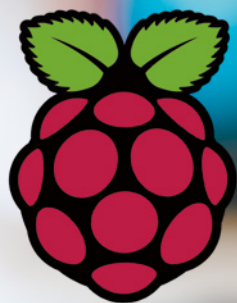


Elettronica In

www.elettronica.in.it

€ 7,50 - Bimestrale, anno XXX - n. 281 - OTTOBRE / NOVEMBRE 2024

Assistente virtuale con ChatGPT e Raspberry Pi

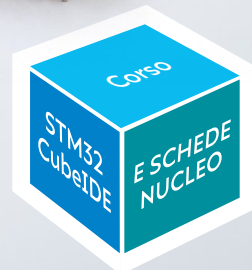
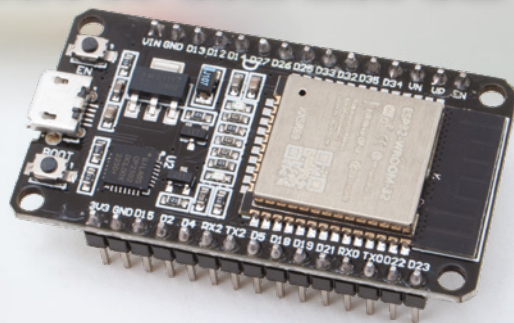


- ▶ Lampeggiatore a LED
- ▶ Comprendere le porte logiche
- ▶ I ricevitori SDR e i filtri notch
- ▶ Campanello elettronico
- ▶ Indicatore di stato batterie auto
- ▶ Isolamento flyback
- ▶ Mini ricevitore RF a 1 canale
- ▶ Lampada touch a LED
- ▶ Gestione elettronica dell'alternatore
- ▶ Rilevatore e contatore di oggetti con visione artificiale

Localizzazione indoor con ESP32

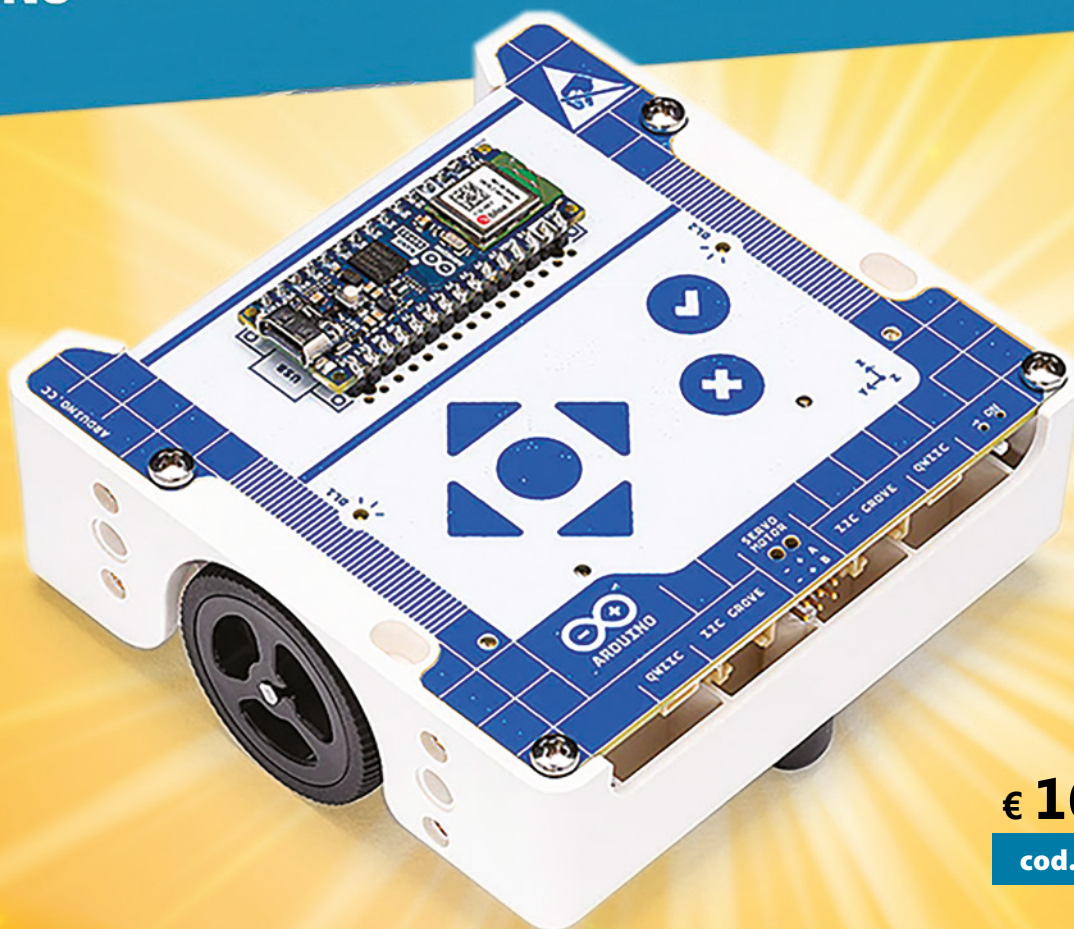


Apricancello automatico con GPS





ALVIK Robot



Prezzo IVA inclusa.

€ 165,00

cod. ALVIK

Arduino **Alvik** è un robot educativo progettato per avvicinare studenti, insegnanti e appassionati di tecnologia al mondo della programmazione e della robotica. Grazie alla sua semplicità, **Alvik** è perfetto per chiunque, dai bambini agli adulti, indipendentemente dal livello di esperienza.

Questo robot supporta diversi linguaggi di programmazione, tra cui la programmazione a blocchi, MicroPython e il linguaggio Arduino, rendendo l'apprendimento della programmazione un'esperienza divertente e coinvolgente.

Alvik include un pacchetto di 11 lezioni pratiche che esplorano attività di robotica e progetti innovativi. Questi corsi aiutano a sviluppare il pensiero critico e le capacità di risoluzione dei problemi, rendendo la programmazione accessibile e stimolante per tutti. Scegliere Arduino **Alvik** significa optare per un'esperienza educativa versatile che promuove la creatività e l'innovazione, trasformando il processo di apprendimento in un'avventura appassionante.





La lunga strada verso il futuro

Negli ultimi anni, le auto elettriche hanno rappresentato una delle sfide più complesse per l'industria automobilistica. Nonostante gli enormi investimenti, i risultati hanno deluso le aspettative. I costi di produzione elevati rendono le auto elettriche meno competitive rispetto ai veicoli a combustione interna, ostacolando l'auspicata diffusione di massa. Il mercato europeo, in particolare, continua a mostrare una certa riluttanza verso

l'elettrico, preferendo soluzioni ibride.

Di fronte a queste difficoltà, grandi marchi come Volkswagen, Mercedes e Ford stanno rivedendo le proprie strategie. Molti costruttori stanno optando per una transizione più graduale, mantenendo ancora in produzione motori a combustione interna. L'idea di fondo è che, sebbene il futuro della mobilità sia probabilmente elettrico, le tecnologie

In tutti i contesti l'elettronica gioca un ruolo chiave: nei motori endotermici migliora l'efficienza con soluzioni come la gestione elettronica dell'alternatore trattata in questo numero

attuali non sono ancora mature per competere in termini di costi e prestazioni.

Il dibattito sulla sostenibilità delle auto elettriche è quindi sempre più acceso e i costruttori stanno cercando di bilanciare l'offerta investendo sia nell'elettrico che nel miglioramento dei motori tradizionali, in attesa che il mercato sia pronto per un'adozione più diffusa dei veicoli a emissioni zero. In tutti i contesti l'elettronica gioca un ruolo chiave: nei motori endotermici migliora l'efficienza con soluzioni come la gestione elettronica dell'alternatore trattata in questo numero; negli EV è ugualmente impegnata nel migliorare la durata della batteria di trazione e nel diagnosticare per tempo guasti che possono portare all'incendio, temuto al punto da scoraggiare tanti potenziali acquirenti.

ON LINE

elettronica.in.it

SI RINGRAZIA

Arrow
Futura Elettronica
Maker Faire
Mouser



In copertina:

L'assistente virtuale basato su ChatGPT evidenzia come l'interesse per l'AI continui a crescere nel settore tecnologico.

Boris Landoni
 boris.landoni@elettronica.in.it

Elettronica In

Anno XXX n. 281

OTTOBRE / NOVEMBRE 2024

EDITORIALE

Direttore Responsabile

Boris Landoni

boris.landoni@elettronica.in.it

Redazione

Stefano Garavaglia, Paolo Gaspari,

Davide Scullino, Gabriele Daghetta

redazione@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 6 numeri Euro 39,00

Annuo 6 numeri digitale Euro 29,00

Le richieste di abbonamento vanno inviate a:

FUTURA GROUP srl

via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)

Tel. 0331-752668

oppure tramite il sito

<https://futuragroup.it/abbonamenti>

Distribuzione per l'Italia

SODIP srl

via Bettola 18 - 20092 Cinisello Balsamo (MI)

Tel. 02-660301 Fax 02-66030320

Stampa

ROTO3 Spa - Via Turbigo, 11/b

20022 CASTANO PRIMO (MI)



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

Prezzo di copertina Euro 7,50.

Gli arretrati nei formati cartaceo e digitale (pdf) sono acquistabili sul sito della rivista al prezzo di Euro 7,50.

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, i firmware e i 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.

© 2024 Futura Group srl

Futura Group
Edizioni



Contenuti

01

RUBRICHE

- 01 Editoriale
- 05 T&T Tips & Tricks
- 156 Scienza & Tecnologia

Progetto di Copertina

ASSISTENTE VIRTUALE CON CHATGPT E RASPBERRY Pi

111

DIDATTICA

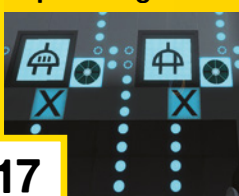
Lampeggiatore a LED



11

DIDATTICA

Comprendere le porte logiche



17

GADGET

Lampada touch



31

11

ARTICOLI

DIDATTICA

11 Lampeggiatore a LED

Fa pulsare alternativamente due diodi luminosi; è il circuito ideale per iniziare a sperimentare con l'elettronica.

DIDATTICA

17 Comprendere le porte logiche

Pur avendo nozioni di elettronica digitale, capire computer e circuiti è difficile senza conoscere le porte logiche. Esploriamo questo kit educativo che aiuta a comprenderne il funzionamento.

GADGET

31 Lampada touch

Corpo illuminante a LED controllabile con il semplice sfioramento della mano su un elettrodo sensore; con qualche aggiunta diventa autoalimentata e ricaricabile in wireless.

TECNOLOGIA

41 I ricevitori SDR e i filtri notch

Gioie e dolori legati all'uso di un ricevitore a banda larga o larghissima a volte reso inutilizzabile dalla presenza di segnali molto forti che finiscono per renderlo sordo nei confronti di segnali che vorremmo ascoltare.

HOME PROJECT

51 Campanello elettronico

Avvisatore acustico bitonale che quando si preme il pulsante alla porta produce il classico "din-don" la cui durata è impostabile a piacimento.

WIRELESS

57 Apricancello automatico

Abbinato a un trasmettitore radio, per mezzo della geolocalizzazione, consente l'apertura automatica del cancello quando l'auto è in prossimità della propria abitazione

WIRELESS

67 Sistema di rilevamento persone con esp32

Scopriamo come utilizzare un ESP32 per rilevare dispositivi Bluetooth Low Energy (BLE), consentendo in modo efficace e preciso la localizzazione di persone e oggetti.

TECNOLOGIA**I ricevitori SDR e i filtri notch****41****HOME PROJECT****Campanello elettronico****51****WIRELESS****Apricancello automatico****57****WIRELESS****Sistema di rilevamento persone con ESP32****67****IN AUTO****Indicatore stato batteria****75****IN AUTO****75 Indicatore stato batteria**

Collegato all'impianto elettrico, visualizza tramite una barra di 5 LED la tensione dell'accumulatore di bordo.

COMPUTER**83 Isolamento flyback**

Scopriamo l'importanza dell'isolamento galvanico nell'interfaccia USB per proteggere i dispositivi da potenziali danni elettrici e migliorare l'efficienza energetica con la tecnologia flyback e i transceiver avanzati.

HOME PROJECT**101 RX 1 CH da incasso**

Compatibile con i frutti per impianti elettrici BTicino Living Light e Vimar Arké, attiva un relé miniatura al suo interno quando rileva la trasmissione di un radiocomando preventivamente abbinato.

INTELLIGENZA ARTIFICIALE**111 Assistente Virtuale con ChatGPT e Raspberry Pi**

Come trasformare Raspberry Pi in un potente sistema intelligente con Python e ChatGPT. Vediamo assieme, passo dopo passo, come creare un assistente virtuale avanzato, pronto a interagire in modo naturale e sorprendente.

TECNOLOGIA**121 Gestione elettronica dell'alternatore**

Nelle automobili moderne il generatore di bordo non funziona più autonomamente: scopriamo come viene gestito dalla ECU allo scopo di aumentare la durata della batteria e limitare i consumi.

I PROGETTI DI eLektor**131 Rilevare e contare oggetti con Raspberry Pi 5**

La visione artificiale è una tecnologia affascinante che consente il riconoscimento e la classificazione di un'ampia gamma di oggetti nel nostro ambiente. Questo articolo presenta un interessante progetto basato su Raspberry Pi che utilizza il modello di rilevamento oggetti YOLO. Il progetto è in grado di identificare numerosi oggetti, dai comuni elementi come automobili e biciclette a diversi animali come gatti, cani e uccelli.

DIDATTICA**141 STM32CubeIDE e schede Nucleo: la potenza dell'embedded a portata di mano**

Analizziamo, utilizzando un interrupt, un metodo per individuare le comunicazioni sulla seriale e gestirle senza impegnare la MCU. Vedremo inoltre come gestire la ricezione dati attraverso l'uso del DMA e come stabilire uno stream diretto tra periferica UART e memoria. Ultima puntata.

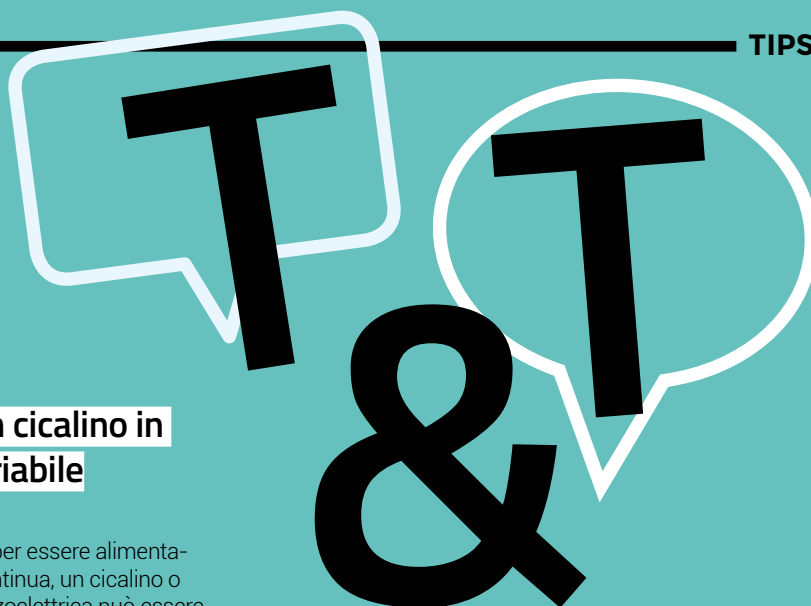
COMPUTER**Isolamento flyback****83****HOME PROJECT****RX 1 CH da incasso****101****TECNOLOGIA****Gestione elettronica dell'alternatore****121****eLektor****Contare oggetti con Raspberry Pi 5****131****DIDATTICA****STM32CubeIDE e schede Nucleo****141**

Amplia la tua visione

Una tecnologia rivoluzionaria ha bisogno di soluzioni di prim'ordine per espanderne la portata. Scopri come ampliare le tue capacità su arrow.com

 **electronica 2024**
Booth C4.420

ARROW
Five Years Out



Pilotare un cicalino in regime variabile

Sebbene nasca per essere alimentato a tensione continua, un cicalino o una pastiglia piezoelettrica può essere comandata attraverso una componente alternata, anche quella della rete elettrica, fermo restando che la natura dei trasduttori audio piezo non consente una buona efficienza acustica a basse frequenze; diciamo che raddrizzando con un ponte a diodi la tensione alternata è possibile ottenere una frequenza di 100 Hz, che pastiglie piezoelettriche del diametro di 30mm e più possono riprodurre discretamente, anche sotto forma di vibrazione per realizzare feedback aptici. Alimentare con una componente raddrizzata una pastiglia piezo esige, tuttavia, un accorgimento, per via della natura capacitiva dei trasduttori piezoelettrici: infatti se si colloca la pastiglia a valle di un ponte di Graetz (il classico ponte a diodi) la componente raddrizzata carica l'elemento piezoelettrico, il quale dopo qualche frazione di secondo non risponde più, perché resta carico e quindi non si deforma più ritmicamente come farebbe se sottoposto a una corrente che lo carica e scarica. Per questa ragione occorre disporgli in parallelo un resistore che, quando la tensione di alimentazione scende o si annulla, scarichi l'elettricità immagazzinata nel cristallo o materiale piezoelettrico, provocandone la deformazione ed il ritorno alla forma di riposo, consentendo poi al successivo impulso di determinare una nuova estensione. Questo ragionamento, fatto per la corrente alternata raddrizzata, si applica pari-pari al controllo mediante impulsi unidirezionali di tensione continua, quali ad esempio quelli prodotti da multivibratori astabili, logiche, ma in generale generatori di impulsi rettangolari; anche in questo caso, se nessuno scarica l'elemento piezoelettrico, quest'ultimo rimane carico e non vibra più oppure vibra in maniera impercettibile, in base a quanto riesce a scaricarsi nella pausa tra impulsi consecutivi. Ciò significa praticamente

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.

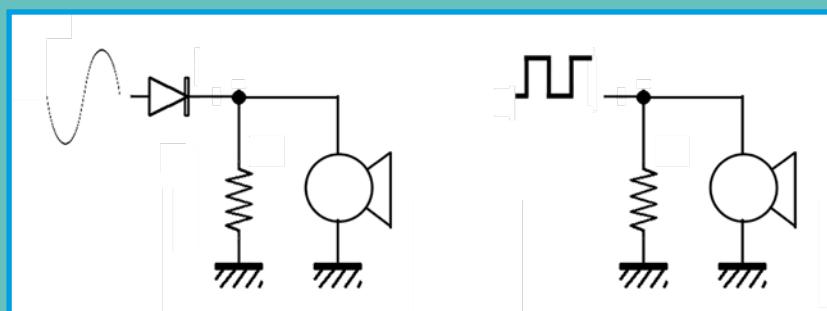
che se la fonte di impulsi rettangolari è un circuito push-pull, quest'ultimo scarica il piezo nei semiperiodi a zero volt (pause) mentre se invece il segnale viene portato da un diodo o da un transistor in configurazione open-collector, occorre disporre un resistore di scarica, facendo in modo che sia abbastanza più grande della resistenza di collettore, onde evitare che, facendo partitore, abbatta eccessivamente l'ampiezza della tensione effettivamente applicata al trasduttore piezoelettrico.

Auto: architetture di rete e di dominio

In molte automobili moderne è necessa-

rio, per il continuo aumentare di funzionalità e soprattutto del flusso dati che ne consegue, disporre di vere e proprie reti dati; in questo contesto di networking, si va affermando una soluzione nota come architettura a zone basata su rete ethernet. Le nuove funzionalità nei veicoli, così come il passaggio all'aggregazione di sensori e attuatori in moduli zonali, richiedono una rete di comunicazione interna al veicolo ad alta larghezza di banda e bassa latenza. Un'architettura a zone che implementa Ethernet consente la crescente tendenza del veicolo definito dal software.

La maggior parte dei veicoli odierni è basata sull'utilizzo dell'architettura di cablaggio e unità di controllo elettroniche (ECU) chiamata architettura di dominio;

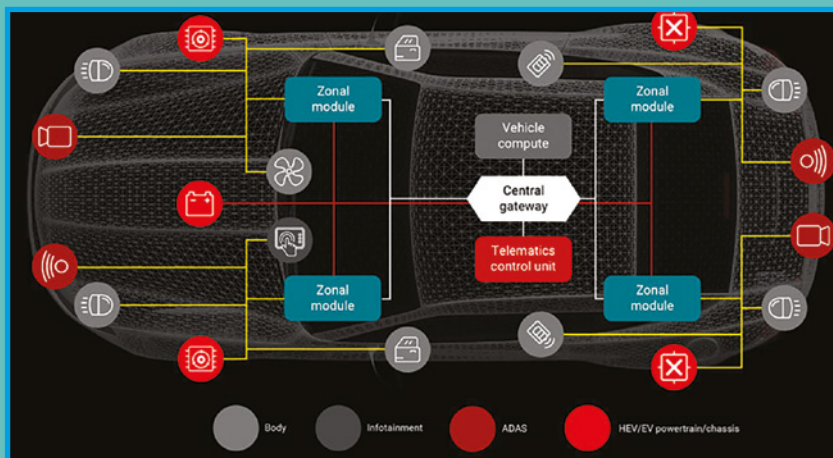


↑ Circuito di comando di una pastiglia piezo alimentata a tensione alternata (sinistra) e rettangolare unidirezionale (destra).

questa categorizza e gerarchizza le ECU in domini, in base alle specifiche funzioni implementate (per esempio gestione motore, trasmissione) indipendentemente dalla loro posizione fisica nel veicolo. Un'architettura a zone, invece, organizza la comunicazione, la distribuzione di potenza e il controllo del carico in base alla posizione anziché alla funzione, come schematizzato nell'immagine in questa pagina. Un modulo zonale si comporta come un ponte dati di rete tra il sistema di elaborazione del veicolo e i nodi edge locali come sensori intelligenti ed ECU. Per ridurre il cablaggio nel veicolo, un modulo zonale distribuirà anche potenza a diversi nodi edge (implementando funzionalità di fusibile intelligente a semiconduttore), gestirà l'elaborazione di basso livello e guiderà carichi locali come motori e illuminazione. I moduli zionali trasferiscono dati da vari sensori ed ECU tramite una rete di comunicazione edge-node e inoltrano i dati combinati dei sensori al sistema di elaborazione centrale tramite comunicazione backbone. Analogamente, i moduli zionali trasferiscono i dati ricevuti dal sistema di elaborazione centrale a vari attuatori, sempre tramite comunicazione backbone, sempre tramite una rete di comunicazione edge-node. Questa comunicazione bidirezionale tra il sistema di elaborazione centrale e i moduli zionali richiede una dorsale di comunicazione ad alta larghezza di banda e bassa latenza per gestire la grande quantità di dati generati da funzioni quali più telecamere del sistema avanzato di assistenza alla guida (ADAS), controllo del movimento del veicolo e fari di guida adattivi.

La modulazione del Digitale Terrestre

Nelle trasmissioni DTT e in quelle satellitari, si fa ricorso a modulazioni complesse (miste); la modulazione complessa opera contemporaneamente su più portanti o parametri (per esempio ampiezza e fase, ovvero frequenza e fase) di una stessa portante. Le modulazioni miste permettono di trasportare più dati con una stessa portante: infatti basta scomporre i dati ed usarne una parte per modulare l'ampiezza della portante e l'altra per variare la fase; in ricezione, il demodulatore dovrà poi ricomporre i due segnali estratti demodulando ampiezza e fase e ricomporre la stringa dati originaria. Per fare ciò occorrono specifici algoritmi, ovvero bisogna inserire nei dati



↑ Schematizzazione dell'architettura a zone di una rete automotive.

stessi dei codici di controllo in grado di guidare il processo di ricostruzione ed eliminare gli errori che possono risultare durante la ricomposizione. Quando si modula una portante in ampiezza e fase, si può descrivere la distribuzione della modulazione con una "costellazione", ovvero con dei punti nello spazio bidimensionale espressi da vettori, ognuno dei quali ha per modulo l'ampiezza del segnale modulato e per fase la fase stessa, determinata dalla modulazione. La modulazione digitale più semplice è quella a due stati logici di valore uno (presenza di tensione) e zero (assenza di tensione). Si tratta di una modulazione binaria che può interessare la fase (0°-180° ed è chiamata BPSK11) la frequenza (2FSK) o l'ampiezza (OOK); nel caso di modulazione d'ampiezza a portante soppressa (i due livelli risultano +L e -L), si ha una modulazione che coincide con la BPSK (il simbolo -L può essere visto come il simbolo L sfasato di 180°). In uno stesso intervallo di tempo, si possono trasportare dati pari al numero di bit, la

cui quantità è limitata, a parità di frequenza di modulazione, dal numero di livelli logici (2). Per aumentare la quantità di dati a parità di periodo di modulazione e di frequenza del segnale digitale modulante, si può aumentare la quantità di simboli. Adottando la modulazione di fase (PSK) si possono raggruppare più bit e modulare, con il risultato, la portante; si ottiene così la modulazione QPSK; ad esempio, si possono raggruppare i bit a due a due (il numero di combinazioni possibili è quattro ($2^2=4$) ossia 00, 01, 11, 10, ed associare ad ogni coppia un valore di fase della portante: per esempio 00=45°; 01=135°; 11=225°; 10=315°). In questo modo si ottengono quattro simboli e siccome ciascuno trasporta due bit, la velocità di simbolo è la metà di quella di bit; pertanto a parità di frequenza della modulante, si trasporta il doppio dei dati rispetto alla modulazione a due simboli. Per contro, aumenta la complessità del decoder. Con la modulazione mista di ampiezza e fase 16QAM, si possono raggruppare i bit in quaterne e associare a ciascuna un

Parametro	Sistema 8K	Sistema 2K
Numero totale portanti	6.817	1.705
Numero portanti dati servizi	6.048	1.512
Portanti pilota	701	176
Portanti informazioni TPS	68	17
Tempo di durata utile del simbolo	896µs	224µs
Spaziatura fra le portanti	1116 Hz	4464 Hz
Banda occupata dal segnale nel canale da 8 MHz	7,61 MHz	7,61 MHz

↑ Parametri delle modulazioni del DTT per i canali con larghezza di banda a 8 MHz.

simbolo (servono 16 simboli). Affinché possano essere distinti, i simboli devono essere il più spazati possibile tra loro: per questo la modulazione mista ampiezza-fase (16 QAM) può risultare preferibile alla modulazione di fase pura (16PSK).

Un'evoluzione della 16QAM è la 64QAM, dove i bit vengono raggruppati in sestetti, ottenendo 64 simboli, ciascuno dei quali veicola sei bit. Tuttavia la modulazione di fase pura diventa difficilmente realizzabile, quindi si preferisce optare per quella mista di ampiezza-fase. La modulazione QPSK viene impiegata nelle trasmissioni della TV digitale da satellite, perché è quella che permette la minore sensibilità alle interferenze; viene adottata perché la trasmissione del satellite deve percorrere centinaia di km ed affrontare anche le interferenze dell'atmosfera, quindi se si adottasse la 64 QAM, per esempio, la sensibilità di quest'ultima ai disturbi imporrebbe la trasmissione con potenze spropositate, pena la non leggibilità del segnale ricevuto a terra. Invece nella TV Digitale Terrestre si opta per modulazioni più performanti sotto il profilo del data-rate, come la 64 QAM, in quanto anche se soffre maggiormente i disturbi, per le trasmissioni offre un buon rapporto segnale/rumore.

Il tipo di modulazione dipende dal rapporto tra la banda disponibile e la quantità di dati: se c'è banda a sufficienza si adotta la modulazione più semplice, perché non comporta complessi sistemi di scomposizione e ricomposizione dei dati né implica l'adozione di sistemi per la correzione degli errori di interpretazione dovuti alla vicinanza dei livelli di modulazione. Altrimenti si opta per modulazioni a più simboli, che permettono di trasportare più dati nell'unità di tempo a parità di banda usata dalla portante: infatti la banda occupata dal segnale dipende dalla velocità di simbolo (symbol/rate) e non dalla velocità di trasmissione dei bit

(bit/rate), per cui a parità di bit trasmessi, le modulazioni a più simboli occupano meno banda. Questo significa che trasmettendo con una modulazione digitale a due simboli (segnale modulante binario) si possono trasportare, nell'unità di tempo, meno dati di quanti possono viaggiare con modulazioni a quattro o più simboli.

Il difetto delle modulazioni di ampiezza-fase a più simboli (chiamate nPSK, dove n è pari al numero di simboli adottato) è la riduzione della distanza fra simboli e quindi una minor capacità di distinguerli, che si traduce nella necessità di un rapporto segnale/rumore via-via crescente; infatti, più sono le combinazioni logiche, più vicini sono i valori di ampiezza e fase che gli corrispondono, quindi è più difficile discriminare le differenze, complici le alterazioni di fase correlate alla propagazione dei segnali radio. Però le modulazioni nPSK sono a inviluppo costante, quindi richiedono trasmettitori con minore linearità d'ampiezza, il che consente di usare transistor minimamente polarizzati, a vantaggio dell'efficienza.

Il motivo per cui a parità di bit-rate, passando dalla BPSK alla QPSK (o alla 16QAM e alla 64 QAM) la banda richiesta si riduce, si può comprendere se si considera che le modulazioni più complesse sono combinazioni di quelle più semplici. Eccone alcuni esempi: la modulazione bifase (BPSK) è una modulazione d'ampiezza a portante soppressa. La modulazione QPSK è, invece, la somma di due modulazioni BPSK sfasate di 90° ; a parità di bit-rate totale, si hanno quindi due modulazioni BPSK con bit-rate e banda passante metà del caso precedente. Lo spettro della QPSK, a parità di bit-rate, è la metà di quello della BPSK. La modulazione 16QAM non è altro che la somma di due modulazioni QPSK (e quindi di quattro modulazioni BPSK) di cui una di profondità che è pari a metà

di quella dell'altra; pertanto (siccome i due spettri risultanti dalle due modulazioni BPSK sono larghi metà rispetto al caso precedente e sono esattamente sovrapposti in frequenza) lo spettro del 16 QAM, a parità di bit-rate, è la metà di quello della QPSK e quindi un quarto di quello della BPSK. La modulazione 64 QAM è la somma di una QPSK e di una 16 QAM (o, se si vuole, di 3 QPSK o di 6 BPSK). Il suo spettro ha quindi una larghezza che è $1/3$ di quella della QPSK e $1/6$ di quella della QAM. Riprendendo il discorso sulla modulazione COFDM-8k, siccome questa è formata da 8.000 portanti modulate, il segnale potrà essere rappresentato come 8.000 flussi di simboli adiacenti (affiancati in frequenza) e paralleli (sincroni nel tempo) quindi in teoria potrebbe trasportare 8.000 volte più dati di un'unica portante modulata da un segnale binario.

In realtà non tutte le portanti contengono segnale utile (payload): alcune (portanti pilota) aiutano il ricevitore a correggere gli errori introdotti nelle costellazioni da distorsioni ed eco. 8.000 portanti occupano 8 MHz, la massima larghezza di un canale TV: ogni portante occupa quindi 1 kHz; il symbol-rate massimo ottenibile con 1 kHz è di 1.000 simboli/s (ogni simbolo dura 1 ms) quindi adottando la modulazione 64 QAM si ottengono 6 bit/simbolo, quindi un bit-rate di 48 Mbps. Per sopportare le distorsioni, le riflessioni ed il rumore tipiche delle trasmissioni a propagazione terrestre, è necessario utilizzare dei sistemi multi-portante. La modulazione avviene attraverso la funzione Modulatore COFDM e viene implementata mediante una IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) ossia un operatore che effettua la Trasformata di Fourier veloce inversa. Ogni portante deve avere una banda molto stretta in modo che le distorsioni e l'interferenza, portante per portante, siano molto basse.

Parametro	Sistema 8K	Sistema 2K
Numero totale portanti	6.817	1.705
Numero portanti dati servizi	6.048	1.512
Portanti pilota	701	176
Portanti informazioni TPS	68	17
Tempo di durata utile del simbolo	1024μs	256μs
Spaziatura fra le portanti	976 Hz	3906 Hz
Banda occupata dal segnale nel canale da 8 MHz	6,66 MHz	6,66 MHz

↑ Parametri delle modulazioni del DTT per i canali con larghezza di banda a 7 MHz.

Web Forum e supporto tecnico

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



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: www.elettronica.in.it

6 NUMERI
A SOLI

€29

ANZICHÉ € 45,00

ABBONAMENTO ANNUALE PER RIVISTA DIGITALE

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

COME ABBONARSI

→ **on-line**

nella pagina "**Abbonati o rinnova**"
del nostro sito www.elettronicaain.it

→ **e-mail**

scrivendo a
abbonati@elettronicaain.it

→ **telefono**

telefonando a
+39-0331-752668

NUOVO FORMATO 160 PAGINE CON PIÙ CONTENUTI

ABBONAMENTO ANNUALE PER RIVISTA **CARTACEA**

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

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

BUONO SCONTO DA 5€ valido 12 mesi
da utilizzare su **Futurashop.it** nelle categorie "Libri" o "Riviste"

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

6
NUMERI
A SOLI

€39

ANZICHÉ € 45,00

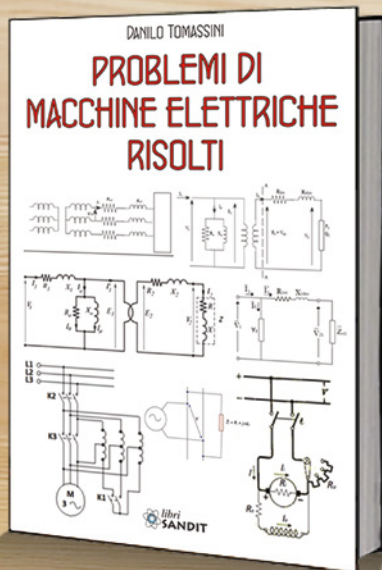
IL SALOTTINO DEL LIBRO TECNICO

Ultimi libri presentati



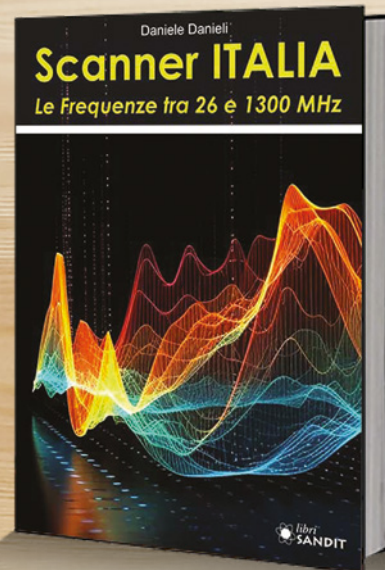
€ 22,90

cod. S5742



€ 14,90

cod. S5740



€ 12,90

cod. S5737

Prezzi IVA inclusa.

Scoprili tutti su futurashop.it



€ 19,90

cod. S5736



€ 19,90

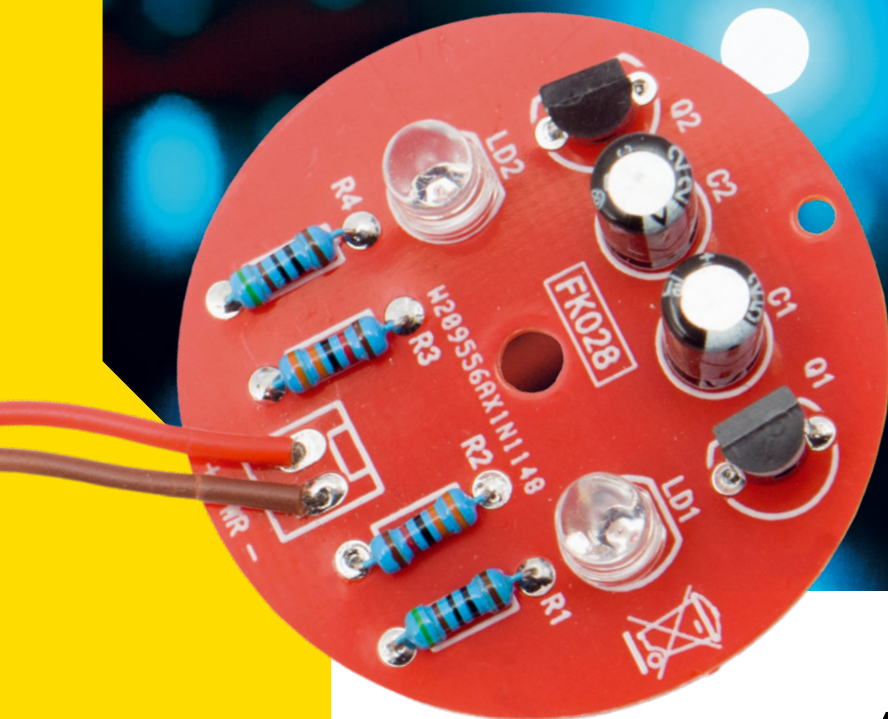
cod. S5735



€ 19,90

cod. S5732

LAMPEGGIATORE A LED



di **DAVIDE SCULLINO**

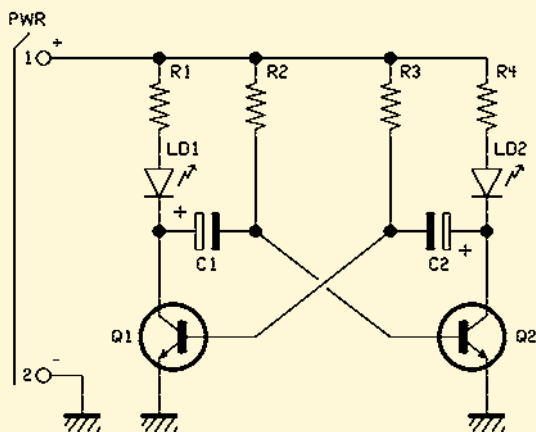
Fa pulsare
alternativamente
due diodi luminosi;
è il circuito ideale
per iniziare a
sperimentare con
l'elettronica.

A

vere a disposizione un lampeggiante a due LED può essere sempre utile, in svariati campi applicativi: dall'animazione di un gioco o un giocattolo, alla segnalazione stradale, all'avviso ottico dell'accensione di un utilizzatore, allo scadere del tempo di un timer, ma anche per realizzare la segnaletica di un plastico ferroviario, dove

le due luci alternate possono benissimo essere quelle di un passaggio a livello preceduto dalla "croce di Sant'Andrea" che, chi ha conseguito la patente di guida, ben conosce.

Realizzare un lampeggiatore a due luci alternate è semplicissimo, perché basta un circuito essenziale composto da una manciata di componenti elettronici discreti: due transistor,



altrettanti condensatori, quattro resistenze e due LED della potenza desiderata; un circuito tanto semplice da poter anche essere l'occasione per entrare nel mondo dell'elettronica, con il proprio primo montaggio guidato dalle note descrittive del funzionamento, propedeutiche alla comprensione di molti altri circuiti che si basano sulla sua struttura.

La semplicità circuitale e costruttiva traspare dal progetto descritto in questo articolo, che è il più semplice lampeggiante (se tralasciamo il pratico e collaudatissimo LED lampeggiante integrato, che funziona con una semplice resistenza in serie) ottenibile con l'elettronica e che nella sua forma elementare fornisce il lampeggio mediante due

LED che si illuminano uno alternativamente all'altro. Nel caso specifico, la segnalazione è fornita da comuni LED tondi da 5 mm, ma nulla vieta di montare al loro posto anche dei diodi da 10 mm sempre tondi, oppure di pilotare con il circuito dei fotoaccoppiatori con cui comandare l'accensione di lampade di maggiore potenza: fotoaccoppiatori di tipo OptoTRIAC quali il MOC3020 o il TPL2040. Vediamo dunque di cosa si tratta, analizzando lo schema elettrico riportato in queste pagine; concluderemo l'analisi con le note costruttive, che paleseranno la grande semplicità e la vocazione hobbistica di questo "classico" dell'elettronica.

SCHEMA ELETTRICO

Il circuito è sostanzialmente un multivibratore astabile basato su transistor bipolari (ossia BJT, Bipolar Junction Transistor) che sono poi quelli che comunemente vengono chiamati transistor, sebbene a questa categoria appartengano in teoria anche JFET e MOSFET. Come visibile nello schema elettrico, i transistor qui utilizzati sono di polarità NPN, ma il multivibratore astabile potrebbe anche essere costituito da BJT di tipo PNP, fermo restando che le polarità dei segnali risulterebbero opposte. In vero, l'astabile si può anche realizzare con delle porte logiche NOT (inverter) perché si comportano come dei transistor collegati a emettitore comune.

Il multivibratore astabile è un generatore di segnale rettangolare, dato che non riesce a mantenere uno stato stabile e i suoi transistor commutano in continuazione e uno in alternativa all'altro, facendo in modo che i collettori di Q1 e Q2 presentino sempre livelli di tensione discreti (sono a tutti gli effetti livelli logici) e opposti; andando a rilevare con un oscilloscopio (ma anche un tester, se la frequenza è molto bassa) le tensioni tra i collettori dei due transistor e massa, si vede che sono segnali rettangolari sempre opposti tra loro ma in isofrequenza, ossia della stessa frequenza. Questo fenomeno inizia quando si alimenta il circuito, allorché, pur essendo scarichi entrambi i condensatori, il transistor che ha tensione di soglia più bassa entra per primo in conduzione e blocca l'altro, almeno fin quando il condensatore collegato alla base di quest'ultimo non si carica.

Il circuito deve il proprio funzionamento al fatto che ci sono sempre differenze tra le caratteristiche tecniche (parametri) dei componenti e in special modo tra i BJT, pur di tipo uguale; per esempio vi sono differenze nel guadagno in corrente (H_{FE}) nelle capacità parassite delle giunzioni, nella tensione



→
Il circuito
completo.

I MULTIVIBRATORI

Con questo termine si definiscono quei circuiti che non assumono una condizione stabile o che, opportunamente eccitati, si portano in una condizione diversa da quella normale, temporaneamente o a permanenza. I multivibratori possono essere astabile, monostabile e bistabile: il primo non mantiene uno stato stabile ma commuta da acceso a spento, mentre il secondo è quello che viene comunemente detto temporizzatore o timer; infine, il bistabile può essere portato indifferentemente in una tra due possibili condizioni. L'astabile viene usato per produrre la forma d'onda rettangolare o quadra; è detto impropriamente oscillatore ad onda rettangolare, impropriamente perché non è un vero e proprio oscillatore. Quanto al monostabile, è un dispositivo che mantiene una condizione di riposo ma, eccitato si porta in una condizione diversa che mantiene per un certo lasso di tempo; perciò viene usato come temporizzatore.

I multivibratori si realizzano con una coppia di transistor o con le porte logiche: quello qui proposto è basato su dei BJT di tipo NPN ed è un multivibratore astabile. Ci sono poi il monostabile e il bistabile. Vediamo prima il bistabile (Fig. A) il quale è sostanzialmente un flip-flop di tipo RS: dispone di due ingressi di comando; nella sua forma più semplice è rappresentato in questo riquadro. Appena applicata l'alimentazione, un siffatto circuito si porta in una condizione stabile, che vede l'interdizione di un transistor e la saturazione dell'altro; ciò perché le diverse caratteristiche dei due BJT (le tecnologie costruttive non permettono mai di avere due componenti uguali) fanno sì che

uno conduca prima dell'altro. Ad esempio, se conduce prima T1, il suo collettore va a livello basso e impedisce alla base di T2 di venire polarizzata, cosicché quest'ultimo resta interdetto. Adesso immaginiamo di portare a zero logico la base di T1, ossia di premere il pulsante P1: ciò forza l'interdizione di T1, il cui collettore si porta a +V e permette la polarizzazione della base di T2, il quale va in saturazione. Rimuovendo lo zero logico (rilasciando P1) la condizione permane: Q1 è a +V e Q2 a massa. Ora premiamo P2 e vedremo invertire lo stato delle uscite: la base di T2 è a zero volt e quindi il transistor si interdice, lasciando che il suo potenziale di collettore adesso polarizzi la base di T1; in questo caso il collettore di T2 (cioè Q2...) va a +V e quello di T1 a circa zero volt (perché il transistor satura). Il circuito può mantenere due condizioni stabili. Dal bistabile si ottiene il monostabile (Fig. B); in esso, premendo il pulsante si trascina a massa la base di T1, il cui collettore si porta a livello alto (e con esso l'uscita Q1) e, tramite il proprio condensatore, porta un impulso positivo sulla base di T2, il quale va in saturazione e scarica il condensatore di destra. Questa condizione porta a livello basso la base di T1. Rilasciando il pulsante, T1 resta interdetto fin quando il condensatore di destra non si carica abbastanza da polarizzare la base, allorché va in saturazione e scarica il condensatore di sinistra, ponendo a massa la base di T2 e riportando il circuito nelle condizioni di riposo. Ciò avviene in un tempo che dipende dal valore del condensatore di destra e della resistenza di polarizzazione della base di T2.

Fig. A
Il multivibratore bistabile.

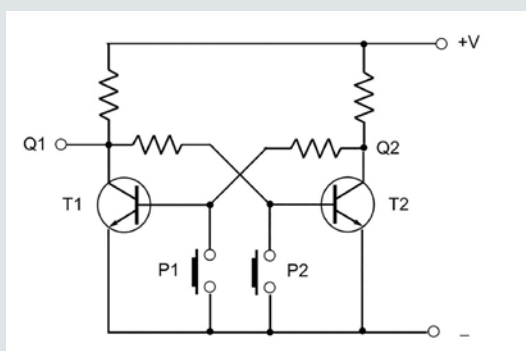
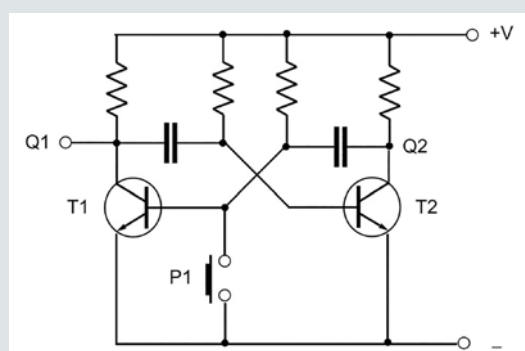
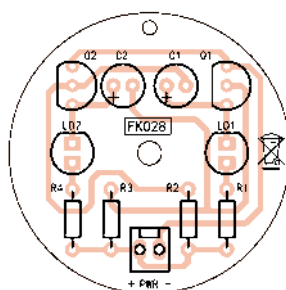


Fig. B
Il multivibratore monostabile.



di soglia (V_{BE}). Per comprenderne il funzionamento immaginiamo che inizi a condurre Q1, il cui collettore va a livello basso e porta l'armatura positiva

del condensatore C1 a massa; a questo punto C1 si inizia a caricare attraverso la resistenza R2 (che polarizza la base dell'NPN Q2) fin quando la base



Elenco Componenti:

R1, R4	510 ohm	LD1, LD2	LED 5 mm
R2, R3	33 kohm		
Q1, Q2	9014	Varie:	
C1, C2	22 µF 25 VL elettrolitico	- Circuito Stampato	
		FK028 (Ø 37 mm)	

del Q2 non si trova ad un potenziale che consenta di mandare in stato di saturazione tale transistor. Adesso è il collettore del Q2 ad andare a zero logico (perché il transistor anzidetto passa in saturazione) e scaricare C2, dando alla base del Q1 un impulso a livello basso che porta lo stesso transistor in interdizione, il che comporta che il collettore dello stesso Q1 si porta a livello alto ad opera della resistenza di collettore R1. Ora l'elettrolitico C2 inizia a caricarsi e a un certo punto porta la base del Q1 a un potenziale tale da provocare nuovamente la conduzione di tale BJT NPN, il cui collettore torna a zero volt e fa scaricare immediatamente C1, il quale dà un impulso a livello basso sulla base del Q2, facendo interdire quest'ultimo, il cui collettore viene nuovamente portato a livello alto di tensione dalla resistenza di collettore corrispondente (R4). Il ciclo si ripete fin quando il circuito resta alimentato e porta alla produzione di due onde rettangolari opposte di fase rilevabili sui collettori di Q e Q2, con riferimento a massa.

Siccome nel nostro caso volevamo ottenere un lampeggiatore, abbiamo fatto la cosa più semplice che si poteva fare: porre in serie al collettore di ciascun transistor un diodo luminoso (un LED, insomma...) orientato con l'anodo verso la resistenza di collettore corrispondente (R1 per Q1 ed R4 per Q2) in modo che ogniqualvolta il rispettivo transistor va in saturazione, il LED venga percorso dalla stessa corrente di collettore e si illumini. In questo caso la resistenza di collettore (R1, R4) di ciascun transistor serve, oltre che a garantire il funzionamento del multivibratore astabile, anche per determinare la corrente diretta del diodo luminoso, che nel caso specifico è dell'ordine dei 12 milliampere.

L'effetto visivo che si ottiene è, dunque, il lampeggio dei due LED LD1 e LD2 alternativamente, a una frequenza che dipende strettamente dai valori dei componenti di temporizzazione, ossia essenzialmente C1-R2 e C2-R3; la frequenza di oscillazione (se così si può dire...) di questo circuito, supponendo che C1 sia dello stesso valore del C2 e che R2 sia uguale ad R3, è approssimativamente uguale a:

$$f = 1/RC$$

dove $R=R2=R3$ e $C=C1=C2$. Il prodotto RC è la "costante di tempo" del circuito astabile.

Il ragionamento vale per una tensione di alimentazione di valore compreso fra 6 e 9V ma in generale la frequenza di oscillazione si alza man mano che la tensione di alimentazione del circuito aumenta, in quanto la curva di carica dei condensatori attraverso le resistenze del circuito è di forma esponenziale e dopo un tempo pari ad RC tra le armature si trova circa il 60% di detta tensione; quindi, siccome ogni BJT va in saturazione con una tensione base-emettitore (Vbe) di almeno 0,8V e che quindi è fissa, la stessa verrà raggiunta più o meno rapidamente in funzione di quale è la tensione target della carica. Siccome più sale la tensione, prima commuta ognuno dei due transistor, è chiaro che il periodo diminuisce e la frequenza aumenta. Notate infine che se i valori di temporizzazione per Q1 fossero scelti diversi da quelli della sezione corrispondente a Q2, il multivibratore astabile fornirebbe segnali con duty-cycle opposto tra quello prelevabile su un collettore e quello presentato sull'altro, ovvero un segnale avrebbe il duty cycle maggiore dell'altro.

Per l'esattezza, dato che il duty-cycle dipende dal rapporto tra la durata dell'impulso positivo e quella del periodo (ossia della somma degli stati logici sul collettore di ogni singolo transistor) è chiaro che accorciando il tempo che passa tra l'interdizione e la nuova conduzione di un certo BJT, il duty-cycle ne risente.

Per fare un esempio, considerando che il livello logico sul collettore del Q2 ha una durata dipendente dalla costante di tempo $C1 \times R2$ mentre quello basso è funzione della costante di tempo $C2 \times R3$, se si diminuisce R3 rispetto a R2 o C2 rispetto a C1, l'onda rettangolare presente tra collettore ed emettitore dello stesso Q2 avrebbe un duty-cycle maggiore di quello del segnale prelevabile sul collettore del transistor Q1 e viceversa.

Bene, ciò detto concludiamo l'analisi dello schema elettrico con l'alimentazione, che si applica ai

contatti + e -PWR che si può prelevare da una semplice pila a secco da 9 volt.

REALIZZAZIONE PRATICA

Ritenendo di aver snocciolato a dovere la parte teorica, passiamo agli aspetti costruttivi del progetto, la cui connotazione didattica e hobbistica traspare dal relativo circuito stampato, che abbiamo volutamente disegnato a singola faccia per consentirne la realizzazione a chiunque, anche se in possesso di una minima esperienza in fatto di montaggi elettronici e di un'attrezzatura minimale. Per ottenere lo stampato attraverso la fotoincisione (ma nulla vieta di tracciarne direttamente le piste con l'apposito pennarello resistente agli acidi e procedere all'incisione nella soluzione di percloruro ferrico...) dovete scaricare dal nostro sito web *elettronica.in.it* (tra i file di questo numero della rivista) la relativa traccia lato rame e stamparla su carta da lucido o acetato in modo da ottenere la pellicola necessaria alla fotoincisione. Una volta inciso e forato, lo stampato va sagomato in modo da renderlo tondo, ma ciò non è strettamente necessario: potete tranquillamente lasciarlo quadrato o rettangolare; se volete arrotondarlo, disegnate un cerchio che contenga la traccia e poi con l'aiuto di una cesoia per lamiere tagliatelo grossolanamente, poi rifinitelo con della carta vetrata a grana grossa inizialmente e più fine quando avrete raggiunto la forma quasi perfettamente tonda.

Fatto ciò non vi resta che inserirvi e saldarvi i pochi componenti richiesti, i quali sono tutti a foro passante (THT=Through Hole Technology) e quindi di facile gestione da parte anche di chi ha poca esperienza ed un laboratorio con dotazione limitata al classico saldatore e al filo di stagno.

Collocate dunque i componenti, iniziando con le resistenze e procedendo con i transistor e i LED (ricordate che in questi ultimi il catodo è il terminale che si trova dalla parte dello smusso sul contenitore) quindi con i condensatori elettrolitici.

Per conoscere il corretto orientamento dei componenti polarizzati (diodi, transistor, condensatori elettrolitici) fate pure riferimento al piano di montaggio visibile in questa pagina.

Una volta terminate le saldature e tagliate le eccedenze dei terminali, verificate che tutti i componenti siano al loro posto e correttamente orientati, quindi controllate anche che non vi siano "baffi" di stagno che facciano cortocircuito fra piste attigue; a questo punto il vostro lampeggiatore è pronto e per vederlo funzionare, non dovrete fare altro che alimentarlo con una pila da 9 volt, mediante una

presa volante a strappo i cui fili rosso e nero collegherete rispettivamente al + e al -. Naturalmente è possibile alimentare il lampeggiatore con altre fonti, come batterie ricaricabili e alimentatori stabilizzati o meno; il circuito è ampiamente tollerante nei riguardi della tensione di alimentazione, perché infatti accetta da 5 a 10 volt, purché in corrente continua, accontentandosi di poche decine di milliampere.

Appena lo avrete alimentato, vedrete subito lampeggiare alternativamente i due diodi luminosi: non serve né tantomeno è prevista, alcuna taratura o regolazione preliminare. Il circuito funzionerà al primo colpo, almeno se avrete montato tutto come previsto!

CONCLUSIONI

Termina qui la descrizione di un progetto tanto semplice quanto utile in mille situazioni. Come accennato, potete utilizzarlo da lampeggiatore per molteplici situazioni, ad esempio per indicare un passaggio, un ostacolo poco visibile, un percorso al buio, ma anche come segnalatore di una condizione di un apparato elettrico o elettronico, di un gioco, di un plastico. Insomma, non vi sono limiti. La forma tonda scelta per il circuito stampato consente di introdurre il dispositivo in un contenitore cilindrico o sferico con una metà del corpo traslucida in modo da rendere visibile il lampeggio. Collegando al posto dei LED gli ingressi di fotoaccoppiatori con uscita a TRIAC (piedino 1 al posto dell'anodo e 2 sul collettore di ogni transistor) potete anche trasformare il circuito in un lampeggiatore per lampade a 220V e implementare un lampeggiante stradale o per ponteggi. 



COSA OCCORRE ?

Codice	Descrizione	Prezzo € IVA inclusa
FK028	Lampeggiatore a LED	6,50
PORTA9VCOVER	Portabatteria 9 volt con interruttore	1,50
9V6LP3146	Batteria Alcalina VARTA Longlife 9 V	2,80

IL MATERIALE VA RICHIESTO A:

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



Smart Eco-Friendly House Kit

Kit Educativo STEM con guida illustrata ed esempi di programmazione

EDUKIT 16



Prezzo IVA inclusa.

€ 89,00

cod. EDUKIT16

Realizza una Smart House in miniatura completamente automatizzata, mediante l'utilizzo simultaneo di sensori e attuatori, che possono agire in piena autonomia o essere gestiti mediante una tastiera ed un display LCD; il cuore del progetto è una board compatibile con Arduino UNO, con eccellenti caratteristiche, denominata KS0486 Keystudio Plus.

CON
GUIDA
ILLUSTRATA
DI 56 PAGINE
IN ITALIANO



COMPRENDERE LE PORTE LOGICHE

di MAURIZIO ŠKERLIČ

Pur avendo nozioni di elettronica digitale, capire computer e circuiti è difficile senza conoscere le porte logiche. Esploriamo questo kit educativo che aiuta a comprenderne il funzionamento.

V

dell'elettronica digitale, comprendere il funzionamento dei computer e dei vari circuiti digitali può essere difficile senza conoscere prima le porte logiche.

Le principali componenti elettroniche dei computer sono costituite da circuiti digitali che elaborano segnali logici 1 (vero) e 0 (falso). I mattoni fondamentali di questi circuiti sono le porte logiche, ossia modelli matematici e circuitali degli operatori

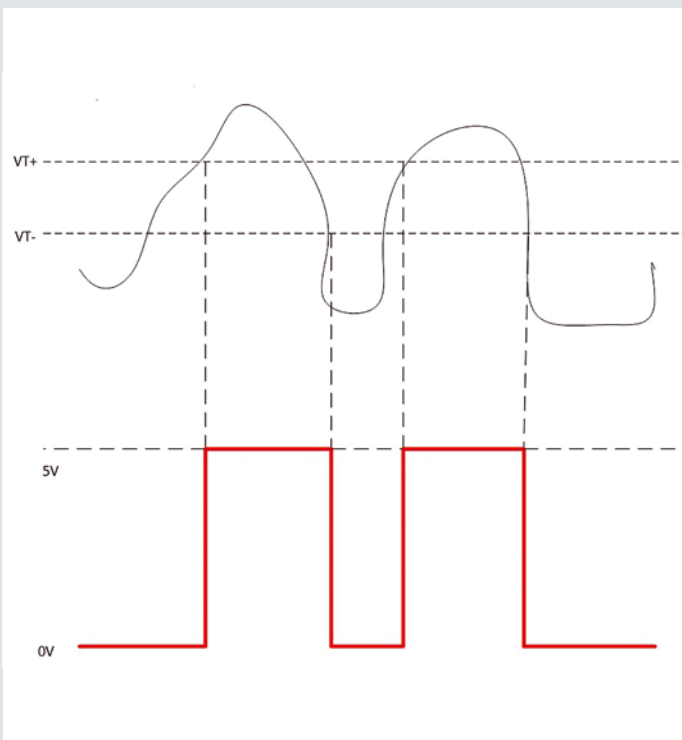
iviamo in un mondo sempre più tecnologico, dominato dall'elettronica digitale. Grazie alla piattaforma Arduino e all'ambiente di sviluppo Arduino IDE, possiamo programmare facilmente e rapidamente i microcontrollori, liberando la nostra fantasia e creatività.

Anche con una conoscenza di base

Il trigger di Schmitt ha una tensione d'ingresso e una d'uscita. L'uscita può avere unicamente un valore basso o alto mentre in ingresso il trigger ha due soglie, una alta e una bassa non coincidenti. In una porta logica non invertente quando l'entrata è al di sotto della soglia bassa, l'uscita assume il valore basso, quando l'entrata si trova al di sopra della soglia alta, l'uscita assume il valore alto. Quando il valore in ingresso si trova compreso tra le due soglie, l'uscita conserva il valore precedente finché l'entrata non varia sufficientemente da far commutare lo stato logico detto azione di trigger. Questo

funzionamento prende il nome di isteresi.

Il vantaggio dell'utilizzo del trigger di Schmitt rispetto ad altri circuiti a una sola soglia d'ingresso è rappresentato dalla sua maggiore stabilità. Con una sola soglia d'ingresso, un segnale in entrata rumoroso, di ampiezza prossima al valore di soglia, può oscillare rapidamente attorno a tale valore, facendo a sua volta oscillare l'uscita commutandola tra il suo valore basso e alto. Una porta logica con trigger di Schmitt che riceve un segnale rumoroso in entrata vicino al valore di soglia può causare una sola commutazione del valore in uscita.



 Funzionamento di una porta logica non invertente con trigger di Schmitt.

booleani, che rappresentano funzioni elementari di variabili che possono assumere solo i valori 0 e 1. L'algebra booleana, ideata dal matematico inglese George Boole a metà dell'800, consente di descrivere un circuito digitale anche complesso con una funzione logica espressa come combinazione di tre operatori booleani la negazione o complementazione indicata con il simbolo $\neg$ oppure NOT, la congiunzione o prodotto logico indicata con il simbolo $\wedge$ oppure AND e la disgiunzione o somma logica indicata con il simbolo $\vee$ oppure OR. Nell'algebra booleana le operazioni fondamentali non sono addizione e sottrazione ma gli operatori logici. Con tale formalismo si possono descrivere le relazioni logiche in modo simile a quanto fa l'algebra ordinaria con le relazioni numeriche.

In questo KIT andremmo a introdurre le porte logiche fondamentali in grado di svolgere le operazioni di somma, prodotto e negazione indicate, rispettivamente, con OR, AND e NOT. Si descriveranno inoltre la porta logica derivata NOR, formata da una porta OR seguita da una porta NOT, la porta logica derivata NAND, formata da una porta AND seguita da una porta NOT, la porta logica XOR, nota come OR esclusivo o circuito di anticoincidenza e la porta logica XNOR, nota come NOR esclusivo o circuito di coincidenza. Il KIT contiene tutto il necessario, semiconduttori e componenti passivi, per la sperimentazione dei vari progetti previsti e non serve alcuna attrezzatura aggiuntiva, poiché il montaggio viene effettuato su breadboard che permette ogni genere di collegamento elettrico tra i componenti forniti, mediante innesto degli stessi nei fori della protoboard, seguendo le immagini illustrate nel manuale d'uso. Ogni progetto è corredato del proprio schema elettrico e di una descrizione tecnica volutamente semplice affinché possa risultare comprensibile anche ai neofiti in elettronica.

In **Fig. 1** riportiamo il contenuto della confezione del KIT, che consta di una breadboard, un set di cavetti jumper per i collegamenti, una clip per batteria 9 V non inclusa nel KIT, due pulsanti 5x5 mm, un buzzer attivo, un buzzer passivo (risuonatore magnetico), una coppia di LED rossi, una coppia di LED verdi, una fotoresistenza da 20 K Ω , tre resistenze da 470 Ω , una resistenza da 1 K Ω , due resistenze da 10 K Ω , due resistenze da 22 K Ω , due resistenze da 10 M Ω , un condensatore da 10 nF, due condensatori elettrolitici da 47 μ F, un condensatore elettrolitico da 470 μ F, un diodo 1N4148, un transistor NPN BC337, un chip CD4001 con quattro porte logiche NOR, un chip CD4011 con quattro

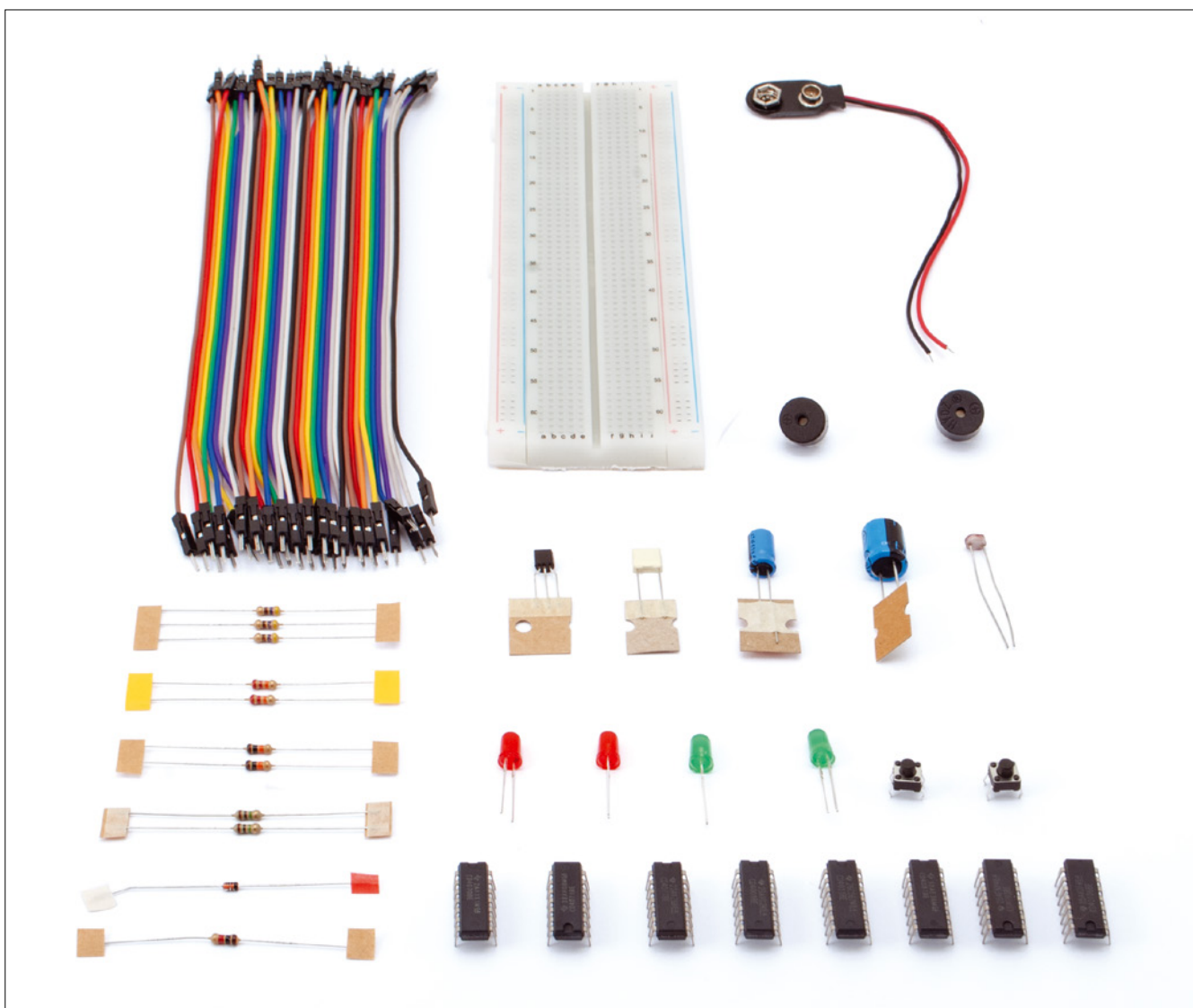
porte logiche NAND, un chip CD4071 con quattro porte logiche OR, un chip CD4081 con quattro porte logiche AND, un chip CD4093 con quattro porte logiche NAND con ingressi triggerati (trigger di Schmitt), un chip CD40106 con sei porte logiche NOT con ingressi triggerati (trigger di Schmitt), un chip CD4070 con quattro porte logiche XOR, un chip CD4077 con quattro porte logiche XNOR e un manuale a colori in italiano.

Il manuale (**Fig. 2**) è organizzato su due pagine per ognuno dei cinquanta progetti previsti nel KIT: sulla prima pagina è presente il disegno dei collegamenti sulla breadboard, mentre sulla seconda ci sono l'elenco dei componenti necessari, la descrizione del progetto, lo schema elettrico e alcune note tecniche sul funzionamento.

I PROGETTI

I progetti proposti nel KIT (cod. EDUKIT03) sono ben cinquanta, partendo dai progetti più facili per passare man mano a quelli più impegnativi. I primi 17 progetti sono progetti semplici rivolti ai meno esperti in particolare per lo studio del funzionamento delle singole porte logiche, mentre i rimanenti 33 sono più complessi, orientati ai più esperti per lo studio del funzionamento dei multivibratori monostabile, bistabile e astabile. Poiché lo stesso progetto è stato proposto per ogni singola porta logica o combinazioni di esse, per non risultare ripetitivi, nell'articolo descriveremo e analizzeremo solo alcuni dei progetti dedicati a una porta logica invitando il lettore a leggere, nel manuale d'uso, la descrizione per i progetti che utilizzano le rimanenti porte logiche.

Fig.1
il contenuto
della confe-
zione del KIT
EDUKIT03.



ELENCO DEI COMPONENTI IN DOTAZIONE

1 x breadboard	1 X condensatore multistrato
1 x set di cavetti jumper	10 nF
1 x clip per batteria 9V	2 x condensatori elettrolitico 47 uF
2 x pulsanti 5x5	1 X condensatore elettrolitico
1 x buzzer attivo	470 uF
1 x buzzer passivo (risuonatore magnetico)	1 x transistor BC337
2 x diodi LED rossi	1 x diodo 1N4148
2 x diodi LED verdi	1 x CD4001 (NOR)
1 x fotoresistenza 20 K Ω	1 x CD4011 (NAND)
3 x resistenze 470 Ω	1 x CD4071 (OR)
1 x resistenza 1 K Ω	1 x CD 4081 (AND)
2 x resistenze 10 K Ω	1 x CD4093 (NAND – trigger)
2 x resistenze 22 K Ω	1 x CD40106 (NOT – trigger)
2 x resistenze 10 M Ω	1 x CD4070 (XOR)
	1 x CD4077 (XNOR)

Il piedino 3 di uscita della porta logica NOT di U1.1 è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R3 da 470 Ω al diodo LED2 rosso. All'accensione il LED1 verde è spento mentre il LED2 rosso è acceso. Alla pressione del pulsante SW1 il LED1 verde si accende e il LED2 rosso si spegne. Al rilascio del pulsante SW1 il LED1 verde si spegne e il LED2 rosso si accende. Come riportato nella tabella della verità della porta logica NOT in **Fig. 3**. Per testare questo circuito sarà sufficiente replicare i collegamenti sulla breadboard osservando l'immagine visibile in **Fig. 4**.

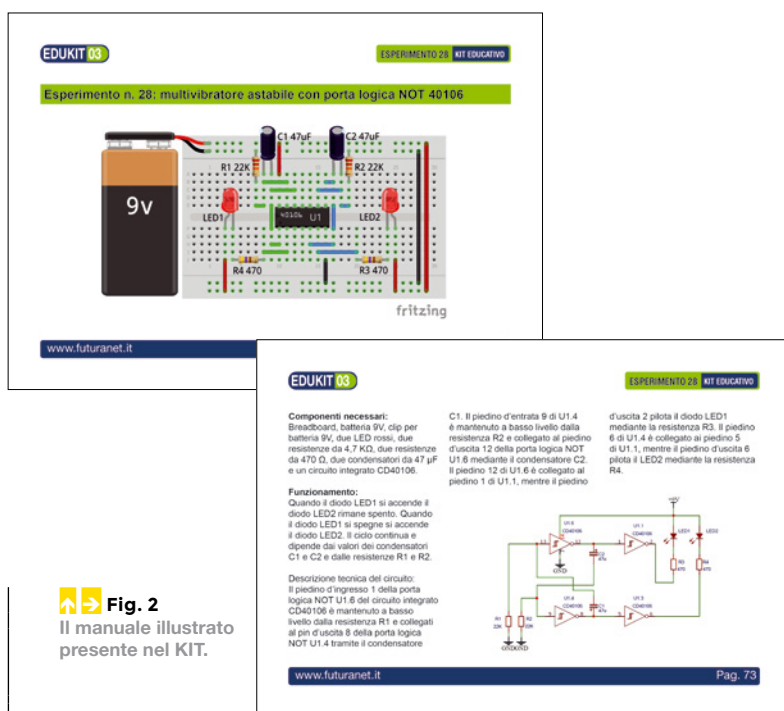
PROGETTO N. 4 - Funzionamento della porta AND

In questo progetto si vuole spiegare il funzionamento della porta logica AND. Il chip utilizzato è il CD4081 al cui interno sono presenti quattro porte logiche AND. Nel progetto viene utilizzata una sola porta logica e più precisamente la prima che fa capo tra i piedini 1, 2 e 3. Il piedino 1 d'ingresso della porta logica AND U1.1 del circuito integrato CD4081, collegato al pulsante SW1, è mantenuto a basso livello dalla resistenza R1 da 10 K Ω . Il piedino 2 d'ingresso della porta logica AND U1.1, collegato al pulsante SW2, è mantenuto a basso livello dalla resistenza R3 da 10 K Ω . Il LED1 verde è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R2 da 470 Ω al piedino 1 di U1.1. Il LED2 è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R4 da 470 Ω al piedino 2 di U1.1. Il piedino 3 d'uscita della porta logica AND U1.1 è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R5 da 470 Ω al diodo LED3 rosso. All'accensione i led verdi LED1, LED2 e il led rosso LED3 sono spenti. Alla pressione del pulsante SW1 il LED1 verde si accende e il LED3 rosso resta spento. Al rilascio del pulsante SW1 il LED1 verde si spegne e il LED3 rosso resta spento. Alla pressione del pulsante SW2 il LED2 verde si accende e il LED3 rosso resta spento. Al rilascio del pulsante SW2 il LED2 verde si spegne e il LED3 rosso resta spento. Alla pressione di entrambi i pulsanti SW1 e SW2 i led verdi LED1, LED2 e il led rosso LED3 si accendono. Al rilascio di entrambi i pulsanti SW1 e SW2 i led verdi LED1, LED2 e il led rosso LED3 si spengono. Come riportato nella tabella della verità della porta logica AND in **Fig. 5**.

Per testare questo circuito sarà sufficiente replicare i collegamenti sulla breadboard osservando l'immagine visibile in **Fig. 6**.

PROGETTO N. 7 - Funzionamento della porta NAND

In questo progetto si vuole spiegare il funziona-



PROGETTO N. 1 - Funzionamento della porta NOT

In questo progetto si vuole spiegare il funzionamento della porta logica NOT. Il chip utilizzato è il CD40106 al cui interno presenta sei porte logiche. Nel progetto viene utilizzata una sola porta logica e più precisamente la prima che fa capo tra i piedini 1 e 2. Il piedino 1 della porta logica NOT U1.1 del circuito integrato CD40106 è collegato al pulsante SW1 e mantenuto a basso livello dalla resistenza R1 da 10 K Ω . Il LED1 verde è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R2 da 470 Ω al piedino 1 d'ingresso della porta logica NOT di U1.1.

A	Y
0	1
1	0

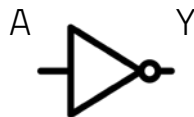


Fig. 3
Tabella della
verità della
porta logica
NOT.

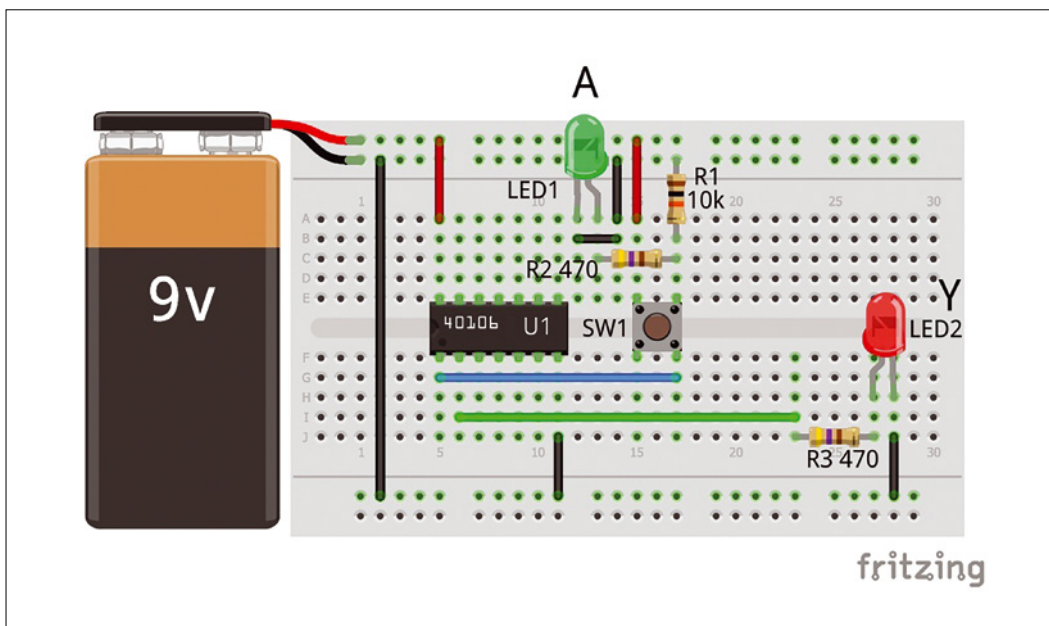
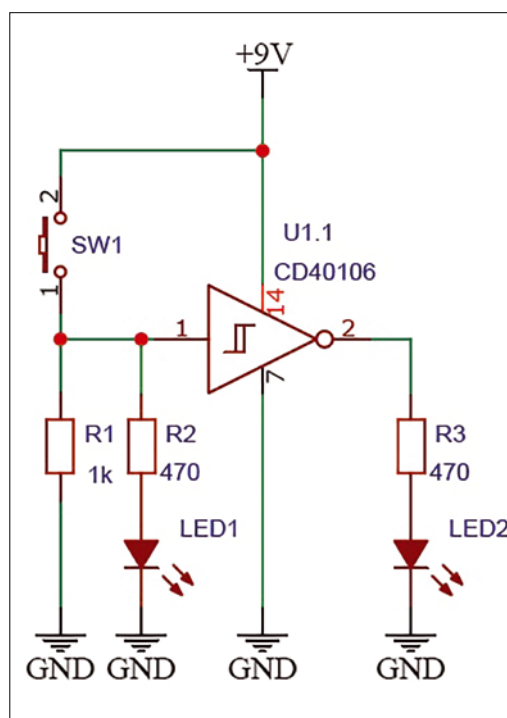


Fig. 4
Montaggio
del progetto
n. 1.

mento della porta logica NAND. Il chip utilizzato è il CD4011 al cui interno sono presenti quattro porte logiche NAND. Nel progetto viene utilizzata una sola porta logica e più precisamente la prima che fa capo ai piedini 1, 2 e 3. Il piedino 1 d'ingresso della porta logica NAND U1.1 del circuito integrato CD4011, collegato al pulsante SW1, è mantenuto a basso livello dalla resistenza R1 da 10 KΩ. Il piedino 2 d'ingresso della porta logica NAND U1.1, collegato al pulsante SW2, è mantenuto a basso livello dalla resistenza R3 da 10 KΩ. Il LED1 verde è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R2 da 470 Ω al piedino 1 di U1.1. Il LED2 è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R4 da 470 Ω al piedino 2 di U1.1. Il piedino 3 di uscita della porta logica AND U1.1 è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R5 da 470 Ω al diodo LED3 rosso. All'accensione i led verdi LED1 e LED2 sono spenti mentre il LED3 rosso è acceso. Alla pressione del pulsante SW1 il LED1 verde si accende e il LED3 rosso resta acceso. Al rilascio del pulsante SW1 il LED1 verde si spegne e il diodo LED3 rosso resta acceso.



Schema
elettrico della
porta logica
NOT.

Fig. 5
Tabella della verità
della porta logica
AND.

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

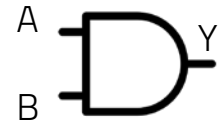
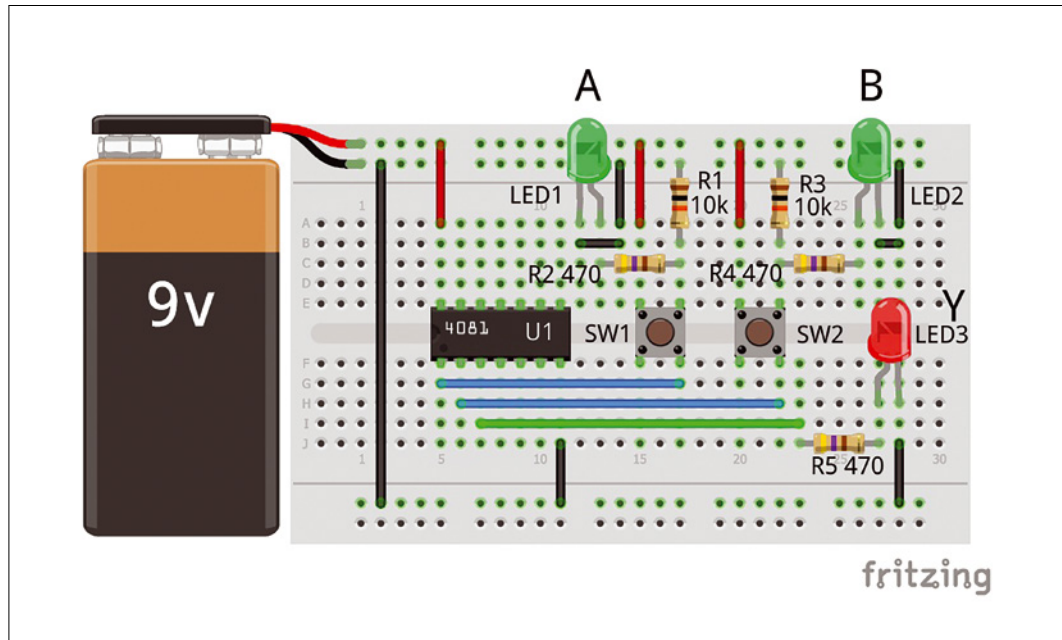
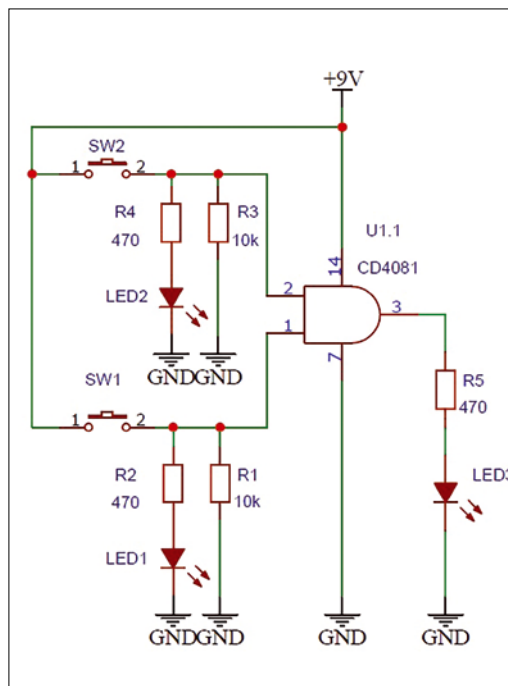


Fig. 6
Montaggio del
progetto n. 4.



**Schema elettrico
della porta logica
AND.**



Alla pressione del pulsante SW2 il LED2 verde si accende e il LED3 rosso resta acceso. Al rilascio del pulsante SW2 il LED2 verde si spegne e il diodo LED3 rosso resta acceso. Alla pressione di entrambi i pulsanti SW1 e SW2 i led verdi LED1 e LED2 si accendono mentre il LED3 si spegne. Al rilascio di entrambi i pulsanti SW1 e SW2 i led verdi LED1 e LED2 si spengono e il LED3 si accende. Come riportato nella tabella della verità della porta logica NAND in **Fig. 7**.

Per testare questo circuito sarà sufficiente replicare i collegamenti sulla breadboard osservando l'immagine visibile in **Fig. 8**.

PROGETTO N. 9 - Funzionamento della porta OR

In questo progetto si vuole spiegare il funzionamento della porta logica OR. Il chip utilizzato è il CD4071 al cui interno sono presenti quattro porte logiche OR. Nel progetto viene utilizzata una sola porta logica e più precisamente la prima che fa capo ai piedini 1, 2 e 3. Il piedino 1 d'ingresso della porta logica OR U1.1 del circuito integrato CD4071,

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Fig. 7
Tabella della verità della porta logica NAND.

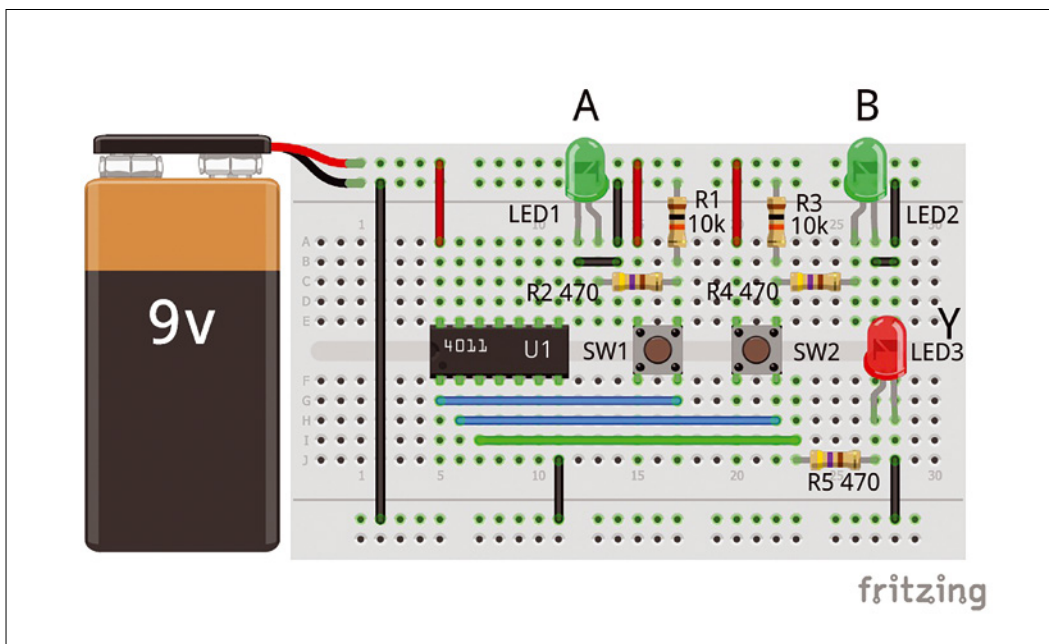
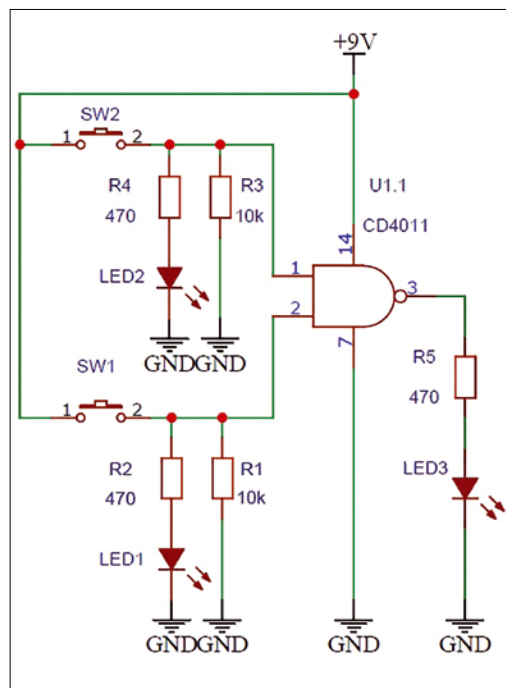


Fig. 8
Montaggio del progetto n. 7.

collegato al pulsante SW1, è mantenuto a basso livello dalla resistenza R1 da 10 K Ω . Il piedino 2 d'ingresso della porta OR U1.1, collegato al pulsante SW2, è mantenuto a basso livello dalla resistenza R3 da 10 K Ω . Il LED1 verde è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R2 da 470 Ω al piedino 1 di U1.1. Il LED2 è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R4 da 470 Ω al piedino 2 di U1.1. Il piedino 3 d'uscita della porta OR U1.1 è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R5 da 470 Ω al diodo LED3 rosso. All'accensione i due led verdi LED1, LED2 e il LED3 rosso sono spenti. Alla pressione del pulsante SW1 il LED1 verde e il LED3 rosso si accendono. Al rilascio del pulsante SW1 il LED1 verde e il LED3 rosso si spengono. Alla pressione del pulsante SW2 il LED2 verde e il LED3 rosso si accendono. Al rilascio del pulsante SW2 il LED2 verde e il diodo LED3 rosso si spengono. Alla pressione di entrambi i pulsanti SW1 e SW2 i led verdi LED1, LED2 e il led rosso LED3 si accendono. Al rilascio di entrambi i pulsanti SW1 e SW2 sia i led verdi LED1, LED2 e il



Schema elettrico della porta logica NAND.

Fig. 9
Tabella della verità
della logica OR.

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

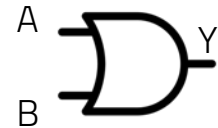
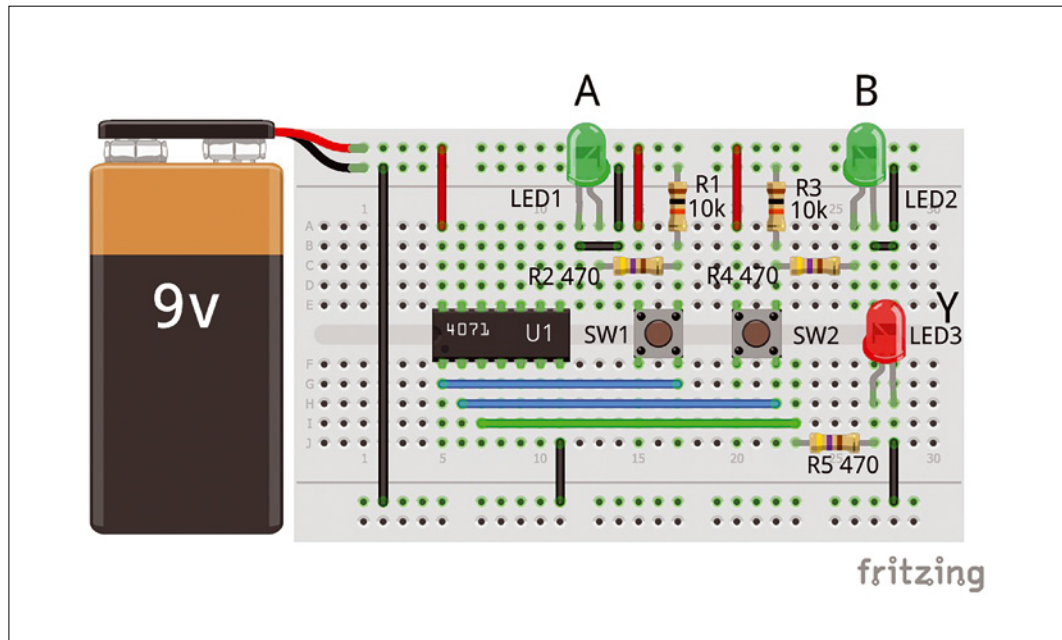
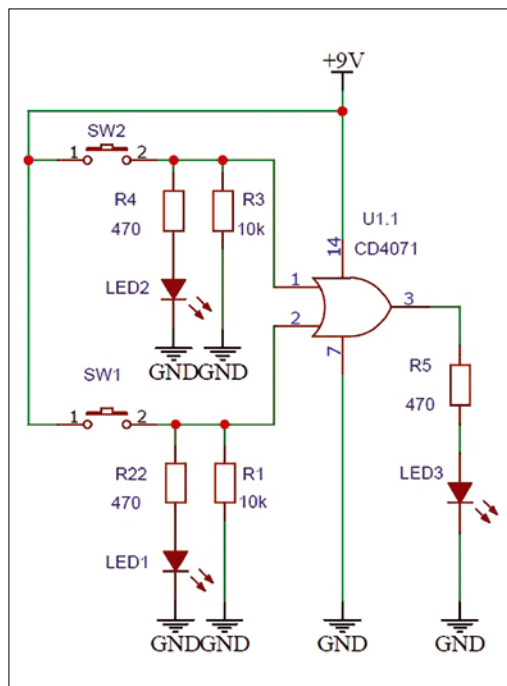


Fig. 10
Montaggio del
progetto n. 9.



**Schema elettrico
della porta logica
OR.**



led rosso LED3 si spengono. Come riportato nella tabella della verità della porta logica OR in **Fig. 9**. Per testare questo circuito sarà sufficiente replicare i collegamenti sulla breadboard osservando l'immagine visibile in **Fig. 10**.

PROGETTO N. 12 - Funzionamento della porta NOR

In questo progetto si vuole spiegare il funzionamento della porta logica NOR. Il chip utilizzato è il CD4001 al cui interno sono presenti quattro porte logiche NOR. Nel progetto viene utilizzata una sola porta logica e più precisamente la prima che fa capo ai piedini 1, 2 e 3. Il piedino 1 d'ingresso della porta logica NOR U1.1 del circuito integrato CD4001, collegato al pulsante SW1, è mantenuto a basso livello dalla resistenza R1 da 10 KΩ. Il piedino 2 d'ingresso della porta logica NOR U1.1 collegato al pulsante SW2 è mantenuto a basso livello dalla resistenza R3 da 10 KΩ. Il LED1 verde è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R2 da 470 Ω al piedino 1 di U1.1. Il LED2 è collegato mediante la resistenza limita-

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



Fig. 11
Tabella della
verità della
porta logica
NOR.

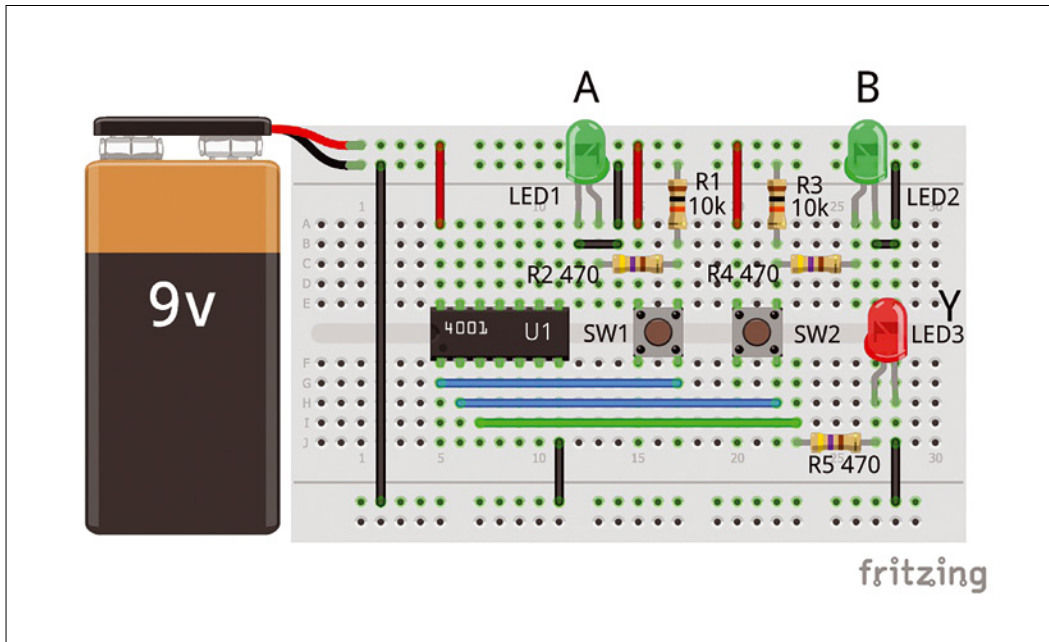
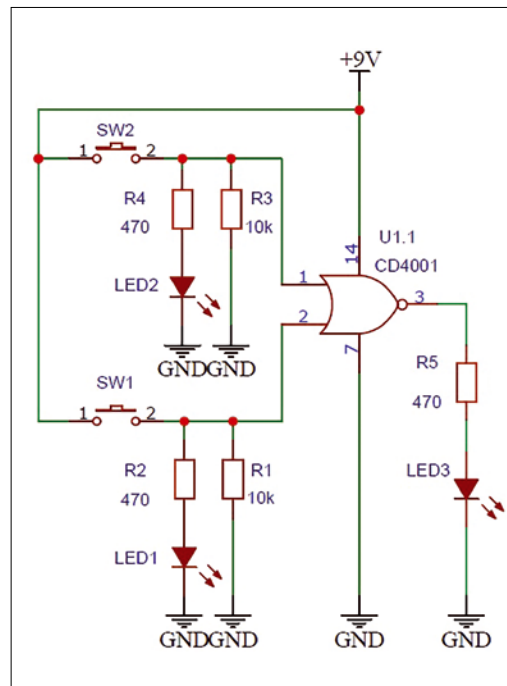


Fig. 12
Montaggio
del progetto
n. 12.

trice di corrente R4 da 470 Ω al piedino 2 di U1.1. Il piedino 3 d'uscita della porta logica NOR U1.1 è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R5 da 470 Ω al diodo LED3 rosso. All'accensione i due led verdi LED1 e LED2 sono spenti e il LED3 rosso è acceso. Alla pressione del pulsante SW1 il LED1 verde si accende e il LED3 rosso si spegne. Al rilascio del pulsante SW1 il LED1 verde si spegne e il LED3 rosso si accende. Alla pressione del pulsante SW2 il LED2 verde si accende e il LED3 rosso si spegne. Al rilascio del pulsante SW2 il LED2 verde si spegne e il LED3 rosso si accende. Alla pressione di entrambi i pulsanti SW1 e SW2 i led verdi LED1 e LED2 si accendono e il LED3 rosso si spegne. Al rilascio di entrambi i pulsanti SW1 e SW2 i led verdi LED1 e LED2 si spengono mentre il LED3 rosso si accende. Come riportato nella tabella della verità della porta logica NOR in **Fig. 11**.

Per testare questo circuito sarà sufficiente replicare i collegamenti sulla breadboard osservando l'immagine visibile in **Fig. 12**.



Schema
elettrico della
porta logica
NOR.

Fig. 13
Tabella della verità
della logica XOR.

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

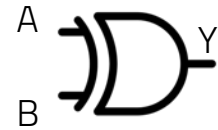
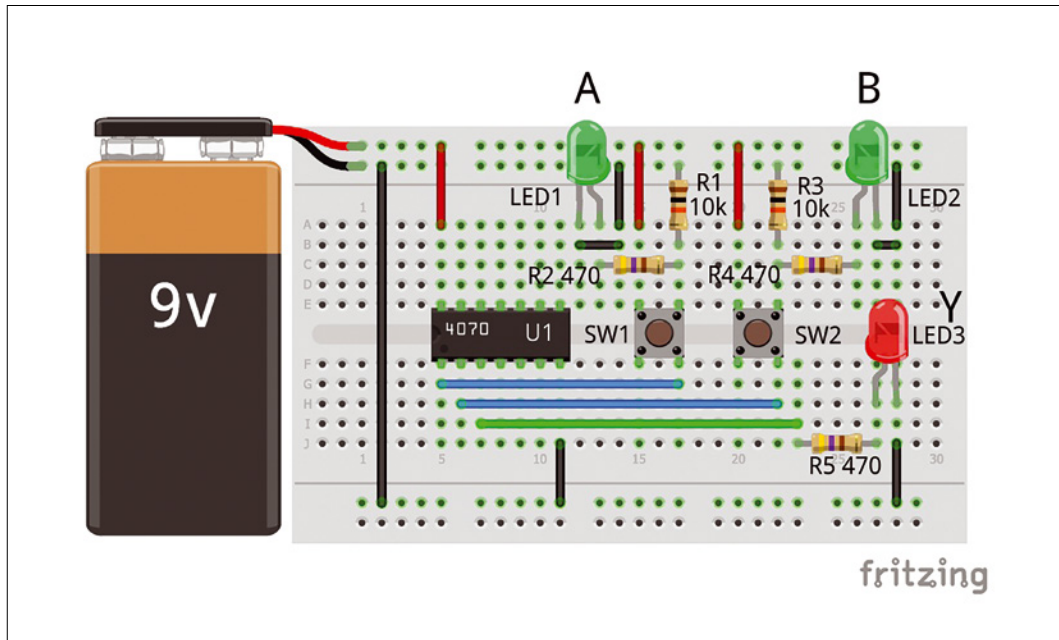
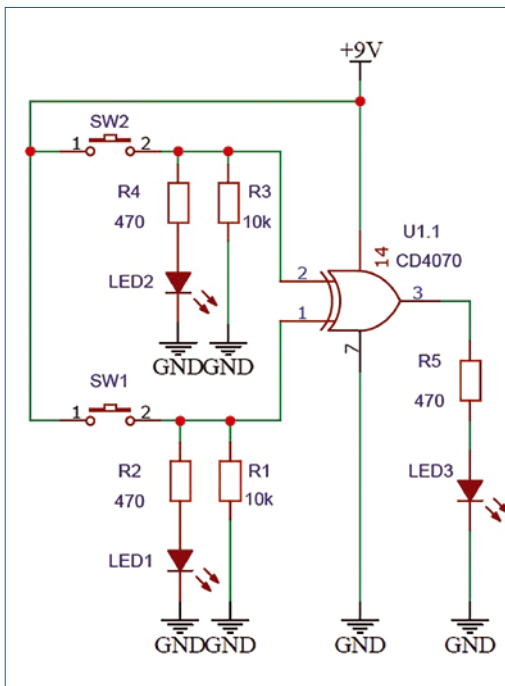


Fig. 14
Montaggio del
progetto n. 14.



**Schema elettrico
della porta logica
XOR.**



PROGETTO N. 14 - Funzionamento della porta XOR

In questo progetto si vuole spiegare il funzionamento della porta logica XOR. Il chip utilizzato è il CD4070 al cui interno sono presenti quattro porte logiche XOR. Nel progetto viene utilizzata una sola porta logica e più precisamente la prima che fa capo ai piedini 1, 2 e 3. Il piedino 1 d'ingresso della porta NOR del circuito integrato CD4070 siglato U1 è collegato al pulsante SW1 e mantenuto a basso livello dalla resistenza R1 da 10 KΩ. Il piedino 2 dell'ingresso della porta XOR U1.1 collegato al pulsante SW2 è mantenuto a basso livello dalla resistenza R3 da 10 KΩ. Il LED1 verde è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R2 da 470 Ω al piedino 1 di U1. Il LED2 è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R4 da 470 Ω al piedino 2 di U1. Il piedino 3 di uscita della porta XOR U1.1 è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R5 da 470 Ω al diodo LED3. All'accensione i due led verdi LED1, LED2 e il LED3 rosso sono spenti. Alla pressione del pulsante SW1 il LED1 verde e il LED3 rosso si accendono.

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Fig. 15
Tabella della
verità della
porta logica
XNOR.

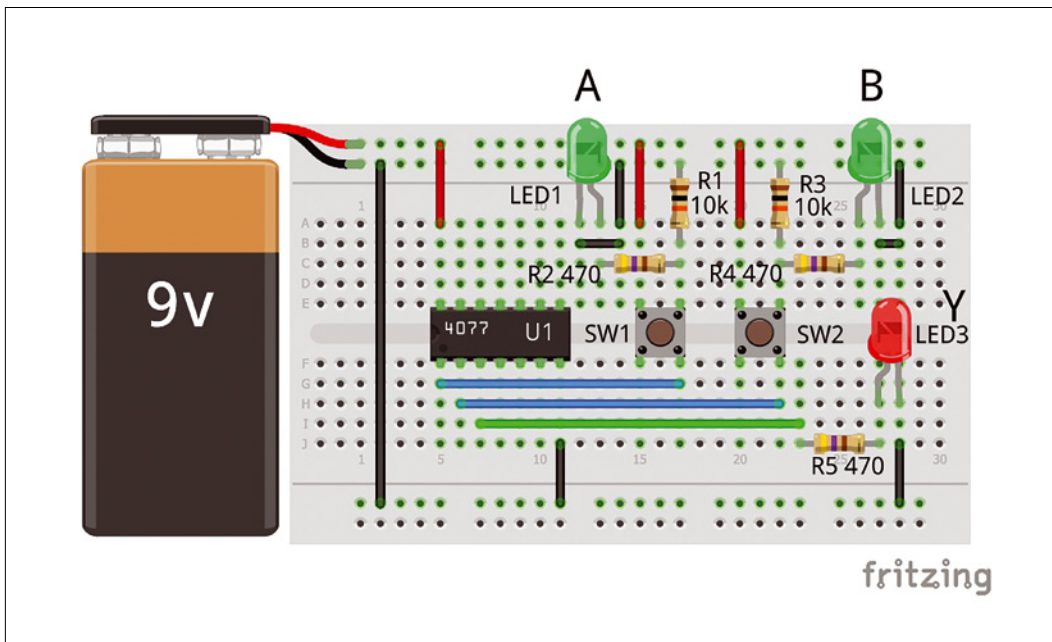


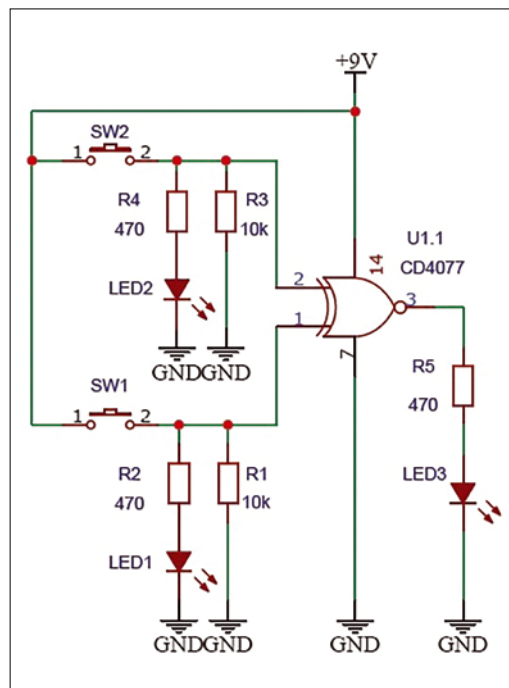
Fig. 16
Montaggio
del progetto
n. 16.

Al rilascio del pulsante SW1 il LED1 verde e il LED3 rosso si spengono. Alla pressione del pulsante SW2 il LED2 verde e il LED3 rosso si accendono. Al rilascio del pulsante SW2 il LED2 verde e il LED3 rosso si spengono. Alla pressione di entrambi i pulsanti SW1 e SW2 i led verdi LED1 e LED2 si accendono e il LED3 rosso resta spento. Al rilascio di entrambi i pulsanti SW1 e SW2 i led verdi LED1 e LED2 si spengono mentre il rosso continua a rimanere spento. Come riportato nella tabella della verità della porta logica NOR in **Fig. 13**.

Per testare questo circuito sarà sufficiente replicare i collegamenti sulla breadboard osservando l'immagine visibile in **Fig. 14**.

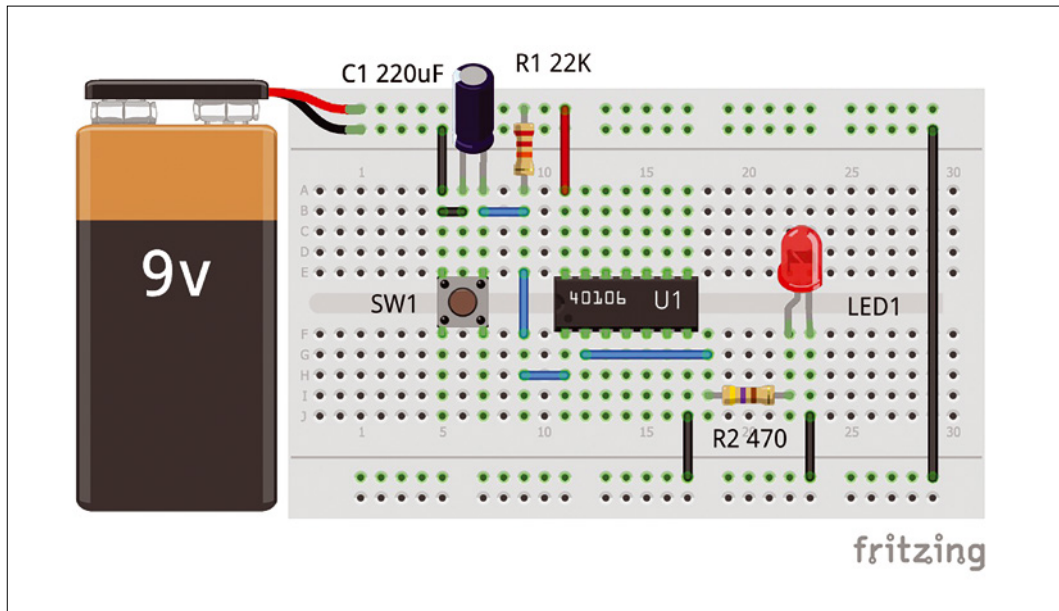
PROGETTO N. 16 - Funzionamento della porta XNOR

In questo progetto si vuole spiegare il funzionamento della porta logica XNOR. Il chip utilizzato è il CD4077 al cui interno sono presenti quattro porte logiche XNOR. Nel progetto viene utilizzata una sola porta logica e più precisamente la prima che fa capo ai piedini 1, 2 e 3. Il piedino 1 d'ingresso

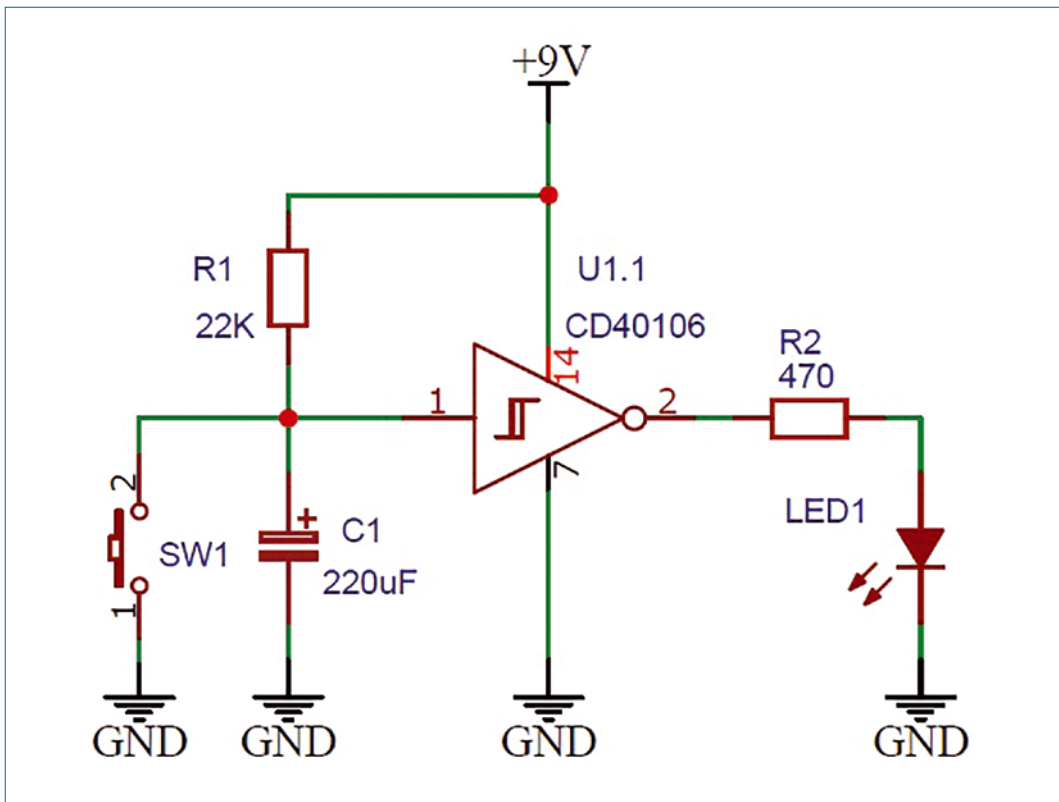


Schema
elettrico della
porta logica
XNOR.

Fig. 17
Montaggio del
progetto n. 25.



Schema elettrico
del multivibratore
monostabile con la
porta logica NOT.



della porta logica XNOR U1.1 del circuito integrato CD4077, collegato al pulsante SW1, è mantenuto a basso livello dalla resistenza R1 da 10 KΩ. Il piedino 2 d'ingresso della porta logica XNOR U1.1, collegato al pulsante SW2, è mantenuto a basso

livello dalla resistenza R3 da 10 KΩ. Il LED1 verde è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R2 da 470 Ω al piedino 1 di U1.1. Il LED2 è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R4 da 470 Ω al piedino 2 di U1.1. Il piedino

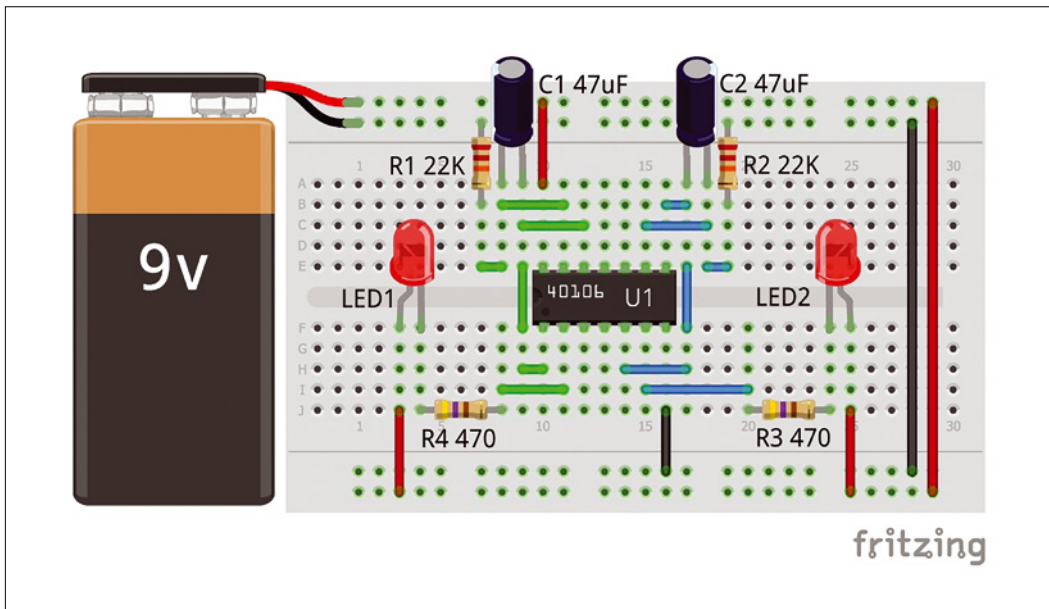
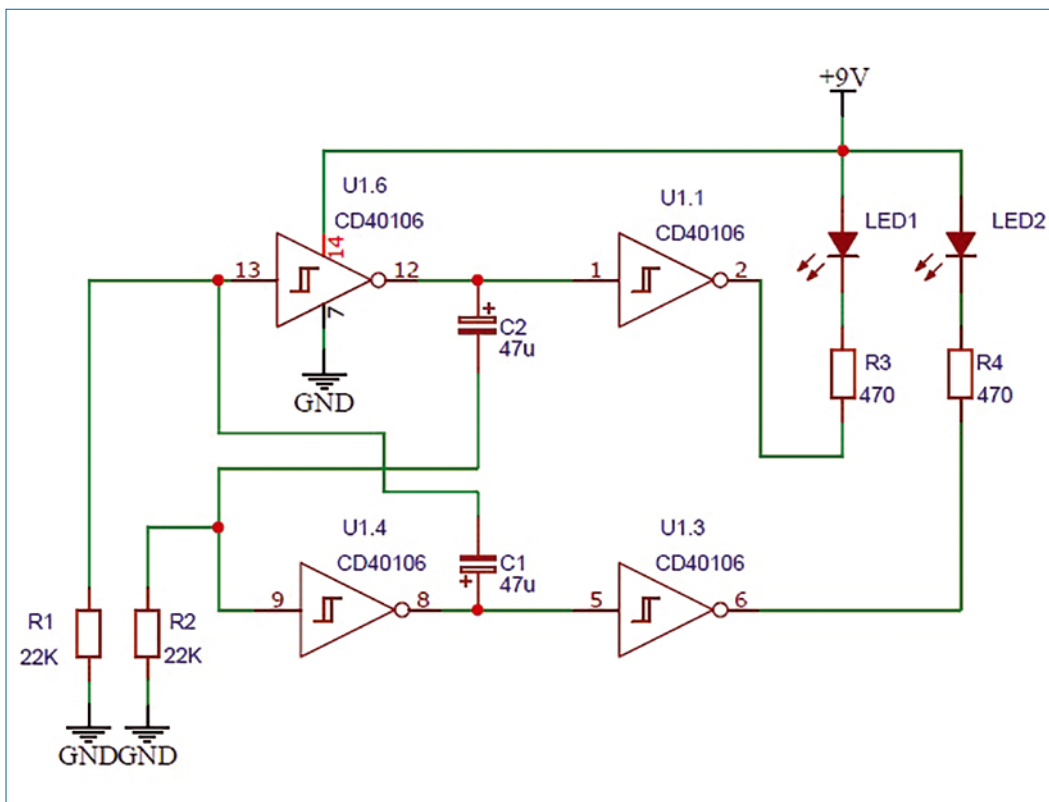


Fig. 18
Montaggio
del progetto
n. 28.



Schema del
Multivibratore
astabile con
la porta logica
NOT.

3 di uscita della porta logica XNOR U1.1 è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R5 da 470 Ω al diodo LED3 rosso. All'accensione i due led verdi LED1, LED2 sono spenti e il LED3 rosso è acceso. Alla pressione del pulsante SW1 il LED1

verde si accende e il LED3 rosso si spegne. Al rilascio del pulsante SW1 il LED1 verde si spegne e il LED3 rosso si accende. Alla pressione del pulsante SW2 il LED2 verde si accende e il LED3 rosso si spegne. Al rilascio del pulsante SW2 il LED2 verde

si spegne e il LED3 rosso si accende. Alla pressione di entrambi i pulsanti SW1 e SW2 i led verdi LED1, LED2 e il rosso LED3 si accendono. Al rilascio di entrambi i pulsanti SW1 e SW2 i led verdi LED1 e LED2 si spengono mentre il LED3 rosso continua a rimanere acceso. Come riportato nella tabella della verità della porta logica XNOR **Fig. 15**. Per testare questo circuito sarà sufficiente replicare i collegamenti sulla breadboard osservando l'immagine visibile in **Fig. 16**.

PROGETTO N. 25 - Multivibratore monostabile con porta logica NOT

In questo progetto si vuole spiegare il funzionamento del multivibratore monostabile realizzato utilizzando il chip CD40106 al cui interno sono presenti sei porte logiche NOT.

Nel progetto viene utilizzata soltanto una sola porta logica e più precisamente la prima che fa capo ai piedini 1 e 2. Il piedino 1 d'ingresso della porta logica NOT U1.1 del circuito integrato CD40106, collegato al pulsante SW1 e al condensatore elettrolitico C1 da 220 μ F, è mantenuto ad alto livello dalla resistenza R1 da 22 K Ω .

Il led rosso LED1 è collegato mediante la resistenza limitatrice di corrente R2 da 470 Ω al piedino 2 di U1.1. Premendo il pulsante SW1 si scarica il condensatore elettrolitico C1 portando il piedino 1 di U1.1 a basso livello. Il piedino d'uscita 2 si porta ad alto livello, e tramite la resistenza R2 accende il LED1. Al rilascio del pulsante SW1 la resistenza R1 incomincia a caricare lentamente il condensatore elettrolitico C1.

Quando la tensione sul piedino 1 raggiunge la soglia di commutazione ad alto livello della porta logica NOT U1.1, il led rosso LED1 si spegne. All'accensione il diodo rosso LED1 si accende. Dopo un tempo prestabilito dai valori della resistenza R1 e dal condensatore elettrolitico C1 il diodo rosso LED1 si spegne.

Alla pressione del pulsante SW1 il diodo rosso LED1 si accende, e il ciclo si ripete. Con i valori di C1 e R1 definiti nel progetto il tempo di accensione del LED1 è di circa 3 secondi.

Per testare questo circuito sarà sufficiente replicare i collegamenti sulla breadboard osservando l'immagine visibile in **Fig. 17**.

PROGETTO N. 28 - Multivibratore astabile con porta logica NOT

In questo progetto si vuole spiegare il funzionamento del multivibratore astabile realizzato utilizzando il chip CD40106 al cui interno sono presenti sei porte logiche NOT. Nel progetto vengono utilizzate quattro porte logiche e più precisamente la prima che fa capo ai piedini 1 e 2, la terza che fa capo ai piedini 5 e 6, la quarta che fa capo ai piedini 8 e 9 e la sesta che fa capo ai piedini 12 e 13. Il piedino d'ingresso 13 della porta logica NOT U1.16 del circuito integrato CD40106 è mantenuto a basso livello dalla resistenza R1 e collegato al pin d'uscita 8 della porta logica NOT U1.4 tramite il condensatore C1.

Il piedino d'entrata 9 di U1.4 è mantenuto a basso livello dalla resistenza R2 e collegato al piedino d'uscita 12 della porta logica NOT U1.6 mediante il condensatore C2. Il piedino 12 di U1.6 è collegato al piedino 1 di U1.1, mentre il piedino d'uscita 2 pilota il diodo LED1 mediante la resistenza R3. Il piedino 8 di U1.4 è collegato al piedino 5 di U1.3, mentre il piedino d'uscita 6 pilota il LED2 mediante la resistenza R4. Quando il diodo LED1 si accende il diodo LED2 rimane spento. Quando il diodo LED1 si spegne si accende il diodo S. Il ciclo continua e dipende dai valori dei condensatori C1 e C2 e dalle resistenze R1 e R2.

Per testare questo circuito sarà sufficiente replicare i collegamenti sulla breadboard osservando l'immagine visibile in **Fig. 18**.

CONCLUSIONE

Questa breve carrellata di circuiti permette al lettore di avere un'anteprima dei 50 progetti proposti nell'EDUKIT03, che gli permetteranno di conoscere il mondo dell'elettronica digitale e dei circuiti logici elettronici. Con il nostro KIT chiunque potrà conoscere il funzionamento delle varie porte logiche e la realizzazione di multivibratori monostabile, bistabili e astabile. Inoltre prendendo spunto da quanto visto in questo articolo e da quelli presenti nel KIT i più esperti potranno realizzare altri progetti ancora più complessi e sofisticati. E con questo non ci resta che augurarvi buon divertimento. ■

COSA OCCORRE ?		
Codice	Descrizione	Prezzo € IVA inclusa
EDUKIT03	Kit esperimenti con porte logiche	19,90
IL MATERIALE VA RICHIESTO A:		
Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA) Tel: 0331-799775 - www.futurashop.it		

LAMPADA TOUCH

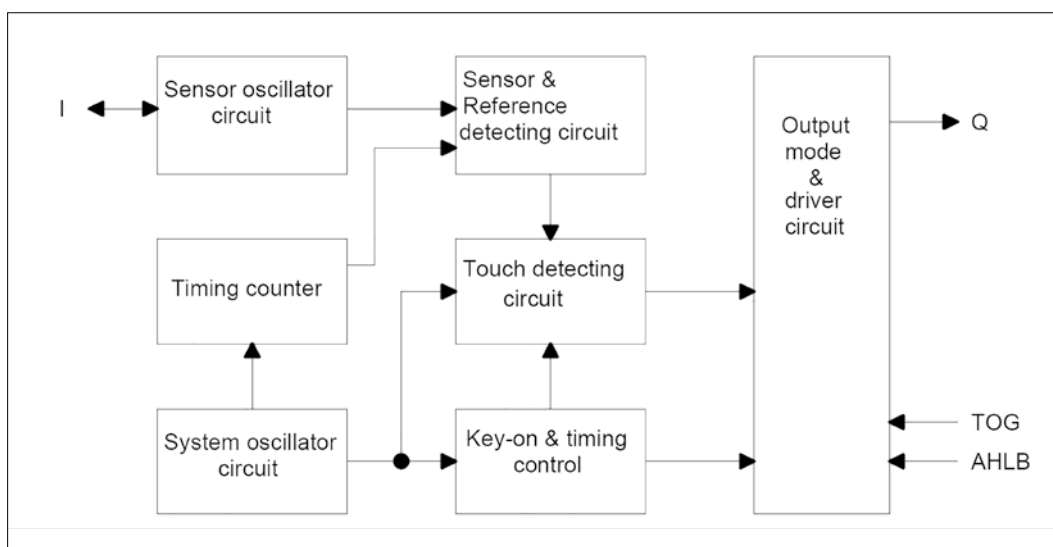
di ALESSANDRO SOTTOCORNOLA



Corpo illuminante a LED controllabile con il semplice sfioramento della mano su un elettrodo sensore; con qualche aggiunta diventa autoalimentata e ricaricabile in wireless.

L'illuminazione a LED è una realtà sempre più diffusa, dalle nostre case agli uffici, all'automobile e alla pubblica illuminazione; accanto all'aumentata offerta e produzione di LED ad alta efficienza, bianchi ma anche RGB, si è sviluppata costantemente una varietà di circuiti integrati per il controllo di singoli diodi luminosi e di stringhe, che consentono di realizzare con una manciata di componenti e di euro lampade per tutti gli usi. Abbiamo quindi pensato di rispolverare un classico dell'elettronica, che qualche decennio fa, ai tempi delle lampade a incandescenza, stupiva un po' tutti i non addetti ai lavori nel veder comandare l'accensione delle luci con un semplice passaggio della mano su un controllo simile al tradizionale

Fig. 1
Schema a blocchi
dell'integrato
TTP223N-HA6.



interruttore: stiamo parlando del controllo a sfioramento (touch control) o a prossimità, come preferite, che abbiamo rivisto utilizzando un circuito integrato tra i più recenti apparsi in commercio e che può essere considerato “parente” di quell’SLB0586 della Siemens che in passato si utilizzava per dimmerare le lampade a incandescenza semplicemente con lo sfioramento di una placca. Qui, come vedrete, abbiamo a che fare con un controller simile, che determina il controllo on-off, però di lampade a LED, quindi allo stato solido; nello specifico, utilizzeremo il componente per accendere e spegnere un gruppo di sette LED bianchi da 200 mW ciascuno.

Non ci siamo fermati qui, perché abbiamo inserito il circuito elettronico (che tra breve descriveremo) in un contenitore stampato in 3D e lo abbiamo fornito di una batteria e di un sistema di ricarica wireless basato su un kit dedicato allo scopo e sul nostro regolatore di carica Torpedo. Ma andiamo con ordine e analizziamo per primo il controller touch.

L'INTEGRATO TOUCH CONTROL

Il circuito della nostra lampada a LED si basa su un integrato TTP223N-HA6 della TonTek, ch   un rilevatore touch pad progettato per sostituire il tradizionale interruttore a pulsante o a stato stabile con un pad modellabile con una certa libert  : nel nostro caso l’elettrodo sensore sar   un anello di filo di rame smaltato, ma potrebbe anche essere una piastrina metallica di alcuni centimetri quadrati di superficie.

Il nostro integrato nasce sostanzialmente come

generico interruttore elettronico e fornisce un livello logico tipicamente TTL-compatibile (la tensione dello stato alto dipende da quella dell’alimentazione del componente, che pu   essere compresa fra 3 e 5V) utilizzabile sia per controllare un driver di potenza a transistor, sia per pilotare un ingresso di una logica cablata o di un microcontrollore.

Per farvi meglio comprendere come funziona il componente, in **Fig. 1** ne proponiamo lo schema a blocchi interno.

L’integrato TTP223N-HA6 si basa sull’alterazione che la prossimit   del corpo determina nel funzionamento di un oscillatore e, nello specifico, sulla frequenza che esso genera; un circuito di rilevamento confronta la frequenza del segnale dell’oscillatore collegato al sensore (*Sensor oscillator circuit*) operante a 1 MHz, con quella di riferimento dell’oscillatore di sistema e se lo scostamento supera una certa soglia fornisce un criterio di attivazione. Poi, in base a come    stato impostato il funzionamento, comanda l’uscita Q (un’uscita di tipo complementare, CMOS, che pu   quindi erogare o assorbire corrente) affin   cambi di stato ad ogni rilevamento, ovvero si attivi a tempo in eguale condizione (modalit   monostabile). L’integrato prevede una temporizzazione di “anti-rimbalzo” che di fatto implementa un tempo di osservazione dell’ingresso sensore e che serve per inibire il rilevamento per un certo periodo dopo che    avvenuto un rilevamento identificato come valido.

Lo stato logico dell’uscita a seguito del rilevamento del tocco pu   essere scelto tra alto e basso: a

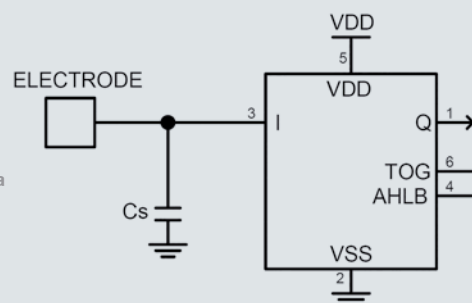
ciò provvede la logica interna che fa capo, nello schema a blocchi, alla sezione *Output mode & driver circuit*; in particolare, al piedino AHLB, corrispondente al piedino 4, il cui stato logico determina quale è lo stato attivo. Nel dettaglio, se AHLB è posto a zero logico (massa) ogni rilevamento determina l'attivazione dell'uscita CMOS a livello alto, mentre con l'1 logico la condizione di uscita attiva è a livello basso. Per esempio, se l'integrato è impostato per la modalità monostabile, quando viene rilevato il tocco o la prossimità, l'uscita Q si porta per un certo periodo a livello alto se AHLB è a zero, ovvero a zero logico se AHLB è stato posto a livello alto. L'impostazione della condizione logica del piedino 4 viene letta all'accensione, quindi va eseguita prima di alimentare l'integrato. Del blocco di gestione dell'uscita fa capo anche il piedino TOG, che consente di impostare la modalità di attivazione della Q: se posto a zero logico l'uscita CMOS si attiva (al livello definito da AHLB) in maniera monostabile, ossia per un certo periodo a seguito del rilevamento touch, mentre se portata ad 1 determina la modalità "toggle" ossia il piedino 4 inverte il proprio stato ad ogni rilevamento, quindi la prima volta si attiva, la volta successiva si disattiva e via di seguito. Dei due piedini di controllo AHLB e TOG va notata una cosa: sono provvisti internamente di un resistore di pull-up, quindi per impostarvi il livello logico alto è sufficiente lasciarli aperti. L'integrato TTP223N-HA6 funziona a tensione continua di valore compreso fra 2 e 5,5 V ed assorbe, alimentato a 3V, pochi microampere, in assenza di carico all'uscita. Il tempo di risposta al rilevamento è di 220 mS in modalità a basso consumo e l'uscita Q quando funziona in modalità monostabile può rimanere attiva al massimo per 100 secondi. L'integrato richiede, per funzionare stabilmente, un tempo di circa 500 millisecondi dal momento in cui viene alimentato, quindi fino allo scadere di tale tempo il touch sensor è disabilitato. I circuiti interni all'integrato sono in grado di ricalibrarsi automaticamente in modo da adattare la sensibilità e il funzionamento del touch sensor alle mutate condizioni ambientali e all'eventuale deriva nel tempo dei componenti circuitali dell'applicazione dove è inserito; in modalità a basso consumo, il periodo di ricalibrazione è normalmente di circa 4 secondi e la calibrazione avviene quando il dispositivo rileva il tocco e poi il "rilascio" del dito; la ricalibrazione automatica avviene circa 16 secondi dopo.

Il carico elettrico complessivo, le dimensioni dell'elettrodo sensore e la capacità della linea di collegamento sul PCB, influiscono sulla sensibilità del nostro interruttore touch. Quindi la regolazione della sensibilità deve essere basata sull'effettivo circuito stampato dell'applicazione del TTP223N-HA6 e va fatta sul circuito definitivo. La sensibilità del TTP223N-HA6 dipende da più fattori e può essere variata ad esempio giocando sulla dimensione dell'elettrodo sensore collegato al piedino 3, tenendo presente che maggiore è la dimensione dell'elettrodo, più si eleva la sensibilità, naturalmente fino a un certo limite oltre

il quale la stessa può diminuire o determinare falsi inneschi. Il secondo metodo per modulare la sensibilità consiste nell'interposizione di un pannello dielettrico (isolante) tra l'elettrodo e il punto di contatto con la mano, ricordando che più sottile è tale pannello, maggiore è la sensibilità e viceversa. In ultimo, è possibile calibrare la sensibilità giocando sul valore del condensatore Cs, che nello schema elettrico è quello siglato C3: la sensibilità è massima se non viene montato e si abbassa progressivamente aumentando il valore di Cs fino al valore massimo ammesso dalle specifiche, che è 50pF.

Fig. A

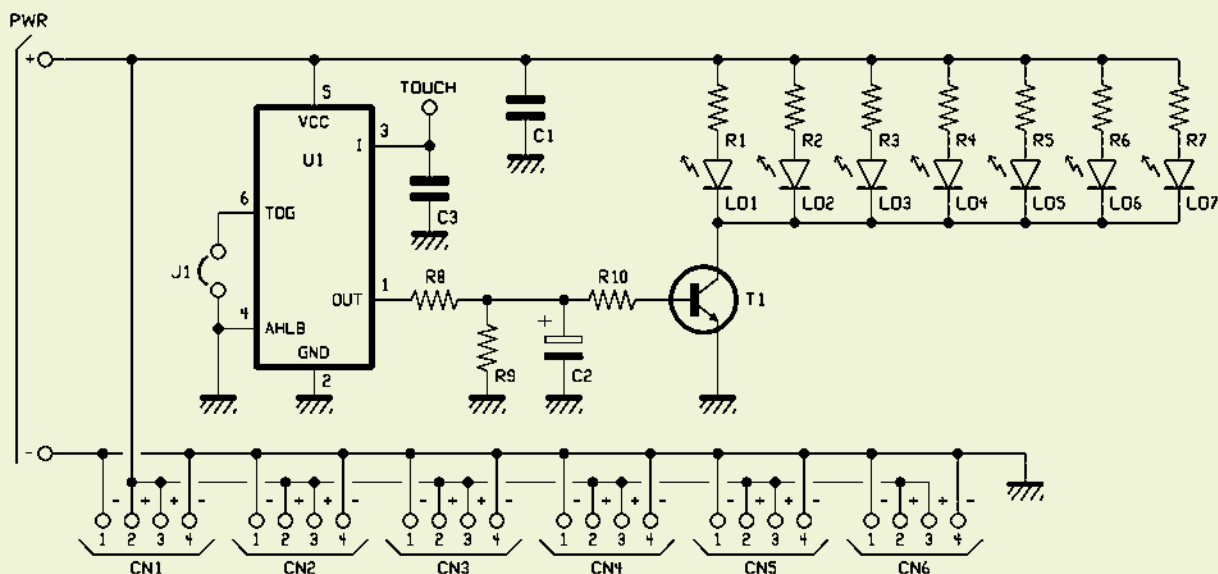
Circuito di ingresso e capacità di regolazione della sensibilità per l'integrato.



SCHEMA ELETTRICO

Spiegato il funzionamento del TTP223N-HA6, vediamo come è stato configurato all'interno del circuito della lampada, nel cui schema elettrico è siglato U1: il piedino 3 corrispondente al sensore (una piastra metallica o un anello, che nel nostro caso è fatto di filo in rame smaltato) è stato provvisto del condensatore di C3, la cui funzione è regolare la sensibilità del sensore touch; tale capacità può essere scelta fra 0 e 50 pF e tanto più è bassa, più sensibile diventa il sensore touch e viceversa.

L'uscita Q (OUT nello schema elettrico) pilota il transistor T1 attraverso una rete di temporizzazione che ci serve a determinare il ritardo di attivazione di rilascio dello stesso in corrispondenza delle variazioni di stato del piedino 1 dell'integrato, la cui modalità di funzionamento può essere scelta con il jumper connesso al piedino TOG.



L'uscita dell'U1 (OUT) è ritenuta attiva a livello alto, come si evince dal collegamento fisso a massa del piedino AHLB.

Quando il piedino 1 si porta a livello alto, il condensatore C2 inizia a caricarsi attraverso la resistenza R8 e trascorso un tempo pari a circa mezzo secondo il transistor va in saturazione, alimentando con il proprio collettore i 7 bipoli LED-resistenza limitatrice, posti tra loro in parallelo. Al ritorno a zero logico dell'uscita del TTP223N-HA6, fin quando l'elettrolitico rimane carico abbastanza da mantenere la tensione ai propri capi maggiore di 1,2 volt il transistor non torna interdetto, il che determina per qualche istante (circa 1 secondo) la permanenza della luce dei LED anche dopo il ritorno dell'uscita dell'U1 allo stato di riposo. Questo vale a prescindere dall'impostazione del jumper sul piedino TOG, fermo restando che nella modalità bistabile occorre attendere la scarica dell'elettrolitico C2 prima di sfiorare nuovamente l'elettrodo sensore, altrimenti lo stato dei LED non cambierà.

Il corpo illuminante vero e proprio di questo circuito è formato dai sette LED a luce bianca che sono tutti L128-4095HA35000B della Lumileds, di colore bianco neutro (temperatura di colore 4.000 K) che funzionano a una corrente diretta tipica di 65 mA con 3V di alimentazione, quindi a una potenza di 195 mW, emettendo un flusso luminoso di 29 lumen, con un'efficienza luminosa di 164,5 lm/W. Nel complesso, quindi, la lampada sviluppa un flusso luminoso di circa 210 lm a una potenza di poco inferiore di 1,4 watt.

L'intero circuito va alimentato a tensione continua e stabilizzata di 5 volt, richiedendo, quando i LED sono accesi, una corrente di 500 mA; la tensione di alimentazione va applicata ai contatti siglati + e - PWR e viene moltiplicata sui sei connettori CN1, CN2, CN3, CN4, CN5, CN6, il cui numero e la cui funzione si comprendono considerando la forma del circuito stampato, la quale è ad esagono regolare (con tutti i lati e gli angoli uguali) perché il circuito nasce come modulare e generico, sia per realizzare una lampada touch, sia, ad esempio, per realizzare pannelli con più unità interconnesse lungo i lati, toccando una o più aree dei quali è possibile fare illuminare zone specifiche.

REALIZZAZIONE PRATICA

Con questo, possiamo dire di aver spiegato quanto basta del funzionamento del circuito, pertanto passiamo dalla teoria alla pratica e vediamo come preparare il corpo illuminante touch-sensitive. Al solito abbiamo previsto un circuito stampato per ospitare i componenti richiesti, i quali sono tutti per montaggio superficiale (SMD) ad eccezione della morsettiera PWR che è tradizionale (THT) con passo 5 mm e che va montata per ultima. Il PCB è a doppia faccia e va preparato per fotoincisione dopo aver scaricato e stampato su carta da lucido o acetato le tracce lato rame scaricabili dal nostro sito Internet elettronica.in.it nella sezione del download dei file di questo numero della rivista. In alternativa è possibile farsi preparare il circuito stampato dal servizio di realizzazione PCB di Futura Elettronica, accessibile on-line alla

pagina web <https://ftrlink.it/pcb>.

Una volta in possesso del circuito stampato e dei componenti, potete iniziare il montaggio rammentando che trattandosi di elementi SMD, alcuni dei quali piuttosto piccoli, è utile disporre di un saldatore a punta fine, di filo di lega saldante di piccolo diametro (o pasta salda da deporre sulle piazzole in alternativa all'utilizzo del filo di stagno) di una pinzetta e una lente d'ingrandimento per posizionare bene i componenti nelle rispettive piazzole prima di saldarli.

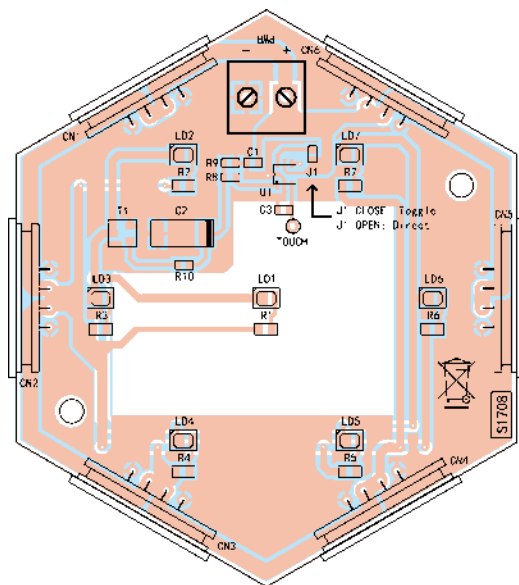
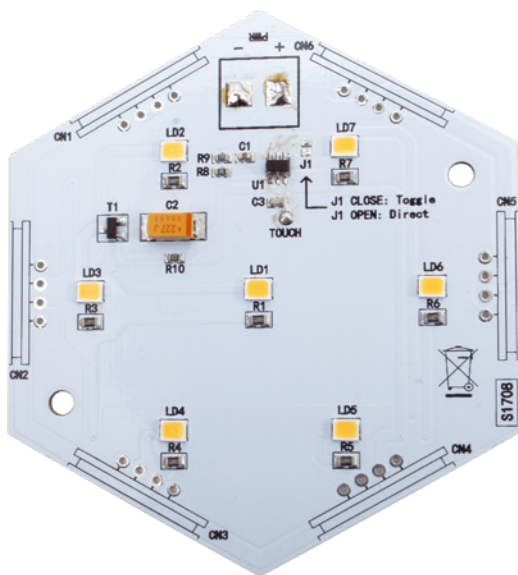
Nell'eseguire il montaggio iniziate con le resistenze e l'integrato, quindi proseguite con il transistor, i sette LED, i condensatori e infine montate i con-

nettori sui sei lati, ma solo se intendete realizzare un montaggio modulare: se vi basta una lampada singola, ignorateli. A fine delle saldature inserite e saldate nelle rispettive piazzole la morsetteria a passo 5 mm, sul lato superiore del circuito stampato.

Il ponticello, se vi occorre, dovete realizzarlo con una goccia di stagno da deporre sulle piazzole siglate J1, che nel nostro prototipo abbiamo unito per ottenere il funzionamento in modalità bistabile.

Per tutte le fasi del montaggio seguite il disegno di disposizione dei componenti proposto in queste pagine, che vi aiuterà nel giusto orientamento dei

piano di MONTAGGIO



Elenco Componenti:

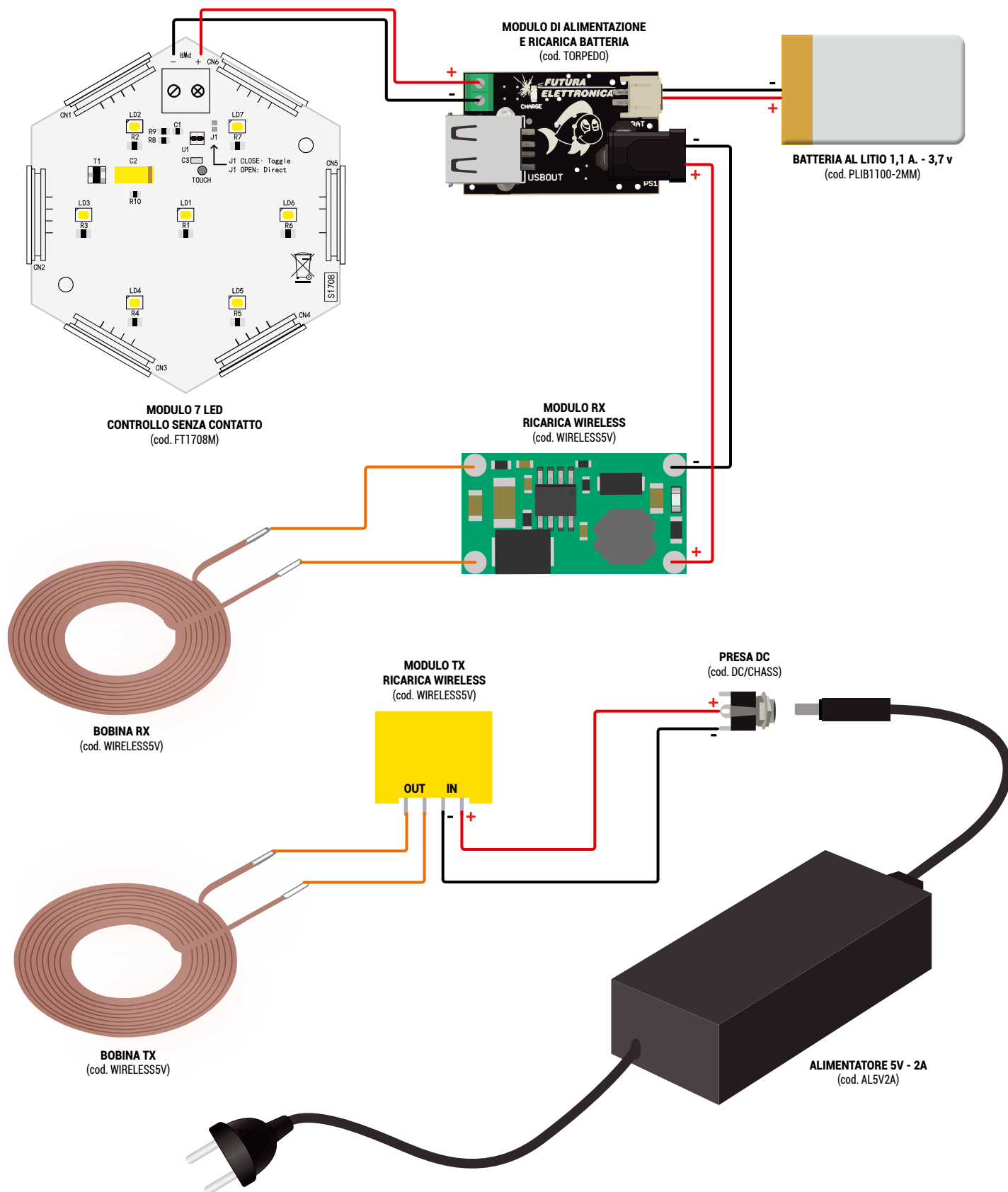
R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7: 68 ohm 0.33W (0805)
R8: 10 kohm (0603)
R9: 56 kohm (0603)
R10: 4,7 kohm (0603)
T1: BC817 (SOT23)
U1: TTP223N-HA6
LD1, LD2, LD3, LD4, LD5, LD6, LD7:
L128-4095HA35000B1 (2835)
C1: 100 nF ceramico (0603)

C2: 220 μ F 6.3 VL tantalio (6032-28)
C3: 27 pF ceramico (0603)

Varie:

- Pin strip Maschio 4 vie 90° passo 2.54 mm
- Pin strip Femmina 4 vie 90° passo 2.54 mm
- Spezzone filo rigido 35 cm 0.5mm
- Circuito stampato S1708 (66x76 mm)

schema di CABLAGGIO



componenti polarizzati, quindi transistor, integrato e condensatori elettrolitici, oltre che dei LED.

Una volta completato il circuito dovete pensare a quale elettrodo utilizzare; per il nostro prototipo abbiamo impiegato del filo di rame smaltato da 1 mm di diametro disposto a formare una spira del diametro esterno di 79 mm, il cui estremo è stato portato, opportunamente raschiato per liberarlo dello smalto, alla piazzola TOUCH dello stampato, dove è stato saldato. La spira l'abbiamo mantenuta sollevata di un paio di cm rispetto al piano della basetta. Vi suggeriamo di fare la stessa cosa, ma nulla vieta di provare altre sagome per l'elettrodo, come ad esempio una piastrina di lamiera di rame della superficie di una cinquantina di cm quadrati, incollata sul fondo di un coperchio di plastica e collegata alla piazzola TOUCH dello stampato tramite un corto spezzone di filo di rame in guaina. Una volta completato, il circuito è pronto per l'utilizzo, in quanto è di per sé completo e non richiede alcuna operazione di taratura preliminare; infatti si calibra automaticamente durante l'uso, per adattarsi al sensore e alle condizioni esterne.

Per funzionare, il circuito richiede un'alimentazione a tensione continua di 5 volt e una corrente di 500 mA circa. Il complesso andrà racchiuso all'interno di un contenitore in plastica bianca traslucida, ovvero in una lampada esistente, tenendo l'elettrodo dalla parte in cui dovrete toccare per accendere e spegnere il corpo illuminante: chiaramente non sopra la faccia del PCB che ospita i componenti, perché andreste a disturbare la luce emessa dai LED.

Nel nostro caso abbiamo realizzato un contenitore in PLA trasparente che verrà applicato alla sommità della lampada, anche questa stampata in 3D e di forma cilindrica. Tale blocco andrà collegato con i due fili di alimentazione alla parte di base, contenente il modulo Torpedo.

SE VOLETE UNA LAMPADA RICARICABILE...

Bene, sin qui vi abbiamo descritto il corpo illuminante con attivazione touch nudo e crudo, però vi abbiamo accennato al fatto che esso può costituire il cuore di una vera e propria lampada autonoma, portatile a batteria, ricaricabile anche in modalità wireless. Ebbene, vi spieghiamo come farlo, analizzando lo schema a blocchi del prototipo che abbiamo realizzato.

In pratica il circuito stampato è stato sistemato in un piccolo contenitore in PLA insieme all'elettrodo a spira, che poi va applicato al corpo cilindrico della lampada realizzando l'insieme proposto nella

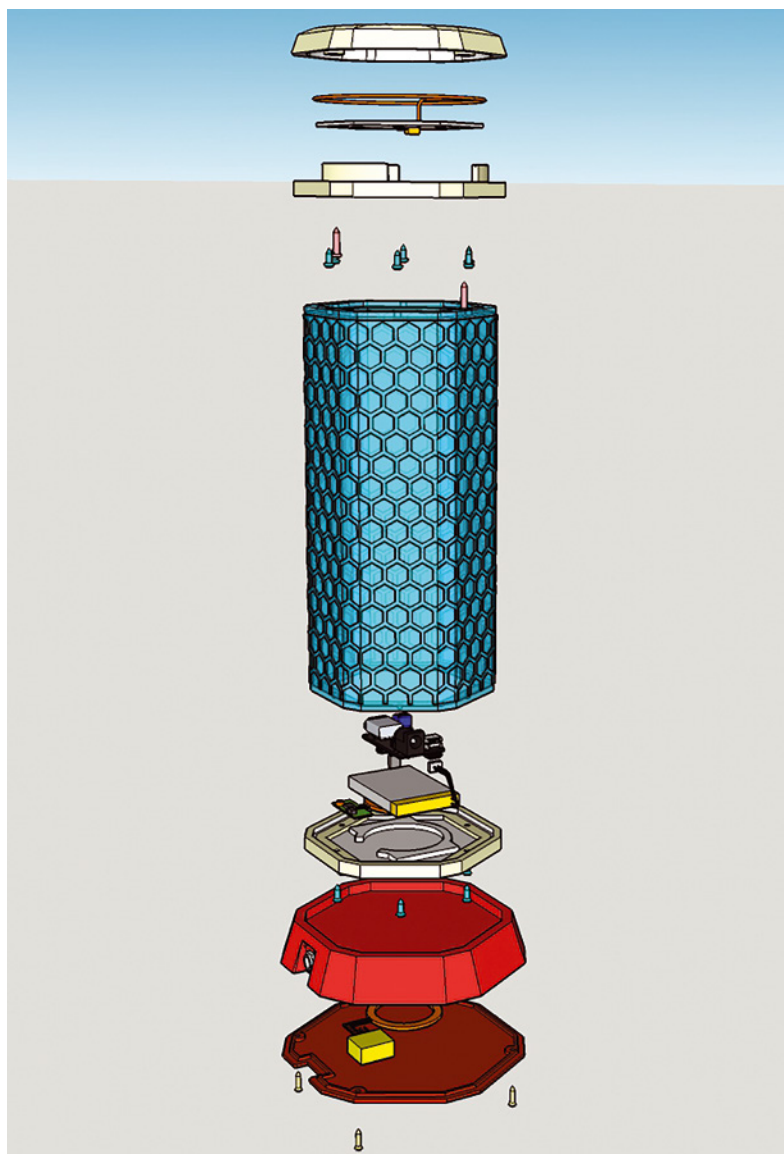
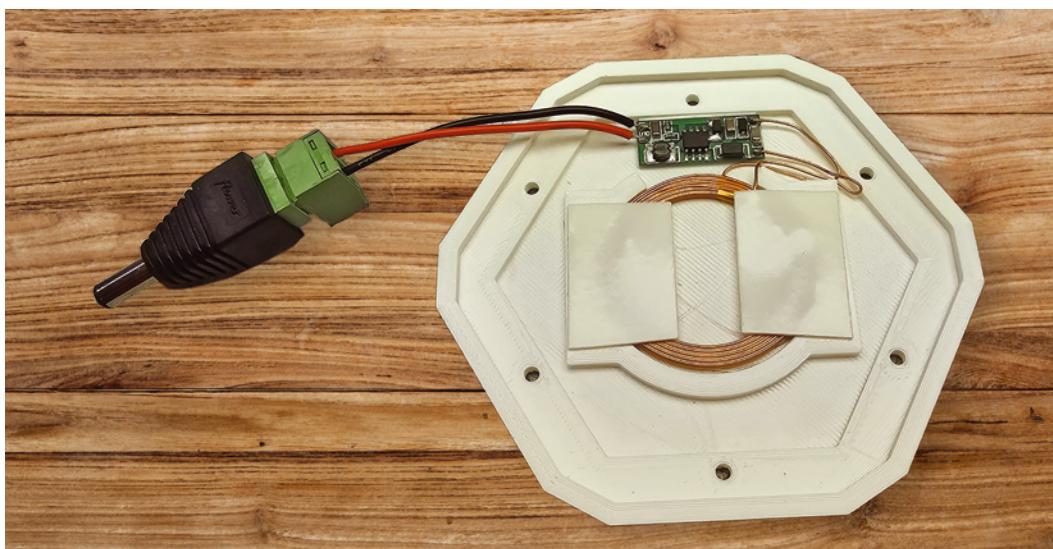


Fig. 2, che propone la vista in esploso dell'insieme, dalla quale si vede come il tutto stia in basso, diviso in due parti: la base per la trasmissione del campo elettromagnetico di ricarica e la parte ricevente contenente l'elettronica e i LED per produrre la luce.

Il circuito stampato del corpo illuminante a LED riceve alimentazione, attraverso la morsettiera +/- PWR, da un circuito regolatore di carica e gestore di batterie al litio a singola cella, il quale a sua volta viene alimentato da un circuito di carica wireless. Il regolatore di carica è il nostro Torpedo, che sostanzialmente è un alimentatore switching a configurazione SEPIC con caricabatteria per celle LiPo.

Fig. 2
Esploso della lampada a batteria basata sul nostro circuito.

Fig. 3
La bobina ricevente
per la ricarica
wireless.

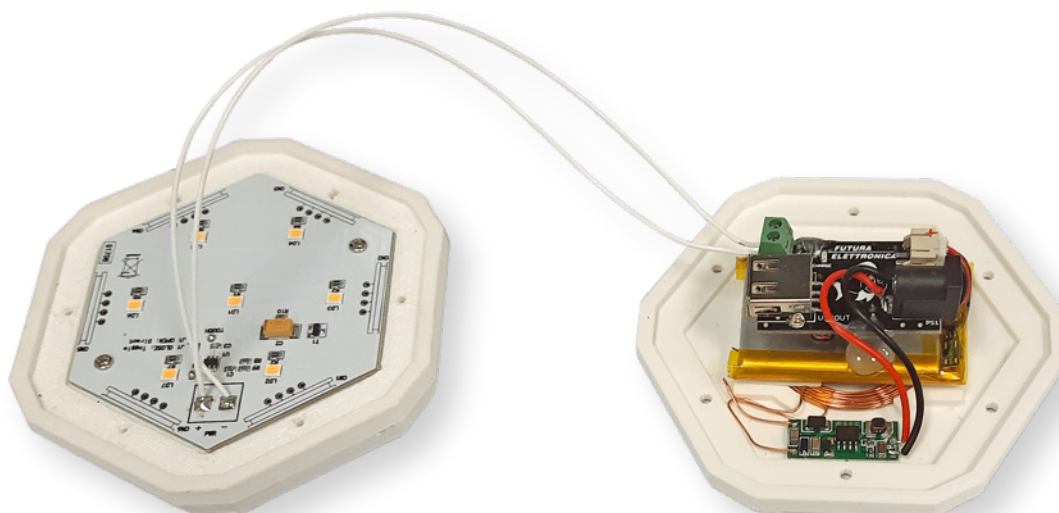


Dispone di tre differenti sorgenti di alimentazione (USB, batteria ed esterna); tensione in ingresso da 3 a 20 volt, corrente minima in uscita di 500 mA con possibilità di arrivare ad 1A ed oltre con sorgente esterna; efficienza di conversione oltre il 70%; caricabatterie per LiPo a singola cella incorporato; passaggio dall'alimentazione a batteria ad altra sorgente senza interruzione; uscita a 5 V con elevata stabilità al variare del carico e a basso ripple. Il caricabatteria è costruito attorno al noto integrato MCP73831-2, previsto per la carica di batterie LiPo a cella singola (1s) con tensione nominale di 3,7 volt (4,2V a fine carica). Un LED rosso indica lo stato della carica (acceso per batteria in carica, spento per batteria carica e spento o lampeggiante per batteria assente).

Connessioni dell'alimentatore: PWR è l'uscita, BAT l'attacco per la batteria, PS1 l'alimentazione principale e USB IN l'ingresso d'alimentazione da USB. La batteria che alimenterà la lampada è una LiPo da 1,1 Ah a singola cella, reperibile presso la Futura Elettronica (on-line su www.futurashop.it) con il codice PLIB1100-2MM.

A sua volta l'ingresso del circuito Torpedo è alimentato dal modulo ricevente di un kit di ricarica wireless il cui trasmettitore va inserito in una base in plastica che farà da supporto alla parte della lampada contenente il Torpedo e la batteria LiPo. Il kit è il WIRELESS5V della Futura Elettronica e consta di un'unità trasmittente da alimentare a 5Vcc (assorbe circa 600 mA) dotato di bobina di filo in rame smaltato che irradia il campo elet-

Fig. 4
Il corpo illuminante
(a sinistra) collegato
alla base di ricarica
wireless contenente
modulo ricevente e
bobina, più Torpedo
e batteria.



tromagnetico, con diametro di 4 cm e 1,8 mm di spessore, più un'unità ricevente da collegare al modulo Torpedo, che eroga 5Vcc e un massimo di 500 mA, dotata di bobina dalle analoghe caratteristiche elettriche e fisiche (dimensioni).

Affinché l'energia venga trasmessa nel modo ottimale, tra le due bobine deve esserci una distanza massima di 10 mm e chiaramente le due devono risultare ben sovrapposte, pena una perdita di energia nel trasferimento e un calo del rendimento al disotto del valore nominale del 90% dichiarato dal costruttore. Nel nostro progetto queste condizioni sono rispettate perché la base di ricarica e il blocco contenente la batteria e la bobina ricevente del sistema wireless sono appoggiati l'una sull'altra.

Nella **Fig. 3** potete vedere la base del corpo illuminante stampata in 3D, con la bobina ricevente applicata al fondo tramite nastro adesivo. La base contenente l'unità ricevente della ricarica wireless, il modulo Torpedo, la batteria LiPo e il corpo illuminante (ossia il PCB con i LED e il controller touch) è invece proposta nella **Fig. 4**, dove la lampada vera e propria è il contenitore bianco di forma esagonale stampato in 3D e connesso alla morsettiera d'uscita del modulo Torpedo con la piattina rosso-nera.

L'unità trasmittente del kit wireless prende quindi posto all'interno della base, con la bobina applicata alla parte superiore dove si appoggerà il corpo della lampada, ovvero la sua parte inferiore; in fondo a questa si monta la bobina ricevente collegata alla rispettiva unità del kit wireless, la cui uscita alimenterà la scheda Torpedo.

Il blocco di base contenente la sezione di alimentazione e la bobina trasmittente per la ricarica wireless è illustrata nella **Fig. 5**.

Sopra questo assieme si potrà collocare il basamento della lampada, che è la parte mostrata a destra nella **Fig. 4**, da collegare internamente al cilindro della lampada con due fili che alimentano il corpo illuminante, ovvero il nostro PCB, che andrà orientato con il lato riportante i LED rivolto verso l'alto. collegandolo con due fili all'uscita della scheda Torpedo.

Nel nostro prototipo, la scheda esagonale della lampada touch è stata applicata dietro la superficie esterna del contenitore stampato in 3D in PLA bianco, interponendo il contatto sensore, formato da un anello di filo in rame smaltato da 1 mm di diametro, saldato nella piazzola TOUCH del circuito stampato. Il PLA consente di trasmettere bene la luce prodotta dall'array di LED. L'anello di



La base assemblata contenente il caricatore.

filo che fa da sensore è applicato direttamente a ridosso della parete superiore e non disturba la luce emessa dai LED.

Una volta completato e verificato l'insieme, potete provarlo subito alimentandolo tramite la presa jack DC applicata al contenitore del modulo base con un alimentatore da rete capace di erogare 5Vcc e una corrente dell'ordine dei 600 milliampere; fatto ciò avvicinate la mano alla parte superiore del corpo contenente il circuito stampato con i LED e verificate che la lampada si accenda.

CONCLUSIONI

Con questo progetto vi abbiamo presentato un nuovo circuito integrato di grande versatilità, che si presta a realizzare interruttori touch-sensitive allo stato solido, applicandolo nel caso specifico al controllo di una fila di LED bianchi che utilizziamo per realizzare un corpo illuminante a diodi luminosi. Ma non solo, perché abbiamo pensato a una soluzione autoalimentata a batteria, ricaricabile tramite un sistema di ricarica wireless. ■



COSA OCCORRE ?

Codice	Descrizione	Prezzo € IVA inclusa
FT1708M	Modulo touch con LED	14,00
TORPEDO	Switching universale	16,00
PLIB1100-2MM	Batteria ai polimeri di litio 3,7 V 1100 mA	7,90
WIRELESS5V	Modulo TX+RX per ricarica wireless	13,00
AL5V2A	Alimentatore switching 5 Vdc / 2 A	8,50

IL MATERIALE VA RICHIESTO A:

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



Oscilloscopio palmare 1 canale - 200 KHz



Prezzo IVA inclusa.

€ 79,00

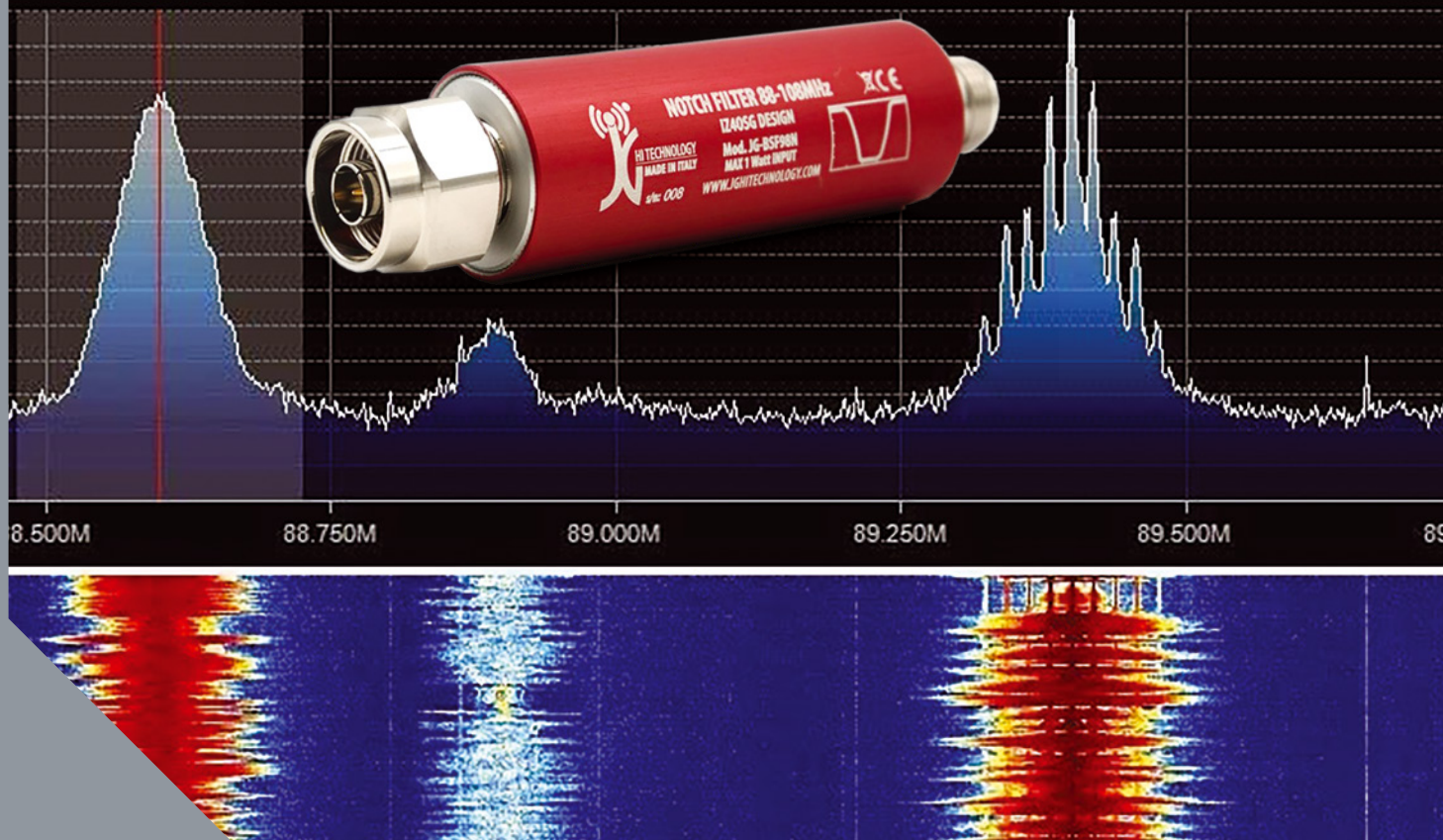
cod. DSO200

Dimensioni compatte, solo 99 x 69 x 20 mm! Dispone di display LCD a colori da 2,8 pollici con risoluzione di 320 x 240 pixel. Il DSO200 è alimentato da una batteria al litio integrata da 1000 mAh, ricaricabile tramite la porta USB di tipo C (cavo incluso). Il supporto ribaltabile a 90 gradi facilita l'uso su superfici piane. Sonde e accessori inclusi nella confezione.

- › Frequenza di campionamento: 2,5 Msa/s (milioni di campioni al secondo)
- › Sensibilità verticale: da 10 mV/Div a 20 V/Div
- › Base dei tempi: da 10 μ s/Div a 50 s/Div
- › Range tensione di test:
X1: 80 Vpp (-40 a 40 V)
X10: 800 Vpp (-400 a 400 V)
- › Accoppiamento: AC e DC
- › Calibrazione (onda quadra):
Frequenza: 1 kHz
Ciclo di lavoro: 50%
- › Tipo di trigger: fronte in salita o discesa
- › Modalità di trigger: automatica, normale, singola misurazione
- › Peso: 100 grammi

I RICEVITORI SDR E I FILTRI NOTCH

di LEONARDO SAMMARTANO



Gioie e dolori legati all'uso di un ricevitore a banda larga o larghissima a volte reso inutilizzabile dalla presenza di segnali molto forti che finiscono per renderlo sordo nei confronti di segnali che vorremmo ascoltare.

Il sogno di ogni appassionato di radioascolto è il ricevitore acchiappa tutto ovvero, un ricevitore che sia in grado di spaziare in un range di frequenze che vada dal kHz alle decine di GHz mantenendo sensibilità, selettività, ovviamente dotato di demodulatori e decoder che gli permettano di decifrare qualsiasi tipo di modulazione e codifica. Dimenticavo, che costi poco, sia leggero, compatto, trasportabile e con una autonomia pressoché infinita. Un sogno? Ormai no. Con l'avvento degli SDR (Software Defined Radio) quasi tutto quanto sopra descritto è stato infilato in scatole più o meno piccole con costi di acquisto che partono da qualche decina di euro in su. In queste mini-radio il grosso è fatto dal software che fa tutto quello che si può realizzare tramite un'equazione o un

processo di elaborazione e controlla l'hardware il quale il più delle volte proviene da prodotti sviluppati per l'elettronica di largo consumo. Ne derivano dei veri gioiellini i quali fanno cose che in precedenza venivano risolte a colpi di hardware ingombrante, tutt'altro che economico e spesso difficile da utilizzare. Il cambiamento è epocale e rispetto a trenta o quaranta anni orsono si può misurare in chilogrammi, litri di volume, ore di autonomia e migliaia di euro.

Fin qui tutto bello e affascinante ma, soprattutto se ci indirizziamo verso SDR dal costo contenuto, finiamo per parlare di ricevitori a conversione diretta (**Fig. 1**) dalla struttura abbastanza stringata ovvero, di un hardware in cui il grosso dell'amplificazione del segnale RF è fatta prima della conversione. Questo significa che non avremo più il circuito di sintonia in ingresso che cancella una gran parte dei segnali non desiderati e non avremo neanche lo stadio a frequenza intermedia che contribuisce pesantemente nel definire la larghezza di banda del nostro ricevitore. Amplificare senza o con scarsa discriminazione quello che entra dall'antenna ci fa trattare con lo stesso guadagno sia i segnali deboli che quelli forti con il rischio di saturare lo stadio di amplificazione. Considerando che uno dei punti forti di questi ricevitori è la capacità di coprire bande che vanno dalle onde lunghe alle SHF, diventa facile capire come in pratica sia pressoché impossibile impedire allo stadio di ingresso di amplificare anche le radio commerciali in FM (88MHz – 108MHz) o le emergenti trasmissioni DAB e DAB+ le quali girano allegramente per l'etere mentre noi cerchiamo

di ascoltare quel segnalino che a fatica supera il rumore di fondo.

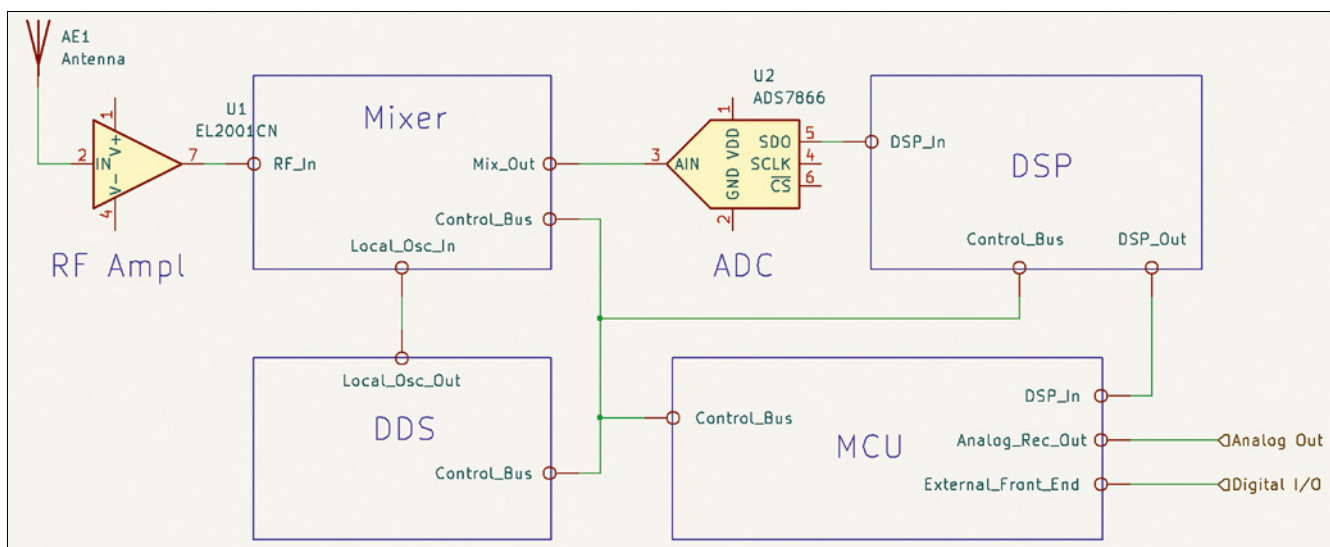
Una guerra persa con uno stadio preamplificatore che rischia continuamente la saturazione e i segnali deboli che finiscono sotto la dinamica del nostro ricevitore. A onor del vero va detto che alcuni SDR hanno fra antenna e preamplificatore dei filtri ma, se ci manteniamo su cose più o meno economiche, questi filtri hanno ben poca storia con i livelli con cui arrivano le "migliori" emittenti commerciali per cui, ecco che entrano in scena i filtri notch o soppressori di banda ed in particolar modo quelli che attenuano i segnali provenienti dalle frequenze commerciali (88MHz – 108MHz).

I FILTRI NOTCH

Ne esistono di varie forme e prezzi e spesso sono molto più costosi della nostra radio, ed ecco che si torna a guardare il solito prodotto "cinese" che costa veramente poco ma per il quale la documentazione tecnica è pressoché inesistente. Ed è così che abbiamo pensato di prendere un filtro blocca banda scegliendolo volutamente fra quelli più economici e sottoporlo a qualche prova (**Fig. 2**). Nessuna pretesa di fare una analisi approfondita e dettagliata del dispositivo e delle sue caratteristiche, solo una annusatina per farci un'idea su come si comporta sia in ricezione che in trasmissione. Per questo scopo abbiamo scelto di valutare l'attenuazione al passaggio delle diverse frequenze e l'SWR che lui dà una volta inserito nella linea d'antenna.

Le prove sono state effettuate nel range di frequenze compreso fra i 0,5MHz e i 900MHz

Fig. 1
Schema a blocchi
semplificato di un
SDR.



utilizzando un Nano VNA. Per i collegamenti fra lo strumento e il filtro sono stati utilizzati due cavi gemelli da 15cm con connettori SMA. Le misure sono tutte riferite ad una linea con impedenza 50 Ohm. Per il controllo dello strumento è stato usato il software NanoVNA-App versione 1.1.215 rilasciato da OneOfEleven e lo stesso software ha prodotto i diagrammi che abbiamo condiviso. Le misure sono state effettuate in scansione singola e ogni misura è stata ripetuta almeno tre volte per verificarne la stabilità. Per il campionamento si è scelto di utilizzare 1601 punti di misura (al posto dei 101 di default). Per agevolare il confronto fra i risultati ottenuti sono stati sistemati dei marker a frequenze costanti durante tutte le misure.

PRIMA DI INIZIARE

Lo schema elettrico rispecchia quanto possiamo trovare in qualsiasi manuale se parliamo di filtri notch. Nello schema noterete che non abbiamo messo i valori; la scelta è frutto di una serie di considerazioni non ultima quella che, trattandosi di un circuito realizzato con componenti SMD non marcati, per la determinazione del giusto valore dei componenti sarebbe stato necessario lo smontaggio, attività decisamente diversa da una semplice occhiata ad un prodotto finito. Le prime cose che appaiono evidenti sono: ingresso e uscita che possono essere entrambe disaccoppiati dalla continua tramite condensatori (il filtro utilizzato per le misure è accoppiato in continua); assenza di dispositivi per la limitazione delle tensioni ai capi del filtro; struttura del filtro basata su celle simmetriche. La simmetria del filtro è stata verificata strumentalmente e i valori ottenuti confermano la sua specularità. Quando cerchiamo di capire se possiamo utilizzare questo filtro in trasmissione ovvero, quando cerchiamo la potenza massima applicabile, difficilmente troviamo numeri chiari e anche quando crediamo di averli trovati questi richiedono un'interpretazione non sempre facile. In genere i costruttori/venditori indicano come potenza massima valori che vanno da pochi milliwatt ad un massimo di un Watt ma in nessuno dei casi esaminati fanno riferimento alla frequenza di test. Più avanti affronteremo meglio questo aspetto e scopriremo che non conoscere le tensioni di lavoro dei condensatori e le correnti massime sopportabili dalle induttanze di per sé rende impossibile determinare la potenza/SWR massimi applicabili al filtro ma, non sono gli unici elementi di cui do-

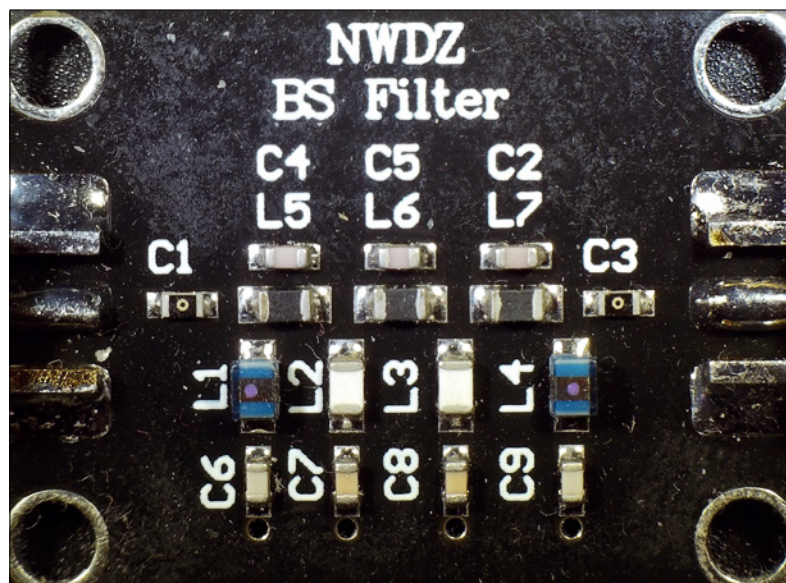
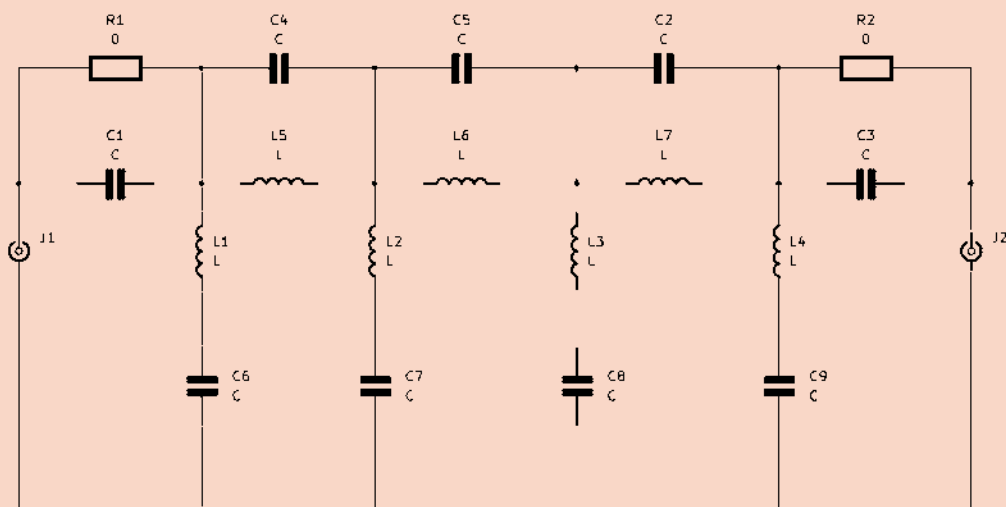


Fig. 2
Dettaglio dei
componenti
del filtro.

vremmo tener conto negli eventuali calcoli. In ogni caso, qualora si dovessero creare condizioni di sovraccarico del filtro, l'assenza di protezioni in ingresso e in uscita non ne impedirebbero il danneggiamento con conseguenze irreversibili. Per iniziare abbiamo dato un'occhiata a come il nostro filtro si comporta in una banda compresa fra i 500kHz e i 900MHz. In questo primo test abbiamo tracciato l'attenuazione e l'impedenza, successivamente controlleremo l'attenuazione e l'SWR considerandolo un dato più significativo quando si va in trasmissione. Il risultato ci dà immediatamente l'idea di quale è lo scopo dell'oggetto in esame: fermare il più possibile un gruppo di frequenze attenuando il meno possibile tutte le altre e devo dire che la prima impressione è decisamente favorevole (**Fig. 3**). Passiamo ora ad analizzarne il comportamento per fasce di frequenze più mirate. Parlando sempre di attenuazioni abbiamo scelto di esprimere queste con il loro modulo ovvero omettendo il segno per cui, ad esempio, 20db daranno una attenuazione minore di 70db. Questi stessi valori li trovate nei diagrammi con il segno meno davanti in quanto sono riferiti al valore di 0db. Il risultato non cambia: -70db rappresentano sempre una attenuazione maggiore rispetto a -20db mentre 0db rappresenta nessuna attenuazione.

88MHZ – 108MHZ E DINTORNI

Superata la piacevole emozione per gli oltre -53db in tutta la zona bassa della curva di attenuazione (in più punti siamo oltre i 70db) (**Fig. 4**), una



osservazione più attenta della curva ci dà i primi elementi di riflessione. Assumendo come 20db una attenuazione da considerare importante come effetto sulla ricezione, scopriamo che il nostro filtro fornisce questo livello di attenuazione già a 74MHz e si mantiene sotto ai 20 db (ovvero attenua più di 20db) sino ai 117MHz. Se ora assumiamo come soglia di attenuazione accettabile 3db quello che viene fuori è una finestra che si estende da 65MHz sino ai 200MHZ (**Fig. 5**) entro la quale l'inserimento del filtro nella nostra linea di antenna porterà effetti di riduzione del segnale

ma, andiamo avanti per provare a leggere meglio questi valori. Fermo rimanendo che comunque nella banda 88MHz – 108MHz abbiamo una attenuazione sempre inferiore ai 50db il che rende l'effetto di cancellazione delle broadcast decisamente buono, nelle frequenze comprese fra i 65MHz e i 74MHz con attenuazioni superiori ai 3db in discesa rapida verso i 20db l'ascolto non sarà certo dei migliori e così nel tratto di banda che va dai 74MHz agli 88MHz l'ascolto è da considerarsi praticamente impraticabile. Con questo taglio perdiamo la

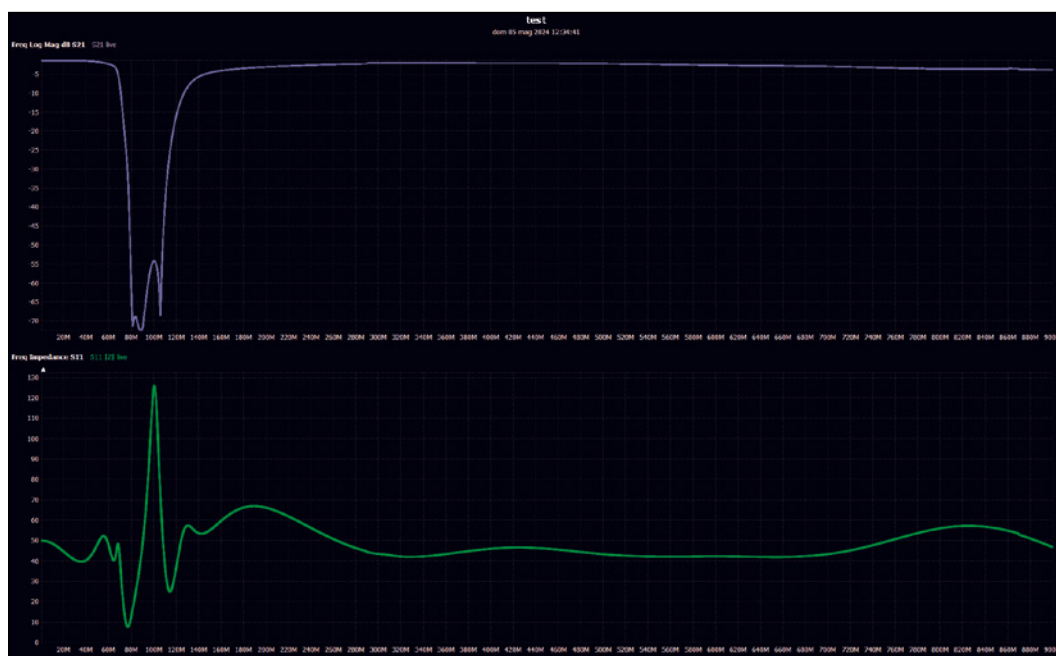


Fig. 3
0.5MHz to 900MHz -
Band pass e Z.

capacità di ascolto di bande che secondo il Piano Nazionale di Ripartizione delle Frequenze (MISE - PNRF) possono comprendere trasmissioni relative a Servizi di Emergenza, Soccorso Alpino e Radiofari Aeronautici (ILS). Nella parte alta ovvero dopo i 108MHz l'interpretazione della curva richiede qualche riflessione in più. Sopra i 108 abbiamo la banda aerea riservata ai VOR e agli ILS

(108MHz – 117.975MHz), di seguito la banda per le comunicazioni aeronautiche e i mezzi di localizzazione in emergenza (EPIRBs) che si estende dai 117.975MHz ai 137MHz.

Se usiamo lo stesso criterio usato in precedenza ovvero che sotto i 20db di attenuazione consideriamo l'ascolto impraticabile ne deriva che tutta la parte relativa alle trasmissioni VOR e ILS è da

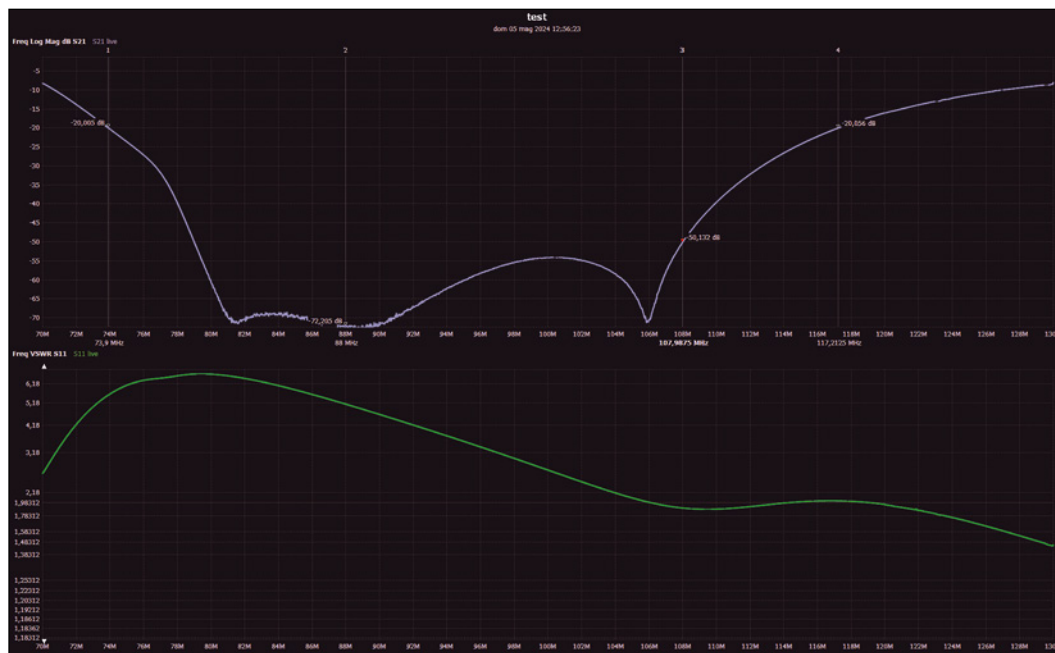


Fig. 4
88MHz-
108MHz
-20db.

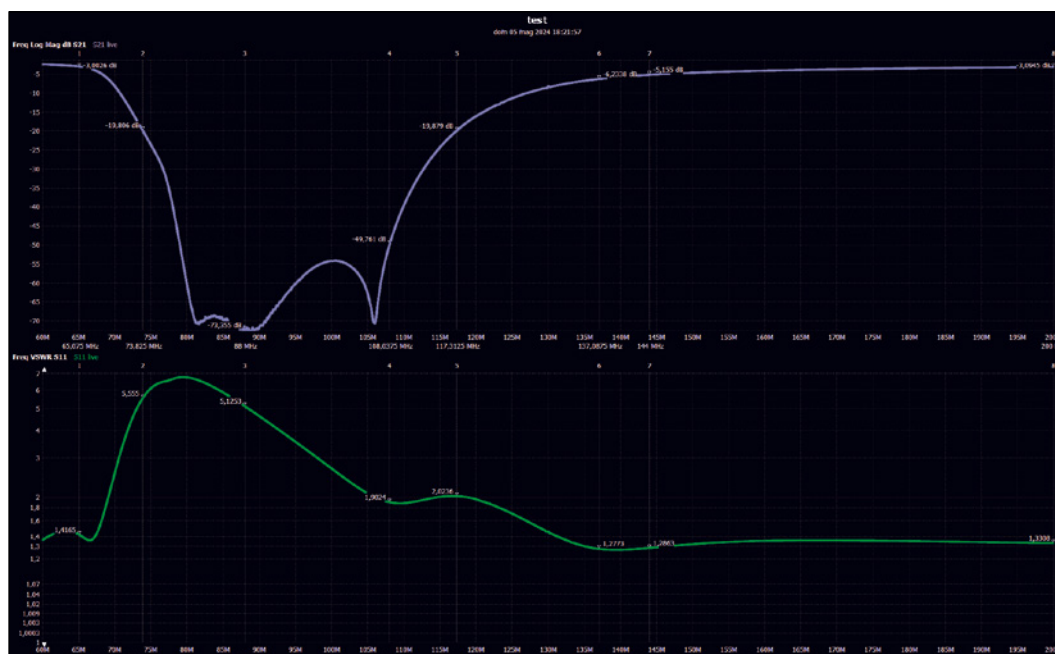
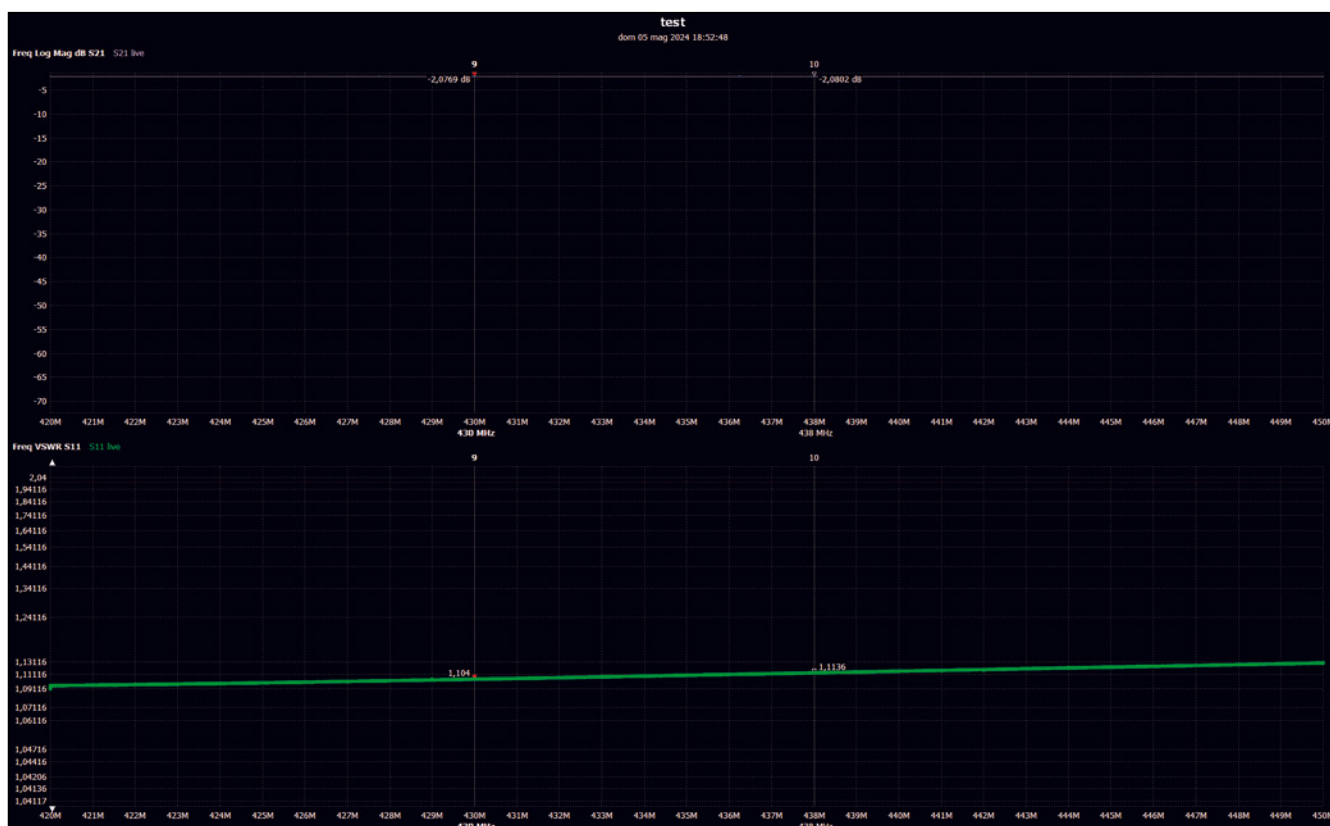


Fig. 5
65MHz-
200MHz -3db.

dare per persa. Questo, a meno di alcuni interessi molto specifici per questo tipo di trasmissioni, in effetti al radioascoltatore "medio" provoca poco fastidio ma, ora guardiamo cosa succede fra i 20db e i 3db ovvero fra i 117MHz e i 200MHz. A 117MHz inizia la banda aeronautica ovvero quel gruppo di frequenze normalmente utilizzato per le comunicazioni fra i diversi attori coinvolti nelle attività di volo e di gestione dei servizi a terra legati al volo. Il nostro filtro in questa banda si trova in piena curva di risalita passando dai 20db che offre a 117MHz ai 6db che attenua a 137MHz. Tradotto significa che se la nostra intenzione è fare ascolto in banda aeronautica questo filtro non è proprio la scelta migliore anzi, soprattutto per la parte bassa della banda potrebbe costituire un discreto problema all'ascolto mentre in alto con i suoi 6db non è che ci aiuti molto ma almeno i "danni" sono limitati. Questo significa che è meglio non inserirlo per fare ascolto in questa banda? La risposta dipende molto da dove siete quando fate ascolto perché, se siete in pieno centro di Roma o di Milano dove i segnali delle emittenti commerciali in FM la fanno da padrone perdere 10db sul segnale da ascoltare ma depotenziare di 40 o più db i segnali che ci

saturano il ricevitore comunque può costituire una condizione di vantaggio per l'ascolto ma, se fate ascolto da un eremo o da una valle in cui neanche Radio Maria vi raggiunge... lasciate stare il filtro e godetevi i frutti della vostra antenna. Continuando nella nostra analisi passiamo a vedere l'influenza del filtro nelle frequenze superiori alla banda aeronautica. Fra i 137MHz e i 144MHz troviamo sempre secondo il PNRF, frequenze dedicate alle comunicazioni terra - satellite - terra; queste frequenze sono principalmente destinate alla meteorologia, alle comunicazioni mobili via satellite, a operazioni spaziali e alla ricerca. In questo lasso di frequenze il filtro introduce una perdita che va dai 6db ai 5db. Siamo finalmente giunti nella banda riservata ai radioamatori che va dai 144MHz ai 146MHz: qui il contributo negativo del filtro può essere considerato praticamente costante e pari a 5db. Sulla valenza o opportunità di inserire questo filtro per l'ascolto delle frequenze amatoriali in VHF e delle bande che vanno dai 146MHz ai 200MHz vale la considerazione precedente relativa alla vostra posizione e all'influenza che hanno le trasmissioni commerciali in FM sul vostro ascolto.

Fig. 6
420MHz-450MHz
-2db.



OLTRE I 200MHz

Sopra i 200MHz la perdita di inserzione si può considerare pressoché costante e pari o inferiore a 3db. In particolar modo nelle bande UHF riservate ai radioamatori (430MHz – 434MHz e 435MHz – 438MHz) abbiamo 2db di attenuazione che può essere considerata bassa anche se non nulla (Fig. 6).

SOTTO I 65MHz

Le prestazioni in questo spazio di frequenze sono decisamente tranquillizzanti. Con un solo db di perdita l'inserimento del filtro in fase di ascolto non può che portare vantaggi.

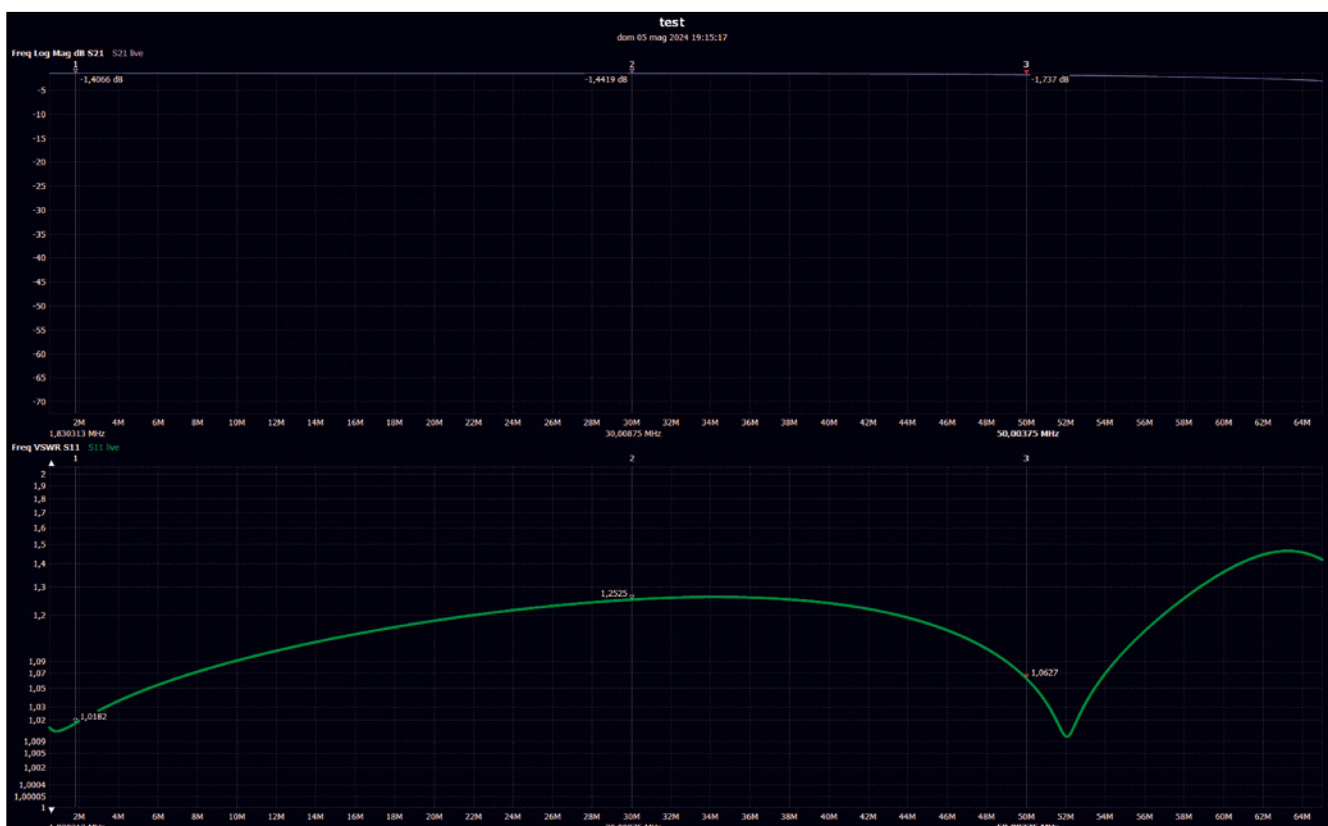
ANDIAMO IN TRASMISSIONE

Prima di procedere è doveroso ricordare che l'uso improprio di frequenze non destinate alle trasmissioni amatoriali può mettere in pericolo la vita umana; che per andare in trasmissione servono apposite licenze e autorizzazioni; che in generale l'uso improprio di apparecchiature trasmettenti è punito per legge con sanzioni e pene che variano in virtù della tipologia dell'abuso effettuato. Tornando a noi, al di là di quanto dichiarato (o non

dichiarato) dal costruttore/rivenditore, quant'è la potenza massima applicabile a questo tipo di filtri? O meglio, cosa determina questo valore e, una volta determinato è sempre uguale?

Il filtro è un dispositivo che cambia il suo comportamento in funzione della frequenza che gli si presenta in ingresso e, il suo cambiare fa sì che alcune frequenze passino attraverso i suoi circuiti senza essere attenuate (o quasi) mentre altre vengono intrappolate e la loro energia completamente dispersa dai circuiti, così che in uscita non vi sia più traccia di loro (o quasi). Questo accade in fase di ricezione (quando i segnali sono microscopici e vanno dall'antenna all'apparecchiatura) e in fase di trasmissione (quando il segnale ha dimensioni rilevanti e va dall'apparecchiatura all'antenna). Per stabilire la potenza massima applicabile, oltre a conoscere tensioni e correnti di lavoro dei diversi componenti è doveroso conoscere la frequenza a cui intendiamo trasmettere. Facciamo due esempi puramente teorici, mantenendo costante la potenza di uscita del nostro trasmettitore immettiamo nel filtro prima una frequenza che non viene attenuata e successivamente una che corrisponde al massimo livello di attenuazione del filtro; cosa

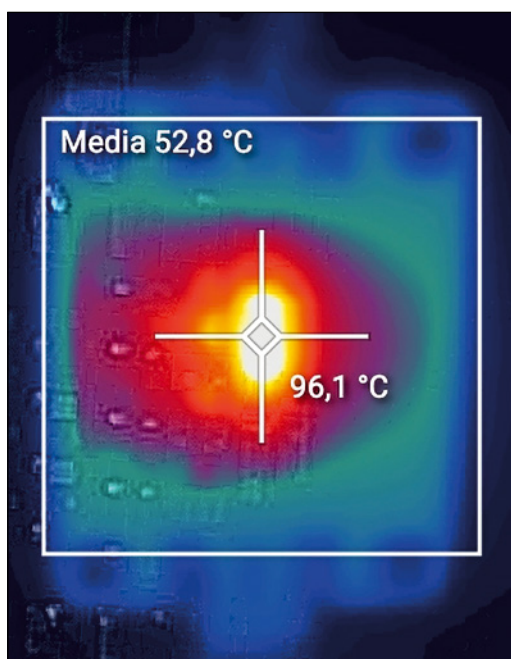
Fig. 7
0.5MHz-
65MHz -1db.



→ **Tabella 1**
Attenuazioni in
tensione e potenza
per db.

DB	PERCENTUALE DI ABBATTI- MENTO DELLA TENSIONE	PERCENTUALE DI POTENZA TRASFERITA	PERCENTUALE DI POTENZA NON TRASFERITA
1	10,873	79,428	20,571
2	20,571	63,091	36,908
3	29,228	50,125	49,874
4	36,908	39,808	60,191
5	43,757	31,625	68,374
6	49,874	25,119	74,880

→ **Fig. 8**
145,5MHz 2W
termografia dopo
30".

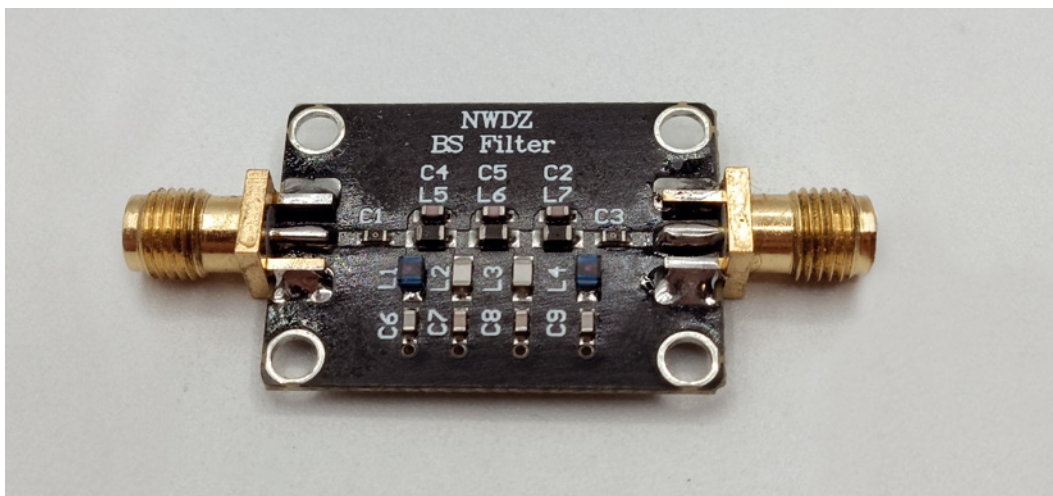


accade nel primo e nel secondo caso?

Nel primo caso il filtro si presenterà come un conduttore privo di perdite per cui dovremo considerare la sua capacità di trasferire correnti (componente serie) e la capacità dei suoi elementi isolanti di sopportare tensioni (elementi parallelo). Non attenuando, l'energia immessa sarà completamente trasferita in uscita senza la produzione di calore da parte dei componenti del filtro e se i valori di I e V risulteranno all'interno dei limiti costruttivi nessun danno sarà prodotto.

Nel secondo caso tutta l'energia immessa verrà trattenuta dal filtro e per semplicità la possiamo considerare interamente trasformata in calore ovvero, il filtro si trasformerà in una specie di carico fittizio dove tutto quello che entra diventa calore. In questo caso la potenza dissipabile dai componenti si aggiunge a tensione e corrente nella determinazione della potenza massima applicabile. Considerando che noi misuriamo l'attenuazione in db, la **Tabella 1** ci aiuta a comprendere ai diversi

→ Il filtro notch
esaminato.



livelli di attenuazione rispetto alla potenza applicata ovvero quanta potenza rimarrà nel filtro e quanta invece verrà trasferita. La stessa tabella ci fornisce anche la percentuale di abbattimento dei livelli di tensione.

Se pensate di andare in trasmissione dovreste essere autorizzati ovvero dovreste essere dei radioamatori (le altre persone autorizzate a trasmettere non per finalità radioamatoriali non credo si rivolgeranno a prodotti di questo tipo per realizzare una linea di trasmissione) e le frequenze utilizzabili a questo punto sono note.

Rileggendo i dati precedentemente esposti vediamo che la massima perdita nelle bande radioamatoriali l'abbiamo intorno a 144MHz con circa 5db ovvero, in maniera approssimativa dobbiamo attenderci una perdita in potenza che si aggira sul 70%.

Se a questo punto ipotizziamo di uscire con 1W ecco che 0,7W si "perderanno" nel filtro.

I componenti del filtro in esame sono SMD di dimensione 0603 e 0805. In linea generale sono componenti in grado di dissipare non più di 0,5W. Per quanto la circuizione faccia sì che la dissipazione di potenza non sia concentrata su di un solo elemento, è chiaro che siamo prossimi alle condizioni limite.

Per verificare nella realtà quello che succede al nostro filtro, gli abbiamo immesso 2W alla frequenza di 145,5MHz collegando all'uscita un carico fittizio.

Dopo 30 secondi sui componenti del filtro abbiamo rilevato una temperatura oltre i 96° (**Fig. 8**). Successivamente abbiamo ripetuto la stessa prova questa volta utilizzando la frequenza di 433MHz, rilevando sugli stessi componenti la temperatura di circa 32° (**Fig. 9**).

Ovviamente questo modo di affrontare il problema è molto semplificato e ci scusiamo con i teorici e i puristi per lo scempio che abbiamo effettuato nei confronti dei testi sacri e delle tavole delle leggi che trattano l'argomento ma, lo abbiamo detto all'inizio, questa è un'occhiata, uno sguardo tanto per capire e non uno studio e come tale ha le sue licenze poetiche e le sue approssimazioni.

CONCLUSIONI

Se intendiamo usare questo filtro per fare radio ascolto, a meno della porzione di frequenze dove la perdita di inserimento supera i 6 db, otterremo sicuramente dei vantaggi in termini di riduzione della saturazione del circuito di ingresso con possibile miglioramento dell'ascolto.

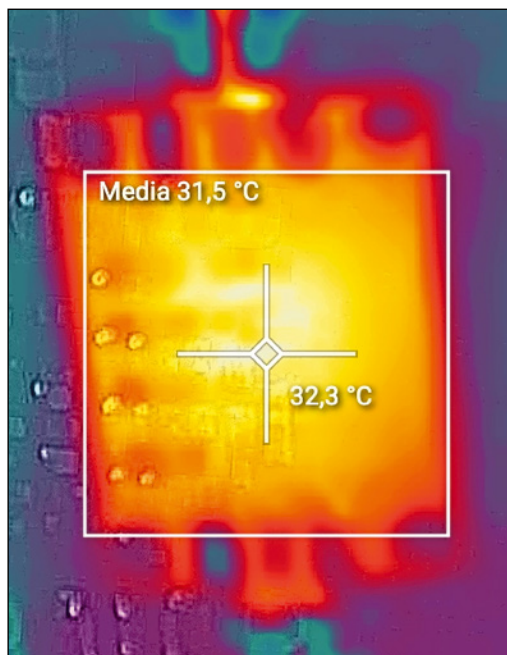


Fig. 9
433MHz 2W
termografia
dopo 30".

Per la porzione di frequenze dove la perdita di inserzione si mantiene fra i 6 db e i 20 db la scelta se inserirlo oppure no è fortemente influenzata dalle condizioni di ascolto, mentre per quanto riguarda la soppressione delle trasmissioni riferite alla banda FM commerciale possiamo affermare che i risultati sono più che soddisfacenti anche considerando il costo del dispositivo.

Per l'uso in trasmissione, possiamo dire che, per le frequenze intorno ai 145MHz sarebbe preferibile escluderlo e comunque che non è il caso di utilizzarlo con potenze di uscita superiori ad 1W. Per l'uso nella banda dei 70cm (433MHz), pur riducendosi drasticamente le perdite, l'utilizzo di potenze comprese fra i 3W e 5W è da considerarsi un limite. Va ricordato che questi valori sono stati dedotti con l'utilizzo di un carico fittizio ovvero in condizioni di SWR prossime a 1, all'aumentare del SWR le cose peggiorano e le potenze trasferibili dal filtro senza danneggiamento diminuiscono.

Un'ultima nota: se pensate di utilizzare questo filtro su apparecchiature portatili valutate la possibilità di sostituire uno dei due connettori SMA femmina con un SMA maschio sempre da circuito stampato; questa semplice modifica vi permetterà di inserire il filtro fra l'apparecchiatura e l'antenna (in genere un gommino) senza ulteriori adattatori rendendo il dispositivo più compatto e pratico da usare. □

Monitor industriali a colori touch screen da 10"

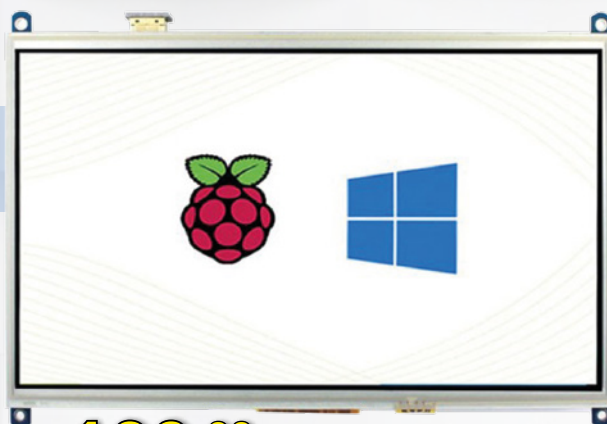


Cod. 10INCHHDMI2

€ 169,00

Display touch screen 10.1" capacitativo
con uscita audio – 1024×600 pixel

Connettività HDMI versatile, e tecnologia IPS per colori vividi. Touch a 10 punti per interazioni avanzate e incollaggio ottico per una maggiore leggibilità. Compatibile con Raspberry Pi, PC e Game Console. Alimentazione: 5 Vdc – 750~900 mA. Dimensioni: 236x144 mm.

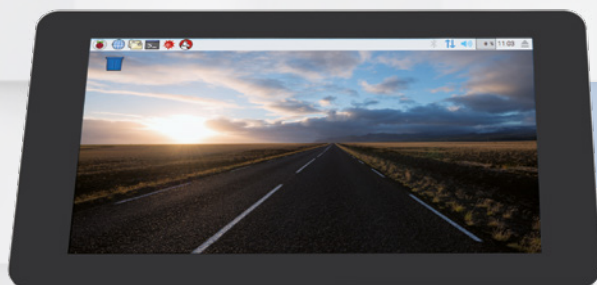


Cod. 10INCHRES

€ 129,00

Display touch screen 10" resistivo
1024×600 pixel con ingresso video HDMI

Particolarmente indicato per Raspberry Pi, può essere utilizzato anche come un monitor di un computer, proprio come qualsiasi altro schermo generico HDMI. Alimentazione: 5 Vdc – 2 A. Dimensioni: 235x161x12 mm, peso: 495 grammi.



Cod. 10INCHHDMI

€ 185,00

Display a colori touch screen 10"
1280 x 800 pixel con case

Risoluzione di 1280x800 pixel. Particolarmente indicato per Raspberry Pi 3 / 2 / B + / A + / B. Il monitor viene fornito con una scheda di controllo dotata di ingresso HDMI, VGA e AV (CVBS). Alimentazione: 5 Vdc – 300~750 mA. Peso: 1200 grammi.



Cod. 10INCH_HD

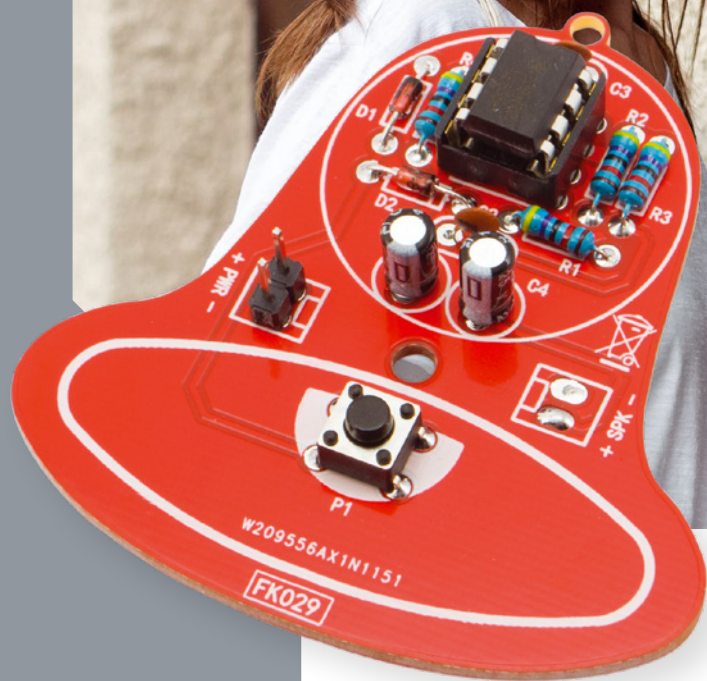
€ 198,00

Display touch screen 10.1" capacitativo
1920x1200 pixel con uscita audio e speaker

Display LCD capacitativo da 10,1 pollici con audio e 2 speaker integrati. La connettività HDMI consente il collegamento a una vasta gamma di dispositivi. Particolarmente indicato per schede Raspberry Pi, Jetson Nano, PC e console; è adatto per una vasta gamma di progetti e applicazioni, dallo sviluppo embedded o come display di alta qualità per il PC. Alimentazione: 12 Vdc – 2A. Peso: 670 grammi.

Richiedi la quotazione per 5/10/20.... pezzi

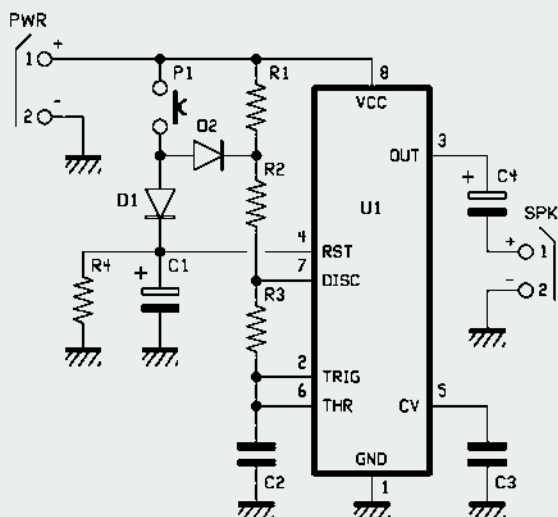
CAMPANELLO ELETTRONICO



di **DAVIDE SCULLINO**

Avvisatore acustico bitonale che quando si preme il pulsante alla porta produce il classico "din-don" la cui durata è impostabile a piacimento.

Da parecchio tempo ormai, ossia da quando l'elettronica è diventata popolare e alla portata di tutti, è difficile trovare un campanello elettromeccanico, con elettromagnete e martelletto, infatti in quasi tutte le case troviamo avvisatori acustici allo stato solido, capaci di riprodurre sequenze di note che spaziano dalle più semplici fino a veri e propri motivi musicali. Del resto, sebbene sia un po' più complesso di quello tradizionale, il campanello elettronico ha il pregio di essere più robusto e duraturo, oltre che maggiormente versatile. In passato vi abbiamo già proposto campanelli elettronici utilizzabili sia come tali per segnalare "qualcuno alla porta" sia come generici avvisatori acustici impiegabili in una sala d'attesa per indicare che si può entrare in una stanza.



Torniamo adesso sull'argomento con un circuito tanto semplice quanto utile, basato sull'immane e sempreverde timer NE555, che implementa un campanello bitonale dove la prima nota dura quanto la pressione del pulsante di comando e la seconda, di frequenza chiaramente differente, ha durata fissa, stabilita da una rete di temporizzazione basilare.

SCHEMA ELETTRICO

Andiamo subito a vedere di cosa si tratta, descrivendo lo schema elettrico che meglio d'ogni altra cosa espone sia la semplicità, sia le funzionalità del campanello bitonale. Il cuore, come accennato, è il timer 555, che in questa applicazione funziona come multivibratore astabile: non potrebbe essere diversamente, dal momento che ci serve generare due note acustiche. Per ottenere il funzionamento descritto poc'anzi, andiamo ad attivare il bistabile con un pulsante, che fin quando viene premuto alimenta sia la rete di temporizzazione dell'astabile, sia un "serbatoio" di elettricità che concretamente è il condensatore elettrolitico C1. Rilasciando il pulsante, la rete di temporizzazione del 555 viene alimentata proprio dalla linea di alimentazione positiva ma C1, fin quando non si scaricherà presentando fra le armature una tensione insufficiente a mantenere il funzionamento dell'astabile, terrà il piedino di reset a livello alto, di fatto lasciando funzionare il 555. Vediamo in maniera più approfondita come funziona questo circuito, riepilogando cosa contiene il 555 e in che modo funziona la configurazione da multivibratore astabile, che qui proponiamo in versione a due modalità.

Ci sarà d'aiuto lo schema a blocchi dell'integrato, proposto nella **Fig. 1**, dalla quale vediamo che il componente contiene due comparatori con riferimento di tensione ottenuto da un partitore a scala di tre resistenze, disposto in modo che quello in alto abbia l'ingresso non-invertente collegato al piedino di Threshold (THR) ovvero al 6 e quello inferiore si trovi invece l'input invertente portato all'esterno mediante il pin 2 (TRIG) ossia quello che fa da trigger.

Il partitore di tensione fornisce il riferimento di tensione per l'operazionale superiore all'ingresso invertente e per quello inferiore al non-invertente. Il nodo tra la prima e la seconda resistenza (dall'alto) del partitore multiplo di riferimento dei due comparatori (alimentato, come il resto degli stadi interni al 555, dal piedino 8) viene portato all'esterno tramite il piedino 5 (CV, Control Voltage) e ciò permette di alterare le tensioni di riferimento dei comparatori, così da controllare con una tensione esterna la frequenza di lavoro nella configurazione astabile (operando lo spostamento di frequenza come si fa nei VCO, ossia gli oscillatori controllati in tensione) oppure la durata degli impulsi in quella da timer (monostabile). Comunque per gli scopi di questo progetto non ci interessa gestire il piedino 5, che semplicemente filtriamo con il condensatore C3, conformemente alle indicazioni del costruttore, così da avere un funzionamento più stabile del 555 e note di frequenza stabile.

Le uscite dei comparatori interni al 555 entrano una nel RESET (quella del comparatore superiore) e nel SET (comparatore inferiore) di un flip-flop di tipo RS, la cui uscita diretta (Q) va a livello alto (corrispondente a circa il potenziale del piedino 8) quando il SET è a livello alto, ovvero assume lo zero logico se SET è posto a circa zero volt. L'uscita presenta un comportamento esattamente opposto quando ad essere stimolato è l'ingresso RESET, il quale, posto a livello logico alto, resetta il flip-flop, intendendo con ciò che ne azzerà lo stato di Q. Il flip-flop ha anche un'uscita complementata ($\bar{Q}$), la cui condizione logica è l'inverso di quella Q; nel 555 è collegata, tramite una resistenza, alla base di un transistor NPN configurato ad open collector il cui emettitore è connesso a massa e il collettore al piedino DISCH (Discharge, 7). L'uscita diretta, Q, è invece collegata al piedino OUT (3) dell'integrato attraverso un buffer interno push-pull, capace di erogare un massimo di 200 mA, che ci bastano nella nostra applicazione per pilotare il piccolo altoparlante.

Il negativo di alimentazione, vale a dire la massa di riferimento del 555 corrisponde al piedino 1, mentre al 4 (RST) è connesso il reset del flip-flop, che permette di resettare forzatamente il circuito dall'esterno applicando un livello logico basso, come viene fatto a regime nel nostro circuito. Ciò detto, vediamo che nello schema elettrico il 555 è configurato come astabile, dato che troviamo una resistenza tra i piedini 4, 8 e 7, un resistore tra 7 e 2,6 ed un condensatore tra questi ultimi e massa. Nel nostro caso la resistenza inserita tra i pin 4,8 e 7 (che chiameremo R_a nella formula con cui calcoleremo la frequenza generata dall'astabile) può essere scelta dal fatto che il pulsante sia o meno premuto. Più esattamente, con P1 premuto una porzione della R_a (la resistenza $R1$) viene idealmente cortocircuitata dal diodo D1, mentre con il pulsante rilasciato la resistenza vista tra il positivo e il piedino 7 è la somma di $R1$ ed $R2$.

Per farvi capire come funziona il campanello, ossia in che modo produce i due suoni, analizziamo il funzionamento del 555 immaginando che al momento dell'alimentazione tutti i condensatori siano scarichi: trascurando le vicende di $C2$, che entrerà in gioco in un secondo momento, vediamo che l'elettrolitico $C1$, scarico, tiene a zero logico l'input di reset, quindi blocca il funzionamento dell'astabile. Infatti, sebbene la condizione iniziale del circuito veda i piedini 2 e 6 a circa zero volt e quindi l'uscita del comparatore inferiore a livello alto, il che porta nella medesima condizione l'ingresso di SET del flip-flop, l'uscita Q non

può andare a livello alto perché il flip-flop viene mantenuto resettato. Questo significa che l'uscita /Q si porta a livello alto mandando in saturazione il transistor NPN internamente collegato con il proprio collettore al piedino DISCH e quindi il condensatore $C2$ scarico. Questa condizione permane fintantoché $C1$ non viene caricato ad almeno $1/3$ del potenziale di alimentazione. Quando si preme il pulsante P1 accadono due cose: tramite il diodo D1 viene caricato quasi istantaneamente l'elettrolitico $C1$ e il piedino di reset viene posto a livello, alto, il che sblocca il funzionamento dell'astabile; tramite il diodo D2 viene bypassata la resistenza $R1$ e il multivibratore funzionerà con la sola $R2$ inserita, almeno in teoria. A questo punto $C2$ inizia a caricarsi attraverso la corrente che fluisce nella serie di R_a (la resistenza inserita tra il positivo e il piedino 7) e $R3$ fin quando la tensione fra le sue armature supera quella di soglia del comparatore inferiore, che è pari a $1/3$ di quella applicata al piedino 8.

Ora l'uscita del suddetto comparatore si porta a zero logico e libera il SET del flip-flop, la cui uscita rimane comunque a livello alto fin quando la tensione ai capi su $C2$, continuando a crescere, non si porta a un valore superiore ai $2/3$ della tensione di alimentazione del 555, ovvero alla soglia di commutazione del comparatore superiore. Quando ciò accade, l'uscita del comparatore superiore si porta a livello logico alto e resettta il flip-flop, la cui uscita diretta passa a zero logico mentre la /Q si porta a livello alto, mandando in saturazione il transistor interno collegato al

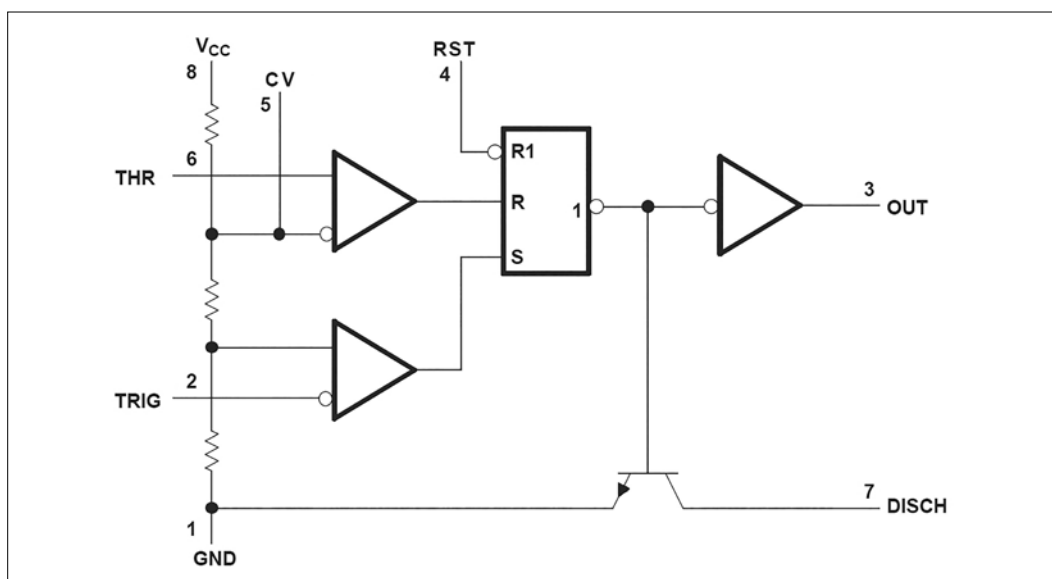


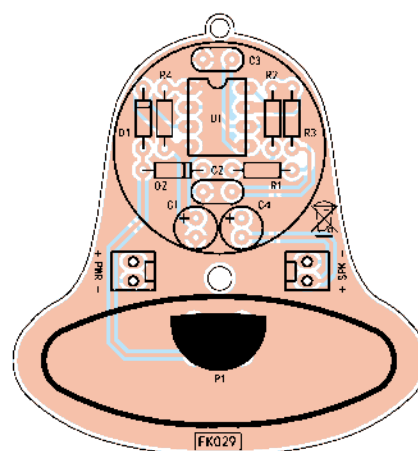
Fig. 1
Schema
interno
del timer 555.

Elenco Componenti:

R1, R2, R3, R4: 47 kohm
 C1, C4: 10 µF 25 VL elettrolitico
 C2, C3: 10 µF ceramico
 D1, D2: 1N4148
 P1: Microswitch
 U1: NE555

Varie:

- Zoccolo 4+4
- Altoparlante 8 ohm 250 mW
- Pin Strip maschio 2 vie
- Filo Rosso 5 cm
- Filo Nero 5 cm
- Circuito Stampato FK029 (55x56 mm)



piedino 7, il quale attraverso Ra scarica C2. La situazione rimane questa fin quando la tensione su C2 non scende al disotto della soglia di commutazione del comparatore inferiore, allorché l'uscita di quest'ultimo torna a livello logico alto e setta il flip-flop, che riporta Q a 1 logico e /Q a zero. In questa condizione il condensatore riprende a caricarsi perché il piedino 7 torna a comportarsi come un circuito aperto. La carica avviene nuovamente fino a 2/3 della tensione applicata tra i piedini 1 e 8 del 555, quindi il ciclo ricomincia. Per effetto di ciò abbiamo l'uscita OUT dell'integrato che si mantiene a livello alto nel periodo che serve al C2 affinché la tensione ai suoi capi passi da 1/3 a 2/3 della tensione di alimentazione e a livello basso (zero volt circa) nel tempo che trascorre da quando C2, in fase di scarica, vede calare la tensione ai propri capi da 2/3 della tensione di alimentazione ad 1/3. I tempi dipendono dai valori della R1 e della resistenza inserita fra il piedino 7 e 2, 6 dal pulsante che viene premuto; con essi varia la frequenza generata dall'U1, che vale:

$$f = 1,44 / C2 (Ra + 2 \times R3)$$

Fintantoché il pulsante è premuto, il valore della Ra si può considerare pari a quello della sola R2, quindi la frequenza dell'onda rettangolare disponibile al piedino 3 è pari a:

$$f = 1,44 / C2 (R2 + 2 \times R3)$$

Sostituendo i valori dei componenti otteniamo:

$$f = 1,44 / 10 \text{ nF} (47 \text{ k}\Omega + 94 \text{ k}\Omega) = 1.021 \text{ Hz}$$

Rilasciando il pulsante P1, viene inserita anche la resistenza R1, cosicché, dato che l'astabile continua a funzionare fin quando la tensione ai capi del C1 si mantiene maggiore o uguale al valore che consente di disattivare il reset del flip-flop interno al 555, dal piedino 3 esce una frequenza pari a:

$$f = 1,44 / 10 \text{ nF} (47 \text{ k}\Omega + 47 \text{ k}\Omega + 94 \text{ k}\Omega) = 766 \text{ Hz}$$

Dal rilascio del pulsante, la nota corrispondente verrà generata per un tempo pari a circa tre volte la costante di tempo di scarica del C1 attraverso la R4, che vale 47 kohm. Infatti trascorso tale tempo la tensione residua tra le armature dell'elettrolitico varrà 0,7V che è la minima tensione alla quale bisogna tenere il pin di reset per mantenere in funzione l'astabile e a quel punto il flip-flop del 555 verrà resettato e bloccato fino a una nuova pressione del pulsante. L'arresto del timer e quindi l'interruzione della seconda nota del campanello avverrà circa 1,5 secondi dopo il rilascio del P1. L'onda generata dal 555 è praticamente quadra, almeno nella nota più grave. Questo perché la durata dell'impulso ammonta a:

$$th = 0,693 (Ra + R3) C2$$

mentre la pausa dura:

$$tl = 0,693 \times R3 \times C2$$

e coincide con la fase in cui il piedino DISCH scarica il C2. Il duty-cycle (dc) di un'onda rettangolare è pari al rapporto fra impulso e periodo:

$$dc = th / T$$

pertanto siccome il periodo T è pari alla somma di t_h e t_l e t_h dipende dalla somma di R_3 ed R_4 , maggiore sarà quest'ultima, più il duty-cycle si avvicinerà al 50%.

Per l'esattezza, mentre t_l rimane costante che il pulsante sia premuto o meno, a pulsante premuto t_h è minore che quando P_1 sarà rilasciato, pertanto il duty-cycle sarà leggermente maggiore con la nota più grave (766 Hz).

Riassumendo, alla pressione del P_1 il multivibratore astabile emette una nota ("din") e rilasciando il pulsante ne fa una più grave fintantoché il piedino di reset (4) non torna a livello basso ("don"). Cambiando i valori di C_1 ed R_4 è possibile modificare la durata della seconda nota, ossia del "don".

Bene, spiegato come funziona l'astabile, possiamo proseguire l'analisi del circuito vedendo che il segnale fornito dal piedino OUT alimenta la bobina mobile dell'altoparlante SPK, accoppiato mediante il condensatore elettrolitico posto in serie ad esso. C_4 serve non tanto a bloccare la componente continua, perché il 555 funziona da astabile e non ha mai costantemente l'uscita a livello alto, quanto per simulare una forma d'onda alternata ai capi dell'altoparlante, dovuta al fatto che quando OUT è a livello alto nel condensatore fluisce corrente diretta alla bobina del trasduttore, mentre quando commuta a zero scarica tale condensatore attraverso l'altoparlante, determinando un flusso di corrente inverso. Il fatto che la carica sia esponenziale smussa i fronti di salita e discesa del segnale che giunge all'altoparlante, rendendolo una via di mezzo tra l'onda quadra e quella sinusoidale.

Concludiamo l'analisi del circuito con l'alimentazione, che si applica ai morsetti + e - PWR e raggiunge i piedini di alimentazione del 555; il campanello va alimentato a tensione continua di valore compreso fra 9 e 12V ed assorbe una corrente massima di 200 milliampere. Allo scopo si può usare un alimentatore AC/DC non stabilizzato.

REALIZZAZIONE PRATICA

Bene, diciamo che dello schema elettrico abbiamo detto tutto; adesso non ci resta che spendere qualche paragrafo per spiegare come realizzare il nostro campanello, per il quale abbiamo disegnato un circuito stampato a doppia faccia del quale trovate disponibili per il download le tracce lato rame, dalle quale potete ricavare la pellicola per procedere alla preparazione della basetta mediante fotoincisione.

Notate che il nostro PCB ha la sagoma di una campana, che dovrete ottenere dopo aver inciso e forato il vostro circuito stampato, ritagliandolo magari con delle cesoie da lattoniere (o con un seghetto da traforo...) e poi rifinendo il bordo con della carta vetrata via-via più fine. Nulla vieta, comunque, di lasciare il circuito stampato di forma d'onda rettangolare, perché tanto funziona lo stesso; in questo caso il rettangolo dovrà coprire l'area compresa tra i lati lunghi delle tracce. Ottenuto il PCB disponetevi i pochi componenti occorrenti, che sono tutti per montaggio tradizionale (THT, ossia a foro passante). Iniziate disponendo le resistenze e lo zoccolo per il 555 (da orientare come indicato nel piano di montaggio visibile in queste pagine) quindi passando ai pulsanti e ai condensatori, partendo dai non polarizzati e finendo con gli elettrolitici, che hanno una polarità da rispettare. Montate infine le morsettiere bipolari miniatura da c.s. (a passo 2,54 mm) e introducete il 555 nel proprio zoccolo, badando di allineare il suo riferimento posto sulla parte alta del corpo alla tacca dello zoccolo (e a quella disegnata nel piano di montaggio) e verificando che durante l'operazione non si pieghi alcun piedino sotto al corpo. Fatto ciò, con un corto spezzone di piattina rossa-nera di piccolo diametro (basta anche meno di 2x0,5 mmq) collegate i contatti di uscita + e - SPK ai terminali del piccolo altoparlante, rispettando la polarità indicata; magari con del silicone sigillante o della colla a caldo attaccate l'altoparlante al fondo del PCB, evitando che tocchi delle piste. Diversamente potete fissare l'altoparlante a una parete (opportunamente forata per far uscire il suono) del contenitore in plastica in cui collegherete l'intero campanello. □



COSA OCCORRE ?

Codice	Descrizione	Prezzo € IVA inclusa
FK029	Campanello elettronico con altoparlante	8,00
555	Timer 555	0,60

IL MATERIALE VA RICHIESTO A:

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



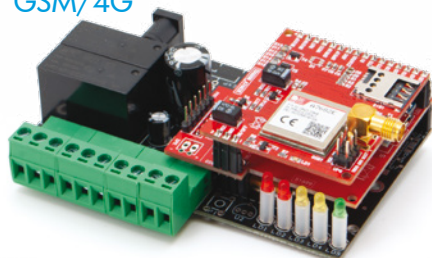
Gestisci e controlla la tua casa con i TELECONTROLLI GSM

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. Configurazione via SMS/PC con predisposizione per gruppo di continuità.

4G
LTE



COMBINATORE TELEFONICO GSM/4G

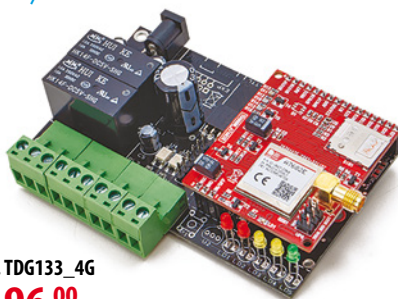


cod. TDG135MP3_4G
€ 125,00

- 2 Ingressi e 2 Uscite
- Menu vocale in Italiano
- Messaggi di allarme vocali
- Invio segnalazioni di allarme ingressi

Disponibile anche in versione 2G cod. TDG135MP3 • Euro 99,00

TELECONTROLLO BICANALE GSM/4G

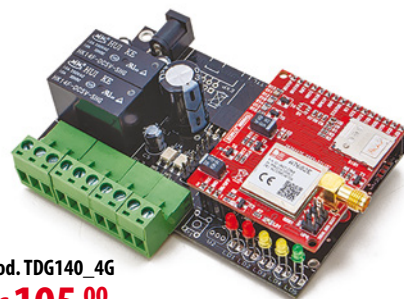


cod. TDG133_4G
€ 96,00

- 2 Ingressi e 2 Uscite
- Funzione Apricancello
- Invio segnalazioni di allarme ingressi

Disponibile anche in versione 2G cod. TDG133 • Euro 79,00

TELECONTROLLO GSM/4G CON COMANDI DTMF

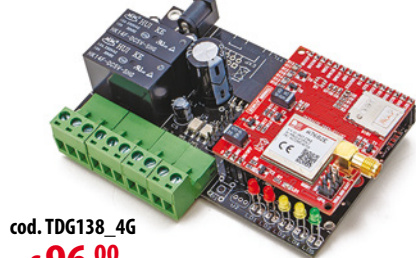


cod. TDG140_4G
€ 105,00

- 2 Ingressi e 2 Uscite
- Menu gestibile via DTMF
- Invio segnalazioni di allarme ingressi

Disponibile anche in versione 2G cod. TDG140 • Euro 88,00

TELEALLARME GSM/4G CON ANTI JAMMER

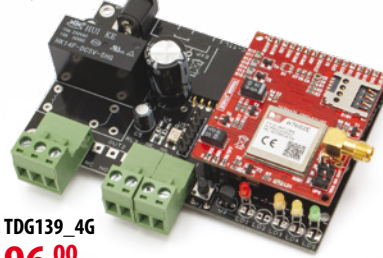


cod. TDG138_4G
€ 96,00

- 2 Ingressi e 2 Uscite
- Funzione anti Jammer o Telecontrollo
- Invio segnalazioni di allarme ingressi e Jammer

Disponibile anche in versione 2G cod. TDG138 • Euro 79,00

TERMOSTATO CON CONTROLLO GSM/4G



cod. TDG139_4G
€ 96,00

- Controllo riscaldamento
- Manuale/Automatich/Asservito Termostato
- Allarmi temperatura configurabili
- Invio segnalazioni di allarme temperatura e blocco caldaia

Disponibile anche in versione 2G cod. TDG139 • Euro 79,00

APRICANCELO GSM/4G



cod. TDG134_4G
€ 92,00

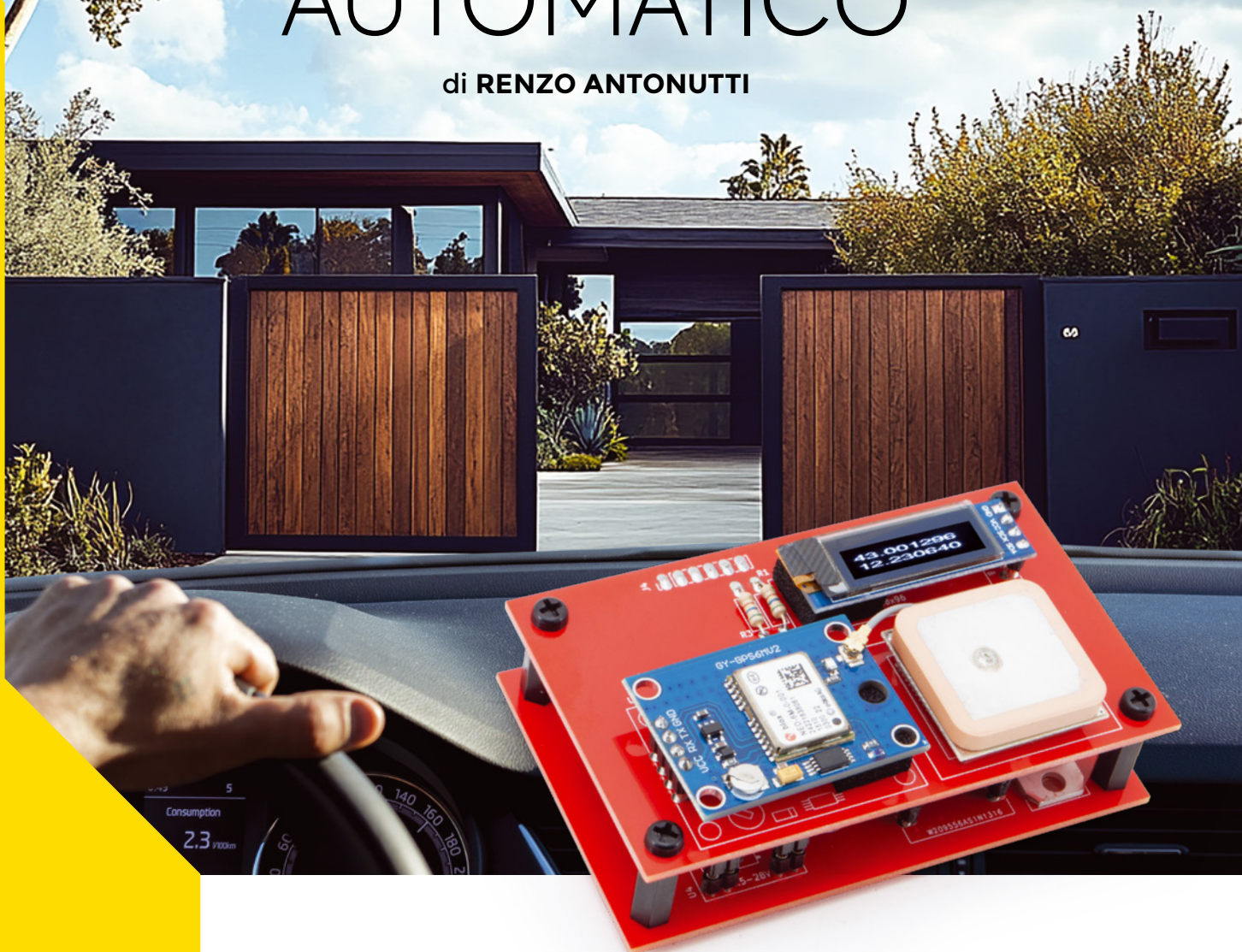
- 1 Ingresso
- Funzione Apricancello

Disponibile anche in versione 2G cod. TDG134 • Euro 75,00

WIRELESS

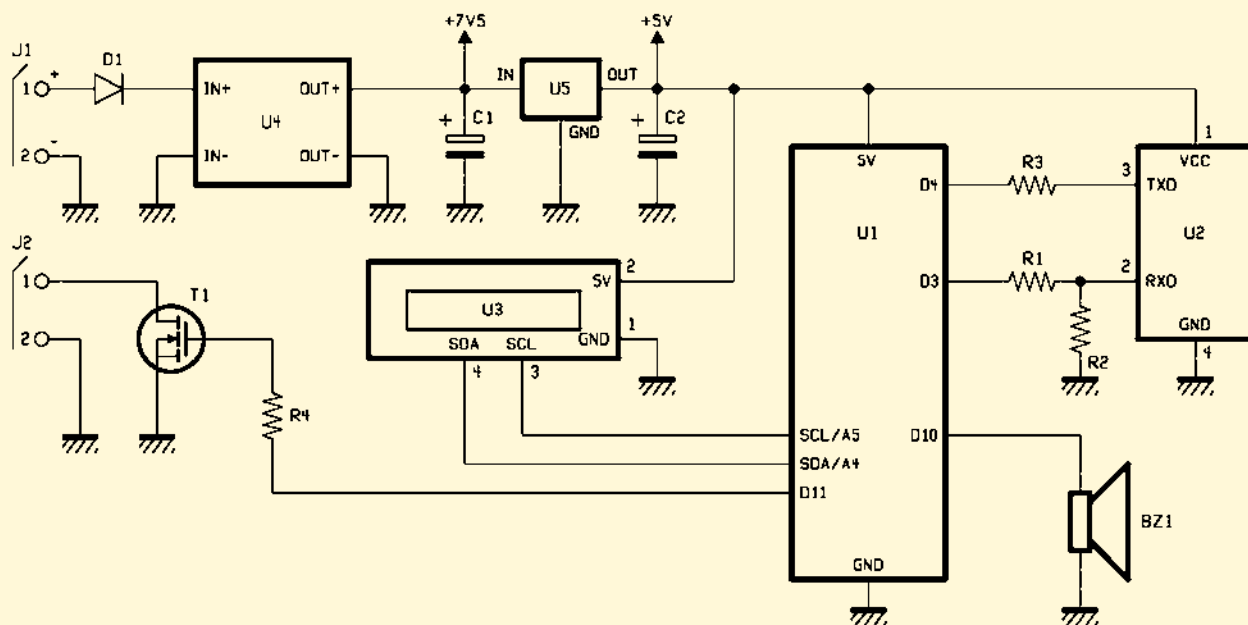
APRICANCELLO AUTOMATICO

di RENZO ANTONUTTI



Abbinato a un trasmettitore radio, per mezzo della geolocalizzazione, consente l'apertura automatica del cancello quando l'auto è in prossimità della propria abitazione.

Negli ultimi decenni abbiamo assistito a una costante evoluzione tecnologica sia in ambito automobilistico, sia riguardo agli accessori e i dispositivi elettronici di cui sono dotate le nuove autovetture, come ad esempio i sistemi per lo sblocco delle portiere delle auto. Siamo passati dall'apertura con le tradizionali chiavi meccaniche, all'utilizzo di chiavi con trasmettitori integrati che inviano segnali ad infrarossi o radio, fino ad arrivare alle chiavi/tessere con sistemi a transponder che, tenute semplicemente in tasca e senza necessità di alcuna azione, attivano l'apertura delle portiere avvicinandosi alla vettura.



Analoga evoluzione si è avuta nell'ambito dell'apertura automatica dei cancelli delle nostre abitazioni. Siamo passati dall'apertura manuale all'introduzione delle prime forme di automazione, con l'ausilio di ricevitori radio ingombranti e trasmettitori a

transistor al germanio. Oggi, invece, utilizziamo ricevitori ad alta sensibilità e trasmettitori sempre più miniaturizzati che, utilizzando codifiche avanzate come il rolling code, permettono l'apertura del cancello della nostra abitazione da una discreta distanza e con un'ottima sicurezza.

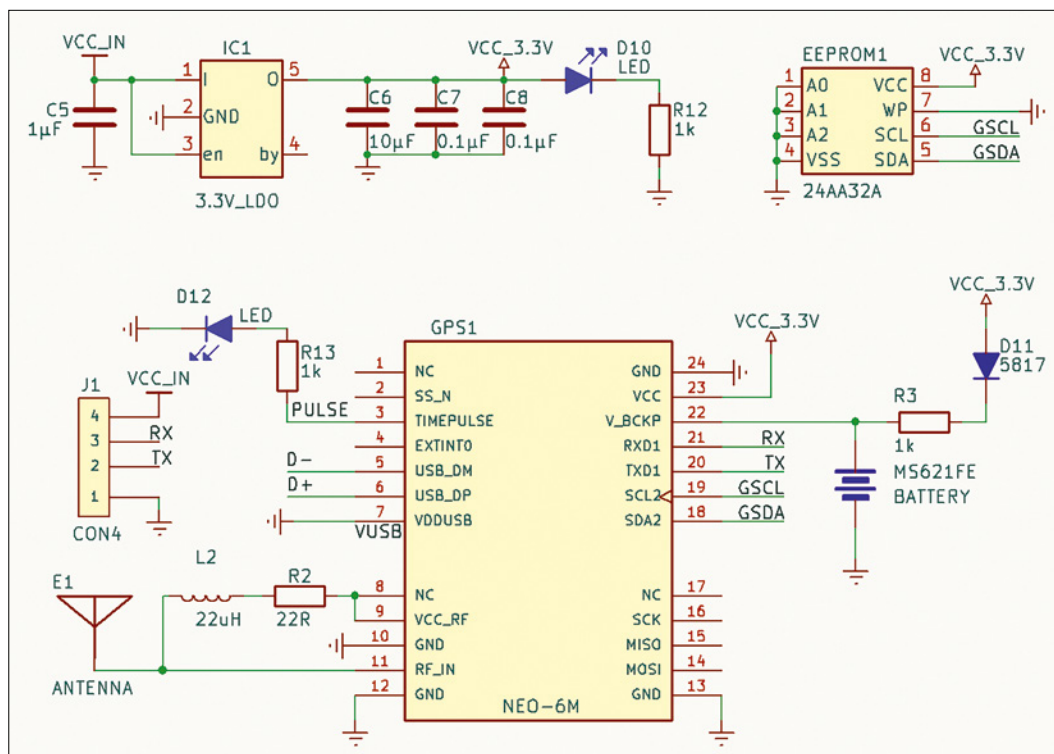


Fig. 1
Schema interno del modulo GPS che utilizza il NEO-6M.

E...poi? Quante volte ancora ci dobbiamo trovare fermi in strada, spesso di sera e in luoghi molto trafficati, costretti a cercare dov'è finito il telecomando?

Già nel 1996 la nostra Rivista, nel numero 6, aveva trovato una soluzione proponendo un progetto in cui l'apertura automatica avveniva tramite una sorta di Telepass composto da due unità, una mobile da installare in auto, ed una fissa da abbinare alla centralina di comando del cancello. L'auto giungendo in prossimità del cancello attivava automaticamente la sua apertura.

DESCRIZIONE PROGETTO

Da qui è nata l'idea di progettare un circuito avanzato, ma facilmente accessibile, che utilizza un ricevitore GPS per inviare dati a una scheda Arduino. Questa, al momento opportuno, attiva automaticamente il trasmettitore apricancello. Il sistema GPS, nato in ambito militare e poi esteso in quello civile, si basa su una costellazione di satelliti artificiali che orbitano a circa ventimila chilometri dalla Terra. Ognuno di loro trasmette costantemente informazioni sulla propria posizione e sul tempo che, per mezzo di un orologio atomico incorporato, risulta estremamente preciso. Ogni ricevitore elabora questi dati e, con un minimo di quattro satelliti, riesce a calcolare la propria posizione applicando la trilaterazione. La sicurezza dei dati ricevuti aumenta proporzionalmente con il numero di satelliti che vengono agganciati successivamente. In questo progetto viene utilizzato il GPS NEO-6M, della ditta U-BLOX, particolarmente indicato per essere utilizzato con un controller di volo per multicotteri. Al suo interno è stata inserita una banca dati per il riconoscimento di una ventina di satelliti. Il processore integrato acquisisce i valori ricevuti da una cinquantina di canali radio, li confronta, li elabora ed infine formula quelli in uscita. L'indicazione riportata per quanto riguarda l'errore sulle coordinate si aggira attorno ai due metri e mezzo, un livello di accuratezza più che sufficiente per l'utilizzo in questo progetto.

Il suo circuito interno è visibile in **Fig.1** dove si nota che la tensione d'ingresso a 5V viene ridotta da un regolatore di tensione che alimenta il tutto a 3,3V. È presente una EEPROM per salvare i dati di configurazione e c'è una batteria per il backup che mantiene i dati quando l'alimentazione viene interrotta. Infine, c'è un LED che lampeggia quando il microprocessore aggancia un numero sufficiente di satelliti, per iniziare ad inviare le coordinate sulla

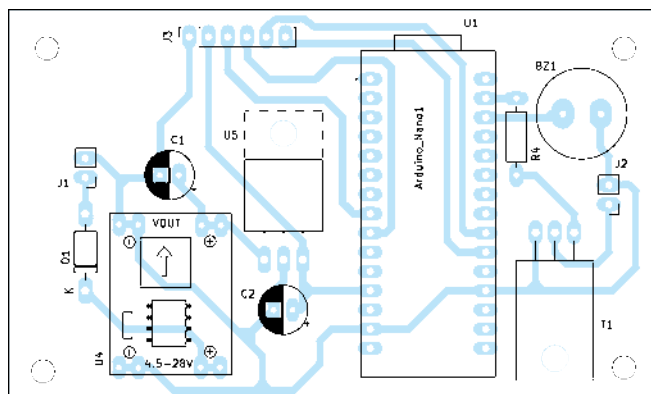
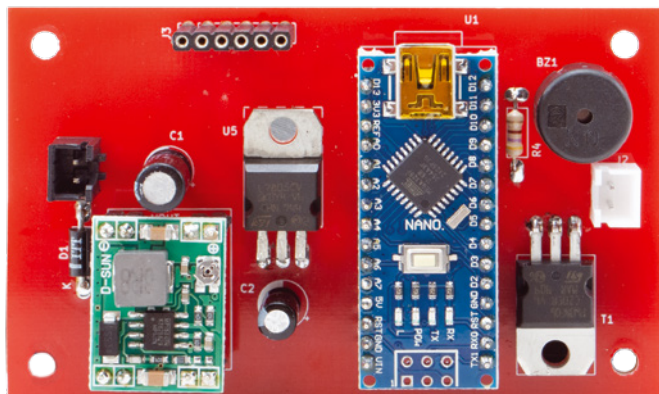


seriale. Assieme a questo circuito viene fornita anche un'antenna in ceramica con dimensioni di 25x25x8 mm con buone prestazioni. L'uscita seriale a 9600 baud avviene attraverso una porta UART di livello TTL, con un protocollo particolare in formato NMEA. Tuttavia, grazie alla libreria TinyGPS di Mikal Hart, questo viene decodificato, semplificando così il controllo con righe di comando più semplici, all'interno degli sketch per le schede Arduino. I dati forniti in uscita sono utili per ottenere informazioni sulla latitudine, longitudine, altezza dal mare, velocità, numero di satelliti agganciati, nonché data e ora precise. Quando il microcontrollore di Arduino riceve le coordinate, queste vengono visualizzate su un display OLED (Organic Light Emitting Diode, o Diodo Organico ad Emissione di Luce). Quest'ultimo è formato da una matrice di 128x32 punti e controllati da un SSD1306. Il display e il controller sono montati su una scheda molto piccola di dimensioni circa 38x12 mm. Essa ha solo quattro pin di collegamento: due per l'alimentazione a 5V e due per la comunicazione seriale con protocollo I2C.

COME SELEZIONARE L'AREA

Considerando che il tempo necessario per l'apertura di un cancello, sia esso scorrevole o ad ante, è normalmente di circa venti secondi, e che la velocità massima consentita in un centro abitato è di 50 km/h, che equivale a circa 14 metri al secondo, possiamo calcolare, partendo da questi dati, la distanza utile per attivare il trasmettitore al fine di trovare il cancello aperto. Questa distanza risulta essere di poco inferiore a 300 metri. Ora, sorge un problema: come si possono rilevare facilmente le coordinate per delimitare la zona? Google Maps ci viene in aiuto. Con comodità, posizionando il cursore sulla mappa nel punto desiderato e premendo il pulsante del mouse, comparirà una finestrella (visibile in **Fig.2**) con indicate la latitudine e la longitudine nel formato decimale. A tal punto salviamo i quattro punti

Fig. 2
Esempio di una finestra di Google Maps con incluse le coordinate GPS.

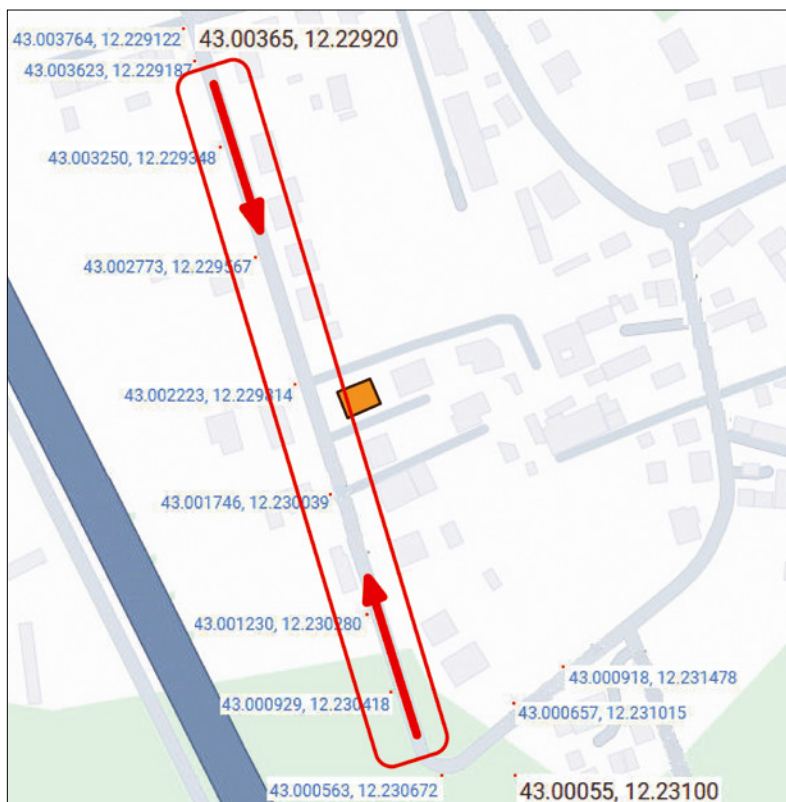


Elenco Componenti:

R4: 470 ohm	U4: StepDown (cod. MP1584ADJ)	- Strip femmina 2 vie (4 pz.)
C1, C2: 100 μ F 16 VL elettrolitico	U5: 7805	- Strip femmina 15 vie (2 pz.)
T1: IRF520N		- Strip femmina 6 vie
D1: 1N4007		- Circuito Stampato S1755_Arduino (83x53 mm)
BZ1: Buzzer senza elettronica	Varie:	
U1: Arduino Nano (cod. ARDUINONANO)	- Strip maschio 2 vie (4 pz.)	

Fig. 3
Creazione della mappa con la zona delimitata.

estremi dell'area interessata, come nell'esempio di **Fig.3**, che serviranno per l'inserimento successivo all'interno dello sketch.



SCHEMA ELETTRICO

Il cuore del circuito è una Board Arduino Nano. Questa invia i comandi dal pin D3 al RXD del GPS attraverso un partitore composto da R1 e R2, che adatta la tensione ad un massimo di 3,3V per non danneggiare l'ingresso del chip. Allo stesso tempo, la Board riceve dal pin D4 i dati delle coordinate del GPS e li visualizza sul display OLED (**Fig. 4**) tramite la porta seriale con protocollo I2C, utilizzando il pin A4 per SDA e il pin A5 per SCL. Quando Arduino rileva l'ingresso nella zona delimitata, commuta l'uscita D11, portando in conduzione il MOSFET che attiva il trasmettitore apricancello. In contemporanea, dal pin D10, viene generato un suono ad intermittenza emesso dal buzzer piezoelettrico. Durante la fase di prototipazione, abbiamo notato che l'aletta del regolatore di tensione tendeva a riscaldarsi significativamente, nonostante il circuito non abbia mai superato i 100 mA. Per risolvere il problema, abbiamo deciso di implementare uno Step-Down con l'integrato MP1584EN, il quale riduce la tensione da un ingresso di 12-14V a un'uscita di 7,5V, limitando in questo modo la dissipazione di calore. Il regolatore 7805 non viene rimosso per scelta, in quanto svolge una funzione di protezione dei moduli da possibili errori di regolazione, piccoli guasti del modulo switching, o da un'errata inserzione di quest'ultimo sul PCB. Questo può accadere quando il modulo viene fissato su connettori estraibili.

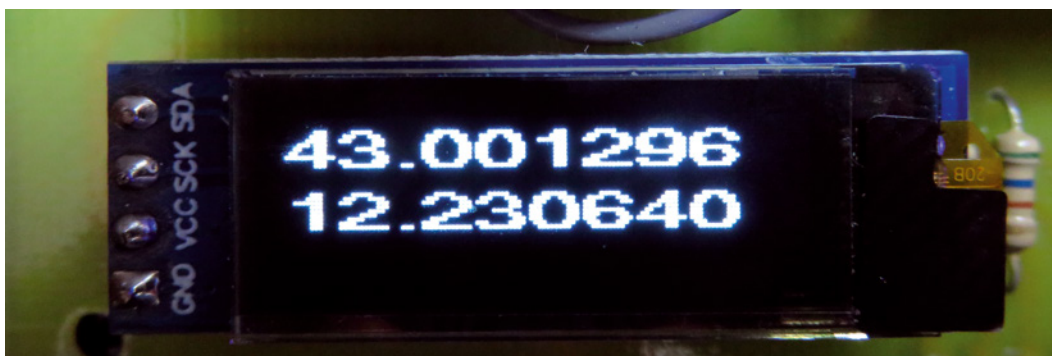


Fig. 4
Visualizzazione delle coordinate sul display.

REALIZZAZIONE PRATICA

Nel progetto vengono sovrapposti due circuiti stampati monofaccia per ridurre le dimensioni d'ingombro. La disposizione dei componenti, l'assemblaggio e la sovrapposizione dei due PCB sono visibili nei piani di montaggio e nelle foto in **Fig. 5** e **Fig. 6**. Ognuno potrà scegliere autonomamente come fissare i moduli, mediante connettori estraibili oppure saldandoli direttamente al PCB sottostante. L'utilizzo di componenti a foro passante, anziché in SMD, permette a chiunque l'assemblaggio con un classico saldatore stilo, facendo prima attenzione a verificare la corretta posizione e orientamento della Board di Arduino Nano e del modulo col convertitore di tensione.

Il circuito presenta un'unica taratura da eseguire col trimmer posto sul modulo Step-Down. Mentre viene alimentato il circuito a 12V, ruotare il trimmer in senso orario o antiorario per portare l'uscita a 7,5V. È possibile eseguire questa regolazione anche con tutti i moduli già installati perché lo stabilizzatore 7805 li proteggerà e limiterà sempre la tensione a 5V.

Lo sketch utilizza quattro librerie. Due di queste, Arduino e SoftwareSerial, sono già integrate nel compilatore Arduino IDE.

Le altre due librerie sono la TinyGPS v.13.0.0, creata da Mikal Hart, e la U8g2lib v.2.34.22, creata da Oliver (Olikraus).

La TinyGPS può essere scaricata dallo stesso programma applicativo tramite 'Strumenti/Gestisci librerie...' oppure direttamente dal link <https://github.com/neosarchizo/TinyGPS>.

Analogamente, la U8g2lib può essere scaricata dal link <https://github.com/olikraus/u8g2>.

Questa richiede un notevole spazio di memoria sull'Arduino Nano, poiché deve contenere i caratteri necessari per la visualizzazione sul display grafico. Successivamente, nel programma, vengono evidenziate le righe dove si potranno

inserire i valori delle coordinate, della propria zona, sostituendo quelle di esempio.

Se viene utilizzato un altro tipo di display grafico, andrà modificata la riga sotto il commento *// dichiarazione del tipo di OLED utilizzato*.

Vengono poi attivate le due seriali per il GPS e per il display e nel processo di configurazione vengono anche dichiarate le uscite per il pilotaggio del MOSFET e del buzzer.

All'inizio della funzione void loop(), i dati provenienti dal GPS vengono rilevati e letti, poi vengono visualizzati sul display.

Nell'ultima parte le coordinate vengono confrontate con quelle inserite precedentemente e se sono

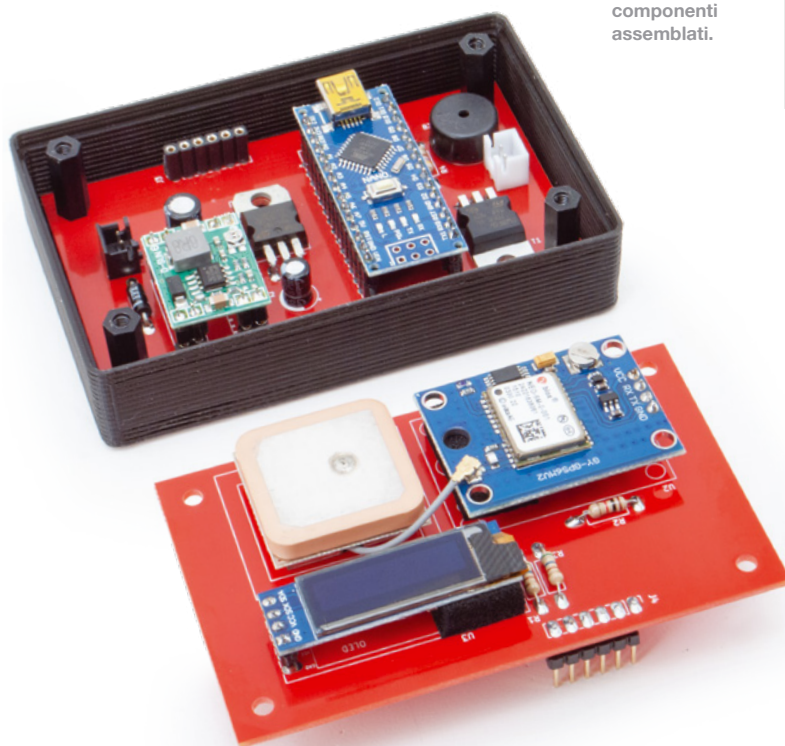


Fig. 5
Foto dei PCB con i componenti assemblati.

Listato 1

```

#include <SoftwareSerial.h>    // librerie
#include <TinyGPS.h>
#include <Arduino.h>
#include <U8g2lib.h>
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
// INSERIRE QUI SOTTO LE COORDINATE CHE DELIMITANO LA VOSTRA ZONA, SOSTITUENDO QUELLE DI ESEMPIO
#define flatMAX  43.00365      // inserire qui il valore più ALTO della latitudine
#define flatMIN  43.00055      // inserire qui il valore più BASSO della latitudine
#define flonMAX  12.23100      // inserire qui il valore più ALTO della longitudine
#define flonMIN  12.22920      // inserire qui il valore più BASSO della longitudine
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
float flat, flon;              // variabili
// dichiarazione del tipo di OLED utilizzato
U8G2_SSD1306_128X64_NONAME_1_SW_I2C u8g2(U8G2_R0, /* clock(A5)=*/ SCL, /* data(A4)=*/ SDA, /* reset=*/
U8X8_PIN_NONE);

TinyGPS gps;                   // istanza oggetto
SoftwareSerial ss(4, 3);       // dichiarazione dei pin utilizzati per la seriale col GPS 4 (RX), 3 (TX)
//-----
void setup()
{
    pinMode(10, OUTPUT);       // buzzer
    pinMode(11, OUTPUT);       // comando TX

    u8g2.begin();              // inizializzazione per l'OLED
    ss.begin(9600);            // velocità trasmissione seriale per il GPS
}
//-----
void loop()
{
    bool newData = false;
    // vengono analizzati i dati GPS
    for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 1000;) {
        while (ss.available()) {
            char c = ss.read();
            if (gps.encode(c))      // viene letto il valore dal GPS
                newData = true; } }
    if (newData) {
        gps.f_get_position(&flat, &flon); }    // i valori delle coordinate vengono inserite nelle variabili
    //-----
    // visualizzazione dei valori sull'OLED
    u8g2.firstPage();
    do {
        u8g2.setFont(u8g2_font_helvB18_tn);      // modello di Font e grandezza del carattere
        u8g2.setCursor(1,25);                    // sposta il cursore nel display X=1, Y=25)
        u8g2.print(flat,6);                      // stampa la latitudine con sei cifre dopo la virgola
        u8g2.setFont(u8g2_font_helvB18_tn);
        u8g2.setCursor(1,55);
        u8g2.print(flon,6);                      // stampa la longitudine
    } while ( u8g2.nextPage() );
    //-----
    if ((flat < flatMAX)&&(flat > flatMIN)) { // ((se inferiore a...) e (se superiore a ...))
        if((flon < flonMAX)&&(flon > flonMIN)) {
            // Quando i valori rientrano nel range viene attivato il buzzer e il Tx
            tone(10,3500,50);                  // buzzer - tone(pin, frequenza_Hz, dura-
            ta_ms);
            // il comando al Tx è un impulso di 2" con pausa di 1"
            if (millis() % 4000 < 2000){
                digitalWrite(11, HIGH);        // attiva il Tx
            }else{
                digitalWrite(11, LOW);         // spegne il Tx
            }
        } else {
            digitalWrite(11, LOW); }
    }
}

```


all'interno dell'area prescelta viene attivata l'uscita verso il MOSFET e generato un breve segnale audio verso il buzzer.

Il modulo GPS necessita di un lasso di tempo per riuscire ad agganciare i satelliti e, quindi, per attivare il trasmettitore. Tuttavia, se avete la necessità che l'apertura del cancello avvenga contemporaneamente all'avvio del motore quando partite da casa, potete inserire semplicemente tre righe di codice nella funzione *void setup()*.

Questo permetterà di attivare il trasmettitore per un paio di secondi ad ogni riavvio.

```
//-----
void setup()
{
  ...

  digitalWrite(11, HIGH);
  delay(2000);
  digitalWrite(11, LOW);

  ...
}
//-----
```

NOTE

In questo progetto è stato utilizzato un Arduino Nano basato sul microcontrollore ATmega328 che ha circa 30kB di memoria utile. Lo sketch sopra descritto ne utilizza circa 15kB. Se però si utilizza la versione con un ATmega168, la sua memoria è di 14kB, non sufficienti a contenerlo. Quindi, scaricando gli sketch dalle pagine di presentazione della rivista, troverete all'interno due versioni: una per l'utilizzo con il display e una senza. Quest'ultima occupa poco più di 6300 byte, il che risulta utile anche nel caso in cui l'apparecchio venga nascosto all'interno del cruscotto e la visualizzazione delle coordinate sul display diventa inutile.

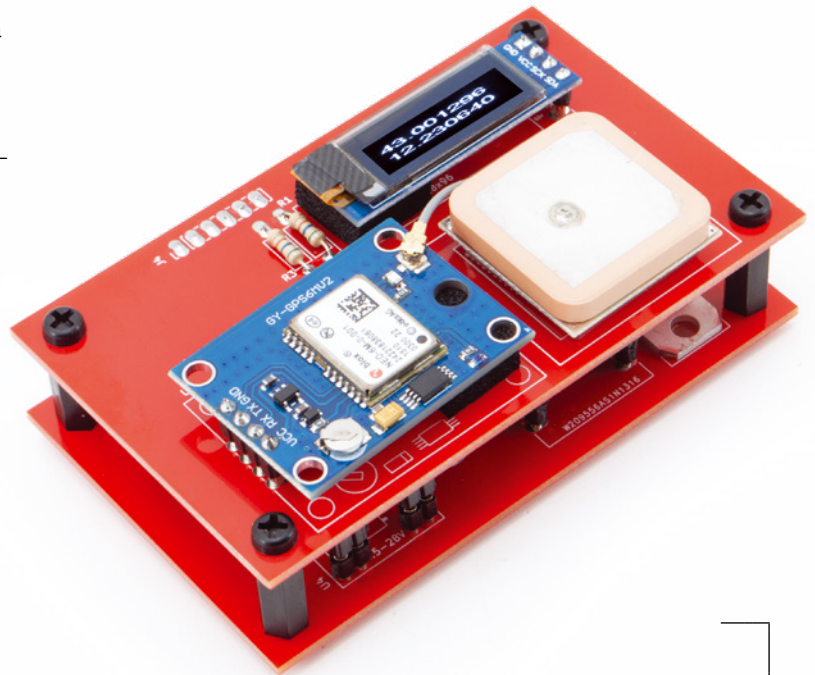


Fig. 6
Foto dei due PCB sovrapposti.

Sempre dal sito della rivista è possibile scaricare anche i file STL necessari per creare la custodia di contenimento stampandola in 3D.

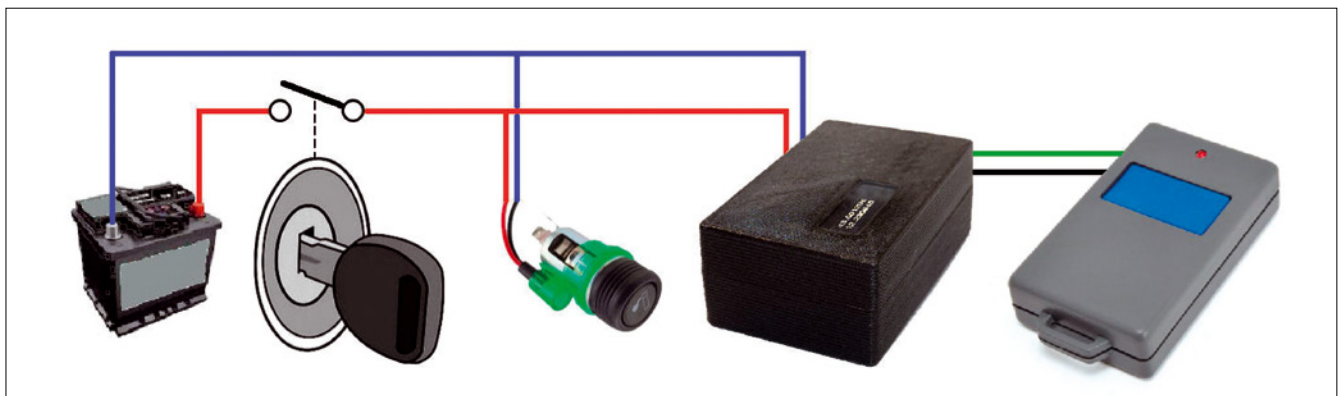
La scatola è composta da una base e un coperchio, con sistema ad incastro.

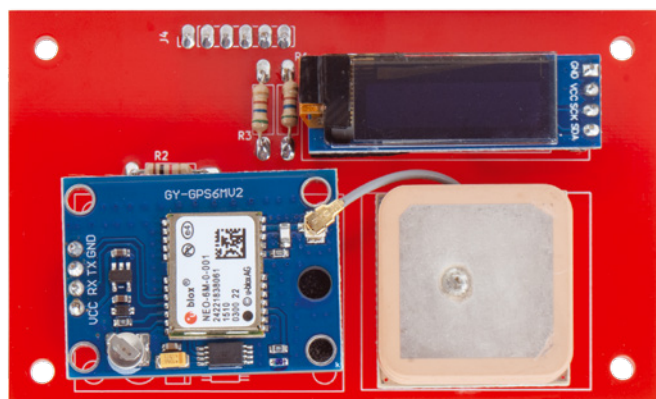
Il coperchio ha una finestrella che permette di visualizzare i valori sul display. Questa finestrella può essere rifinita incastrando ed incollando un piccolo pezzo di plexiglass trasparente.

COLLEGAMENTI

Per alimentare il nostro dispositivo direttamente dall'auto, è consigliabile cercare un punto che riceva tensione all'accensione della chiave di avviamento, come ad esempio la presa dell'accendisigaro.

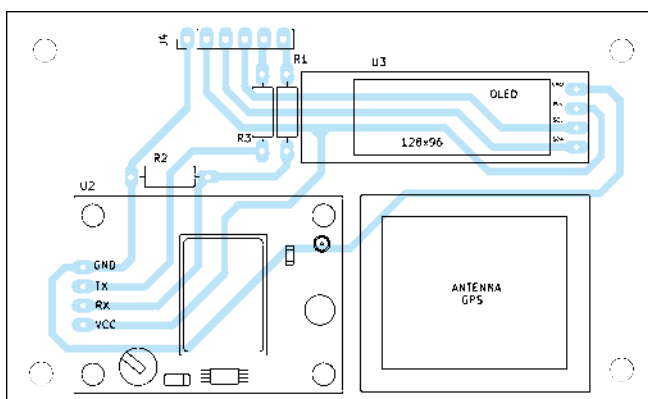
Fig. 7
Schema collegamenti.





Elenco Componenti:

- R1, R3: 560 ohm
- R2: 1 kohm
- U2: GPS NEO-6M (cod. GPSNEO6M)
- U3: OLED 128x32 I2C (cod. I2COLED091)



Varie:

- Strip maschio 4 vie
- Strip maschio 6 vie
- Circuito Stampato S1755_GPS (83x53 mm)

Fig. 8

Foto del cavo adattatore con connettore UFL - SMA.



ri, una porta USB, o l'alimentazione dell'autoradio. Una volta individuata la fonte di alimentazione, potete collegarvi per prelevare la tensione necessaria. Successivamente, saldate i terminali dei due fili in uscita direttamente sui contatti del pulsante nel trasmettitore dell'apricancello. È importante collegare le masse tra loro; per identificare correttamente il polo negativo tra i due pin del pulsante, utilizzate un multimetro. Con la batteria ancora inserita nell'alloggio, posizionate i puntali sui pin e misurate la tensione, in modo da determinare con precisione la polarità corretta.

POSIZIONAMENTO

L'apparecchio potrà essere posizionato sotto il cruscotto purché non ci siano parti o coperture metalliche che schermino l'antenna. Se la ricezione non avviene, o comunque resta difficile, c'è la possibilità di utilizzare un'antenna rimovibile esterna al contenitore.

Ci sono adattatori per cambiare il tipo di connettore, ad esempio come quello in **Fig. 8** che da UFL converte in SMA.

Quest'ultimo ha un corpo filettato ed è fornito di dado e rondella.

Ciò facilita il fissaggio su un lato del contenitore, potendo così usufruire di un'antenna in custodia plastica con un connettore molto più robusto, visibile in **Fig. 9**.

Questo permette il posizionamento in qualsiasi punto sopra il cruscotto vicino al parabrezza, avendo a disposizione 3 m di cavo.

Fig. 9

Antenna GPS con cavo da 3m e con attacco SMA.



📌 Listato 2 - (SENZA DISPLAY)

```
#include <SoftwareSerial.h>    // librerie
#include <TinyGPS.h>
#include <Arduino.h>
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
// INSERIRE QUI SOTTO LE COORDINATE CHE DELIMITANO LA VOSTRA ZONA, SOSTITUENDO QUELLE DI ESEMPIO
#define flatMAX 43.00365      // inserire qui il valore più ALTO della latitudine
#define flatMIN 43.00055      // inserire qui il valore più BASSO della latitudine
#define flonMAX 12.23100      // inserire qui il valore più ALTO della longitudine
#define flonMIN 12.22920      // inserire qui il valore più BASSO della longitudine
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
float flat, flon;              // variabili

TinyGPS gps;                  // istanza oggetto
SoftwareSerial ss(4, 3);      // dichiarazione dei pin utilizzati per la seriale col GPS 4 (RX), 3 (TX)
//-----
void setup()
{
  pinMode(10, OUTPUT);        // buzzer
  pinMode(11, OUTPUT);        // comando TX
  ss.begin(9600);              // velocità trasmissione seriale per il GPS
}
//-----
--
void loop()
{
  bool newData = false;
  // vengono analizzati i dati GPS
  for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 1000;) {
    while (ss.available()) {
      char c = ss.read();
      if (gps.encode(c))          // viene letto il valore dal GPS
        newData = true; } }
    if (newData) {
      gps.f_get_position(&flat, &flon); } // i valori delle coordinate vengono inserite nelle variabili
  //-----
  if ((flat < flatMAX)&&(flat > flatMIN)) { // ((se inferiore a...) e (se superiore a ...))
    if((flon < flonMAX)&&(flon > flonMIN)) {
      // Quando i valori rientrano nel range viene attivato il buzzer e il Tx
      tone(10,3500,50);           // buzzer - tone(pin, frequenza_Hz, durata_ms);
      // il comando al Tx è un impulso di 2" con pausa di 1"
      if (millis() % 4000 < 2000){
        digitalWrite(11, HIGH);   // attiva il Tx
      }else{
        digitalWrite(11, LOW); } // spegne il Tx
      }
    } else {
      digitalWrite(11, LOW); }
  }
}
```

CONCLUSIONE

Il progetto dell'apricancello automatico con geolocalizzazione rappresenta una soluzione innovativa ed efficiente che semplifica notevolmente l'accesso alle abitazioni, eliminando completamente la necessità di telecomandi tradizionali e aumentando sensibilmente la sicurezza. L'utilizzo della tecnologia GPS, in combinazione con la versatile piattaforma Arduino, dimostra come le tecnologie moderne possano essere applicate con successo per migliorare aspetti pratici della nostra vita. 



COSA OCCORRE ?

Codice	Descrizione	Prezzo € IVA inclusa
GPSNEO6M	GPS UBLOX NEO-6M 50 canali	21,00
ARDUINONANO	Arduino Nano	29,00

IL MATERIALE VA RICHIESTO A:

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



Cerca, trova, proteggi! Localizzatori satellitari per ogni necessità!

Localizzatori GPS/GSM/GPRS per tutte le esigenze in grado di monitorare in tempo reale l'auto, la moto, la bicicletta, i bagagli e tanto altro.

LOCALIZZATORE 2G GPS/GSM/GPRS



**IL PIÙ
VENDUTO**

cod. FR864
€48,00

Dispone di base magnetica, ascolto ambientale e batteria da 1500mA. Servizio di localizzazione tramite App/ Piattaforma-Web/SMS e App dedicata alla configurazione. Grado di protezione IP65. Autonomia 3-5 giorni circa, in modalità tracking ad intervalli di un minuto.

LOCALIZZATORE GPS 4G LTE-2G - BATTERIA 3000 mA

**4G
LTE**



cod. FR851
€96,00



Prezzi IVA inclusa.

LOCALIZZATORE GPS 4G LTE-2G BATTERIA 1500 mA



Localizzatore GPS 4G di dimensioni compatte con grado di protezione IP65 che consente il monitoraggio in tempo reale di veicoli e persone tramite browser web o APP gratuita. Autonomia 2-4 giorni circa, in modalità tracking ad intervalli di un minuto, 5-7 giorni power saving mode, 10-15 giorni in modalità ibernazione.

**4G
LTE**

cod. FR865
€74,00

Ideale per l'uso in auto e personale (ad esempio per escursionisti), dotato di tracciamento in real-time, ascolto ambientale, tasto SOS, Geofence. Grado di protezione IP65. App dedicata per il tracciamento e la configurazione. Autonomia 5-7 giorni circa, in modalità tracking ad intervalli di un minuto, 15 giorni circa in modalità ibernazione. "Hibernation mode"

LOCALIZZATORE VEICOLARE GPS 4G LTE - 2G GSM/GPRS/EDGE



**4G
LTE**

cod. FR866
€79,00

LOCALIZZATORE GPS/GSM/Wi-Fi CON FUNZIONE SOS - 4G



Dispositivo di localizzazione satellitare GPS/GSM e Wi-Fi ad alta precisione. Facile e discreto nell'installazione sul veicolo, permette di localizzarlo con precisione in tempo reale. Viene fornito con una SIM a copertura mondiale attivabile gratuitamente, con 12 mesi di servizio rinnovabile alla scadenza.

cod. TRAKIMO4G
€159,00

Si installa in auto e sfrutta la connessione internet per monitorare la posizione del veicolo mediante App in cloud. Dotato di ascolto ambientale e batteria integrata, per funzionare anche in assenza della batteria del veicolo. È dotato di una batteria agli ioni di litio da 180 mAh che offre un'autonomia necessaria da effettuare il ciclo di avvisi di allarme in assenza della tensione del veicolo.

**Informazioni dettagliate su
www.futurashop.it**

SISTEMA DI RILEVAMENTO PERSONE CON ESP32

di GIANLUCA CAVALLARO

Scopriamo come utilizzare un ESP32 per rilevare dispositivi Bluetooth Low Energy (BLE), consentendo in modo efficace e preciso la localizzazione di persone e oggetti.

L'

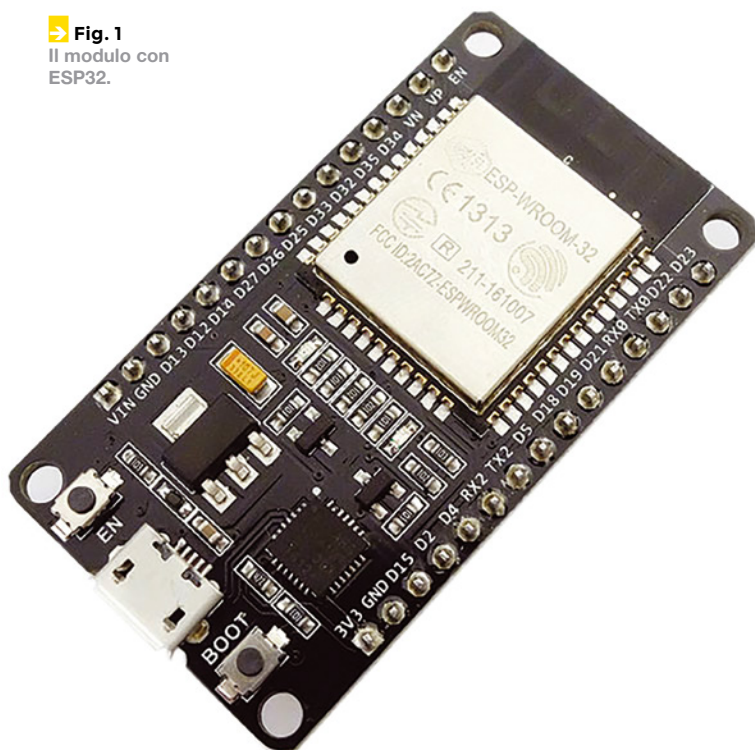
Internet of Things (IoT) ha rivoluzionato molti settori, permettendo la creazione di dispositivi connessi e intelligenti. Uno degli elementi fondamentali per la realizzazione di questi dispositivi è la comunicazione senza fili.

In questo contesto, il Bluetooth Low Energy (BLE) si è affermato come

una tecnologia chiave grazie al suo basso consumo energetico e alla sua capacità di rilevare e comunicare con altri dispositivi vicini.

Il BLE è particolarmente utile per applicazioni che richiedono trasmissioni di dati brevi e intermittenti. In questo articolo, esploreremo un progetto che utilizza un ESP32 (**Fig. 1**) per ri-

Fig. 1
Il modulo con
ESP32.



levare la presenza di dispositivi noti nelle vicinanze, basato su un programma scritto in C++. Uno dei principali vantaggi del BLE (Bluetooth Low Energy) nel contesto dell'Internet of Things è la

sua efficienza energetica, che lo rende ideale per dispositivi alimentati a batteria, in quanto consuma significativamente meno energia rispetto al Bluetooth tradizionale. Può inoltre gestire un gran numero di dispositivi, è supportato da molti dispositivi moderni, inclusi smartphone e tablet e include protocolli di sicurezza avanzati per la protezione dei dati.

PANORAMICA DEL PROGETTO

L'obiettivo del progetto è creare un sistema in grado di rilevare la presenza di persone utilizzando un ESP32 e la tecnologia BLE. Il codice caricato sull'ESP32 consente di scansionare i dispositivi BLE nelle vicinanze e di confrontare i loro indirizzi MAC con una lista predefinita di dispositivi conosciuti (**Fig. 2**). È anche possibile cercare i dispositivi in base al loro nome. La scelta del metodo di rilevamento si effettua semplicemente decommentando la sezione di codice che interessa. In entrambi i casi, quando viene rilevato un dispositivo conosciuto, il sistema segnala immediatamente la sua presenza. Le applicazioni di un sistema di questo tipo sono numerose. Possiamo utilizzarlo per rilevare dispositivi associati a persone autorizzate, consentendo loro l'accesso a determinate aree, oppure per tracciare la presenza di dispositivi in un'area specifica a fini di monitoraggio e sicurezza (**Fig. 3**). Inoltre, questo sistema può essere utilizzato

Fig. 2
Il sistema è in grado
di rilevare diversi
dispositivi BLE.



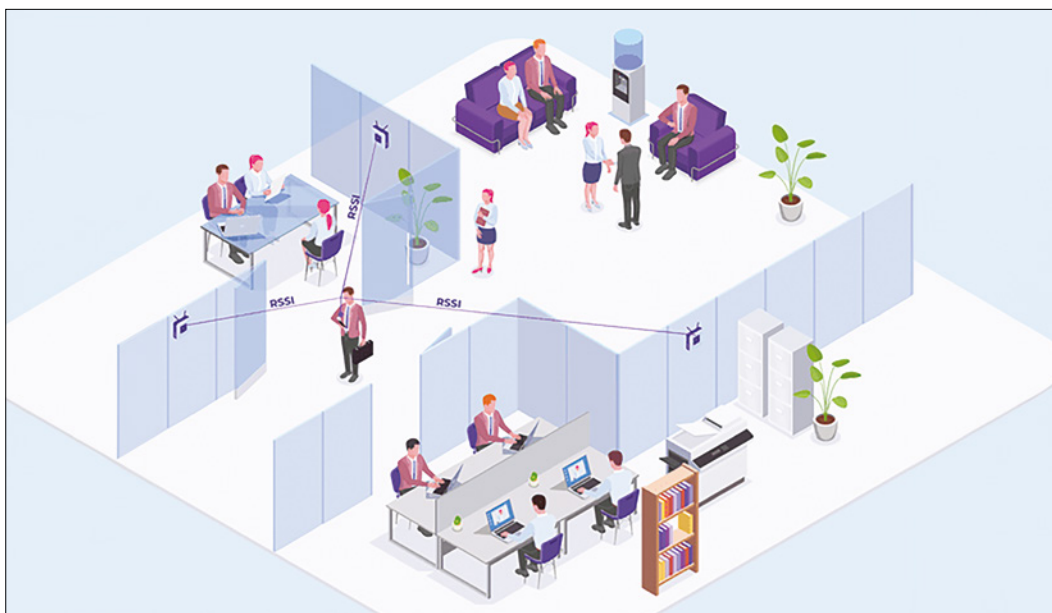


Fig. 3
Grazie al livello RSSI, possiamo localizzare persone all'interno di un ambiente.

nell'automazione domestica per attivare o disattivare apparecchi in base alla presenza di dispositivi riconosciuti, migliorando così l'efficienza e la comodità nella gestione della casa.

Con pochi euro di investimento, possiamo sviluppare sistemi innovativi e utili, creando soluzioni che rispondono a diverse esigenze con efficacia e praticità.

LA PIATTAFORMA DI SVILUPPO

Nel mondo della programmazione, la scelta dell'ambiente di sviluppo può fare la differenza tra un workflow fluido e produttivo e uno lento e frustrante.

Per gli sviluppatori che si dedicano all'Internet delle Cose (IoT) e al lavoro su dispositivi embedded, avere a disposizione strumenti potenti e flessibili è essenziale.

Uno degli ambienti di sviluppo che ha guadagnato popolarità per la sua versatilità e capacità di adattamento è Visual Studio Code (VS Code), accompagnato dall'ecosistema PlatformIO.

Questo articolo esplorerà le caratteristiche distintive di VS Code e PlatformIO, spiegando come queste piattaforme si combinano per offrire una soluzione ideale per gli sviluppatori di oggi.

Visual Studio Code (Fig. 4) è un editor di codice sorgente gratuito e open-source sviluppato da Microsoft, noto per la sua leggerezza, velocità e un alto grado di personalizzazione. Offre supporto per una vasta gamma di linguaggi di programmazione e include funzionalità come il

completamento automatico del codice, l'evidenziazione della sintassi, e il refactoring. Inoltre, con la sua vasta libreria di estensioni disponibili nel marketplace, gli sviluppatori possono espandere le funzionalità dell'editor aggiungendo supporto per nuovi linguaggi e strumenti.

Un'altra caratteristica degna di nota è l'integrazione nativa con Git e altri sistemi di controllo di versione, che facilita la gestione delle modifiche al codice e la collaborazione tra team di sviluppo. Il terminale integrato in VS Code permette, inoltre, di accedere rapidamente alla riga di comando senza uscire dall'editor.

PlatformIO (Fig. 5), d'altro canto, è una piattaforma di sviluppo che si integra perfettamente con VS Code per offrire un ambiente completo per la programmazione di dispositivi embedded come l'ESP32. Con supporto per oltre 800 schede di sviluppo e più di 35 piattaforme, PlatformIO si distingue per la sua flessibilità.

Utilizza un file di configurazione centralizzato (platformio.ini) per semplificare la gestione dei progetti e include una gestione avanzata delle librerie attraverso il PlatformIO Library Manager. Gli strumenti di debugging avanzati offerti da PlatformIO sono particolarmente utili per il firmware, supportando debugger hardware e l'integrazione continua/distribuzione continua (CI/CD).

Dopo aver esplorato alcune delle caratteristiche principali di questi straordinari strumenti, passeremo a vedere come installarli e configurare il vostro ambiente di sviluppo!

Fig. 4
Il logo di Visual Studio Code.



Fig. 5
Il simbolo di PlatformIO.



SVILUPPO CON VISUAL STUDIO CODE, PLATFORMIO E ESP32

Configurare un ambiente di sviluppo per ESP32 utilizzando Visual Studio Code (VS Code) e PlatformIO è un processo semplice e lineare che offre agli sviluppatori la possibilità di sfruttare un potente ecosistema di strumenti.

Ecco una guida dettagliata su come procedere passo dopo passo per ottenere un setup ottimale.

1. Installazione di Visual Studio Code

Il primo passo è installare Visual Studio Code. Questo editor di codice sorgente è noto per la sua versatilità e potenza, ed è disponibile gratuitamente. Per iniziare, visita il sito ufficiale di Visual Studio Code (code.visualstudio.com) e scarica l'installer adatto al tuo sistema operativo (Windows, macOS, o Linux). Segui le istruzioni fornite per completare l'installazione sul tuo computer.

2. Installazione di PlatformIO

Una volta che Visual Studio Code è installato e funzionante, il passo successivo è l'aggiunta di PlatformIO. Questa estensione trasforma VS Code in un ambiente di sviluppo integrato (IDE) per il mondo dell'Internet delle Cose, in particolare per dispositivi come l'ESP32. Apri VS Code e accedi al **Marketplace delle estensioni** cliccando sull'icona a forma di quadrato nel pannello laterale sinistro. Cerca "PlatformIO IDE" e clicca su **Installa** per aggiungere l'estensione al tuo editor. Questo strumento offre una serie di funzionalità che rendono lo sviluppo più efficiente, inclusa la gestione delle librerie e il debugging avanzato.

3. Configurazione di un Nuovo Progetto

Con PlatformIO installato, è il momento di configurare il tuo primo progetto. Apri VS Code e avvia PlatformIO cliccando sull'icona di PlatformIO nel pannello laterale. Crea un nuovo progetto selezionando **New Project**. Verrà richiesto di scegliere la scheda di sviluppo e il framework desiderato. Se stai lavorando con un'ESP32, seleziona il modello specifico della tua scheda ESP32 e scegli il framework più adatto alle tue esigenze, come **Arduino** o **Espressif IDF**. Completa la configurazione iniziale del progetto e PlatformIO creerà la struttura di cartelle necessaria.

4. Scrittura del Codice

Una volta che il progetto è configurato, puoi iniziare a scrivere il tuo codice. Utilizza l'editor di Visual Studio Code per scrivere e modificare il tuo codice sorgente. Grazie alle funzionalità avanzate di PlatformIO, l'IDE gestisce automaticamente la configurazione e la compilazione del progetto, permettendoti di concentrarti esclusivamente sullo sviluppo del software.

5. Caricamento del Codice sul ESP32

Con il codice pronto, il passo successivo è caricarlo sulla tua scheda ESP32. Collega la scheda al computer tramite un cavo USB. PlatformIO fornisce un'interfaccia semplice per caricare il firmware: clicca sull'icona a forma di razzo o esegui il comando **Upload** all'interno di PlatformIO. Il sistema si occuperà della compilazione finale e del caricamento del firmware sulla scheda.

6. Debugging del Codice

Il debugging è una parte cruciale del processo di sviluppo, e PlatformIO offre potenti strumenti per facilitare questa attività.

Utilizza gli strumenti di debugging integrati per impostare breakpoint, esaminare le variabili in tempo reale, e passare attraverso il codice passo dopo passo per individuare eventuali problemi. Questa fase ti consente di testare a fondo il tuo software e assicurarti che funzioni come previsto prima di implementarlo definitivamente.

VANTAGGI DELL'USO DI VS CODE CON PLATFORMIO PER ESP32

L'integrazione tra Visual Studio Code e PlatformIO rappresenta una scelta eccellente per gli sviluppatori che lavorano con ESP32, grazie ai numerosi vantaggi che questa combinazione offre. Possiamo sintetizzare i benefici principali in tre punti chiave: efficienza, flessibilità, e potenza di debugging.

Efficienza

L'integrazione tra VS Code e PlatformIO crea un flusso di lavoro efficiente e ben organizzato. Gli sviluppatori possono beneficiare di un ambiente di sviluppo che non solo è facile da utilizzare, ma che ottimizza anche la gestione dei progetti. La possibilità di gestire librerie e dipendenze in modo automatizzato, unitamente al supporto di varie funzionalità avanzate, rende il processo di sviluppo più rapido e privo di intoppi.

Flessibilità

Un altro grande vantaggio è la flessibilità offerta da questa combinazione. VS Code e PlatformIO supportano una vasta gamma di framework e librerie, consentendo agli sviluppatori di scegliere l'ambiente di sviluppo più adatto alle proprie esigenze. Che tu preferisca lavorare con il framework Arduino o con Espressif IDF, puoi configurare facilmente l'ambiente secondo le tue necessità. Questo supporto multiplatforma permette di adattare il setup di sviluppo a progetti di diversa natura e complessità.

Potenza di Debugging

Infine, la potenza di debugging offerta dagli strumenti avanzati di PlatformIO è un aspetto che non può essere sottovalutato. La capacità di identificare e risolvere problemi nel firmware è fondamentale per garantire la qualità del codice. Grazie agli strumenti di debugging integrati, gli sviluppatori possono impostare breakpoint, analizzare variabili in tempo reale e tracciare il flusso del codice in modo dettagliato, facilitando la risoluzione di eventuali bug e migliorando la stabilità e la performance del software.

Visual Studio Code e PlatformIO offrono un ambiente di sviluppo estremamente potente per l'ESP32, combinando facilità d'uso, flessibilità, e strumenti di debugging avanzati. Questa sinergia permette agli sviluppatori di concentrarsi sulla creazione di applicazioni innovative senza doversi preoccupare di complessità tecniche o inefficienze nel workflow.

IL CODICE

Con un codice ben strutturato e organizzato in diverse sezioni chiave, gli sviluppatori possono facilmente navigare attraverso i loro progetti e ottimizzare ogni fase dello sviluppo. Vediamo ora ciascuna sezione in dettaglio per esplorare come questa combinazione possa migliorare significativamente il tuo processo di programmazione. Il codice completo è scaricabile gratuitamente dalla pagina di presentazione della rivista.

Per prima cosa, includiamo le librerie necessarie per lavorare con BLE e Arduino.

```
#include <BLEDevice.h>
#include <BLEUtils.h>
#include <BLEScan.h>
#include <BLEAdvertisedDevice.h>
#include <Arduino.h>
```

Definiamo le variabili globali che verranno utilizzate nel programma, tra cui l'array di indirizzi MAC `knownBLEAddresses` conosciuti in caso si voglia cercare per address e la soglia RSSI:

```
String knownBLEAddresses[] = {"6E:bc:55:18:cf:7b",
"53:3c:cb:56:36:02", "40:99:4b:75:7d:2f",
"5c:5b:68:6f:34:96"};
```

Ovviamente andranno sostituiti con i MAC address che vorrete monitorare.

CREARE UNA CLASSE PER GESTIRE I DISPOSITIVI RILEVATI

Creiamo una classe derivata da `BLEAdvertisedDeviceCallbacks` per gestire i dispositivi rilevati durante la scansione BLE.

```
class MyAdvertisedDeviceCallbacks:
public BLEAdvertisedDeviceCallbacks {
void onResult(BLEAdvertisedDevice
advertisedDevice) {
for (int i = 0; i <
(sizeof(knownBLEAddresses) /
```



```

sizeof(knownBLEAddresses[0])); i++) {
    if (strcmp(advertisedDevice.getAddress().
        toString().c_str(),
        knownBLEAddresses[i].c_str()) == 0) {
        device_found = true;
        Serial.println
        ("Dispositivo conosciuto trovato");
        break;
    } else {
        device_found = false;
    }
}
}
};

```

Configurare e avviare la scansione BLE

Configuriamo il modulo BLE e avviamo la scansione per i dispositivi vicini.

Se scegliamo di effettuare la ricerca per nome, dobbiamo sostituire "Gear S3 (BA03)LE" con il nome desiderato nella stringa:

```

if (strcmp(advertisedDevice.getName().c_str(),
    "Gear S3 (BA03) LE") == 0)

```

Tramite il codice:

```

int rssi = advertisedDevice.getRSSI();
Serial.print("RSSI: ");
Serial.println(rssi);

```

```

float NFactor=2.4;
float Distance;
float DistanceTo1Meter=-56;
Distance = (float) ((DistanceTo1Meter- rssi)/
    (10*NFactor));
Distance = pow(10,Distance);
Serial.print("Distance ");
Serial.println(Distance);

```

andiamo a trasformare il valore RSSI in distanza, così da sapere, in buona approssimazione, dove si trova il dispositivo rilevato.

Per ottenere un risultato ottimale, esegui una prima calibrazione mantenendo il dispositivo da rilevare a circa 1 metro dal modulo ESP32.

Leggere il valore fornito e assegnarlo alla variabile "DistanceTo1Meter".

ESEMPI DI UTILIZZO DELL'ESP32

L'ESP32 è un microcontrollore versatile e potente che può essere utilizzato in una vasta gamma di scenari in cui è necessario rilevare la presenza di dispositivi conosciuti (**Fig. 6**).

Grazie alle sue capacità di connessione Bluetooth Low Energy (BLE) e Wi-Fi, l'ESP32 è ideale per applicazioni che richiedono interazioni intelligenti e automatizzate.

Di seguito sono riportati alcuni esempi pratici di come l'ESP32 possa essere implementato per migliorare la comodità e la sicurezza in vari ambienti.



Fig. 6
Oltre alle persone
possono essere
localizzati anche
oggetti.

Accesso Controllato

In ambienti aziendali o domestici, l'ESP32 può essere utilizzato per consentire l'accesso esclusivamente a dispositivi riconosciuti. Questo è particolarmente utile per migliorare la sicurezza e automatizzare le operazioni quotidiane. Ad esempio, immagina una porta intelligente che si apra automaticamente quando rileva il dispositivo BLE del proprietario avvicinarsi. Questo sistema elimina la necessità di chiavi fisiche e garantisce che solo le persone autorizzate possano accedere a determinate aree. Inoltre, questa tecnologia può essere estesa a parcheggi, uffici, e altre zone ad accesso riservato.

Automazione Domestica

Nel contesto dell'automazione domestica, l'ESP32 offre un'infinità di possibilità per controllare i dispositivi elettronici in modo intelligente. Un esempio comune è l'accensione automatica delle luci quando il sistema rileva la presenza del dispositivo del proprietario all'interno della casa. Questo non solo aumenta la comodità, ma contribuisce anche al risparmio energetico, evitando l'accensione non necessaria delle luci. Altri dispositivi, come termostati, elettrodomestici e sistemi di intrattenimento, possono essere gestiti in modo simile, creando un ambiente domestico veramente smart.

Monitoraggio di Presenze

In ambienti come uffici o sale conferenze, l'ESP32 può essere utilizzato per monitorare la presenza di dispositivi a fini di sicurezza o gestione delle risorse. Ad esempio, il sistema potrebbe registrare automaticamente il numero di dispositivi presenti in una stanza per ottimizzare l'uso dell'energia o per motivi di sicurezza, garantendo che le aree non siano sovraffollate o lasciate incustodite. Questo approccio è utile anche per tracciare l'occupazione delle sale riunioni, migliorando così l'efficienza nella gestione degli spazi lavorativi.

ANALISI DELLE PRESTAZIONI

L'efficacia del sistema dipende da vari fattori, inclusa la sensibilità del segnale RSSI e la frequenza delle scansioni. La soglia RSSI è impostata a -40 dBm, ma potrebbe essere necessario regolarla in base alle condizioni ambientali per migliorare la precisione del rilevamento. Il Received Signal Strength Indicator (RSSI) è una misura della potenza del segnale ricevuto. Valori RSSI più alti (meno negativi) indicano una potenza del segnale più forte. In un ambiente con molti ostacoli, potrebbe

essere necessario abbassare la soglia RSSI per rilevare correttamente i dispositivi.

La frequenza delle scansioni influisce sulla reattività del sistema. Un intervallo di scansione più breve rende il sistema più reattivo, ma aumenta il consumo energetico. In questo progetto, l'intervallo di scansione è impostato a 1 secondo, ma può essere regolato in base alle esigenze specifiche.

SICUREZZA E PRIVACY

Implementare un sistema di rilevamento basato su BLE comporta anche considerazioni di sicurezza e privacy. È importante garantire che i dati raccolti siano protetti e utilizzati in modo appropriato. I dati relativi agli indirizzi MAC dei dispositivi rilevati devono essere protetti per evitare accessi non autorizzati. Utilizzare protocolli di crittografia e autenticazione può aiutare a proteggere questi dati. Gli utenti devono essere informati e dare il loro consenso per essere monitorati. È essenziale rispettare le normative sulla privacy, come il GDPR, e implementare politiche di gestione dei dati trasparenti.

CONCLUSIONE

Questo progetto dimostra come l'ESP32, in combinazione con la tecnologia BLE, possa essere utilizzato per creare un sistema di rilevamento delle persone semplice ma efficace. Le potenzialità dell'ESP32, unite alla flessibilità del BLE, aprono la strada a un'infinità di applicazioni innovative, dalla domotica alla sicurezza, dove le uniche limitazioni sono date dalla creatività del progettista. Il codice presentato può essere facilmente esteso e personalizzato per soddisfare diverse esigenze, rendendo l'ESP32 una piattaforma estremamente versatile per applicazioni IoT. Se avete richieste particolari o necessitate di assistenza, potete contattare direttamente i nostri tecnici tramite il sito design.futuranel.it. 

COSA OCCORRE ?		
Codice	Descrizione	Prezzo € IVA inclusa
YB555	Modulo con ESP-WROOM-32	13,50
MINIESP32LP	Modulo ESP32 Low Power	12,90
IL MATERIALE VA RICHIESTO A:		
Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA) Tel: 0331-799775 - www.futurashop.it		

Saldare diventa più facile!

Supporto per saldatura con 6 bracci flessibili e accessori



cod. **HR2120**
€ 39,00

Composta da lampada a 16 LED con lente d'ingrandimento 3X, terza mano, braccio flessibile da 25 cm con clip a coccodrillo, porta saldatore e porta rocchetto di stagno. Viene fornita completa di pasta per la saldatura (10g) e di spugnetta per rimuovere lo stagno dalla punta del saldatore.

Supporto per saldatura composto da 6 bracci flessibili con clip a coccodrillo, lente d'ingrandimento 3x, ventola da 30X30 mm per assorbire il fumo della saldatura con alimentazione USB.

Postazione multifunzione



cod. **TIP019**
€ 48,00

Supporto per saldatura a 4 bracci flessibili con clip a coccodrillo



cod. **SHH4ARMS**
€ 23,90

Ideale per saldare e dissaldare componenti elettronici o per eseguire piccoli lavori di precisione. Con spugnetta e un pulisci punta per saldatore con paglietta in ottone.

Terza mano con lente, luce e portasaldatore



cod. **TP232**
€ 17,00

Terza mano con luce LED, lente d'ingrandimento 3,5X e supporto per saldatore

Terza mano con lente d'ingrandimento



cod. **VTHH**
€ 7,90

Terza mano con lente d'ingrandimento 2,5X e supporto per saldatore

Supporto per serraggio scheda

Permette di sorreggere e bloccare, tramite due morsetti che possono ruotare di 360°, una scheda elettronica con dimensioni max 20X14 cm.



cod. **VTHH6**
€ 12,00

Prezzi IVA inclusa

INDICATORE STATO BATTERIA

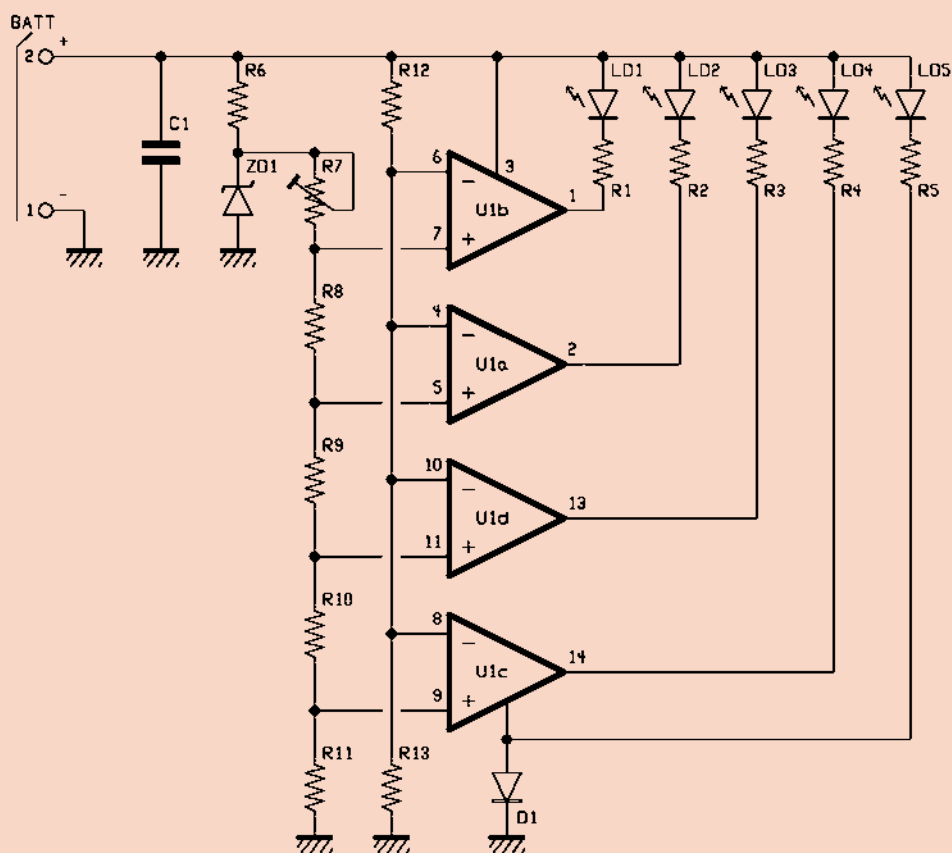
di DAVIDE SCULLINO

Collegato all'impianto elettrico, visualizza tramite una barra di 5 LED la tensione dell'accumulatore di bordo.

A

Imeno una volta è capitato a tutti, sfortunatamente, di entrare in macchina, girare la chiave e sentire che il motore non si avvia; questa condizione, scandita dal lampeggiare delle spie del quadro e dal saltellare dei relé di bordo, è foriera di un'altra molto più esplicita: si è rimasti a piedi e occorre nel caso

migliore caricare la batteria e in quello peggiore mettere mano al portafogli per comprarne una nuova. Oppure, peggio ancora, dover sostituire l'alternatore perché non ha caricato adeguatamente la batteria. Se è vero che non si può impedire che "giunga l'ora dell'accumulatore" è però possibile evitare di trovarsi nella situazione di non poter più ripartire, ossia di rimanere a piedi, magari lontano da casa o da un'officina; ciò si può fare dotando l'automobile, laddove non ne sia già fornita



di serie, di un indicatore della tensione dell'impianto elettrico, che può dare un'idea sia dello stato della batteria (specie a motore spento) sia della tensione alla quale l'alternatore la sta caricando. L'indicatore può essere un voltmetro analogico o digitale, o anche un visualizzatore come quello proposto in queste pagine, dotato di quattro LED più uno che indicano ciascuno, accendendosi, quale tensione viene raggiunta dalla batteria: si tratta di un display a livelli discreti dove ogni diodo luminoso indica, accendendosi, che la tensione rilevata è al di sopra della soglia corrispondente, pertanto il valore assunto dal potenziale sul positivo di batteria corrisponde sempre ad almeno la soglia alla quale il LED si illumina. Più esattamente, il visualizzatore è formato da una barra che vede sempre acceso il primo diodo e che accende insieme i successivi in base alla tensione che riceve sulla linea di alimentazione.

Capirete bene come è fatto e in che modo funziona questo indicatore di tensione andando a vedere di cosa si tratta, esaminando lo schema elettrico illustrato in queste pagine.

SCHEMA ELETTRICO

L'indicatore di stato della batteria che vi proponiamo di realizzare è sostanzialmente un voltmetro a livelli discreti (digitale ma non nel senso di binario...) con visualizzazione a LED ed è l'insieme di quattro comparatori di tensione non retroazionati ottenuti dagli altrettanti "amplificatori di Norton" ovvero speciali operazionali contenuti nell'integrato LM339, che nello schema elettrico è siglato U1: ciascun comparatore riceve il potenziale di riferimento da un nodo di un partitore a scala di resistenze formato dai resistori R7, R8, R9, R10 ed R11, alimentato a sua volta dalla tensione che il diodo Zener ZD1, con l'aiuto della propria resistenza zavorra R6, ricava da quella di alimentazione dell'intero circuito e stabilizza a 6,2 volt. Ciascun comparatore commuta lo stato della propria uscita in base al livello di tensione che riceve indirettamente dalla linea di alimentazione d'ingresso, che fa poi capo alla batteria dell'automobile, ovvero al confronto tra detta tensione e quella di riferimento. I comparatori hanno tutti l'ingresso invertente in comune e polarizzato dal potenziale V_p ricavato

dal partitore resistivo formato da R12 ed R13, il quale fornisce esattamente:

$$V_p = V_{batt} \times R_{13} / (R_{12} + R_{13})$$

dove V_{batt} è la tensione di alimentazione del circuito applicata ai contatti + e – V_{batt} , ovvero quella della batteria dell'autoveicolo su cui si installa l'indicatore. Sostituendo i valori dei due resistori si ottiene, con una tensione dell'impianto elettrico pari a 12V:

$$V_p = 12V \times 3,3 \text{ kohm} / (6,8 + 3,3) \text{ kohm} = 3,92 \text{ V}$$

Ora va notato che il potenziale applicato agli ingressi invertenti dei comparatori dipende strettamente da quello di alimentazione, mentre quello ricevuto dal non-invertente attraverso i nodi del partitore a scala di resistenze è fisso, una volta regolato il trimmer R7, quindi la commutazione di ciascun comparatore avviene in base alla tensione che l'impianto elettrico dell'autoveicolo assume di volta in volta.

I comparatori hanno tutti, a riposo, l'uscita a livello alto e di conseguenza i LED collegati tra le uscite e il positivo di alimentazione risultano spenti, almeno se la tensione di alimentazione è minore della minima soglia di commutazione.

Per effetto del collegamento al partitore a scala di resistenze, al crescere della tensione di alimentazione del circuito si verifica la commutazione dell'uscita dei comparatori in quest'ordine: U1c, U1d, U1a, U1b; questo significa che il comparatore U1c commuta per primo, U1d a un potenziale maggiore, U1a ad una tensione ancora superiore a quella dei due precedenti e infine, U1b commuta a una tensione più alta ancora. Tradotto in visualizzazione, ciò significa che LD1 si illumina solo quando viene raggiunta la tensione che in base alla taratura del trimmer R7 è la massima prevista, LD2 per una tensione inferiore, LD3 per una ancora minore e LD4 per un valore di tensione di batteria ancora più basso; c'è poi il LED LD5 che viene alimentato direttamente, non da un comparatore e relativa uscita, attraverso il diodo al silicio D1 che, come si vede dallo schema elettrico, solleva da massa di circa 0,7V il piedino di alimentazione negativa dell'LM339, spostando di fatto di tale ammontare la soglia di effettiva commutazione dei comparatori.

Andiamo dunque a calcolare i valori di tensione di batteria che portano all'accensione dei LED pilotati dai comparatori e lo facciamo ipotizzando di portare il cursore del trimmer R7 tutto verso il nodo con la resistenza R8, cosicché il partitore a scala

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione dell'impianto:
12-24Vcc

Corrente max assorbita
45 mA

Indicazione a LED
su 5 livelli

Soglia di rilevamento
regolabile

di resistenze si trova alimentato a 6,2V; in questa condizione abbiamo il piedino 7 del comparatore più in alto a tale potenziale, quindi U1b commuterà quando la tensione fornita dal partitore R12-R13 sarà di almeno 6,2 volt, il che considerando che tale partitore ha un rapporto di partizione pari a 0,327, vuol dire che per far accendere il LED più in alto nella scala (LD1) occorreranno tra + e – BATT almeno:

$$V_{batt} = 6,2V / 0,327 = 18,96 \text{ V}$$

Chiaro che questo valore è ben al di sopra della tensione che potrà trovarsi nell'impianto elettrico di un'automobile, quindi è da considerare per l'utilizzo del circuito su linee a maggiore tensione di lavoro.

La tensione di riferimento applicata al secondo comparatore dall'alto ammonta a:

$$V_{u1a} = 6,2V \times (R_9 + R_{10} + R_{11}) / (R_8 + R_9 + R_{10} + R_{11}) = 5,72V$$

Considerando il solito rapporto di partizione di R12-R13, ciò significa che occorrerà una tensione di batteria di 17,49V per far commutare U1a e illuminare il LED LD2.

Andiamo al terzo comparatore dall'alto (U1d) e vediamo che la sua tensione di soglia è pari a:

$$V_{u1d} = 6,2V \times (R_{10} + R_{11}) / (R_8 + R_9 + R_{10} + R_{11}) = 5,25V$$

Anche in questo caso, considerando il rapporto di partizione R12-13, pari a 0,327, possiamo calcolare a che tensione di ingresso (+ e – BATT) avverrà la commutazione del comparatore e la conseguente accensione del LED LD3:

$$V_{batt} = 5,25V / 0,327 = 16 \text{ V}$$

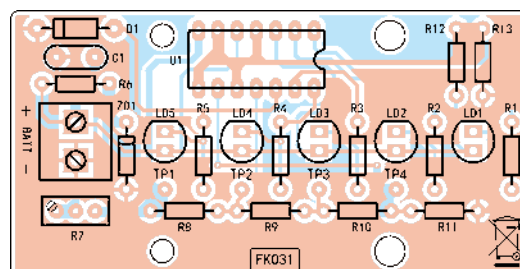
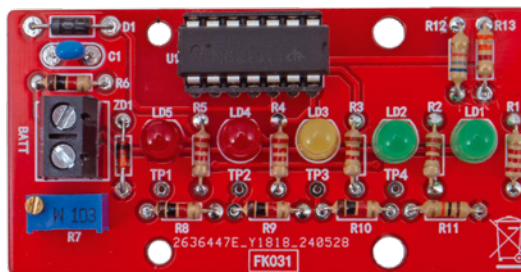


Elenco Componenti:

R1, R2, R3, R4, R5: 2.2 kohm
 R6, R8, R9, R10: 1 kohm
 R7: Trimmer multigiri 10 kohm
 R11: 10 kohm
 R12: 6,8 kohm
 R13: 3,3 kohm
 D1: 1N4007
 ZD1: Zener 6,2 V
 LD1, LD2: LED 5 mm verde
 LD3: LED 5 mm giallo
 LD4, LD5: LED 5 mm rosso
 C1: 100 nF multistrato
 U1: LM339

Varie:

- Zoccolo 7+7
- Morsetto 2 vie passo 5.08 mm
- Circuito Stampato FK031 (69x35 mm)



Concludiamo con il comparatore più in basso, calcolando la sua tensione di riferimento, che ammonta a:

$$Vu1c = 6,2V \times (R11) / (R8+R9+R10+R11) = 4,77V$$

cui corrisponde una minima tensione in ingresso di 14,58V per ottenere la commutazione e l'accensione del LED correlato, ossia LD4.

Naturalmente regolando la posizione del cursore del trimmer R7 è possibile abbassare le soglie indicate in modo da adattare il circuito indicatore all'applicazione desiderata, che può non essere soltanto l'automobile ma qualsiasi linea di alimentazione in corrente continua. Risparmiandovi i calcoli possiamo già arrivare a definire i valori di commutazione dei quattro comparatori supponendo che il cursore del trimmer sia a metà corsa e tutto verso il catodo del diodo Zener, condizioni che corrispondono ad avere all'ingresso non-invertente del comparatore U1b (piedino 7) un potenziale rispettivamente di:

$$Vu1bmax = 6,2V \times (R8+R9+R10+R11) / (0,5R7 \times R8+R9+R10+R11) = 4,48V$$

e di:

$$Vu1bmin = 6,2V \times (R8+R9+R10+R11) / (R7 \times R8+R9+R10+R11) = 3,5V$$

Nel primo caso i LED si accenderanno in corrispondenza delle seguenti tensioni di ingresso: LD1 a 13,7V, LD2 a 12,65V mentre LD3 a 11,59V ed LD4 a 10,54V.

Invece, con il cursore del trimmer a metà corsa i LED si accenderanno in corrispondenza delle seguenti tensioni di ingresso: LD1 a 10,7V, LD2 a 9,88V mentre LD3 a 9,06V ed LD4 a 8,23V.

Ricordiamo che in ogni caso, quando si accende il LED corrispondente alla tensione di soglia superiore sono già accesi e vi restano i LED relativi ai comparatori che nella scala di resistenze vengono più in basso.

Ciascun LED viene polarizzato attraverso un proprio resistore in serie, la cui funzione è limitarne la corrente a valori tollerabili e scelti in sede di progetto; questo vale anche per LD5, che pure è sempre acceso in quanto collegato sull'alimentazione attraverso il diodo 1N4007 che solleva da massa il negativo di alimentazione dell'LM339 e che svolge più di una funzione, una delle quali è impedire che l'integrato venga danneggiato da un'errata connessione (polarità invertita) dell'ingresso + e - BATT.

Un'altra funzione del D1 è consentire il completo spegnimento del comparatore più in basso quando la tensione arrivata al suo ingresso invertente (piedino 8) è molto bassa e si colloca al disotto della soglia minima ammessa nell'alimentazione singola dell'LM339; infatti il diodo D1 solleva da massa il

negativo e con esso il riferimento per l'LM339, così da garantire che la minima tensione all'ingresso invertente dell'U1c sia comunque tale da garantire la commutazione dello stesso amplificatore. Tutti i valori esposti sinora li abbiamo calcolati con una piccola approssimazione, perché nel determinare i potenziali di riferimento abbiamo -per semplicità di esposizione- ipotizzato che gli ingressi del quadruplo comparatore U1 non siano sede di corrente, anche se in realtà lo sono, ma di entità talmente piccola da poterne trascurare l'effetto sul partitore a scala di resistenze, anche in virtù dei valori resistivi adottati nel circuito.

Gli esempi fatti e riferiti agli estremi della resistenza inserita con il trimmer e a metà corsa di quest'ultimo vi fanno comprendere come il circuito possa essere applicato al controllo di impianti elettrici in corrente continua entro un campo molto ampio e con grande versatilità.

Bene, con questo abbiamo praticamente completato la descrizione dello schema elettrico, alla quale aggiungiamo il condensatore C1, la cui funzione è filtrare la linea di alimentazione di ingresso da disturbi impulsivi che in automobile non sono affatto infrequenti, specie nelle auto con poca elettronica e quindi pochi filtri degli spike prodotti dai motori elettrici di tergicristalli, elettropompe, ventola del radiatore, alzacristalli elettrici e via di seguito; tali impulsi, se non filtrati andrebbero a disturbare la commutazione dei comparatori, determinando di conseguenza la pulsazione di LED della barra che invece dovrebbero restare spenti o accesi in modo fisso.

REALIZZAZIONE PRATICA

Giunti a questo punto riteniamo di aver descritto esaurientemente lo schema elettrico e possiamo dunque passare alle note costruttive, a beneficio di coloro che vorranno realizzare ed installare in auto il voltmetro a LED qui descritto; il primo passaggio consiste nel preparare il circuito stampato sul quale montare tutti i componenti, operando per fotoincisione dopo aver scaricato dal nostro sito web www.elettronica.in.it le relative tracce lato rame ed averle stampate su carta da lucido o acetato in modo da ottenere le pellicole (una per lato

ramato) necessarie a procedere con la fotoincisione. Trattandosi di uno stampato a doppia ramatura, bisogna impressionare una alla volta, ciascuna con la rispettiva traccia, le facce della basetta ramata presensibilizzata, centrando aiutandosi con un paio di fori alle estremità, la traccia del lato componenti con quella del lato saldature.

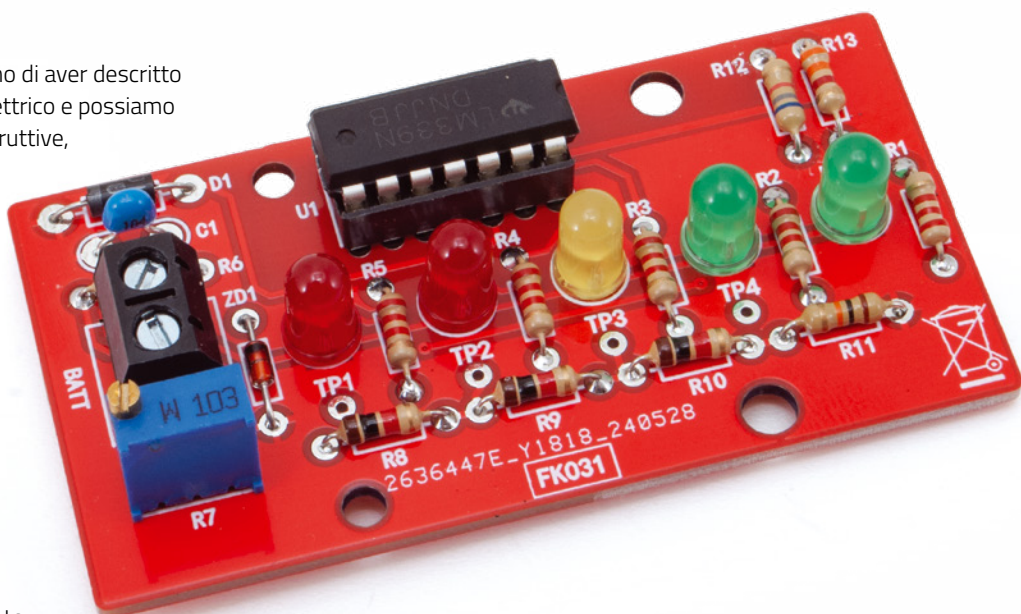
Una volta inciso e forato lo stampato, vi potete inserire e saldare i pochi componenti richiesti, i quali sono tutti a foro passante (THT=Through Hole Technology) e pertanto di facile gestione da parte anche di chi ha poca esperienza ed un laboratorio con dotazione limitata al classico saldatore e al filo di stagno.

Collocate dunque i componenti, iniziando con le resistenze e il diodo, quindi procedendo con lo zoccolo DIP da 7+7 pin per l'integrato LM339, il trimmer, l'unico condensatore e i LED, rammentando che in questi ultimi il catodo è il terminale che si trova dalla parte dello smusso sul contenitore. Terminate il montaggio con la morsettiera bipolare a passo 5 mm per connettere il circuito alla linea di alimentazione, quindi introducendo nel proprio zoccolo l'integrato LM339, prestando attenzione ad orientare la tacca di riferimento come indicato e a non piegare alcuno dei piedini sotto al corpo. Per conoscere il corretto orientamento dei componenti polarizzati (diodi, transistor, condensatori elettrolitici) fate riferimento al piano di montaggio visibile in queste pagine.

Una volta terminate le saldature verificate che tutti i componenti siano al loro posto e corretta-



Il prototipo del circuito montato.



L'amplificatore operazionale di Norton (noto anche come Current Feedback Amplifier) funziona come un amplificatore operazionale comune, tuttavia amplifica non la differenza tra le tensioni di ingresso ma la differenza fra le correnti degli ingressi invertente e non-invertente.

L'operazionale di Norton è utile quando si debbano realizzare circuiti basati su amplificatori operazionali da alimentare a tensione singola, condizione nella quale i classici op-amp, pensati per funzionare a tensione duale, mostrano alcuni limiti, uno dei quali è presentare un offset all'uscita e non poter scendere, come tensione di output, al disotto di

un certo potenziale che di solito è dell'ordine di 0,6V; peraltro è più pratico quando non vi siano problemi ad avere ingressi che diversamente dal modello ideale dell'operazionale, assorbono corrente, seppure di piccola entità. Mentre in un operazionale comune alimentato a tensione singola si verificano problemi quando il potenziale degli ingressi è prossimo a quello di massa, nell'amplificatore di Norton questo non accade perché nativamente gli ingressi lavorano nell'intorno di circa 0,6V sopra il potenziale di massa. Non serve quindi polarizzare a riposo l'input non-invertente per far lavorare l'operazionale a tensione singola.

mente orientati, quindi che non vi siano "baffi" di stagno che facciano cortocircuito fra piste attigue; a questo punto il vostro indicatore di stato della batteria è pronto per l'uso e per vederlo funzionare non dovreste fare altro che alimentarlo tramite la morsettiera con la linea di alimentazione (nel caso dell'auto, i 12V dell'impianto elettrico) che potrà essere a tensione compresa fra 9 e 20Vcc. Appena lo avrete alimentato, vedrete subito accendersi almeno il LED LD5 ed eventualmente quelli seguenti, in base alla tensione rilevata ed alla regolazione del trimmer R7; a tale riguardo, per una buona taratura vi conviene dotarvi di un multimetro (comunemente detto tester...) predisposto alla misura di tensioni continue con fondo-scala di 20 volt, applicarne i puntali rosso e nero rispettivamente sul polo positivo e sul negativo della

morsettiera + e - BATT, quindi ruotare con un piccolo cacciavite a lama il trimmer in modo che alla tensione letta corrisponda l'accensione del un numero di LED che volete sia quello che indica il valore di tensione in questione. Osservate che, per rendere più agevole la regolazione, il trimmer è a più giri, quindi non fermatevi al classico giro di vite. Ricordiamo che nella barra di LED, i primi due sono verdi (la loro accensione corrisponderà alle tensioni maggiori) il terzo è giallo (tensione intermedia o valore ottimale) mentre LD4 e LD5 sono rossi (allarme per tensione troppo bassa). L'ideale, per una batteria da auto da 12V, è che si regoli il trimmer per fare in modo che siano accesi almeno i due LED rossi e quello giallo, magari anche il primo dei verdi (LD2) a piena carica (12,6V).

Una volta regolato il trimmer è utile scriversi, magari sulla mascherina del contenitore in cui introdurrete il circuito, la tensione cui corrisponde l'accensione di ciascuno dei LED, a partire da LD1 fino ad arrivare a LD4, così vi sarà più semplice capire in che condizioni è la batteria sotto monitoraggio da parte del dispositivo.

CONCLUSIONI

Bene, termina qui la descrizione di questo utile accessorio che vi permetterà di tenere sotto controllo lo stato delle batterie al piombo per auto o di linee di alimentazione in continua di vari sistemi elettronici. Per un utilizzo ottimale del circuito ricordiamo che da parecchi anni il generatore di bordo delle automobili viene impostato dalla ECU motore e di conseguenza la tensione da esso fornita non è stabile, quindi è normale misurare, anche a motore acceso, poco meno di 12 volt e per l'esattezza, una tensione in un campo compreso fra 11,8 e 14,8V. Questo rende più difficile basarsi su tale parametro per valutare il buon funzionamento del generatore, tuttavia non vanifica il compito del circuito proposto in queste pagine, perché l'indicazione che esso fornirà sarà affidabile a motore spento, quando indicherà, a prescindere dalla dinamica di funzionamento dell'alternatore durante la ricarica, in che condizioni è l'accumulatore. A tale riguardo considerate che di norma una batteria al piombo da 6 elementi (quindi 12V) in buono stato e a piena carica deve far registrare una tensione di 12,5÷12,6V a riposo e che al disotto degli 11V vuol dire che qualche elemento è compromesso e che comunque non si può contare sulla capacità nominale e sull'autonomia che ci si aspetterebbe che l'accumulatore dovrebbe garantire. Buon lavoro!



COSA OCCORRE ?

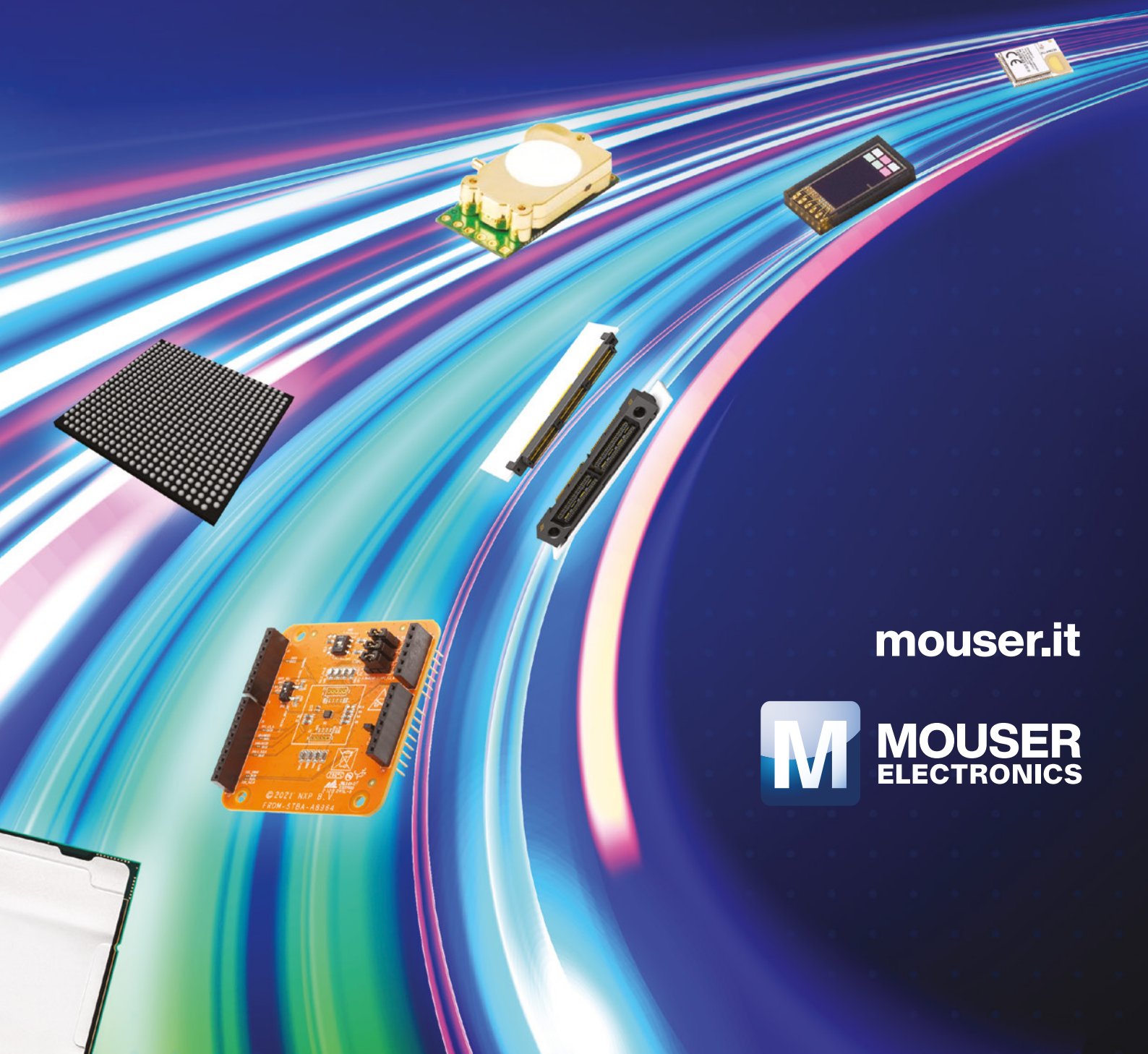
Codice	Descrizione	Prezzo € IVA inclusa
FK031	Indicatore di stato batteria	9,00
LM339N	IC comparatore di tensione	1,20

IL MATERIALE VA RICHIESTO A:

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

A tutta velocità

Affidatevi al leader nell'introduzione di nuovi prodotti™ per passare dall'idea al prototipo alla velocità della luce



[mouser.it](https://www.mouser.it)



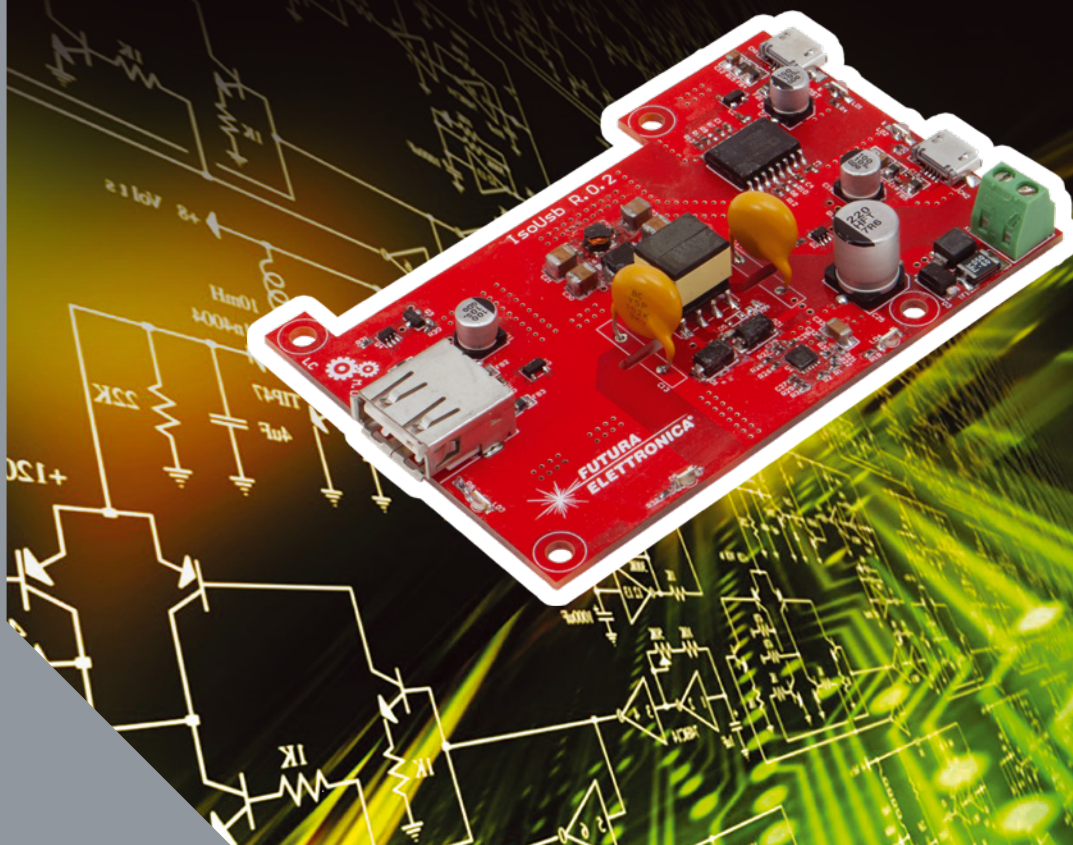
**MOUSER
ELECTRONICS**

La porta d'accesso al mondo dell'elettronica!



ISOLAMENTO FLYBACK

di **MATTEO DESTRO**



Scopriamo l'importanza dell'isolamento galvanico nell'interfaccia USB per proteggere i dispositivi da potenziali danni elettrici e migliorare l'efficienza energetica con la tecnologia flyback e i transceiver avanzati.

A

I giorno d'oggi l'interfaccia USB è ampiamente utilizzata per una varietà infinita di periferiche di uso comune ma anche sfruttata per la connessione di sistemi elettronici per l'automazione, sistemi per la gestione degli impianti elettrici ecc.

Per alcuni di questi sistemi la connessione tramite interfaccia USB è possibile senza particolari accorgimenti mentre per altri, alimentati direttamente dalla tensione di rete 230V senza isolamento galvanico, si rende necessario prendere delle precauzioni sfruttando degli appositi integrati per isolare galvanicamente l'interfaccia USB dal PC/NoteBook a cui verrà collegata.

Quando si collega un dispositivo elettronico al PC tramite il cavo USB potrebbe succedere che la periferica collegata abbia

Per isolare una linea USB differenziale si può prendere in considerazione l'integrato della Analog Device ADuM4160 il quale assicura la piena compatibilità allo standard USB 2.0 sia Low Speed che Full Speed.

Il componente soddisfa le seguenti specifiche:

- Protezione al cortocircuito sulla porta UpStream
- Immunità ai transienti di modo comune superiori a 25kV/us
- Normativa UL1577 la quale richiede che il dispositivo debba essere in grado di garantire una tensione di isolamento di 5000V per un minuto. Inoltre il dispositivo garantisce una tensione di isolamento pari al 120% del valore nominale ovvero 6000V applicati per un periodo di 1 secondo
- Normativa IEC 60601-1. 125 V_{RMS} (176 V_p)
- Normativa IEC 60950-1. 380 V_{RMS} (537 V_p)
- Normativa VDE V 0884-10: 846V_p

La Fig. 1 mostra lo schema a blocchi interno dell'integrato ADuM4160. L'integrato sfrutta la tecnologia iCoupler che abbinata

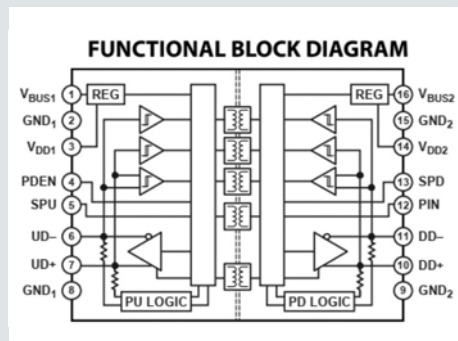


Fig. 1
Schema a blocchi interno integrato ADuM4160.

alla logica interna a CMOS ad alta velocità, e a una costruzione monolitica dei trasformatori di isolamento interni, permette di realizzare dispositivi di isolamento delle porte USB altamente efficienti e compatibili con gli standard Full Speed e Low Speed. Inoltre la tecnologia iCoupled introduce un ritardo di propagazione del segnale paragonabile agli hub USB standard o ai cavi stessi.

La Fig. 2 mostra la tipica applicazione di utilizzo dell'integrato ADuM4160 dove quest'ultimo viene integrato in una periferica la quale ha la necessità di interfacciarsi a un PC tramite porta USB. I punti fondamentali sono:

- L'USB Host provvede a fornire l'al-

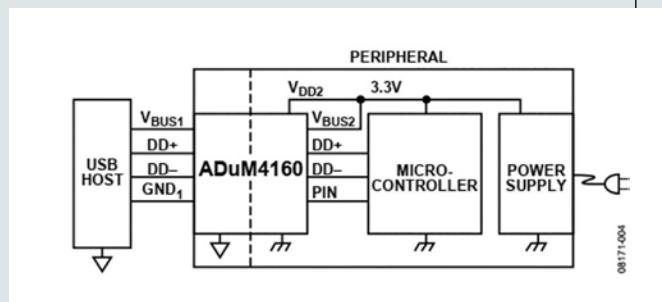
imentazione alla sezione UpStream dell'integrato ADuM4160 attraverso un cavo USB standard

- La sezione DownStream dell'integrato viene alimentata dalla periferica stessa la quale ha una sua alimentazione indipendente
- Le due linee differenziali D+ e D- del microcontrollore presente sulla periferica e connesse alla porta DownStream dell'integrato

vengono riportate sulla parte UpStream e connesse alle linee D+ e D- del cavo USB collegato al PC

- La velocità di funzionamento dell'interfaccia USB viene decisa in fase di progettazione tramite la configurazione di appositi pin dell'integrato e non può essere cambiata durante il funzionamento. Quindi si deve decidere a priori se lavorare in modalità FullSpeed o LowSpeed e configurare entrambi i lati UpStream e DownStream a lavorare alla stessa velocità
- Le resistenze di pull-up e pull-

Fig. 2
Tipica applicazione di isolamento porta USB UpStream.



un differente potenziale di terra rispetto alla presa a cui è collegato lo stesso. In questo caso potrebbe crearsi un percorso verso terra che potrebbe provocare un danneggiamento dei componenti incontrati lungo il percorso di alimentazione, ad esempio sulla scheda madre.

Questa è una condizione potenzialmente distruttiva e che bisognerebbe evitare.

Oltre ai casi potenzialmente distruttivi l'introduzione di un dispositivo con porta USB isolata porterebbe, in alcuni casi, alla soluzione dei problemi legati a un'alimentazione non sufficiente fornita dalla porta stessa. Infatti ricordiamo che le porte USB standard forniscono al massimo 500mA di corrente la quale per alcuni dispositivi potrebbe non essere sufficiente.

Quindi possiamo riassumere che l'isolamento galvanico viene utile in applicazioni dove:

- si rende necessario fornire una sicurezza elettrica nei confronti di tensioni potenzialmente letali;
- si rende necessario fornire una sicurezza elettrica in caso di tensioni potenzialmente distruttive per l'host che fornisce la connessione USB come ad esempio un PC, un Raspberry Pi, ecc.;
- può essere usato per eliminare gli effetti del rumore elettrico e delle differenze di tensione di modo comune create dal loop di terra;
- per fornire alimentazioni con correnti superiori a 500mA.

Per risolvere i problemi sopra esposti di isolamento ci viene in aiuto il transceiver ADuM4160, già usato

down sono integrate nel silicio del dispositivo

La Fig. 3 mostra il layout raccomandato per il PCB sul quale possiamo fare alcune osservazioni:

In molte applicazioni USB la tensione di alimentazione +3V3 viene ricavata dalla tensione V_{BUS} a +5V tramite un regolatore di tensione LDO. L'integrato ADuM4160 integra al suo interno un regolatore di tensione LDO sia lato UpStream che DownStream. Questo viene comodo per alimentare direttamente i driver delle linee D+ e D-. Tali alimentazioni sono rese disponibili ai pin V_{DD1} e V_{DD2} dell'integrato. Le alimentazioni a +5V devono essere portate ai pin V_{BUS1} e V_{BUS2} .

Se sul lato DownStream è disponibile solo l'alimentazione a +3V3 questa può essere portata direttamente ai pin V_{BUS2} e V_{DD2} . Questo disabilita il regolatore LDO interno come visibile nella possibile configurazione mostrata in figura 3. Nella nostra appli-

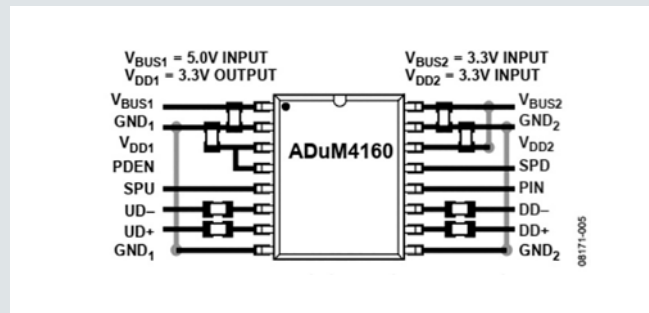


Fig. 3
Layout PCB
raccoman-
dato.

cazione entrambi i pin V_{BUS1} e V_{BUS2} ricevono un'alimentazione +5V. Il primo la ottiene dalla linea + V_{BUS_ISO} mentre il secondo dalla linea + V_{BUS} . L'integrato, tra le sue caratteristiche, indica il tempo di vita della sezione di isolamento. Infatti tutte le strutture isolanti prima o poi tendono a deteriorarsi per via delle sollecitazioni ricevute nel tempo. La velocità di degradazione della sezione isolante dipende dalle caratteristiche della forma d'onda applicata ad essa. La Fig. 4 mostra le tre tipologie di tensioni che si possono vedere applicate alla parte isolante dell'integrato. L'isolamento fatto con la tecnologia iCoupler degrada a velocità di-

verse a seconda della tipologia di forma d'onda applicata. La forma d'onda più deleteria e degradante è quella bipolare mentre quelle unipolari o in corrente DC sono le meno impattanti. L'integrato ha

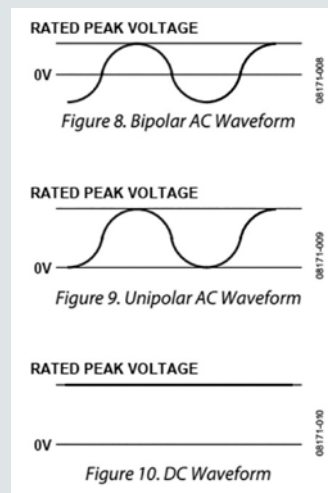


Fig. 4
Tipologia
tensioni che
portano al
breakdown
della parte
isolante.

in un precedente progetto (Elettronica In n. 262), il quale garantisce un isolamento fino a 5000V per un massimo di 60 secondi, realizzato con la tecnologia proprietaria iCoupler ed elettroniche CMOS ad alta velocità per la gestione delle comunicazioni USB da ambo i lati.

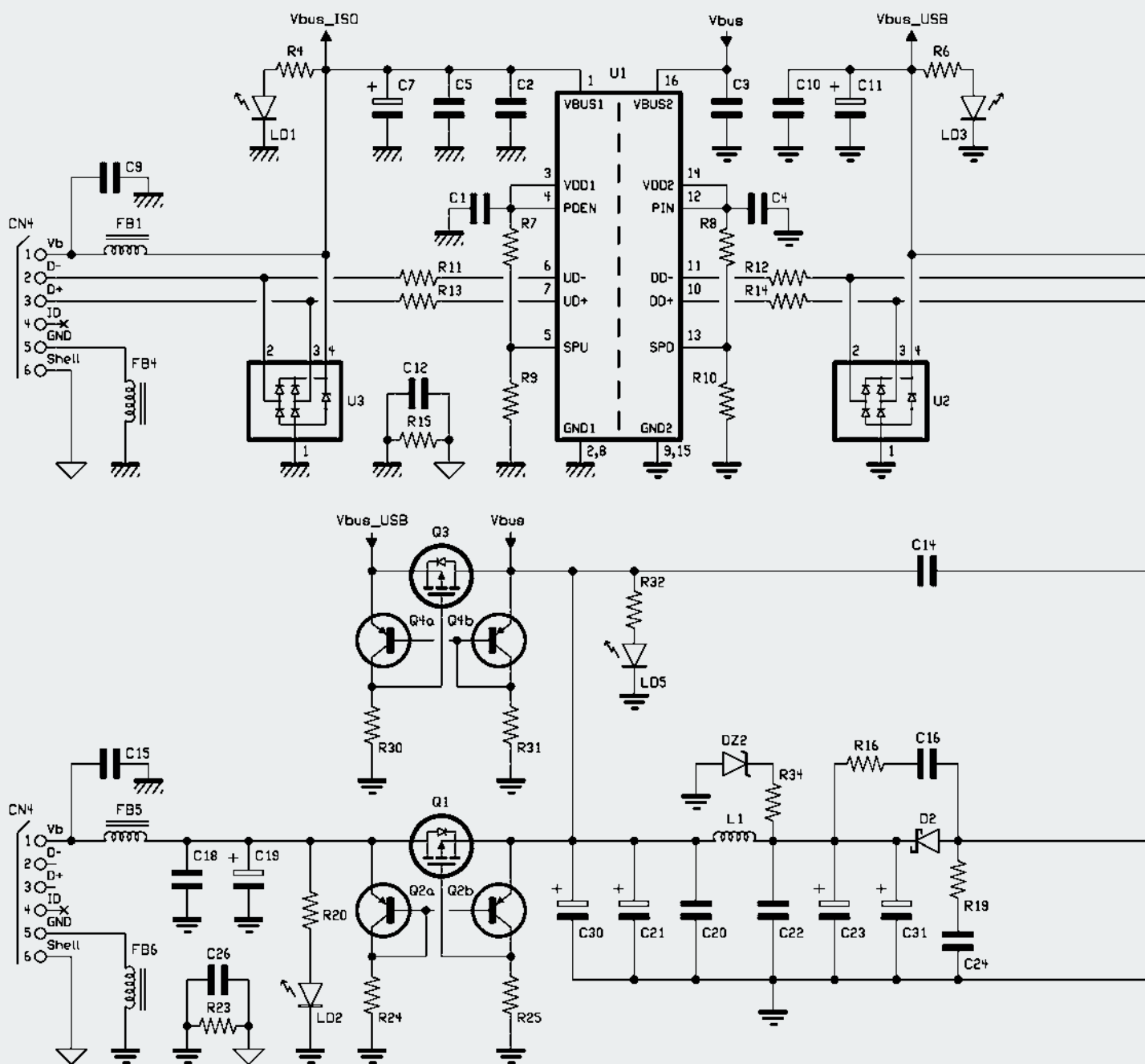
SCHEMA ELETTRICO

Iniziamo la trattazione partendo dallo schema a blocchi visibile in Fig. 5. Come si può osservare ci sono tre connettori USB, di cui due sono del tipo μ USB mentre una è una porta USB Type A classica. Sono totalmente indipendenti con le seguenti funzioni:

- il connettore μ USB nominato "USB HOST" serve sia per alimentare l'integrato ADuM4160, lato

isolato, sia per portare le due linee differenziali per i dati che vanno anch'esse all'isolatore;

- il connettore μ USB nominato "Auxiliary Power Supply" invece porta solo l'alimentazione, in questo caso le linee dati non sono utilizzate, e serve per alimentare la sezione del circuito dal lato **NON** isolato. Solitamente a questo connettore si collegano gli alimentatori wall-mount, per intenderci quelli che si usano anche per ricaricare cellulari, tablet, ecc.;
- il connettore USB Type A nominato "USB DOWNSTREAM" serve per collegare la periferica USB che si vuole opto-isolare. A questo connettore giungono le linee dati differenziali isolate dall'integrato ADuM4160 e una delle due possibili alimentazioni lato **NON** isolato.



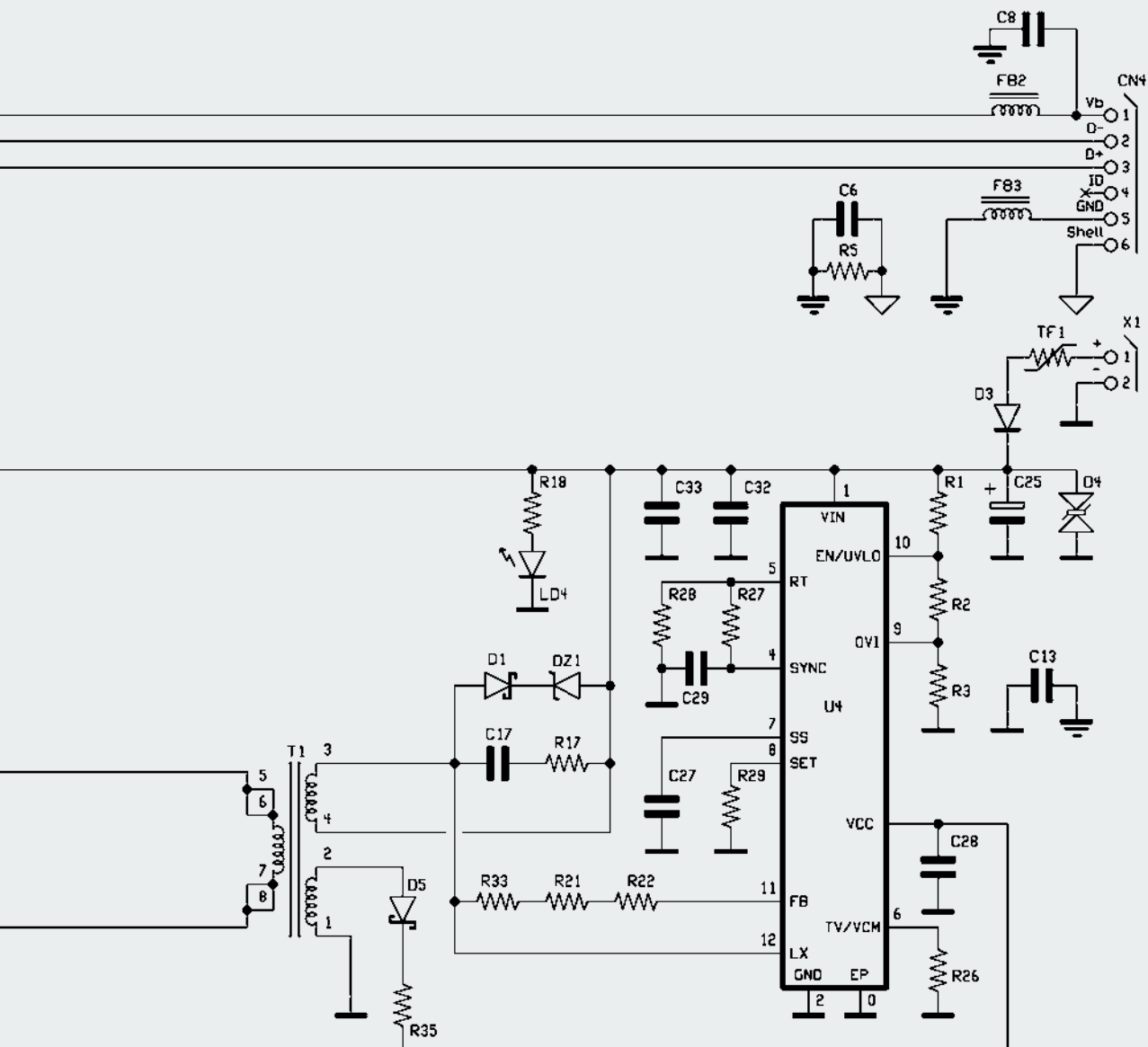
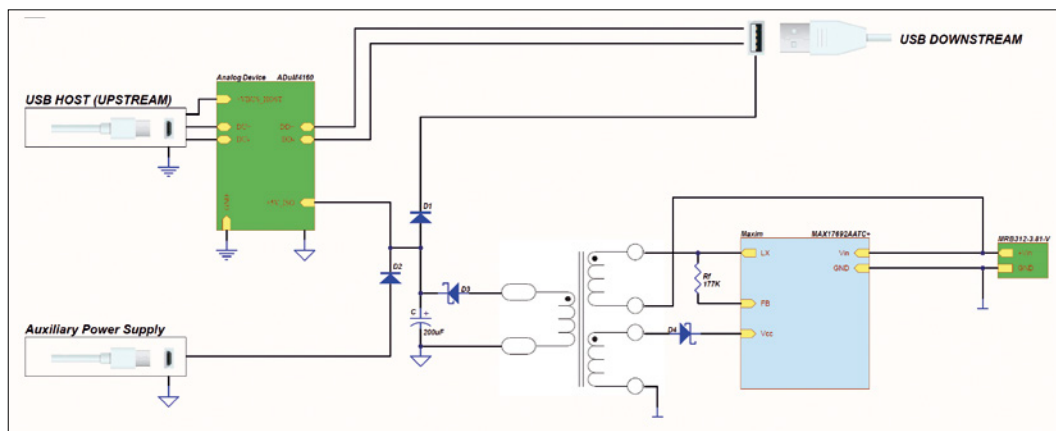


Fig. 5
Schema a blocchi.



Come accennato sopra ci sono due modi per fornire l'alimentazione; la prima è tramite il connettore μ USB mentre la seconda tramite alimentazione flyback realizzata con l'integrato MAX17692AATC+ della Maxim e il trasformatore di isolamento 750319211 della Wurth. Quindi per la seconda alimentazione è stata predisposta una morsetti-
tiera da due poli a cui connettere un alimentatore DC stabilizzato il quale dovrà fornire una tensione compresa nel range 12Vdc – 24Vdc.

Sempre osservando lo schema a blocchi si può notare che sono stati predisposti due diodi, vedremo poi come sono stati implementati, per evitare che ci siano dei ritorni di alimentazione.

Fatto questo preambolo possiamo passare alla trattazione dello schema elettrico partendo da CN1 che identifica il connettore μ USB denominato "**USB HOST**". Come si vede l'alimentazione presente sul pin1 del connettore arriva direttamente dal dispositivo a cui è connesso, il quale potrebbe essere un PC, un portatile oppure addirittura un Raspberry Pi. Questa alimentazione viene portata direttamente all'integrato U1 (ADuM4160) passando da una ferrite di filtro FB1. Sia l'alimentazione che le due linee dati vengono protette da eventuali scariche elettrostatiche dall'integrato U3.

Per capire che la scheda è connessa al suo dispositivo e che è alimentata si fa riferimento al diodo led LD1 di colore blu. Se è acceso significa che l'alimentazione isolata è presente. L'integrato U1 viene inoltre configurato per gestire la velocità di comunicazione dati in modalità "**Full Speed**", che equivale a 12Mb al secondo ("**b**" sta per bit), montando la resistenza R7 e non montando la resistenza R9. Questa configurazione va ripetuta anche sul lato **NON** isolato e quindi resistenza R8 montata e resistenza R10 non montata.

Dato che la velocità è impostata come "**Full Speed**" si ha che le periferiche che verranno connesse alla porta "**USB DOWNSTREAM**", connettore CN3 sullo schema elettrico, saranno tipicamente delle periferiche a bassa velocità come sistemi a microcontrollore che non necessitano di prestazioni elevate nel trasferimento dei dati.

Tuttavia è possibile comunque collegare periferiche ad alta velocità ma con la consapevolezza che la velocità massima sarà adattata a quella del nostro isolatore ovvero "**Full Speed**". Per capirci se sul connettore CN3 colleghiamo una chiavetta USB 3.2 generazione 1 da 5Gb per secondo, solitamente nominate "**Super Speed USB**", questa verrà vista dal PC a cui è collegata la nostra scheda di isolamento ma le prestazioni nel trasferimento dati saranno ovviamente declassate a "**Full Speed**".

Ritornando allo schema elettrico abbiamo che al connettore CN3 viene portata l'alimentazione $+V_{BUS_USB}$ la quale arriva dal diodo ideale formato dai componenti Q3, Q4A e Q4B mentre all'integrato U1 viene portata l'alimentazione $+V_{BUS}$. Il diodo led LD3, di colore verde, indicherà che è presente l'alimentazione sul connettore CN3 mentre il diodo LD5, anch'esso di colore verde, indicherà la presenza dell'alimentazione $+V_{BUS}$.

Vediamo ora come viene generata la tensione di alimentazione $+V_{BUS}$ e per fare ciò partiamo dall'integrato U4 che è un MAX17692AATC+ della Maxim. Questo integrato è identificato come un "**No-Opto Isolated flyback Converter**" e viene solitamente utilizzato per realizzare circuiti di alimentazione di piccole dimensioni e alta efficienza. Necessita infatti di pochissimi componenti esterni per la sua configurazione, inoltre il MOSFET necessario per i cicli di commutazione è già integrato in esso. L'integrato utilizza una frequenza di lavoro fissa

Cominciamo quindi a descrivere l'integrato MAX17692AATC+ avvalendoci dello schema a blocchi mostrato dalla **Fig. 6**. Iniziamo dal pin 10 (EN/UVLO) che è detto pin di **"Enable/Undervoltage Lockout"**; quando la tensione presente sul pin supera la soglia di 1.215V si ha che l'integrato abilita la sezione di oscillazione interna e di conseguenza il driver che pilota il MOSFET interno per la regolazione della tensione in uscita. Se invece la tensione sul pin scende sotto la soglia di 1.1V si ha che l'integrato disabilita l'oscillatore interno e di conseguenza il driver di cui sopra. Quanto appena descritto è utile al fine di configurare l'integrato a lavorare soltanto in un range preciso di tensio-

Al pin 8 (SET) dell'integrato va collegata una resistenza di 10K verso massa come richiesto dal datasheet, la quale va posizionata il più vicino possibile all'integrato durante lo sbroglio del PCB. Il pin 7 (SS) è detto pin di Soft-Start e necessita di un condensatore da collegare verso massa per impostare un tempo di soft-start di almeno 5ms. Per impostare il valore di default di 5ms lasciare il pin non connesso. Nel nostro caso abbiamo messo un condensatore da 220nF il quale assicura un tempo di circa 50ms per il soft-start.

The block diagram illustrates the internal architecture of the MAX1769A. Key components include:

- Input Stage:** A differential input stage with a feedback path (FB) and a current source (I_{SET}) connected to the non-inverting input. The output of this stage is connected to the inverting input of a second op-amp.
- Op-Amp and Compensation:** The second op-amp has a feedback path (FB) and a current source (I_{SET}). Its output is connected to the inverting input of a third op-amp. The third op-amp has a feedback path (FB) and a current source (I_{SET}). The output of the third op-amp is connected to the inverting input of a fourth op-amp.
- Comparators:** Two comparators are shown. The first comparator has inputs labeled 1215V and 1215V. The second comparator has inputs labeled 1215V and 1215V. Both comparators have outputs labeled COMP.
- Logic and Control:** The diagram includes several logic blocks: a "MINIMUM VOLTAGE SELECTOR", an "INTERNAL SOFT-START RAMP", a "PULSE WIDTH MODULATOR, OVERCURRENT AND LOAD DETECTION LOGIC", and a "FREQUENCY SELECTOR".
- Other Components:** The diagram also shows a "THERMAL SENSOR", an "LDO", a "V_{CC} UVLO", and a "CHPEN" pin.

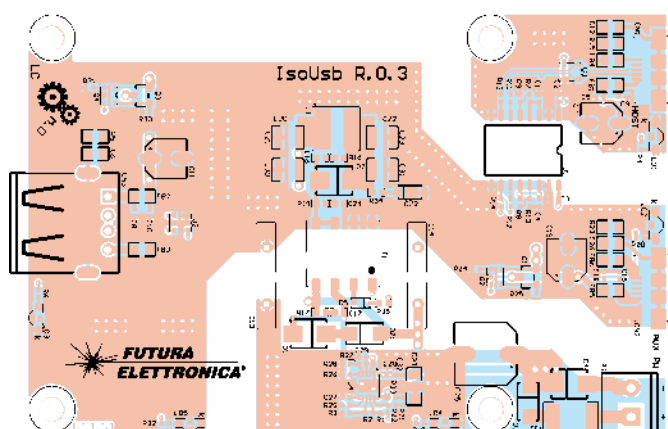
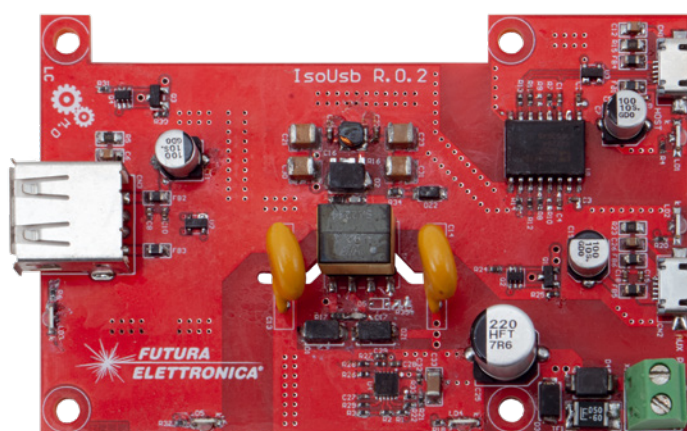
Elenco Componenti:

C13, C14: 1000pF/3000V ceramico a disco
 C8, C9, C15: 10 nF 50 VL ceramico (0402)
 C29: 16 nF 16 VL ceramico (0402)
 C1, C2, C3, C4, C5, C10, C18, C20, C22, C32: 100 nF 50 VL ceramico (0402)
 C27: 220 nF 16 VL ceramico (0402)
 C28: 2.2 µF 10 VL ceramico (0402)
 C16: TBD (0603)
 C17: 330 pF 50 VL ceramico (0603)
 C24: 1 nF 50 VL ceramico (0603)
 C6, C12, C26: 1 nF 1 kVL ceramico (0805)
 C33: 10 µF 50 VL ceramico (1206)
 C21, C23, C30, C31: 100 µF 10 VL ceramico (1210)
 C7, C11, C19: 100 µF 10 VL elettrolitico (C)
 C25: 220 µF 50 VL elettrolitico (F)
 R9, R10: 0 ohm (0402)
 R7, R8: 0 ohm (0402)
 R11, R12, R13, R14: 22 ohm (0402)
 R4, R6, R20, R32: 4.7 kohm (0402)
 R3, R24, R29, R31: 10 kohm (0402)
 R33: 12 kohm (0402)
 R2, R18: 22 kohm (0402)
 R21, R25, R30: 47 kohm (0402)
 R28: 68 kohm (0402)
 R22: 120 kohm (0402)
 R26: 178 kohm (0402)
 R1: 220 kohm (0402)
 R27: 470 kohm (0402)
 R16: TBD (0603)
 R35: 4.7 ohm (0603)
 R19: 10 ohm (0603)
 R17: 47 ohm (0603)
 R34: 220 ohm (0603)
 R5, R15, R23: 1 Mohm (0805)
 D3: BYG22B-E3/TR
 D1, D2: SS26S-E3/5AT
 D4: SM6T33CAY
 D5: BAT46WS
 DZ1: SMAZ27-13-F
 DZ2: MMSZ5V6T1G
 L1: 4.7uH/3A
 LD1: LED Blu (1204)
 LD2: LED Rosso (1204)
 LD3: LED Verde (1204)
 LD4: LED Giallo (1204)
 LD5: LED Ambra (1204)
 Q1, Q3: PMV48XP,215
 Q2, Q4: BCM857BS,115
 FB1, FB2, FB3, FB4: BLM21PG121SN1D 0805

FB5, FB6: BLM21SP111BH1D 0805
 T1: 750319211
 TF1: 1812L050/60MR 1812L
 U1: ADuM4160BRWZ SOIC16W
 U2, U3: PRTR5V0U2X SOT143
 U4: MAX17692AATC+ TDFN12
 X1: MRB312-3,81-V
 CN1, CN2: Connettore microUSB
 CN3: Connettore USB-A da CS

Varie:

- Circuito Stampato S1752 (85x56 mm)



Questo può essere calcolato con la seguente formula:

$$C_{SS} = 5 \times t_{SS}$$

Dove C_{SS} è espressa in nF e t_{SS} è espressa in ms.
 Il pin 5 (RT) serve per impostare la frequenza

di switching di 150kHz come da datasheet del trasformatore flyback. La formula per impostare la frequenza è la seguente:

$$R_{RT} = \frac{10^7}{f_{SWRT}}$$

Dove R_{RT} è la resistenza espressa in kΩ.
 Per una frequenza di lavoro da 150kHz ci vuole una resistenza da 66K7 che abbiamo approssimato con la resistenza R28 da 68K.
 Passiamo al pin 4 (SYNC/DITHER) il quale viene utilizzato per l'impostazione della frequenza di spread-spectrum collegando un condensatore verso massa e una resistenza verso il pin 5 (RT).
 Per una frequenza di dithering da 400Hz servono un condensatore da 16nF (C29) e una resistenza da 470K (R27).

Il pin 12 (LX) è il nodo di switching ed è collegato internamente al drain del MOSFET. Questo pin deve essere collegato al primario del trasformatore di flyback ovvero al pin 3. Questa linea, attraverso una resistenza, viene portata al pin 11 (FB) detto pin di feedback. Il pin di feedback è usato per rilevare la tensione di uscita riflessa durante il periodo di flyback. La resistenza interposta, nel nostro caso $R_{21} + R_{22} + R_{33}$, tra il pin LX e il pin FB serve per programmare la tensione di uscita desiderata. Abbiamo usato tre resistenze per avere più precisione durante l'affinamento della configurazione, inoltre tre resistenze aiutano a raggiungere più facilmente il valore teorico calcolato che una sola resistenza. La formula base che si può utilizzare per il calcolo della resistenza di feedback è la seguente:

$$R_{FB} = \frac{R_{SET}}{V_{SET}} \times \frac{V_{OUT} + V_D}{K}$$

Se invece è necessario tenere conto anche della compensazione in temperatura si deve usare una delle due seguenti formule a seconda che K_{VCM} sia maggiore o uguale a 2.5 o minore di 2.5. Quindi avremo:

$$R_{FB} = \frac{V_{OUT} + V_D}{K} \times \frac{1}{\left(\frac{V_{SET}}{R_{SET}} - \frac{0.66 \times V_{CM}}{R_{TC}}\right)}$$

oppure:

$$R_{FB} = \frac{V_{OUT} + V_D}{K} \times \frac{1}{\left(\frac{V_{SET}}{R_{SET}} - \frac{0.0825 \times V_{CM}}{R_{TC}}\right)}$$

Nel nostro caso abbiamo che K_{VCM} è maggiore di 2.5 in quanto la resistenza collegata al pin 6 di U4 è stata impostata a 178K di conseguenza consultando la tabella mostrata nella **Fig. 7** si evince quanto appena detto.

RTC/VCM	VCM SETTING	IPAT	TEMPERATURE COMPENSATION
OPEN	$K_{VCM} \geq 2.5$	0	NO
SHORT	$K_{VCM} < 2.5$	0	NO
5kΩ-25kΩ	$K_{VCM} < 2.5$	$0.15 \times \frac{V_{TC/VCM}}{R_{TC/VCM}}$	YES
40kΩ-200kΩ	$K_{VCM} \geq 2.5$	$1.2 \times \frac{V_{TC/VCM}}{R_{TC/VCM}}$	YES

In parallelo al primario del trasformatore è necessario mettere un diodo zener collegato in serie a un diodo schottky perché il MOSFET integrato in U4 viene potenzialmente stressato dalla tensione data dalla somma della tensione di ingresso V_{IN} più la tensione di uscita riflessa sull'avvolgimento primario quando il MOSFET stesso è nella condizione di OFF. In pratica la tensione sul pin LX è la somma della massima tensione di ingresso consentita V_{IN-MAX} , della tensione di uscita riflessa sul primario e della tensione di spike dovuta all'energia immagazzinata nell'induttanza di leakage V_{LKG} del trasformatore:

$$V_{LX} = V_{INMAX} + \frac{V_{OUT} + V_D}{K} + V_{LKG}$$

Quindi la tensione di ingresso massima V_{INMAX} non può superare i 33V per via del TVS posto in ingresso e la V_{LKG} del trasformatore flyback è di soli 100mV. Di conseguenza la V_{LX} calcolata sarà quindi pari a 50.52V avendo impostato una V_{OUT} a 5.25V e una caduta sul diodo V_D di 0.5V.

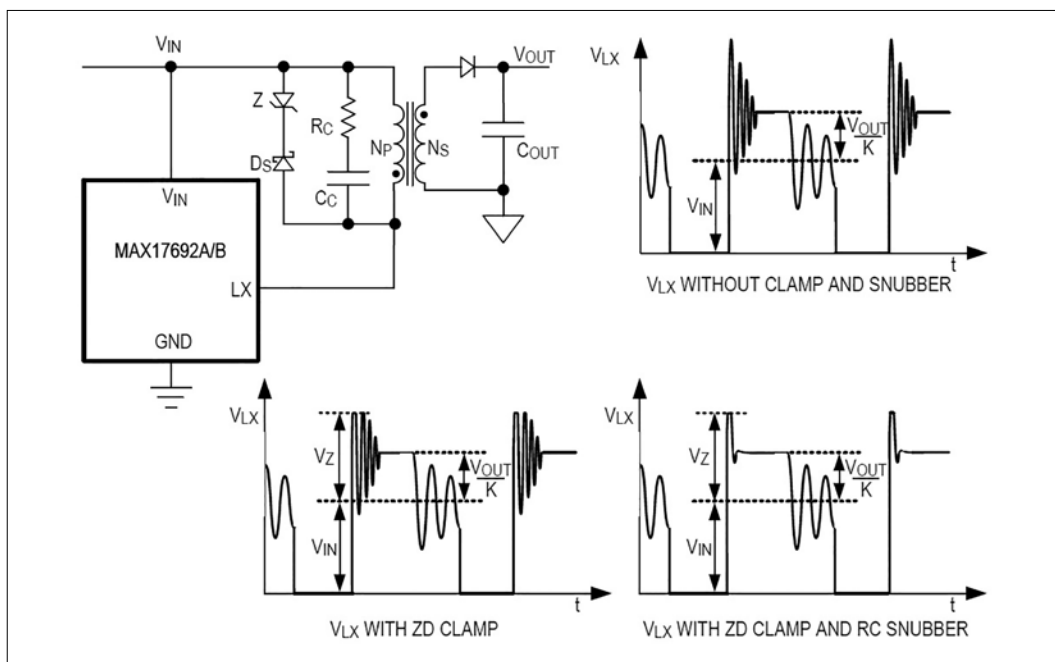
Quindi per limitare questa tensione si utilizza un circuito di clamp di modo che la tensione sul pin LX non possa mai superare i 76V, quindi:

$$V_{CLAMP} < 76 - V_{INMAX}$$

Di conseguenza la tensione V_{CLAMP} dev'essere inferiore a 43V. Il diodo zener DZ1 scelto per svolgere questo compito è un SMAZ27-13-F che ha una tensione nominale di intervento a 27V e il diodo schottky D1 è invece un SS26S-E3/5AT che può sopportare una tensione inversa massima di 60V. Il circuito formato dal diodo schottky D1 e dal diodo zener DZ1 ha la sola funzione di limitare la tensione massima sul pin LX dell'integrato U4 ma nulla può fare sulle oscillazioni dovute all'interazione tra l'induttanza di leakage L_{LK} e la capacità parassita del nodo LX detta C_{PAR} . L'integrato utilizza il nodo LX per campionare la tensione di uscita ri-

Fig. 7
 Tabella di
 selezione
 K_{VCM} a
 seconda della
 resistenza
 RTC.

Fig. 8
RC Snubber.



flessa e l'istante di inizio campionamento è settato a 300nSec dal fronte di salita sul nodo LX. Quindi bisogna cercare di smorzare le oscillazioni entro i 300nSec altrimenti si potrebbero influenzare le misure di campionamento della tensione di uscita riflessa. Per fare ciò è necessario introdurre uno snubber RC collegato in parallelo ai diodi D1 e DZ1 (nel nostro caso C17 e R17).

La Fig. 8 mette in evidenza le differenti soluzioni circuitali con e senza snubber. La Fig. 9 mostra lo smorzamento del ringing con resistenza da 47R e capacità di 330pF. Il segnale siglato M1 mostra il transitorio senza lo snubber e si vede appunto il ringing ad alta frequenza; invece il segnale in giallo C1 mostra lo stesso segnale ma senza il ringing smorzato dallo snubber inserito. Come si

Fig. 9
RC Snubber utilizzato.



può vedere la base dei tempi è impostata a 1uSec e il ringing viene smorzato in un tempo inferiore ai 300nSec come richiesto dal datasheet. Sull'avvolgimento ausiliario del trasformatore flyback abbiamo predisposto il collegamento verso il pin 3 di U4 ovvero un diodo schottky seguito da una resistenza da 4R7. Sul secondario del trasformatore troviamo un altro snubber RC per smorzare le oscillazioni ad alta frequenza sui fronti e un diodo rettificatore D2, sempre del tipo schottky, seguito da una batteria di condensatori. Il diodo D2 deve essere scelto con una tensione inversa maggiore della seguente:

$$V_{SECRET} = 1.5x(KxV_{INMAX} + V_{OUT})$$

La nostra V_{INMAX} come già detto, non può superare i 33V per via del TVS posto in ingresso mentre la V_{OUT} è impostata a 5.25V con un K del trasformatore pari a 0.33. Quindi la V_{SECRET} dovrà essere maggiore di 24V. Il diodo selezionato supporta fino a 60V di tensione inversa e quindi compatibile con l'applicazione.

Lo snubber formato dalla resistenza R16 e dal condensatore C16 non è montato in quanto solo predisposto.

Subito dopo il diodo D2 è stato messo un diodo zener DZ2 (MMSZ5V6T1G) con tensione di intervento a +5.6V al fine di evitare che tensioni superiori a tale soglia possano danneggiare gli integrati presenti sulla scheda come ad esempio ADuM4160 che può sopportare una tensione massima di alimentazione di +6.5V.

I condensatori che seguono il diodo rettificatore D2 devono essere tassativamente di tipo ceramico con dielettrico X7R o X5R. L'integrato MAX17692AATC+ implementa un loop interno di compensazione per avere una stabilità durante la conversione e di conseguenza richiede una minima capacità sull'uscita data dalla seguente formula:

$$C_{OUTMIN} = \frac{3.7xV_{OUT}xI_{OUT}}{\sqrt{\eta}xf_cxI_{PEAKDCM}xV_{OUT}^2}$$

Dove η è l'efficienza target del convertitore, f_c è la larghezza di banda in Hz selezionata come 1/15 della frequenza f_{SWRT} e deve essere inferiore a 10khz. La corrente $I_{PEAKDCM}$ è data dalla seguente:

$$I_{PEAKDCM} = \sqrt{\frac{2xV_{OUT}xI_{OUT}}{0.94xf_{SWRT}xL_{MAG}x(1 - TOL)x\eta}}$$

Impostiamo quindi l'efficienza η a 0.85 (85%), la tensione di uscita V_{OUT} a +5.25V, la corrente di uscita I_{OUT} a 700mA, la frequenza di lavoro f_{SWRT} a 150kHz e L_{MAG} a 55uH. Ne consegue che:

$$I_{PEAKDCM} = \sqrt{\frac{2x5.25x0.7}{0.94x150000x50x10^{-6}x(1 - 0.1)x0.85}} = 1.167A$$

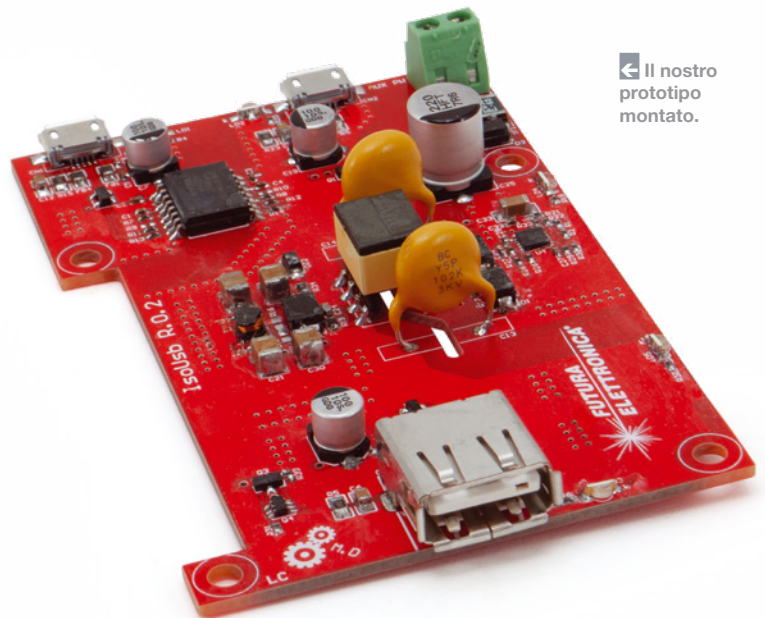
Da qui possiamo quindi calcolare C_{OUTMIN} che diventa:

$$C_{OUTMIN} = \frac{3.7x5.25x0.7}{\sqrt{0.85}x10000x1.167x5.25^2} = 46\mu F$$

Quindi la capacità in uscita deve essere maggiore di 46uF, nel nostro caso abbiamo messo due condensatori ceramici da 100uF/10V (C31 e C23). Segue quindi un'induttanza di filtro da 4.7uH/3A e altri due condensatori da 100uF/10V (C30 e C21). Quello che si vede è quindi un filtro "π" con una frequenza di taglio data da:

$$f = \frac{1}{\pi x \sqrt{LC}}$$

Che ritorna una frequenza di circa 10kHz. Con quest'ultima si conclude la trattazione della sezione di alimentazione con trasformatore di flyback. Tuttavia l'alimentazione può essere fornita in modo indipendente anche dal connettore CN2. Questo è un connettore μUSB senza linea dati ma solo alimentazione al quale possono essere collegati i



Il nostro prototipo montato.

Questa tipologia di integrati permette di realizzare sezioni di alimentazione che scaldano poco, che occupano una superficie limitata sul PCB e sono di facile realizzazione. Infatti MAX17692AATC+ è un componente ad alta efficienza con integrato un MOSFET per applicazioni flyback che utilizzano una frequenza fissa per il controllo del picco di corrente. In pratica l'integrato "sente" la tensione di uscita isolata direttamente dalla forma d'onda di ritorno sul primario del trasformatore flyback durante la conduzione sul secondario del trasformatore. Non sono quindi necessari amplificatori di errore e opto-isolatori per avere una tensione di uscita regolata in modo accurata e isolata salvando oltre il 20% di spazio con una soluzione tradizionale di alimentazione flyback.

Quindi l'integrato ha le seguenti caratteristiche:

- Elimina la necessità di utilizzare dei foto-accoppiatori
- Elimina la necessità di avere un amplificatore d'errore
- Ci permette di risparmiare il 20% di spazio sul PCB
- Ha un MOSFET integrato con bassa RDSON e tensione massima di lavoro fino a 76V
- Ha un loop interno di compensazione
- Soft-Start
- Potenza in uscita fino a 3.5W
- Corrente di shutdown di soli 2.5μA
- Supporto al "Spread Spectrum" per abbattimento delle emissioni EMI
- Compensazione in temperatura della tensione di uscita diretta del diodo rettificatore
- Protezione per eventuale sovratensione in ingresso
- Possibilità di abilitare l'integrato solo se la tensione in ingresso è sopra una certa soglia
- Protezione in temperatura

Date queste caratteristiche l'integrato è adatto alla realizzazione di alimentazioni isolate da utilizzare in applicazioni industriali o di telecomunicazioni.

La Fig. 1 mostra il tipico circuito applicativo dell'integrato da cui abbiamo preso spunto per la nostra applicazione.

Fig. 1

Circuito applicativo tipico.

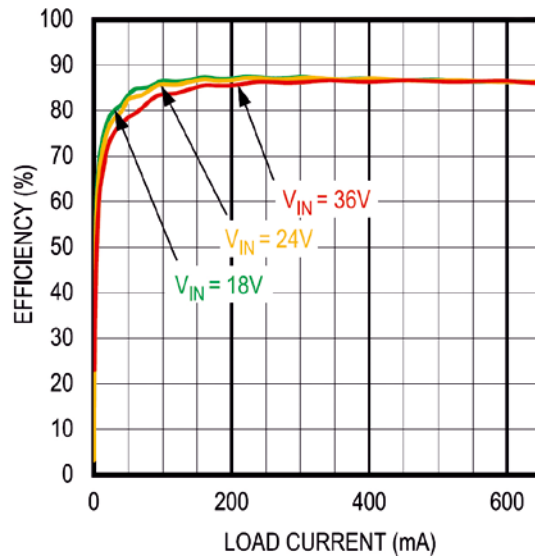
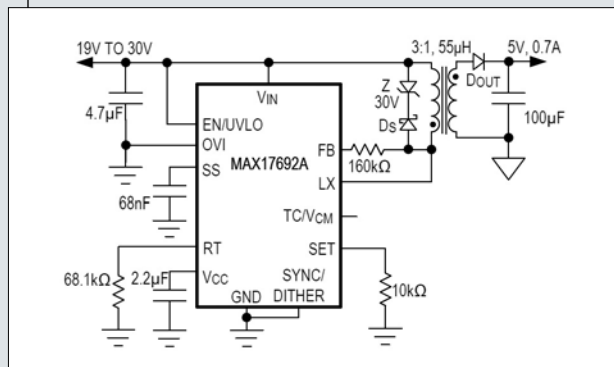


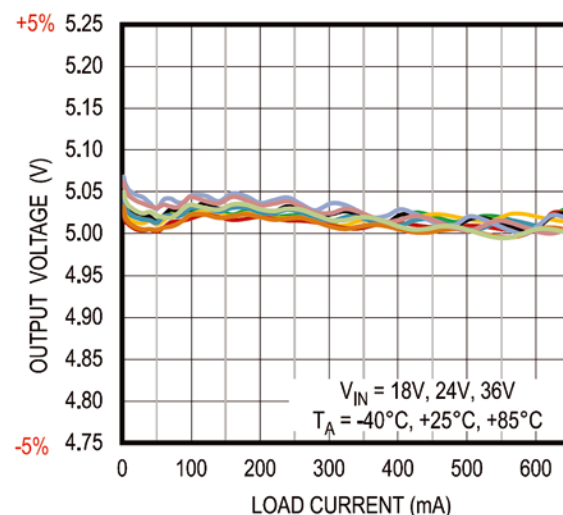
Fig. 2

Efficienza rispetto alla tensione di ingresso.

La Fig. 2 mostra l'efficienza dell'integrato rispetto alla tensione di ingresso applicata; per correnti di carico basse l'efficienza massima la si ottiene con tensioni di alimentazione di +24V, man mano che la richiesta del carico aumenta l'efficienza si atterra a un buon 85% con qualsiasi delle tre tensioni di alimentazione applicate. Invece la Fig. 3 mostra l'andamento teorico della tensione di uscita al variare del carico rispetto alle tre tensioni di alimentazione.

Fig. 3

Andamento tensione di uscita.



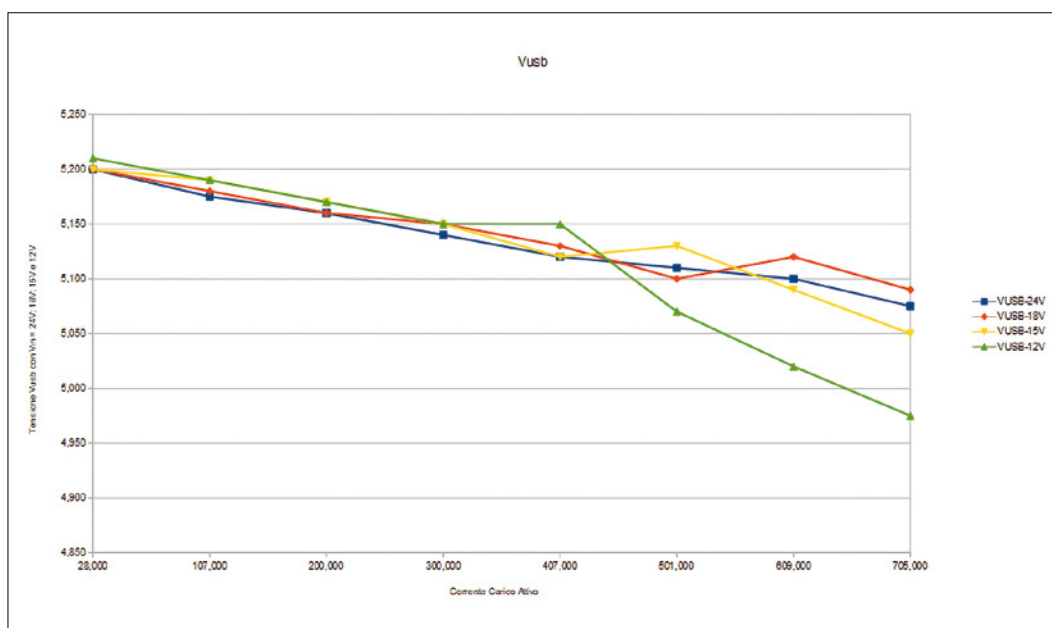


Fig. 10
Tensione di alimentazione VUSB sul connettore CN3 al variare del carico e della tensione di alimentazione alla morsetti X1.

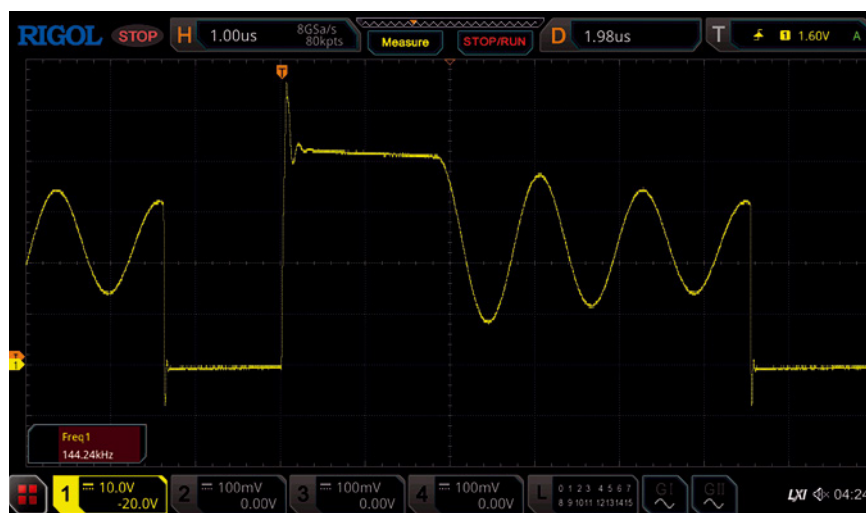
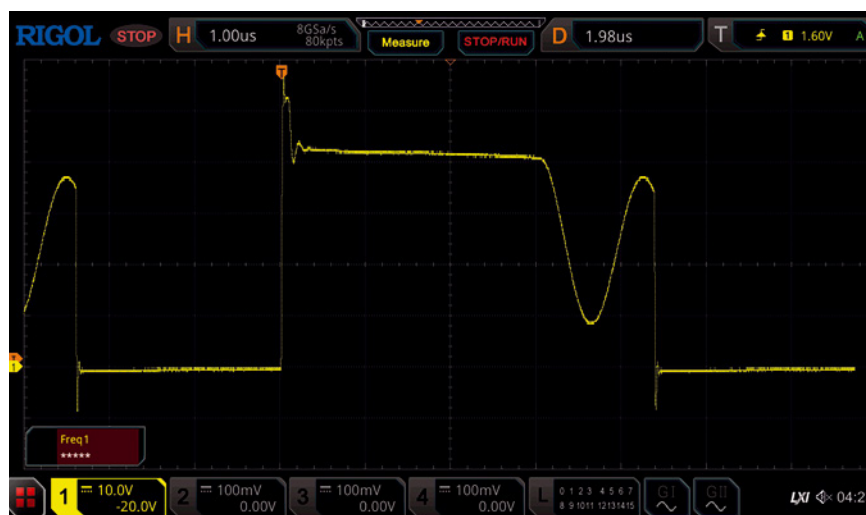
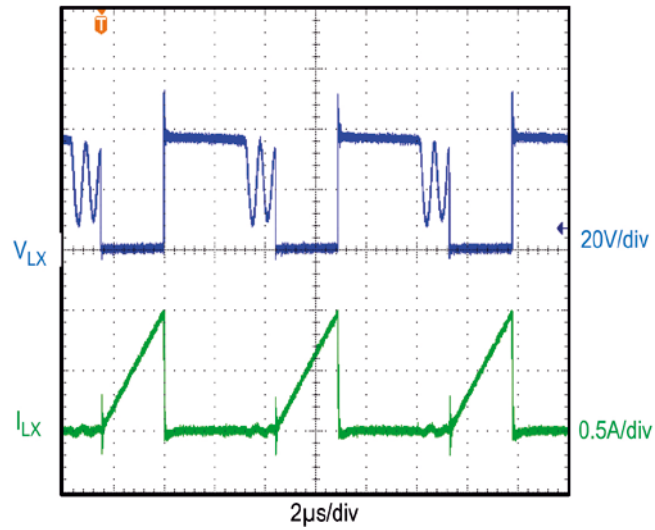


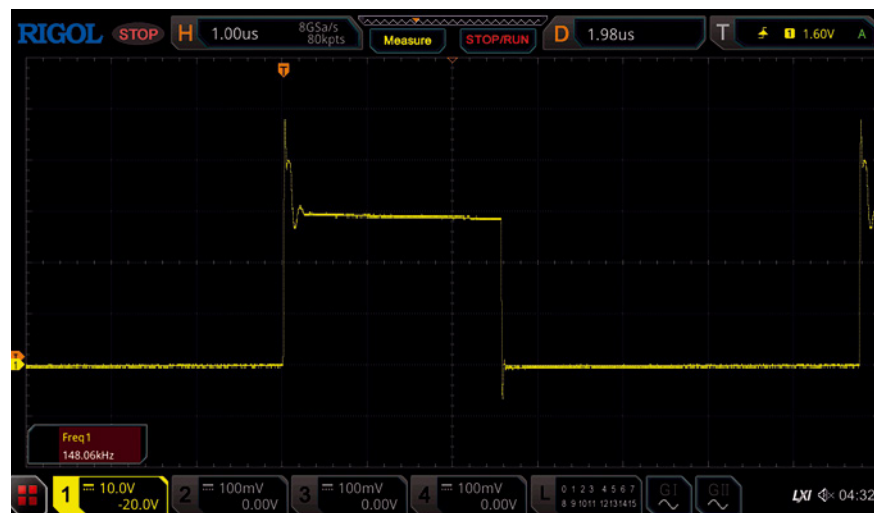
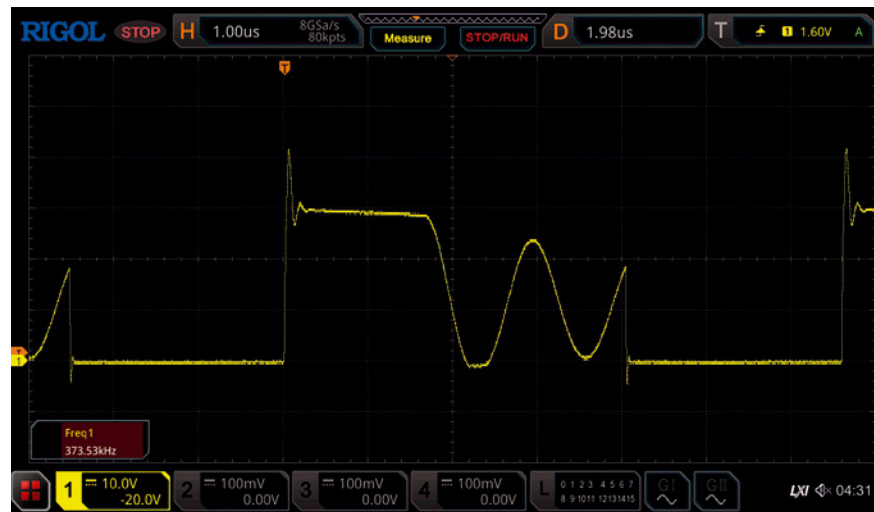
Fig. 11 e 12
Segnale di commutazione con carico da 200mA e con carico da 600mA con alimentazione +24V.



➔ **Fig. 13**
Segnale Steady-State switching waveforms 5V output 650mA.



➔ **Fig. 14 e 15**
Segnale di commutazione con carico da 200mA e con carico da 600mA con alimentazione +12V.



consueti alimentatori con uscita USB, per intenderci quelli utilizzati per caricare cellulari, tablet o altro. Questa è quindi un'alimentazione ausiliaria da utilizzare qualora non si voglia o non si possa utilizzare l'alimentazione flyback.

Come per l'altro connettore l'alimentazione passa attraverso una ferrite di filtro FB5 per poi incontrare, dopo i due condensatori C18 e C19, il diodo ideale formato dal MOSFET Q1 e dai transistor Q2A e Q2B. Il diodo led rosso LD2 indica la presenza dell'alimentazione ausiliaria.

Il diodo ideale serve per non fare tornare indietro verso il connettore CN2 la tensione di alimentazione flyback $+V_{BUS}$, di cui abbiamo appena discusso. Il funzionamento del diodo ideale si può così riassumere:

Caso con $+V_{BUS_2}$ non presente (alimentazione ausiliaria non connessa a CN2):

- nel momento in cui la tensione $+V_{BUS}$ è disponibile sul source del MOSFET Q1 si avrà che il transistor Q2B andrà in conduzione e quindi il gate di Q1 sarà allo stesso potenziale del source ($+V_{BUS} - V_{BE}$). Di conseguenza il MOSFET avrà il canale totalmente chiuso (MOSFET OFF);
- il transistor Q2A sarà interdetto.

Caso con $+V_{BUS_2}$ presente, ovvero alimentazione ausiliaria connessa a CN2, e tensione $+V_{BUS}$ disponibile. Ovviamente la tensione $+V_{BUS}$ si intende sempre maggiore della tensione ausiliaria $+V_{BUS_2}$:

- anche in questo caso il MOSFET Q1 avrà il canale totalmente chiuso e quindi MOSFET OFF;
- il transistor Q2B andrà in conduzione come nel precedente caso portando il gate di Q1 allo stesso potenziale del source ($+V_{BUS} - V_{BE}$);
- il transistor Q2A sarà in interdizione perché la V_{BE} non sarà sufficiente a mandarlo in conduzione.

Caso con $+V_{BUS_2}$ presente, ovvero alimentazione ausiliaria connessa a CN2, e tensione $+V_{BUS}$ NON disponibile:

- in questo caso la tensione $+V_{BUS_2}$ presente sul drain di Q1 verrà trasferita automaticamente sul source attraverso il diodo di substrato del MOSFET canale P;
- il transistor Q2A andrà in conduzione grazie alla resistenza R24 e sulla base del transistor avremo quindi una tensione pari a $+V_{BUS_2} - V_{BE}$;
- dato che sul gate di Q1 c'è una resistenza di pull-down verso massa questa farà sì che la

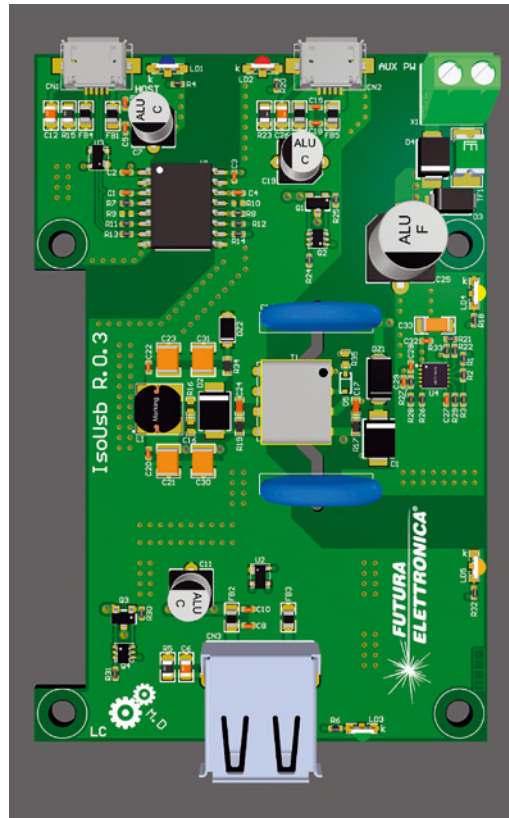


Fig. 16
Top Layer
PCB.

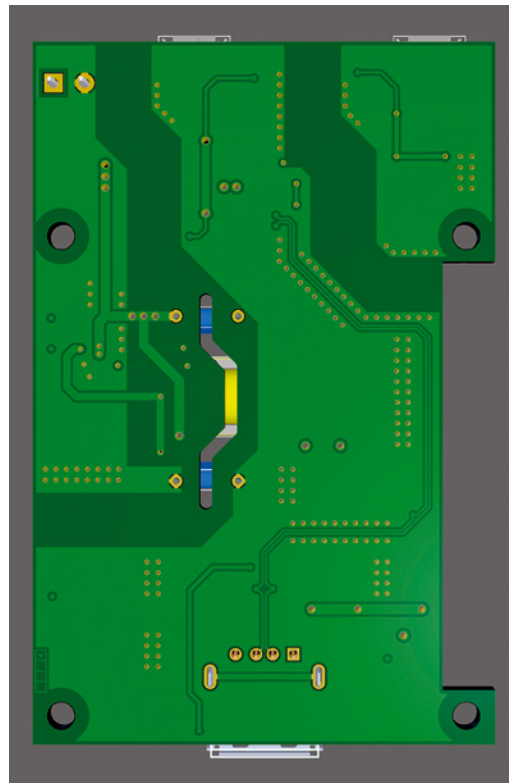
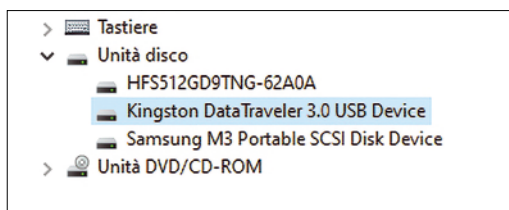
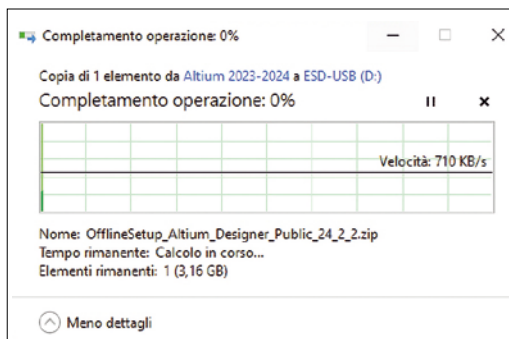


Fig. 17
Bottom Layer
PCB.

➔ **Fig. 18**
Chiavetta USB.



➔ **Fig. 19**
Velocità di trasferimento.



V_{GS} del MOSFET vada sotto soglia aprendo il canale di Q1 interdicendo così il diodo di substrato;

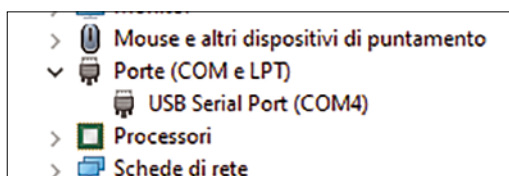
- a questo punto anche il transistor Q2B andrà in conduzione perché sulla sua base ci sarà la stessa tensione che c'è sulla base del transistor Q2A mentre sull'emettitore di Q2B avremo la tensione $+V_{BUS_2}$ meno la caduta di tensione V_{DS} del canale;
- la corrente IC di Q2B andrà a determinare la tensione presente su R25 e quindi la larghezza del canale di Q1.

Lo stesso discorso lo possiamo applicare anche all'altro diodo ideale formato dal MOSFET Q3, e dai transistor Q4A e Q4B e con questo abbiamo concluso la trattazione dello schema elettrico.

LAYOUT PCB

Alcune considerazioni sul layout della scheda. Il PCB è stato disegnato per avere sempre una distanza di isolamento in aria di 6mm tra la parte di alimentazione **NON** isolata e la parte isolata. Questo discorso lo possiamo applicare sia all'in-

➔ **Fig. 20**
USB Serial Port.



tegrato isolatore U1 ADuM4160, isolamento sia della linea dati che dell'alimentazione tra **HOST** e **DEVICE**, sia all'integrato U4 ovvero alimentazione generata tramite alimentatore flyback e alimentazione portata tramite connettore ausiliario CN2. Sotto al trasformatore T1 e ai condensatori C13 e C14 è stata anche predisposta una fresata per aumentare la distanza di isolamento superficiale utile in caso di accumulo di umidità e polvere. La **Fig. 16** mostra il layout della scheda, come si può vedere si notano chiaramente le zone del PCB in cui è stata predisposta la distanza di isolamento di 6mm. Stesso discorso per la **Fig. 17**. Anche in questo caso le distanze di isolamento sono ben evidenti compresa la fresata sotto il trasformatore e i due condensatori. Ovviamente sul Bottom Layer non sono presenti componenti in quanto tutti distribuiti sul top Layer.

Le piste differenziali dell'unica linea dati USB sono state tracciate per avere un'impedenza differenziale di 90R e quindi il PCB deve essere realizzato con impedenza controllata. Sotto alle linee differenziali dell'interfaccia dati USB c'è sempre un piano di massa che **NON** deve mai essere interrotto. Guardando la **Fig. 17** si vedono chiaramente le linee differenziali poste sul Bottom Layer che corrono dalla porta USB type A fino all'integrato ADuM4160. Invece le linee differenziali che vanno dall'integrato ADuM4160 al connettore μ USB CN1 si trovano sul Top Layer come mostrato nella **Fig. 16**. Per disegnare linee differenziali si devono sviluppare PCB multistrato, da 4 layer in su, in modo da avere dei piani di massa distribuiti sotto tali linee oltre a dimensionarne la giusta larghezza e distanza tra esse. Il PCB sviluppato è un multistrato da 1.6mm di spessore su quattro layer di cui quelli interni sono utilizzati per i piani di massa e di alimentazione. I due connettori μ USB e la morsettiera due poli sono posti nella parte superiore del PCB mentre la porta USB Type A è posta nella parte inferiore del PCB. Questo lo rende compatibile con le schede Raspberry Pi.

ALCUNE MISURE ELETTRICHE SULL'ALIMENTAZIONE FLYBACK

Abbiamo effettuato diverse misure elettriche applicando sul connettore CN3 un carico attivo che andava a simulare diversi assorbimenti di corrente. La scheda è quindi in grado di fornire un'alimentazione stabile a $+5V \pm 5\%$ con una corrente massima di 700mA.

La **Fig. 10** mostra l'andamento della tensione di alimentazione presente sul connettore USB Type

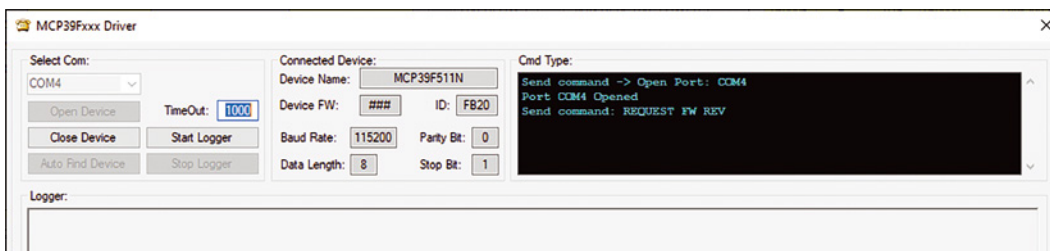


Fig.21
Software
Energy Meter.

A in relazione al carico collegato e alla tensione di alimentazione applicata sulla morsetteria X1. Le misure sono state fatte per alimentazioni di +24V, +18V, +15V e +12V. Come si vede all'aumentare della corrente richiesta dal carico corrisponde una diminuzione della tensione presente sulla porta USB la quale rimane sempre nel range di tensioni consentite.

La **Fig. 11** e la **Fig. 12** mostrano il segnale presente sul pin 12 (LX) con rispettivamente un carico da 200mA e un carico da 600mA usando un'alimentazione alla morsetteria pari a +24V. Come si può vedere all'aumentare del carico la forma d'onda al pin viene modulata dall'integrato al fine di riuscire ad erogare la corrente desiderata.

La forma d'onda è compatibile con quanto evidenziato sul datasheet e mostrato nella **Fig. 13**.

Se invece imponiamo alla morsetteria una tensione di alimentazione pari a +12V, sempre con un carico da 200mA e uno da 600mA, vedremo delle forme d'onda sul pin 12 (LX) leggermente diverse ma paragonabili. La **Fig. 14** e la **Fig. 15** mostrano quanto appena detto.

COLLEGAMENTO A PORTA USB PC/NOTEBOOK

Abbiamo collegato la porta μ USB CN1 alla porta USB 3.0 Type-A di un notebook e dato quindi un'alimentazione stabilizzata +24V alla morsetteria X1. Ovviamente il sistema operativo, nel nostro caso Windows 10, non vede niente in quanto l'integrato isolatore ADuM4160 non è una periferica USB. Tuttavia non appena si collega una periferica USB valida al connettore CN3 questa compare tra le periferiche collegate al PC/notebook.

La **Fig. 18** mostra cosa succede collegando una chiavetta USB al connettore USB type A della scheda. Abbiamo collegato una "**Kingstone Data Traveler**" la quale viene riconosciuta correttamente dal sistema. Notare che è una periferica con interfaccia USB 3.0, tuttavia come già spiegato nell'articolo la velocità massima che potrà raggiungere sarà quella di una semplice USB Full Speed e cioè 12Mbit al secondo. La **Fig. 19** evidenzia

quanto appena detto, come si vede la velocità di trasferimento è di appena 710KByte/Sec che è compatibile con la velocità "**Full Speed**" impostata in hardware.

Proviamo ora a collegare, tramite l'interfaccia USB opto-isolata, la nostra scheda demo per la gestione della schedina di misura FT1663M (presentata sul numero 279 di Elettronica In) collegata all'alimentazione di rete 230Vac. Appena collegata apparirà tra le periferiche del PC come "**USB Serial Port**" che nel nostro caso è una COM4 come evidenziato dalla **Fig. 20**. Avviando quindi il nostro software "**Energy Meter**" Rev.1.1.0.0 o superiore saremo in grado di connetterci alla schedina di misura come indicato in **Fig. 21**.

CONCLUSIONI:

A questo punto possiamo ritenere conclusa la trattazione della nostra interfaccia USB isolata. Le possibili applicazioni per questo tipo di architettura sono molteplici, tra cui il collegamento di periferiche di sviluppo come Real-Ice, PickIt, la nostra demo board per le misure elettriche; schede per movimentazione relay di potenza; schede per la lettura di ingressi digitali o analogici ecc. Tutte le volte che dovrete eseguire i collegamenti necessari prestate sempre la massima attenzione soprattutto se la periferica da connettere al PC è alimentata direttamente dalla rete 230Vac. □



COSA OCCORRE ?

Codice	Descrizione
PCBPRODUCTION	Il circuito stampato 4 Layers può essere realizzato tramite il servizio PCBPRODUCTION disponibile all'indirizzo ftrlink.it/pcb

IL MATERIALE VA RICHIESTO A:

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



Indispensabili in ogni laboratorio!

STAZIONE SALDANTE 60 W
CON BRACCI FLESSIBILI
E TEMPERATURA
REGOLABILE
DA 160 A 480°C

cod. SS203
€39,00



MINI STAZIONE SALDANTE 10W
CON TEMPERATURA
REGOLABILE
DA 100 A 450°C
IDEALE PER
COMPONENTI SMD

cod. SS202N
€19,90



STAZIONE SALDANTE 130 W
CON TEMPERATURA
REGOLABILE
DA 160 A 480°C
STAGNO,
PORTA STAGNO,
PAGLIETTA
IN METALLO
E SPUGNA

cod. TP237
€49,00



STAZIONE SALDANTE 48 W
CON DISPLAY LCD E
INDICAZIONE DELLA
TEMPERATURA IMPOSTATA E
DELLA TEMPERATURA REALE
DA 150 A 450°C

cod. VTSSC40N
€94,00



STAZIONE SALDANTE 48 W
CON TEMPERATURA
REGOLABILE DA 150 A 480°C

cod. TPGSS501
€21,00



STAZIONE SALDANTE/
DISSALDANTE PER COMPONENTI
SMD CON SALDATORE
DA 160 A 480 °C E
STILO AD ARIA CALDA
DA 160 A 480 °C

cod. TP282
€278,00



STAZIONE SALDANTE/
DISSALDANTE PER COMPONENTI
SMD CON SALDATORE
DA 50 A 480 °C
E STILO AD ARIA CALDA
DA 100 A 500 °C

cod. VTSS230
€165,00



Scopri la gamma completa su **www.futurashop.it**

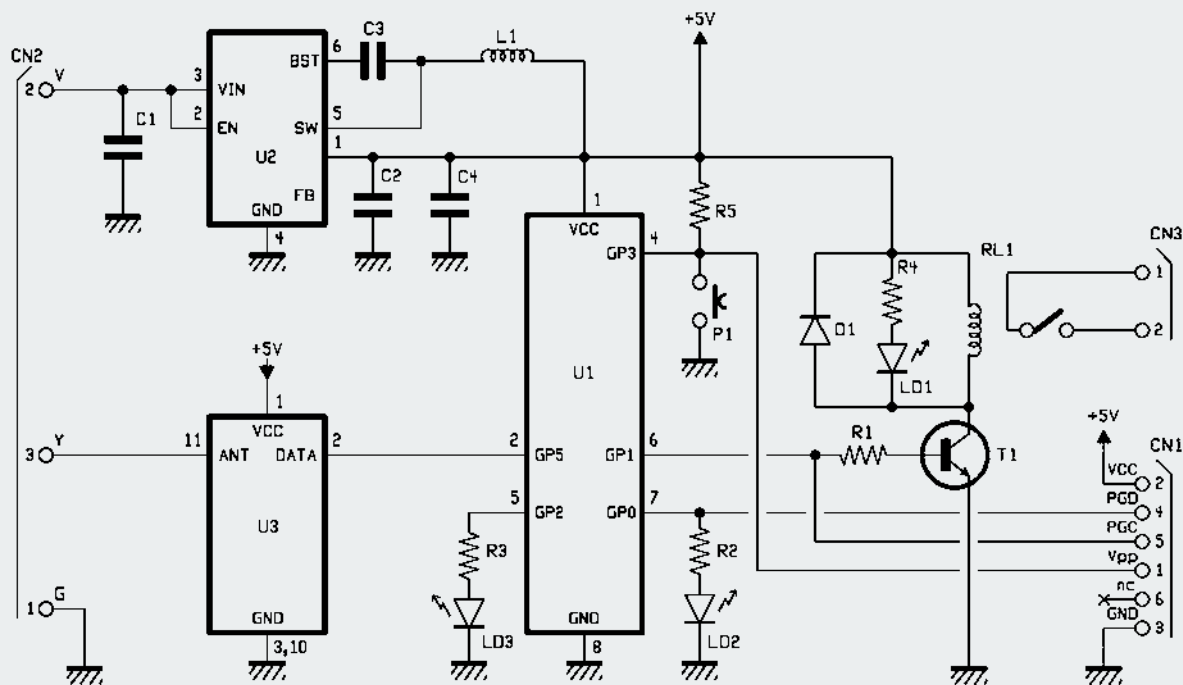
RX 1 CH DA INCASSO

di **ALESSANDRO SOTTOCORNOLA**

Compatibile con i frutti per impianti elettrici BTicino Living Light e Vimar Arké, attiva un relé miniatura al suo interno quando rileva la trasmissione di un radiocomando preventivamente abbinato.

S

icuramente tra le pagine di Elettronica In è passato ogni genere di radiocomando, più o meno generico, più o meno personalizzato o universale. Ci mancava giusto un ricevitore universale miniaturizzato abbastanza da entrare nei "frutti" degli impianti elettrici domestici modulari, realizzati con scatole da incasso che ospitano gli elementi (prese, interruttori, deviatori ecc.) chiamati frutti, supportati da una placca che si fissa alla scatola da incasso e coperti, per ragioni estetiche e di protezione dall'introduzione di oggetti, median-
te placche esterne variamente sagomate e rifinite. Ormai da tanto tempo i punti degli impianti elettrici sono diventati il posizionamento prediletto per dispositivi più evoluti ed elettronici, pur dimensionati per poter essere ospitati dalle sca-



tole da incasso e dalle placche di supporto dei più diffusi sistemi modulari, quindi abbiamo realizzato anche noi dei circuiti integrabili nei copriforo dei frutti Vimar e Bticino, uno dei quali è il ricevitore da radiocomando a 433 MHz che trovate descritto qui di seguito. Si tratta di un RX monocanale con uscita a relé impostabile per il funzionamento impulsivo o bistabile, capace di decifrare e apprendere codifiche standard come quella Emylo, ma anche altre, perché in realtà il firmware installato consente di decifrare qualsiasi codifica fissa binaria avente al massimo 24 bit.

Il ricevitore per radiocomando descritto in queste pagine opera su una gamma estremamente diffusa (433,92 MHz) e di libero utilizzo. Consente l'azionamento e il distacco a una distanza di un centinaio di metri di un utilizzatore elettrico, intervenendo sul loro circuito tramite lo scambio di un relé a due contatti (C ed NO) che funziona quindi da interruttore unipolare.

Il ricevitore che vi proponiamo è codificato a 24 bit binari, quindi garantisce praticamente l'esclusività del comando perché offre la sicurezza di 16 milioni di combinazioni (per l'esattezza $16.777.216$) che, operando su due canali e quindi distinguendo i codici dei due dall'ultimo bit, si "riducono" a 8.388.608 (8 milioni).

Questo radiocomando permette di commutare un circuito in modalità sia impulsiva (ossia fin quando viene tenuto premuto il pulsante del trasmettitore, ovvero finché viene ricevuto il relativo segnale codificato), sia bistabile (l'uscita inverte la propria condizione alla ricezione di ogni segnale codificato) ed è stato progettato per rispondere alla codifica dei dispositivi commerciali EMYLO, commercializzati dalla Futura Elettronica (anche on-line su www.futurashop.it).

SCHEMA ELETTRICO

Andiamo dunque a vedere in che cosa consiste questo speciale frutto, il cui circuito è tanto ridotto da poter essere montato in un tappo compatibile con i sistemi BTicino Living Light e Vimar Arké. Lo schema elettrico del dispositivo è reso semplice dall'adozione, per la parte radoricevente, di un modulo ibrido SMD dedicato e per l'affidamento della parte logica a un piccolo microcontrollore di casa Microchip, che svolge due funzioni: l'apprendimento dei codici e la loro comparazione in ricezione. L'adozione del microcontrollore e del relativo firmware consente di fare a meno di dip-switch perché il sistema funziona ad autoapprendimento, pertanto tramite una procedura che descriveremo più avanti in questo articolo è possibile abbinare un

ricevitore ad uno specifico trasmettitore affinché risponda solo ad esso; la stessa procedura consente di memorizzare fino a 10 codici e altrettanti canali o dispositivi trasmettenti.

Usiamo l'espressione "codici" perché in questo ricevitore si associano distintamente i codici dei pulsanti se si abbina a un trasmettitore a più canali, ovvero quelli di più dispositivi monocanale. In ogni caso la codifica prevede un codice a massimo 24 bit per ogni canale, anche per le trasmettenti a più pulsanti o canali. Il microcontrollore può gestire, ovvero apprendere e verificare poi nel normale utilizzo, ogni codice binario come ad esempio quelli dei classici radiocomandi con codifica mediante dip-switch, perché in apprendimento va a salvare la lunghezza del treno di impulsi senza fare una vera e propria decodifica. Questo modo di funzionare, considerando che la lunghezza può variare di poco da un telecomando all'altro dello stesso tipo, consideriamo rispetto al valore salvato una tolleranza per recuperare il codice corretto; inoltre la modalità di gestione dei dati consente l'abbinamento a trasmettitori Emylo, Motorola, MM53200, UM3750, HT12. La codifica attesa si basa su 24 bit preceduti da un bit di start che assume lo stato logico 0, utilizzato anche per capire quando la trasmissione del codice è terminata, in quanto se tale bit si ripresenta, significa che sta per essere ritrasmesso il codice. Il bit di start è lungo circa 9 ms. Dopo il bit di start vi possono essere fino a 24 bit che rappresenteranno il codice del telecomando, quindi del pulsante premuto. Nella codifica Emylo sono possibili due temporizzazioni, ovvero circa 350 μ s per il bit basso (0 logico) e circa 1,15 ms per il bit alto (1 logico). Il codice trasmesso è composto da "slot" per ciascun bit, lunghi 1,5 ms: ogni bit vale 1 e la pausa 0. Nel codice trasmesso da un TX a 4 pulsanti, i primi 20 bit rappresentano il codice del telecomando, mentre gli ultimi 4 indicano il pulsante premuto. La durata del periodo dell'onda rettangolare che rappresenta il singolo bit è 1,5 ms, mentre al termine del 24° bit il segnale torna a livello alto. Se i bit sono di meno, il firmware del microcontrollore considera solo le transizioni utili e attende sempre la massima durata del treno di impulsi prima di considerare la transizione che identifica il bit di start.

Partiamo con l'analisi proprio dalla sezione RF, la cui antenna ricevente (un corto spezzone di filo in rame collegato alla piazzola ANT lungo 1/4 d'onda, vale a dire circa 17 cm) porta all'ingresso dell'ibrido U3 il segnale radio captato, di ampiezza molto debole ma sufficiente anche se scende intorno a po-

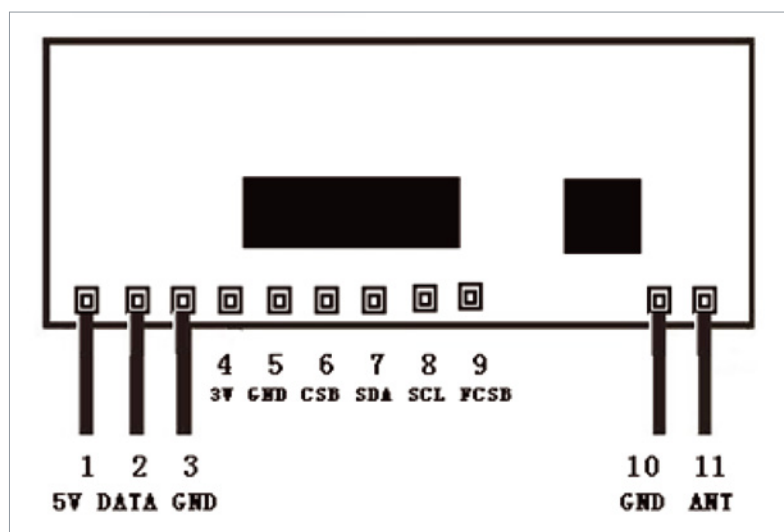
chi microvolt; il modulo è un CY121-433ASKprodotto dalla CY wireless technology (www.rficy.com) contenente un completo ricevitore supereterodina compatibile con segnali a modulazione ASK/OOK/FSK con stadio di sintonia accordato a 433,92 MHz e conversione di frequenza, più amplificatore di media frequenza e demodulatore AM OOK con squadratore (comparatore) del segnale demodulato che raddrizza i fronti di commutazione, la cui uscita fa capo al piedino 2 (DATA). Lo stato d'antenna ha un'impedenza d'ingresso di 50 ohm e un'eccezionale sensibilità di -108,5 dBm, tale da garantire un'ampia portata pur con trasmettitori da pochi milliwatt.

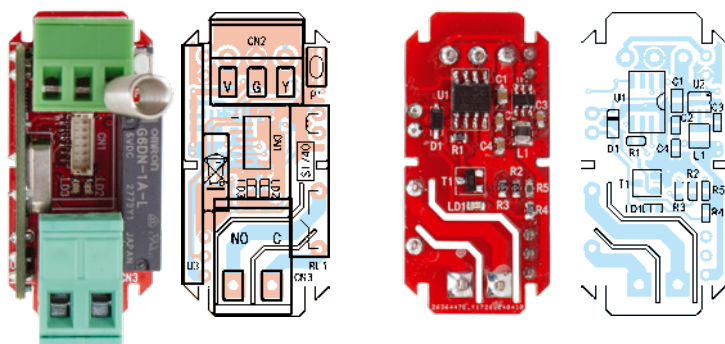
La piedinatura del modulo è la seguente e viene riproposta nella **Fig. 1**:

- 1) alimentazione 5Vcc;
- 2) uscita dati 0/5V;
- 3) GND;
- 10) GND;
- 11) ANT (antenna).

Notate che in realtà il modulo ha 11 pad a passo 2,54 mm dei quali però quelli interni sono utilizzati solo in particolari versioni differenti da quella utilizzata in questo progetto. Andiamo adesso a vedere come il modulo funziona nel circuito: ogniqualvolta in antenna si presenta un segnale RF di ampiezza adeguata e di frequenza pari a 433,92 MHz, lo stadio supereterodina lo sintonizza e converte di frequenza, andando poi a demodularlo; se il segnale ricevuto è stato modulato in ampiezza, all'uscita di segnale (piedino 2) il modulo restituisce impulsi

Fig. 1
Pin-out del
modulo ibrido
visto dal lato
componenti.





Elenco Componenti:

R1, R5: 4,7 kohm (0603)
 R2, R3: 470 ohm (0603)
 R4: 1 kohm (0603)
 C2, C4: 22 µF 6,3V ceramico (0603)
 C1: 10 µF 16V ceramico (0805)
 C3: 100 nF ceramico (0603)
 LD1, LD2: LED rosso (0603)
 LD3: LED verde (0603)
 D1: MM5D4148
 P1: Microswitch
 L1: Bobina 4,7 µH 1.1A LQM2HPN4R7MG0L
 U1: PIC12F683-I/SN (MF1740)
 U2: AP63205WU-7
 U3: Modulo RF CY121-433ASK
 T1: BC817

RL1: Relè SPST-NO G6DN-1A-L DC5

Varie:

- Connettore JST 6 vie passo 1.0 mm da CS
- Connettore Innesto 3 vie verticale passo 3.81 mm
- Morsetto Innesto 3 vie verticale passo 3.81 mm
- Connettore Innesto 2 vie verticale passo 5.08 mm
- Morsetto Innesto 2 vie verticale passo 5.08 mm
- Circuito stampato S1740 (40x19 mm)

di forma e frequenza pari a quella del segnale modulante del trasmettitore. A questo punto entra in gioco il microcontrollore U1, il cui firmware dopo il power-on reset provvede all'inizializzazione degli I/O, fase nella quale imposta la linea GP3 come ingresso digitale senza pull-up (a portare a livello alto a riposo la predetta linea è la resistenza R5) dedicato a leggere lo stato del pulsante P1, quindi le GP1, GP0 e GP2 come uscite per il comando, rispettivamente, del transistor T1 (utilizzato da interruttore statico per commutare l'alimentazione sulla bobina del relé di uscita) e dei LED di segnalazione della modalità di uscita e dello stato di funzionamento. Il firmware inizializza anche la linea GP5 come input digitale per la lettura dei dati in arrivo dall'uscita del modulo RF ricevente U3. Ciascuno dei LED LD2 e LD3 viene polarizzato tramite una resistenza in serie alla rispettiva linea di I/O del microcontrollore. Dopo l'inizializzazione, il micro fa pulsare per 5 volte rapidamente la linea GP2 facendo emettere altrettanti lampeggi al LED verde (LD3) polarizzato attraverso la resistenza R3; poi legge lo stato del

pin GP3 per capire se deve portarsi nella modalità di apprendimento, in quella di definizione della modalità dell'uscita (monostabile o bistabile) ovvero (laddove GP3 sia a livello alto e quindi il pulsante non risulti premuto) nel normale funzionamento. In questo caso il firmware si pone "in ascolto" del piedino GP5 in attesa di una commutazione, che identificherà come l'arrivo di una stringa di dati. Il firmware carica l'intera stringa e va a leggerne il contenuto, dopodiché se si tratta di dati in formato differente da quello previsto svuota la RAM e si pone in attesa di nuove stringhe, altrimenti decodifica la stringa, che può contenere fino a 24 bit binari, confrontandola poi con i codici già memorizzati con la fase di autoapprendimento. In caso il codice ricevuto corrisponda a uno di quelli memorizzati in EEPROM procede con la subroutine di controllo delle uscite, la quale verifica innanzitutto se il relé dovrà operare in modalità bistabile o impulsiva; a questo punto comanda di conseguenza GP1. A riguardo osservate che il sistema consente di associare, con la fase di autoapprendimento, fino a 10 codici distintamente per ciascun trasmettitore abbinato, senza considerare se è monocanale o pluricanale: il firmware "guarda" solo il codice.

Proseguiamo con il controllo delle uscite, precisando che quando viene riconosciuto un codice valido, se è previsto il controllo bistabile il firmware invertirà l'attuale condizione logica di GP1 (quindi porrà il relativo piedino 1 logico se sarà a zero e viceversa), mentre se è impostata la modalità monostabile porterà a livello alto la linea di uscita per un tempo fisso, dell'ordine di 500 ms. A proposito di codice, il firmware di gestione del ricevitore è scritto in Basic e nel **Listato 1** ne proponiamo un estratto corrispondente al "main". Invece nel **Listato 2** vi esponiamo la parte di firmware che corrisponde all'acquisizione e memorizzazione del codice ricevuto quando il microcontrollore è nella fase di apprendimento.

L'uscita GP1 del microcontrollore pilota un relé miniatura con scambio a due contatti (C ed NO) attraverso il transistor NPN T1, del quale polarizza la giunzione base-collettore mediante la resistenza R1; in parallelo alla bobina del relé abbiamo posto un diodo che serve a spegnere le extratensioni inverse generate dalla stessa in virtù della sua natura induttiva, nei momenti in cui il transistor si interdice: lo scopo del diodo è impedire che la tensione inversa si chiuda sulla giunzione base-collettore, danneggiandola irrimediabilmente. Sempre in parallelo alla bobina del RL1 abbiamo

posto un LED rosso con in serie una resistenza limitatrice della corrente diretta che ci servirà a vedere quando il relé viene attivato dal rilevamento di un codice radio valido. L'attivazione dell'uscita a relé viene segnalata dal LED rosso LD1. Concludiamo l'analisi del circuito con la sezione di alimentazione, che vede in ingresso un convertitore DC/DC: la scelta di adottare uno switching come regolatore in entrata nasce dall'esigenza di supportare un ampio campo di tensione senza soffrire delle perdite di potenza caratteristiche di un regolatore lineare, il cui difetto è che all'aumentare della differenza tra la tensione d'ingresso e quella d'uscita (detta drop-out...) aumenta linearmente la potenza sprecata, da dissipare sotto forma di calore, con conseguenti perdita di efficienza energetica e incremento dell'ingombro del circuito dovuto al dissipatore. Il vantaggio dello switching è che, rispetto al regolatore lineare serie, opera sui parametri della potenza mantenendo, a prescindere dalla caduta di tensione ingresso-uscita, una dissipazione di potenza che dipende solo dalla

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione di alimentazione: 9÷30 Vcc Assorbimento max: 40 mA Uscita a relé Uscita: Monostabile, Bistabile	Memoria: 10 codici Codifica: max. 24 bit Compatibile BTicino Living Light e Vimar Arkè
--	---

corrente erogata.

Il regolatore switching è basato sull'integrato AP63205 della DIODES, contenuto in un package

Listato 1 – Main program del firmware.

```
***** M A I N ***
*****
'Main che gestisce sia il bistabile
'che monostabile
MAIN:
  RICEVUTO=0
  gosub CONTROLLO_CONFIG
  gosub CONTROLLO_RF
  if ricevuto=1 and config = 0 then
    GOSUB CERCA
    IF TROVATO=1 THEN
      high led2
      pause 3
      if tempo_rx=0 then
        if MOD0=1 then
          'Monostabile
          high rele
        else
          'Bistabile
          Toggle rele
        endif
      endif
      tempo_rx=TEMPO
    ENDIF
    low led2
  else
    if tempo_rx>0 then
      tempo_rx=tempo_rx-1
    endif
    if tempo_rx=0 and MOD0=1 then
      low rele
    endif
  endif
GOTO MAIN
```

Listato 2 – Routine di apprendimento dei codici.

```
***** CONTROLLO_RF *****
'Decodifica il segnale RF ricevuto

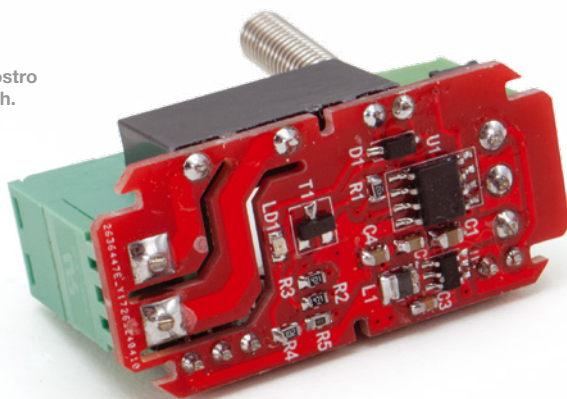
CONTROLLO_RF:
  PULSIN RF,0,CONTA

  SELECT CASE CONTA
    case is > PULSIN_START
      TRENO[0]=10 'lo forzo a 10
      'per identificare che è un codice valido
      for i=1 to 24
        PULSIN RF,0,CONTA
        if conta > PULSIN_START THEN
          goto ESCI
        ELSE
          TRENO[i]=CONTA
        ENDIF
      next i

    ESCI:
      if I>=BIT_MIN then
        WHILE i<=24
          TRENO[i]=0
          i=i+1
        wend
        RICEVUTO=1
      else
        RICEVUTO=0
      endif

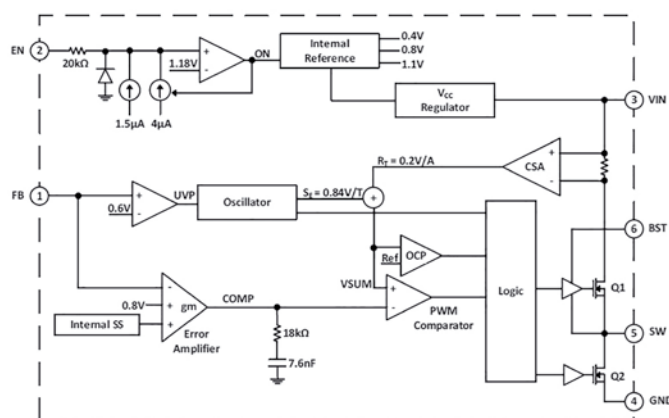
    CASE ELSE
      RICEVUTO=0
  END SELECT
  RETURN
```

Fig.
Il retro del nostro
ricevitore 1 ch.



per SMD a 3 pin per lato, di tipo TSOT-26. Questo componente, siglato U2 nello schema elettrico, fornisce una tensione d'uscita stabilizzata a 5V, accettando in ingresso da 3,8 a 32Vcc, erogando fino a 2A in regime continuativo, senza richiedere alcun dissipatore di calore; l'AP63205 è un regolatore buck operante a una frequenza di commutazione di 1 MHz che si accontenta di pochissimi componenti esterni, tra i quali un piccolo induttore, giacché integra una coppia di MOSFET per pilotare la bobina, uno high-side (sul lato di alimentazione) con $R_{ds(on)}$ di appena 125mΩ ed uno low-side (che commuta l'uscita verso massa) da soli 68mΩ. Nonostante funzioni a una frequenza di commutazione molto elevata (allo scopo di minimizzare valori e dimensioni dell'induttanza e dei condensatori di filtro) irradia un bassissimo livello di interferenze, grazie a opportune strategie di riduzione delle EMI (Electromagnetic Interference) che comprendono la tecnica Frequency Spread Spectrum (FSS) con

Fig. 2
Schema a blocchi
del regolatore DC/
DC AP63205.



un jitter della frequenza del $\pm 6\%$. Il nostro converter switching è basato sulla tecnica a carica d'induttanza, il cui principio di funzionamento si basa sulla ripartizione dell'energia immagazzinata da un induttore; più esattamente, un transistor alimenta una bobina, quindi interrompe la corrente e lascia che l'energia immagazzinata in essa si riversi sull'utilizzatore. Il livello della tensione di uscita si decide, non utilizzando il trasformatore ma giocando sulla larghezza o frequenza degli impulsi con i quali viene caricato l'induttore e sul valore di induttanza.

Nell'integrato della DIODES viene adottato uno schema molto utilizzato da parecchi anni che vede la bobina alimentata e chiusa alternativamente attraverso uno stadio a transistor a simmetria quasi complementare, dove i MOSFET, entrambi a canale N, vengono pilotati sul gate da impulsi in opposizione di fase in modo che quando uno conduce l'altro è spento; nella configurazione buck, il MOSFET che opera a drain comune alimenta la bobina per un semiperiodo e quello connesso a massa (funzionante a emettitore comune) la chiude in cortocircuito. Un diodo impedisce il flusso della corrente nel verso contrario, consentendo comunque la carica del condensatore, che nel nostro circuito è il parallelo di C2 e C4.

La struttura interna dell'AP63205 è meglio descritta dallo schema a blocchi dell'integrato proposto nella **Fig. 2**, dalla quale si vede, in basso a destra, la composizione dello stadio che pilota l'induttore. Nel circuito, l'integrato AP63205 lavora nella classica configurazione che vede l'induttanza L1 alimentata e scaricata ciclicamente attraverso lo stadio a MOSFET a simmetria complementare (composto, nello schema a blocchi, dai transistor Q1 e Q2) facente capo al piedino SW e retroazionato mediante il condensatore C3, che porta il segnale di commutazione sul piedino FB (feedback); gli impulsi di corrente che l'induttanza fornisce quando viene scaricata attraverso il MOSFET low-side caricano la coppia di condensatori C2-C4, che come vedete non è formata da elettrolitici, bensì da elementi di piccola capacità, in virtù dell'elevatissima frequenza di commutazione in gioco. La tensione di uscita si preleva proprio ai capi di detti condensatori, mentre quella di ingresso del regolatore è applicata al piedino Vin ed all'EN: quest'ultimo, se portato a massa permetterebbe di mantenere spento lo switching pur alimentato, ma nel nostro caso lo manteniamo al potenziale di alimentazione perché ci occorre un regolatore che funzioni sempre, ovvero non ci serve spegnerlo o

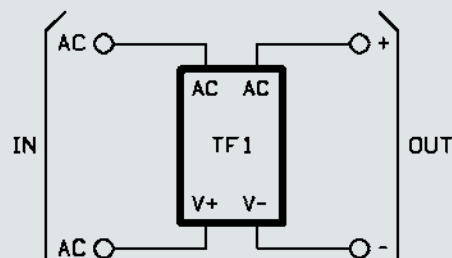
CARATTERISTICHE DEL MODULO DI POTENZA AC-DC SERIE 2W 12V



Per alimentare il nostro ricevitore radio a 1 canale abbiamo utilizzato il modulo di alimentazione ultra compatto HLK-2M12. Alloggiato su un piccolo PCB, è possibile realizzare un piccolo alimentatore da inserire all'interno di un frutto BTicino Living Light o Vimar Arké.

Questo modulo di alimentazione si distingue per le sue dimensioni estremamente ridotte, pari a 30x16x19 mm, e per la capacità di erogare una potenza di 2W con una tensione di uscita di 12V e una corrente massima di 170mA.

Accetta un'ampia gamma di tensioni di ingresso, da 90 a 245 Vca, rendendolo adatto a una vasta gamma di applicazioni globali. Nonostante le sue dimensioni ridotte, il modulo HLK-2M12 offre un'elevata efficienza energetica, che supera il 70% a pieno carico, e un consumo energetico

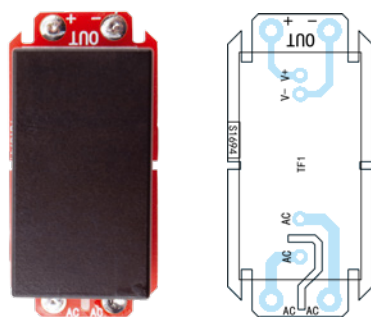


molto basso a vuoto, inferiore a 0,1W.

Il modulo è progettato per garantire un'elevata affidabilità e sicurezza operativa. Dispone di un isolamento di 3.000 Vca tra ingresso e uscita, fondamentale per proteggere i circuiti e gli utenti da eventuali sovratensioni o cortocircuiti. Inoltre, il modulo include protezioni integrate contro sovracorrenti e cortocircuiti, con un recupero automatico al cessare delle condizioni anomale, assicurando che l'alimentatore continui a funzionare in modo sicuro e affidabile nel tempo.

Il modulo HLK-2M12 è inoltre conforme alle normative UL e CE, garantendo che il prodotto rispetti tutti gli standard di sicurezza ed elettromagnetismo richiesti a livello internazionale. È progettato per operare in un'ampia gamma di temperature, da -25°C a +60°C, il che ne garantisce la funzionalità in diverse condizioni ambientali, assicurando una lunga durata operativa.

piano di MONTAGGIO



Elenco Componenti:

Trasformatore Hi-Link AC-DC 12V 2W
 Filo rosso/nero 0.75 mm² 10 cm
 Filo blu 1.5 mm² 10 cm
 Filo marrone 1.5 mm² 10 cm

Varie:
 Circuito stampato S1740 (40x19 mm)

porlo in standby. L'alimentazione dell'intero circuito si applica alla morsettiera siglata CN2, i cui contatti V e G corrispondono ai fili di uscita del modulo alimentatore a frutto che abbiamo pensato, ma che non l'unica soluzione per l'alimentazione; il condensatore C1 serve a filtrare eventuali spurie di commutazione sfuggite all'integrato switching AP63205.

REALIZZAZIONE PRATICA

Bene, ora che dello schema elettrico abbiamo descritto tutto ciò che serviva, non ci resta che spendere qualche paragrafo per spiegare come realizzare il nostro ricevitore, per il quale abbiamo disegnato un circuito stampato a doppia faccia del quale trovate disponibili per il download (dal nostro sito Internet *elettronica.in.it*) che vanno stampate su carta da lucido o acetato per ottenere le pellicole occorrenti a procedere alla preparazione della basetta mediante fotoincisione.

Naturalmente per poterlo miniaturizzare abbastanza da introdurlo in un coperchio per impianti elettrici modulari abbiamo dovuto utilizzare anche componenti SMD. Attenzione a un dettaglio: se realizzate da voi il circuito stampato, ricordate che dovete ricavare le due cave che accompagnano la traccia delle piste della morsettiera CN2, la quale, essendo il relé da 250Vca, potrebbe veicolare l'alta tensione della rete elettrica; le cave servono ad aumentare l'isolamento elettrico tra le piste corrispondenti e servono perché le stesse, per esigenze di miniaturizzazione dello stampato, sono molto vicine. Per il montaggio dei componenti SMD procuratevi del filo di lega saldante molto sottile (tipicamente 0,5 mm) e un saldatore a punta fine, oltre a una lente d'ingrandimento e una pinzetta per posizionare ben centrati nelle rispettive piazzole l'integrato, la bobina e i quattro condensatori; meglio è se avete della pasta flussante di media densità da spalmare sulle piazzole prima di deporvi i componenti, perché agevolerà la saldatura consentendovi di limitare il tempo di permanenza della punta del saldatore e quindi il riscaldamento dei vari elementi. Comunque sia, una volta ottenuto il PCB

disponetevi i pochi componenti occorrenti, che sono tutti per montaggio superficiale ad eccezione delle morsettiere, del relé e del modulo RF; iniziate disponendo le resistenze fisse e il trimmer e ai condensatori, partendo dai non polarizzati e finendo con l'unico elettrolitico, per il quale ricordate di rispettare la polarità. Montate quindi le morsettiere bipolari da c.s. (a passo 5 mm, PWR tripolare e OUT bipolare) ed il relé miniatura, poi terminate con il modulo ibrido ricevitore, da orientare come indicato nel piano di montaggio pubblicato in queste pagine. Una volta completato il montaggio e verificato con attenzione che non vi siano saldature fredde o "baffi" di stagno a creare cortocircuiti tra piazzole attigue, il vostro modulo è pronto per l'uso, giacché non richiede taratura, ma naturalmente esige che per funzionare sia stato preventivamente abbinato almeno il codice di un trasmettitore da radiocomando a 433 MHz. Ricordate, per avere una buona portata del radiocomando, di saldare nella piazzola siglata ANT uno spezzone di filo in guaina lungo circa 17 cm, che ripiegherete poi all'interno della scatola da incasso portafrutti; una valida alternativa, meno ingombrante ma efficace, è serrare nel morsetto ANT un'antennina caricata a spirale, di quelle reperibili in commercio già accordate a 433 MHz, un esempio delle quali è proposto nella **Fig. 3**.

INSTALLAZIONE E CONFIGURAZIONE

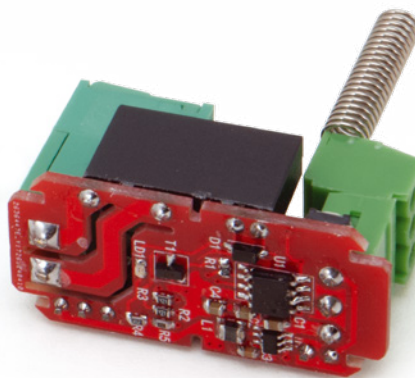
Una volta completato, il modulo va inserito nel suo contenitore, che può essere quello di un copriforo per impianti elettrici modulari succitati (Bticino e VIMAR) o anche uno appositamente stampato in 3D e realizzato in ABS.

Riguardo all'alimentazione, il circuito è molto tollerante perché accetta in ingresso una tensione continua di valore compreso fra 9 e 30 Vcc (merito del convertitore DC/DC posto in entrata) ed assorbe una corrente media di 30 milliampere, prelevabile quindi da fonti di alimentazione locali o di altri apparati o sistemi presenti nell'impianto elettrico in cui il modulo verrà installato; l'alimentazione si connette tra i punti 12V e GND della morsettiera PWR.

Quanto al modulo alimentatore, è un frutto contenente un "trasformatore elettronico" vale a dire un alimentatore AC/DC switching capace di erogare in uscita 12Vcc e 166 mA di corrente, per un totale di 2W di potenza, ammettendo in entrata una tensione alternata di valore compreso fra 100 e 240 Vca. L'uscita a relé del circuito si può utilizzare per una miriade di scopi: pilotare l'ingresso dell'impianto di allarme di casa, accendere una lampadina, far scattare l'elettroserratura di un cancelletto elettrico,

Fig. 3
Antenna a spirale
accordata per il
modulo.





Le ridotte dimensioni consentono di inserirlo all'interno di un frutto cieco.

per esempio. Fornendo alimentazione, il dispositivo emette 5 lampeggi di colore verde ad indicare il corretto avvio; a questo punto, per poter utilizzare il radiocomando occorre procedere all'apprendimento di almeno un codice.

Procedura di apprendimento

Per fare ciò, bisogna premere e tenere premuto il pulsante P1 e attendere l'accensione del LED verde LD3, quindi occorre procedere così:

1. premere il pulsante del radiocomando che si desidera apprendere;
2. attendere che il LED lampeggi velocemente di verde, segno che l'apprendimento è andato a buon fine; se il lampeggio del LED è di colore rosso, la memoria potrebbe essere piena o il codice già in memoria.

Procedura di cancellazione

Volendo è possibile rimuovere i codici in memoria per fare posto ad altri, ad esempio se il ricevitore deve essere trasferito o abbinato a nuove applicazioni, ovvero se il trasmettitore deve essere sostituito per guasto o per ragioni di sicurezza. In tutti i casi ricordate che è possibile cancellare tutta la memoria e non il solo radiocomando. Per cancellare la memoria dei codici occorre togliere alimentazione al dispositivo, quindi:

1. premere il pulsante e tenerlo premuto, fornendo nel contempo l'alimentazione;
2. quando i LED LD2 e LD3 rimarranno accesi fissi per 1 secondo per poi spegnersi, significa che la memoria sarà stata cancellata;
3. rilasciare il pulsante.

Il circuito da questo momento è pronto per eseguire un nuovo apprendimento, senza bisogno di spegnerlo e riaccenderlo.

Monostabile/Bistabile

Per quanto riguarda l'impostazione della modalità

di funzionamento dell'uscita a relé, si può effettuare mediante lo stesso pulsante P1 utilizzato per apprendimento e cancellazione dei codici; allo scopo, dovete:

1. premerlo e tenerlo premuto fino all'avvenuta accensione dei LED LD2 e LD3;
2. rilasciarlo verificando che il LED verde resti acceso a indicare che si è in fase di configurazione; in questa fase LD2 indica la modalità di funzionamento attuale (Monostabile: LED rosso acceso/ Bistabile: LED rosso spento);
3. premere per un istante il pulsante per cambiare la modalità di funzionamento.

Ogni volta che si preme P1 il LED rosso LD2 inverte la propria condizione e si cambia la modalità di attivazione dell'uscita a relé.

Per uscire dalla configurazione, sarà sufficiente tenere premuto il pulsante fino allo spegnimento dei due LED di programmazione, ossia LD2 e LD3.

Funzionamento

Durante il normale funzionamento, ogni qualvolta verrà ricevuto un segnale RF presente in memoria, il LED verde si accenderà brevemente e l'uscita commuterà secondo la modalità scelta.

Il LED di colore rosso LD2, invece, indicherà la modalità di funzionamento impostata. □



COSA OCCORRE ?

Codice	Descrizione	Prezzo € IVA inclusa
PIC12F683-I/SN	PIC12F683in SMD vergine	4,90
CY121-433ASK	Modulo radio 433.92 MHz	6,00

IL MATERIALE VA RICHIESTO A:

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

Non farti sfuggire nulla!

Con le mini telecamere riprendi tutto,
in ogni momento
e in ogni situazione.

Action Camera Wi-Fi 4K

Action camera a colori con sensore da 5 Megapixel in grado di effettuare riprese da 4k visualizzabili sul display a colori da 2". Dispone di connessione Wi-Fi e USB, uscita video micro HDMI per visualizzare direttamente le immagini e i video registrati su un televisore, obiettivo grandangolare 140°, microfono integrato ad alta sensibilità e slot per micro SD card. Viene fornita con batteria ricaricabile da 1050 mAh, custodia a tenuta stagna (IPX68) e varie staffe di fissaggio. Tramite l'App "DENVER ACK-8062W" scaricabile per Android o iOS, e attivando il Wi-Fi dell'Action camera, è possibile, tramite Wi-Fi, vedere sul proprio smartphone le immagini riprese in diretta. I video real time e le immagini vengono salvate su una memoria micro SD card HC (max. 64 GB - non inclusa) da inserire nell'apposito slot.



cod. ACK8062W

€ 69,00

CON CONTENITORE
ERMETICO
PER RIPRESE
SUBACQUEE

Penna con telecamera full HD

Penna dal design elegante di colore nero-alluminio dotata di telecamera ad alta risoluzione in grado di effettuare riprese audio video o scattare fotografie di alta qualità. Registrazione tramite micro SD Card (Acquistabile separatamente).

Full HD
1080

cod. FR830

€ 38,00



Prezzi IVA inclusa.



cod. CP756

€ 19,90

Mini telecamera action sport

A colori con audio con angolo di ripresa di 140°, 5 LED IR per la visione notturna, funzione Motion Detection, attacco per cinghia e staffa di supporto ruotabile di 360°. Può essere utilizzata anche come Webcam.



Telecamera a bottone con telecomando

Telecamera CMOS a colori da 2 Megapixel con batteria ricaricabile integrata. Indossabile e di piccole dimensioni è facilmente occultabile grazie all'obiettivo a forma di bottone. Utilizzabile anche come webcam, dispone di slot per micro-SD card, interruttore on/off e radiocomando che permette di avviare o fermare la registrazione video, senza che nessuno se ne accorga. È in grado di effettuare registrazioni video (AVI) con risoluzione 1920x1080 pixel e salvarle direttamente su micro-SD card max. 128 GB (acquistabile separatamente).



cod. FR825

€ 80,00

Mini telecamera Action sport Full HD

A colori con audio. Può essere utilizzata per riprese sott'acqua, grazie all'involucro ermetico trasparente fornito in dotazione. La telecamera integra un magnete che consente di fissarla facilmente a qualsiasi superficie metallica e dispone di staffa di fissaggio ruotabile di 360°.

SOLO
26x26
x26
mm



cod. FR834

€ 33,00



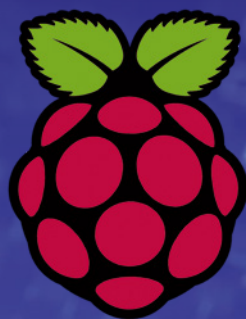
CON CONTENITORE
ERMETICO PER RIPRESE
SUBACQUEE

Full HD
1080



ASSISTENTE VIRTUALE CON **CHATGPT** E **RASPBERRY Pi**

di **DANIEL SCAINI**



Come trasformare Raspberry Pi in un potente sistema intelligente con Python e ChatGPT. Vediamo assieme, passo dopo passo, come creare un assistente virtuale avanzato, pronto a interagire in modo naturale e sorprendente.

U

no dei temi più dibattuti e attuali degli ultimi mesi è, senza dubbio, l'intelligenza artificiale (AI) e i suoi sviluppi all'interno della nostra società.

Lo scenario tecnico dell'intelligenza artificiale si è evoluto notevolmente dal 1950, anno in cui il matematico Alan Turing fu il primo a chiedersi se gli elabo-

ratori di dati sono in grado di pensare.

Il termine AI è stato creato nel 1956 e da allora l'intelligenza artificiale si è evoluta attraverso diverse tappe, partendo da un'intelligenza artificiale simbolica, basata su sistemi logici costruiti dagli uomini, passando per un periodo di stallo negli anni Settanta (definito come "l'inverno" dell'AI), per poi arrivare negli anni Novanta al computer Deep Blue, che gioca a scacchi.

Dal 2011, i progressi nel campo dell'apprendimento automatico (machine learning), un sottogruppo dell'AI che utilizza un approccio statistico, hanno migliorato la capacità degli elaboratori di fare previsioni, sulla base di dati storici. La maturità delle cosiddette "reti neurali", tecnica di modellizzazione dell'apprendimento automatico (ML), assieme alla disponibilità di grandi quantità di dati e a un'incrementata potenza di calcolo, è all'origine dell'espansione dello sviluppo dell'AI.

Oggi troviamo la sua applicazione all'interno di numerosi ambiti, basti pensare che tutti conosciamo gli assistenti conversazionali diffusi dai maggiori produttori: Watson di IBM, Alexa di Amazon, Google Home di Google, Siri di Apple e molti altri. Si tratta in questo caso di un software in grado di condurre una conversazione competente e più simile possibile a quella che avviene tra esseri umani, e lo fa attraverso le tecniche del Natural Language Processing (NLP).

Sono strumenti in grado di fornire moltissime informazioni e dare supporto per azioni quotidiane: nella medicina, nell'automotive e in tantissimi altri settori.

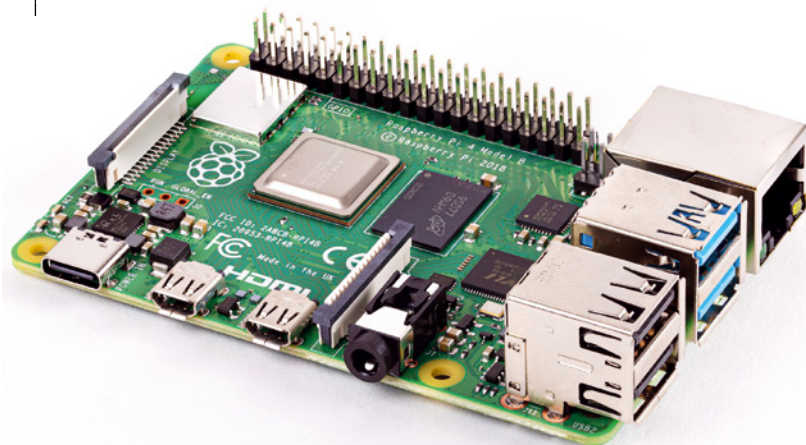
Ad oggi si sono sviluppate entità Generative Pre-Trained Transformer come per esempio Chat GPT, di cui faremo un ampio approfondimento in uno dei capitoli successivi.

Con queste è possibile interagire in modo diretto e hanno la possibilità di comprendere, riassumere, generare e prevedere contenuti.

Sulla base di questa premessa l'idea del progetto proposto nell'articolo è quella di poter interagire con un'intelligenza artificiale da una piattaforma come il Raspberry Pi.

Quest'ultimo, dotato solamente di un microfono, di cuffiette oppure di casse per PC, connesso sempre ad internet, farà da ponte verso l'AI.

Fig. 1
Raspberry Pi 4 da 4Gb.



HARDWARE

L'hardware per questo progetto è molto semplice e si suddivide in tre componenti principali.

La prima, che è anche la più importante, è la base su cui costruiremo l'intero sistema: il Raspberry Pi 4. Questo modello ci garantisce almeno 4GB di RAM e un sistema aggiornato, capace di supportare un'elaborazione audio e video avanzata.

Questo rappresenta la quarta generazione prodotta dalla Raspberry Foundation e non è solo adatta a chi vuole imparare a programmare, sviluppare e giocare, ma grazie a numerosi pin è particolarmente adatta anche per progetti di IOT complessi.

Dotata di un processore ARM, offre prestazioni paragonabili a quelle di un PC entry-level, ma è anche in grado di gestire flussi video in 4K.

Considerata ormai un caposaldo per chi si cimenta in questa tipologia di progetti offre numerosi dispositivi da poter abbinare come: moduli telecamera, sensori, GPS, display LCD, ecc..

Inoltre, rende disponibili numerosi pin, sia di alimentazione a 3.3v, sia per poter interfacciare periferiche, relay o sensori di diversa natura e gestibili tranquillamente a livello di codice Python o C++ attraverso un insieme di librerie messe a disposizione dal produttore (**Fig. 1**).

Come sistema operativo consigliamo sicuramente Raspbian OS 64bit in modo tale da non aspettarsi sorprese durante l'installazione dei vari pacchetti successivamente.

A corredo di questa piattaforma, abbiamo previsto un microfono USB (codice USBMICMINI), ottimale sia per il nostro sistema che per PC e MAC. Questo microfono offre una risposta in frequenza di 100-16 kHz e una sensibilità di -67 dBV/pBar, -47 dBV/Pascal ± 4 dB.

Due dei principali vantaggi di questa scelta sono la soppressione dei rumori di fondo indesiderati e la semplice installazione, grazie alla funzionalità plug and play che elimina la necessità di driver esterni. Infine, come terzo e ultimo componente, ma non meno importante, abbiamo previsto un paio di casse da PC o delle semplici cuffiette, che collegheremo al jack audio presente sul nostro Raspberry Pi.

IL LINGUAGGIO

Il linguaggio di programmazione utilizzato è Python: orientato agli oggetti è utilizzabile per molti tipi di sviluppo software proprio per la sua facilità ed integrazione con altri tipi di linguaggio. Chiaro e potente è paragonabile a Java o Perl, che come loro, infatti, utilizza un'elegante sintassi permettendo ai programmi di essere letti facilmente e

quindi di creare progetti complessi senza rinunciare alla manutenibilità.

Oggi, secondo diversi sondaggi, è utilizzato addirittura dall'84% degli sviluppatori come linguaggio di programmazione primario.

Tra gli ambiti più usati, troviamo in testa la Data analysis e Web development ma non solo, stanno infatti cominciando ad emergere anche altri ambiti come il Machine learning, la Computer graphics e il Game development.

Python, sebbene non sia ottimizzato come il C++, soprattutto per quanto riguarda l'uso di RAM e processore, è stato scelto poiché open source, con un numero veramente alto di librerie anch'esse disponibili senza costi aggiuntivi e risulta portabile su ogni tipo di piattaforma OS (Linux, Mac, Windows). Nel nostro caso infatti girerà su Raspbian, OS basato sui rilasci ufficiali di Debian adattati per un'architettura ARM, ma potrebbe tranquillamente essere eseguito su Windows senza dover apporre troppe modifiche.

La versione di Python più utilizzata è la 3.6 e spesso viene utilizzata con IDE/Editor come PyCharm Professional/Community Edition o VS Code.

Dato lo scarso numero di righe che andremo a scrivere è consigliato installare un editor solo se si è alle prime armi, altrimenti potete utilizzare tranquillamente Nano, VI o Text Editor preinstallati su Raspberry Pi.

CHAT GPT

Ma cos'è di preciso Chat GPT?

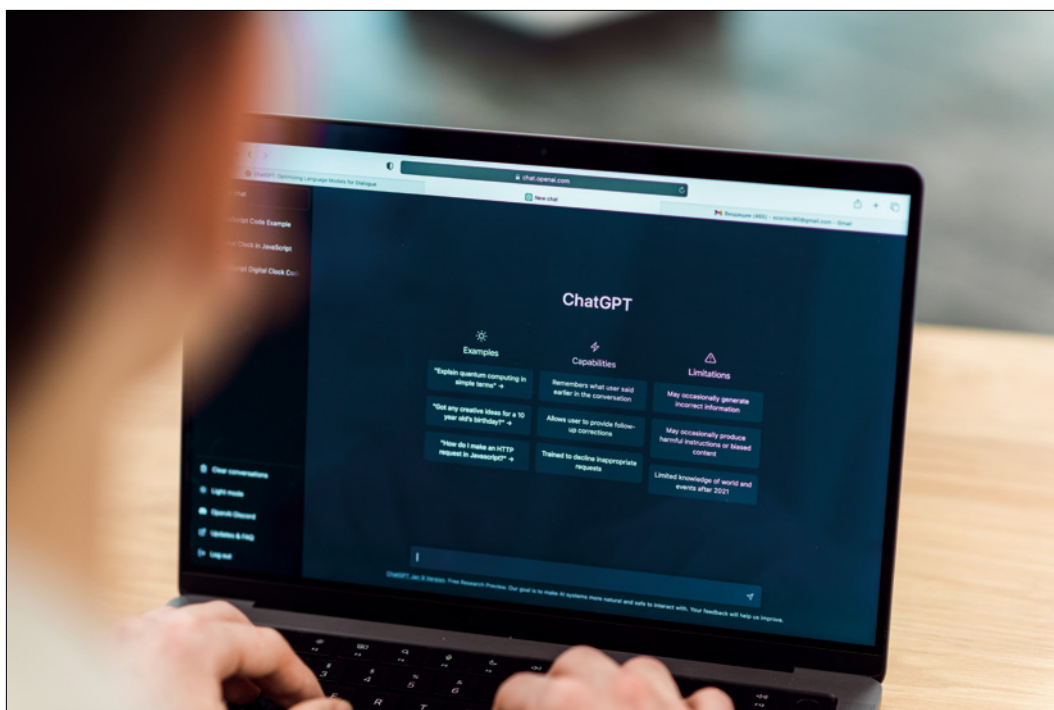
Chat GPT, dove GPT sta per Generative Pre-trained Transformer, è un assistente digitale potenziato che utilizza l'intelligenza artificiale per fornire un'esperienza di conversazione naturale.

Tecnicamente, si tratta di un LLM (Large Language Model), un algoritmo di intelligenza artificiale (AI) generativa che utilizza tecniche di deep learning e insiemi di dati enormi per comprendere, riassumere, generare e prevedere contenuti.

Il prodotto di OpenAI, sviluppato nel 2015 a San Francisco, è stato al centro di un vasto clamore mediatico per diverse settimane, sia a causa del blocco del software per la creazione di contenuti in Italia, successivamente riattivato dopo l'adeguamento alle normative europee in materia di privacy, sia per l'uscita e il successivo ritorno del CEO Sam Altman, eventi che hanno ulteriormente alimentato l'attenzione e le discussioni attorno a OpenAI e alle sue decisioni strategiche.

Ma cosa significa esattamente l'intelligenza artificiale generativa e il modello di linguaggio di grandi dimensioni (LLM)? L'intelligenza artificiale generativa è una branca dell'IA che si concentra sulla creazione di modelli in grado di generare autonomamente testo, immagini e altri tipi di dati.

GPT rappresenta un esempio di modello di intelligenza artificiale generativa basato su trasforma-



La schermata di benvenuto di Chat GPT

tori, che utilizza l'apprendimento supervisionato su un vasto corpus di testo per generare contenuti coerenti e significativi.

È in grado di scrivere contenuti utilizzabili in numerosi contesti, effettuare una traduzione automatica, fornire informazioni e generare risposte in tempo reale che possono aiutare chi lavora nella comunicazione e nel marketing, ma non solo.

Il raggio di azione di Chat GPT è ben più ampio.

A differenza di un motore di ricerca o un assistente vocale questo strumento è basato sull'intelligenza artificiale che utilizza un processo chiamato pre-formazione per comprendere il contesto di una conversazione e generare risposte.

Il software è stato "addestrato" dandogli in pasto una grandissima quantità di testi tratti da libri, articoli, siti web e dialoghi tra umani.

Tra i vantaggi significativi con questo approccio troviamo sicuramente, vista la precedente premessa, l'ampia conoscenza, la velocità di risposta e la facilità di accesso e di utilizzo grazie a un'interfaccia user friendly.

ChatGPT può essere utilizzato in diversi settori per migliorare l'interazione con gli utenti e automatizzare alcune attività.

Alcuni di questi possono essere i seguenti:

- Servizi finanziari: può fornire assistenza virtuale nel settore finanziario, come rispondere a domande sui conti, fornire consigli di investimento di base o aiutare con la pianificazione finanziaria personale;
- Assistenza sanitaria: può supportare i professionisti sanitari fornendo informazioni di base sui sintomi, risposte a domande comuni, consigli per la gestione di determinate condizioni mediche o suggerimenti per uno stile di vita sano;
- Istruzione e formazione: può essere utilizzato come un tutor virtuale per fornire spiegazioni dettagliate su argomenti accademici o professionali, rispondere a domande degli studenti, offrire esercizi di pratica o creare scenari di apprendimento interattivi;
- Servizi di assistenza clienti: può automatizzare e migliorare i servizi di assistenza clienti fornendo risposte immediate a domande frequenti, supporto nella risoluzione di problemi tecnici o fornendo informazioni sui prodotti o servizi;
- Settore viaggi e turismo: può aiutare nella pianificazione di viaggi fornendo informazioni sui voli, gli hotel, le attrazioni turistiche e i ristoranti, suggerendo itinerari personalizzati o fornendo assistenza nella prenotazione di biglietti e alloggi.

Alcune aziende molto importanti come Mastercard, KLM o Spotify hanno già intrapreso accordi con questo prodotto e la sua società, per esempio, per poter implementare il servizio di Customer Care oppure nel caso di Mastercard per fornire supporto nella gestione delle transazioni finanziarie e per rispondere a domande relative alla sicurezza delle carte di credito.

SERVIZI ED API

Per ChatGPT, oltre all'interfacciamento classico da UI (User Interface) WEB, è prevista anche una modalità servita attraverso API REST, più utilizzata da aziende come quelle citate precedentemente.

Un'API, o Application Programming Interface (interfaccia di programmazione delle applicazioni), consiste in una serie di regole che determina il modo in cui le applicazioni o i dispositivi possono connettersi e comunicare tra loro.

Un'API REST è un'API conforme ai principi di progettazione di stile architetturale REST, o representational state transfer. Per questo motivo, le API REST sono talvolta indicate come API RESTful.

Introdotta per la prima volta nel 2000 dall'informatico Roy Fielding nella sua tesi di dottorato, REST fornisce agli sviluppatori un livello di flessibilità e libertà relativamente elevato. Questa flessibilità è solo uno dei motivi per cui le API REST risultano essere il metodo più diffuso per la connessione di componenti e applicazioni in un'architettura di microservizi.

Fondamentalmente, un'API è una procedura che consente a un'applicazione o a un servizio di accedere a una risorsa all'interno di un'altra applicazione o un altro servizio. L'applicazione o il servizio che effettua l'accesso si chiama client e l'applicazione o il servizio che contiene la risorsa si chiama server.

Le API REST comunicano tramite richieste HTTP per eseguire funzioni di database standard come la creazione, la lettura, l'aggiornamento e l'eliminazione di record (insieme di operazioni noto anche come CRUD, acronimo di "create, read, update and delete") all'interno di una risorsa. Ad esempio, un'API REST utilizzerà una richiesta GET per richiamare un record, una richiesta POST per crearlo, una richiesta PUT per aggiornarlo e una richiesta DELETE per eliminarlo.

Nelle chiamate API possono essere utilizzati tutti i metodi HTTP.

Un'API progettata in modo ottimale è simile a un sito web in esecuzione su un browser web con funzionalità HTTP integrate.

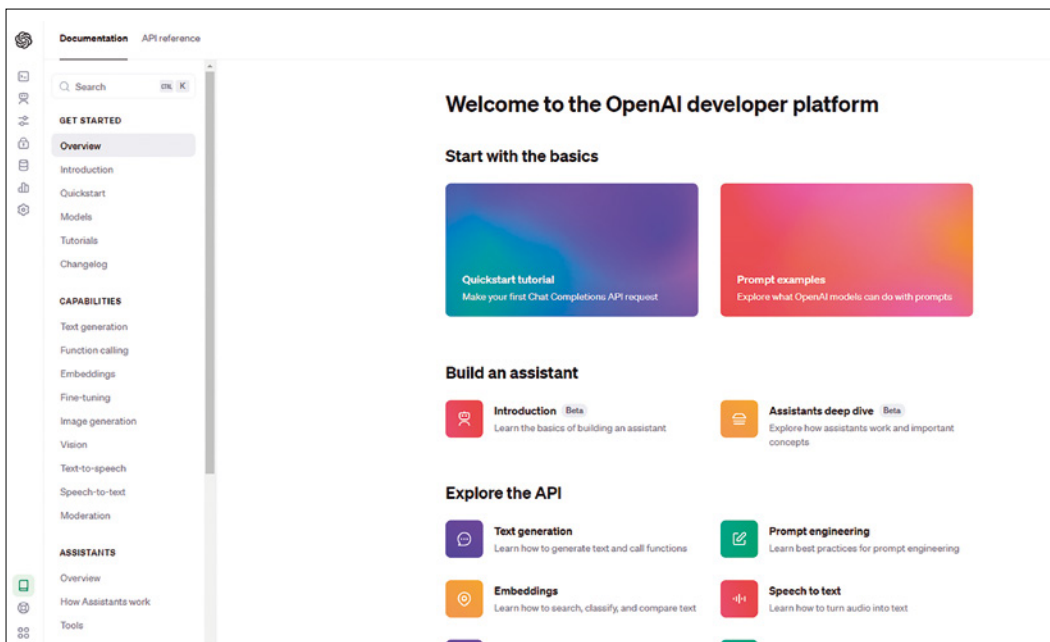


Fig. 2
La pagina web di OpenAI dedicata agli sviluppatori.

Si possono dividere fra GET e POST, la cui differenza principale sta nel fatto che nelle prime viene inviata una richiesta dove i dati sono visibili e interamente nella url richiamata mentre nella seconda sono in un body e spesso nascoste ad un occhio inesperto.

Per interfacciarci con il nostro servizio utilizzeremo esattamente questa seconda modalità.

Collegandoci alla pagina web, previo login:

<https://platform.openai.com/docs/overview> possiamo avere un quadro generale sui servizi offerti,

capabilities, mediante questa interfaccia (**Fig. 2**).

Come è possibile notare ci sono API per il Text generation, Prompt engineering, Embeddings, Speech to text, Image generation, Fine-tuning, Text to speech e per la Vision.

Il primo step per poter utilizzare i loro servizi è

sicuramente quello di creare una nuova chiave.

Dalla overview, il link lasciato in precedenza, è possibile cliccare su **Dashboard**, in alto a destra, e poi nuovamente su **API Keys** nel menu laterale che ci si presenterà. Successivamente **Create new secret key** (**Fig. 3**).

Lasciamo tutte le impostazioni così come sono quindi le permission su **All**, aggiungiamo il nome e copiamo la stringa che ci darà una volta premuto il tasto Create.

Questa stringa non sarà più visibile quindi è indispensabile salvarla subito su un nostro notepad o simili (**Fig. 4**).

Ora il tasto dolente: Openai inizialmente dava una sorta di periodo premium gratuito in cui metteva a disposizione 5\$ ma negli ultimi mesi ha cambiato questa sua politica.

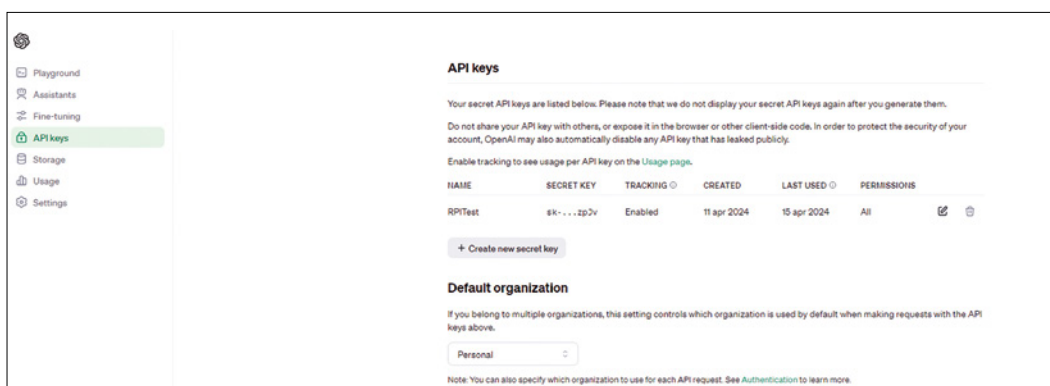
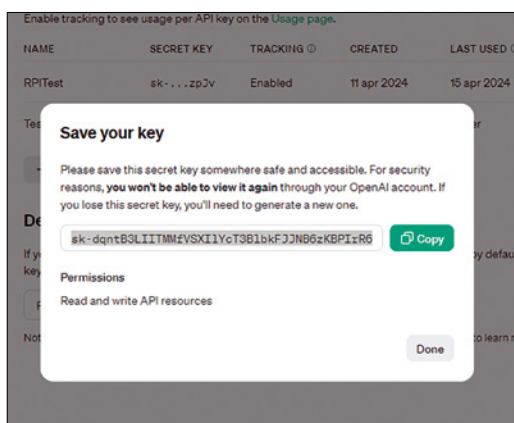


Fig. 3
Pagina per la creazione della chiave per poter interagire con le API.

Fig. 4
Salvate la vostra chiave per l'utilizzo successivo.



Proprio per questo sarà necessario entrare nella sezione Usage, sempre dal menu a sinistra. Qui sul lato destro della pagina troviamo Increase limit e seguiamo le indicazioni per associare correttamente la carta di credito e comprare qualche credito (Fig. 5). Sono sufficienti anche solo 5 euro ai fini didattici poiché ogni richiesta richiede davvero poco in termini economici.

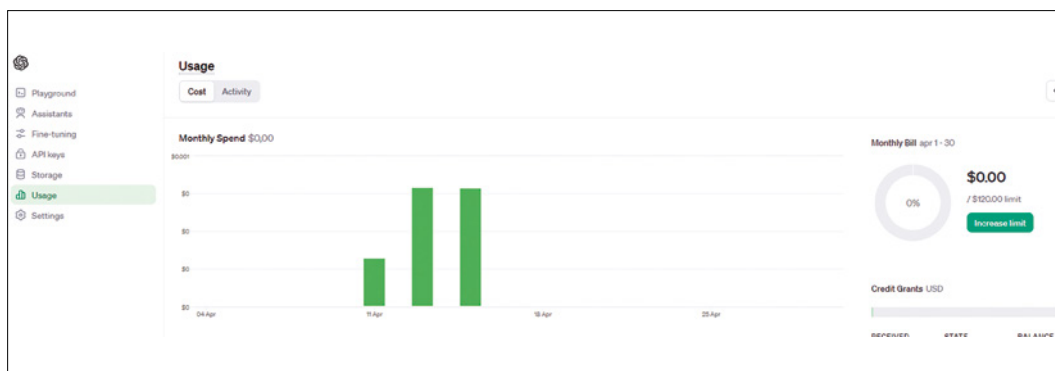
CONFIGURAZIONE OS

Andiamo ora ad installare il sistema operativo all'interno del nostro Raspberry Pi. Sono necessarie tre cose per compiere questo step:

- Scheda microSD card con almeno 16/32GB
- Raspberry Pi Imager

Per l'ultimo requisito il sito di riferimento è www.raspberrypi.org/downloads: nella prima sezione vediamo Imager, ovvero il tool responsabile di creare un sd card bootabile in grado di far partire il dispositivo. Più avanti, sempre all'interno del sito, troviamo lo zip invece che andiamo a caricare. Questo è il link diretto per scaricare il pacchetto downloads.raspberrypi.org/raspios_armhf_latest.

Fig. 5
Per l'utilizzo del servizio è necessario avere un credito.



Una volta installato Imager, apriamolo, inseriamo la nostra SD card, e clicchiamo CHOOSE OS (Fig. 6).

Qui selezioniamo l'ultima voce ovvero Custom OS e scegliamo quindi lo zip scaricato in precedenza. Successivamente clicchiamo su CHOOSE SD CARD e selezioniamo l'unità sulla quale desideriamo riportare il sistema operativo e infine WRITE. Dobbiamo solo ricordarci di cambiare le impostazioni di default in modo tale da poter eseguire il primo accesso con credenziali personalizzate. Nel nostro caso come si nota dallo screenshot in Fig. 7 abbiamo scelto username *daniel* e password *12345678*.

Dopo alcuni istanti abbiamo la nostra SD card e siamo pronti per partire con il nostro dispositivo. Inseriamo la card all'interno del nostro RPI, collegiamolo ad una rete con accesso ad internet e accendiamo. Molto utile sarà poter installare un desktop remoto in modo tale da poter usare il nostro RPI senza necessariamente dotarci di un monitor aggiuntivo. Installiamo quindi il desktop remoto seguendo questi step:

```
sudo apt-get install xrdp -y
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
```

Ora abbiamo tutti gli strumenti per raggiungere la macchina da remoto e quindi possiamo dimenticarci del monitor e agire direttamente dal nostro pc, a voi la scelta. Installiamo quelle che sono le librerie fondamentali per lo sviluppo: python per poter compilare il progetto e libsox che ci permette di interfacciarci con il microfono:

```
sudo apt install python3 python3-pip python3-venv
sudo apt-get install sox libsox-fmt-mp3
```


Creiamo una cartella di lavoro nella quale installeremo un ambiente virtuale, che chiameremo *env*, per poter installare le librerie necessarie di python senza compromettere l'intero sistema.

```
mkdir openai
cd openai
python -m venv env
```

Accediamo ora all'ambiente attraverso il comando

```
source env/bin/activate
```

Da ricordare che *env* è un nome che abbiamo stabilito noi, non siamo assolutamente legati a questo, al passo precedente avremmo potuto chiamarlo anche *env_openai*.

Una volta attivato installiamo le librerie Python, nel dettaglio quindi:

- Google Speech per poter interagire con il cloud di Google e riuscire in uno Speech to text di alto livello che ci permetterà di estrarre testo dal parlato:
`pip install google-speech`
- SpeechRecognition, per poter accedere al microfono USB, senza dover occuparsi di gestire i bit, la taratura di questo o altre sottigliezze di basso livello:
`pip install SpeechRecognition`
`pip install PyAudio`
- OpenAI per poter interagire con le API proposte precedentemente ed avere risposte dalla nostra intelligenza artificiale:
`python3 -m pip install openai`

Non chiudiamo la console a questo punto poiché sarà indispensabile successivamente per poter eseguire il codice.

Nel caso venga chiusa per poter rientrare nello spazio opportunamente configurato ci basterà entrare nella cartella corretta, primo comando sotto riportato, e digitare quanto segue:

```
cd openai
python -m venv env
source env/bin/activate
```

CODICE

Programmazione top down oppure a classi?

La prima opzione, sebbene più veloce e intuitiva, potrebbe non essere la scelta corretta per diversi motivi. La programmazione ad oggetti (OOP=Object Oriented Programming) infatti è basata sull'idea di costruire una serie di oggetti in grado di interagire



Fig. 6
La schermata di Raspberry Pi Imager.

vicendevolmente scambiandosi messaggi, ma mantenendo ognuno il proprio stato e i propri dati così come avviene nel mondo reale.

Per "scambio di messaggi" s'intende la capacità degli oggetti di chiamare i metodi pubblici di altri oggetti, per esempio passandogli dati da elaborare e ricevendo il risultato della loro elaborazione.

A differenza della programmazione procedurale, che è uno stile di programmazione che consiste nel creare blocchi di codice (chiamati sottoprogrammi), nella programmazione ad oggetti è possibile centralizzare più funzionalità all'interno di un'unica classe che racchiudono variabili e funzioni.

Tra gli altri vantaggi della programmazione orientata agli oggetti:

- fornisce un supporto naturale alla modellazione software degli oggetti del mondo reale o del modello astratto da riprodurre;

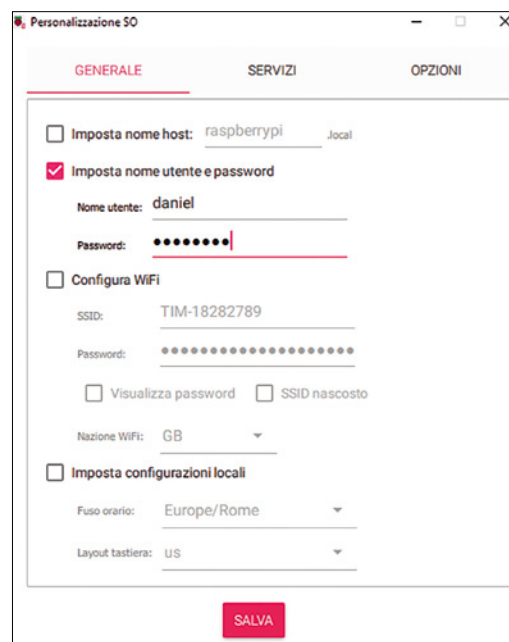


Fig. 7
Al primo accesso è necessario cambiare le credenziali.



- permette una più facile gestione e manutenzione di progetti di grandi dimensioni;
- l'organizzazione del codice sotto forma di classi favorisce la modularità e il riuso di codice.

Fatte queste premesse passiamo alla stesura del codice vero e proprio.

Creiamo ora il file che andremo ad arricchire con le istruzioni per poter interagire con l'AI. Per poter far ciò digittiamo dalla console in cui ci troviamo:

```
touch gpt.py
```

Successivamente viene creato un file, ora apriamo quel file con l'editor di default che ci propone il sistema operativo che nel nostro caso, se accediamo con interfaccia grafica o desktop remoto, si tratta di Geany Programmer's editor.

Come in tutti i progetti python, vanno inserite le referenze alle librerie che utilizzeremo durante il corpo vero e proprio:

```
import speech_recognition as sr
from openai import OpenAI
from google_speech import Speech
```

Ai fini didattici terremo tutte le classi, in questo caso solo una, all'interno dello stesso file della main e del codice che svolgerà il lavoro. Definiamo quindi la classe OpenAICustom, la quale avrà alcune costanti: il modello di AI che andiamo a richiamare, il linguaggio in cui comunichiamo e vogliamo le risposte e un'ultima che ci permette di controllare l'output:

```
class OpenAICustom:
    GPT_MODEL = "gpt-3.5-turbo"
    GPT_LANG = "it"
    isDebug = True
```

Il costruttore prende in ingresso il puntatore al microfono e la stringa contenente la chiave per le API e il mondo di Chat GPT. All'interno di questo andiamo ad inizializzare le entità in gioco e il messaggio che poi scambieremo e su cui aggungeremo le varie richieste:

```
def __init__(self, sr, keys):
    self.recognizer_instance = sr.Recognizer()
    self.key = keys
    self.client = OpenAI(
        api_key = keys
    )
```

```
self.messages = [
    {
        "role": "system",
        "content": "You are a helpful assistant"
    }
]
```

Al fine di esportare una delle istanze create all'esterno della classe aggiungiamo un metodo per poterle esportare. Nel dettaglio parliamo dell'entità che si occupa della gestione del microfono:

```
def getReco(self):
    return self.recognizer_instance
```

Sicuramente tra le funzioni indispensabili che si possono avere in questa classe abbiamo quella responsabile della comunicazione con le API di ChatGPT, di cui abbiamo già ampiamente accennato.

Questa dovrà prendere in ingresso il messaggio e sfruttare gli oggetti già inizializzati nel costruttore. Come prima azione andiamo ad aggiungere al nostro array di messaggi un nuovo elemento che conterrà un json composto dal ruolo dell'user e dal contenuto.

Successivamente creiamo la vera richiesta ai server di OpenAI i quali ci daranno un oggetto in risposta che salveremo nella variabile *chat*.

Questa al suo interno avrà la seguente alberatura:

```
{
  "choices": [
    {
      "finish_reason": "stop",
      "index": 0,
      "message": {
        "content": "RISPOSTA DI CHATGPT",
        "role": "assistant"
      },
      "logprobs": null
    }
  ],
  "created": 1677664795,
  "id": "chatcmpl-7QyqpwhqwjicIEznoc6Q47XyW",
  "model": "gpt-3.5-turbo",
  "object": "chat.completion",
  "usage": {
    "completion_tokens": 17,
    "prompt_tokens": 57,
    "total_tokens": 74
  }
}
```

Come si può notare il messaggio è contenuto nel primo oggetto dell'array choices.



Possiamo stamparlo o meno all'interno della nostra console di debug e successivamente lo diamo in pasto alla funzione responsabile del text to speech:

```
def sendToAI(self, message):
    self.messages.append(
        {
            "role": "user",
            "content": message
        },
    )
    chat = self.client.chat.completions.create(
        messages=self.messages,
        model=self.GPT_MODEL
    )
    reply = chat.choices[0].message
    if self.isDebugEnabled:
        print("Assistant: ", reply.content)
    self.messages.append(reply)
    speech = Speech(reply.content, self.GPT_LANG)
    speech.play()
```

Una volta costruita correttamente la classe su cui farà perno tutto il codice andiamo a creare la *main*, ovvero ciò che andrà a chiamare ed interagire effettivamente con l'utente. Definiamo, nella variabile *SYS_LANG*, il linguaggio per il quale intendiamo riconoscere il parlato. Successivamente prendiamo in ingresso la chiave di OpenAI e poi mettiamo un ciclo continuo in cui continuiamo ad ascoltare, capire l'utente e rispondere di conseguenza:

```
SYS_LANG = "it-IT"
in_key = input("Enter your OpenAI key: ")
myObj = OpenAICustom(sr, in_key)
while True:
    with sr.Microphone() as source:
        myObj.getReco().adjust_for_ambient_noise(source)
        print("Sono in ascolto... parla pure!")
        audio = myObj.getReco().listen(source)
        print("Ok! sto ora elaborando il messaggio!")
    try:
        text = myObj.getReco().recognize_google(audio, language=SYS_LANG)
        print("Google ha capito: \n", text)
        myObj.sendToAI(text)
    except Exception as e:
        print(e)
```

Prima di eseguire il codice ricordiamoci la premessa fatta alla fine del capitolo di configurazione del

sistema operativo, ovvero assicuriamoci di essere all'interno dello spazio virtuale creato con tutte le librerie.

Infine, per lanciare il programma all'interno della console digitare il comando:

```
python3 gpt.py
```

SVILUPPI FUTURI

Sicuramente uno degli sviluppi futuri più vicino al progetto proposto è quello di miniaturizzare il tutto in modo da contenere ulteriormente i costi e i consumi. Infatti, la portabilità verso un dispositivo come potrebbe essere l'ESP32 potrebbe dare valore aggiunto e avere numerose applicazioni. In quest'ottica si potrebbero avere due tipi di approccio: un primo, molto più lite, che vede l'ESP32 solamente come ponte di passaggio per veicolare le informazioni mentre tutta l'elaborazione viene demandata ad un server o ad un'app. In questo primo caso, sicuramente fattibile, prevede poco carico computazionale ma un doppio sviluppo e un chip non autonomo.

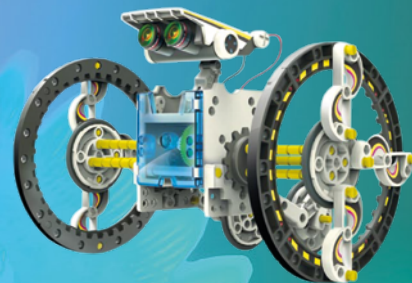
Un secondo approccio invece, molto più completo, prevede di inserire su chip tutte le parti, una prima di ricezione attraverso un microfono, una parte di elaborazione del parlato per poter fare correttamente uno Speech to text ed infine l'interazione diretta con le API di ChatGPT.

La maggiore problematica che possiamo riscontrare sarà sicuramente data dall'elaborazione Speech to text, questa infatti potrebbe saturare la memoria del chip poiché ci sarà bisogno di una conversione su base64 o similare. L'interazione con il motore di ChatGPT, stando ad alcune indiscrezioni trapelate sul sito ufficiale, potrebbe essere possibile anche attraverso IFTTT, quindi completamente orientato verso l'IoT. ▣

COSA OCCORRE ?		
Codice	Descrizione	Prezzo € IVA inclusa
RPI4-4GB	Raspberry Pi 4 Tipo B con 4GB di memoria	95,00
USBMICMINI	Mini microfono USB	3,50
IL MATERIALE VA RICHIESTO A:		
Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA) Tel: 0331-799775 - www.futurashop.it		



SERVOMOTORI, INDISPENSABILI PER GLI APPASSIONATI DI ROBOTICA!



INGRANAGGI IN METALLO

cod. MC946R

€ 8,50



SERVO ANALOGICO AD ALTE PRESTAZIONI CON ROTAZIONE DI 180°

- Coppia di torsione:
10,5kg/cm (4,8V),
13kg/cm (6V)
- Velocità a 4,8V:
0,20sec/60° senza
carico, velocità a 6V:
0,17sec/60° senza
carico
- Alimentazione:
da 4,8 a 7,2V
- Dimensioni:
40,7x19,7x42,9mm
- Peso: 55g

cod. SERVO213

€ 11,00



SERVO ANALOGICO CON ROTAZIONE DI 180°

- Coppia di torsione:
13kg/cm (4,8V) - 15kg/
cm (6V)
- Velocità a 4,8V:
0,20sec/60° senza
carico, velocità a 6V:
0,16sec/60° senza
carico
- Alimentazione:
da 4,8 a 6V
- Dimensioni:
40,6x39,5x20mm
- Peso: 55g

cod. MC996R

€ 9,00



SERVO ANALOGICO CON ROTAZIONE DI 360°

- Coppia di torsione:
9,4kg/cm (4,8V) - 11kg/
cm (6V)
- Velocità a 4,8V: 0,19sec
/60° senza carico,
velocità a 6V: 0,15sec
/60° senza carico
- Alimentazione:
da 4,8 a 6V
- Dimensioni:
42,7x40,9x20mm
- Peso: 55g

cod. SERVO860M9C

€ 9,00



MINI SERVO ANALOGICO CON ROTAZIONE CONTINUA DI 360°

- Coppia di torsione:
1,8kg/cm (4,8V)
- Rapporto di riduzione:
320:1
- Velocità a 4,8V: 0,12
sec/60° senza carico
- Alimentazione:
da 4,8 a 6V
- Dimensioni:
22,6x32x12mm
- Peso: 12g

cod. SERVO09METAL

€ 8,00



MINI SERVO ANALOGICO CON ROTAZIONE DI 180°

- Coppia di torsione:
1,8kg/cm (4,8V)
- Rapporto di riduzione:
320:1
- Velocità a 4,8V: 0,12
sec/60° senza carico
- Alimentazione:
da 4,8 a 6V
- Dimensioni:
22,6x11,8x26,7mm
- Peso: 12g

INGRANAGGI IN PLASTICA

cod. SERVO6001HB

€ 20,00



SERVO MOTORE CON ROTAZIONE DI 180°

- Coppia di torsione:
6,7 kg·cm (a 6 Vdc)
5,8 kg·cm (a 4,8 Vdc)
- Velocità a 4,8V:
0,16 sec senza carico
Velocità a 6V:
0,14 sec senza carico
- Alimentazione:
da 4,8 a 6V
- Dimensioni:
40,7x20,5x39,5mm
- Peso: 43g

cod. SERVO860LC

€ 9,90



SERVO ANALOGICO CON ROTAZIONE CONTINUA DI 360°

- Coppia di torsione:
5,5kg/cm (4,8V)
- Velocità a 4,8V:
0,22sec/60° senza
carico
- Alimentazione:
da 4,8 a 6V
- Dimensioni:
40x39,1x20mm
- Peso: 38g

cod. SERVO209

€ 8,00



SERVO ANALOGICO CON ROTAZIONE DI 180°

- Coppia di torsione:
5,5kg/cm (4,8V) -
6,5kg/cm (6V)
- Velocità a 4,8V:
0,19sec/60° senza
carico, velocità a 6V:
0,15sec/60° senza
carico
- Alimentazione:
da 4,8 a 6V
- Dimensioni:
40,6x39,5x20mm
- Peso: 42,5g

cod. SERVO207

€ 9,90



MINI SERVO ANALOGICO CON ROTAZIONE DI 180°

- Coppia di torsione:
2,3kg/cm
- Velocità: 0,18 sec/60°
- Alimentazione:
da 4,8 a 6V
- Dimensioni:
28,5x13,3x30,6mm
- Peso: 17g

cod. SERVO206

€ 7,50



MINI SERVO ANALOGICO CON ROTAZIONE DI 180°

- Coppia di torsione
1,2kg/cm (4,8V) - 1,5kg/
cm (6V)
- Velocità a 4,8V:
0,12sec/60°, velocità a
6V: 0,11sec/60°
- Alimentazione:
da 4,8 a 6V
- Dimensioni:
22,5x12x29mm
- Peso: 9g

GESTIONE ELETTRONICA DELL'ALTERNATORE

di DAVIDE SCULLINO



LIN

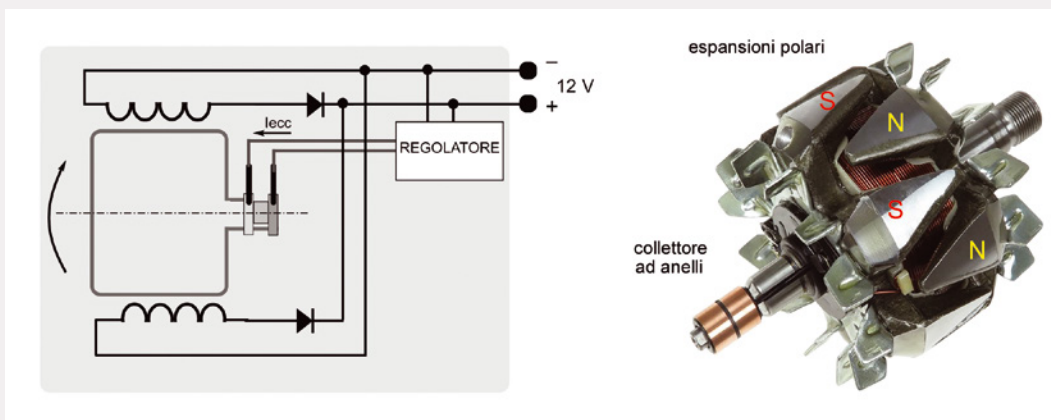


Nelle automobili moderne il generatore di bordo non funziona più autonomamente: scopriamo come viene gestito dalla ECU allo scopo di aumentare la durata della batteria e limitare i consumi.

C'

era una volta la dinamo, il generatore che forniva alle automobili di mezzo secolo fa l'elettricità per far funzionare luci, clacson, tergicristalli e per immagazzinare nella batteria al piombo di bordo l'energia eccedente, in modo da consentire l'avviamento e l'utilizzo di qualche carico a motore spento. Poi arrivò l'alternatore, scelto perché a parità di potenza elettrica disponibile aveva un rendimento maggiore, dovuto essenzialmente al fatto che mentre nella dinamo (che è una macchina in continua) il collettore lamellare implica dei brevi cortocircuiti nel passaggio della spazzola tra una lamina e la successiva, quindi perdite di energia, nell'alternatore le spazzole strisciano sempre e solo su un anello ciascuna, quindi non si verificano tali perdite di potenza.

Fig. 1
A sinistra, schematizzazione del funzionamento dell'alternatore monofase (*lecc* è la corrente di eccitazione). A destra, struttura del rotore alimentato.



Certo, l'alternatore produce corrente alternata, mentre la batteria e l'impianto elettrico di bordo "vogliono" la continua, ma il problema si risolve con un raddrizzatore a diodi, anche noto come *piastra a diodi*. La crescente aggiunta di utilizzatori elettrici, di elettronica di bordo e il progressivo affidamento di servizi e sistemi di bordo all'elettronica (ad esempio i servosterzi elettroidraulici, dove la pompa dell'olio ATF è elettrica e viene gestita da una centralina elettronica in sinergia con il funzionamento delle ruote e con l'attività dell'ABS/ESP...) non da meno la gestione dell'iniezione diesel e benzina, hanno reso sempre più energivoro l'impianto elettrico di bordo, tanto che se in origine un alternatore da 12V erogava 40 ampere, oggi la gran parte delle automobili a motore endotermico impiega alternatori da 150+180 A, che a 14V nominali significa superare abbondantemente i 2 kilowatt di potenza!

Il tutto in uno scatolotto che, per ragioni di uniformità, ha mantenuto le stesse dimensioni o quasi di quelli di qualche decina di anni fa.

Tutto questo e le esigenze di ottimizzazione dei consumi e di durata della batteria, hanno spinto verso la gestione elettronica dell'alternatore, che descriveremo in questo articolo.

CHE COS'È UN ALTERNATORE

Il generatore di bordo delle moderne automobili è una macchina elettrica rotante in alternata, non a caso si chiama alternatore; è tipicamente trifase, quindi produce tre correnti sfasate tra loro di 120° nel senso di rotazione dell'albero di azionamento e quindi del rotore.

La scelta di tale configurazione conferisce maggiore densità di potenza e una tensione continua finale, a valle del raddrizzatore, più continua possibile, giacché a parità di numero di giri si ottiene una

maggiore densità degli impulsi raddrizzati. Questa macchina elettrica è simile alla dinamo, però produce corrente alternata in quanto gli estremi dell'avvolgimento rotorico toccano le spazzole senza scambiarsi: allo scopo, ognuno di essi termina su un anello metallico che viene toccato costantemente da una spazzola; gli anelli sono due, compongono il cosiddetto "collettore ad anelli" e vengono alimentati dalla corrente di eccitazione. Per trasformare l'alternata in continua viene utilizzato un raddrizzatore a diodi. Strutturalmente l'alternatore per automobile è composto da una carcassa alla quale sono fissati gli avvolgimenti statorici, i quali saranno destinatari del campo elettromagnetico indotto e di conseguenza svilupperanno una tensione indotta tra i loro capi; idealmente gli avvolgimenti sono tre, disposti radialmente a 120° (ossia a un terzo di circonferenza della carcassa) tra loro.

Il rotore gira all'interno, separato da uno spazio (traferro) ed è composto da avvolgimenti elettrici, questa volta singoli, ovvero facenti capo a due soli poli, che terminano sugli anelli del collettore. Essendo alimentati a corrente continua (la corrente di eccitazione) questi avvolgimenti sviluppano un campo elettromagnetico costante, quasi fossero una calamita, presentando da un lato il polo Nord e dall'altro il Sud; per effetto di ciò, quando l'albero dell'alternatore viene azionato, i poli scorrono di fronte alle espansioni polari dello statore, con i loro poli salienti, inducendone una tensione rotante in ciascuna fase dell'avvolgimento statorico. Quindi ogni avvolgimento presenterà una tensione che cresce fino al massimo positivo e poi diminuisce fino ad un minimo per poi tornare al massimo e via di seguito, con andamento sinusoidale; le tre sinusoidi saranno sfasate esattamente come la disposizione degli elettrodi, ovvero 120°.

Il raddrizzatore dell'alternatore, ossia la piastra a diodi, nella sua forma più essenziale consta di due diodi (facenti capo ognuno a un avvolgimento statorico) col catodo in comune e terminante sul morsetto di uscita positivo (il negativo è comune agli estremi opposti degli avvolgimenti, come si vede in **Fig. 1**). Un diodo, collegato con l'anodo a uno degli avvolgimenti, permette di fornire al regolatore di carica l'indicazione della tensione d'uscita dell'alternatore.

Questo vale per un alternatore monofase.

Invece negli alternatori trifase il raddrizzatore è configurato a ponte trifase, quindi è del tipo a doppia semionda per ciascuna fase.

In alcuni alternatori c'è un avvolgimento statorico che fornisce al regolatore di carica un'indicazione sulla tensione prodotta; tramite un diodo (raddrizzatore monofase) alimenta la spia di carica, la quale dall'altro capo è collegata al positivo di batteria: se l'alternatore non carica per un guasto, la spia si accende.

La gran parte degli alternatori prodotti oggi hanno solo l'avvolgimento statorico trifase; si utilizzano, in questo caso, due raddrizzatori trifase (**Fig. 2**): uno di potenza per rettificare la corrente destinata alla batteria e all'impianto elettrico, più uno di piccola potenza, a singola semionda (composto da tre soli diodi) che alimenta la lampadina spia di carica della batteria, collegata tra il positivo dell'impianto elettrico dell'automezzo e il catodo del rettificatore ausiliario, in modo che se la tensione fornita alla batteria scende, la spia si trova sottoposta a una differenza di potenziale e si accende gradualmente fino ad illuminarsi a piena luce in caso di guasto che causi assenza di tensione d'uscita.

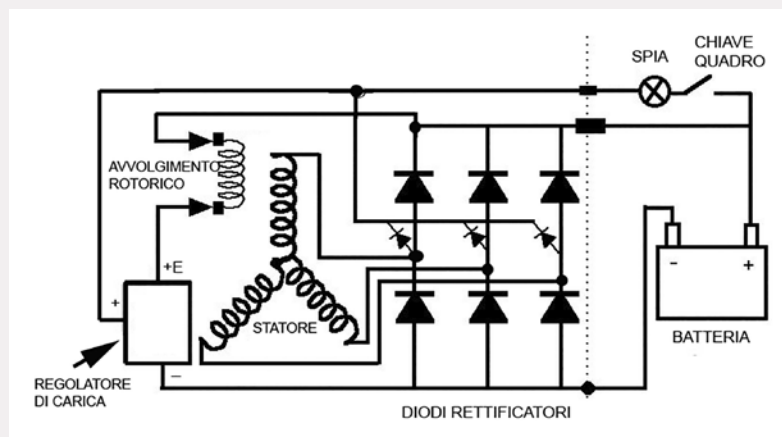


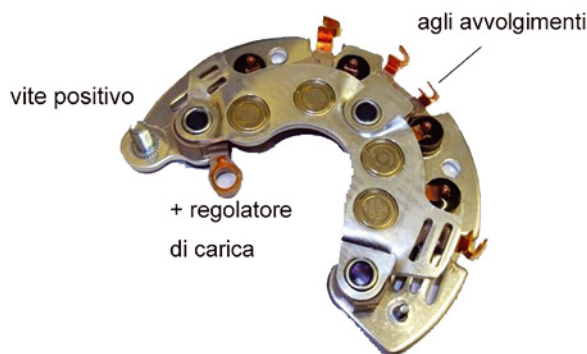
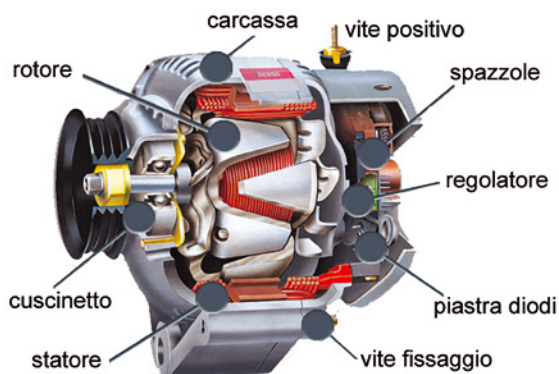
Fig. 2
Schema
dell'alternatore
trifase.

La frequenza dell'alternata prodotta dall'alternatore dipende dal numero di coppie di poli nord-sud che contiene lo statore, dal tipo di raddrizzatore e dalla velocità di rotazione dell'albero di azionamento; aumentando la frequenza, gli impulsi raddrizzati divengono più fitti e quindi aumenta il valore medio della tensione continua generata. L'aumento della tensione si deve anche alla natura induttiva degli avvolgimenti del generatore.

Per come funziona, tale alternatore, per generare corrente, ha bisogno di corrente, quindi se la batteria viene staccata o è interrotta non permette l'avviamento del mezzo neppure a spinta. La tensione prodotta è direttamente proporzionale, oltre che al numero di giri, alla corrente di eccitazione, la quale, modula la potenza generata dall'alternatore.

Per ottenere una buona regolazione, la corrente di eccitazione viene governata dal *regolatore di carica*, il quale altro non è che un circuito a transistor retroazionato, che dosa la tensione applicata alle spazzole in funzione di quella rilevata ai capi della

Fig. 3
Vista in spaccato
di un alternatore e
dettaglio del
raddrizzatore, con i
suoi elettrodi.



batteria; questo, fino a prima che la gestione elettronica dell'autoveicolo diventasse pervasiva. Il regolatore verifica cosa esce dai morsetti + e - dell'alternatore e abbassa la corrente di eccitazione se la tensione sale eccessivamente (supera 14,4 V) ovvero la eleva se la tensione scende troppo (sotto i 12 V). Nella **Fig. 3** trovate la vista in spaccato di un moderno alternatore, con il dettaglio della piastra a diodi.

ALTERNATORI A GESTIONE ELETTRONICA

Nei moderni alternatori la spia non è più collegata all'alternatore: il regolatore di carica legge la tensione all'uscita del raddrizzatore del circuito spia (o direttamente al morsetto + di uscita) e un A/D converter la digitalizza per poi inviare i dati alla centralina (ECU) di controllo motore attraverso un bus LIN (Local Interconnect Network) accessibile da un apposito connettore che può essere a uno o due poli (**Fig. 4**); il firmware della centralina ha impostato un valore di soglia sopra cui ritiene che l'alternatore carichi, ma se tale soglia non è stata scelta bene può capitare che la ECU legga come normale una tensione di batteria di 12 volt, malgrado l'alternatore (che dovrebbe fornirne almeno 13÷14) non la stia caricando. In un caso simile, la spia del generatore non si accende. Ne risulta che in breve tempo la batteria non avrà più carica sufficiente e non renderà possibile l'avviamento. Tale gestione peraltro impedisce al conducente di accorgersi per tempo di malfunzionamenti che, pur consentendo all'alternatore di generare tensione e corrente, non permettono di produrre una tensione di ampiezza tale da caricare la batteria, ovvero caricarla in tempi rapidi; infatti se un alternatore

genera 12V, sicuramente mantiene in funzione gli utilizzatori di bordo, ma non carica la batteria in maniera soddisfacente, giacché un accumulatore al piombo da 6 elementi presenta, a piena carica e a riposo, 2,1 volt per elemento, quindi $12,5 \div 12,6V$ e la tensione fornita dal generatore sarebbe inferiore, portando in breve tempo la batteria a cedere l'energia immagazzinata.

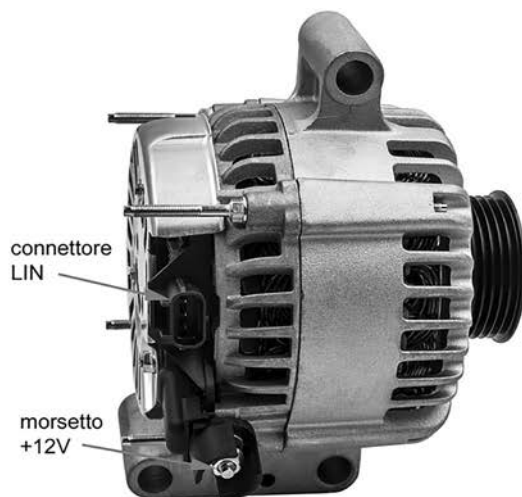
Tale condizione viene invece smascherata nelle auto dove la spia di carica è una lampadina a 12V fisicamente collegata tra il polo positivo della batteria e il positivo del raddrizzatore, giacché al verificarsi di una differenza di tensione apprezzabile, quantomeno la lampadina inizia a mostrare una luce fioca.

Ricordiamo che per caricare velocemente un accumulatore, specie di quelli al piombo, è opportuno fornire una tensione decisamente più elevata di quella nominale, non a caso gli alternatori per auto convenzionali sono da 14V ed erogano picchi di 14,8V; più bassa è la tensione erogata, minore è la possibilità di mantenere carica la batteria, specie nelle auto con molti sottosistemi elettrici (servosterzo elettrico o elettroidraulico, ABS/ESP, cambio automatico o robotizzato, apertura portellone del bagagliaio elettrica ecc.).

La tensione fornita dall'alternatore può divenire insufficiente per vari motivi, ma per due principalmente:

- consumo delle spazzole e degli anelli del collettore, che porta a una riduzione della superficie di contatto con conseguente incremento della resistenza elettrica; in tale evenienza, al crescere della potenza richiesta al generatore, la corrente di eccitazione non segue quella attesa dal regolatore di carica;

Fig. 4
Moderno regolatore di carica interfacciato alla ECU (sinistra) e retro di un alternatore LIN (destra).



- degrado delle caratteristiche elettriche del regolatore di carica, ovvero derating (riduzione) della corrente erogata conseguente a un surriscaldamento.

Questi problemi vengono spesso evidenziati tardivamente dalla gestione elettronica della spia di carica della batteria e dalla lettura tramite il bus LIN, al punto che ci si accorge solo quando il guasto interrompe la corrente di eccitazione ed è ormai troppo tardi: in un lungo viaggio, non c'è il tempo di rincasare e occorre fermare l'automobile, perché ormai la situazione non è recuperabile e la batteria può concedere al massimo un paio d'ore di autonomia di marcia, limitando al massimo i carichi inseriti nell'impianto elettrico.

Se invece il convertitore A/D integrato nell'alternatore fornisce una lettura errata, normalmente il firmware della ECU motore rileva tale condizione e segnala l'anomalia. In questa forma di gestione elettronica, l'alternatore regola la tensione prodotta similmente a quanto avveniva in origine, ossia semplicemente sulla base della tensione letta direttamente all'uscita per la batteria o sul raddrizzatore campione; la regolazione avviene basandosi sulla considerazione che se la tensione scende al di sotto del valore atteso significa che la potenza assorbita dagli avvolgimenti statorici è tale da richiedere più corrente di quella generata al momento e che quindi occorre alzare la corrente di eccitazione; viceversa quando il sistema a retroazione rileva che la tensione sta salendo troppo a causa di un alleggerimento del carico.

GESTIONE AVANZATA DELL'ALTERNATORE

La prima forma di gestione del generatore, appena descritta, consiste in una modalità passiva e nell'integrazione di un convertitore analogico/digitale e di un'interfaccia LIN per conoscere lo stato di carica della batteria e le condizioni di funzionamento dell'alternatore; in questo caso il regolatore di carica incorpora ADC e interfaccia LIN e dispone del connettore già descritto e mostrato nella **Fig. 4**. Recentemente le cose sono cambiate e il generatore di bordo è diventato parte integrante della gestione elettronica del veicolo, passando da un sottosistema capace di operare in autonomia e regolare la corrente di eccitazione degli avvolgimenti rotorici semplicemente sulla base della tensione letta ai morsetti di uscita o a valle del raddrizzatore dedicato, a qualcosa che coopera attivamente e che viene regolato dall'esterno. Nello specifico, dalla ECU, attraverso la stessa interfaccia LIN che

se una volta serviva da output, oggi permette di ricevere i dati di impostazione della corrente di eccitazione e della tensione da mantenere.

In questa complessa gestione rientra non più la sola lettura della tensione, ma anche l'acquisizione della corrente erogata o assorbita dalla batteria, rilevata attraverso un sensore dedicato, comunemente e gergalmente chiamato "sensore batteria". In pratica questa gestione prevede che l'alternatore produca una tensione che non è più solo funzione della tensione letta, ma delle esigenze dell'impianto elettrico, vale a dire della potenza impegnata e dello stato della batteria; quindi la funzione di ricarica dell'accumulatore e quella di alimentazione degli utilizzatori di bordo vengono scisse e trattate separatamente grazie a una serie di input, che sono essenzialmente:

- il bilancio energetico della batteria, desunto con l'ausilio del sensore di corrente;
- la tensione dell'impianto elettrico, letta tramite il bus LIN per avere sia un'immagine in tempo reale delle condizioni operative, sia un feedback del controllo operato dalla ECU;
- l'inserzione dei carichi energivori, comunicata dalle stesse centraline che li governano.

L'inserzione dei carichi viene rilevata da messaggi trasmessi alla ECU dai sottosistemi via LIN o da altre centraline (ad esempio quella del servosterzo elettroidraulico tipo TRW o ZF) su CAN-Bus o bus Flexray; per esempio, se si accendono i fari o si attiva il lunotto termico (o il tergilcristallo) la ECU viene informata che deve impostare la tensione dell'alternatore a un valore ben più alto di quello della batteria e ciò, prima ancora che il regolatore si accorga dell'incremento della richiesta di corrente e corregga autonomamente la corrente di eccitazione degli avvolgimenti rotorici.

Regolare dinamicamente la tensione di uscita dell'alternatore va incontro a due esigenze: evitare di mantenere la tensione della batteria costantemente troppo alta, perché l'energia fornita alla batteria non concorre alla carica ma viene sprecata in calore e peggiorerebbe il bilancio energetico di bordo, affliggendo i consumi di combustibile; ridurre il tempo di carica forzata della batteria e dare piuttosto una trickle charge (ossia una carica di mantenimento a tensione poco sopra quella di piena carica) per allungare la vita degli elementi.

IL SENSORE BATTERIA

Nelle autovetture più recenti, in serie al cavo negativo della batteria, quindi tra il morsetto del



Fig. 5
Batteria auto con
applicato il sensore
di corrente.



polo negativo e il cavo che porta alla messa a terra sulla scocca, viene collocato un sensore di corrente, che può funzionare ad effetto di Hall (quindi senza accoppiamento galvanico con la batteria) oppure mediante uno shunt di piccolissimo valore resistivo. Il sensore può anche avere una bobina dentro la quale passa il cavo negativo della batteria. Nella **Fig. 5** potete vedere la tipica installazione, in questo caso su una vettura del costruttore PSA (Peugeot - Citroen). Indipendentemente dalla tecnologia su cui si basa, il sensore batteria (ne vedete due esempi in **Fig. 6**) dispone internamente di un convertitore analogico/digitale in grado di leggere valori sia positivi che negativi, oltre che della solita interfaccia (transceiver) per bus LIN, attraverso la quale comunica alla ECU se la batteria sta erogando (verso convenzionale della corrente entrante nel polo negativo) oppure assorbendo (verso convenzionale dall'elettrodo negativo alla scocca) corrente e non solo: quantifica e comunica anche l'intensità della corrente stessa, dalla quale poi la ECU calcolerà l'energia assorbita in carica ed erogata, come prodotto dell'intensità media di corrente per il tempo. Il calcolo istantaneo è abbastanza semplice, perché ogni valore positivo indica che la batteria sta assorbendo corrente dall'alternatore, mentre un valore negativo significa che sta cedendo elettricità all'impianto elettrico perché quella dell'alternatore al momento non è sufficiente; il valore assoluto permette di conoscere l'entità delle correnti. Un tipico caso in cui la batteria eroga corrente è all'avviamento del motore endotermico, quando chiaramente l'alternatore non lo fa, se non dopo qualche istante; a motore avviato e alternatore in funzione, la tensione viene fatta salire leggermente per restituire all'accumulatore l'energia ceduta al motorino di avviamento, alle candele di preriscaldamento del motore diesel, alla pompa elettrica del combustibile ecc.

Questo permetterà di trarre un bilancio energetico della batteria, ovvero capire se ha bisogno di essere caricata o meno: se dal momento in cui inizia l'acquisizione dei dati l'energia erogata è uguale a quella assorbita in carica (fatte salve le tolleranze) la ECU riterrà la batteria carica e quindi manterrà la tensione dell'alternatore anche al disotto dei 12,5V perché non sarà necessario caricarla. Se invece l'energia erogata sarà maggiore di quella incamerata, la ECU forzerà il regolatore di carica ad aumentare la tensione fornita dall'alternatore, tanto più quanto maggiore risulterà la differenza, arrivando anche a 14,6÷14,8 volt.

Dunque, la gestione integrata dell'alternatore nella quale tramite il bus LIN la ECU legge la tensione fornita e la corregge dinamicamente sia in base alle esigenze di carico, sia in funzione degli input ricevuti dal sensore batteria e dalle varie centraline di bordo, consente di impostare una tensione che permetta all'alternatore di essere l'elemento che fornisce corrente all'impianto elettrico, lasciando da parte la batteria, quando non è necessaria e in condizioni di motore in moto.

Dei regolatori di carica bidirezionali (tecnicamente detti "regolatori multifunzionali") va detto che l'essere impostabili dalla ECU non significa che quello è l'unico metodo di regolazione della corrente di eccitazione e quindi della corrente di uscita; infatti i controller al loro interno dispongono di un sistema fail-safe e quindi di una regolazione ad anello chiuso (closed-loop) propria, pertanto la tensione di uscita dell'alternatore viene regolata in due modi:

- tramite il feedback fornito via bus LIN alla ECU dall'alternatore e i dati forniti dal sensore batteria;
- autonomamente, in assenza di controllo da parte della ECU.

Il controllo segue una gerarchia che vede l'impostazione da LIN prevalere su quella locale, basata unicamente da una retroazione che ha come segnale d'ingresso la tensione misurata all'uscita del raddrizzatore (sia essa dedicata o unica); il meccanismo fail-safe assicura che in caso di perdita del segnale LIN, l'alternatore regoli indipendentemente da sé, ovvero, in alcuni casi, stabilizzi la tensione al valore massimo, ossia a quello degli alternatori senza impostazione da LIN (circa 14,6 volt).

Basta staccare il connettore LIN dell'alternatore in un veicolo moderno a motore in moto, per vedere che la tensione della batteria si porta subito al valore che si avrebbe senza regolazione.

La regolazione ad anello chiuso locale serve ad evitare che in caso di mancanza di dati sull'impo-

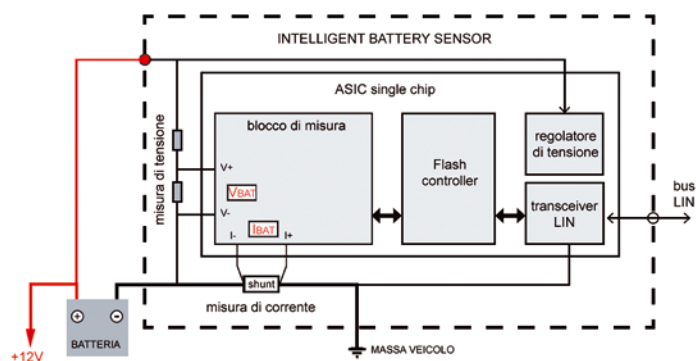


Fig. 6
Sensore stato
batteria: a sinistra,
schema a blocchi di
un dispositivo Hella
e a destra due tipi
di sensore.

stazione forniti dalla ECU l'alternatore fornisca corrente insufficiente ed è a garanzia della continuità di marcia e dei servizi vitali per l'automobile; avere una tensione di batteria più alta implica un maggior consumo di carburante e un calo dell'efficienza (oltre che maggiore sollecitazione della batteria) ma si tratta di problemi che gerarchicamente sono ordini di grandezza sotto la sopravvivenza e la sicurezza di marcia dell'automobile, che oggi dipende in toto dall'elettronica.

L9918: UN ESEMPIO DI REGOLATORE LIN

I moderni regolatori di carica degli alternatori si basano su dei controller integrati di potenza dotati di interfaccia LIN e ADC; quelli multifunzionali, ossia capaci sia di comunicare lo stato di funzionamento tramite bus LIN, sia di farsi impostare dalla ECU, hanno circuiti integrati capaci di supportare tali funzioni. Un esempio molto recente di controller per regolatore di carica multifunzionale (a doppio effetto) è l'integrato L9918 della STMicroelectronics, progettato per garantire la stabilità dei sistemi elettrici dei veicoli a 12V (**Fig. 7**).

Il regolatore contiene un MOSFET per fornire la corrente di eccitazione dell'alternatore e un diodo freewheel per gestire la corrente sviluppata dall'avvolgimento rotorico quando l'eccitazione è disattivata. Il funzionamento a circuito chiuso con controllo della risposta del carico (LRC) e ritorno LRC mantiene una tensione costante al variare della richiesta di potenza da parte dell'impianto elettrico di bordo.

Il MOSFET di eccitazione può fornire fino a 13 A, che è più di quanto possono fornire i tipici regolatori, quindi migliora la risposta alle richieste impulsive. Inoltre, utilizzando la più recente tecnologia di processo di produzione, il MOSFET ha un RDS(on) superiore e quindi riduce al minimo la dissipazione di potenza aumentando al contempo l'efficienza.

Con la memoria non volatile (NVM) integrata, l'L9918 consente ai produttori di alternatori di programmare parametri tra cui il punto di regolazione della tensione e le caratteristiche dell'alternatore stesso. Può essere utilizzato con alternatori che hanno fino a nove coppie di poli salienti nel rotore, offrendo maggiore flessibilità rispetto ad altri regolatori, per soddisfare un'ampia varietà di applicazioni di ricarica.

Integrando un'interfaccia bus LIN, l'L9918 è facilmente collegabile all'infrastruttura elettrica/elettronica del veicolo per essere gestito dalla ECU, che imposta la tensione target e legge lo stato e le informazioni diagnostiche.

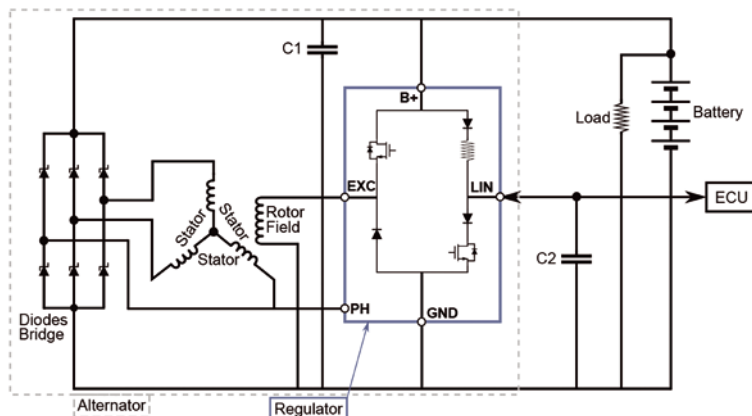
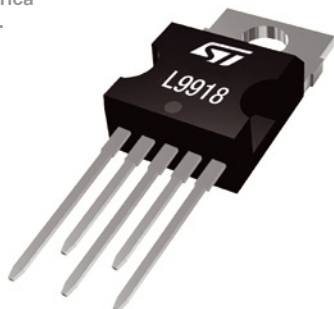
Le caratteristiche di sicurezza e failsafe dell'L9918 includono l'attivazione dell'avvio automatico tramite segnale di fase, che mantiene in modo indipendente il setpoint della tensione dell'alternatore in caso di perdita del collegamento LIN per qualsiasi motivo (ad esempio il cavo interrotto o il trasceivere guasto). Il regolatore restituisce il controllo alla ECU quando la comunicazione viene ripristinata. Sono inoltre integrate limitazione di corrente, protezione da sovracorrente e protezione termica, oltre alla compensazione termica che regola automaticamente la tensione target al variare della temperatura del sistema.

L'integrato esegue la regolazione ad anello chiuso con compensazione in temperatura, dispone di una protezione da cortocircuito dell'avvolgimento rotorico e da sovracorrente.

REGOLATORE MULTIFUNZIONALE

I regolatori multifunzione permettono il monitoraggio della batteria (sensing) e quello dell'utilizzo (tensione di lavoro) ma supportano anche la diagnostica e il controllo del carico (risposta al carico). Nel monitoraggio della batteria, la tensione di carica è monitorata tramite la connessione "S", che

Fig. 7
Package e schema applicativo del regolatore di carica integrato L9918.



di solito è collegata direttamente al polo positivo della batteria. Il collegamento diretto alla batteria ha il vantaggio di tenere conto della differenza di tensione esistente tra il "+" del generatore e la batteria "+". Con il controllo del carico è possibile gestire la potenza del generatore durante il processo di avviamento e quando il motore è in funzione; questo per fare in modo che all'avviamento e subito dopo l'avvio del motore, il generatore non eroghi corrente. Ciò evita che il processo di avviamento sia prolungato dalla piena potenza (coppia frenante) del generatore. Se ci sono richieste elevate durante la marcia e quindi è richiesto un aumento della coppia al generatore, queste non vengono trasmesse direttamente al motore. Il controllo del carico aumenta lentamente la potenza

del generatore.

Il regolatore multifunzione controlla anche la corrente di pre-eccitazione. Dopo l'inserimento dell'accensione, lo stadio di uscita del regolatore inizia a sincronizzarsi con il rapporto di clock impostato. Il generatore riceve l'informazione che l'accensione è inserita attraverso il morsetto "L". La spia di controllo del generatore rimane accesa finché la pre-eccitazione è attiva. Il regolatore multifunzione rileva la rotazione dell'alternatore leggendo la tensione di fase. In caso di mancata pre-eccitazione, ad esempio a causa di un contatto difettoso, la marcia di emergenza assicura l'eccitazione del generatore. La disattivazione della corrente di riposo riduce il più possibile il consumo di corrente del regolatore quando l'accensione è spenta. Se la linea di monitoraggio della batteria verso il "+" della batteria è scollegata, il regolatore gestisce in emergenza il generatore. Per proteggere il regolatore dal surriscaldamento, viene misurata la temperatura sull'integrato di regolazione e se sale troppo, la tensione del regolatore viene ridotta. Un regolatore multifunzionale ha varie connessioni, che di norma sono quelle già descritte a sinistra nella Fig. 4 e nella Fig. 8. Il contatto "S" è quello che alimenta il positivo della batteria e su di esso il controller misura la tensione reale della batteria. In Fig. 4, S corrisponde al +BATTERIA.

Ci sono poi i due contatti di massa, che fungono anche da sostegno e fissaggio meccanico. Abbiamo poi la connessione "W" sulla quale è possibile misurare il segnale di tensione di una fase del generatore; con riferimento allo schema applicativo dell'integrato L9918 della ST, corrisponde al pin PH del regolatore e in pratica permette di portare all'esterno gli impulsi prelevati da una delle tre

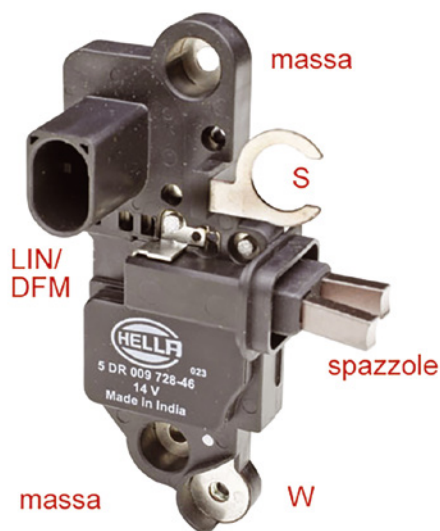


Fig. 8
Un regolatore di carica multifunzionale prodotto dalla Hella.

fasi, allo scopo di rilevare la frequenza di lavoro e dedurre da essa il numero dei giri/minuto. La velocità angolare serve al regolatore multifunzionale per capire quando il motore è avviato e modulare la corrente di eccitazione, ma può anche essere utilizzata dalla ECU di gestione motore ad esempio per i sistemi di avviamento a pulsante, dove permette di capire quando sconnettere il motorino di avviamento.

Lo stesso segnale W può essere raddrizzato e fornire la tensione di riferimento per capire quando l'alternatore sta caricando; tornando alla solita **Fig. 4**, il contatto W è riferibile a quello chiamato +DIODI SPIA. In pratica il contatto è connesso internamente all'alternatore sull'uscita del raddrizzatore dedicato o la specifica linea di monitoraggio della tensione generata. Il relativo segnale, che di norma è destinato al comando della lampadina spia (ma si è visto che nella gestione elettronica la spia di carica della batteria è attivata dalla ECU sulla base delle informazioni fornite dal bus LIN), può anche essere utilizzato per gestire gli utilizzatori tramite uno stadio di uscita del relé, eventualmente allo stato solido.

C'è poi il connettore LIN, che a volte può combinare due segnali e rispettivi contatti: "L" e "DFM". Il contatto "L" serve a monitorare il funzionamento del generatore e gli eventuali errori che si sono verificati, nonché a impostare i parametri di funzionamento del regolatore. Il monitoraggio è utilizzato anche per sconnettere gli utilizzatori di bordo e riattivarli solo quando il generatore ha raggiunto la sua piena potenza durante il funzionamento senza far registrare guasti o anomalie.

Per il rilevamento degli errori, tutti i segnali sono costantemente valutati dal regolatore e gli errori che si verificano sono rilevati. Un guasto è indicato dall'accensione della spia di controllo tramite lo stadio di uscita della lampada. Gli stadi di uscita della lampada e del relé sono protetti contro il sovraccarico e i cortocircuiti. In questo caso, lo stadio di uscita della lampada è attivo durante la pre-eccitazione del generatore o quando viene rilevato un guasto. Lo stadio di uscita del relé per il collegamento degli utilizzatori è attivo durante il funzionamento senza guasti del generatore quando lo stadio di uscita della lampada è inattivo.

"DFM" = Il collegamento "DFM" (DF-Monitor) permette di registrare lo stato di carico attuale del generatore. Questo permette di reagire a certe situazioni, come l'aumento del minimo o lo spegnimento degli utilizzatori che non sono necessari. Sulla connessione "DFM" è possibile misurare la

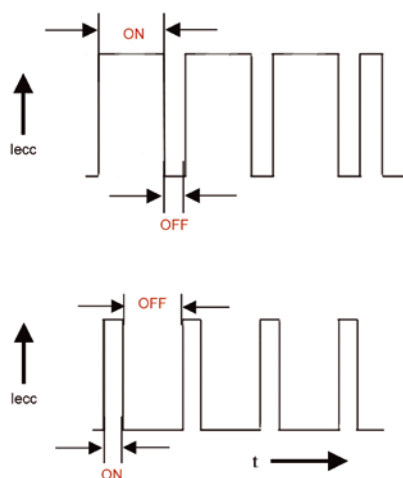


Fig. 9
Segnale PWM
corrispondente
alla corrente di
eccitazione (Hel-
la): in alto, sotto
forte carico e in
basso in condi-
zioni di riposo.

curva del segnale "DF", per esempio collegando la sonda di un oscilloscopio (impostato con l'input in DC) sulla connessione DFM, il segnale mostrato dallo schermo rispecchia il duty-cycle della corrente di eccitazione. A seconda delle condizioni di carico del generatore, il duty cycle deve cambiare, aumentando se la corrente richiesta aumenta, ovvero diminuendo se la stessa cala; la situazione è ben descritta dal grafico in **Fig. 9**, che propone due oscillogrammi della corrente di eccitazione in varie condizioni di carico: la curva in alto è riferita a una maggiore richiesta di potenza all'alternatore rispetto alla curva in basso.

CONCLUSIONI

Quella qui descritta è la gestione elettronica del generatore di bordo degli autoveicoli in uso negli ultimi anni e rappresenta l'evoluzione rispondente alla tecnologia dei motori endotermici odierni; è anche alla base di quella dell'alternatore dei veicoli Mild Hybrid, che è reversibile e fa sia da generatore che da starter e booster. □



COSA OCCORRE ?

Codice	Descrizione	Prezzo € IVA inclusa
S5633	Libro "Elettronica dell'automobile"	21,90

IL MATERIALE VA RICHIESTO A:

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



ANCHE I DETTAGLI PIÙ PICCOLI DIVENTANO VISIBILI!

**MICROSCOPI DIGITALI IN GRADO DI CATTURARE IMMAGINI
CON UN'INGRANDIMENTO FINO A 1200X.**

MICROSCOPIO DIGITALE 1-1200X CON MONITOR LCD A COLORI DA 7"

Microscopio digitale con ampio monitor LCD a colori da 7 pollici e ingrandimento fino a 1200X. Dispone di una telecamera a colori che riprende l'oggetto da ingrandire e lo visualizza in alta risoluzione sullo schermo LCD.

Le foto e i video degli oggetti ingranditi possono essere salvati su una SD card inserita nell'apposito slot (max 128GB, acquistabile separatamente). Il microscopio dispone di una base stabile in alluminio e di doppia luce a LED con bracci flessibili. La distanza del punto di osservazione del campione può essere facilmente regolata tramite l'asta a cremagliera che consente di ottenere una distanza che va da 10 a 130 mm. Lo schermo è ruotabile di 360° e inclinabile. Può funzionare tramite batteria al litio integrata oppure tramite l'alimentatore USB in dotazione.



Prezzi IVA inclusa.

MICROSCOPIO DIGITALE CON INGRANDIMENTO FINO A 600X CON MONITOR LCD DA 4,3"

Microscopio digitale portatile, dotato di telecamera a colori con sensore da 3,6 Megapixel, monitor LCD a colori da 4,3", illuminatore composto da 8 potenti LED a luce bianca, batteria al litio ricaricabile integrata, slot per micro SD card (max 64GB) e staffa a ventosa.



MICROSCOPIO USB DIGITALE CON INGRANDIMENTO FINO A 500X

Microscopio USB digitale a colori da 2 Megapixel dotato di stand con supporto regolabile in altezza. Si collega alla porta USB e consente di catturare e visualizzare immagini e video direttamente sullo schermo del computer. Dispone di 8 LED bianchi, con intensità luminosa regolabile.



RILEVARE E CONTARE OGGETTI

di **SAAD IMTIAZ**

Un rilevatore e contatore di oggetti con Raspberry Pi 5.

La visione artificiale è una tecnologia affascinante che consente il riconoscimento e la classificazione di un'ampia gamma di oggetti nel nostro ambiente. Questo articolo presenta un interessante progetto basato su Raspberry Pi che utilizza il modello di rilevamento oggetti YOLO. Il progetto è in grado di identificare numerosi oggetti, dai comuni elementi come automobili e biciclette a diversi animali come gatti, cani e uccelli.



 **Fig. 1** CaptureCount in azione su Raspberry Pi 5 con il modulo fotocamera.

Il progetto è iniziato con un obiettivo chiaro: creare un sistema di rilevamento e conteggio di oggetti a tutto tondo che riconosca il tipo di oggetto e poi conti gli oggetti di ciascuna categoria rilevata. Raspberry Pi è stata una scelta ovvia per via delle sue capacità e del supporto nei progetti di intelligenza artificiale. Essendo uno dei miei primi progetti di visione artificiale, mi ci è voluto un po' di tempo per imparare Python e utilizzare gli strumenti e le librerie giuste per sviluppare questo progetto. Grazie all'ampia disponibilità di progetti, risorse e al nostro amato ChatGPT, non è stato difficile apprendere e sviluppare un progetto del genere.

RICONOSCERE GLI OGGETTI

Nel processo di realizzazione di questo progetto, il percorso è iniziato con la ricerca del modello di rilevamento degli oggetti più adatto, preferibilmente un modello che potesse rilevare e riconoscere una vasta gamma di oggetti con tempi di addestramento minimi. Ma prima di cercare un modello di rilevamento degli oggetti, facciamo un passo indietro e parliamo di come funziona il rilevamento degli oggetti. Il rilevamento degli oggetti è una tecnologia che consente ai computer di identificare e localizzare oggetti all'interno di un'immagine o video. A differenza del riconoscimento delle immagini, che indica cosa è presente in un'immagine, il rile-

vamento degli oggetti va oltre, indicando esattamente dove si trovano tali oggetti e delineandoli. Questo viene generalmente realizzato attraverso due processi chiave:

- Localizzazione degli Oggetti: determina la posizione di un singolo oggetto in un'immagine. Il modello fornisce le coordinate della bounding box che circonda l'oggetto.
- Classificazione degli Oggetti: identifica quale oggetto è presente nella bounding box da un insieme di categorie note.

I modelli avanzati di rilevamento degli oggetti integrano questi due passaggi, elaborando efficientemente un'immagine per fornire sia la posizione sia la classificazione di più oggetti al suo interno.

ESPLORAZIONE DEI MODELLI DI RILEVAMENTO DEGLI OGGETTI

La ricerca del modello di rilevamento degli oggetti ideale ha comportato la valutazione di varie opzioni, ognuna con i propri punti di forza e limitazioni. Modelli come R-CNN e i suoi derivati offrivano alta precisione, ma a una velocità di elaborazione più lenta, inadatta per applicazioni in tempo reale. Il Single Shot Multibox Detector (SSD) rappresentava un'alternativa più veloce, sebbene con un compromesso in termini di precisione. Mask R-CNN forniva un rilevamento preciso, ma era troppo complesso per le nostre esigenze. Alla fine, YOLO (You Only Look Once) è stato selezionato per il suo equilibrio ottimale tra velocità, efficienza e precisione ragionevole. La sua capacità di elaborare immagini in tempo reale e la sua semplicità, unita al forte supporto della comunità AI, ha reso YOLO la scelta ideale per gli obiettivi del nostro progetto.

La selezione del modello YOLO è stata un punto cruciale in questo progetto. YOLO, sviluppato da Joseph Redmon (pjreddie.com/darknet/yolo), è rinomato per la sua capacità di eseguire il rilevamento degli oggetti in tempo reale, una caratteristica fondamentale per qualsiasi sistema di rilevamento. Ciò che mi ha attirato di YOLO è stato il suo approccio unico al rilevamento degli oggetti. A differenza dei metodi tradizionali che elaborano un'immagine in più fasi, YOLO lo fa in un solo passaggio. Questo accelera il processo e migliora la capacità del modello di generalizzare dall'addestramento, rendendolo più efficace nel rilevare oggetti in vari e imprevedibili contesti reali. Questa capacità è stata cruciale per questo progetto, che mirava a riconoscere una vasta gamma di oggetti.

INTEGRAZIONE HARDWARE, SOFTWARE E CONFIGURAZIONE

Il progetto richiedeva il Raspberry Pi 5, noto per la sua potenza di elaborazione, e un modulo fotocamera compatibile. Il processo di integrazione ha comportato la configurazione del Raspberry Pi OS, la connessione della fotocamera e l'installazione di YOLO. Per iniziare con il Raspberry Pi, è necessario prima installare un sistema operativo sulla scheda microSD. Questo può essere fatto semplicemente scaricando il Raspberry Pi Imager dal sito ufficiale di Raspberry Pi. Quindi, eseguire l'imager, selezionare il dispositivo corretto, selezionare l'ultimo Raspberry Pi OS (64 bit), selezionare la scheda microSD e infine cliccare su "Next".

In pochi minuti, il Raspberry Pi OS sarà installato sulla scheda microSD. Dopo tutto ciò, è sufficiente inserire la scheda SD nello slot microSD del Raspberry Pi e accenderlo. Sarà inoltre necessario un monitor, un cavo Mini HDMI a HDMI, una tastiera e un mouse per interagire con il Raspberry Pi per la prima volta, ma dopo aver configurato il VNC Server o SSH, il Raspberry Pi può essere controllato da remoto tramite il computer su connessione Wi-Fi o Ethernet. Ora è il momento di installare le librerie necessarie per questo progetto. L'installazione delle librerie è semplice; si effettua tramite il Terminale. Prima di installare nuove librerie, si consiglia di aggiornare i pacchetti del sistema, digitando:

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

Questo potrebbe richiedere un po' di tempo per completarsi, dopodiché le librerie necessarie per il progetto possono essere installate con i seguenti comandi:

- Installazione dei pacchetti Image I/O

```
sudo apt-get install libjpeg-dev libtiff5-dev  
libjasper-dev libpng12-dev
```

- Configurazione dei pacchetti Video I/O e libreria di sviluppo GTK

```
sudo apt-get install libavcodec-dev libavformat-dev  
libswscale-dev libv4l-dev  
sudo apt-get install libxvidcore-dev libx264-dev  
sudo apt-get install libgtk2.0-dev
```

- Dipendenze aggiuntive per OpenCV

```
sudo apt-get install libatlas-base-dev gfortran
```

Installazione di pip e pipx (strumento di gestione dei pacchetti)

```
sudo apt-get install python3-pip
sudo apt install pipx -y
```

■ Installazione di Numpy, Pandas e OpenCV

```
pip install numpy
pip install pandas
sudo apt install python3-opencv
```

Dopo aver installato tutte le librerie, la parte importante è garantire una comunicazione fluida tra l'hardware e il software, consentendo al Raspberry Pi di elaborare efficacemente i flussi video in tempo reale. Per mantenere il tutto compatto, è stata utilizzata la fotocamera Raspberry Pi collegata alla porta MIPI del Raspberry Pi 5. Ora tutto è configurato, quindi vediamo il codice del progetto.

APPROFONDIMENTO NEL CODICE

Il cuore di questo progetto risiede nel suo codice Python, disponibile su GitHub (github.com/Elektor-Labs/CaptureCount). Lo script inizia importando le librerie essenziali come OpenCV per l'elaborazione delle immagini, Pandas per la gestione dei dati e Numpy per le operazioni numeriche.

```
import cv2
import pandas as pd
import numpy as np
import subprocess
import os
from datetime import datetime
```

All'inizio, lo script importa le librerie essenziali. *cv2* (OpenCV) è fondamentale per le attività di elaborazione delle immagini.

pandas e *numpy* gestiscono rispettivamente la manipolazione dei dati e i calcoli numerici.

subprocess e *os* sono librerie Python standard per interagire con il sistema, come eseguire comandi esterni e gestire i percorsi dei file.

datetime viene utilizzato per la datazione delle rilevazioni.

```
model = './yolo/yolov3.weights'
config = './yolo/yolov3.cfg'
net = cv2.dnn.readNetFromDarknet(config, model)
```

Lo script specifica i percorsi per i pesi pre-addestrati e il file di configurazione di YOLO, quindi

li carica utilizzando il modulo DNN (deep neural network) di OpenCV. Questo passaggio inizializza il modello YOLO per il rilevamento degli oggetti.

```
classes = []
with open("./yolo/coco.names", "r") as f:
    classes = [line.strip() for line in
f.readlines()]
```

Il file *coco.names*, contenente i nomi degli oggetti che YOLO può rilevare, viene letto riga per riga per creare un elenco di nomi di classi. Diverse funzioni vengono definite per semplificare il processo di rilevamento. Diamo un'occhiata al **Listato 1** per i parametri iniziali e le funzioni per il loop principale.

La funzione `get_output_layers(net)` estrae i nomi dei livelli di output della rete YOLO. L'architettura di YOLO ha più livelli di output e questa funzione aiuta a identificarli per elaborare le rilevazioni.

`draw_bounding_box(...)` *draws rectangles (bounding boxes)* intorno agli oggetti rilevati e li etichetta con il nome dell'oggetto e il punteggio di confidenza.

`calculate_centroid(x, y, w, h)` calcola il punto centrale del riquadro delimitatore dell'oggetto rilevato, un passaggio fondamentale per tracciare gli oggetti attraverso i fotogrammi.

```
def capture_image(image_path):
    subprocess.run(["libcamera-still", "-o", image_path, "--width", "1920", "--height", "1080", "-n", "-t", "1"], stdout=subprocess.DEVNULL,
stderr=subprocess.STDOUT)
```

Questa funzione utilizza il modulo *subprocess* per eseguire *libcamera-still*, uno strumento da riga di comando su Raspberry Pi OS, che cattura un'immagine dalla fotocamera e la salva nel percorso specificato. La risoluzione è impostata a 1.920×1.080. È possibile utilizzare anche una risoluzione inferiore per minimizzare l'uso della CPU e della GPU. Per fare ciò, il frammento di codice sopra può essere modificato come segue:

```
def capture_image(image_path):
    subprocess.run(["libcamera-still", "-o", image_path, "--width", "1280", "--height", "720", "-n", "-t", "1"], stdout=subprocess.DEVNULL,
stderr=subprocess.STDOUT)
```

Prima di entrare nel ciclo principale di rilevamento, lo script inizializza un `DataFrame` di Pandas per regi-

strare le rilevazioni con i timestamp e un dizionario per tenere traccia del conteggio di ciascun tipo di oggetto.

`centroid_tracking` viene utilizzato per tracciare il movimento degli oggetti.

```
data_frame = pd.DataFrame(columns=['Timestamp',
                                   'Type', 'Count'])
object_counts = {cls: 0 for cls in classes}
centroid_tracking = {}
```

La porzione successiva del codice (vedi **Listato 2**) verifica se l'oggetto rilevato è nuovo o è stato precedentemente identificato. Utilizza `centroid_tracking` per determinare questo. Se un oggetto viene identificato come nuovo, incrementa il conteggio per quel tipo di oggetto, registra il tempo di rilevazione e aggiorna un DataFrame di Pandas. Questo **DataFrame** può essere esportato successivamente come file .csv per un'analisi più approfondita.

IMPOSTAZIONE DEL CICLO PRINCIPALE DI RILEVAMENTO

Il ciclo principale di rilevamento del sistema Raspberry Pi 5 e YOLO è una parte cruciale della sua funzionalità. Inizia con la cattura di un'immagine dalla fotocamera del Raspberry Pi, convertendola in un formato adatto per l'elaborazione YOLO. Il sistema elabora quindi questa immagine tramite YOLO, estraendo informazioni vitali come gli ID delle classi, i punteggi di confidenza e le coordinate dei riquadri di delimitazione. Per affinare le rilevazioni, viene applicata la Non-Maximum Suppression (NMS), filtrando le rilevazioni meno sicure e sovrapposte. Il sistema poi disegna i riquadri di delimitazione attorno agli

oggetti rilevati e, se vengono identificati nuovi oggetti, salva queste immagini. Durante tutto questo processo, il sistema aggiorna le strutture di tracciamento e registrazione dei dati, mantenendo un record continuo delle rilevazioni. Questo ciclo è centrale per le capacità di rilevamento oggetti in tempo reale del sistema Raspberry Pi 5 e YOLO. Vedi **Listato 3** per il ciclo principale del codice completo.

Dopo aver elaborato le rilevazioni, lo script compila i dati in un DataFrame e lo salva come file .csv. Questo fornisce un record dettagliato di ciascun evento di rilevazione.

CAPTURECOUNT IN AZIONE

Quando messo in azione, CaptureCount ha dimostrato una buona rilevazione degli oggetti, sebbene con alcune peculiarità interessanti.

Il Raspberry Pi era montato sul treppiede della fotocamera e la fotocamera guardava all'esterno della finestra, come mostrato nella **Figura 2**.

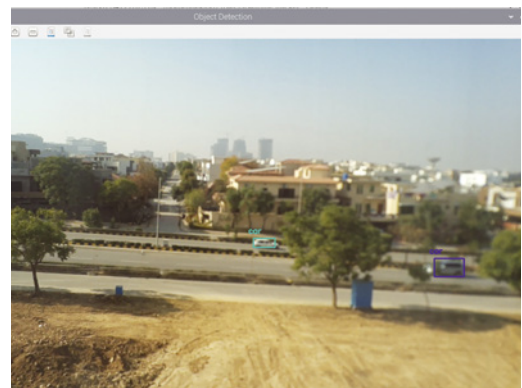
Come puoi vedere, vivo in una zona urbana della città e le uniche cose che CaptureCount rileva sono auto, camion, persone e motociclette. Sarebbe stato molto meglio se fosse stato in un'ambientazione rurale, poiché avrei potuto catturare della fauna selvatica.

La maggior parte delle prestazioni è stata caratterizzata da un ammirevole tasso di accuratezza dell'80% nell'identificazione e categorizzazione di vari oggetti.

Questo livello di precisione è stato particolarmente notevole considerando la posizione della fotocamera, che era relativamente lontana dagli oggetti, e l'uso di un obiettivo grandangolare. Nelle **Figure 3, 4 e 5**, sono mostrate le immagini degli oggetti rilevati. Nelle **Figure 6 e 7** è mostrato l'intero registro in un file .csv, che indica quando è stato



 **Fig. 2** Il punto di ripresa della telecamera.



 **Fig. 3** Due auto rilevate da CaptureCount.

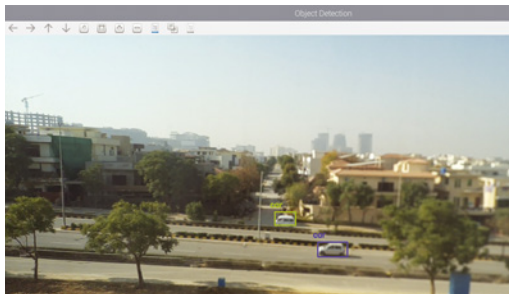


Fig. 4 Un'immagine delle auto riprese dal sistema.

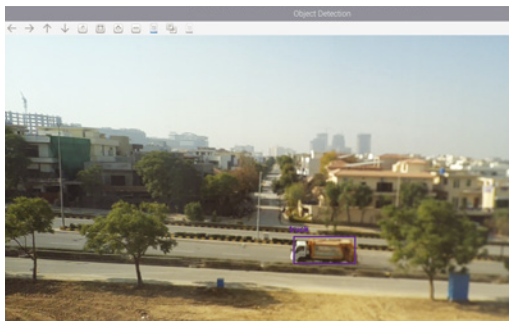


Fig. 5 Il sistema rileva un autocarro.

rilevato ciascun oggetto e quanti oggetti della stessa categoria sono stati rilevati durante vari intervalli di tempo.

SFIDE INCONTRATE E OSSERVAZIONI

Nonostante i successi, il sistema ha affrontato alcune sfide interessanti:

- **Rilevazione Selettiva in Ambienti Dinamici:** Sono stati osservati casi in cui il sistema ha identificato una persona su una moto ma ha mancato di rilevare la moto stessa. Questa rilevazione selettiva ha evidenziato una difficoltà nel distinguere oggetti strettamente associati, particolarmente quando sono in movimento.
- **Occasionale Errata Classificazione:** Ci sono state rare occasioni in cui i pedoni sono stati classificati erroneamente come biciclette. Questa errata classificazione evidenzia le complessità coinvolte nella classificazione degli oggetti, specialmente quando gli oggetti condividono caratteristiche spaziali simili.

IL FUTURO DI CAPTURECOUNT

In sintesi, questo progetto, che sfrutta il Raspberry Pi 5 e YOLO, ha dimostrato prestazioni notevoli, aprendo la strada a miglioramenti e applicazioni diverse.

Le occasionali anomalie di rilevazione e le errate

A	B	C	D
Timestamp	Type	Count	
2023-12-09 12:32:13.076846	car	1	
2023-12-09 12:32:15.389343	car	1	
2023-12-09 12:32:22.641547	car	1	
2023-12-09 12:32:51.806253	car	1	
2023-12-09 12:33:15.493817	car	1	
2023-12-09 12:33:37.409609	car	1	
2023-12-09 12:33:49.290162	car	1	
2023-12-09 12:33:51.289117	car	1	
2023-12-09 12:33:53.289954	car	1	
2023-12-09 12:33:55.269961	car	1	
2023-12-09 12:33:57.246952	car	1	
2023-12-09 12:34:01.136601	car	1	
2023-12-09 12:34:18.922022	person	1	
2023-12-09 12:34:22.908511	person	1	
2023-12-09 12:34:32.785654	person	1	
2023-12-09 12:34:54.565159	truck	1	

Fig. 6 Schermata del file .csv che mostra gli oggetti rilevati con i rispettivi timestamp.

classificazioni non solo sottolineano le aree di miglioramento futuro ma offrono anche opportunità per ulteriori ricerche.

Le future migliorie potrebbero includere l'integrazione di motori servo per il tracciamento mirato

A	B	C	D
Type	Total Count		
person	3		
bicycle	0		
car	12		
motorbike	0		
aeroplane	0		
bus	0		
train	0		
truck	1		
boat	0		
traffic light	0		
fire hydrant	0		
stop sign	0		
parking meter	0		

Fig. 7 Schermata del file .csv che mostra la somma totale degli oggetti rilevati in una singola categoria.

degli oggetti e la connettività IoT per risposte automatiche. Un esempio: far lampeggiare un LED RGB per un tipo specifico di oggetto. Per suggerimenti su come espandere il tuo progetto con questo o qualsiasi altro controllo

hardware, vedi **Listato 4**. Questa funzione accende il LED rosso per un'auto, il verde per una persona ed entrambi rosso e verde (creando il giallo) per un camion. Dopo un ritardo, spegne tutti i LED. Inoltre, possono essere apportate modifiche per

Listato 1 - Funzioni di rilevamento.

```
import cv2
import pandas as pd
import numpy as np
import subprocess
import os
from datetime import datetime

# Load pre-trained model and configuration
model = './yolo/yolov3.weights' # Update this path to your model's path
config = './yolo/yolov3.cfg' # Update this path to your config file's path
net = cv2.dnn.readNetFromDarknet(config, model)

# Load class names
classes = []
with open("./yolo/coco.names", "r") as f: # Update to the path of your coco.names file
    classes = [line.strip() for line in f.readlines()]

# Function to get output layers
def get_output_layers(net):
    layer_names = net.getLayerNames()
    return [layer_names[i - 1] for i in net.getUnconnectedOutLayers().flatten()]

# Function to draw bounding box
def draw_bounding_box(img, class_id, confidence, x, y, x_plus_w, y_plus_h):
    label = str(classes[class_id])
    color = np.random.uniform(0, 255, size=(3,))
    cv2.rectangle(img, (x, y), (x_plus_w, y_plus_h), color, 2)
    cv2.putText(img, label, (x-10, y-10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, color, 2)

# Function to calculate centroid of a bounding box
def calculate_centroid(x, y, w, h):
    return (int(x + w/2), int(y + h/2))

# Function to capture image using libcamera-still
def capture_image(image_path):
    subprocess.run(["libcamera-still", "-o", image_path, "--width", "1920", "--height", "1080", "-n", "-t",
                    "1"], stdout=subprocess.DEVNULL, stderr=subprocess.STDOUT)

# Initialize a DataFrame to store counts
data_frame = pd.DataFrame(columns=['Timestamp', 'Type', 'Count'])
object_counts = # Object count per category
centroid_tracking = {} # Tracks centroids of detected objects

# Ensure output directory exists
output_dir = "output"
if not os.path.exists(output_dir):
    os.makedirs(output_dir)
```

Listato 2 - Tracciamento del centroide: rileva se l'oggetto è nuovo o già rilevato in precedenza.

```
if class_id not in centroid_tracking or not any(np.linalg.norm(np.array(centroid) - np.array(old_centroid))
                                                < 50 for old_centroid in centroid_tracking[class_id]):
    object_counts[classes[class_id]] += 1
    centroid_tracking.setdefault(class_id, []).append(centroid)
    new_row = pd.DataFrame([{'Timestamp': datetime.now(), 'Type': classes[class_id], 'Count': 1}])
    data_frame = pd.concat([data_frame, new_row], ignore_index=True)
```

Listato 3 - Circuito principale.

```
# Main loop
image_path = "temp.jpg"
object_id = 0 # Unique identifier for each object

try:
    while True:
        capture_image(image_path)
        frame = cv2.imread(image_path)
        if frame is None:
            continue

        Width = frame.shape[1]
        Height = frame.shape[0]
        scale = 0.00392

        # Create a blob and pass it through the model
        blob = cv2.dnn.blobFromImage(frame, scale, (416, 416), (0, 0, 0), True, crop=False)
        net.setInput(blob)
        outs = net.forward(get_output_layers(net))

        # Process the outputs
        class_ids = []
        confidences = []
        boxes = []
        centroids = []
        conf_threshold = 0.5
        nms_threshold = 0.4

        for out in outs:
            for detection in out:
                scores = detection[5:]
                class_id = np.argmax(scores)
                confidence = scores[class_id]
                if confidence > conf_threshold:
                    center_x = int(detection[0] * Width)
                    center_y = int(detection[1] * Height)
                    w = int(detection[2] * Width)
                    h = int(detection[3] * Height)
                    x = center_x - w / 2
                    y = center_y - h / 2
                    class_ids.append(class_id)
                    confidences.append(float(confidence))
                    boxes.append([x, y, w, h])
                    centroids.append(calculate_centroid(x, y, w, h))

        indices = cv2.dnn.NMSBoxes(boxes, confidences, conf_threshold, nms_threshold)

        for i in indices:
            box = boxes[i]
            x, y, w, h = box
            x, y, w, h = int(x), int(y), int(w), int(h) # Ensure the values are integers

            centroid = centroids[i]
            class_id = class_ids[i]

            # Check if this object was already detected
            if class_id not in centroid_tracking or not any(np.linalg.norm(np.array(centroid) -
                np.array(old_centroid)) < 50 for old_centroid in centroid_tracking[class_id]):
                object_counts[class_id] += 1
                centroid_tracking.setdefault(class_id, []).append(centroid)

            # Update data_frame using pandas.concat
            new_row = pd.DataFrame([{'Timestamp': datetime.now(), 'Type': classes[class_id], 'Count': 1}])
            data_frame = pd.concat([data_frame, new_row], ignore_index=True)

            # Save the entire frame when an object is detected
            frame_filename = os.path.join(output_dir, f"frame_{object_id}.jpg")
            cv2.imwrite(frame_filename, frame)
            object_id += 1
```

▼ Listato 3 - Circuito principale (continua).

```

        draw_bounding_box(frame, class_id, confidences[i], round(x), round(y), round(x+w), round(y+h))

    # Display the frame
    cv2.imshow("Object Detection", frame)

    # Break loop with 'q' key
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break

finally:
    cv2.destroyAllWindows()
    if os.path.exists(image_path):
        os.remove(image_path)

# Print and save the total count of objects detected per category
total_counts = pd.DataFrame(object_counts.items(), columns=['Type', 'Total Count'])
print(total_counts)
total_counts.to_csv("total_object_counts.csv", index=False)

# Save detailed counts to CSV
data_frame.to_csv("object_counts.csv", index=False)

# Write the total count to a text log
with open("total_counts_log.txt", "w") as log_file:
    log_file.write(str(total_counts))

```

▼ Listato 4 - LED RGB lampeggiante per gli oggetti rilevati..

```

import RPi.GPIO as GPIO
import time

# GPIO pin setup
RED_PIN, GREEN_PIN, BLUE_PIN = 17, 27, 22

# Update with your GPIO pin numbers

# add this part in the initial part of the code
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup([RED_PIN, GREEN_PIN, BLUE_PIN], GPIO.OUT)

def blink_rgb_led(object_type):
    GPIO.output(RED_PIN, object_type == 'car' or object_type == 'truck')
    GPIO.output(GREEN_PIN, object_type == 'person' or object_type == 'truck')
    GPIO.output(BLUE_PIN, False)
    time.sleep(1)
    GPIO.output([RED_PIN, GREEN_PIN, BLUE_PIN], False)

# Usage of this function:

# ... [Previous code] ...
for out in outs:
    for detection in out:
        # ... [add the following lines to the code to this 'for' loop]
        scores = detection[5:]
        class_id = np.argmax(scores)
        confidence = scores[class_id]
        if confidence > conf_threshold:
            detected_object = classes[class_id]
            blink_rgb_led(detected_object) # Blink the LED based on the detected object

# ... [Rest of your detection and saving logic] ...
# ... [Remaining code] ...

```



Per maggiori
informazioni
visita la pagina
[elektormagazine.com](http://elektormagazine.com/magazine/)
/magazine/
elektor-333/62717

applicazioni ampliate in sorveglianza avanzata, gestione del traffico e delle folle, monitoraggio della fauna selvatica, analisi retail e sanità. La competenza del sistema nel rilevamento preci-

so e in tempo reale degli oggetti getta le basi per soluzioni innovative in diversi settori, dimostrando le ampie possibilità nel campo dell'IA e della visione artificiale.

Tutto sotto RADIO CONTROLLO

Set presa da rete radiocomandata a tre canali espandibile con telecomando



Ideale per controllare dispositivi elettrici con un carico massimo di 1100 watt. Offre la possibilità di aggiungere ulteriori trasmettitori e abbinare fino a tre prese, ciascuna associata ai tre canali operativi del trasmettitore. Particolarmente indicato per i punti difficili da raggiungere negli spazi interni, offrendo comodità e facilità d'uso. Il sistema è espandibile.

cod. WT3PRTX
€ 22,90



Telecomando
addizionale per set
WT3PRTX

cod. WT3PR
€ 14,90



Presa radiocomandata
addizionale per set
WT3PRTX

cod. WT3TX
€ 9,00

Sistema di radiocontrollo a 433 MHz

Trasmettitori a 1-2-4 canali e ricevitori a 12VDC e 220VAC operanti sulla banda dei 433 MHz. Si basano sulla tecnologia RF che fornisce un segnale stabile e a lunga distanza. I canali sono tra di loro indipendenti e consentono, oltre al controllo del carico, di eliminare qualsiasi interferenza reciproca. Bassissimo consumo in modalità stand-by. Possono essere impiegati per il controllo di luci, per l'attivazione/disattivazione di impianti d'allarme, ecc.

RICEVITORE

2 canali 220 VAC

Cod. EMY220RX2

Euro 16,00

2 canali 12 VDC

Cod. EMY12RX2

Euro 16,00

4 canali 12 VDC

Cod. EMY12RX4

Euro 19,00

TRASMETTITORE

1 canale

Cod. EMYTX1

Euro 11,00

TRASMETTITORE

2 canali

Cod. EMYTX2

Euro 12,00

TRASMETTITORE

4 canali

Cod. EMYTX4

Euro 13,00

RICEVITORE

1 canale 220 VAC

Cod. EMY220RX1

Euro 13,00

1 canale 12 VDC

Cod. EMY12RX1

Euro 13,00



Kit radiocomandi

Kit radiocomandi da esterno

2CH – 433MHz

12V – 24V – AC/DC

cod. SUPRK002

€ 30,00



Kit radiocomandi da esterno

2CH – 433MHz

220Vac



cod. SUPRK004

€ 44,00

Kit radiocomandi da interno

2CH – 433MHz

12V – 24V DC

cod. SUPRK001

€ 24,00



Prezzi IVA inclusa.

INDISPENSABILI IN LABORATORIO!



Tappeto in silicone per saldatura 550x350 mm

PER SALDARE

Tappeto in silicone antistatico multifunzione per saldatura resistente al calore fino a una temperatura di 500°C. Estremamente flessibile, anche dopo piegato ritorna sempre alla sua forma originale. Dispone di 3 piccoli contenitori e di 5 aree magnetiche.



cod. AS12

€ 35,00



Tappetino antistatico 550x300x2 mm

Tappetino antistatico particolarmente indicato per posizionare e manipolare componenti o schede elettroniche. Viene fornito completo di cavo di collegamento messa terra. Resistività superficiale: $10^7 \sim 10^{10}$ ohm/m², tempo decadimento carica statica: <0,03 secondi.

cod. AS13

€ 13,50

ANTISTATICO



Tappetino da taglio 300x220x2,8 mm

PER TAGLIARE

Tappetino da taglio realizzato in PVC (Polivinil-cloruro) ideale come piano di lavoro per tagliare carta, cartoncino, cartone pressato, fogli di vinile, ecc. Dispone di griglia di misurazione 1x1 cm e goniometro che consente all'utente di eseguire segni e tagli precisi.

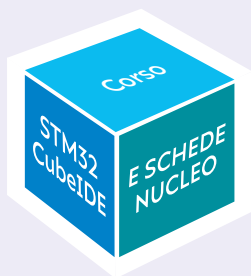


cod. CUTMAT30X22

€ 9,00



Scopri la gamma completa su www.futurashop.it



5

STM32CubeIDE E SCHEDA NUCLEO: LA POTENZA DELL'EMBEDDED A PORTATA DI MANO

di VALTER SARTORI

Analizziamo, utilizzando un interrupt, un metodo per individuare le comunicazioni sulla seriale e gestirle senza impegnare la MCU. Vedremo inoltre come gestire la ricezione dati attraverso l'uso del DMA e come stabilire uno stream diretto tra periferica UART e memoria. Ultima puntata.

Implementiamo nel progetto "F401_UART", presentato nella scorsa puntata, la parte di ricezione delle comunicazioni seriali utilizzando un interrupt.

Questo interrupt si attiverà ogni qualvolta il buffer della periferica UART viene occupato dai dati in arrivo. In questo caso la MCU non è impegnata a verificare lo stato del buffer seriale di ricezione, per cui può svolgere qualsiasi altro compito; solo nel momento in cui l'interrupt si attiva verrà eseguita la

routine di lettura del buffer e la gestione dei dati. L'obiettivo che intendiamo raggiungere, implementando questa funzione, riguarda l'accensione e lo spegnimento di alcuni led attraverso specifici comandi trasmessi via seriale da PC.

Per realizzare questo tipo di funzione apporteremo alcune modifiche alle configurazioni hardware della scheda Nucleo mediante STM32CubeMX e collegheremo alcune uscite per il pilotaggio dei led. Ritorniamo al nostro progetto, apriamo il file

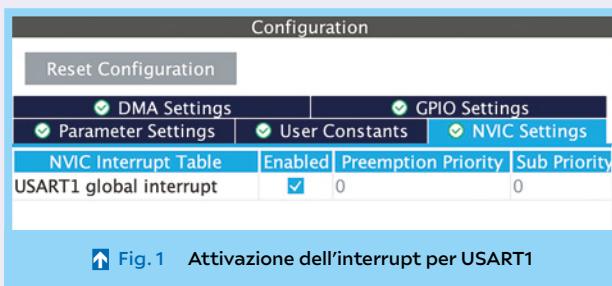


Fig. 1 Attivazione dell'interrupt per USART1

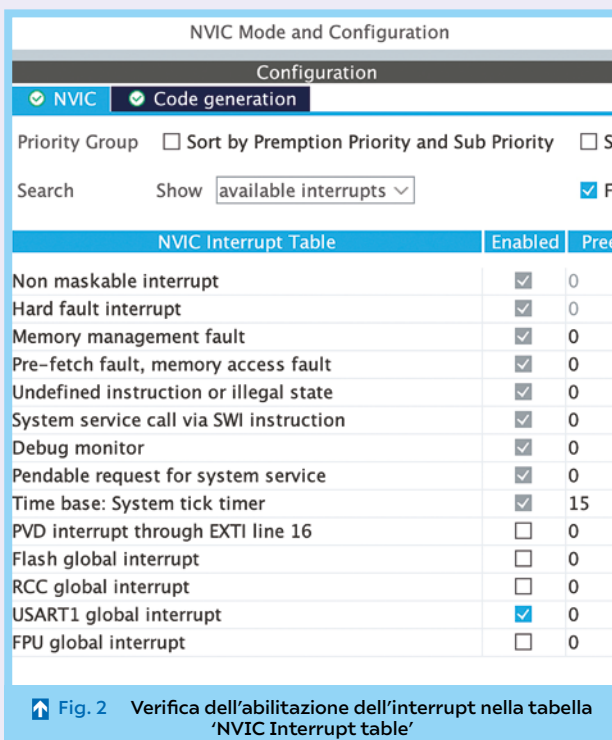


Fig. 2 Verifica dell'abilitazione dell'interrupt nella tabella 'NVIC Interrupt table'

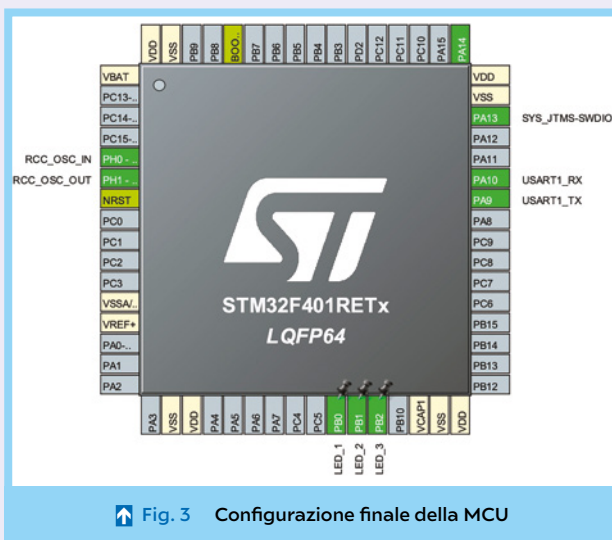


Fig. 3 Configurazione finale della MCU

'F401_UART.ioc' e procediamo con alcune modifiche.

Attiviamo l'interrupt spuntando, come si può vedere in **Fig. 1**, nella finestra di configurazione della USART1, tab 'NVIC Settings', la casella di abilitazione dell'interrupt.

Come mostrato in **Fig. 2** andremo a verificare se in 'System Core' - 'NVIC' nella tabella NVIC Interrupt Table compare l'abilitazione 'USART1 Global Interrupt' spuntata.

In **Fig. 3** possiamo osservare che sono state configurate come GPIO output le porte PB0, PB1 e PB2 alle quali verranno collegati mediante opportune resistenze tre led.

L'obiettivo di questo esempio è di far accendere i led inviando un comando attraverso la porta seriale da computer.

Al termine delle configurazioni hardware, generiamo il codice e ci apprestiamo a modificare il nostro programma.

Inizialmente analizziamo come gestire l'interrupt.

Apriamo il file 'stm32f4xx_hal_uart.c', dove troviamo i drivers dedicati alla seriale, troveremo due funzioni dedicate alla ricezione dati evidenziate nelle **Fig. 4 e 5**.

La funzione 'HAL_UART_Receive_IT()' abilita la ricezione seriale e attiva l'interrupt. Quando il buffer di ricezione viene occupato dal numero di bytes da noi selezionato, si attiva il flag dell'interrupt che di conseguenza riporta l'esecuzione del software alla funzione 'HAL_UART_RxCpltCallback()' (**Fig. 5**) che viene usata per gestire i dati pervenuti.

La funzione 'HAL_UART_Receive_IT()' richiede la definizione della porta UART, il puntatore al buffer di memoria dove saranno riposti i dati in arrivo e il numero di bytes attesi.

La funzione 'HAL_UART_RxCpltCallback()' richiede solamente la definizione della porta UART e può essere implementata nella sezione 'User Code 4' come si può osservare in **Fig. 8**.

All'interno di questa funzione compare la funzione 'HAL_UART_Receive_IT()' (riga 312), utilizzata per ripristinare la gestione della ricezione seriale mediante interrupt.

Vediamo in dettaglio le righe di codice implementate nel progetto.

In **Fig. 6** osserviamo l'implementazione del buffer rxBuf[] di ampiezza un byte. La scelta di questo tipo di buffer deriva dall'esigenza di commutare ogni singolo led trasmettendo il numero con cui è stato identificato. Trasmetteremo dal terminale del computer le cifre 1, 2 o 3 per commutare ogni singolo led e l'interrupt si riattiverà alla ricezione di ogni singolo byte.

In **Fig. 7** all'interno della funzione main(), a valle delle chiamate alle funzioni di inizializzazione, introduciamo la chiamata alla funzione 'HAL_UART_Receive_IT()' che inizializza la ricezione seriale con interrupt.

In **Fig. 8** si osservano le righe di codice utilizzate dal programma per effettuare le commutazioni dei led. Innanzitutto leggiamo il buffer rxBuf e convertiamo in intero il carattere pervenuto dalla seriale. L'istruzione switch() - case permette di selezionare il led corretto e commutarne il suo stato.

Oltre a commutare lo stato luminoso utilizziamo la seriale per trasmettere la conferma dell'avvenuta operazione.

Possiamo notare, in **Fig. 10**, che non sono state prodotte righe di codice all'interno del loop while(1) (righe 116 - 123), per cui il


```

1360 HAL_StatusTypeDef HAL_UART_Receive_IT(UART_HandleTypeDef *huart, uint8_t *pData, uint16_t Size)
1361 {
1362     /* Check that a Rx process is not already ongoing */
1363     if (huart->RxState == HAL_UART_STATE_READY)
1364     {
1365         if ((pData == NULL) || (Size == 0U))
1366         {
1367             return HAL_ERROR;
1368         }
1369
1370         /* Process Locked */
1371         __HAL_LOCK(huart);
1372
1373         /* Set Reception type to Standard reception */
1374         huart->ReceptionType = HAL_UART_RECEPTION_STANDARD;
1375
1376         return (UART_Start_Receive_IT(huart, pData, Size));
1377     }
1378     else
1379     {
1380         return HAL_BUSY;
1381     }

```

Fig. 4 File 'stm32f4xx_hal_uart.c' funzione di abilitazione interrupt

```

2616 /**
2617  * @brief Rx Transfer completed callbacks.
2618  * @param huart Pointer to a UART_HandleTypeDef structure that contains
2619  *             the configuration information for the specified UART module.
2620  * @retval None
2621  */
2622 weak void HAL_UART_RxCpltCallback(UART_HandleTypeDef *huart)
2623 {
2624     /* Prevent unused argument(s) compilation warning */
2625     UNUSED(huart);
2626     /* NOTE: This function should not be modified, when the callback is needed,
2627     the HAL_UART_RxCpltCallback could be implemented in the user file
2628     */

```

Fig. 5 File 'stm32f4xx_hal_uart.c' funzione di gestione dell'interrupt

processore viene impegnato esclusivamente nell'istante in cui vengono trasmessi i dati sulla seriale.

In **Fig. 9** osserviamo il terminale da cui trasmettiamo l'identificativo numerico dei led e le risposte in arrivo dalla scheda Nucleo.

Negli esempi proposti si può osservare che il buffer di ricezione della porta seriale è dimensionato per ricevere un ben determi-

nato numero di caratteri.

In molti casi le stringhe inviate su bus seriale hanno dimensioni differenti e i metodi di lettura finora proposti potrebbero non essere i più adatti in questi casi a causa di inevitabili perdite di dati. Per ovviare a questo problema presenteremo un metodo di ricezione seriale basato, non solamente su interrupt dedicato, ma anche sull'utilizzo del DMA.

```

44 /* Private variables -----*/
45 UART_HandleTypeDef huart1;
46
47 /* USER CODE BEGIN PV */
48 char tx_str[15]; // Buffer per memorizzazione stringa
49 int tx_int; // variabile intera
50 char tx_char; // variabile carattere
51 float txflt; // variabile float
52 int w; // variabile usata per attivare la funzione UART_TX_NL() inserire CR + LF
53 char rxBuf[1]; // Buffer di ricezione dati UART
54
55 /* USER CODE END PV */

```

Fig. 6 File 'main.c' riga 53 definizione buffer di ricezione dati


```

100  /* USER CODE END SysInit */
101
102  /* Initialize all configured peripherals */
103  MX_GPIO_Init();
104  MX_USART1_UART_Init();
105  /* USER CODE BEGIN 2 */
106  w = 1;          // attiva la funzione UART_TX_NL() inserendo CR + LF
107
108  HAL_UART_Receive_IT(&huart1, (uint8_t *)rxBuf, 1);
109  // attiva l'interrupt UART in ricezione. Quando il buffer riceve 1 byte, il dato viene memorizzato
110  // in readBuf e viene richiamata la funzione HAL_UART_RxCpltCallback
111

```

Fig. 7 File 'main.c' riga 108 attivazione flag interrupt in ricezione

DMA CONTROLLER

Quando abbiamo implementato l'istruzione:

```
... HAL_UART_Receive_IT(&huart1, (uint8_t *)rxBuf, 1);
```

abbiamo osservato che il software legge un byte dal registro dati e lo alloca in un'array della stessa dimensione all'interno della SRAM memorizzandolo.

Nel nostro caso dovevamo leggere un singolo dato, ma nel caso dovessimo leggere più dati l'operazione di trasferimento dal registro dell'UART all'array verrà effettuato per un numero di volte dipendenti dalla dimensione dei dati ricevuti e dalla dimensione del buffer di ricezione.

Ogni operazione coinvolge la CPU anche solo per spostare i dati dal registro della periferica alla SRAM.

Il coinvolgimento della CPU impedisce non solo di eseguire altre attività, ma può richiedere al core di far attendere periferiche più 'lente' riducendo le prestazioni del nostro sistema.

```

279
280 void HAL_UART_RxCpltCallback(UART_HandleTypeDef *huart)
281 {
282     // Routine interrupt UART in ricezione
283     // Gestione dei dati ricevuti
284     uint8_t nLed;
285
286     nLed = atoi(&rxBuf[0]);
287     switch(nLed)
288     {
289     case 1: // Commutazione led 1 e trasmissione stringa di conferma
290         HAL_GPIO_TogglePin(LED_1_GPIO_Port, LED_1_Pin);
291         sprintf(tx_str, "OK LED %d", 1);
292         UART_TX_STR(huart, tx_str, w);
293
294         break;
295
296     case 2: // Commutazione led 2 e trasmissione stringa di conferma
297         HAL_GPIO_TogglePin(LED_2_GPIO_Port, LED_2_Pin);
298         sprintf(tx_str, "OK LED %d", 2);
299         UART_TX_STR(huart, tx_str, w);
300
301         break;
302
303     case 3: // Commutazione led 3 e trasmissione stringa di conferma
304         HAL_GPIO_TogglePin(LED_3_GPIO_Port, LED_3_Pin);
305         sprintf(tx_str, "OK LED %d", 3);
306         UART_TX_STR(huart, tx_str, w);
307
308         break;
309     }
310
311     HAL_UART_Receive_IT(&huart1, (uint8_t *)rxBuf, 1); // Ripristino interrupt e ricezione dati
312 }
313
314
315
316 /* USER CODE END 4 */

```

Fig. 8 File 'main.c' funzione 'HAL_UART_RxCpltCallback()' di gestione dell'interrupt



Per questo motivo i microcontrollori per alte prestazioni forniscono unità hardware dedicate al trasferimento dati tra periferiche e SRAM.

Il DMA (Direct Memory Access) è una unità hardware sempre presente nelle MCU STM32.

In **Fig. 11** osserviamo l'architettura a blocchi dell'STM32F401xD/xE con l'obiettivo di descrivere e chiarire il più possibile come è sviluppato e gestito il DMA.

I blocchi ARM Cortex-M4, DMA2 e DMA1 interagiscono con le altre periferiche della MCU attraverso una serie di bus.

Le memorie FLASH e SRAM si trovano all'esterno del core e interagiscono mediante una interconnessione bus.

Sia il Cortex-M come DMA1 e 2 sono blocchi master, per cui possono gestire transazioni di dati su bus e l'accesso al bus deve essere regolamentato in modo che non più di un master può accedere allo stesso slave nello stesso istante.

Il blocco AHB bus-matrix gestisce questo arbitrato di accesso con gli slave Flash memory, SRAM memory e i ponti AHB/APB2 e AHB/APB1 (Advance Peripheral Bus).

AHB bus-matrix permette di interconnettere automaticamente più periferiche tra loro garantendo l'accesso simultaneo da master separati anche quando sono in funzione contemporaneamente altre periferiche ad alta velocità.

S-BUS (Bus System) collega il nucleo Cortex-M4 al BusMatrix. I blocchi master DMA1 e 2 sono interfacciati attraverso Advanced High Performance bus al BusMatrix.

Il ponte AHB/APB fornisce connessioni sincrone tra i bus AHB e APB dove risiedono la maggior parte delle periferiche.

Le periferiche quali I2C, SPI, USART, TIM ecc., sono blocchi slave per cui non hanno la possibilità di accedere al bus in modo indipendente.

Per trasferire in DMA i dati dalle periferiche alla memoria occorre notificare al DMA la richiesta di collegamento; le periferiche dispongono di linee di richiesta DMA che attraverso i bus comunicano con i blocchi DMA1 e 2.

I blocchi DMA dispongono ciascuno di un numero di canali che varia in base al tipo di MCU. Nel nostro caso abbiamo DMA1 e DMA2 entrambe con 8 canali a disposizione.

Ogni canale è progettato per comunicare con un certo numero

di periferiche ma, solamente una periferica può essere attiva nello stesso canale nello stesso istante.

Ogni canale può essere attivato tramite software e può essere attribuita una priorità su 4 livelli che permette di regolare l'accesso al bus AHB.

Questa architettura permette anche di eseguire trasferimenti di dati da memoria a memoria limitatamente a DMA2.

TRASFERIMENTO DATI UART - SRAM IN DMA

Per affinare questa tecnica predisponiamo un progetto software in grado di ricevere dati di qualsiasi dimensione attraverso la porta seriale. Con l'utilizzo del DMA, memorizzeremo i dati su un buffer di memoria a cui seguirà una ulteriore elaborazione. Per tale scopo verranno utilizzati due buffer: `buffer_uart[]` e `buffer_main[]` di dimensioni 15 bytes e 50 bytes rispettivamente.

Il primo buffer sarà destinato a raccogliere i dati trasferiti in DMA dalla porta seriale, mentre il secondo simulerà una gestione di questi dati.

Il buffer `buffer_uart[]` viene riscritto ogni volta che il buffer si riempie o è stata completata la ricezione di un blocco di dati.

Entrambi i buffer verranno utilizzati come buffer circolari.

Un buffer circolare è composto da tre elementi variabili che ne caratterizzano il funzionamento:

- `head`: (testa) indirizzo di memoria in cui è stato inserito il primo valore della serie di dati.
- `tail`: (coda) indirizzo di memoria in cui è stato inserito l'ultimo valore della serie di dati.
- `num_entries`: numero totale dei dati inseriti
- Una quarta variabile, in questo caso costante, viene utilizzata per gestire il funzionamento della matrice circolare:
- `size`: dimensione del buffer circolare

Questi elementi, insieme al puntatore alla matrice dati, definiscono una struttura a cui far riferimento per la gestione del buffer circolare.

In **Fig. 12** è rappresentato un buffer circolare dove troviamo il puntatore 'head' posizionato nella prima locazione di memoria

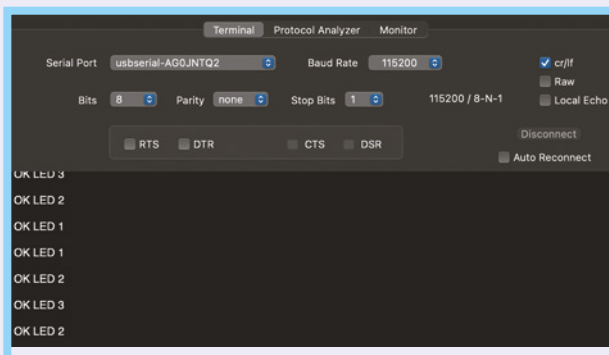


Fig. 9 Risposte in arrivo a terminale

```

113
114  /* Infinite loop */
115  /* USER CODE BEGIN WHILE */
116  while (1)
117  {
118      /* USER CODE END WHILE */
119
120      /* USER CODE BEGIN 3 */
121
122  }
123  /* USER CODE END 3 */

```

Fig. 10 File 'main.c' loop while ()

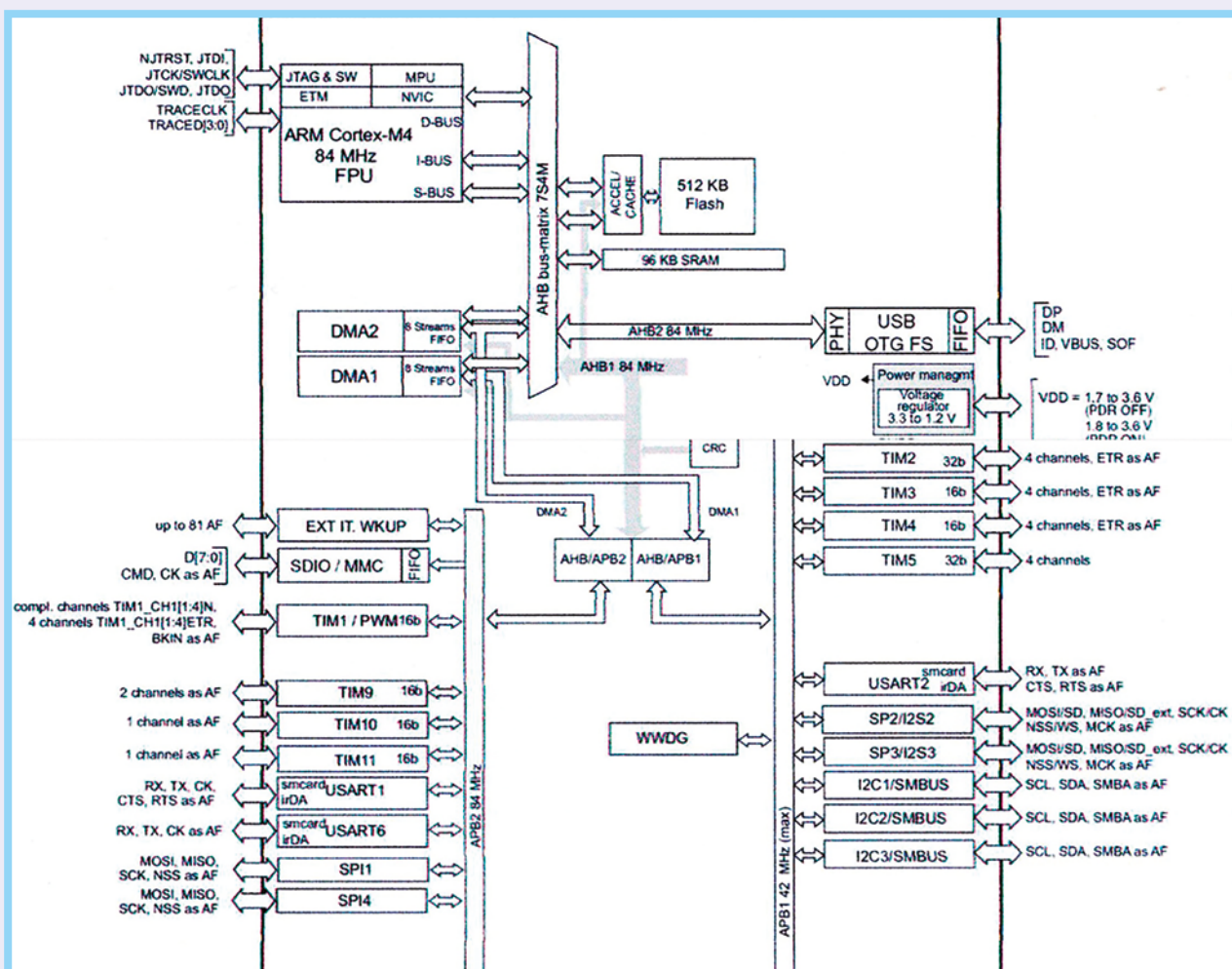


Fig. 11 Diagramma a blocchi microcontrollore STM32F401xD/xE

e il puntatore 'tail' in coda al pacchetto dati. Un buffer circolare deve funzionare in modalità FIFO (First In, First out) per cui quando il flusso di dati impegna la porta seriale la matrice buffer_uart viene riempita occupando in primis la posizione iniziale del buffer. 'Head' (posizione di testa) assumerà l'indirizzo iniziale, 'tail' (po-

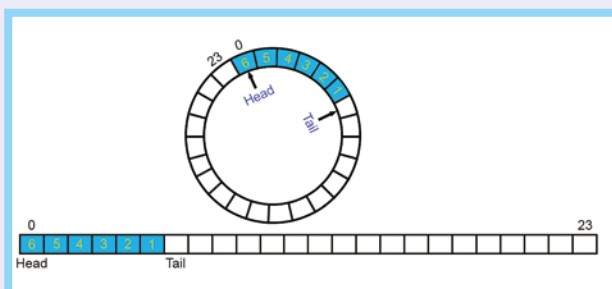


Fig. 12 Rappresentazione grafica del funzionamento di un buffer circolare

sizione di coda) assumerà l'indirizzo della locazione di memoria a valle dell'ultima variabile memorizzata nel buffer, 'num_entries' terrà conto del numero di dati introdotto. Le variabili 'head' e 'tail' funzioneranno come cursori a seconda dei dati immessi o letti dal buffer circolare. In caso di lettura del buffer circolare si dovrà fare riferimento alla variabile 'head' incrementandola ad ogni lettura. Nel caso di un nuovo inserimento, il dato verrà 'accodato' incrementando la variabile 'tail'. La variabile 'num_entries' verrà decrementata ad ogni lettura, mentre sarà incrementata ogni qualvolta inseriremo un nuovo dato. Le variabili 'head' e 'tail' dovranno essere azzerate nel momento in cui raggiungeranno la posizione finale del buffer e i nuovi dati sovrascriveranno i precedenti. Osserviamo nel dettaglio l'implementazione del progetto. Utilizzeremo la scheda Nucleo-F401RE e procederemo con la configurazione di un nuovo progetto nominandolo 'F401_UART_DMA'.

Come visibile in Fig. 13, predisponiamo la configurazione del clock di sistema per la massima frequenza a 84 MHz.

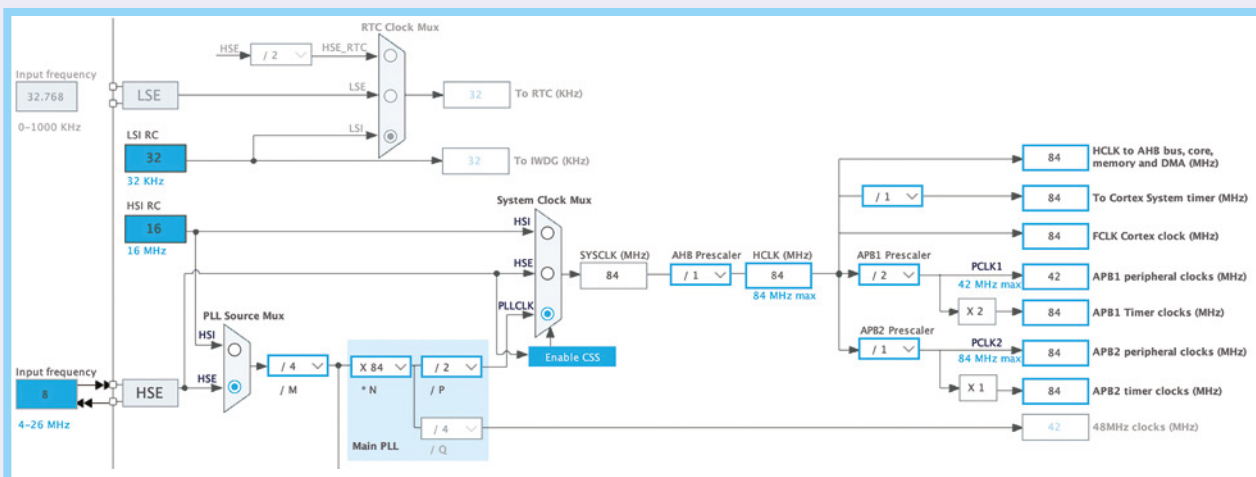


 Fig. 13 Configurazione del clock

USART1 Mode and Configuration

Mode

Mode Asynchronous

Hardware Flow Control (RS232) Disable

 Fig. 14 Configurazione USART1

Configuriamo la porta seriale in modalità 'Asynchronous' (**Fig. 14**) come nel precedente test e attiviamo la funzione DMA selezionando l'apposito tab 'DMA Setting' e facendo click sul pulsante 'Add':

Come si osserva in **Fig. 15** occorre verificare che in ogni campo siano selezionate le voci indicate.

Le **Fig. 16, 17 e 18** evidenziano le configurazioni relative alla porta seriale UART1; in particolare in **Fig. 16** evidenziamo la

Configuration

Reset Configuration

✓ NVIC Settings	✓ DMA Settings	✓ GPIO Settings
✓ Parameter Settings	✓ User Constants	

DMA Request	Stream	Direction	Priority
USART1_RX	DMA2 Stream 2	Peripheral To Memory	Low

Add Delete

 **Fig.15** Configurazione DMA

Configuration			
Reset Configuration			
✓ NVIC Settings	✓ DMA Settings	✓ GPIO Settings	
✓ Parameter Settings		✓ User Constants	
NVIC Interrupt Table	Enabled	Preemption Priority	Sub Priority
USART1 global interrupt	☒	0	0
DMA2 stream2 global interr...	☒	0	0

 Fig. 17 Configurazione dell'interrupt

Configuration

Reset Configuration

Parameter Settings
User Constants
NVIC Settings
DMA Settings
GPIO Settings

DMA Request	Stream	Direction	Priority
USART1_RX	DMA2 Stream 2	Peripheral To Memory	Low

Add
Delete

DMA Request Settings

Mode

Normal

Increment Address

☐

Peripheral

Memory

Use Fifo

☐

Threshold

Data Width

Byte

Byte

 **Fig. 16** Configurazione parametri del DMA

 **Fig.18** Configurazione parametri UART

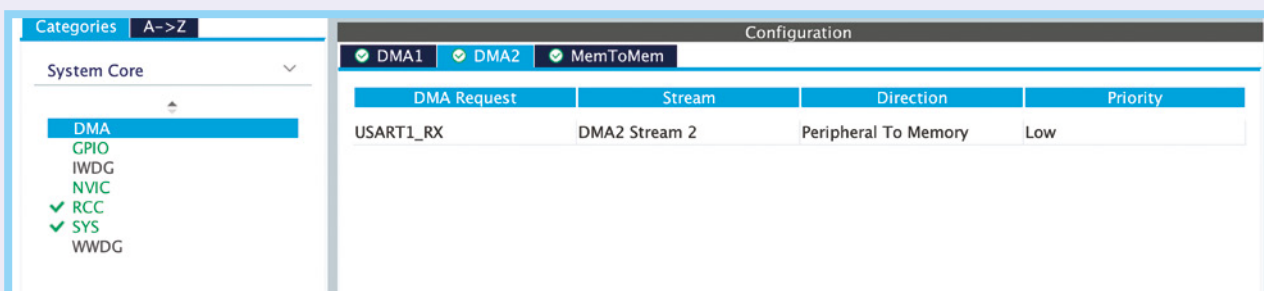


Fig. 19 Verifica delle configurazioni relative al DMA

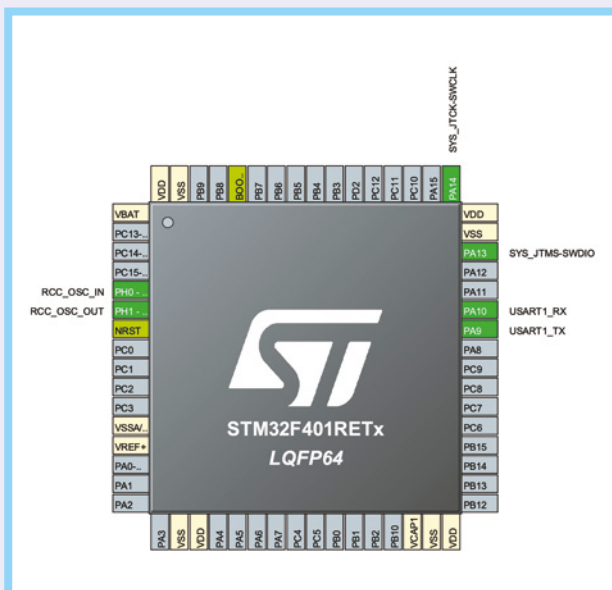


Fig. 20 Riepilogo delle porte utilizzate nel progetto

richiesta DMA per il canale UART in ricezione, la destinazione 'Peripheral To Memory' e la priorità bassa. Attiviamo il 'Global Interrupt' per la porta UART1 e per il DMA2, Fig. 17, e predisponiamo i parametri della seriale come mo-

strato in Fig. 18.

Come ultimo procedimento verifichiamo in System Core - DMA la correttezza delle configurazioni eseguite (Fig. 19) e in Fig. 20 osserviamo il riepilogo degli I/O utilizzati.

A questo punto possiamo procedere con la generazione del codice.

Per sfruttare al meglio l'architettura DMA utilizzando la periferica UART e ipotizzando la ricezione di una notevole mole di dati, possiamo utilizzare un controllo che permette la gestione dei dati negli istanti in cui la linea seriale rimane inattiva. Quando si trasmette una grande mole di dati su seriale, questi vengono trasmessi a blocchi.

Tra un blocco e l'altro abbiamo un tempo di inattività (IDLE) della seriale che ci permetterà di trasferire i dati dal buffer di memoria della seriale al buffer di gestione. Lo stato IDLE può verificarsi anche se il buffer risulta pieno o se l'UART ha ricevuto un carattere di stop.

La funzione HAL_UARTEx_ReceiveTxDMA è una funzione della libreria HAL di STM32 che consente di ricevere i dati sulla porta seriale e trasmetterli al buffer seriale attraverso la connessione DMA fino al raggiungimento dello stato IDLE. Quando viene impostato il flag RxIDLEFlag, un interrupt richiama la routine HAL_UARTEx_RxEventCallback() che ci permette di gestire i dati ricevuti trasferendoli dal buffer seriale ad una matrice di dimensioni maggiori per essere facilmente elaborati. Osserviamo nel dettaglio le istruzioni software utili per

```

32 /* USER CODE BEGIN PTD */
33
34 typedef struct {
35     uint8_t *Buffer;           // pointer array valori
36     uint8_t head;              // posizione di testa
37     uint8_t tail;              // posizione di coda
38     uint8_t num_entries;       // numero di elementi entrati nella coda
39     uint8_t size;
40 }circular_buffer_t;           // Struct per la gestione dei buffer circolari
41
42
43 /* USER CODE END PTD */

```

Fig. 21 File 'main.c': struttura per la gestione del buffer circolare

```

45 /* Private define
46 /* USER CODE BEGIN PD */
47
48 #define SIZE_BUFFER_UART 15
49 #define SIZE_BUFFER_MAIN 50
50 #define FALSE 0
51 #define TRUE 1
52
53 /* USER CODE END PD */

```

Fig. 22 File 'main.c': definizione delle costanti

realizzare questo progetto. In **Fig. 21** osserviamo i parametri utilizzati per la realizzazione della struttura del buffer circolare, introdotti in una struct modello denominata 'circular_buffer_t'. All'interno troviamo il puntatore a un buffer di interi a 8 bit senza segno, quattro variabili intere a 8 bit senza segno, head, tail, num_entries e size.

In **Fig. 22** sono elencate le definizioni delle costanti utili per dimensionare i buffer come si può osservare in **Fig. 23**. Nella stessa immagine mettiamo in evidenza la definizione di

due strutture dati, sul modello della 'circular_buffer_t', denominate 'cb_uart' e 'cb_main' che verranno utilizzate per la gestione circolare dei dati nei buffer 'Buffer_Uart' e 'Buffer_Main'. La **Fig. 24** mette in risalto la sezione 'Private function prototypes' dove sono state definite le funzioni che gestiranno i buffer circolari.

In **Fig. 25** si osserva che al termine delle inizializzazioni occorre attivare la connessione DMA e la relativa linea IDLE che permette la gestione dei dati nei momenti di latenza della periferica seriale.

Inoltre viene disabilitata l'interruzione del DMA in caso di trasferimento parziale.

Nelle **Fig. 26, 27, 28** osserviamo le funzioni di gestione dei buffer circolari appena definite; in particolare la 'circbuff_vuoto' verifica se il buffer è stato letto completamente per cui la variabile num_entries dovrà essere azzerata e, conseguentemente, i cursori head e tail dovranno trovarsi su due locazioni di memoria attigue (**Fig. 26**).

La 'circbuff_pieno' verifica che le variabili size e num_entries siano uguali per impedire ulteriori memorizzazioni e permettere la lettura dei dati senza perdite (**Fig. 26**).

In **Fig. 27** alla 'cb_input' è affidato il compito di immettere nel

```

61 UART_HandleTypeDef huart1;
62 DMA_HandleTypeDef hdma_usart1_rx;
63
64 /* USER CODE BEGIN PV */
65
66 uint8_t Buffer_Uart[SIZE_BUFFER_UART]; // Configurazione buffer per memorizzazione dati seriali
67 uint8_t Buffer_Main[SIZE_BUFFER_MAIN]; // Configurazione buffer per la gestione dei dati
68 circular_buffer_t cb_uart={Buffer_Uart, 0, 0, 0, SIZE_BUFFER_UART}; // Configurazione struttura buffer circolare UART
69 circular_buffer_t cb_main={Buffer_Main, 0, 0, 0, SIZE_BUFFER_MAIN}; // Configurazione struttura buffer circolare gestione dati
70
71 /* USER CODE END PV */

```

Fig. 23 File 'main.c': configurazione delle variabili collegate alle strutture dei buffer circolari

```

73 /* Private function prototypes
74 void SystemClock_Config(void);
75 static void MX_GPIO_Init(void);
76 static void MX_DMA_Init(void);
77 static void MX_USART1_UART_Init(void);
78 /* USER CODE BEGIN PFP */
79
80 _Bool circbuff_vuoto(circular_buffer_t *cb); // Funzione di controllo buffer circolare vuoto
81 _Bool circbuff_pieno(circular_buffer_t *cb); // Funzione di controllo buffer circolare pieno
82 void cb_input(circular_buffer_t *cb, uint8_t value); // Funzione di inserimento dato nel buffer circolare
83 uint8_t cb_output(circular_buffer_t *cb); // Funzione di estrazione dato dal buffer circolare
84 void cb_set_uart(circular_buffer_t *cb, uint16_t size); // Funzione di inizializzazione parametri del buffer seriale
85
86 /* USER CODE END PFP */

```

Fig. 24 File 'main.c': dichiarazione dei prototipi di funzione che verranno utilizzati

```

120 MX_GPIO_Init();
121 MX_DMA_Init();
122 MX_USART1_UART_Init();
123 /* USER CODE BEGIN 2 */
124
125 HAL_UARTEx_ReceiveToIdle_DMA(&huart1, Buffer_Uart, SIZE_BUFFER_UART); // Attiva il flusso dati in DMA tra la porta seriale e il buffer
126 // e attiva la linea IDLE nei momenti di latenza
127 __HAL_DMA_DISABLE_IT(&hdma_usart1_rx, DMA_IT_HT); // Disabilita l'interruzione di trasferimento parziale nel DMA
128
129 /* USER CODE END 2 */

```

Fig. 25 File 'main.c': attivazione del trasferimento dati da seriale a memoria in DMA

```

255 /* USER CODE BEGIN 4 */
256
257 /*
258  * @brief Verifica circular buffer vuoto.
259  *
260  * @param[in] puntatore alla struttura del buffer circolare
261  * @param[out] boolean
262  * *****
263  *
264  */
265
266
267 Bool circbuff_vuoto(circular_buffer_t *cb)
268 {
269     return (cb->num_entries == 0);
270 }
271
272 /*
273  * @brief Verifica circular buffer pieno.
274  *
275  * @param[in] puntatore alla struttura del buffer circolare
276  * @param[out] boolean
277  * *****
278  *
279  */
280
281
282 Bool circbuff_pieno(circular_buffer_t *cb)
283 {
284     return (cb->num_entries == cb->size);
285 }

```

Fig. 26 File 'main.c': funzioni per la gestione dei circular buffer

buffer circolare un nuovo dato nella locazione di memoria individuata dalla variabile 'tail', aggiornare la variabile 'num_entries' e ridefinire la variabile 'tail' verificando l'eventuale raggiungimento del limite superiore della matrice e riportando a zero il valore di 'tail'. La 'cb_set_uart' ha il compito di resettare i parametri di lettura del buffer ogni qualvolta il buffer viene riutilizzato dalla periferica o per riempimento del buffer stesso o per blocco ricezione dati dell'UART (Fig. 27).

La funzione 'cb_output' di Fig. 28 esegue l'estrazione di un dato dal circular buffer all'indirizzo di locazione definito dalla variabile head. In questo caso dovremo incrementare la variabile head sempre verificando se si è raggiunto il limite superiore del buffer. In tal caso la variabile head viene riportata a zero. Infine andremo a decrementare la variabile num_entries avendo effettuato la lettura del dato.

La Fig. 29 riporta la funzione 'HAL_UARTEx_RxEventCallback()' che viene richiamata ogni qualvolta viene attivata la linea IDLE con il completamento della ricezione dati.

In primo luogo verifichiamo che l'istanza derivi dalla UART1 e predisponiamo Buffer_Uart alla lettura. Attiviamo la condizio-

```

289 * @brief Inserimento nuovo valore nel circular buffer
290 *
291 * @param[in] puntatore alla struttura del buffer circolare; valore intero
292 * @param[out] void
293 * *****
294 *
295 */
296
297 void cb_input(circular_buffer_t *cb, uint8_t value)
298 {
299     cb->Buffer[cb->tail] = value;
300     cb->num_entries++;
301     cb->tail = (cb->tail + 1) % cb->size; // se il valore di coda è uguale alla dimensione del buffer riporta il valore tail = 0
302 }
303
304 /*
305  * @brief Configurazione iniziale circular buffer UART
306  *
307  * @param[in] puntatore alla struttura del buffer circolare; numero bytes letti da seriale
308  * @param[out] void
309  * *****
310  *
311  */
312
313
314 void cb_set_uart(circular_buffer_t *cb, uint16_t size)
315 {
316     cb->num_entries = size;
317     cb->tail = size-1;
318     cb->head = 0;
319 }
320

```

Fig. 27 Funzioni per la gestione dei circular buffer

```

323 * @brief Lettura valore da circular buffer
324 *
325 * @param[in] puntatore alla struttura del buffer circolare
326 * @param[out] valore intero
327 * *****
328 *
329 */
330
331 uint8_t cb_output(circular_buffer_t *cb)
332 {
333     uint8_t result;
334     result = cb->Buffer[cb->head];
335     cb->head = (cb->head + 1) % cb->size; // se il valore di testa è uguale alla dimensione del buffer riporta il valore di head = 0
336     cb->num_entries--;
337     return result;
338 }

```

Fig. 28 Funzioni per la gestione dei circular buffer

```

340- /*
341-  * *****
342-  * Funzione di lettura buffer seriale e memorizzazione su buffer di gestione, utilizzata durante gli istanti di inattività
343-  * della linea seriale. Utilizza stream DMA e interrupt.
344-  */
345- void HAL_UARTEx_RxEventCallback(UART_HandleTypeDef *huart, uint16_t Size)
346- {
347-     uint8_t val;
348-     if(huart->Instance == USART1)
349-     {
350-         cb_set_uart(&cb_uart, Size); // Gestione del buffer UART come buffer circolare
351-         while(!circbuff_vuoto(&cb_uart)) // Fino a quando il Buffer_Uart non risulta svuotato, estrae i dati e memorizza nel Buffer_Main
352-         {
353-             val = cb_output(&cb_uart);
354-             cb_input(&cb_main, val);
355-         }
356-
357-         HAL_UARTEx_ReceiveToIdle_DMA(&huart1, Buffer_Uart, SIZE_BUFFER_UART); // Ripristina DMA e interrupt alla ricezione dati
358-         __HAL_DMA_DISABLE_IT(&hdma_usart1_rx, DMA_IT_HT);
359-     }
360- }
361-
362-
363-
364-
365-
366-
367-

```

Fig. 29 Funzione di gestione dell'evento IDLE

ne di termine lettura nel momento in cui il buffer risulti vuoto. Le istruzioni che seguono leggono Buffer_Uart e inseriscono il dato nella seconda matrice: Buffer_Main fino alla condizione di Buffer_Uart vuoto. Prima di uscire dalla funzione dobbiamo ripristinare la connessione DMA e disabilitare l'interruzione di trasferimento parziale del DMA.

Completata la stesura delle istruzioni precedentemente commentate, passiamo ora al collegamento della scheda Nucleo alla porta USB del computer e dopo la compilazione del programma procediamo al suo upload.

Manteniamo le stesse connessioni visualizzate nella quarta puntata in Fig. 19 e colleghiamo il convertitore FT232 alla presa USB del computer. Utilizzando un terminale seriale con possibilità di trasmissione di pacchetti di dati, ad esempio CoolTerm, WCHSerialPort per Mac o ZeroTerm per Windows possiamo provare la ricezione dei dati sfruttando il DMA e le

matrici a buffer circolare.

Ad esempio in Fig. 30 abbiamo preparato una stringa di 19 caratteri, superiore alla capacità di Buffer_Uart che ne può

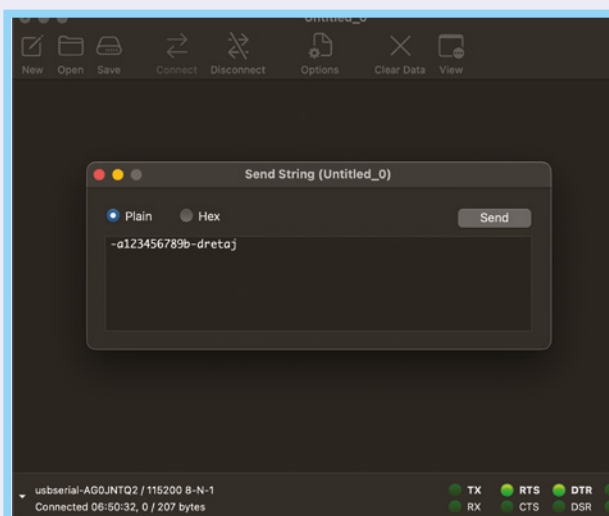


Fig. 30 Trasmissione del primo blocco di dati

Expression	Type	Value
Buffer_Uart	uint8_t [15]	[15]
Buffer_Uart[0]	uint8_t	101 'e'
Buffer_Uart[1]	uint8_t	116 't'
Buffer_Uart[2]	uint8_t	97 'a'
Buffer_Uart[3]	uint8_t	106 'j'
Buffer_Uart[4]	uint8_t	51 '3'
Buffer_Uart[5]	uint8_t	52 '4'
Buffer_Uart[6]	uint8_t	53 '5'
Buffer_Uart[7]	uint8_t	54 '6'
Buffer_Uart[8]	uint8_t	55 '7'
Buffer_Uart[9]	uint8_t	56 '8'
Buffer_Uart[10]	uint8_t	57 '9'
Buffer_Uart[11]	uint8_t	98 'b'
Buffer_Uart[12]	uint8_t	45 '-'
Buffer_Uart[13]	uint8_t	100 'd'
Buffer_Uart[14]	uint8_t	114 'r'
Buffer_Main	uint8_t [50]	[50]
Buffer_Main[0]	uint8_t	45 '-'
Buffer_Main[1]	uint8_t	97 'a'
Buffer_Main[2]	uint8_t	49 '1'
Buffer_Main[3]	uint8_t	50 '2'
Buffer_Main[4]	uint8_t	51 '3'
Buffer_Main[5]	uint8_t	52 '4'
Buffer_Main[6]	uint8_t	53 '5'
Buffer_Main[7]	uint8_t	54 '6'
Buffer_Main[8]	uint8_t	55 '7'
Buffer_Main[9]	uint8_t	56 '8'
Buffer_Main[10]	uint8_t	57 '9'
Buffer_Main[11]	uint8_t	98 'b'
Buffer_Main[12]	uint8_t	45 '-'
Buffer_Main[13]	uint8_t	100 'd'
Buffer_Main[14]	uint8_t	114 'r'
Buffer_Main[15]	uint8_t	101 'e'
Buffer_Main[16]	uint8_t	116 't'
Buffer_Main[17]	uint8_t	97 'a'
Buffer_Main[18]	uint8_t	106 'j'
Buffer_Main[19]	uint8_t	0 '\000'
Buffer_Main[20]	uint8_t	0 '\000'
Buffer_Main[21]	uint8_t	0 '\000'
Buffer_Main[22]	uint8_t	0 '\000'

Fig. 31 Esito test della prima trasmissione

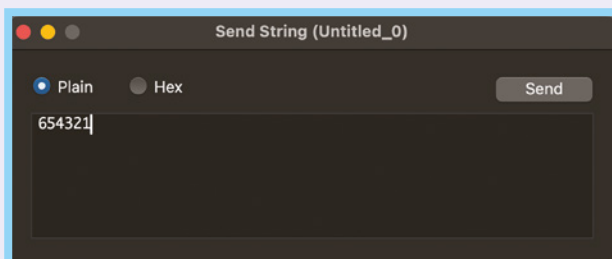


Fig. 32 Predisposizione del secondo blocco di dati

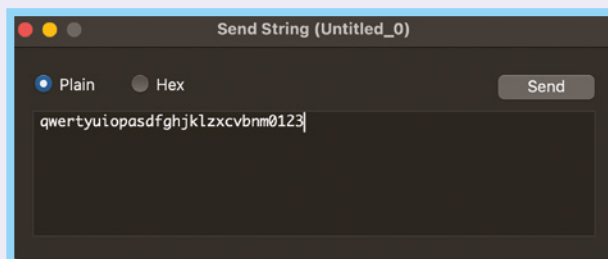


Fig. 34 Predisposizione del terzo blocco di dati

contenere al massimo 15. In STM32CubeIDE abbiamo predisposto nell'area di debug la possibilità di controllare le due matrici: Buffer_Uart e Buffer_Main. In **Fig. 31** possiamo osservare, sospendendo momentaneamente il programma, che il Buffer_Uart è stato utilizzato due volte dalla UART1. Quando il buffer è stato riempito completamente l'interrupt innescato dalla IDLE ha richiamato la funzione HAL_UARTEx_

RxEventCallback() e i due buffer circolari hanno scambiato i loro dati. Al termine di questa routine e riattivando la connessione DMA, la seriale ha ricevuto gli ultimi dati e un secondo intervento della IDLE ha permesso lo scambio degli ultimi dati tra i due buffer circolari. Questo è dimostrato dalla completezza della serie di dati confrontati tra quelli trasmessi (**Fig. 30**) e quelli memorizzati in Buffer_Main.

Expression	Type	Value
Buffer_Uart	uint8_t [15]	[15]
Buffer_Uart[0]	uint8_t	54 '6'
Buffer_Uart[1]	uint8_t	53 '5'
Buffer_Uart[2]	uint8_t	52 '4'
Buffer_Uart[3]	uint8_t	51 '3'
Buffer_Uart[4]	uint8_t	50 '2'
Buffer_Uart[5]	uint8_t	49 '1'
Buffer_Uart[6]	uint8_t	53 '5'
Buffer_Uart[7]	uint8_t	54 '6'
Buffer_Uart[8]	uint8_t	55 '7'
Buffer_Uart[9]	uint8_t	56 '8'
Buffer_Uart[10]	uint8_t	57 '9'
Buffer_Uart[11]	uint8_t	98 'b'
Buffer_Uart[12]	uint8_t	45 '-'
Buffer_Uart[13]	uint8_t	100 'd'
Buffer_Uart[14]	uint8_t	114 'r'
Buffer_Main	uint8_t [50]	[50]
Buffer_Main[0]	uint8_t	45 '-'
Buffer_Main[1]	uint8_t	97 'a'
Buffer_Main[2]	uint8_t	49 '1'
Buffer_Main[3]	uint8_t	50 '2'
Buffer_Main[4]	uint8_t	51 '3'
Buffer_Main[5]	uint8_t	52 '4'
Buffer_Main[6]	uint8_t	53 '5'
Buffer_Main[7]	uint8_t	54 '6'
Buffer_Main[8]	uint8_t	55 '7'
Buffer_Main[9]	uint8_t	56 '8'
Buffer_Main[10]	uint8_t	57 '9'
Buffer_Main[11]	uint8_t	98 'b'
Buffer_Main[12]	uint8_t	45 '-'
Buffer_Main[13]	uint8_t	100 'd'
Buffer_Main[14]	uint8_t	114 'r'
Buffer_Main[15]	uint8_t	101 'e'
Buffer_Main[16]	uint8_t	116 't'
Buffer_Main[17]	uint8_t	97 'a'
Buffer_Main[18]	uint8_t	106 'j'
Buffer_Main[19]	uint8_t	54 '6'
Buffer_Main[20]	uint8_t	53 '5'
Buffer_Main[21]	uint8_t	52 '4'
Buffer_Main[22]	uint8_t	51 '3'
Buffer_Main[23]	uint8_t	50 '2'
Buffer_Main[24]	uint8_t	49 '1'
Buffer_Main[25]	uint8_t	0 '\000'
Buffer_Main[26]	uint8_t	0 '\000'
Buffer_Main[27]	uint8_t	0 '\000'

Fig. 33 Esito secondo test

Expression	Type	Value
Buffer_Main	uint8_t [50]	[50]
Buffer_Main[0]	uint8_t	109 'm'
Buffer_Main[1]	uint8_t	48 '0'
Buffer_Main[2]	uint8_t	49 '1'
Buffer_Main[3]	uint8_t	50 '2'
Buffer_Main[4]	uint8_t	51 '3'
Buffer_Main[5]	uint8_t	52 '4'
Buffer_Main[6]	uint8_t	53 '5'
Buffer_Main[7]	uint8_t	54 '6'
Buffer_Main[8]	uint8_t	55 '7'
Buffer_Main[9]	uint8_t	56 '8'
Buffer_Main[10]	uint8_t	57 '9'
Buffer_Main[11]	uint8_t	98 'b'
Buffer_Main[12]	uint8_t	45 '-'
Buffer_Main[13]	uint8_t	100 'd'
Buffer_Main[14]	uint8_t	114 'r'
Buffer_Main[15]	uint8_t	101 'e'
Buffer_Main[16]	uint8_t	116 't'
Buffer_Main[17]	uint8_t	97 'a'
Buffer_Main[18]	uint8_t	106 'j'
Buffer_Main[19]	uint8_t	54 '6'
Buffer_Main[20]	uint8_t	53 '5'
Buffer_Main[21]	uint8_t	52 '4'
Buffer_Main[22]	uint8_t	51 '3'
Buffer_Main[23]	uint8_t	50 '2'
Buffer_Main[24]	uint8_t	49 '1'
Buffer_Main[25]	uint8_t	113 'q'
Buffer_Main[26]	uint8_t	119 'w'
Buffer_Main[27]	uint8_t	101 'e'
Buffer_Main[28]	uint8_t	114 'r'
Buffer_Main[29]	uint8_t	116 't'
Buffer_Main[30]	uint8_t	121 'y'
Buffer_Main[31]	uint8_t	117 'u'
Buffer_Main[32]	uint8_t	105 'i'
Buffer_Main[33]	uint8_t	111 'o'
Buffer_Main[34]	uint8_t	112 'p'
Buffer_Main[35]	uint8_t	97 'a'
Buffer_Main[36]	uint8_t	115 's'
Buffer_Main[37]	uint8_t	100 'd'
Buffer_Main[38]	uint8_t	102 'f'
Buffer_Main[39]	uint8_t	103 'g'
Buffer_Main[40]	uint8_t	104 'h'
Buffer_Main[41]	uint8_t	106 'j'
Buffer_Main[42]	uint8_t	107 'k'
Buffer_Main[43]	uint8_t	108 'l'

Fig. 35 Esito terzo test

Per verificare la funzionalità del buffer circolare, predisponiamo un ulteriore blocco di dati come mostrato in **Fig. 32** e inviamolo alla seriale. In **Fig. 33** osserviamo i dati memorizzati su Buffer_Uart dalla locazione zero alla locazione cinque, mentre la Buffer_Main riporta gli stessi dati in coda dalla locazione 19 alla 24. Questo significa che la variabile 'tail' del buffer circolare cb_main viene incrementata correttamente ad ogni dato inserito. Per concludere i test, predisponiamo una ulteriore stringa come evidenziato in **Fig. 34** e verifichiamo il comportamento del buffer circolare e della gestione del DMA.

Il blocco di dati supera ampiamente la dimensione di Buffer_Uart essendo di dimensione doppia rispetto al buffer. La matrice Buffer_Main risulta piena al 50% per cui un inserimento di ulteriori trenta caratteri riporterà la variabile tail a zero e alcuni caratteri verranno sovrascritti, non essendo mai stati sottoposti a lettura. In **Fig. 35** e **36** osserviamo i risultati di questo test. In Buffer_Main dalla locazione 25 alla 49 vediamo in sequenza tutti i caratteri inseriti fino al venticinquesimo. Gli ultimi cinque caratteri hanno sovrascritto i precedenti dalla locazione iniziale fino alla quattro.

La validità del test integra anche la corretta funzionalità del DMA e della gestione del segnale IDLE.

Non si può non evidenziare che tutte le operazioni che avvengono in questo programma non coinvolgono il loop infinito della sezione 'User Code While' dove non sono state scritte righe di programma. Tutte le azioni dipendono da segnali di interrupt e linee di segnale DMA.

CONCLUSIONI

Con questa puntata termina il corso dedicato a "STM32CubeIDE e schede Nucleo". Nel corso delle varie lezioni, abbiamo esplorato e analizzato numerosi aspetti fondamentali per comprendere e padroneggiare l'utilizzo delle schede Nucleo e dell'ambiente di sviluppo STM32CubeIDE.

Nella prima puntata, abbiamo introdotto STM32CubeIDE. Abbiamo esplorato la configurazione di base e creato il nostro primo progetto con il semplice esempio del "Blinking LED". Questo ha permesso di familiarizzare con l'IDE, la sua interfaccia utente e il processo di configurazione iniziale del clock e delle GPIO. La puntata si è concentrata sull'importanza della comprensione dei pinout e della configurazione del clock per ottenere prestazioni ottimali dal microcontrollore.

La seconda puntata ci ha introdotto al potente strumento di debugging GDB integrato in STM32CubeIDE. Abbiamo imparato come utilizzare il debugger per monitorare variabili e controllare l'esecuzione del programma passo dopo passo, approfondendo la gestione dei breakpoint e delle live expressions. Inoltre, abbiamo introdotto gli interrupt esterni, spiegando come configurarli e gestirli per migliorare l'efficienza del sistema rispetto al polling continuo. In particolare, abbiamo configurato un interrupt per il pulsante B1 sulla scheda Nucleo, mostrando come gestire eventi asincroni senza occupare inutilmente la CPU.

Nella terza puntata, ci siamo concentrati sull'utilizzo dei timer e

Expression	Type	Value
Buffer_Uart	uint8_t [15]	[15]
Buffer_Uart[0]	uint8_t	104 'h'
Buffer_Uart[1]	uint8_t	106 'i'
Buffer_Uart[2]	uint8_t	107 'k'
Buffer_Uart[3]	uint8_t	108 'l'
Buffer_Uart[4]	uint8_t	122 'z'
Buffer_Uart[5]	uint8_t	120 'x'
Buffer_Uart[6]	uint8_t	99 'c'
Buffer_Uart[7]	uint8_t	118 'v'
Buffer_Uart[8]	uint8_t	98 'b'
Buffer_Uart[9]	uint8_t	110 'n'
Buffer_Uart[10]	uint8_t	109 'm'
Buffer_Uart[11]	uint8_t	48 '0'
Buffer_Uart[12]	uint8_t	49 '1'
Buffer_Uart[13]	uint8_t	50 '2'

Fig. 36 Esito terzo test

sulla generazione di segnali PWM. Abbiamo creato un progetto per modulare la luminosità di un LED tramite PWM, introducendo concetti fondamentali come il duty cycle e la frequenza dei segnali. Nella quarta puntata, abbiamo introdotto la comunicazione seriale asincrona tramite UART, esplorando le differenze tra le modalità UART e USART. Abbiamo configurato una connessione tra la scheda Nucleo e un computer utilizzando un adattatore FT232 e dimostrato la trasmissione di dati seriali. Successivamente, abbiamo esplorato tecniche avanzate di gestione della comunicazione seriale, come l'uso degli interrupt e del DMA (Direct Memory Access), per migliorare l'efficienza e la velocità del trasferimento dati. In questa puntata finale, abbiamo implementato la ricezione di comunicazioni seriali utilizzando gli interrupt e il DMA, approfondendo l'importanza di queste tecniche per progetti più complessi. Questo corso è stato concepito per fornire un'introduzione all'IDE STM32CubeIDE e alle schede Nucleo, ma è importante sottolineare che ci sarebbe ancora molto da dire e da esplorare su questo argomento. Abbiamo toccato solo la superficie delle possibilità offerte da queste potenti piattaforme. Per questo motivo, organizzeremo un corso su Futura Academy dove riprenderemo questi concetti con maggiore profondità e dettaglio. In questo nuovo corso, i partecipanti avranno l'opportunità di interagire direttamente con l'autore, porre domande, risolvere dubbi e approfondire gli aspetti tecnici che più li interessano. Questo approccio interattivo permetterà un apprendimento più personalizzato e mirato, offrendo una comprensione ancora più completa delle tecniche di programmazione e utilizzo delle schede STM32.

RINGRAZIAMENTI

Grazie per aver seguito il corso. Speriamo che le nozioni apprese vi siano utili per affrontare progetti di medio e alto livello, e vi invitiamo a continuare il vostro percorso di apprendimento con noi su Futura Academy. Buona progettazione e continuate a esplorare il mondo affascinante dei microcontrollori e delle applicazioni embedded!

ENTRA NEL MONDO DELL'ELETTRONICA

KIT FOR MAKERS

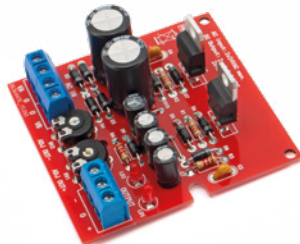
Le scatole di montaggio di Futura Elettronica sono semplici da montare e da utilizzare, ideali per avvicinarsi al fantastico mondo dell'elettronica. Non utilizzano microcontrollori e sono fornite con schemi elettrici e istruzioni.

Alimentatore stabilizzato da 1,5 a 35V



cod. FK003 € 10,50

Alimentatore stabilizzato duale e regolabile



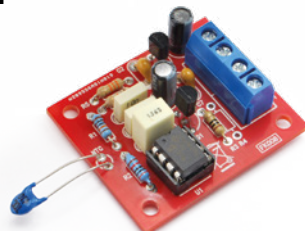
cod. FK004 € 14,00

Scheda di controllo automatico per ventilazione



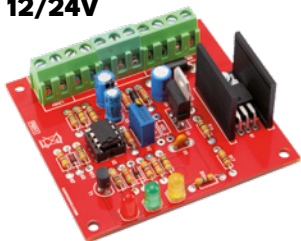
cod. FK007 € 14,00

Regolatore di velocità per ventole



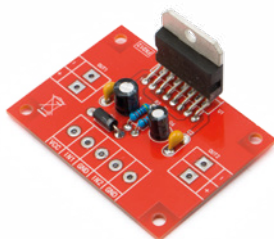
cod. FK008 € 17,80

Regolatore PWM per pannelli fotovoltaici 12/24V



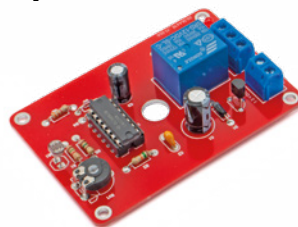
cod. FK011 € 18,00

Amplificatore audio stereo 2x15



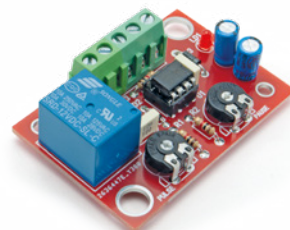
cod. FK012 € 8,50

Interruttore crepuscolare



cod. FK001 € 9,00

Modulo timer a intermittenza



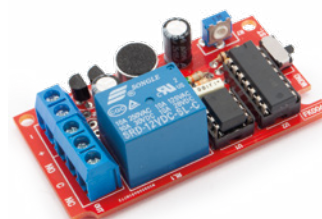
cod. FK002 € 12,00

Timer Start e Stop



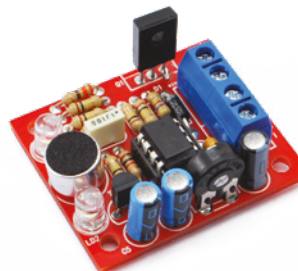
cod. FK005 € 14,00

Interruttore battimani



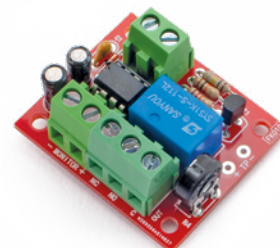
cod. FK006 € 14,00

Luce psichedelica a LED



cod. FK009 € 12,00

Protezione bassa tensione



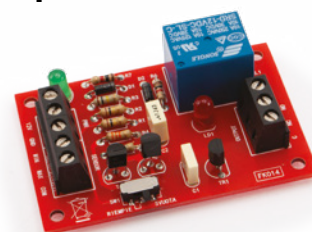
cod. FK010 € 11,50

Automatismo per tende e tapparelle motorizzate



cod. FK013 € 13,50

Stabilizzatore livello liquidi



cod. FK014 € 13,50

Prezzi IVA inclusa

CON I KIT DI FUTURA ELETTRONICA

Indicatore di livello liquido per vasche



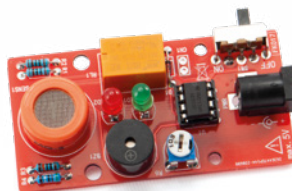
cod. FK015 € 8,50

Allarme batteria scarica



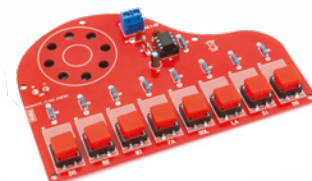
cod. FK016 € 8,00

Alcol tester



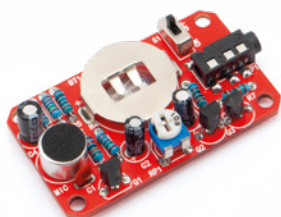
cod. FK017 € 9,00

Mini piano elettronico con NE555



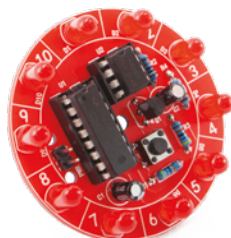
cod. FK018 € 8,00

Amplificatore acustico



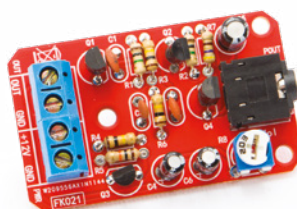
cod. FK019 € 9,00

Ruota della fortuna a LED



cod. FK020 € 8,00

Generatore di rumore bianco



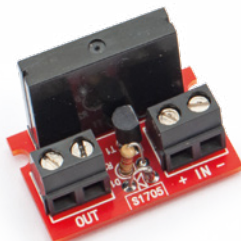
cod. FK021 € 8,00

Candela a LED con effetto fiamma



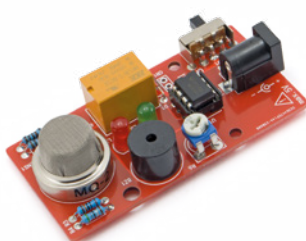
cod. FK022 € 8,00

Scheda con relè allo stato solido



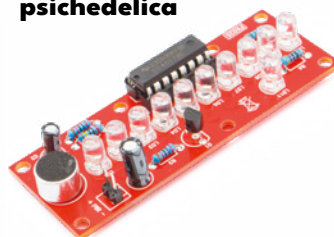
cod. FK023 € 5,50

Scheda con sensore di gas GPL, propano e idrogeno



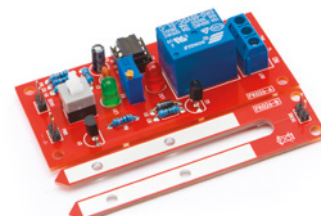
cod. FK024 € 11,00

Barra a LED psichedelica



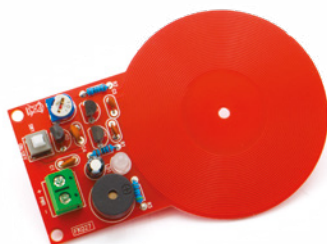
cod. FK025 € 8,50

Sensore di umidità



cod. FK026 € 13,00

Mini Metal Detector



cod. FK027 € 7,50

Lampeggiatore a LED



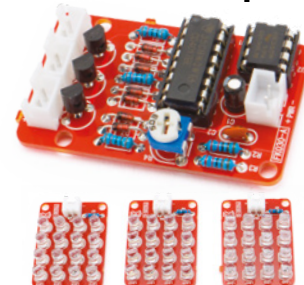
cod. FK028 € 6,50

Campanello



cod. FK029 € 8,00

Luci LED stroboscopiche



cod. FK030 € 14,00



270 kW di ricarica wireless per gli EV

I ricercatori dell'Oak Ridge National Laboratory del DOE americano, in collaborazione con Volkswagen Group America, hanno realizzato un trasferimento di potenza wireless a 270 kW a un veicolo elettrico leggero, nello specifico una Porsche Taycan. Gli attuali sistemi di ricarica wireless per auto non superano i 20 kW, con un'efficienza fino al 92%.

Il sistema utilizza bobine di accoppiamento polifase di diametro di poco inferiore ai 50 cm. La tecnologia di trasferimento di potenza wireless include sistemi di protezione che impediscono il superamento dei limiti di tensione e corrente, il surriscaldamento e il cortocircuito, avviando procedure di spegnimento in caso di interruzioni di corrente e altre condizioni pregiudizievoli della sicurezza. La bobina ricevente a bordo veicolo permette una densità di potenza da 8 a 10 volte. Il sistema può raggiungere un aumento del 50% dello stato di carica in 10 minuti con un'efficienza superiore al 95%. Il trasferimento è avvenuto su una distanza di circa 12 cm tra il terreno e la bobina montata sulla parte inferiore del veicolo. Il record di 270 kW è stato reso possibile dall'adozione di campi elettromagnetici rotanti, che riducono la tensione e la distorsione della corrente, oltre alla cancellazione di campo tra gli avvolgimenti di fase della bobina. Il sistema Oak Ridge abbina un trasmettitore a risonanza magnetica a un ricevitore montato nella parte inferiore dell'auto. L'unità di ricarica wireless è la più leggera per kW al mondo, 7,5 kilowatt per kg. Il risultato della sperimentazione rende competitiva la tecnica wireless rispetto alla ricarica cablata, offrendo semplicità e praticità (basta fermare l'auto sopra la bobina trasmittente).

<https://www.ornl.gov>

Raffreddare i chip dall'interno con i MEMS

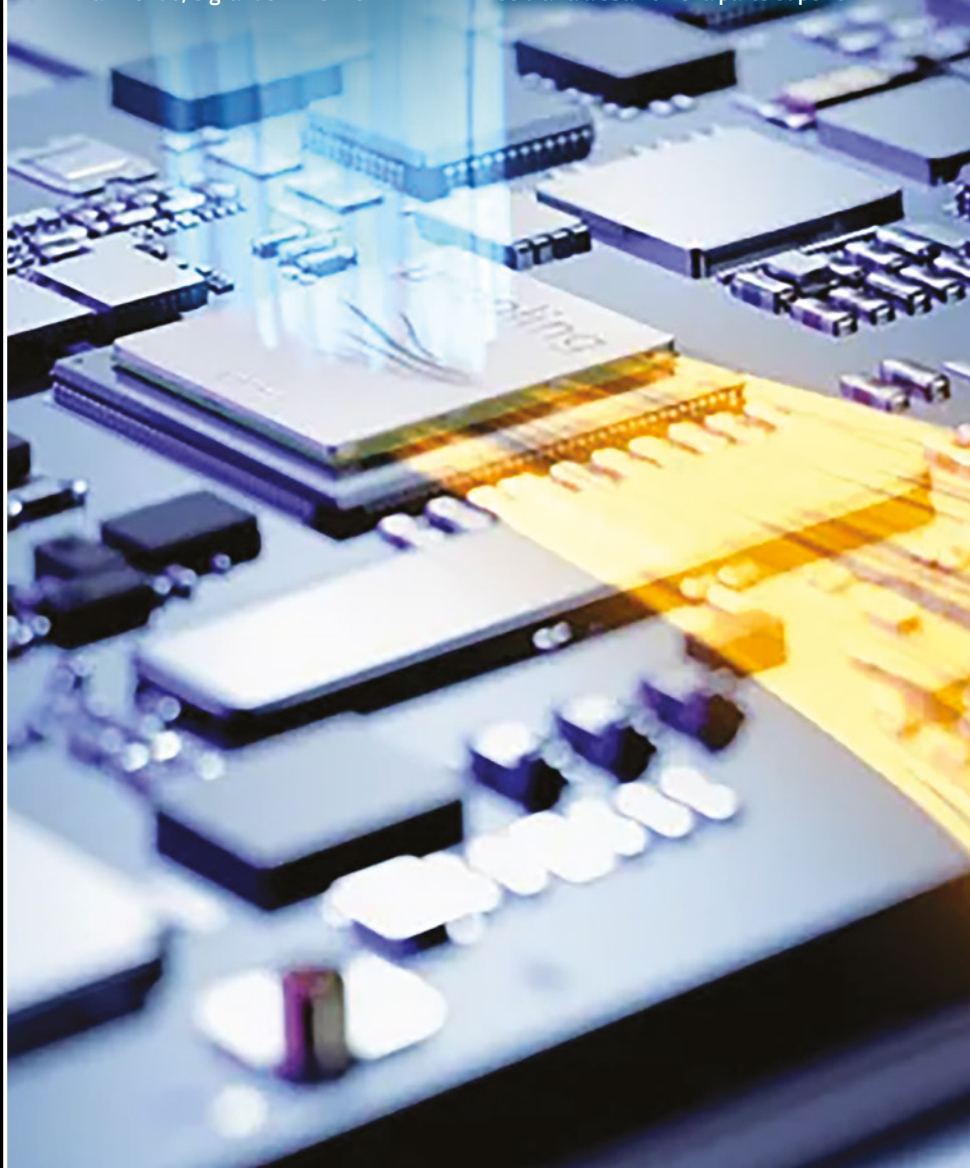
Si chiama Fan-on-a-Chip ed è una recentissima tecnologia che incorpora microventole costruite con la tecnologia MEMS, rivoluzionaria perché consente di raffreddare direttamente il chip dall'interno e non il componente dall'esterno.

Questa soluzione si presta ad elevare il tasso di miniaturizzazione dei dispositivi indossabili e portatili e arriva dal produttore di microaltoparlanti xMEMS: XMC-2400, prima ventola interamente in silicio su chip al mondo, è grande 1x10x10 mm.

Questo micro-dispositivo nasce dalla competenza della xMEMS nella realizzazione di trasduttori audio in tecnologia MEMS, sfruttando il fatto che come le ventole, anche gli altoparlanti spostano l'aria.

L'XMC-2400, come i microaltoparlanti di xMEMS, utilizza materiali piezoelettrici, sfruttando l'effetto piezoelettrico, che consiste nella deformazione sotto l'effetto di un campo elettrico.

La ventola è una cavità cava con prese d'aria a sbalzo nella parte superio-



re e una valvola nella parte inferiore. L'apertura delle prese d'aria con la valvola chiusa crea aspirazione e crea pressione dell'aria nella cavità, che viene rilasciata con la valvola inferiore.

Il volume di aria spostato ad ogni ciclo è ridottissimo, ma il processo si ripete centinaia di migliaia di volte al secondo così da riuscire a spostare fino a 39 centimetri cubi di aria al secondo. Questo non è il limite della tecnologia, perché ad esempio esiste un chip di raffreddamento allo stato solido prodotto dalla Frore Systems e chiamato AirJet Mini Slim, riesce a spostare 100 cm³ al secondo; tuttavia è molto più grande, misura un quarto di centimetro di spessore e oltre quattro centimetri di larghezza. Dato che non è possibile vedere le

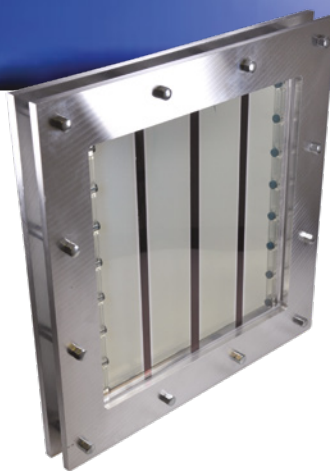
prese d'aria dell'XMC-2400 in funzione a occhio nudo, xMEMS ne ha dimostrato la funzione con una simulazione: il dispositivo è stato posizionato a un'estremità di un cilindro di plastica in fondo al quale si trovava un rotore, il quale si è mosso per effetto della corrente d'aria creata dal sistema MEMS una volta alimentato.

L'XMC-2400, come i precedenti dispositivi di xMEMS, è prodotto in una fabbrica di chip su wafer di silicio da 8 pollici; il partner di fornitura di xMEMS è la foundry TSMC.

L'azienda prevede di collaborare con i partner per integrare il chip in vari modi. L'esempio più semplice è un montaggio "lid-to-lid", con l'XMC-2400 posizionato direttamente sopra un sistema mobile su chip (SoC) per far uscire l'aria. Ma siccome la ventola può anche aspirare aria, potrebbe essere posizionata accanto e lontano dal SoC per ridurre al minimo lo spessore complessivo di un dispositivo. In tal caso, il raffreddamento si ottiene aspirando aria attraverso il SoC.

La tecnologia xMEMS può combinare più ventole MEMS quando serve dissipare grandi quantità di calore, come nei chip per AI.

<https://xmems.com/>



Mini-elettrolizzatori per l'idrogeno verde

L'idrogeno generato per elettrolisi utilizzando elettricità da fotovoltaico potrebbe sostituire ampiamente i combustibili fossili in futuro, contribuendo a ridurre le emissioni di carbonio; il problema è il costo del procedimento. Ora nel progetto di ricerca congiunto Neo-PEC, gli esperti del Fraunhofer Institute tedesco hanno sviluppato un elettrolizzatore tandem autosufficiente e affidabile, di ridotte dimensioni, sfruttando l'uso diretto dell'energia solare per scindere l'acqua utilizzando quella che viene chiamata una cella fotoelettrochimica (PEC). Il lavoro del Fraunhofer Institute ruota intorno ad un modulo PEC tandem, ottenuta rivestendo del vetro float standard con materiali semiconduttori su entrambi i lati. Quando la luce solare colpisce il vetro, un lato del modulo assorbe la luce a lunghezza d'onda corta. Allo stesso tempo, la luce a lunghezza d'onda lunga attraversa lo strato superiore del vetro e viene assorbita sul lato opposto. Il modulo rilascia idrogeno sul lato opposto (catodo) e ossigeno sul lato superiore (anodo).

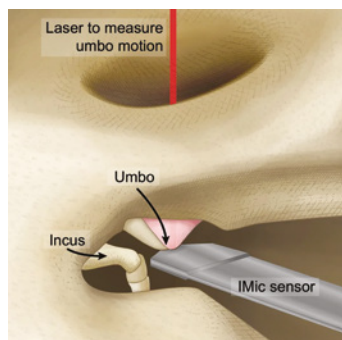
Il risultato è un reattore con una superficie attiva di mezzo metro quadrato. Separato dall'ossigeno, genera l'idrogeno, che può essere catturato direttamente. Attualmente, un singolo modulo esposto a condizioni di irraggiamento solare tipiche dell'Europa può generare oltre 30 chilogrammi di idrogeno all'anno su 100 metri quadrati. Con questa resa, installato a bordo di un veicolo a idrogeno, il reattore consentirebbe una percorrenza da 15.000 a 20.000 chilometri.

I partner del progetto hanno già condotto numerosi test sul campo che hanno dimostrato un funzionamento stabile e regolare sia del modulo che delle interconnessioni.

www.fraunhofer.de

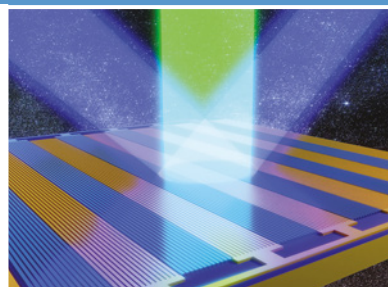
Il microfono impiantabile nell'orecchio

Gli impianti cocleari hanno contribuito a migliorare l'udito di oltre un milione di persone in tutto il mondo; tuttavia, gli impianti cocleari oggi sono solo parzialmente impiantati e si basano su hardware esterno che in genere si trova sul lato della testa. Ciò condiziona la vita dei portatori, che non possono, ad esempio, nuotare, fare esercizio o dormire mentre indossano l'unità esterna. Ora però dei ricercatori di MIT, Massachusetts Eye and Ear, Harvard Medical School e Columbia University ha prodotto un microfono impiantabile che funziona come i microfoni per apparecchi acustici esterni: è formato da materiale piezoelettrico biocompatibile e si applica alla parte inferiore del timpano; è



abbinato a un amplificatore a basso rumore che migliora la qualità dell'ascolto. I microfoni completamente impiantabili offrono molti vantaggi, ma la maggior parte di quelli in fase di sviluppo ha difficoltà a catturare suoni deboli e alte frequenze. Quello in questione, invece, è applicato all'umbo, una parte dell'orecchio medio che vibra con escursione di pochi nanometri. Il microfono misura 3x3 mm ed è composto da due strati di polivinilidene difluoruro (PVDF) applicati ai lati di un circuito stampato flessibile, creando una struttura grande come un chicco di riso spesso 200 micron.

<https://news.mit.edu>



Nanoantenne scompongono e dirigono la luce

Un team di ingegneri della Caltech (California - USA) ha costruito una metasuperficie modellata con nanoantenne sintonizzabili in grado di riflettere un fascio di luce in arrivo scomponendolo in più raggi di luce uscenti, ognuno con frequenze ottiche diverse e che vanno in direzioni diverse. Ciò apre la strada a un nuovo tipo di canale di comunicazione wireless, ma anche a tecnologie di telemetria potenzialmente nuove e persino un nuovo modo per trasmettere grandi quantità di dati da e verso lo spazio. I dispositivi multistrato simili a transistor sono progettati con un modello attentamente selezionato di antenne in nanoscala che possono riflettere, disperdere o altrimenti controllare la luce. Questi dispositivi possono focalizzare la luce o rifletterla in base a come sono strutturati (lenti o specchi) gli elementi in nanoscala sulla superficie.

Il dispositivo del Caltech ha un nucleo di 120x120 micron funzionante in riflessione a frequenze ottiche utilizzate per le telecomunicazioni, in particolare a 1.530 nanometri, migliaia di volte sopra le radiofrequenze. Le antenne sono d'oro, con uno strato semiconduttore sottostante elettricamente sintonizzabile di ossido di indio e stagno. Sottoposte a tensione, possono modulare localmente la densità di elettroni nello strato semiconduttore sotto ogni antenna, modificandone l'indice di rifrazione.

<https://www.caltech.edu>

Il cane robot pulisce le spiagge

A volte vedendo un cane in spiaggia pensiamo che possa sporcarla; invece quello robot dell'Istituto Italiano di Tecnologia la pulisce, come dimostrato in un esperimento condotto a Genova, dove ha rimosso i mozziconi di sigaretta. Il robot si chiama VERO (Vacuum-cleaner Equipped ROBot) e si basa su un AlienGo di Unitree, con un aspirapolvere commerciale montato sulla schiena. I tubi vanno dall'aspirapolvere lungo la gamba fino a ciascun piede, con un ugello personaliz-

zato stampato in 3D. Un operatore traccia un'area da pulire e dopo aver calcolato il percorso, il robot utilizza le telecamere di bordo e una rete neurale per rilevare i mozziconi di sigaretta, che aspirerà portando il piede accanto a ciascuno, mentre si mantiene stabile (task prioritario) su vari tipi di suolo. La manovra di raccolta finale è messa a punto utilizzando una telecamera di profondità.

<https://www.iit.it/>



Non lasciare la tua casa incustodita!

Allarme evoluto WiFi-GSM/GPRS controllabile da remoto



€119,00

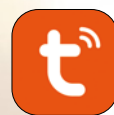
Cod. FR783



Controllabile con:



Smart Life



Tuya Smart



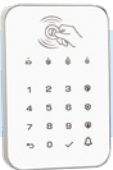
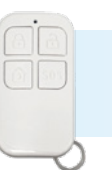
Amazon Alexa



Google Home

Centralina antifurto wireless programmabile, controllabile da remoto tramite Smartphone sfruttando la rete GSM/GPRS o Wi-Fi e direttamente con Amazon Alexa o Google Home. Le App "Smart Life" o "Tuya Smart" permettono di configurare e gestire il funzionamento dell'allarme in ogni suo dettaglio. È possibile aggiungere sensori ed accessori opzionali per coprire fino a 99 zone. La confezione comprende: la centralina, due radiocomandi, un sensore wireless per porte/finestre, un sensore PIR wireless, due chiavi TAG RFID, la batteria di backup e l'alimentatore di rete. Manuale di utilizzo in italiano.

Accessori opzionali:

								
€32,00 Cod. FR783KEY	€34,00 Cod. FR783PIREXT	€14,00 Cod. FR783PIR	€11,00 Cod. FR783MAGN	€5,00 Cod. FR783TAG	€19,00 Cod. FR783SMOKE	€9,00 Cod. FR783RAD	€29,00 Cod. FR783SIR	€72,00 Cod. FR783SIREXT

Prezzi IVA inclusa

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE

L'area R&D di Futura Group studia, progetta e realizza prototipi per differenti settori utilizzando tecnologie innovative. Il team Futura Group è composto, oltre che dal personale dei nostri laboratori tecnici, anche da un numero elevato di collaboratori esterni, ciascuno specializzato nel proprio settore.



SERVIZIO DI REALIZZAZIONE PCB

Grazie al Servizio di realizzazione PCB potrai ricevere i tuoi circuiti stampati semplicemente caricando sul nostro sito il tuo Gerber e scegliendo le dimensioni e le caratteristiche preferite. È possibile ordinare schede a una singola faccia oppure multistrato, scegliendo anche il colore del solder.



Trasformiamo le tue idee in realtà!

FUTURA ELETTRONICA È IL TUO PARTNER DI RIFERIMENTO PER MOLTEPLICI SERVIZI.
I NOSTRI TECNICI SONO A TUA DISPOSIZIONE PER FORNIRE TUTTE LE INFORMAZIONI
E UNA VALUTAZIONE PERSONALIZZATA IN BASE ALLE TUE NECESSITÀ.

SERVIZIO TAGLIO LASER

Futura Elettronica offre la possibilità di realizzare mediante taglio laser i tuoi progetti in plexiglass (o metacrilato) con spessore massimo di 10 mm e con dimensioni massime lavorabili di 130x90 cm. Carica sul nostro sito il tuo file .DXF, scegli le dimensioni e le caratteristiche preferite.



SERVIZIO STAMPA 3D

Futura Elettronica mette a disposizione le proprie stampanti 3D FDM (fused deposition modeling), per chi intende realizzare un oggetto tridimensionale con dimensioni fino a 40x40x40 cm partendo da un modello 3D digitale. Carica sul nostro sito il tuo file .STL, scegli le dimensioni e le caratteristiche preferite.



**FUTURA
ELETTRONICA®**

www.futurashop.it

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

Affidabilità e precisione!

Generatore di segnali con frequenzimetro 2 CH - 60 MHz



cod. JT-JDS6600B

€ 178,00

VERSIONE

**JOY-IT & FUTURA
ELETTRONICA**

CON MANUALE D'USO IN ITALIANO

- Canali: 2
- Frequenza max. di uscita: 60 MHz
- Frequenza di campionamento: 100 MSa/s
- Forme d'onda standard: sinusoidale, quadra, rampa, triangolare, impulso, noise, arbitraria, impulso di Lorenz, aumento/diminuzione esponenziale, CMOS
- Interfaccia: USB
- Display: 2.4" TFT LCD colori

Accessori inclusi



Prezzo IVA inclusa.

ROME

Maker Faire

THE EUROPEAN EDITION

In collaborazione con

madeinitaly.gov.it



ITA
ITALIAN TRADE AGENCY
PSE - Istituto per la promozione di prodotti e
l'internazionalizzazione delle imprese italiane

Con il supporto di

ROMA

In partnership

INAIL
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO



UNIONCAMERE



DINTEC
CONSORZIO PER L'INNOVAZIONE
TECNOLOGICA



punto
impresa
digitale



IC
Innovare e Crescere

Gemelli



Fondazione Polidiana Universitario Agostino Gemelli (FUCG)
Università Cattolica del Sacro Cuore

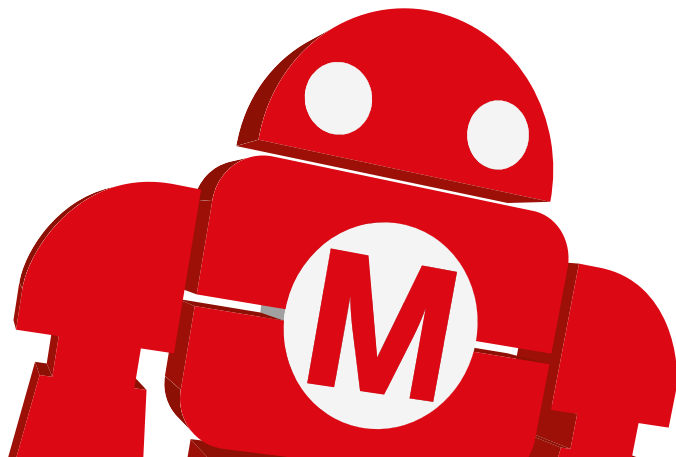


UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Maker Faire

by Camera di Commercio
Roma

{ 25 - 27 OTTOBRE 2024 }
GAZOMETRO OSTIENSE



Main Partner



Gold Partner



DigiKey



Terna
Driving Energy



MAIRE

Silver Partner



MELOPERO



Raspberry Pi



PRUSA
RESEARCH
by JOSEF PRUSA

Fan

Technical Media Partner



FUTURA
ELETTRONICA
WWW.FUTURANET.IT

Licensed by

Make:
makeco