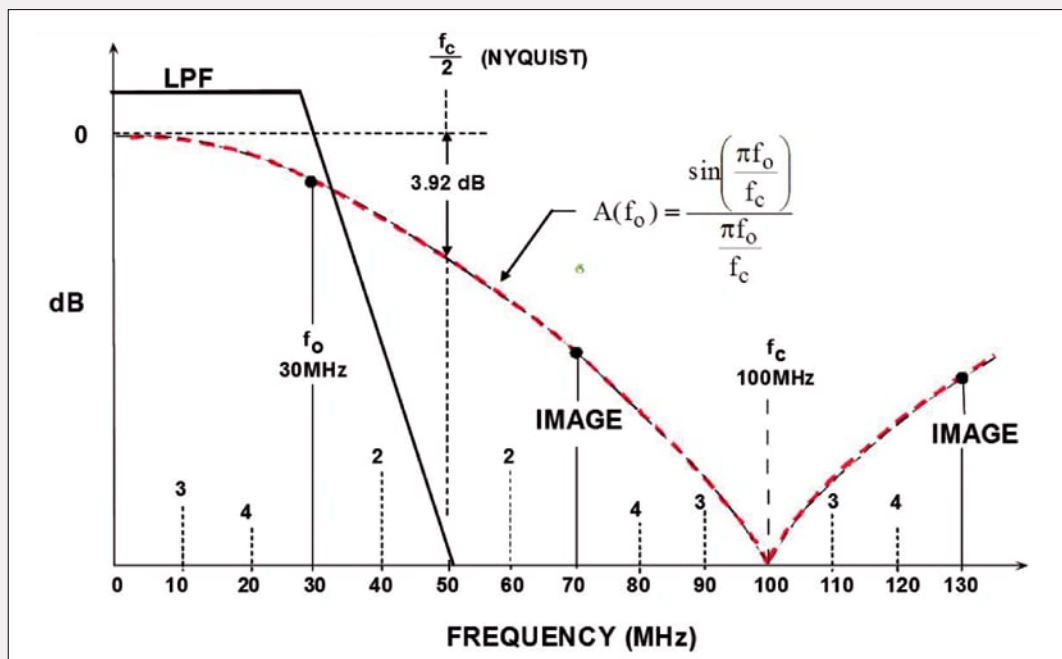


alla frequenza di clock di campionamento del convertitore digitale-analogico (DAC) producendo le frequenze immagine.

Il grafico di **Fig. 3** mostra un esempio dell'andamento teorico dello spettro di frequenze risultante dalla generazione di una frequenza di 30 MHz ottenuta dalla conversione digitale/analogica alla frequenza di campionamento di 100 MHz.

È possibile osservare nel grafico la frequenza di 30 MHz e le componenti originate dalla somma e differenza fra la frequenza di clock e la frequenza generata, ovvero le frequenze immagine $100\text{MHz} - 30\text{MHz} = 70\text{MHz}$ e $100 + 30 = 130\text{MHz}$. La curva tratteggiata è una funzione del tipo $\sin x/x$ e rappresenta la risposta dell'ampiezza in funzione della frequenza all'uscita di un DAC senza filtro.

→ **Fig. 3**
Spettro di
frequenze generate
dalla conversione
digitale analogica.



Lo scopo del filtro di ricostruzione LPF è di rimuovere le frequenze più basse che possono ricadere all'interno della banda utile del filtro passa-basso. Come si può rilevare dal grafico di **Fig. 3**, la linea continua più marcata è la risposta in frequenza del filtro LPF in cui la scelta della frequenza di taglio e del tipo di filtro deve garantire una forte attenuazione dell'ampiezza delle frequenze oltre la frequenza utile (nel nostro esempio quella di 30 MHz) che si identifica con la frequenza massima della banda utile. Inoltre, occorre considerare che non tutte le frequenze più basse generate dalla combinazione della frequenza fondamentale con la frequenza di campionamento possono essere eliminate. Infatti, tornando all'esempio, se consideriamo la seconda armonica della frequenza fondamentale 30 MHz, ovvero la 60 MHz, fuori della banda del filtro si produrrà una frequenza immagine di $100 \text{ MHz} - 60 \text{ MHz} = 40 \text{ MHz}$ che ricade all'interno della banda del filtro.

Lo stesso avviene per la terza armonica 90 MHz, anch'essa fuori banda del filtro, creando però una frequenza pari a $100 \text{ MHz} - 90 \text{ MHz} = 10 \text{ MHz}$, anch'essa all'interno della banda del filtro.

Così anche per la quarta armonica, la 120 MHz, che produrrà una frequenza di 20 MHz, anch'essa all'interno della banda base.

Stadio amplificatore a larga banda

L'uscita del filtro passa basso viene amplificata dallo stadio di amplificazione a larga banda costituito dall'integrato amplificatore operativo a retroazione di corrente U1 LM6181, dalla circuiteria relativa e dai potenziometri RV3 e RV4 rispettivamente di regolazione dell'ampiezza e dell'offset del segnale di uscita.

L'ampiezza massima del segnale in uscita dallo stadio amplificatore viene regolata dal trimmer RV1 per impostare con precisione il livello di uscita a 5V picco-picco su un'impedenza di 50 ohm. Mediante il potenziometro RV4 è possibile regolare la tensione continua di offset del segnale di uscita dell'amplificatore da +5 V a -5 V.

L'uscita del filtro passa basso, oltre all'ingresso dello stadio di amplificazione, viene collegata anche all'ingresso della sezione di generazione e controllo ampiezza del segnale ad onda quadra. L'amplificatore operativo LM6181 è alimentato da una tensione duale di +/- 12 V.

Stadio di generazione dell'onda quadra

Per generare un'onda quadra perfetta viene prelevata una porzione del segnale sinusoidale

dall'uscita del filtro LPF e applicata allo stadio di ingresso del generatore di onda quadra costituito dall'integrato comparatore U2 MAX913CPA+ impiegato nella funzione di zero-crossing, e dai transistor BSX20 T1 e T2.

La forma d'onda quadra all'uscita di U2 viene applicata allo stadio amplificatore di impulsi costituito dalla coppia di transistor T1 e T2 la cui uscita ha un'impedenza di 50 ohm rendendo disponibile un livello da 0V ad oltre 10 V su di un carico maggiore di 1Kohm regolabile dallo stadio di regolazione dell'ampiezza realizzato dall'integrato U3 regolatore di tensione LDO LM1086-ADJ e dal potenziometro RV2.

Per ottenere fronti d'onda ripidi su un'ampia gamma di frequenza, l'impedenza di uscita del generatore deve essere adattata a 50 ohm, ovvero deve essere collegata ad un carico di 50 ohm.

ALIMENTAZIONE

Concludiamo l'analisi dello schema elettrico con una nota sull'alimentazione: la scheda qui proposta nasce per essere alimentata dalla sezione di alimentazione della scheda Generatore DDS con AD9833 collegando la +12V, -12V, +5V e -5V al connettore CN3 della scheda. Nel funzionamento stand alone, ovvero senza la scheda Generatore DDS, la scheda può comunque essere alimentata da un alimentatore capace di erogare i 12V duali (con una corrente di circa 200 mA) e i 5V stabilizzati duali (bastano una cinquantina di milliamper).

COLLAUDO

Per testare la scheda potete scegliere fra due modalità: il collaudo stand alone, ovvero senza la scheda Generatore DDS con AD9833, oppure in abbinamento con detta scheda.

Collaudo stand alone

Per questa modalità di collaudo occorre un set di alimentatori in grado di fornire una tensione duale di +/- 12 V, +5V e -5V, un generatore di forme d'onda sinusoidali e triangolari, un oscilloscopio con una banda di almeno 20 MHz, un connettore BNC a T e una terminazione BNC a 50 ohm.

Con tutti gli alimentatori spenti, collegate i cavi di alimentazione della tensione duale di +/- 12 V e della tensione +5 V e -5 V al connettore CN3 accertandovi che siano ben inseriti nei pin in quanto un contatto instabile potrebbe sbilanciare l'alimentazione degli integrati danneggiandoli irreversibilmente.

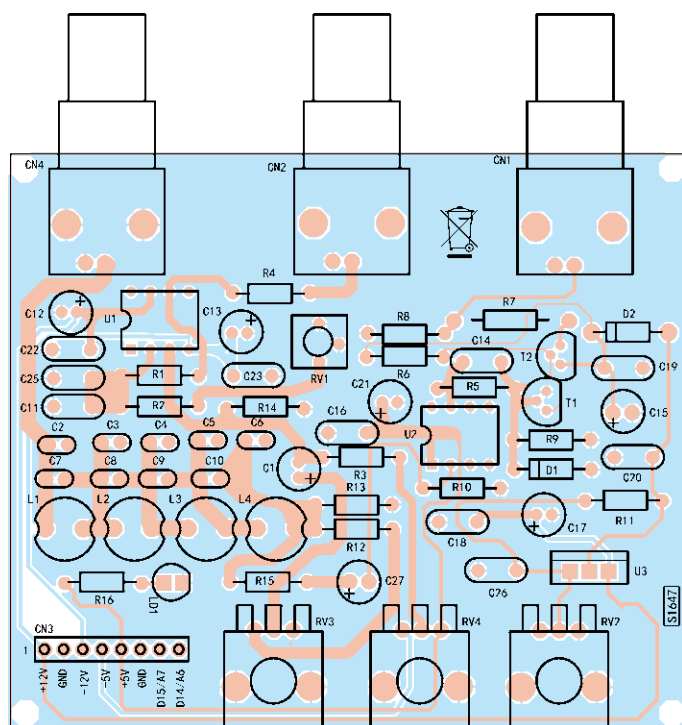




Elenco Componenti:

R1: 820 ohm
 R2: 10 ohm
 R3: 120 kohm
 R4: 51 ohm
 R5: 4,7 kohm
 R6, R12: 1 kohm
 R7: 36 ohm
 R8: 560 ohm
 R9: 100 kohm
 R10, R11: 1,2 kohm
 R13: 200 ohm
 R14: 15 kohm
 R15: 5,6 kohm
 R16: 270 ohm
 RV1: Trimmer 50 ohm
 RV2, RV3: Potenziometro 10 kohm
 RV4: Potenziometro 100 kohm
 C1, C27: 47 μ F 16 VL elettrolitico
 C2, C5, C6: 68 pF ceramico
 C3, C4: 100 pF ceramico
 C7: 10 pF ceramico
 C8: 47 pF ceramico
 C9: 56 pF ceramico
 C10: 27 pF ceramico
 C11, C25: 220 pF ceramico
 C12, C13: 10 μ F 63 VL elettrolitico
 C14: 1 nF ceramico
 C15: 220 μ F 25 VL elettrolitico
 C17, C21: 2,2 μ F 63 VL elettrolitico
 C16, C18, C19, C20, C22, C23, C26: 100 nF ceramico
 L1, L2, L3, L4: 0,47 μ H
 U1: LM6181
 U2: MAX913CPA+
 U3: LM1086-ADJ
 T1, T2: BSX20
 D1: BAT85
 D2: 1N4001
 LD1: LED rosso 3 mm
 CN1, CN2, CN4: Connettore BNC 90° da C.S.
 CN3: Strip 8 vie maschio

Varie:
 - Circuito stampato S1647



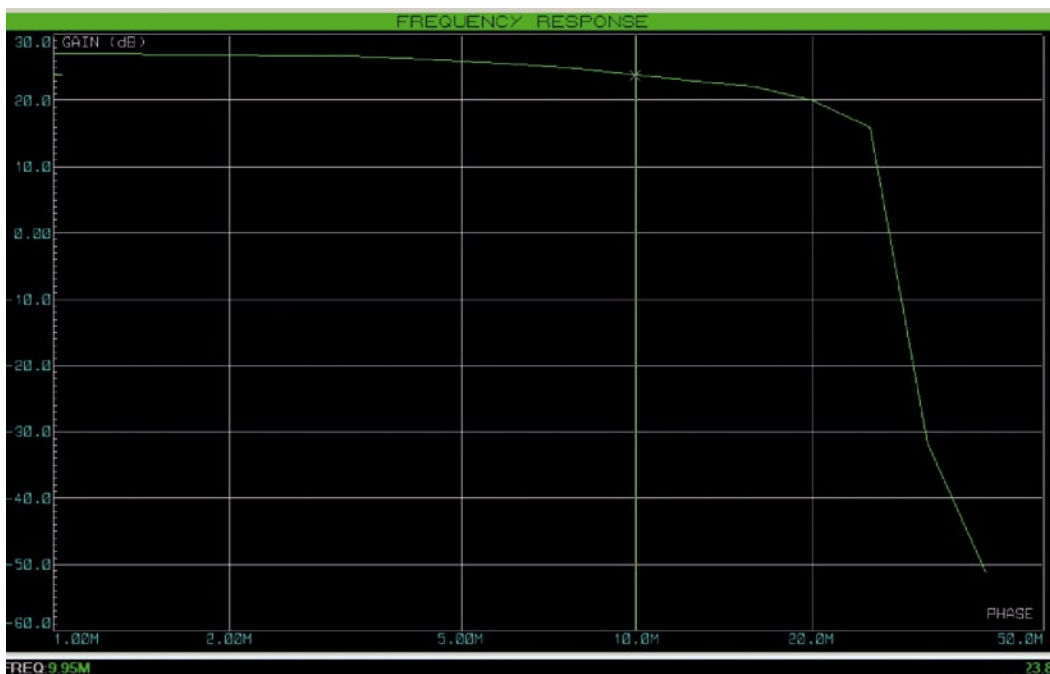


Fig. 4
Risposta in
frequenza
della scheda
GenerDDS_
Amplif&Filter.

Accendete il generatore di segnali sinusoidali e impostatelo alla frequenza di 10 KHz, ampiezza 0,6 Vpp, fase 0° e offset 0V. Spegnete il generatore e collegatelo con un cavo BNC al connettore BNC CN4 "DDS IN". Impostate un canale d'ingresso verticale dell'oscilloscopio per misurare tensioni continue (in DC) su un'ampiezza di 1 V per divisione. Collegare il connettore BNC "SIN/TRI OUT" CN2 della scheda ad un ingresso del connettore BNC a T, all'altro ingresso del connettore a T collegate una terminazione BNC a 50 ohm, poi inserite l'uscita del connettore a T al connettore d'ingresso verticale di un canale dell'oscilloscopio. Accendete gli alimentatori. Si accenderà il LED LD1 ad indicare la presenza della +5 V. Per impostare a 0V il livello di tensione di offset all'uscita della scheda, in assenza di segnale (il generatore è spento), regolate finemente il potenziometro RV4 fino a che la traccia continua dell'oscilloscopio misuri una tensione continua di 0V. Accendete il generatore: il display dell'oscilloscopio mostrerà un segnale sinusoidale con un'ampiezza casuale alla frequenza di 10 KHz. Regolate la base dei tempi dell'oscilloscopio per visualizzare a pieno schermo la sinusoide a 10 KHz; se non state utilizzando un oscilloscopio digitale, eventualmente agite sulla regolazione del sincronismo del canale per visualizzare stabilmente sullo schermo la sinusoide. Regolate il potenziometro RV3 di regolazione dell'ampiezza della forma d'onda si-

nusoidale fino ad ottenere la massima ampiezza. Regolate finemente il trimmer RV1 per impostare l'ampiezza della sinusoide al valore esatto di 5 Vpp. A questo punto, terminata la taratura della scheda, potete effettuare il test di funzionamento verificando che, variando la frequenza del generatore di segnali, l'ampiezza del segnale di uscita della scheda segua l'andamento della risposta in frequenza mostrata in **Fig. 4** in cui si può rilevare che l'ampiezza della banda a circa 3 dB al di sotto del livello massimo è di 10 MHz.

Verificate il corretto funzionamento delle regolazioni di ampiezza e offset del segnale agendo rispettivamente sui potenziometri RV3 per variare l'ampiezza da 0 a 5 Vpp, e RV4 per regolare la tensione di offset da +5 V a -5 V.

Collegate il connettore BNC CN1 "SQUARE OUT" all'oscilloscopio. Con il potenziometro RV2 potete regolare l'ampiezza dell'onda quadra da 0 a 5 V. Sullo strumento generatore di segnali selezionate la forma d'onda triangolare verificando l'ampiezza e la forma d'onda del segnale fino alla frequenza di 3 MHz. Anche per questa forma d'onda, verificate le regolazioni di ampiezza e offset del segnale di uscita agendo rispettivamente sui potenziometri RV3 e RV4.

Collaudo con la scheda Generatore DDS

Se avete realizzato la scheda generatore DDS potete fare il collaudo della scheda Amplificatore

e Filtro senza utilizzare il generatore di segnali sinusoidali e gli alimentatori esterni. Infatti, la scheda generatore fornisce il segnale DDS e le alimentazioni alla scheda da testare.

Quindi, per questa modalità di collaudo occorre un oscilloscopio con una banda di almeno 20 MHz, un power bank (o un alimentatore) con uscita USB a 5 V, un connettore BNC a T e una terminazione BNC a 50 ohm.

Collegate i cavi di alimentazione della tensione duale di +/- 12 V, della +5V e

-5V dal connettore CN2 della scheda DDS al connettore CN3 della scheda Amplificatore e Filtro e accertatevi che siano ben inseriti nei pin dei rispettivi connettori in quanto un falso contatto potrebbe sbilanciare l'alimentazione degli integrati danneggiandoli. Collegate il connettore BNC CN3 della scheda DDS al connettore BNC CN4 "DDS IN" della scheda proposta in queste pagine.

Con un cavo USB-USB collegate il connettore USB del power bank (o di un computer) al connettore USB della scheda DDS. Si accenderanno i LED LD1 delle due schede ad indicare la presenza della +5 V.

Premete il pulsante P4 "ON/OFF" della scheda DDS per spegnere il segnale DDS.

Impostate per la misura in CC un canale d'ingresso verticale dell'oscilloscopio su un'ampiezza di 1 V per divisione. Collegate il connettore BNC CN2 "SIN/TRI OUT" della scheda Amplificatore e Filtro all'oscilloscopio con un connettore BNC a T a cui dovete collegare anche una terminazione BNC a 50 ohm. Per impostare a 0V il livello di tensione di offset all'uscita della scheda Amplificatore e Filtro, regolate finemente il potenziometro RV4 fino a che la traccia dell'oscilloscopio misuri una tensione continua di 0V.

Riaccendete il segnale DDS premendo nuovamente il pulsante P4 "ON/OFF" della scheda DDS. Regolate ancora finemente il potenziometro RV4 fino a misurare una tensione continua di offset di 0V. Agendo sul pulsante dell'encoder SW1 della scheda DDS, selezionate la forma d'onda sinusoidale del segnale di uscita DDS. Premete il pulsante P2 "KHZ" per selezionare la gamma di frequenze in KHz. Regolate la manopola dell'encoder SW1 per impostare la frequenza a 10KHz. Sul display OLED della scheda DDS visualizzerete i parametri che avete impostato e il display dell'oscilloscopio mostrerà un segnale sinusoidale con un'ampiezza casuale alla frequenza di 10 KHz.

Sulla scheda Amplificatore e Filtro regolate il potenziometro RV3 di regolazione dell'ampiezza

za della sinusoide fino ad ottenere la massima ampiezza. Regolate finemente il trimmer RV1 per impostare l'ampiezza della sinusoide al valore esatto di 5 Vpp.

Terminata la taratura della scheda, potete effettuare il test di funzionamento complessivo del Generatore di funzioni con AD9833 costituito dalle due schede interconnesse.

Verificate che variando la frequenza del segnale in uscita dalla scheda DDS mediante la selezione delle gamme di frequenza da Hz a MHz con i pulsanti P1, P2 e P3 della scheda DDS, la risposta in frequenza del Generatore di funzioni con AD9833 sia conforme a quella mostrato in **Fig. 4**, considerando che l'uscita della scheda DDS, ovvero dell'AD9833, ha un'ampiezza costante di circa 0,6 Vpp da 1 Hz a 1 MHz per poi decrescere gradualmente fino a 0,3 Vpp all'aumentare della frequenza da 1 MHz a 10 MHz.

Collegate il connettore BNC CN1 "SQUARE OUT" della scheda Amplificatore e Filtro all'oscilloscopio. Con il potenziometro RV2 potete regolare l'ampiezza dell'onda quadra da 0 a 5 V.

Agendo sul pulsante dell'encoder SW1 selezionate la forma d'onda triangolare verificando che l'ampiezza del segnale segua l'andamento della risposta in frequenza a 3 dB fino alla frequenza di 3 MHz.

Notate che scollegando il cavo BNC della scheda DDS dalla scheda Amplificatore e Filtro e collegandolo all'oscilloscopio, premendo sul pulsante dell'encoder SW1 per selezionare la forma d'onda quadra, sull'oscilloscopio visualizzerete un'onda quadra di ampiezza fissa di 5 V (livello TTL) e frequenza variabile che potete utilizzare per test ed esperimenti con circuiti logici ed altro. 



Cosa occorre?

I componenti utilizzati in questo progetto sono disponibili presso Futura Elettronica. La breakout board DDS (cod. AD9833BREAKOUT) è in vendita a Euro 6,90, la board uChip (cod. UCHIP) è disponibile a Euro 19,00, il display oled da 0,96" (cod. OLED096C) costa Euro 11,00. Il PCB può essere realizzato con il servizio PCBPRODUCTION disponibile dal sito www.futurashop.it I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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



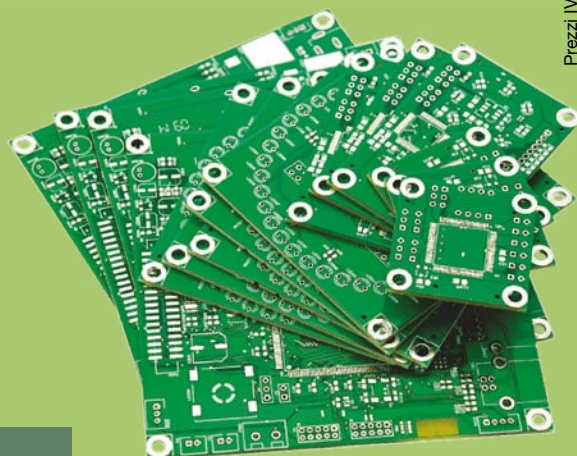
I tuoi PCB a partire da

1€

Con il servizio PCB di Futura Elettronica, potrai realizzare facilmente il circuito stampato del tuo progetto!

Vai su www.futurashop.it, inserisci nella ricerca il codice "PCBPRODUCTION" e carica il tuo Gerber scegliendo le dimensioni e le caratteristiche preferite.

Prezzi IVA inclusa.



cod. PCBPRODUCTION

COLORE SERIGRAFIA



BIANCA



NERA

La serigrafia nera è disponibile solamente per PCB bianchi e gialli.

COLORE SOLDER



VERDE



ROSSO



GIALLO



BLU



BIANCO



NERO

SPESSORE (mm)

mm



0.2

0.4

0.6

0.8

1.0

1.2

1.6

2.0

2.4

2.8

3.2

NUMERO DI LAYERS

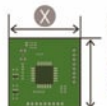
1 Layer

2 Layers

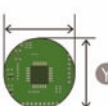
4 Layers

6 Layers

DIMENSIONI (cm)



Single Size



Pannel Size

- 5x5 - 5x10 - 5x15 - 5x20 - 5x25 - 5x30
- 10x10 - 10x15 - 10x20 - 10x25 - 10x30
- 15x15 - 15x20 - 15x25 - 15x30
- 20x20 - 20x25 - 20x30
- 25x25 - 25x30
- 30x30

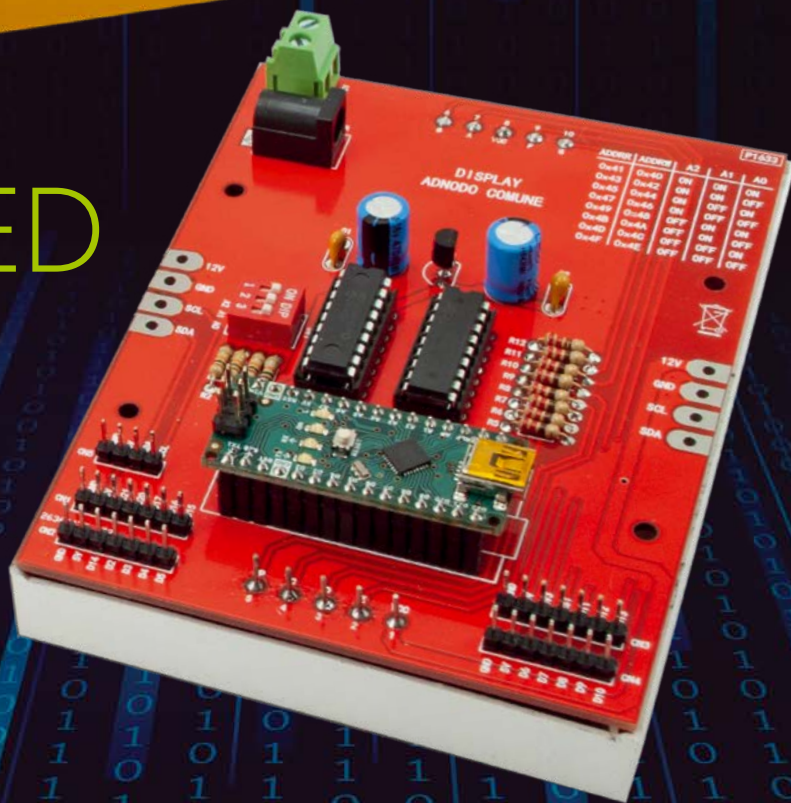
ECCO QUALCHE ESEMPIO:

PCB con 1 layer
da 5x5 cm
spessore 1,6 mm
solder verde
serigrafia bianca
€ 1 cad.

PCB da 2 layer
da 10x10 cm
spessore 1,6 mm
solder verde
serigrafia bianca
€ 6 cad.



DISPLAY LED I²C-BUS



di **ALESSANDRO SOTTOCORNOLA**



Interfaccia I²C per unità 7 segmenti a LED giganti, operante in modalità sia Slave, sia Master grazie alla possibilità di montarvi una scheda Arduino Nano. È modulare fino a 8 digit e si applica dietro al visualizzatore.

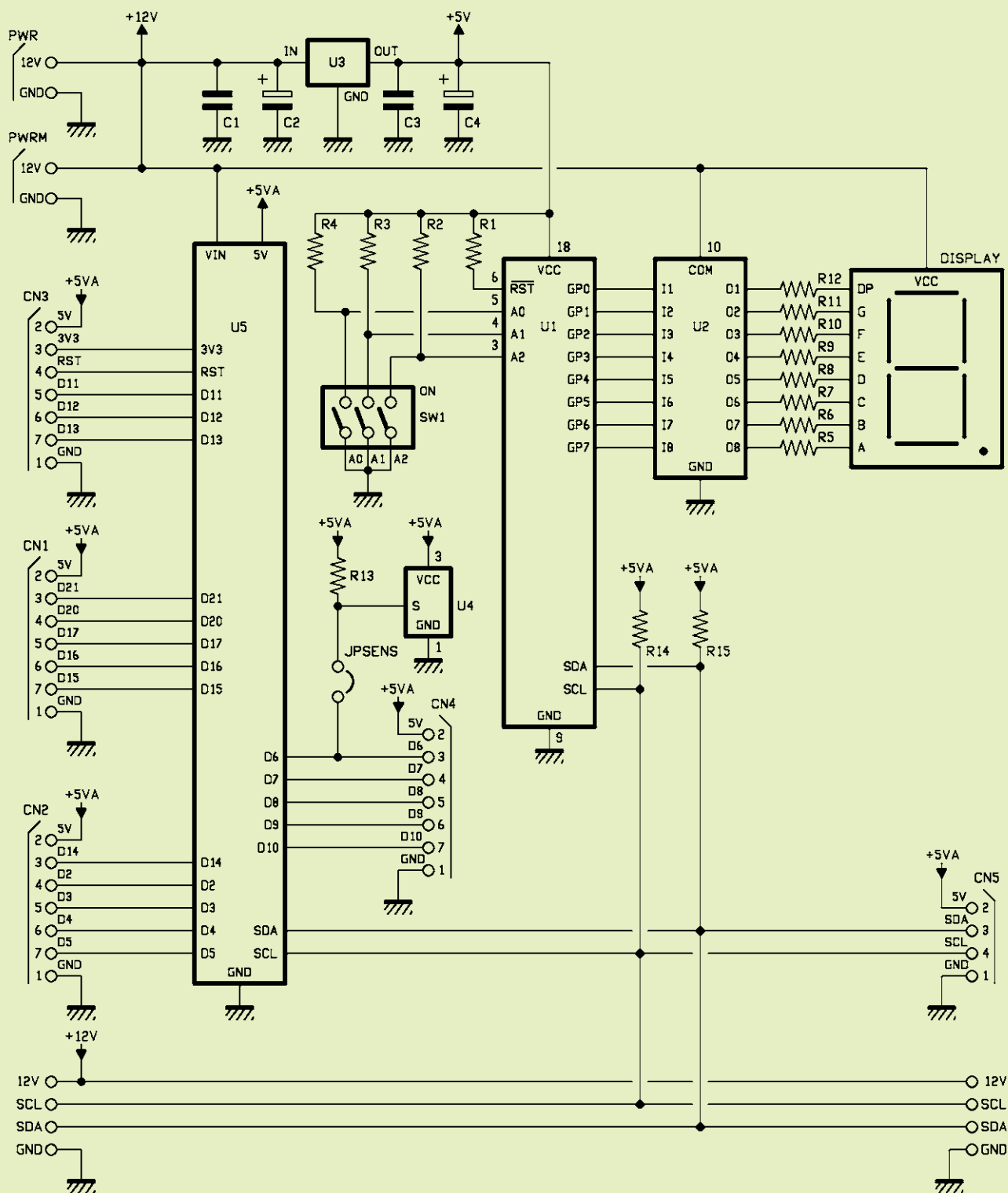
La pervasiva diffusione dei display grafici basati sulle più recenti tecnologie, accessibili sempre più a buon mercato grazie all'industria orientale e ai bassi prezzi che porta con sé, ci ha quasi fatto dimenticare che esistono molti altri tipi di display, basilari e appartenenti agli anni in cui l'elettronica a microprocessore non era così presente, né a buon mercato; tra questi i canonici visualizzatori a diodi luminosi, ossia a LED, primi fra tutti quelli a 7 segmenti con eventuale punto decimale, grazie ai quali è possibile visualizzare tutti i numeri da 0 a 9, seguiti dai display a "bandiera inglese" molto apprezzati perché, avendo quattro segmenti disposti ad X nel mezzo, consentono anche di visualizzare le lettere del nostro alfabeto. Proprio i LED sono alla base della tecnologia di quei display dai quali è richiesta la visualizzazione in grandi spazi, che i pur utili moduli OLED o LCD per Arduino, giusto per fare un esempio, non potrebbero soddisfare. Ai display a LED ed in particolare a quelli giganti a 7 segmenti, è dedicato il progetto che proponiamo in queste pagine e che consente di integrare un'elettronica capace di trasformare il singolo digit in un'unità a display dotata di interfaccia I²C-Bus e, volendo, di renderla "intelligente" (passateci il termine...) mediante l'inserimento di una piccola scheda della famiglia Arduino; in quest'ultimo caso, non solo il display potrà diventare un sottosistema in grado di interfacciarsi, ad esempio, a sensori e ad un radio-comando (per realizzare un sistema elimina-code) ma anche a moduli WiFi per essere pilotato in modalità wireless, ma potrà anche diventare modulare, con il digit dotato di Arduino che diverrà l'unità Master del bus I²C e piloterà fino ad altri sette display (questi, privi di scheda Arduino).

IL PROGETTO

Ciò che vi proponiamo di realizzare è una scheda di controllo, da applicare al retro del display saldandola mediante i pin a passo 5,08 mm di quest'ultimo, che permette di gestire un singolo display a 7 segmenti Anodo Comune dalle dimensioni di 122x90mm.

Il display per cui è stata progettata la nostra interfaccia è il DISP7BIGAN commercializzato dalla Futura Elettronica, le cui caratteristiche salienti sono riportate nella **Fig. 1**.

Questo display ha il digit alto 4 pollici (10 cm circa) e si presta quindi all'utilizzo in grandi locali ed anche all'aperto.



Il display ha i 7 segmenti e il decimal point a LED rossi, disposti in serie-parallelo, con anodo comune; la tensione di alimentazione diretta di ciascun segmento è di 7,2÷7,5 V.

La lunghezza d'onda del rosso è 640 nm (quindi il rosso più vivo, a garanzia di un'ottima visibilità) e l'intensità luminosa ad una corrente diretta I_f di 20 mA è compresa fra 200 e 300 mcd.

SCHEMA ELETTRICO

Diamo ora uno sguardo allo schema del circuito di interfaccia del digit, premettendo che in esso sono riportati tutti i componenti, compreso Arduino, che pure è un accessorio, perché il display funziona ugualmente senza; infatti la scheda nasce per il controllo del display attraverso I²C-Bus e a riguardo precisiamo che in questo contesto, la scheda qui descritta può operare come:

- Slave I²C-Bus se è priva della scheda Arduino;
- Master I²C-Bus se è provvista di Arduino.

Stabilito ciò, vediamo che la scheda è composta da due elementi principali: il convertitore I²C-Bus/IO MCP23008 della Microchip (siglato U1) e Arduino Nano (U5) che, in questa prima analisi, trascureremo. Il componente principale, indipendentemente dalla configurazione Master/Slave, è l'MCP23008, il quale converte i dati in arrivo sul bus I²C nello stato corrispondente delle sue 8 uscite GB, ciascuna delle quali fa capo a un line-driver degli 8 contenuti nell'ULN2803 siglato U2 nello schema elettrico. Per essere più precisi, U1 è in realtà un convertitore che estrae il byte di dati contenuto nella stringa a standard I²C-Bus e ne riporta il contenuto in formato parallelo sulle sue linee GP0-GP7; poi, per l'uso che ne facciamo lo consideriamo un converter da byte a display 7-segmenti più decimal point. Inoltre l'integrato Microchip può trasmettere sul bus lo stato degli 8 piedini GP, che infatti sono a tutti gli effetti dei GPIO, come mostra lo schema a blocchi che vi proponiamo nella **Fig. 2**.

La necessità di funzionare in modalità bidirezionale si deve al fatto che ogni periferica I²C-Bus deve sia poter leggere (per esempio i comandi) sia poter inviare i dati acquisiti, ad 8 bit, lungo il bus.

Nel nostro caso ci basta semplicemente che il componente interpreti i byte inviati dall'unità Master (un circuito esterno oppure, se lo montiamo e programmiamo opportunamente, Arduino Nano) e trasformarli in formato parallelo, affinché ci si possa pilotare i segmenti del display.

Come unità I²C-Bus, l'MCP23008 permette di impostarne l'indirizzo in un ampio range di 8 indirizzi ed allo scopo dispone dei pin A0, A1, A2, i quali consentono di impostare gli address dell'unità Slave, se indirizzata direttamente dal Bus I²C. Queste linee sono dotate di resistori di pull-up (R2, R3 ed R4) e risultano collegate ciascuna ad un interruttore del dip-switch SW1, per facilitare l'impostazione del caso.

La nostra scheda è stata pensata per poter collegare in cascata più display, fino ad un massimo di 8, pertanto su ogni scheda abbiamo previsto che i "12V", "GND", "SDA", "SCL" siano passanti, così da poter collegare diversi display in serie.

Nella scheda, il bus I²C viene ripetuto su una file di piazzole poste ai lati (sui lati lunghi) del circuito stampato, che consente la connessione in cascata; su queste piazzole è ripetuta anche la massa e con essa la linea di alimentazione a 12V, di modo che sia possibile alimentare una sola unità tramite il connettore jack PWR e poi distribuire l'alimentazione ad eventuali altri moduli digit utilizzando un unico alimentatore e un singolo jack.

CARATTERISTICHE TECNICHE

- Tensione di alimentazione: 12 V_{cc}
- Corrente max assorbita: 1A
- Display: 7-segmenti a LED
- Dimensioni digit: 101x60 mm
- Digit collegabili: 8
- Interfaccia I²C-Bus Master/Slave
- Selezione indirizzo I²C-Bus
- Opzione controller Arduino

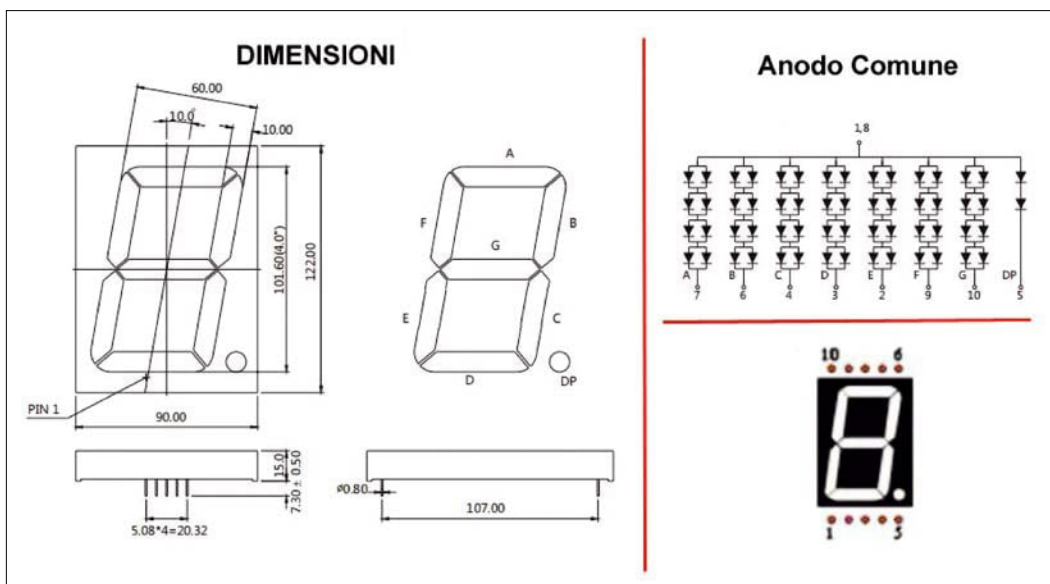
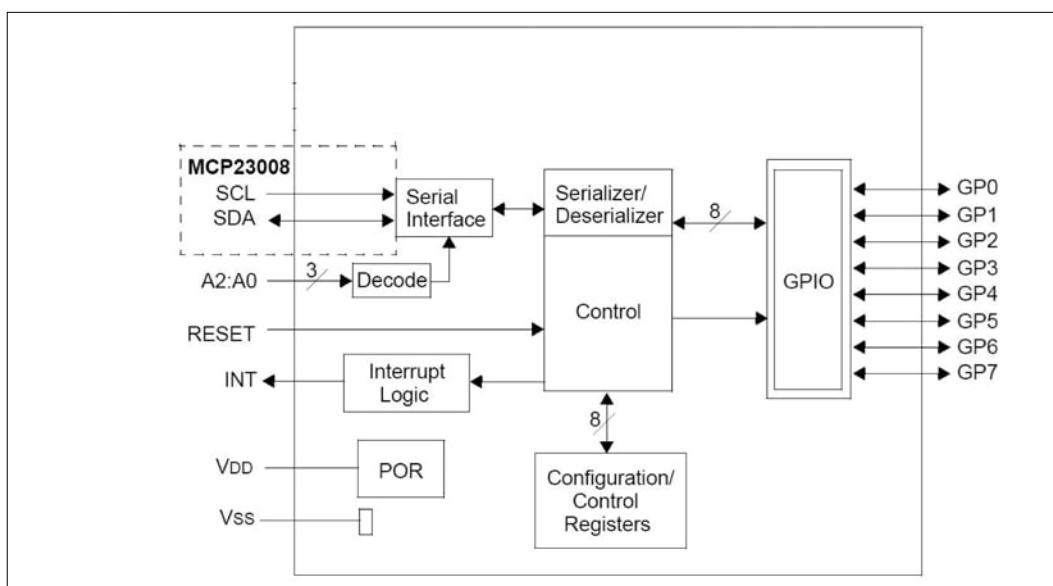


Fig. 1
Caratteristiche
del display
7-segmenti a
LED.

Fig. 2
Schema a blocchi
dell'MCP23008.



Il bus è comunque presente sul connettore CN5, insieme alla linea d'alimentazione +5V.

Le uscite dell'MCP23008 sono interfacciate ai segmenti del display gigante tramite dei line-driver, il cui duplice scopo è elevare la tensione di pilotaggio (giacché U1 lavora con livelli TTL, mentre il display si pilota con oltre 7V) e fornire la corrente necessaria ai LED per potersi accendere ad un livello di luminosità adeguato alla visualizzazione in grandi spazi.

Questo line-driver è l'ULN2803 siglato U2, al cui interno troviamo 8 stadi a Darlington NPN con diodi di protezione (qui non utilizzati) aventi in comune il catodo e connessi tutti al piedino 10; ciascun Darlington ha la base collegata a un piedino d'ingresso tramite una resistenza di polarizzazione e il collettore connesso all'anodo del diodo di protezione e ad un piedino di uscita.

Tutti gli emettitori sono in comune e collegati a massa (piedino 9).

L'intero circuito prende alimentazione dal jack DC siglato PWR, ovvero dalla linea 12V e da massa se si tratta di una scheda collegata ad una principale; l'alimentazione prevista è di 12Vcc e raggiunge direttamente l'ULN2803 e il display gigante, oltre alla fila di piazzole laterali per il collegamento in cascata di più moduli; il resto dei componenti richiede una tensione di 5Vcc, che viene ricavata dal regolatore integrato a tre terminali U3 (un classico 7805) il cui ingresso è filtrato mediante i condensatori C1 e C2. La tensione stabilizzata di 5V fornita dal regolatore viene filtrata dai condensatori C3 e C4, quindi raggiunge U1, U4 e l'eventuale modulo Arduino.

Notate che per rendere la scheda più versatile abbiamo previsto una morsettiera collegata elettricamente in parallelo al jack PWR, così da darvi la possibilità di scegliere a piacimento come portare l'alimentazione al modulo.

Con questo hardware, il funzionamento è il seguente: ogni volta che riceve una stringa lungo la linea SDA dell'I²C-Bus (scandita dal segnale di clock sulla linea SCL) l'integrato MCP23008 esegue il comando (in questo caso quello che indica di caricare il byte di dati) e dispone le sue 8 linee di uscita D1-D8 come i relativi bit, ovvero D1 assumerà lo stato del primo bit del byte, D2 quello del secondo e via di seguito. Naturalmente la conversione e presentazione sulle uscite avviene solo a condizione che la stringa ricevuta contenga l'indirizzo I²C-Bus corrispondente a quello impostato, mediante i dip-switch dell'SW1, per l'U1. Ad ogni ricezione di stringa l'integrato aggiorna lo stato delle proprie uscite e i rispettivi livelli logici determinano l'accensione (o la permanenza nello stato di riposo) dei LED componenti i segmenti del display; se non viene inviata alcuna stringa successivamente, il display mantiene il numero visualizzato, perché le uscite dell'integrato MCP23008 sono dotate di latch. Notate che realizzando la connessione in cascata di un certo numero di moduli digit e assegnando a ciascuno un differente indirizzo I²C-Bus, è possibile ottenere la visualizzazione di più caratteri numerici: basta inviare in sequenza (ciclicamente, se è richiesto di aggiornare periodicamente la visualizzazione...) i byte in stringhe contraddistinte ognuna dall'address del modulo digit cui sono destinati.

IL DIGIT CON ARDUINO

Vediamo adesso come funziona la scheda digit quando è equipaggiata con Arduino, partendo da una puntualizzazione: in questo caso sono disponibili i connettori CN1, CN2, CN3 e CN4, che sono praticamente equivalenti agli header di Arduino Nano; inoltre nel circuito si può utilizzare l'integrato U4, un sensore di temperatura ambiente che fino a questo momento abbiamo trascurato, perché non utilizzabile senza Arduino.

L'integrato U4 è il canonico DS18B20 della Maxim, ossia un sensore di temperatura con uscita digitale one-wire, in grado di misurare temperature comprese tra -55°C e $+125^{\circ}\text{C}$ con una precisione di $0,5^{\circ}\text{C}$. Il sensore è dotato di un codice seriale a 64-bit memorizzato al suo interno, che all'occorrenza permette di collegarne più di uno sulla linea dati; la presenza del codice identificativo implica che quando Arduino lo utilizza, per interrogarlo e domandargli i dati sulla temperatura rilevata deve inserirne l'indirizzo nella stringa di comando. L'integrato può fornire la temperatura con una risoluzione selezionabile tra da 9 e 12 bit e la stringa corrispondente fornisce anche l'indicazione del segno, per poter indicare le temperature sotto lo zero. Il sensore DS18B20 va utilizzato se con Arduino intendete realizzare applicazioni sensibili alla temperatura, come ad esempio un termometro ambiente.

Potendo collegare in cascata tra loro le varie schede, abbiamo previsto un Arduino Nano che si occuperà di gestirle via I²C-Bus, ma anche di realizzare un sistema autonomo, dove è il firmware a decidere cosa i display debbano mostrare. Ovviamente la Arduino Nano deve essere montata solo sulla scheda Master, dopo di che tutte le altre schede (Slave) monteranno solo la sezione necessaria al controllo del display (ovvero C1 ÷ C4, U1 ÷ U3, R1 ÷ R12, SW1).

Resta inteso che sulla scheda Master dovranno essere montati tutti i componenti, eccezion fatta per U4 che è opzionale e, non a caso, può essere escluso. Nel caso si decida di utilizzarlo andrà chiuso il jumper JPSENS, in modo da connetterlo alla porta D6 di Arduino.

A livello di alimentazione, Arduino nano è escluso dal regolatore 78L05, il quale serve solo ad alimentare l'I/O expander MCP23008 sezione display, pertanto Arduino Nano è alimentato direttamente dalla linea 12V e ricava esso stesso i 5V per alimentarsi e allo stesso tempo, fornirà alimentazione a quelle parti opzionali del display, come ad esempio il sensore temperatura DS18B20 (U4),

come pure i connettori a pin strip CN1, CN2, CN3, CN4, CN5. Questa è una scelta voluta, in quanto ciò che si collegherà ai connettori CNx verrà connesso sulla scheda Master dove è presente Arduino, poiché sarà esso stesso a gestirli. In questo modo un possibile guasto alla sezione display non dovrebbe coinvolgere la sezione CPU.

Invece R14 e R15 sono le resistenze di pull-up per I²C e su queste va fatta una considerazione molto importante: nel caso optiate per un sistema a più digit gestito da Arduino Nano, potete montarle solamente sulla scheda Master ed evitare di montare sulle Slave; infatti, sebbene in un modulo a più display si potrebbero montare in ogni caso su tutte le schede, in quanto alimentate dal positivo 5V proveniente da Arduino, tutte quelle di una linea del bus andrebbero a finire in parallelo, determinando un inutile quanto eccessivo assorbimento di corrente da parte dei dispositivi quando le chiudono a massa. Invece, mancando Arduino si creerebbe un'altra situazione da evitare: in tal caso la linea 5VA delle schede Slave diverrebbe fluttuante e le resistenze finirebbero in serie tra loro ma collegate tra SCL ed SDA, alterando i segnali delle stesse linee e disturbando il bus I²C.

Quindi, ricapitolando, ricordate che se realizzate un sistema visualizzatore a più digit gestito da Arduino, le resistenze R14 ed R15 conviene montarle solo sulla scheda Master; questo vale ancor più se il display sarà a molti digit, ma pilotato da un'unità Master esterna, perché in tal caso non è facoltativo: le due resistenze non devono essere montate sulle schede Slave.

Infine notate che per l'interconnessione di più

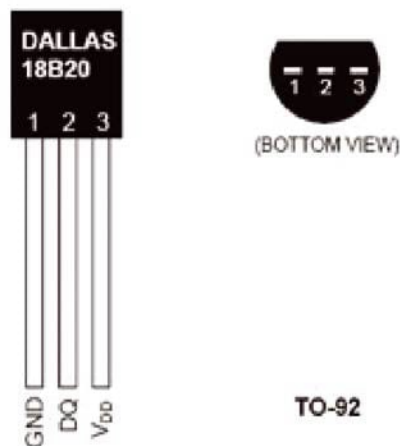
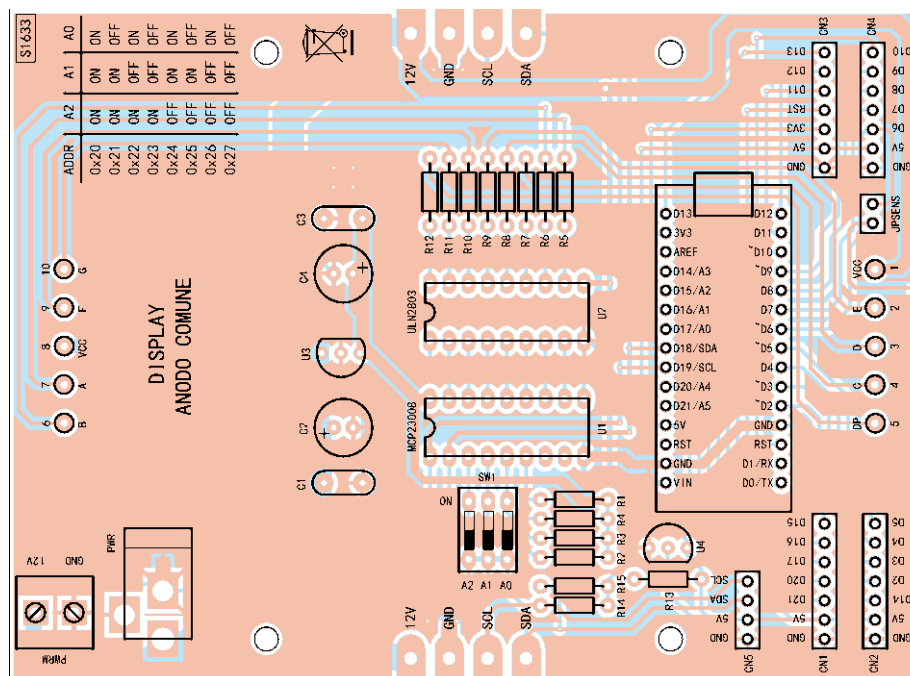
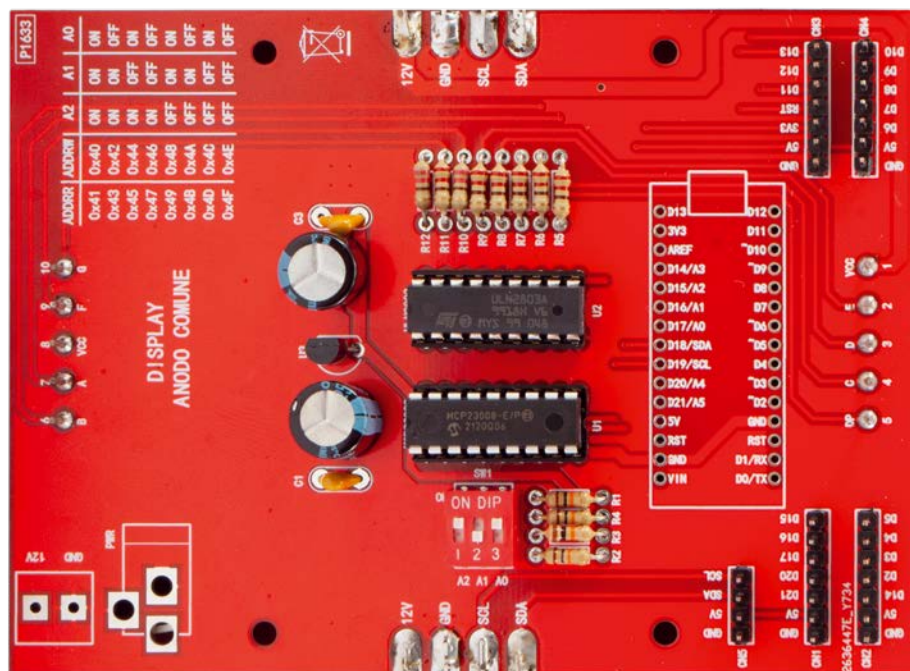


Fig. 3
La sonda di temperatura DS18B20.



Elenco Componenti:

R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12:
220 ohm
R1, R2, R3, R4: 10 kohm
R13, R14, R15: 4,7 kohm
C1, C3: 100 nF ceramico
C2, C4: 470 μ F 16 VL elettrolitico
U1: MCP23008-E/P
U2: ULN2803A

U3: 78L05
U4: DS18B20
SW1: Dip-Switch 3 vie
Display 7 segmenti Anodo Comune
122x90 mm

Varie:
- Zoccolo 9+9 (2 pz.)

- Morsetto 2 vie passo 5 mm
- Plug DC 5.5/2.1
- Strip maschio 2 vie (1 pz.)
- Strip maschio 4 vie (1 pz.)
- Strip maschio 7 vie (4 pz.)
- Jumper
- Strip femmina 15 vie (2 pz.)
- Circuito Stampato S1633 (89x121 mm)

L'integrato MCP23008 è un I/O expander I²C-Bus parallelo con uscita ad 8 bit prodotto da Microchip, utilizzato per quelle applicazioni dove si hanno un numero limitato di PIN sul micro-controllore.

Il componente supporta vari data-rate e la modalità High-speed I²C-Bus, con clock a frequenza selezionabile fra 100 kHz, 400 kHz e 1,7MHz.

Dispone di diversi registri attraverso i quali il master può impostare le sue uscite o può anche richiedere lo stato degli 8 PIN.

I dati per ogni ingresso o uscita viene mantenuto il corrispondente Registro e può essere richiesto quando necessario dal master del sistema I²C-Bus.

L'integrato dispone anche in un'uscita di interrupt che può essere configurata per avvisare il master:

- quando uno stato di input differisce dal suo stato memorizzato nel registro della porta di ingresso corrispondente, questo è utilizzato per indicare al master di sistema che lo stato di ingresso è cambiato;

- quando uno stato di ingresso differisce da uno preconfigurato valore del registro (registro DEFVAL).

Il registro Interrupt Capture acquisisce i valori delle porte nel momento della commutazione del livello logico dell'interrupt, salvando così la condizione che ha causato l'interrupt stesso. Il Power-on Reset (POR) imposta i registri sui loro valori predefiniti e inizializza la macchina a stati che detta il funzionamento del dispositivo.

Tre pin dell'integrato vengono utilizzati per determinare il livello hardware l'indirizzo del dispositivo, possono pertanto essere presenti sul bus I²C fino ad un massimo di 8 MCP23008 I/O expander.

Dell'integrato esiste una variante chiamata MCP23S08, che si interfaccia tramite bus SPI completo (con MISO e MOSI) e per il quale è possibile definire l'address di periferica tramite due pin (A0 e A1); noi comunque, come vedete nello schema elettrico,utilizziamo la versione su I²C-Bus.

moduli dovete utilizzare le piazzole laterali siglate 12V, GND, SCL, SDA, che sono multiplate sui due lati lunghi del PCB; per il collegamento, saldate nelle rispettive piazzole adiacenti degli spezzi di filo in rame rigido, ovvero degli avanzi di terminali avanzati dai componenti montati. L'interconnessione avrà anche una funzione di collegamento meccanico, che consentirà di formare un insieme sufficientemente compatto.

IL FIRMWARE

Trattandosi di un display a 7 segmenti, le applicazioni tipiche del nostro progetto sono quelle dove occorre visualizzare numeri, quindi il classico visualizzatore Data/Ora/Temperatura, piuttosto che un sistema elimina code, come quello che si vede in alcuni settori dei supermercati o

negli studi specialistici. Ovviamente ci possono moltissime altre applicazioni, ma in questo caso, a titolo esemplificativo abbiamo voluto concentrarci esclusivamente sui casi suaccennati; descriveremo quindi esempi di utilizzo e relativi firmware, che sono quelli di un visualizzatore del solo orario (un orologio ore e minuti, insomma) e poi una sua variante basata su un secondo codice che integra anche la visualizzazione della temperatura. Infine abbiamo pensato a un terzo firmware per implementare un sistema elimina-code, con visualizzatore a due cifre.

Essendo tutto basato su Arduino, abbiamo reso disponibile per il download tutti e tre i codici con le relative librerie.

In ogni codice troverete il file "Display.ino" che sarà il medesimo in quanto integra le funzioni ne-

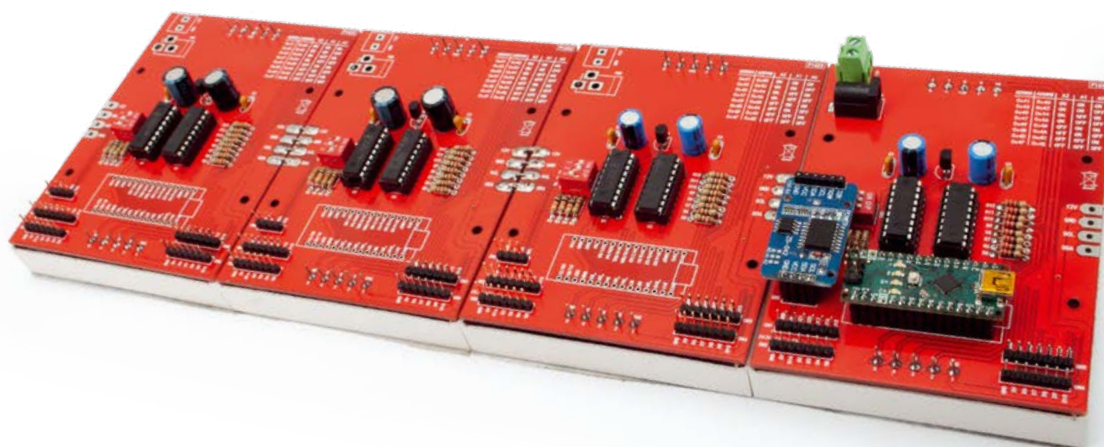


Fig. 4
Modulo a 4 digit con unità Master dotata di Arduino Nano.

→ Il modulo a quattro digit e il relativo contenitore stampato in 3D.



cessarie al controllo del display, quali ad esempio le funzioni per l'accensione del display stesso.

Esempio applicativo: orologio

Per realizzare questa applicazione sono necessari quattro moduli digit (display a 7 segmenti con scheda) da interconnettere come mostrato nella Fig. 4 (vi vedete il tipico assemblaggio a 4 display con unità Master affidata ad una board Arduino Nano).

Nelle quattro schede dovete impostare gli indirizzi I²C-Bus con indirizzi 0x20, 0x21, 0x22, 0x23, per le cifre, rispettivamente, 1, 2, 3, 4.

In questo caso si sfrutta una breakout codice DS3231RTC, che viene opportunamente collegata sul connettore CN5.

Arduino non farà altro che leggere via I²C-Bus l'RTC, mostrando quindi l'orario fornito sul display, nel formato ore:minuti.

Esempio applicativo: orologio + termometro

Passiamo adesso alla seconda applicazione, per

implementare la quale sono necessari quattro moduli display a 7 segmenti (digit), di cui impostarete gli indirizzi 0x20, 0x21, 0x22, 0x23, per i digit, rispettivamente, 1, 2, 3, 4.

Medesima struttura dell'esempio che gestisce la sola ora, ovvero DS3231RTC montato, al quale si affianca il sensore DS18B20 montato in posizione U4, chiudendo l'apposito Jumper JPSENS.

Anche in questo caso Arduino visualizzerà l'orario dell'RTC, ma alternando questa volta con il dato rilevato dal sensore di temperatura.

Esempio applicativo: elimina-code

E andiamo all'ultima applicazione, per la quale sono necessari solamente due moduli digit da impostare rispettivamente con indirizzo 0x20 (quello di destra) e 0x21 (quello di peso maggiore), un pulsante di tipo N.O. (normalmente aperto) che dovrete connettere alla porta D6e un secondo pulsante da connettere alla porta D7.

Se desiderato, i pulsanti potranno essere sostituiti con un ricevitore a 2 canali RF collegando le uscite a relé ai medesimi pin. Ogni qual volta D6 si troverà allo stato basso, verrà incrementato il valore a display, mentre se lo stato basso si troverà su D7, verrà decrementato il valore.

Il conteggio avverrà nel range "00" - "99" e raggiunto il "99", incrementando il valore si avrà il passaggio automatico a "00", mentre decrementando raggiunto "00", il valore mostrato sarà "99".

REALIZZAZIONE PRATICA

Bene, visti gli aspetti hardware e software possiamo passare alla parte costruttiva, vedendo come realizzare il singolo circuito di controllo del display, ovvero il modulo digit.

Per prima cosa bisogna preparare il circuito stampato, partendo dalle tracce lato rame scaricabili dal nostro sito Internet www.elettronica.in.it insieme ai file di questo numero della rivista, che vi servono a preparare le pellicole per la fotoincisione.

Notate che questo circuito è praticamente alla portata di tutti, anche degli hobbisti alle prime armi, giacché la sua realizzazione richiede semplicemente componentistica a montaggio tradizionale, saldabile con facilità e con un comune saldatore, quindi senza bisogno di complesse attrezzature e di mano ferma e "vista da falco".

Quindi, una volta incisa e forata la basetta, iniziate il montaggio inserendo e saldando per primi i componenti a basso profilo come le resistenze e gli zoccoli per gli integrati, poi il dip-switch e gli

↓ La presa jack e la microUSB di Arduino sono accessibili dal lato.



ADDR	A2	A1	A0
0x20	ON	ON	ON
0x21	ON	ON	OFF
0x22	ON	OFF	ON
0x23	ON	OFF	OFF
0x24	OFF	ON	ON
0x25	OFF	ON	OFF
0x26	OFF	OFF	ON
0x27	OFF	OFF	OFF

← **Tabella 1**
Impostazione
dell'indirizzo
tra gli 8
possibili.

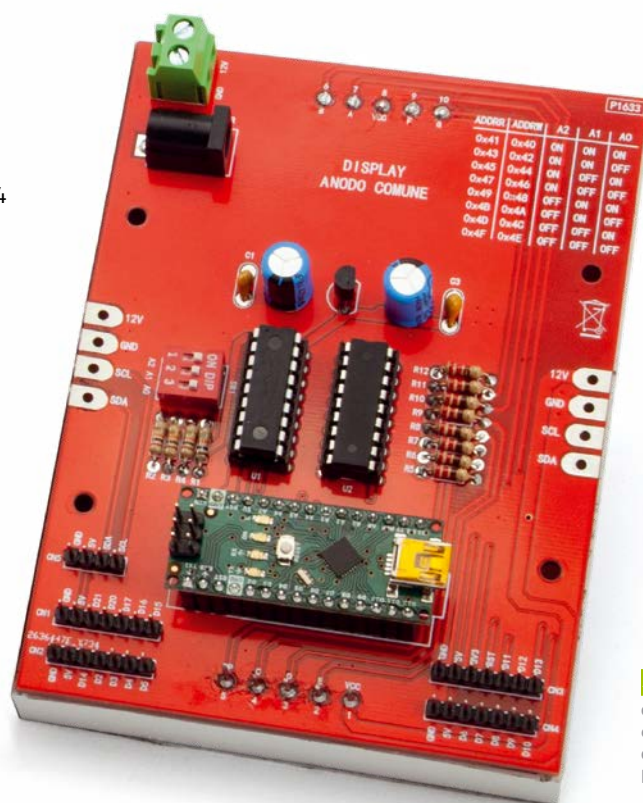
strip femmina per le connessioni di Arduino (CN1, CN2, CN3, CN4); proseguite con i condensatori, badando di rispettare la polarità di quelli elettrolitici e poi, se desiderate utilizzare la scheda Arduino Nano, sullo stampato che la ospiterà inserite e saldate degli strip femmina a passo 2,54 mm richiesti, ovvero due file da 15 poli.

Completate il montaggio inserendo e saldando il jack da circuito stampato e la morsettiera a passo 5 mm, quindi applicate dal lato opposto il display gigante, prestando attenzione al suo verso di inserimento; per non sbagliare, riferitevi alla **Fig. 1** e ricordate che il lato corto del display con il punto decimale deve trovarsi verso la parte del circuito stampato dove sono situati i connettori strip CN1, CN2, CN3, CN4. Avete così assemblato il singolo modulo digit; naturalmente se ve ne servono altri ripeterete questa procedura per tutti, rammentando che la scheda Arduino Nano andrà montata su uno soltanto, almeno nelle combinazioni a più cifre.

Per l'uso, ricordate che per ogni modulo digit richiede che gli sia impostato un address differente da quello degli altri; allo scopo pubblichiamo la **Tabella 1**, che riporta ciascuno dei possibili indirizzi di periferica sull'I²C-Bus e la corrispondente disposizione dei dip-switch sulla scheda display.

CONCLUSIONI

In questo articolo vi abbiamo presentato un display molto particolare, perché provvisto di un'elettronica driver interfacciabile a un I²C-Bus, il che apre le porte alla possibilità di gestirlo, oltre che da Arduino, da molti dispositivi che utilizzano questa popolare linea di comunicazione molto utilizzata in molti dispositivi moderni. □



← Un modulo
digit master
completo
di Arduino
Nano.



Cosa occorre?

Il display 7 segmenti con controllo I2C bus (cod. FT1633) è in vendita in scatola di montaggio a Euro 24,00. Come accessori non inclusi nel kit sono disponibili la board Arduino Nano (cod. ARDUINONANO) a Euro 29,00, il modulo RTC (cod. DS3231RTC) a Euro 6,50 e il sensore di temperatura (cod. DS18B20) a Euro 2,90. I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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

La TV cambia? Non cambiarla!

Arriva la nuova TV digitale, acquista il decoder senza cambiare la TV!

Decoder TV digitale terrestre DVBT, DVBT2, H.265/HEVC



Cod. GS240T2
€ 26,90

**NUOVO
MODELLO**

DVBT/T2
TERRESTRIAL

**H.265
HEVC**

**FULL HD
1080**

USB

HDMI

mpeg
VIDEO

XVID
VIDEO

GoSat GS240T2 è un decoder digitale terrestre di nuova generazione compatibile con il nuovo standard di trasmissione DVBT, DVBT2 H.265/HEVC. L'apparecchio può ricevere comunque trasmissioni nei vecchi standard DVB-T H.264 e MPEG-4. Il dispositivo offre una perfetta qualità delle immagini in Full HD 1080p. Grazie alla porta USB, disponibile sulla parte frontale, e alla funzione PVR (Personal Video Recorder), permette la registrazione di programmi TV e radio su chiavetta USB o su hard disk esterno. Può essere inoltre connesso a internet tramite il connettore RJ45 per utilizzare servizi come YouTube e guardare canali IPTV (liste con estensioni M3U). Il telecomando in dotazione, oltre ad avere tutte le funzioni per il controllo del ricevitore, ha la funzione di apprendimento e può essere utilizzato anche per altri dispositivi (TV, ecc.). Il pannello frontale ha un display che mostra l'ora o il numero del programma selezionato.



Prezzi IVA inclusa.

Il tuo telecomando TV è rotto?

Sostituiscilo con i telecomandi universali a infrarossi compatibili con le TV delle maggiori marche prodotte dal 2000 ad oggi. Dispongono di tutte le funzioni del telecomando originale. Subito utilizzabili!

€ 5,90
OGNI PEZZO

**PRONTI
ALL'USO!**



Cod. TVIR-SAMSUNG



Cod. TVIR-SONY



Cod. TVIR-PHILIPS



Cod. TVIR-LG



Cod. TVIR-PANASONIC

DA PROGRAMMARE

Per comandare fino a due dispositivi audio/video.

€ 9,00
Cod. TVFREEDOM2



DISPONIBILE ANCHE 1 in 1
Cod. TVFREEDOM1

€ 8,50

**FUTURA
ELETTRONICA®**

www.futurashop.it

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

Caratteristiche tecniche di questi prodotti e acquisti on-line su www.futurashop.it

SOUND & LIGHT EFFECTS

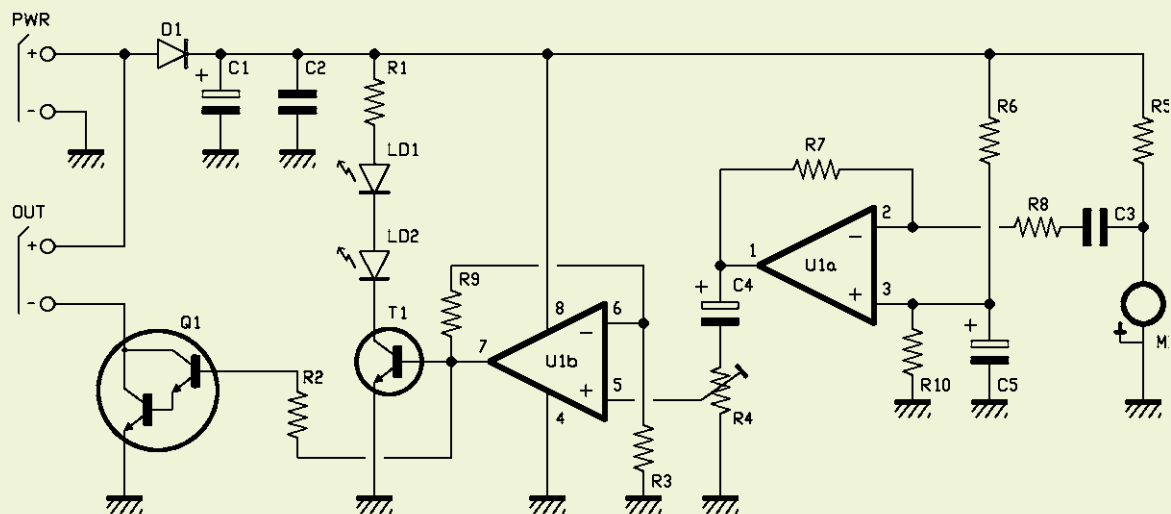
di DAVIDE SCULLINO

Luce psichedelica a LED con ingresso microfonico, sensibilità regolabile e possibilità di pilotare lampade di potenza, può essere utile anche come segnalatore ottico per non udenti.

C'

era una volta la centralina per luci psichedeliche: derivata dallo spettacolo, quindi dall'ambiente musicale, dalle discoteche e dai concerti di musica leggera; chi ha un po' di decenni sulle spalle l'avrà certamente avuta in casa in versione

domestica a due o tre canali, con faretti o comuni lampadine a incandescenza a bulbo. Oggi sembra un vago ricordo, anche se per rispolverarne il fascino, qualche numero addietro (precisamente nel fascicolo 250) abbiamo proposto il progetto di una centralina dotata di tre faretti a LED ad alta efficienza. Su questa falsariga nasce il circuito presentato e descritto in queste pagine, che svolge in piccolo una funzione analoga, ma solamente con un unico canale, quindi senza discriminare, per il comando delle luci, le bande di frequenza bassi-acuti



o bassi-medi-acuti come nelle centraline cano-
niche. Quello qui proposto è un gadget (in realtà
può essere anche più utile di un gadget, come
spiegheremo tra breve...) che fa pulsare due LED
al ritmo della musica e dei suoni e rumori captati
nell'ambiente circostante da una capsula microfo-
nica electret-condenser. Per dargli qualcosa in più,
abbiamo aggiunto a questo circuito un Darlington
che pilota un'uscita di potenza, grazie alla quale è
possibile pilotare un faretto a LED che assorba non
più di 2 ampere; con la stessa uscita è possibile
pilotare anche un fotoaccoppiatore opto-TRIAC,
magari con circuito di Zero-crossing Detection, col
quale pilotare una lampadina a 220Vca a incande-
scenza, in funzione di faretto: un esempio di tale
componente potrebbe essere il classico MOC3040
o l'NTE3097.

Va anche osservato che la particolare attivazione del circuito, tramite microfono incorporato, rende questo gadget un utile ausilio per i deboli di udito, giacché può essere utilizzato per rivelare il suono del telefono e del campanello e segnalarlo col lampeggio di una o più lampadine a LED poste anche in più stanze.

SCHEMA ELETTRICO

Ma lasciamo queste considerazioni e possibilità di hacking (torneremo sull'argomento a fine articolo...) e andiamo a vedere come è fatto questo circuito, il cui schema elettrico ne rivela la grande semplicità: infatti utilizza come componenti attivi un doppio operativo molto comune e collaudato di tipo LM358, due transistor NPN, un diodo

raddrizzatore e due LED. Volendone tracciare una descrizione per blocchi, il nostro dispositivo è formato da un captatore acustico, un amplificatore BF a due stadi in cascata che ne eleva il livello abbastanza da mandare in conduzione un transistor, un potenziometro per adattare la sensibilità, un visualizzatore a due LED e un ulteriore transistor per il pilotaggio di carichi esterni a bassa tensione. Scendiamo dunque nel dettaglio, iniziando dall'elemento di input di questo circuito, ossia la capsula microfonica electret, indispensabile a captare suoni e rumori nell'ambiente circostante; la capsula viene polarizzata in continua attraverso la resistenza R5, che fissa la tensione ai capi del componente in circa 4,5V se l'alimentazione del circuito è a 9volt. Il contatto positivo della capsula MIC fornisce il segnale (dovuto alle variazioni di tensione che le armature del condensatore interno determinano in presenza di vibrazioni sonore che investono la membrana) al condensatore C3, il quale ha la funzione di trasferire la sola componente variabile (quindi il segnale ad audiofrequenza...) all'ingresso non-invertente dell'operazionale U1a, bloccando la componente continua che altrimenti influenzerebbe la polarizzazione dello stesso, cui provvede il partitore resistivo formato da R6 ed R10. Quest'ultimo ha la funzione di portare, a riposo (quindi in assenza di segnale) la tensione di uscita dell'U1a ad un potenziale pari a metà di quello dell'alimentazione applicata al piedino 8 dell'U1: in questo modo il segnale audio potrà oscillare di pari misura sia verso il positivo che verso il potenziale di massa e sarà possibile ottenere la massima

escursione del segnale in entrambe le semionde, quindi un'amplificazione simmetrica. Stabilito ciò, vediamo che il primo operazionale, che è metà dell'integrato LM358 (U1, nello schema elettrico...) eleva il livello del segnale passatogli dal condensatore C3 di un fattore pari a $R7/R8$, ossia amplifica di 100 volte in tensione, quindi se la capsula electret fornisce un segnale di ampiezza pari a 5 mVeff. restituisce 0,5Veff.

U1a lavora in configurazione invertente, quindi inverte la polarità del segnale che amplifica, ma questo per i nostri scopi è irrilevante.

Dal piedino 1 dell'U1a, la componente audio amplificata passa, tramite il condensatore elettrolitico C4 (utilizzato anch'esso per bloccare la componente continua, in questo caso quella della polarizzazione dell'uscita dell'operazionale) agli estremi del trimmer R4, la cui funzione è consentire di dosare il livello del segnale in arrivo all'ingresso del secondo stadio amplificatore: quello facente capo a U2a. Questo operazionale, configurato come amplificatore non-invertente senza polarizzazione a riposo, lavora sulle sole semionde positive, perché quelle negative le taglia; ma d'altra parte a noi servono solo degli impulsi con cui pilotare il transistor T1, non avere una componente lineare.

Il guadagno in tensione (Gv) riferito appunto alle sole semionde positive (quelle negative saranno tagliate) è pari a:

$$Gv = (R9+R3) / R3$$

ed essendo le due resistenze di ugual valore, è pari a 2. Gli impulsi uscenti dal piedino 7 polarizzano la base del transistor T1, il quale, essendo un NPN, inizia a condurre non appena la tensione Vbe è positiva e supera il valore di soglia, dell'ordine di 0,7÷0,7V.

Per ogni impulso che supera tale soglia, nel collettore del transistor fluisce corrente, che percorre anche la serie di LED LD1 e LD2, la quale, opportunamente limitata dalla resistenza R1, determina l'emissione di luce bianca da parte dei diodi.

Mediante la resistenza R2, l'uscita dell'operazionale U1b pilota la base di un secondo transistor, questa volta un Darlington NPN integrato in Q1, che può pilotare un ulteriore gruppo di LED o faretto connesso tra il suo collettore e il positivo di alimentazione, ovvero tra i morsetti - e + OUT. Completiamo l'analisi circuitale con il blocco di alimentazione. Esso parte dalla morsettiera +/- PWR e prevede un diodo di protezione dall'inversione di polarità (D1) posto in serie al ramo positivo, con

l'anodo verso il +PWR; oltre a due condensatori di filtro (di cui uno elettrolitico) posti in parallelo alla linea con lo scopo di limitare disturbi captati dai fili di alimentazione ed eventuale ripple dell'alimentazione, laddove questa provenga da un alimentatore da rete, sia esso lineare o switching. La corrente per l'uscita ausiliaria OUT è prelevata a monte del diodo di protezione, direttamente dal morsetto + della morsettiera PWR.

Bene, con lo schema elettrico e la teoria abbiamo terminato: ora passiamo alla pratica del nostro progetto.

REALIZZAZIONE PRATICA

Costruire questo semplice visualizzatore di suoni e rumori è molto semplice e così abbiamo voluto che fosse perché lo intendiamo anche come progetto didattico; quindi il circuito stampato è di semplice realizzazione (pur essendo a doppia faccia per risultare più compatto) e tutti i componenti richiesti sono a montaggio tradizionale, ossia a foro passante.

Iniziate quindi la realizzazione scaricando le tracce lato rame dal nostro sito www.elettronica.in (le trovate tra i file di questo numero di Elettronica In), stampandole su carta da lucido o acetato per procedere con la fotoincisione, ovvero su una pellicola tipo press 'n peel da applicare poi col ferro da stiro una per faccia. Comunque abbiate operato, una volta inciso e forato il circuito stampato iniziate il montaggio con le resistenze e il diodo al silicio D1, quindi inserite e stagnate lo zoccolo per l'integrato

CARATTERISTICHE TECNICHE



Tensione di alimentazione:
9÷12 Vcc



Assorbimento (max):
25 mA



Corrente uscita ausiliaria:
2A



Risposta in frequenza:
~ 50÷15 kHz



Ingresso
da microfono



Sensibilità
regolabile

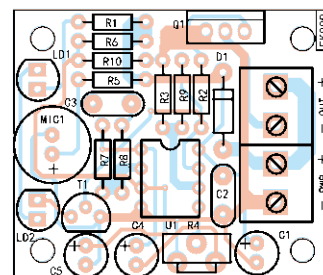
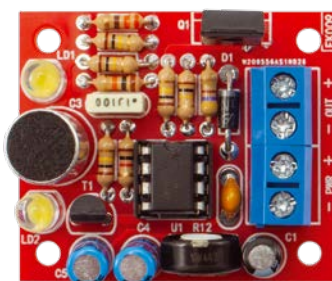


Visualizzazione:
2 LED



Elenco Componenti:

R1: 330 ohm
 R2: 100 ohm
 R3, R6, R7, R9, R10: 100 kohm
 R4: Trimmer 10 kohm MV
 R5: 10 kohm
 R8: 1 kohm
 C1: 10 μ F 63 VL elettrolitico
 C2: 100 nF ceramico
 C3: 100 nF 63 VL poliestere
 C4, C5: 1 μ F 63 VL elettrolitico
 U1: LM358
 D1: 1N4007
 T1: BC547
 Q1: BD677A
 LD1, LD2: LED bianco 5 mm
 MIC1: Capsula microfonica preamplificata $\varnothing$ 10 mm



Varie:

- Zoccolo 4+4
- Morsetto 2 poli passo 5 mm (2 pz.)
- Circuito stampato FK009 (36x42 mm)

LM358 e il condensatore in poliestere C2; proseguite il montaggio con il transistor T1, la capsula electret MIC1 (ricordate che l'elettrodo negativo di quest'ultima è il terminale visivamente ed elettricamente connesso all'involucro e va a massa...) i due LED e i condensatori elettrolitici, quindi inserite e saldate le due morsettiere bipolari a passo 5mm per l'uscita OUT e l'alimentazione. Completate il circuito inserendo, mantenendolo dritto in piedi, il BD677, che è il Darlington in contenitore SOT-32 (un TO-126 moderno, insomma, anche se non ha la superficie metallica sul retro) da posizionare con il lato scritto rivolto all'interno del PCB.

Per tutti i componenti polarizzati, ossia diodi al silicio e LED, transistor e condensatori elettrolitici, rispettate l'orientamento indicato nel piano di montaggio che trovate in queste pagine; ciò vale anche per l'integrato LM358, che introdurrete nello zoccolo facendo in modo che la sua tacca di

riferimento sia orientata come indicato nel piano di montaggio e badando di non piegare alcun piedino sotto al corpo durante l'introduzione. Per i LED ricordate che il terminale che si trova dal lato dello smusso sul contenitore è il catodo.

Per l'utilizzo, ricordate che il trimmer R4 vi consente di adattare la sensibilità del circuito al livello sonoro e, per l'esattezza, ruotandone il cursore in senso orario (se avete realizzato il circuito stampato seguendo le nostre tracce) occorre un suono più intenso per accendere i LED e, viceversa, la massima sensibilità si ottiene con il cursore tutto ruotato in senso antiorario.

Quindi dopo aver alimentato il circuito, anche semplicemente con una pila a secco da 9 volt inserita in una presa a strappo (ricordate di stringere il filo rosso di quest'ultima nel morsetto +PWR e il nero nel morsetto -) fate qualche prova, ad esempio mettendo il microfono a una decina di centimetri da un apparecchio radio o da uno smartphone che sta riproducendo della musica, poi regolate il trimmer fino a veder lampeggiare a ritmo di musica o suono che sia i due LED.

Per il giusto set-up del circuito, rammentate che ruotando il cursore in senso orario si riduce la sensibilità, mentre andando in senso antiorario i LED si illumineranno con suoni anche più deboli.

NOTE PER L'UTILIZZO

Come accennato a inizio articolo, il circuito si presta a vari utilizzi: così com'è, può fare da gadget per pulsare a ritmo di musica o da avvisatore visivo di eventi acustici come il suono del campanello o del telefono; in questi utilizzi, è opportuno tenere il



Il circuito è molto compatto e si colloca ovunque.



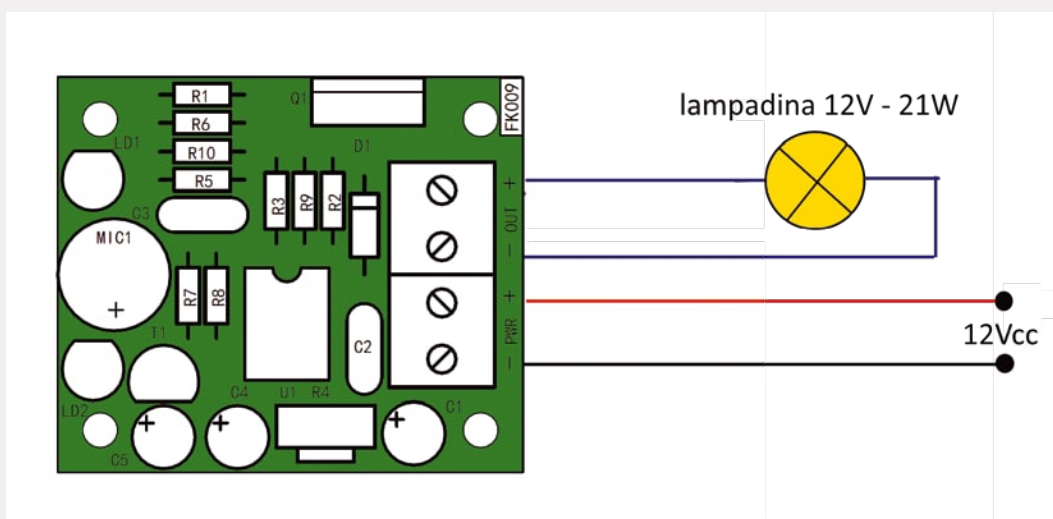


Fig. 1
Come pilotare una lampada con il circuito, ad esempio per creare un avvisatore visivo del suono del telefono o del campanello della porta. La lampadina può anche essere a LED.

microfono vicino (basta un metro) al campanello o al telefono, sia esso fisso o cellulare, ma alzando la sensibilità al massimo è possibile che il rilevamento avvenga anche a un paio di metri.

La segnalazione fornita dai LED può essere rafforzata utilizzando l'uscita ausiliaria, cui collegare una lampadina a 12Vcc, un foto-triac (del tipo già suggerito qualche pagina indietro) che piloti una lampada a 220 volt o un faretto a LED (ma anche una strip adatta a funzionare a 12V), magari da ripetere in più stanze collegando i corpi illuminanti in parallelo all'uscita OUT, restando nei 2 ampere di assorbimento massimo previsti.

Se vi serve più potenza potete anche pensare di pilotare un relé da 12 volt che controlli il circuito delle lampade; in tal caso la bobina va alimentata con la morsettiera OUT, in parallelo alla quale collegherete un diodo 1N4002 con il catodo (il terminale vicino alla fascetta colorata) posto sul +.

La **Fig. 1** propone lo schema di cablaggio del circuito nel caso vogliamo realizzare un avvisatore o segnalatore ottico della presenza di suoni nell'ambiente, utile sia agli audiolesi o ipoudenti, sia in tutte quelle situazioni in cui ad esempio il campanello della porta o del citofono, ovvero il telefono, si trovino in un locale differente o in posizione tale da essere confusi con il rumore ambientale. In casi del genere il circuito va posto nelle vicinanze della suoneria o del campanello del caso, mentre la lampadina dovrà essere posta nell'ambiente dove la vediamo meglio, in posizione adeguata e collegata mediante un cavetto bipolare di sezione adeguata (2x0,75 mm sono sufficienti).

Notate che mantenendo il medesimo schema

di cablaggio proposto nella **Fig. 1** è possibile sostituire la lampadina a incandescenza con una combinazione di LED, come ad esempio una serie di 4 LED bianchi aventi una resistenza di limitazione (in serie) di 56 ohm 1/4W, oppure multipli di questa serie, come tre rami analoghi posti in parallelo e collegati all'uscita +/-OUT; resta inteso che l'anodo dei LED va rivolto verso il terminale + della morsettiera OUT, altrimenti i diodi non si accenderanno. Potete anche utilizzare LED di altro colore, adeguando la resistenza serie (R) che andrà calcolata con la formula:

$$R = (V_{pwr} - V_{led}) / 20$$

dove V_{pwr} è la tensione di alimentazione del circuito e V_{led} la somma delle cadute sui diodi, rammentando che per quelli rossi la tensione di lavoro è 1,8V circa, per i gialli 2V e per i verdi circa 2,2V.

Se ne mettete più in serie, V_{led} è la somma.



Cosa occorre?

I componenti utilizzati in questo progetto sono disponibili presso Futura Elettronica. Il kit completo (cod. FK009) è in vendita a Euro 12,00.

Chi volesse realizzare il PCB separatamente, può utilizzare il servizio PCBPRODUCTION.

I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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

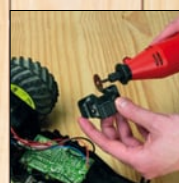
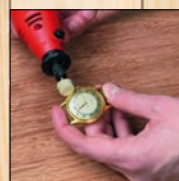
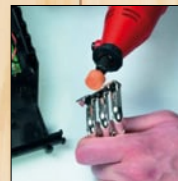
MINI TRAPANI per ogni esigenza

Mini Trapano con set per incisione - 162 Pezzi

cod. **VTHD0051**
€ 52,00



Indispensabile per piccoli lavori di rifinitura. Fornito in una pratica valigetta plastica comprendente una prolunga flessibile ed un ricco set di accessori utili per forare, smerigliare e lucidare. Alimentazione 230 VAC/50 Hz; potenza 135 W; velocità regolabile 10.000-32.000 rpm; interruttore ON/OFF.



Prezzi IVA inclusa.

Mini Trapano con accessori



cod. **TP212**
€ 32,00

Mini trapano con velocità di rotazione di 18.000 rpm adatto per lavori di precisione. Diametro testa mandrino: da 0,5 a 3 mm.

Avvitatore/trapano con torcia e impugnatura ruotabile

Compatto e potente avvitatore/trapano con batteria ricaricabile agli ioni di litio da 3,6 volt 1300 mAh ricaricabile tramite caricabatteria da rete incluso. Corredato di inserti, punte e prolunga per inserti.



cod. **WT71880**
€ 23,90

Mini Trapano con alimentazione USB



cod. **VTSUSB5**
€ 13,90

Mini trapano con velocità di rotazione di 15.000 giri/minuto, 6 differenti punte e alimentazione USB.

Set di accessori per incidere, forare, smerigliare, fresare, avvitare



Pratica confezione comprendente 188 accessori per incidere, forare e smerigliare. Da utilizzare con i trapani della serie VTHD.

cod. **VTHDS6**
€ 22,50



cod. **VTHDS2N**
€ 5,80

Set 20 frese diamantate di varie forme
- diametro
codolo: 3 mm
- lunghezza:
45 mm.

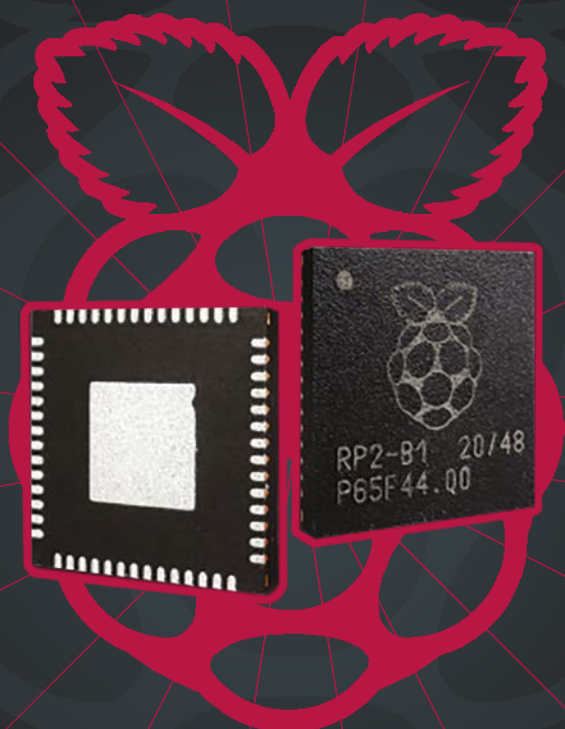


Valigetta contenente un set di 29 punte giravite in acciaio S2, supporto magnetico a sgancio rapido, contenitore con clip rotante da cintura.

cod. **VTBT17**
€ 15,00

Programmare con RP2040

di PIER CALDERAN



PUNTATA N. 3

Configuriamo la scheda FTR2040 di Futura Elettronica come end device della rete LoRaWAN e scopriamo come collegarla a The Things Network.

Probabilmente il vincitore della guerra tra gli standard sui protocolli di rete WAN per l'Internet delle cose è LoRaWAN, un protocollo a bassa potenza, larghezza di banda ridotta e lungo raggio. Destinato a collegare ad Internet i sensori remoti alimentati a batteria tramite un gateway, con un'antenna adeguata permette di ottenere fino a 15 km di portata nella connessione di un end device LoRa. L'unico limite è la larghezza di banda disponibile, quantificabile in pochi byte al secondo, ma siccome i dispositivi IoT richiedono la trasmissione periodica di piccole quantità di dati, LoRa è la tecnologia ideale e soddisfa i requisiti. Nelle prime due puntate di questo corso avete avuto modo di saggiare le potenzialità del chip RP2040 di Raspberry Pi.

Ora vi mostreremo come questo piccolo controller possa essere in grado di comunicare con un chip Semtech SX1276, ovvero quello che viene comunemente impiegato nelle breakout board HopeRF RFM95W (Fig. 1) e disponibile per l'acquisto on-line sul sito di Futura Elettronica www.futurashop.it con il codice prodotto RFM95-868.

LA LIBRERIA LORAWAN

Il supporto per la connettività LoRaWAN per Raspberry Pi Pico è stato messo a disposizione da Sandeep Mistry, l'autore della libreria Arduino LoRa, che più recentemente ha fornito anche il supporto LoRa per Pico e altre schede basate su RP2040 utilizzando il modulo radio Semtech



Fig. 1 - La breakout board HopeRF RFM95W.

SX1276. Ciò significa che le breakout board come la scheda RFM95W sono completamente supportate.

Se non avete già configurato la toolchain C/C++ di Raspberry Pi Pico nella vostra Raspberry Pi, fatelo prima di procedere. Vi consigliamo di seguire le istruzioni riportate nella seconda puntata del corso.

Se invece avete già configurato la toolchain C/C++, come spiegato nella scorsa lezione, clonate il repository con il comando:

```
git clone --recurse-submodules https://github.com/sandeepmistry/pico-lorawan.git
```

Prima di procedere, assicuratevi di avere il percorso PICO_SDK_PATH impostato.

Per esempio, se state compilando su una Raspberry Pi e avete seguito la seconda puntata, dovreste avere già

eseguito il comando seguente (senza spazi prima e dopo il segno di uguale):

```
export PICO_SDK_PATH=/home/pi/pico/pico-sdk
```

Prima di compilare gli esempi, bisogna fare altre due cose:

- configurare l'infrastruttura cloud di The Things Network;
- creare un end device LoRaWAN con la scheda RP2040.

REGISTRAZIONE DEL GATEWAY SULLA RETE TTN

The Things Network (da ora in poi solo TTN) consente di registrare un gateway LoRaWAN in pochissimo tempo con pochi e semplici passaggi. Consente inoltre di creare applicazioni per la decodifica dei payload (carichi utili) e l'integrazione con servizi di terze parti per elaborare ulteriormente i dati.

Creazione di un account

Per prima cosa dovete iscrivervi recandovi all'indirizzo web www.thethingsnetwork.org e fare clic sul pulsante *Sign Up* nell'angolo in alto a destra della pagina (Fig. 2).

Nella pagina *Create an account*, digitate un nome utente, un indirizzo e-mail valido e una password con almeno sei caratteri, quindi fate clic sul pulsante "Create account". Dopo qualche minuto, nella Posta in arrivo riceverete una e-mail di convalida dell'account TTN, nella quale dovete fare clic sul pulsante *Activate account*.

Dopo aver attivato l'account, dalla pagina di benvenuto, fate clic sul pulsante *Login* nella parte superiore della pagina e inserite le credenziali per effettuare l'accesso.

Una volta riconosciuti, potrete modificare i dati del vostro profilo, uscire da TTN oppure accedere alla propria *Console*; da qui potrete scegliere un cloud in Europa, dopodiché, ve-

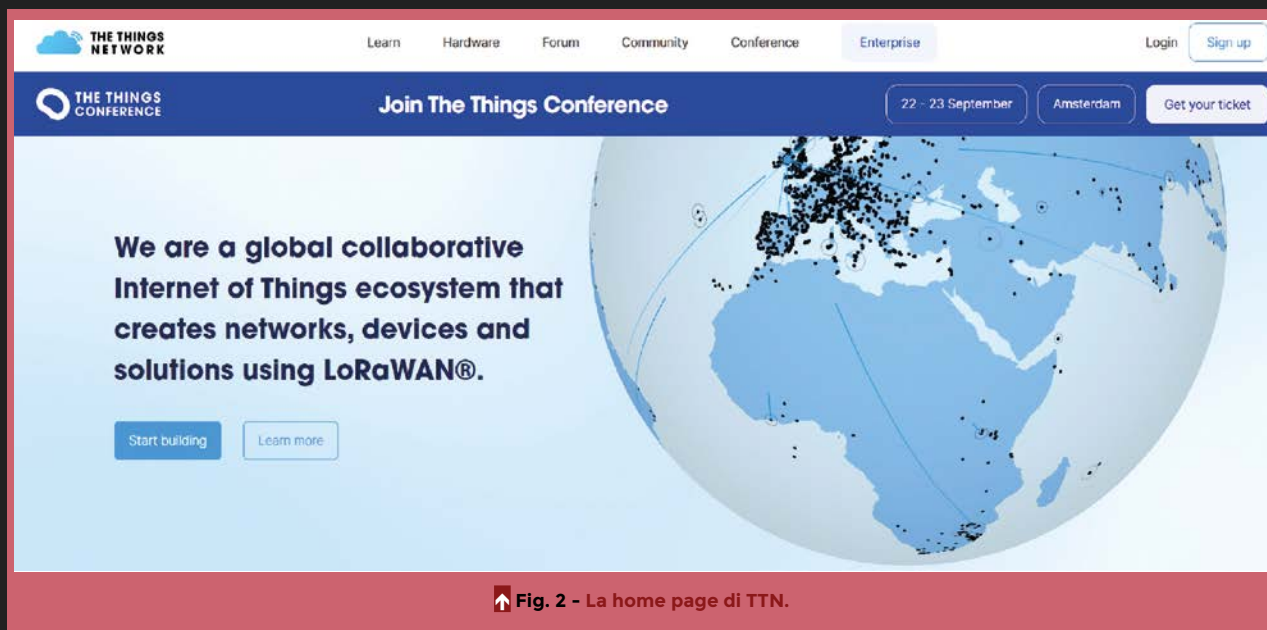


Fig. 2 - La home page di TTN.



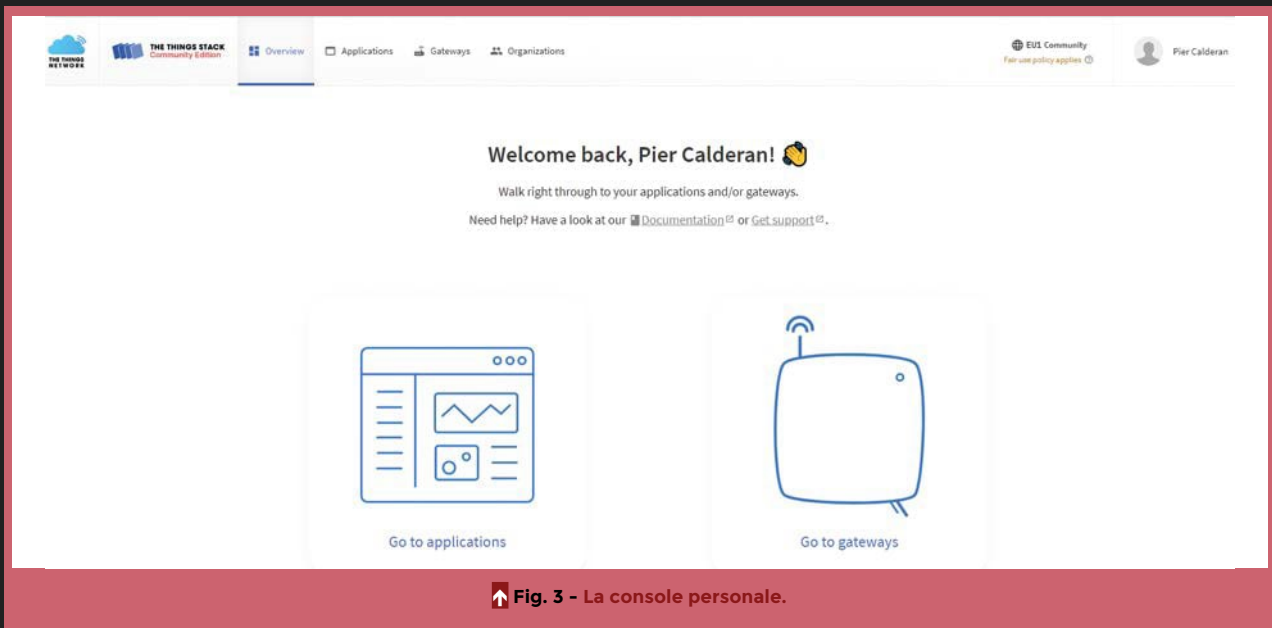


Fig. 3 - La console personale.



Fig. 4 - L'elenco dei gateway.

drete la vostra console diventare come nella **Fig. 3**. La console consente di registrare gateway e dispositivi, creare applicazioni, creare integrazioni e gestire collaboratori e varie impostazioni. Se permettete di memorizzare i cookies di accesso nel browser, dopo aver selezionato *Europe 1* come cloud, potrete accedervi direttamente da questo link:

eu1.cloud.thethings.network/console

La pagina della console si presenta con due grosse icone con le scritte *Go to applications* e *Go to gateways*.

A questo punto, se è la prima volta che accedete, dovete registrare almeno un gateway. Se avete registrato già altri gateway in precedenza verranno elencati (**Fig. 4**). Prestate attenzione al fatto che nel nuovo stack V3 di TTN, i gateway a singolo canale non sono più supportati, quindi dovrete acquistare o costruirvi da soli un gateway multicanale.

Per saperne di più sui gateway multicanale, fate riferimento all'apposito riquadro in queste pagine ("Canali LoRa, gateway multicanale e a canale singolo"). Per registrare un nuovo gateway o per aggiungerne uno a quelli già esistenti, basta fare clic su *Register gateway*. Nella casella che appare, digitate il cosiddetto EUI, per esempio B827EBFFFA16ABB. Questo è un identificatore unico per il gateway. Se usate un gateway ic880A che utilizza il Semtech UDP Packet Forwarder, copiatelo dal file `global_conf.json`. Per esempio, l'ID di default AA555A0000000000, può diventare semplicemente BB555A0000000000 e deve essere unico. Quindi è possibile scegliere qualsiasi numero. Una volta modificato, bisogna riportare lo stesso ID anche nel file `local_conf.json` nella stessa cartella. Il Semtech UDP Packet Forwarder (con file `global_conf.json`) è disponibile a questo link:

https://github.com/Lora-net/packet_forwarder

Canali LoRa, gateway multicanale e a canale singolo

La tecnologia LoRa/LoRaWAN consente di trasmettere e ricevere su uno o più canali adiacenti, sempre rimanendo all'interno di una banda di frequenza.

Per la rete LoRaWAN esistono diverse bande definite per USA, UE e Cina.

Per esempio la Tabella 1 elenca i canali LoRa nella banda 868 MHz (per UE) e riporta, per ciascun numero di canale, la rispettiva frequenza.

La banda va da 863 a 870 MHz.

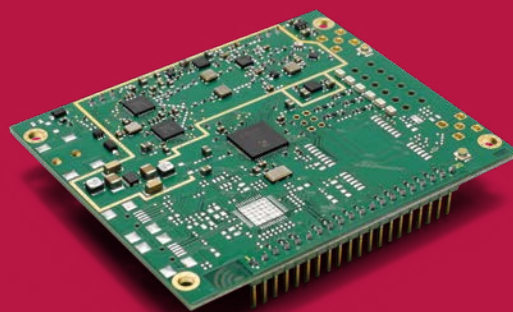
NUMERO DEL CANALE	FREQUENZA CENTRALE
CH_10_868	865.20 MHz
CH_11_868	865.50 MHz
CH_12_868	865.80 MHz
CH_13_868	866,10 MHz
CH_14_868	866,40 MHz
CH_15_868	866,70 MHz
CH_16_868	867 MHz
CH_17_868	868 MHz

↑ Tabella 1 - Assegnazione delle frequenze nella banda 863+870 MHz.

Tutti gli 8 canali sono separati da 0,3 MHz rispetto ai canali adiacenti. Va da sé quindi che un gateway multicanale è in grado di ricevere e trasmettere su più canali e più frequenze, mentre un gateway a canale singolo può ricevere e trasmettere su un solo canale e una frequenza fissa.

Il gateway iC880A della tedesca Wireless solutions è in grado di ricevere pacchetti di diversi end device inviati con diversi fattori di diffusione su un massimo di 8 canali in parallelo.

Grazie alla combinazione di fattori di diffusione e larghezze di banda del segnale si possono ottenere diverse velocità di trasmissione dati. Questo diventa possibile con l'utilizzo della tecnologia "Dynamic Data-Rate Adaption". Ciò significa che i nodi LoRa distanti dal concentratore devono utilizzare fattori di spread più elevati e quindi avere una velocità di trasmissione dati inferiore.



Register gateway

Register your gateway to enable data traffic between nearby end devices and the network.
Learn more in our Gateway Guide [\[G\]](#)

Gateway EUI

Gateway ID

Gateway name

Frequency plan

☐ Require authenticated connection ☐
Choose this option eg. if your gateway is powered by LoRa Basic Station [\[G\]](#)

Share gateway information
Select which information can be seen by other network participants, including Packet Broker [\[G\]](#)

☒ Share status within network ☐
☒ Share location within network ☐

↑ Fig. 5 - Pagina di registrazione del gateway.

Cliccate quindi su "confirm" e poco dopo a video apparirà una schermata (Fig. 5) in cui occorre inserire i seguenti dati:

- Gateway name: un nome qualsiasi, ma, una volta assegnato non lo si può più riutilizzare neanche dopo aver eliminato il gateway;
- Frequency plan: il piano europeo della frequenza, che è stato stabilito nella banda 868 MHz. Nel nostro caso deve essere selezionato Europe 863 - 870 MHz (SF9 for RX2 -recommended).

Tutto il resto può rimanere così com'è. Cliccate quindi su *Register gateway* e facendo ciò, accanto al nome del gateway dovrete vedere la dicitura *Connected*.

Una volta avviato il gateway si vedrà qualcosa di simile a quello mostrato nella Fig. 6 con l'indicazione *Last activity* e il tempo trascorso dall'ultimo accesso del gateway (normalmente ogni 15 secondi). Alla voce *Live data* si possono leggere i pacchetti ricevuti. Facendo clic su *Live data* si apre una pagina con tutti i pacchetti ricevuti (Fig. 7) e facendo clic su un pacchetto se ne può visualizzare il contenuto decodifi-

I nodi LoRa più vicini al concentratore possono utilizzare fattori di spread inferiori e pertanto possono aumentare la velocità dei dati. Ciò consente di costruire reti a stella o a stella multiple facili da gestire senza la necessità di router o ripetitori. Per chi ama la progettazione fai da te, è possibile realizzare facilmente un gateway LoRaWAN completo nelle sue funzionalità, in combinazione con una scheda Raspberry Pi e con il software HAL; quest'ultimo può essere scaricato gratuitamente dal repository <https://github.com/Lora-net>. Per eventuali approfondimenti a riguardo vi consigliamo di visitare il sito web del produttore, <https://www.wireless-solutions.de>. Vi rimandiamo altresì al corso LoRa, che abbiamo pubblicato nei fascicoli di Elettronica In dal numero 246 al 251.

Dragino LIG16 Indoor LoRaWAN Gateway

Fra le decine di gateway commerciali, il LIG16 dell'azienda cinese Dragino (<https://www.dragino.com>) è un gateway LoRaWAN per interni preconfigurato e anche open source. Consente di collegare la rete wireless LoRa a una rete IP tramite WiFi, rete Ethernet. Il wireless LoRa consente agli utenti di inviare dati e raggiungere distanze estremamente lunghe a basse velocità di trasmissione dati. Il LIG16 utilizza il packet forwarder Semtech e la connessione LoRaWAN Station, è completamente compatibile con il protocollo LoRaWAN. Include un concentratore LoRa SX1302, che è il chip LoRa in banda base di nuova generazione per gateway con un consumo di corrente inferiore e una maggiore quantità di traffico rispetto ai dispositivi precedenti.



Il LIG16 ha bande di frequenza LoRaWAN standard preconfigurate da utilizzare per diversi paesi. L'utente può anche personalizzare le bande di frequenza da utilizzare nella propria rete LoRaWAN. Il LIG16 può comunicare con il nodo finale ABP LoRaWAN senza server LoRaWAN. L'integratore di sistema può utilizzarlo per integrarsi con il proprio servizio IoT esistente senza configurare il proprio server LoRaWAN o utilizzare il servizio LoRaWAN di terze parti.

Gateway a canale singolo

Benché ormai non siano più supportati dai cloud come TTN e altri, è possibile acquistare o autocostruirsi un gateway a canale singolo a solo scopo didattico. Per la costruzione di un gateway a canale singolo si veda il nostro corso LoRa su accennato.

cato in formato JSON. Facendo clic sul Location, si accede alla pagina per impostare la location del gateway.

CREAZIONE DI UN'APPLICAZIONE

Fino a questo momento il gateway TTN riceve pacchetti di dati "grezzi" dal gateway fisico, ovvero pacchetti di dati che includono informazioni del payload e altre informazioni relative al trasmettitore e non dell'end device.

In pratica, non siamo ancora in grado di visualizzare e decodificare il messaggio vero e proprio. Per questo motivo, dobbiamo necessariamente creare almeno un'applicazione che decodifichi i payload per estrarre i dati dai pacchetti.

Pagina Applications

Facendo clic sul pulsante Applications della console, possiamo vedere tutte le applicazioni attive al momento o aggiungerne una nuova; nell'esempio proposto nella Fig. 8 è presente già un'applicazione. Facendo clic su *Add application* si aprirà la relativa pagina (Fig. 9). Nella pagina Add Application dovete compilare tutti i campi del modulo come segue.

- Application ID: in questo campo dovete inserire un identificativo univoco della applicazione sulla rete. Nel nostro caso abbiamo scelto: my-rp2040. Tutti i caratteri devono essere minuscoli, con eventuali trattini e senza spazi.
- Application name: scrivete un nome qualsiasi, a piacere, come per esempio "my-rp2040".
- Description: scrivete una descrizione a piacere.

A questo punto dovete fare clic sul pulsante *Create application* per creare l'applicazione, allorché verrete indirizzati alla pagina di anteprima che riassume tutti i dati dell'applicazione (Fig. 10).

Da questa pagina si può accedere alla sezione End devices, così da poter poi andare alla pagina *Register end devices*.

Pagina Register end devices

Nella sezione End devices delle Applications non ci sarà ancora alcun dispositivo registrato, quindi dovete registrarne uno e allo scopo fate clic sul collegamento *Add end device*, che aprirà la pagina *Register end device*.

dragino-lig16

ID: eu1-a84041ffff1ec210

↑ 326

↓ 38

Last activity 7 seconds ago

1 Collaborator

0 API keys

General information

Gateway ID

eu1-a84041ffff1ec210

Gateway EUI

A8 40 41 FF FF 1E C2 10

Gateway description

None

Created at

Sep 1, 2022 10:05:06

Last updated at

Sep 1, 2022 10:05:06

Gateway Server address

eu1.cloud.thethings.network

LoRaWAN Information

Frequency plan

EU_863_870_TTN

Global configuration

Download global_conf.json

Live data

See all activity →

14:07:45

Receive gateway status

Metrics: { txin: 38, txok: 0, rxin: 0, rxok: 0, rxfr: 0, ackr: 6.8, txin: 38, txok: 0 }

14:07:15

Receive gateway status

Metrics: { txok: 0, rxin: 0, rxok: 0, rxfr: 0, ackr: 6.8, txin: 38, txok: 0 }

14:06:45

Receive gateway status

Metrics: { ackr: 6.8, txin: 38, txok: 0, rxin: 0, rxok: 0, rxfr: 0, ackr: 6.8, txin: 38 }

14:06:15

Receive gateway status

Metrics: { rxfr: 0, ackr: 6.8, txin: 38, txok: 0, rxin: 0, rxok: 0, rxfr: 0, ackr: 6.8, txin: 38 }

14:05:45

Receive gateway status

Metrics: { txok: 0, rxin: 0, rxok: 0, rxfr: 0, ackr: 6.8, txin: 38, txok: 0 }

14:05:15

Receive gateway status

Metrics: { rxfr: 0, ackr: 6.8, txin: 38, txok: 0, rxin: 0, rxok: 0, rxfr: 0, ackr: 6.8, txin: 38 }

Location

Change location settings →

Fig. 6 - La pagina del gateway attivo.

THINGS STACK

Overview

Applications

Gateways

Organizations

EU1 Community

Fair use policy applies

Pier Cald

Gateways > dragino-lig16 > Live data

Time

Type

Data preview

14:10:45

Receive gateway status

Metrics: { rxin: 0, rxok: 0, rxfr: 0, ackr: 6.7, txin: 38, txok: 0 } Versions: { ttn-lw-gateway-server: "3.21.1-rc0-SNAPSHOT-55d634a19" }

14:10:15

Receive gateway status

Metrics: { rxok: 0, rxfr: 0, ackr: 6.7, txin: 38, txok: 0, rxin: 0 } Versions: { ttn-lw-gateway-server: "3.21.1-rc0-SNAPSHOT-55d634a19" }

14:09:45

Receive gateway status

Metrics: { txok: 0, rxin: 0, rxok: 0, rxfr: 0, ackr: 6.8, txin: 38 } Versions: { ttn-lw-gateway-server: "3.21.1-rc0-SNAPSHOT-55d634a19" }

14:09:15

Receive gateway status

Metrics: { rxok: 0, rxfr: 0, ackr: 6.8, txin: 38, txok: 0, rxin: 0 } Versions: { ttn-lw-gateway-server: "3.21.1-rc0-SNAPSHOT-55d634a19" }

14:08:45

Receive gateway status

Metrics: { txin: 38, txok: 0, rxin: 0, rxok: 0, rxfr: 0, ackr: 6.8 } Versions: { ttn-lw-gateway-server: "3.21.1-rc0-SNAPSHOT-55d634a19" }

14:08:15

Receive gateway status

Metrics: { rxok: 0, rxfr: 0, ackr: 6.8, txin: 38, txok: 0, rxin: 0 } Versions: { ttn-lw-gateway-server: "3.21.1-rc0-SNAPSHOT-55d634a19" }

14:07:45

Receive gateway status

Metrics: { txin: 38, txok: 0, rxin: 0, rxok: 0, rxfr: 0, ackr: 6.8 } Versions: { ttn-lw-gateway-server: "3.21.1-rc0-SNAPSHOT-55d634a19" }

14:07:15

Receive gateway status

Metrics: { txok: 0, rxin: 0, rxok: 0, rxfr: 0, ackr: 6.8, txin: 38 } Versions: { ttn-lw-gateway-server: "3.21.1-rc0-SNAPSHOT-55d634a19" }

14:06:45

Receive gateway status

Metrics: { ackr: 6.8, txin: 38, txok: 0, rxin: 0, rxok: 0, rxfr: 0 } Versions: { ttn-lw-gateway-server: "3.21.1-rc0-SNAPSHOT-55d634a19" }

14:06:15

Receive gateway status

Metrics: { rxin: 0, ackr: 6.8, txin: 38, txok: 0, rxin: 0, rxok: 0 } Versions: { ttn-lw-gateway-server: "3.21.1-rc0-SNAPSHOT-55d634a19" }

14:05:45

Receive gateway status

Metrics: { txok: 0, rxin: 0, rxok: 0, rxfr: 0, ackr: 6.8, txin: 38 } Versions: { ttn-lw-gateway-server: "3.21.1-rc0-SNAPSHOT-55d634a19" }

Fig. 7 - La pagina Live data.

Overview

Applications

Gateways

Organizations

EU1

No SLA

Applications (3)

Search

+ Add application

ID	Name	End devices	Created at
my-rp2040	my-rp2040	2	3 hours ago
end-device-rp2040	test_rp2040	2	24 hours ago
ttn-v3-pier-2021	ttn-v3-pier-2021	6	May 27, 2021

Fig. 8 - Pagina Applications.

Add application

Application ID *

my-new-application

Application name

My new application

Description

Description for my new application

Optional application description; can also be used to save notes about the application

Create application

Fig. 9 - Pagina Add Application.

Qui potrete registrare il vostro dispositivo, nella fattispecie il nostro end device FTR2040.

Nella pagina *Register end device* (Fig. 11), si può scegliere una marca di dispositivo commerciale dal menu a tendina Brand... ma non è il nostro caso.

Ovviamente per il nostro dispositivo auto costruito, dovete scegliere l'opzione *Manually* per compilare manualmente i campi come segue (Fig. 12):

- Frequency plan: Europe 863-870 MHz (SF9 for RX2 – recommended);
- LoRaWAN version: selezionare 1.0.2;
- Regional Parameters version: RP001 Regional Parameters 1.0.2;
- Activation mode: lasciare selezionato OTAA;
- DevEUI: un ID generato automaticamente;
- AppEUI: riempire l'ID con tutti 0 (zero);
- AppKey: una chiave generata automaticamente;
- End device name: va scritto un nome qualsiasi, come ad esempio rp2040-otaa.

Impostati tutti questi campi, cliccate sul pulsante *Register end device* per registrare il dispositivo.

COSTRUIAMO L'END DEVICE

Ora che avete configurato il cloud TTN con un gateway e un'applicazione e che avete aggiunto un end device, la prossima cosa che dovete fare è creare materialmente il vostro end device, ovvero connettere la scheda FTR2040 alla breakout board RFM95W; l'ideale sarebbe utilizzare l'immane e pratica breadboard, ma sfortunatamente abbiamo constatato che la breakout board RFM95W non è molto adatta alla breadboard, cioè la sua piedinatura non è compatibile con la spaziatura della breadboard e pertanto dovete accedere ai pin del breakout con dei fili volanti saldati direttamente (Fig. 13). La mappatura, vale a dire la corrispondenza tra i pin della nostra scheda FTR2040 e quelli della breakout board dovrà essere quella proposta nella Tabella 2.

FTR2040	MODULO RFM95W
3V3	VCC
GND	GND
GP7	DIO0
GP8	NSS
GP9	RST
GP10	DIO1
GP16	MISO
GP18	SCK
GP19	MOSI

Tabella 2 - Corrispondenza tra i pad delle due schede componenti il progetto end point.

my-rp2040
ID: my-rp2040

Last activity 21 minutes ago

2 End devices 1 Collaborator 0 API keys

General information

Application ID: my-rp2040

Created at: Sep 1, 2022 10:54:28

Last updated at: Sep 1, 2022 10:54:28

Live data

See all activity

- 13:56:51 rp2040-otaa Forward uplink data message
- 13:55:43 rp2040-otaa Forward uplink data message
- 13:54:51 rp2040-otaa Forward uplink data message
- 13:53:43 rp2040-otaa Forward uplink data message
- 13:52:43 rp2040-otaa Forward uplink data message
- 13:51:43 rp2040-otaa Forward uplink data message

Fig. 10 - Pagina Application.

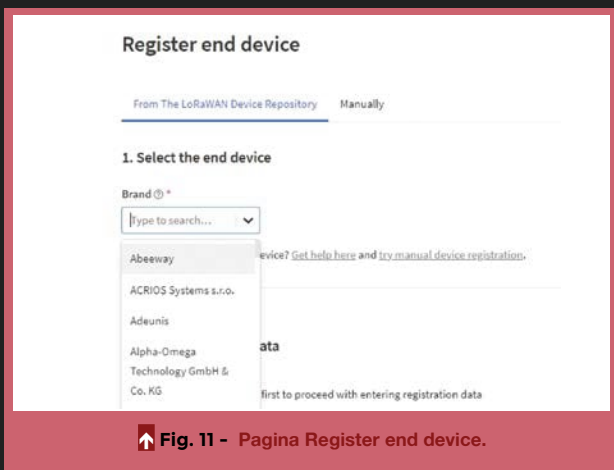


Fig. 11 - Pagina Register end device.

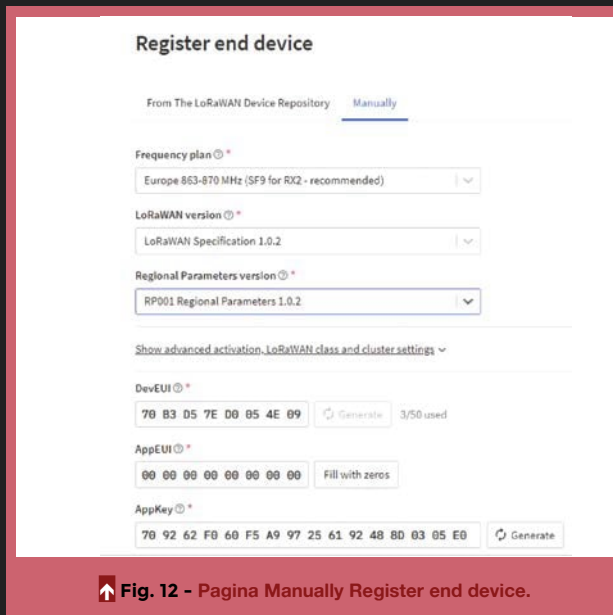


Fig. 12 - Pagina Manually Register end device.

Fate attenzione che i numeri dei pad riportati nella tabella corrispondono all'impostazione predefinita della libreria e possono comunque essere modificati nel software, tuttavia è sconsigliato fare ciò: meglio lasciarli come sono.

IL CODICE DI ESEMPIO

Nella stessa cartella della libreria che avete già clonato, troverete una cartella examples. Al suo interno troverete una sottocartella di nome hel-

lo_otaa, contenente questi tre file:

- CmakeLists.txt;
- Config.h;
- Main.c;

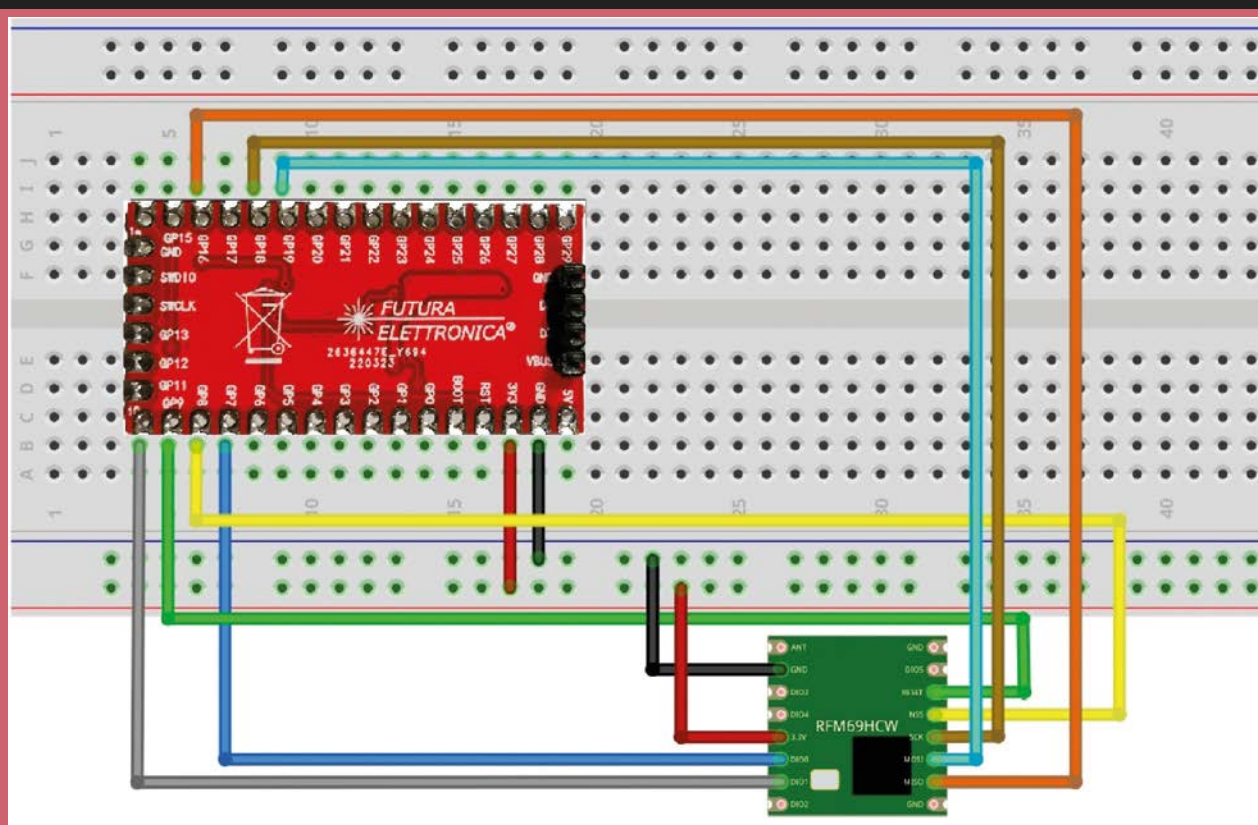


Fig. 13 - Cablaggio della scheda FTR2040 e del modulo RFM95W.

Aprirete per prima cosa il file `config.h` e modificalo in questo modo:

```
#define LORAWAN_REGION      LORAMAC_REGION_EU868
#define LORAWAN_DEVICE_EUI  "70B3D57ED0054DEF"
#define LORAWAN_APP_EUI    "0000000000000000"
#define LORAWAN_APP_KEY    "9CABA5322B
                           2630BE471F0C769B81A977"
```

Resta inteso che dovete sostituire le stringhe con quelle dell'end device che avete creato in precedenza su TTN.

Quindi, dopo aver modificato il file `config.h`, potete andare avanti e creare l'applicazione di esempio per il vostro end device.

Per fare questo, entrate nella cartella `pico-lorawan`, create una cartella di nome `build`, entrate nella cartella `build` ed eseguite prima il comando `cmake` e successivamente il comando `make`. La compilazione così avviata potrebbe richiedere qualche minuto. La sequenza di comandi è quella proposta qui di seguito:

```
cd home/pi/pico-lorawan.
mkdir build
cd build
cmake .. -DPICO_BOARD=pico
make
```

Se tutto va bene, a procedura completata dovreste avere il file `pico_lorawan_hello_otaa.uf2` nella cartella `build/examples/hello_otaa`.

A questo punto, potete caricare questo file UF2 nella scheda nel modo consueto, ovvero mettendo a massa il pin BOOT e inserendo il breakout nella presa USB.

In questo modo, si aprirà la cartella del dispositivo.

Trascinate al suo interno il file UF2 e riavviate la scheda togliendo il corto a massa e ricollegando il dispositivo alla presa USB.

Dal terminale potete quindi lanciare il comando seguente per vedere il debug della porta seriale USB:

```
minicom -D /dev/ttyACM0
```

Se il collegamento ha successo, potrete vedere i messaggi seguenti (Fig. 14):

```
success!
(significa che l'inizializzazione del dispositivo ha avuto successo)
```

```
Joining LoRaWAN network ... joined successfully!
(significa che il collegamento con l'applicazione su TTN ha avuto successo)
```

Fig. 14 - Il debug del dispositivo sul terminale.

```
sending unconfirmed message 'hello world!' ... success!
(significa che il messaggio è stato inviato con successo a TTN)
```

Essendo l'esempio `hello_otaa` un collegamento di tipo OTAA (Over The Air Activation) bisognerà aspettare TTN per il JOIN, cioè la connessione all'applicazione.

Quando apparirà "success", significa che il dispositivo è collegato all'applicazione e dovreste vedere arrivare i dati nella pagina dell'applicazione e del device (Fig. 15).

Attenzione! L'esempio `hello_otaa` prevede di mandare i dati della stringa "hello world!" ogni 5 secondi. Dato che TTN pone delle limitazioni nella Community Edition, ovvero alla versione gratuita, vi consigliamo di portare l'invio ad almeno 60 secondi.

Per fare questo, andate alla riga seguente del file `main.c` nella cartella dell'esempio, e cambiate il valore dei millisecondi fra un messaggio e l'altro portandolo a 60000:

```
if ((now - last_message_time) > 60000)
```

DECODIFICA DEI MESSAGGI

I messaggi inviati dal dispositivo sono ovviamente una serie di byte incomprensibili all'occhio umano. Se andate nella pagina Live data del device e fate clic su un messaggio, dovreste vedere la stringa `hello world!` esattamente in questo modo:

```
68 65 6c 6c 6f 20 77 6f 72 6c 64 21
```

Tale stringa è sostanzialmente la serie di numeri esadecimali corrispondenti ai valori ASCII della stringa `hello world!`. Spiegheremo in seguito come decodificare in maniera au-

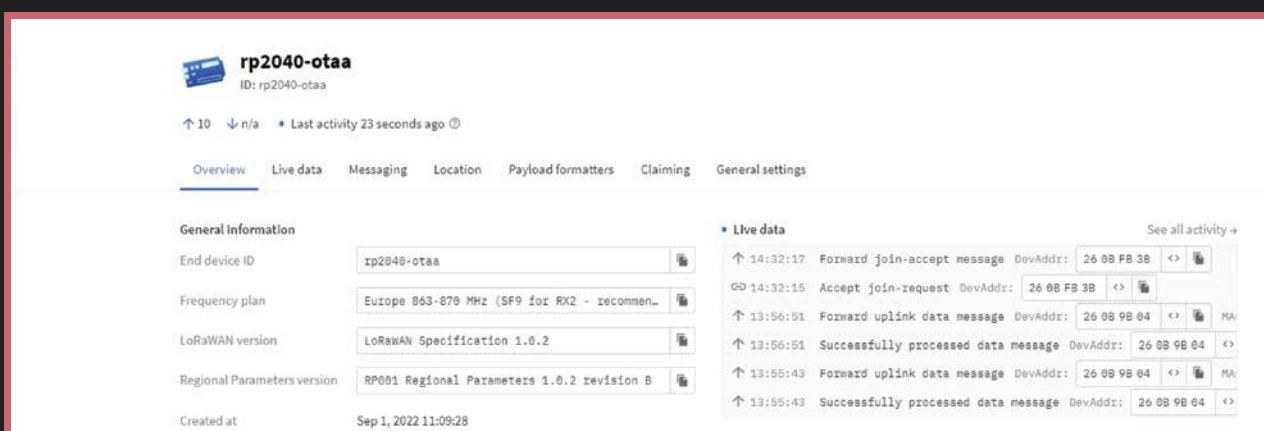


Fig. 15 - I dati in arrivo nell'applicazione TTN.

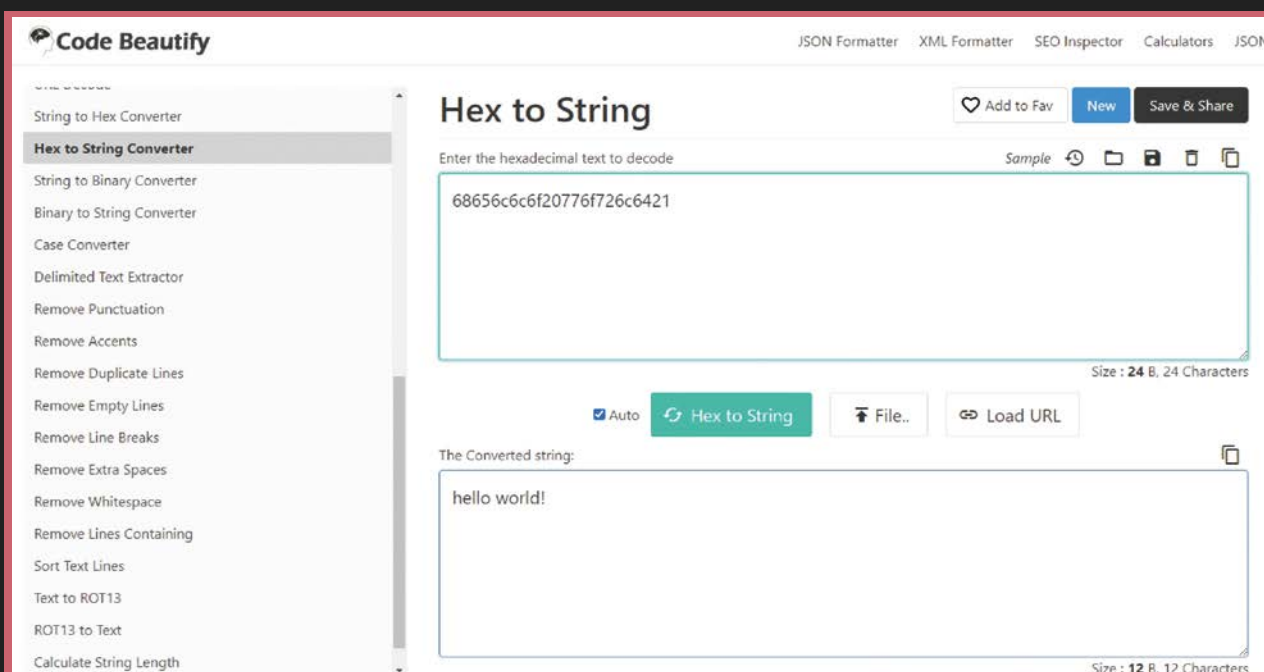


Fig. 16 - Il messaggio hello world! decodificato.

tomatica i messaggi, per il momento potete decodificare il messaggio manualmente, copiandolo e andando in uno dei tanti siti dedicati alla conversione hex to string, come per esempio <https://codebeautify.org/hex-string-converter>. Compiendo questa operazione dovreste vedere il messaggio decodificato come nell'esempio proposto nella Fig. 16.

CONCLUSIONI

Con la speranza di essere stati sufficientemente chiari, vi invitiamo a sperimentare il progetto presentato in queste pagine, basato sull'End Point e vi aspettiamo il mese prossimo per la seconda parte del progetto pratico LoRaWAN. □



Cosa occorre?

La board di Futura Elettronica con RP2040 (cod. FTR2040) è disponibile a Euro 13,90 e include i pin strip da saldare. Dal sito futura-shop.it è possibile acquistare lo starter kit con Raspberry Pi Pico (cod. RPICOKIT) a Euro 49,90 o il solo Raspberry Pi Pico (cod. RPI-PICO) a Euro 6,90. I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 - www.futura-shop.it

MAKER UNO

La scheda **Cytron**
Technologies compatibile
con il mondo Arduino®

Starter kit con Maker Uno
e tutto quello che serve
per iniziare
a programmare
con il linguaggio
Arduino!

+

50
video
tutorial



€ 58,00

cod. MAKERKITBASE

Xiaomi: dallo smartphone al robot bipede

L'affermato produttore cinese di elettronica di consumo si è dato alla robotica: ha infatti realizzato un robot umanoide bipede chiamato CyberOne. È alto 177 centimetri, pesa 52 chilogrammi e viene fornito con 21 gradi di libertà e con un display OLED curvo per visualizzare informazioni interattive in tempo reale. Resta da capire lo scopo di questo ennesimo robot umanoide, visto che quelli creati da altre aziende sono robot di servizio, per soccorso, ricerca scientifica o, purtroppo, per l'impiego militare più o meno dichiarato. Il robot ha un aspetto neutro, può camminare abbastanza bene senza cadere. Xiaomi afferma che CyberOne ha anche un sistema di visione in grado di "creare ricostruzioni virtuali tridimensionali del mondo reale", nonché la classificazione ambientale ed emotiva. Certo, sorprende che un'azienda pur dotata di risorse e tecnologie, costruisca un robot umanoide robusto e utilizzabile nel mondo reale, cosa che faticano ad ottenere aziende più specializzate operanti da tempo nella robotica. Lo sviluppo di CyberOne è in realtà finalizzato a creare un ecosistema tecnologico centrato in un unico punto e connetterlo con il mondo in modi innovativi. Il processo di ricerca e sviluppo di CyberOne ha combinato tecnologie all'avanguardia provenienti da settori tra cui percezione e cognizione bionica, biomeccatronica, intelligenza artificiale, big data e cloud computing e navigazione visiva. Si prevede che queste innovazioni tecnologiche daranno vita a più scenari applicativi in altri campi, come robot industriali con prestazioni meccaniche migliorate, robot associati con riconoscimento delle emozioni e robot di servizio pubblico alimentati da Big Data e Cloud.

www.mi.com



Siemens per il risparmio energetico

Le piscine coperte sono tra gli edifici più energivori. Il controllo predittivo e basato sull'Intelligenza Artificiale dei sistemi di ventilazione offre un modo eccellente per sfruttare appieno il loro potenziale di risparmio energetico. L'Università di scienze applicate di Emden e HANSA Klimasysteme hanno lavorato su questi controlli in un progetto di ricerca congiunto. Per la loro soluzione, hanno utilizzato la tecnologia Siemens sotto forma di dispositivi edge industriali e applicazioni edge per l'elaborazione dei dati. Spegnerne l'aria condizionata, abbassare il riscaldamento, risparmiare energia: questo è ciò che occorre fare per fronteggiare l'aumento dei prezzi dell'energia e combattere l'accelerazione del cambiamento climatico. Alcune persone pensano subito alla propria casa, mentre altre tendono a concentrarsi sull'industria. Ma chi ha

mai pensato che le piscine siano tra le strutture più energivore di tutte? Nelle piscine per neonati e bambini, ad esempio, la temperatura dell'acqua di 34 gradi centigradi garantisce condizioni ottimali. Per un completo benessere, anche la temperatura dell'aria all'interno dell'impianto della piscina deve essere calda e accogliente. La regolazione della temperatura dell'acqua e dell'aria richiede molta energia. Una famiglia media di quattro persone consuma circa 15.000 kilowattora di gas all'anno, mentre una piscina ne consuma circa 80 volte tanto. Un altro svantaggio delle alte temperature è che molta acqua evapora e l'aria diventa umida, causando facilmente danni strutturali agli edifici. Di conseguenza, gli operatori della piscina devono controllare tutto e mirare a bassa umidità e alta temperatura dell'a-





HMI non invasive per analisi biologiche

Un team di ricerca della Samueli School of Engineering dell'Università della California, a Los Angeles, ha sviluppato una tecnologia sicura, non invasiva e one-touch utilizzando sensori chimici rivestiti di idrogel e un framework di interpretazione del segnale in grado di presentare informazioni dettagliate sulla composizione del sangue di un individuo, come metaboliti, ormoni, sostanze nutritive e prodotti farmaceutici, così come l'ossigeno, il tutto con la semplice pressione di un dito. Una potenziale applicazione della tecnologia è incorporare i sensori nei volanti delle auto per misurare i livelli di alcol e di droga nel sangue. Questo può aiutare a prevenire la guida in stato di ebbrezza (DUI) di droghe o alcol che possono compromettere la capacità del conducente di guidare un veicolo in sicurezza. Questa tecnologia basata sul tocco può fungere da interfaccia uomo-macchina per percepire e interpretare ciò che c'è all'interno del corpo di qualcuno e fornisce informazioni molto più ricche sulla nostra salute rispetto agli attuali biosensori tattili come i pulsossimetri. Il sistema, descritto dai ricercatori come una "interfaccia crittografica bio-umana" o CB-HMI, utilizza sottili sensori chimici rivestiti di idrogel per raccogliere e rilevare particolari molecole circolanti sulla pelle attraverso la traspirazione naturale. CB-HMI raccoglie anche la frequenza cardiaca e i livelli di ossigeno nel sangue. Per i loro esperimenti, i ricercatori hanno sviluppato sensori sottili rivestiti di idrogel per misurare i livelli di etanolo e paracetamolo nei partecipanti. Hanno integrato questi sensori con altri biosensori e uno scanner di impronte digitali e hanno sviluppato algoritmi di accompagnamento per decifrare le informazioni. I ricercatori prevedono che tali interfacce possano servire a creare ambienti "intelligenti" che si adattino alle esigenze degli individui.

www.ee.ucla.edu/newsroom

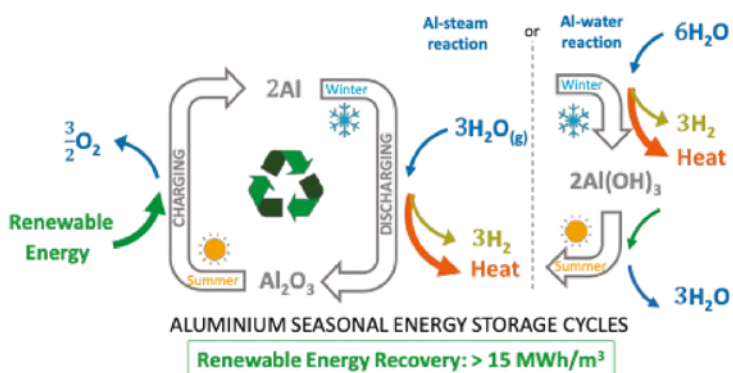
ria interna con la migliore efficienza energetica possibile.

Per risolvere questo problema, i gestori della piscina di Saterland (Germania) hanno collaborato con HANSA Klimasysteme, l'Università di scienze applicate di Emden (Germania) e Siemens per fornire una soluzione intelligente. In primo luogo, i sensori nel sistema di ventilazione e nella struttura della piscina raccolgono dati riguardanti, ad esempio, temperatura, umidità, consumo di energia e persino il numero di visitatori. Questi dati vengono quindi inseriti in un modello computazionale basato sull'intelligenza artificiale (AI), in cui entra in gioco uno speciale PC industriale di Siemens, un cosiddetto dispositivo perimetrale industriale. Collegato al sistema di ventilazione, questo dispositivo elabora la grande quantità di dati dalla piscina direttamente in

loco, una tecnica molto più veloce del primo trasferimento dei dati a un data center. Il dispositivo fornisce anche una piattaforma su cui l'IA può lavorare. Questa piattaforma regola quindi in modo proattivo la ventilazione prima che la struttura della piscina diventi troppo calda o troppo umida.

Le condizioni di esercizio della piscina di Saterland sono sempre impostate per un'efficienza energetica ottimale, riducendo così il consumo di energia del 20 per cento. Altre quattro piscine in Germania, tre nella regione della Bassa Sassonia e una a Berlino, ora vogliono seguire l'esempio; ciò che funziona in piscina può funzionare anche in serre, cinema e laboratori. Ottimo per il clima, nelle piscine e in altri ambienti.

www.siemens.com



Elettricità dall'alluminio

Immagazzinare energia rinnovabile nell'alluminio: questo è lo scopo del progetto REVEAL, finanziato dal programma Horizon Europe, che mira a sviluppare una soluzione di stoccaggio basata sulla conversione dell'ossido di alluminio in alluminio tramite elettrolisi, processo utilizzato per la produzione industriale di questo metallo a livello primario.

La soluzione consentirà di immagazzinare grandi quantità di energia con una

densità di oltre 15 MWh/mc senza perdite e con un impatto ambientale.

Il ciclo di accumulo è basato sull'ossidazione e riduzione dell'alluminio, con un processo di scarico ad alta temperatura (Al-vapore) e a bassa temperatura (Al-acqua). La principale innovazione è l'elettrolisi con celle elettrovincenti in alluminio senza carbonio.

www.reveal-storage.eu/concept

Una navetta autonoma per White Bear

Navya, uno sviluppatore di sistemi di mobilità autonoma, fornirà alla città americana di White Bear Lake, nel Minnesota, la navetta Autonom Arma Navya. Il progetto pilota offrirà nuove opzioni di trasporto e durerà un anno su un percorso di 2,4 km, collegando diverse strutture residenziali alla comunità YMCA. La navetta Navya è 100% elettrica e dispone di sensori tra cui lidar 2D e 3D, un GPS e un contachilometri, che ne monitorano la posizione lungo il percorso, rilevando e osservando ostacoli come pedoni e altri veicoli.

La navetta può operare in completa autonomia, non ha né volante né pedaliera, ma un operatore è sempre a disposizione per assumere il controllo manuale e assistere i passeggeri se fosse necessario.

Le navette di Navya non sono solo esempi di tecnologia di trasporto emergente, ma forniscono anche una risposta concreta alle esigenze di mobilità della comunità collegando le persone e consentendo loro di accedere a servizi e attività. Il caso d'uso del Minnesota fornirà anche dati aggiuntivi sul funzionamento della navetta durante un'ampia gamma di condizioni meteorologiche.

La navetta è inoltre dotata di una rampa di mobilità conforme all'Americans with Disabilities Act (ADA). Il progetto fa parte del piano strategico CAV (Connected and Automated Vehicle) di MnDOT, che promuove una maggiore mobilità per le persone con disabilità e migliori opzioni di viaggio per le comunità anziane, diffondendo la consapevolezza pubblica delle tecnologie ADAS.

<https://navya.tech/en>



Storage? Zolfo e alluminio abbattano i costi!

Realizzata con materiali abbondanti e poco costosi, una batteria di alluminio-zolfo potrebbe fornire uno storage di elettricità a basso costo per le fonti di energia rinnovabili.

Mentre il mondo costruisce installazioni sempre più grandi di sistemi eolici e solari, cresce rapidamente la necessità di sistemi di backup economici e su larga scala per fornire energia quando il sole è calato e il vento smette. Le odierne batterie agli ioni di litio sono ancora troppo costose per la maggior parte di tali applicazioni e altre opzioni come l'idropompa richiedono una topografia specifica che non è sempre disponibile.

Ora, i ricercatori del MIT e loro colleghi di Cina, Canada, Kentucky e Tennessee, hanno sviluppato un nuovo tipo di batteria, realizzata interamente con materiali abbondanti ed economici, che potrebbe aiutare a colmare questa lacuna. La nuova batteria, che utilizza alluminio e zolfo come materiali per i suoi due elettrodi, separati da un elettrolito a sali cloro-alluminati fusi, è nata da un'idea del professor Donald Sadoway, di creare qualcosa che fosse migliore delle batterie agli ioni di litio per lo storage su piccola scala e per gli usi automobilistici. Oltre ad essere costose, le batterie al litio contengono un elettrolito infiammabile, il che le rende tutt'altro che ideali per il trasporto. La batteria creata potrebbe sopportare centinaia di cicli di carica rapida, con un costo per cella di circa un sesto di quello di celle agli ioni di litio comparabili per caratteristiche elettriche.

www.mit.edu



Contatore Geiger



€169,00

Cod. FR822

Misura l'intensità di raggi X, raggi gamma (γ) e raggi beta (β). Utilizza un microprocessore a 32 bit e dispone di ampio display LCD con retroilluminazione, tastiera a membrana, allarme acustico con soglia regolabile.



Air Quality

CONTROL

Purificatore d'aria da tavolo a raggi ultravioletti

MicroUVAIR è un sistema di sanificazione aria con ventilazione forzata a ciclo chiuso basato su led UVC. L'aria in ingresso viene purificata attraverso un filtro ad alta densità (30 PPI), quindi viene sterilizzata tramite luce ultravioletta emessa da LED UVC in grado di effettuare la massima azione germicida. Una volta purificata l'aria viene reimpressa nell'ambiente.

€199,00

Cod. MICROUVAIR-T



Prezzi IVA inclusa.

Misuratore di formaldeide e monitor della qualità dell'aria



Fornisce in tempo reale la quantità di formaldeide (HCHO) presente nell'ambiente circostante e monitora il livello di TVOC (Composti Organici Volatili Totali). È dotato di display per la lettura dei valori rilevati.

€21,90

Cod. FR832

Nuovo oscilloscopio **WiFi** per PC e tablet 2 canali - 70 MHz

ALIMENTAZIONE
AUTONOMA
CON BATTERIA
RICARICABILE
AL LITIO!



Prezzo IVA inclusa.

COD. DSOPC1070A

€ 265,00

CARATTERISTICHE TECNICHE PRINCIPALI

- Canali: 2
- Banda passante: 70 MHz
- Frequenza di campionamento (in tempo reale): 250 MS/s usando un solo canale - 125 MS/s usando due canali
- Impostazione del coefficiente di attenuazione della sonda: x1, x10, x100, x1000
- Tensione di ingresso massima: 35 Vpk (CC + picco)
- Sensibilità di ingresso: 10 mV/div ~ 5 V/div
- Funzione FFT: (Fast Fourier Transform) integrata

Può essere collegato contemporaneamente con iPad e iPhone.

ANTENNA WiFi

PRESA USB

CH 1

CH 2

EXT