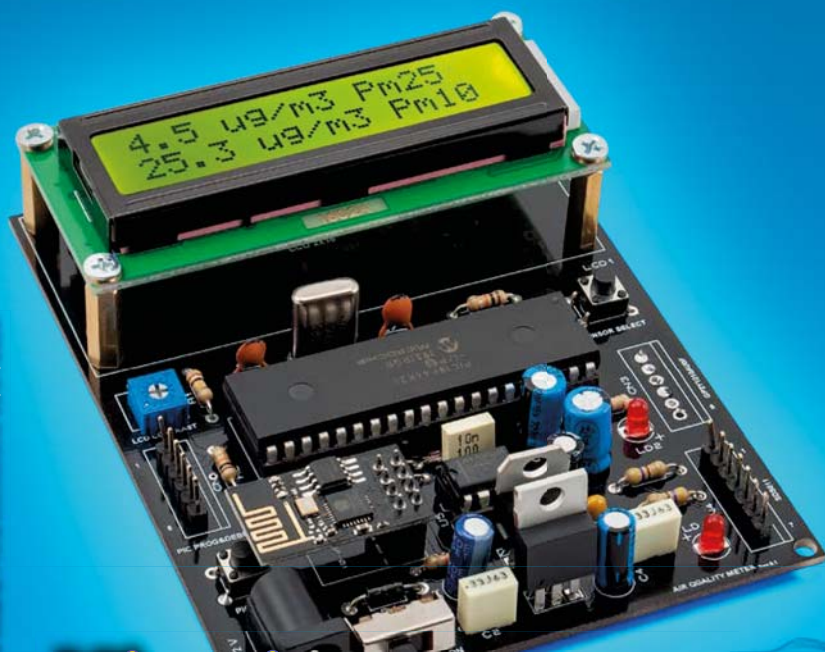


Elettronica In

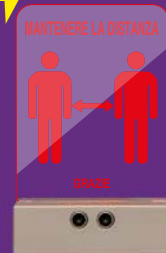
www.elettronica.in.it

€ 6,00 - Anno XXVI - n. 246 - LUGLIO / AGOSTO 2020



Misuriamo la qualità dell'aria

**Distance Alert,
rispetta la distanza
di sicurezza**



**Oroscopio, l'ora e la data
nell'oscilloscopio**



■ OBD, in pratica

■ Sound Wall:
creiamo musica
con le mani

■ Sistema di
controllo livello
liquidi

■ Stampa 3D a ciclo
continuo

■ LED racing, fai
correre la luce



Controlla tutto tramite App, Alexa, IFTTT e Google Assistant!



Interruttore Wi-Fi

Consente di attivare e disattivare un carico (luci o dispositivi elettronici) funzionante a 220 VAC con un assorbimento massimo di corrente di 10 A, come luci, ventilatori, stufe elettriche e tutto ciò che funziona con la rete domestica. Può essere controllato tramite smartphone o tablet, installando l'App "Smart Life" o "TUYA Life" per iOS o Android, oppure può anche tramite Amazon Alexa, Google Assistant e IFTTT.

€7,90

Cod. FR775

Installabile in scatole
di derivazione
o porta frutto



€19,90

Cod. FR776



Micro interruttore Wi-Fi a 1 canale

Modulo interruttore compatto Wi-Fi che consente di attivare e disattivare un carico (luci o dispositivi elettronici) funzionante a 220 VAC con un assorbimento massimo di corrente di 10 A. Può essere controllato sia tramite App (Smart Life o Tuya Smart) installata su smartphone, tablet, ecc. sia tramite Amazon Alexa, Google Assistant e IFTTT. Il modulo viene fornito completo di supporto rimovibile per guida DIN.

Disponibile anche a 2 canali con corrente
massima di 5A per canale
cod. FR777 **€29,90**



Prezzi IVA inclusa.

€24,90

Cod. FR778



Telecomando Wi-Fi, IR

Dispositivo IR e Wi-Fi che permette tramite l'App "Smart Life o Tuya Life" di trasformare il vostro smartphone/tablet in un telecomando in grado di sostituire tutti i telecomandi IR utilizzati per controllare i dispositivi comunemente presenti in casa (condizionatori d'aria, TV, ventole, DVD e molti altri). Può essere controllato sia tramite App (Smart Life o Tuya Smart) sia tramite Amazon Alexa o Google Assistant.

Presa smart Wi-Fi

Controllabile con App, Amazon Alexa, Google Assistant e ifttt, per accendere/spegnere qualsiasi dispositivo ad essa collegato. Dispone di funzione timer, sistema per il monitoraggio del consumo di energia elettrica. La presa è in grado di supportare un carico complessivo di 3400W e una corrente massima di 16A.



€21,90

Cod. FR779



Il coraggio di scegliere il Sole

Pochi giorni fa è stato presentato il piano Colao per il rilancio dell'economia del nostro Paese dopo la tragedia del Coronavirus.

Un piano molto controverso con tante (forse troppe) iniziative e con, ancora una volta, troppi finanziamenti a pioggia. Nulla da eccepire per quanto riguarda la spinta alla digitalizzazione del Paese e il sostegno all'innovazione; altrettanto apprezzabile l'impegno per combattere i cambiamenti climatici e il sostegno alla diffusione delle rinnovabili. Anche in questo caso, però, questo impegno si manifesta con provvedimenti scarsamente incisivi e troppo generici.

A livello industriale c'è bisogno di concentrare investimenti e risorse su pochi e

significativi fronti, che possano realmente produrre un salto di qualità sul piano economico, sociale e, perché no, anche culturale.

A nostro avviso uno di questi

Immaginare che l'Italia diventi un Paese in grado di produrre 50-100 GW di pannelli fotovoltaici all'anno non è poi così lontano dalla realtà.

dovrebbe essere il sostegno allo sviluppo di una forte industria fotovoltaica nazionale, che possa affermarsi a livello mondiale e non solo locale. Un'industria in grado di competere con i maggiori produttori mondiali e consentire una diffusione nazionale del fotovoltaico tale da rendere l'Italia uno dei primi paesi al mondo con l'energia elettrica proveniente al 100% da fonti rinnovabili. Lo sviluppo di questa industria dovrebbe viaggiare di pari passo con quella dei sistemi di accumulo, piccoli e grandi, indispensabili nel caso di scelta del fotovoltaico come fonte energetica primaria.

Pura utopia? Niente affatto. A causa della mancanza di materie prime, l'Italia è sempre stato un Paese trasformatore con forte vocazione industriale, e come materia prima l'industria del fotovoltaico utilizza solamente sabbia e terre "rare" (ma non così... rare). Le competenze non mancano, quello che serve è sicuramente una forte volontà politica, investimenti adeguati e magari, in una prima fase, anche qualche incentivo a livello nazionale. Immaginare che l'Italia diventi un Paese in grado di produrre 50-100 GW di pannelli fotovoltaici all'anno non è poi così lontano dalla realtà. Così come non è strano immaginare un Paese alimentato completamente dal sole: l'irraggiamento non manca e, fortunatamente, già ora abbiamo sufficienti bacini idrici per fornire energia elettrica durante le ore di buio. Naturalmente da cosa nasce cosa: la mobilità elettrica diventerebbe presto la normalità con le batterie delle vetture che entrerebbero a fare parte di una rete globale di accumulo e con il riscaldamento delle abitazioni che, aiutato da migliori forme di isolamento termico, potrebbe anch'esso essere garantito dall'energia elettrica. Una transizione epocale basata non solo sul capitale finanziario ma anche sul capitale umano, necessario in tutte le fasi di questa trasformazione e nel successivo mantenimento del nuovo sistema energetico. Se Elon Musk pensa di mandare entro dieci anni un uomo su Marte (e ci riuscirà sicuramente), è così difficile immaginare, a breve, di poter vivere e viaggiare sfruttando esclusivamente l'energia del Sole?



In copertina:
Quanto è inquinato
l'ambiente che ci circonda?
Ce lo indica questo
strumento che sfrutta un
sensibile sensore.

Arsenio Spadoni
Arsenio Spadoni

@arsenio.spadoni@elettronica.in



Elettronica In

Rivista mensile, anno XXVI n. 246

LUGLIO / AGOSTO 2020

EDITORIALE

Direttore Responsabile

Arsenio Spadoni

@arsenio.spadoni@elettronica.in

Redazione

Stefano Garavaglia, Paolo Gaspari,
Boris Landoni, Davide Scullino,
Gabriele Daghetta

@redazione@elettronica.in

Grafica

Alessia Sfulcini

@alessia.sfulcini@elettronica.in

Ufficio Pubblicità

Monica Premoli (0331-752668)

@monica.premoli@elettronica.in

Ufficio Abbonamenti

@abbonati@elettronica.in

abbonati@elettronica.in

Direzione, Redazione, Pubblicità

FUTURA GROUP srl - Divisione Editoriale
via Adige 11 - 21013 Gallarate (VA)

Tel. 0331-752668

Abbonamenti

Annuo 10 numeri Euro 45,00

Annuo 10 numeri digitale Euro 39,00

Le richieste di abbonamento vanno inviate a:

FUTURA GROUP srl
via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)

Tel. 0331-752668

oppure tramite il sito

<https://www.elettronica.in/abbonamenti/>

Distribuzione per l'Italia

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

via Bettola 18 - 20092 Cinisello Balsamo (MI)

Tel. 02-660301 Fax 02-66030320

Stampa

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

Tiratura
18.000 copie



Mensile
associato all'USPI,
Unione Stampa
Periodica Italiana

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

Prezzo di copertina Euro 6,00.

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

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

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

Impaginazione ed immagini sono realizzati in DeskTop Publishing
con programmi Adobe InDesign e Adobe Photoshop per Windows.
Tutti i contenuti della Rivista sono protetti da Copyright.

Ne è vietata la riproduzione, anche parziale, la traduzione e più in
generale la diffusione con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione
scritta da parte dell'Editore. I circuiti, il firmware ed il software
descritti sulla Rivista possono essere realizzati solo per uso
personale, ne è proibito lo sfruttamento a carattere commerciale
e industriale. Tutti possono collaborare con Elettronica In. L'invio
di articoli, materiale redazionale, programmi, traduzioni, ecc.
implica da parte del Collaboratore l'accettazione dei compensi e
delle condizioni stabilite dall'Editore (www.elettronica.in/ase.pdf).
Manoscritti, disegni e foto non richiesti non verranno in alcun caso
restituiti. L'utilizzo dei progetti e dei programmi pubblicati non
comporta alcuna responsabilità da parte della Società Editrice.

© 2020 Futura Group srl

Futura
Group
Edizioni

Contenuti

01

RUBRICHE

- 01 Editoriale
- 05 Q&A Questions & Answers
- 09 Embedded IoT
Digital Transformation of Things
- 13 Componenti & Sistemi
- 17 Appuntamenti & Eventi
- 122 Scienza & Tecnologia
- 126 Fonti Rinnovabili

Progetto di Copertina

AIR QUALITY METER

50



Didattica
OBD,
in pratica

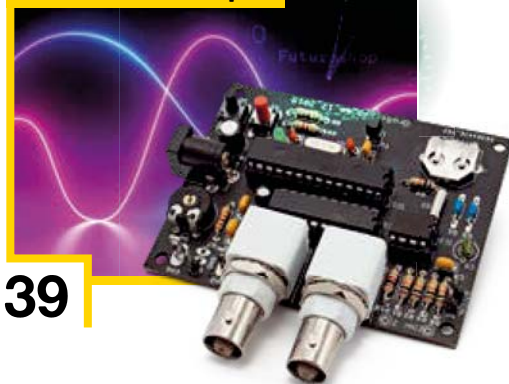
23



Laboratorio

Oroscopio: l'ora e la data
nell'oscilloscopio

39



23

ARTICOLI

DIDATTICA

23

OBD, in pratica

Vediamo come effettuare una diagnosi a bordo di un'autovettura sfruttando strumenti di facile utilizzo e reperibilità.

HOME PROJECT

31

LED Racing, fai correre la luce

Gareggiamo in prontezza di riflessi con un gioco per 5 concorrenti, dove più rapidamente premiamo il nostro pulsante, prima il nostro punto luminoso arriva al traguardo.

Home Project

LED Racing,
fai correre la luce



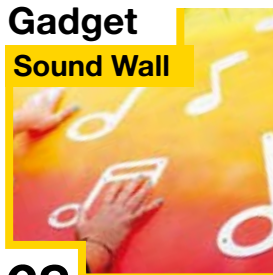
31



Mondo 3D
Stampa solida
a ciclo continuo

81

Gadget
Sound Wall



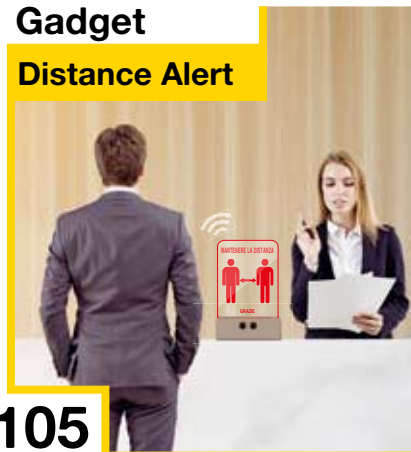
68

Didattica
Corso LoRa



111

Gadget
Distance Alert



105

Networking
Water Level Controller

93



39 **LABORATORIO** **Oroscopio: l'ora e la data nell'oscilloscopio**

RTC quarzato in grado di visualizzare, sullo schermo di un oscilloscopio analogico, la data completa e l'orario in formato numerico, analogico a lancette, ma anche digitale in esadecimale o binario.

50 **HI-TECH** **Air Quality Meter**

Strumento per misurare la qualità dell'aria nell'ambiente.

68 **GADGET** **Sound Wall: creiamo musica con le mani**

Disponiamo delle note di lamina metallica su un pannello e suoniamo la nostra musica toccandole, dando vita a una melodia nata da uno strumento davvero originale.

81 **MONDO 3D** **Stampa solida a ciclo continuo**

Assembliamo e impariamo a utilizzare la stampante Silver Belt realizzando i nostri primi pezzi con l'innovativa tecnica della stampa a 45°. Seconda puntata.

93 **NETWORKING** **Water Level Controller**

Teniamo sotto controllo il livello di liquidi mediante un sistema basato sull'Internet delle cose che implementiamo utilizzando la piattaforma Mercury e che si appoggia alla connettività WiFi.

105 **GADGET** **Distance Alert**

Manteniamo il distanziamento sociale con un segnalatore acustico e ottico che ci avverte quando ci stiamo avvicinando troppo al bancone di un negozio, di un chiosco o a uno sportello.

111 **DIDATTICA** **Capire e usare LoRa**

Conosciamo approfonditamente la tecnologia LoRa/LoRaWAN per l'uso specifico di dispositivi in ambito IoT, appoggiandoci a un hardware che realizza un end-device LoRa. Prima puntata.

Where are you?

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.



Prezzi IVA inclusa.

LOCALIZZATORE GPS/GSM/GPRS CON ASCOLTO AMBIENTALE

Segui in tempo reale, tramite browser e APP gratuita, il percorso di veicoli e persone! Oltre a visualizzare i movimenti del tuo veicolo in tempo reale, potrai controllare la velocità, la direzione e i punti di sosta. Il localizzatore permette anche di gestire una flotta di autoveicoli con un unico account. Dispone di batteria ricaricabile agli ioni di litio da 6.000 mA che fornisce un'autonomia prolungata nel tempo (fino a 30 giorni in standby). Grazie al potente magnete di cui è dotato, è possibile fissarlo su superfici metalliche.



cod. FR763

€ 74,00



MICRO LOCALIZZATORE SATELLITARE GPRS/GSM

Tutto sotto controllo con il nuovo micro localizzatore GPRS/GSM. Per attivarlo basta inserire una SIM di qualsiasi operatore; inviando un SMS potrai attivare l'ascolto ambientale oppure ricevere un link con le coordinate che indicano la posizione in tempo reale del localizzatore. Dispone di batteria agli ioni di litio ricaricabile. Ideale per tenere sotto controllo la posizione di autoveicoli, persone, cose, animali domestici, bagagli, ecc. La confezione comprende: il micro localizzatore, il cavetto USB-micro USB per la ricarica della batteria e le istruzioni in italiano.

Dimensioni: 43,2x32x14 mm.
Peso: 20 grammi.



cod. A8TRACK

€ 14,00



LOCALIZZATORE TASCABILE GPS/GSM/GPRS

Ideale per la localizzazione personale e veicolare. Può inviare le proprie coordinate (latitudine e longitudine) via SMS verso telefoni cellulari, oppure, tramite tecnologia GPRS, ad un computer opportunamente configurato. Dispone di microfono integrato e batteria ricaricabile.



cod. TK102

€ 54,00

Q & A

Dal GaN al Vertical GaN

Ho letto di ulteriori miglie alla tecnologia GaN. In cosa consistono esattamente?

Mario Luna > Roma

R: Non ancora sfruttata completamente, la tecnologia GaN (Gallium nitride = nitrato di gallio) offre rispetto ad altri semiconduttori, una elevata frequenza di commutazione, una elevata tensione di rottura e, soprattutto, una altissima densità di energia, 1000 volte superiore al silicio e tre volte superiore al SiC (carburo di silicio). È anche in grado di resistere a temperature elevate e di funzionare con altissime frequenze di commutazione nelle condizioni più estreme. Una delle più recenti evoluzioni in questo ambito è la tecnologia Vertical GaN che consente ulteriori miglioramenti nell'efficienza della

Queste pagine sono dedicate alle richieste, ai suggerimenti ed alle segnalazioni dei lettori.

Raccomandiamo, per quanto possibile, di proporre argomenti di interesse generale.

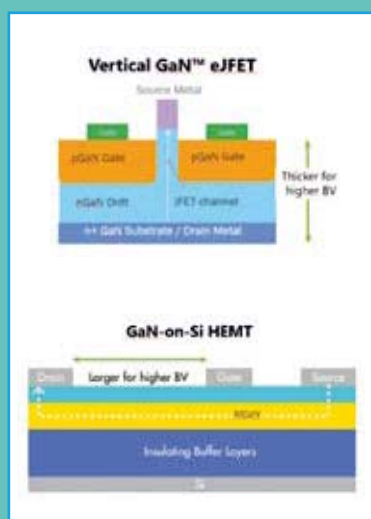
Contattateci all'indirizzo: redazione@elettronica.it

conversione di potenza. I dispositivi al nitrato di gallio (GaN) possono essere creati su strati GaN cresciuti eteroepitassialmente, op-

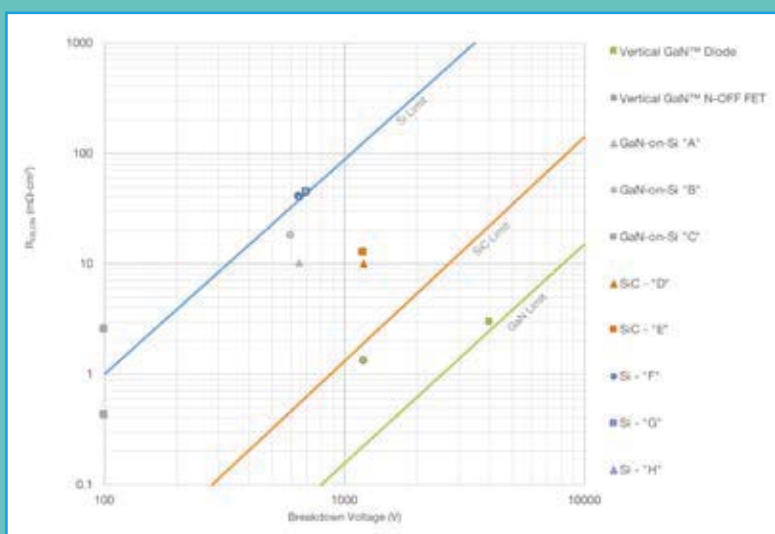
pure su substrati diversi come silicio (Si) e carburo di silicio (SiC), o coltivati omoepitassialmente su substrati GaN.

La mancata corrispondenza reticolare tra GaN e Si o SiC porta a dislocazioni indotte da stress che alterano e degradano le proprietà elettriche del GaN e sono la fonte di tensioni di rottura e scarsa affidabilità. Strati di dispositivi spessi ($> 10\mu\text{m}$) a crescita epitassiale su materiali con reticolo e coefficiente di dilatazione termica (CTE) non corrispondenti, provocano screpolature e rotture. Nel caso di GaN-on-GaN, invece, sia reticolo che dilatazione termica sono perfettamente abbinati. Di conseguenza, strati molto spessi di GaN possono essere cresciuti epitassialmente su substrato GaN sfuso che consente la fabbricazione di dispositivi ad alta tensione di rottura.

La tecnologia GaN verticale si basa appunto su GaN cresciuto omoepitassialmente su substrati GaN. La **Figura 1** mostra gli schemi



↑ Fig. 1 - Schema di GaN verticale VJFET e GaN-on-Si HEMT. Le linee tratteggiate indicano il percorso di conduzione elettronica.



↑ Fig. 2 - Confronto delle prestazioni di Vertical GaN VJFET rispetto ai dispositivi Si, SiC e GaN-on-Si. Nessun altro sistema di materiali è in grado di garantire le prestazioni della tecnologia GaN verticale di NexGen Power Systems.

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

del transistor ad effetto di campo a giunzione verticale GaN (VJFET) e del tradizionale transistor ad alta mobilità elettronica (HEMT) GaN-on-Si. Nel caso di GaN verticale, il substrato e gli strati epitassiali sono entrambi GaN con densità di difetto estremamente basse. Per un ridimensionamento della tensione di interruzione più elevata in Vertical GaN VJFET, lo spessore di deriva viene aumentato senza penalità in area 2-D. NexGen Power Systems – la società che ha messo a punto questa tecnologia – ha dimostrato con successo spessori di deriva > 40µm che producono diodi con tensione di rottura > 4000V e resistenza di accensione specifica 2,8mΩ x cmq. Per lo stesso RDS, ON, la dimensione del die GaN è 4 volte più piccola di HEMT GaN-on-Si nel caso di BV = 600 V e sette volte più piccola nel caso di BV = 1200 V.

La **Figura 2** mostra il diagramma della tensione di rottura rispetto alla resistenza specifica allo stato ON per quattro diversi tipi di materiali: GaN verticale, GaN-on-Si, Si e SiC. La regione ideale è il quadrante in basso a destra (DS basso, ON e BV alto).

Il navigatore funziona anche senza GPS

Ho notato che il navigatore della mia vettura continua a funzionare perfettamente anche in assenza di segnale GPS, nelle gallerie molto lunghe o in certi tratti in centro città. Come è possibile?

Duilio Rocca > Verona

R: Tutte le moderne autovetture sono dotate di una serie di sensori in grado di rilevare le prestazioni della vettura istante per istante: velocità, accelerazione e direzione. Dati che vengono inviati al navigatore in sostituzione del GPS fuori uso. La precisione di questi

sensori fa sì che il navigatore sia in grado di fornire una indicazione molto precisa anche dopo molti minuti dal blackout. Di solito si tratta di sensori di tipo micro-elettro-meccanici, o sensori MEMS. Per generare dati ad alta precisione sul movimento del veicolo, recentemente Bosch ha introdotto sul mercato un nuovo modello che racchiude due di questi piccolissimi ed estremamente sensibili sensori: uno per la misura dell'accelerazione del veicolo, l'altro per la misura della velocità d'imbardata. Il punto di forza del SMI230 di Bosch sta proprio in questa combinazione: la coppia di sensori garantisce un ottimo grado di precisione e riesce a rilevare i cambiamenti nel movimento del veicolo in modo straordinariamente rapido.

Grazie ai dati rilevati dal sensore SMI230, la visualizzazione della mappa si sposta con fluidità seguendo il movimento del veicolo. Lo stesso vale per le situazioni in cui il sistema di navigazione perde completamente l'orientamento a causa di un segnale satellitare interrotto. Il sensore Bosch fornisce una soluzione ai punti ciechi della navigazione GNSS e aiuta a determinare con precisione la posizione del veicolo anche quando il segnale satellitare è debole, e dà indicazioni su come procedere lungo il percorso al momento opportuno. Per farlo, il sistema di navigazione analizza costantemente i cambiamenti di direzione e la velocità del veicolo, in base a quanto rilevato dal sensore Bosch, e trasmette la posizione del veicolo alla mappa di navigazione. L'acquisizione dei dati è così precisa che la visualizzazione della posizione del veicolo rimane affidabile anche in assenza prolungata di segnale satellitare. Le funzionalità del sensore MEMS di Bosch SMI230 non solo migliorano la navigazione, ma la rendono anche ideale per l'utilizzo nella gestione di flotte

e sistemi di pedaggio, poiché anche in queste situazioni sono necessari rilevatori di movimento precisi. Inoltre, il sensore è adatto per l'impiego nei sistemi di allarme dei veicoli, perché è in grado di rilevare vibrazioni e urti. Se avviene un incidente, rilevabile attraverso valori di accelerazione particolarmente negativi (collisione) o grande movimento rotazionale (ribaltamento), i dati del sensore possono azionare il sistema automatico di chiamata d'emergenza eCall.

FWA, Fixed Wireless Access, facciamo un po' di chiarezza

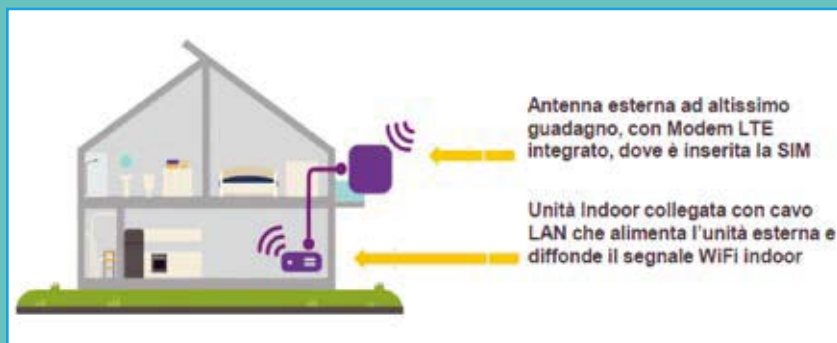
Ho letto che Facebook sta per lanciare la nuova tecnologia wireless a banda larga Terragraph sviluppata con Nokia e Qualcomm. Di cosa si tratta esattamente, di una nuova rete cellulare? Di un nuovo sistema Wi-Fi?

Marco Boneschi > Milano

R: La tecnologia Terragraph fa parte di quella categoria di applicazioni wireless denominate FWA (Fixed Wireless Access) che hanno lo scopo di portare una connessione Internet a banda larga ad aziende e privati utilizzando un sistema senza fili, anziché un cavo fisico, un doppino di rame o una fibra ottica. L'acronimo FWA indica dunque un'architettura di rete più che una tecnologia. Se, come dicevamo poc'anzi, per portare una connessione via filo all'utente finale possiamo utilizzare un doppino di rame o un cavo di fibra ottica, per connettere l'utente ad Internet in modalità wireless possiamo utilizzare più soluzioni: la normale rete cellulare, una connessione WiMAX, Telegraph o altre tecnologie ancora, proprietarie o meno. In ogni caso, al giorno d'oggi, quando si



Fig. 1 - Il sensore SMI230 di Bosch rileva l'accelerazione e la velocità d'imbardata del veicolo.



↑ Fig. 1 - Soluzione FWA TIM.

parla di portare una connessione Internet a casa dell'utente, si intende sempre una connessione a banda larga, simile a quella garantita dalla fibra o dai suoi surrogati. Quindi di almeno 30-100 Mbps. Ma perché le onde radio al posto del cavo? In linea di massima perché la posa di una connessione fisica, fibra o doppino, richiede enormi sforzi in termini economici, lunghe tempistiche per la richiesta dei permessi nonché costi di manutenzione. Spesso questi sforzi risultano sproporzionati per offrire connettività a zone scarsamente abitate, frazioni con poche case e vallate sperdute. In questi casi è molto più conveniente impiegare una connessione wireless. Ma anche nelle zone con elevata densità di popolazione può convenire sfruttare la connessione wireless anziché il cavo fisico, magari facendo ricorso a strutture già esistenti (la rete cellulare GSM) o sfruttando reti come quella pensata da Facebook in grado, con una singola cella, di raggiungere migliaia di clienti. La possibilità di utilizzare la connessione wireless per fornire connettività Internet in zone densamente abitate è ora resa possibile dall'elevata banda offerta dalle nuove tecnologie, LTE, LTE Advanced e, in prospettiva, dal 5G. Attualmente sia Vodafone che TIM offro-

no connessioni FWA che sfruttano i loro ponti e che garantiscono un discreto funzionamento nelle zone di copertura. Si tratta dell'evoluzione delle cosiddette "saponette" utilizzate fino a pochi anni fa. L'apparecchiatura fornita dal gestore utilizza una SIM dati e si connette alla rete LTE creando poi una rete Wi-Fi interna e mettendo a disposizione anche un paio di porte LAN. Qualcosa di molto simile ad una connessione Tethering realizzata con uno smartphone. Questi sistemi funzionano bene anche nelle zone con scarsa copertura cellulare in quanto, in questi casi viene utilizzata un'antenna ad elevato guadagno posta all'esterno dell'appartamento. Un'ottima soluzione non solo per le zone ad elevata densità, dunque, ma anche per le aree "borderline" che avrebbero richiesto l'impiego di connessioni cablate. Naturalmente questa architettura FWA trarrà grande vantaggio con l'avvento della tecnologia 5G che garantirà una banda dieci volte superiore all'attuale. Per garantire copertura anche alle zone dove il segnale cellulare non arriva, vengono utilizzate reti wireless ad hoc come quella di Linkem o di Eolo. Quest'ultimo provider ha iniziato l'attività sfruttando la tecnologia HiperLAN per poi passare al WiMAX (IEEE 802.16e) ed infine

alla tecnologia proprietaria EOLowave. Quest'ultima ha la particolarità di essere una rete di accesso fisso con collegamenti in linea di vista. È una rete più simile a tanti "ponti radio dedicati" che ad una rete mobile.

Il sistema EOLowave è in grado di gestire flussi spaziali multipli sulla stessa frequenza, ciascuno in grado di trasportare circa 130 Mb/s di traffico utente in un canale di 20 MHz. La tecnica del MU-MIMO permette, infatti, di moltiplicare le prestazioni del singolo settore sfruttando la distribuzione spaziale degli utenti all'interno dell'area di copertura. Il throughput di settore risultante è compreso tra 260 e 390 Mb/s, corrispondenti ad un'efficienza spettrale tra i 13 e i 19 bps/Hz, valore che rappresenta il punto più alto raggiunto dalla tecnologia punto-multipunto attualmente disponibile nel mercato.

In conclusione, l'architettura FWA si pone come una validissima alternativa in termini di costo e prestazioni alla connessione cablatà, specie per quanto riguarda l'"ultimo miglio", sia in zone densamente popolate che in zone rurali.

↓ Fig. 2 - Soluzione FWA Facebook Terragraph.



RM ELETTRONICA

Forniture per hobbisti, scuole e industria,
vendita di prodotti per la connettività in fibra ottica

Distributore autorizzato:

**FUTURA
ELETTRONICA**

Via Val Sillaro 38 • 00141 Roma • Tel: +39.068104753 • rmelettronica@libero.it

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

Più sicurezza con le nuove telecamere **wifi**

Sicurezza subito, installazione facile e veloce!



cod. FR769

€ 73,00

Telecamera WiFi motorizzata

- › Sensore d'immagine CMOS 2Mpx
- › Pixel effettivi 1920x1080
- › Ottica 3.6mm
- › 4 LED IR
- › 4 LED bianchi
- › Portata LED 30 metri
- › Funzione PAN/TILT con rotazione orizzontale di 320° e verticale di 90°
- › Compressione video H.264/H.264+H.265X
- › Microfono incorporato
- › Speaker
- › Funzione Motion Detection
- › Supporto ONVIF
- › Registrazione su SD-Card (da 8GB a 128GB)
- › Potenza assorbita 6W max
- › Alimentazione 12Vdc/2A (con adattatore di rete)
- › Dimensioni 160x107x107 mm
- › Peso 500 grammi

Prezzi IVA inclusa.

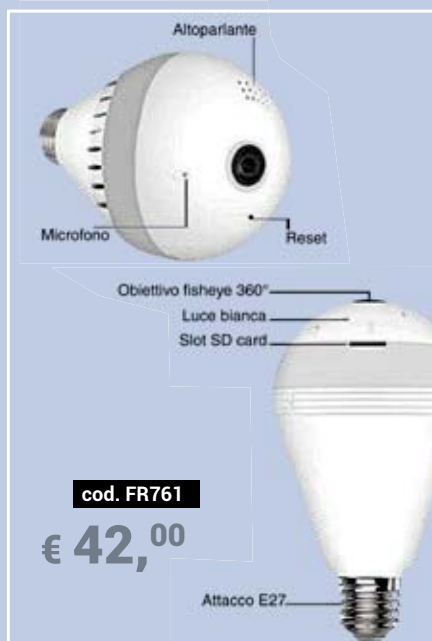


cod. FR724N

€ 98,00

Telecamera WiFi da 1.3 Mpx ad ottica fissa

- › Elemento sensibile 1/3 CMOS
- › ISP Hisilicon Hi3518E
- › Risoluzione 1.3 Mpx - 1280x1080p
- › Frame rate 1280x1080@25fps
- › Apertura angolare 110°
- › 6 LED IR da 850nm
- › Sensore PIR motion detection
- › Portata LED IR 6 metri
- › Alimentazione con 2 batterie 18650 (incluse)
- › Temperatura di lavoro da -20°C a 55°C
- › Dimensioni 95x53x80 mm
- › Peso 550g



cod. FR761

€ 42,00

Telecamera WiFi a 360° nascosta in una lampadina

- › Potenza lampadina 6W
- › Sensore di immagine da 2Mpx CMOS
- › Visuale di ripresa 360°
- › Definizione immagine 1080PH
- › Microfono bidirezionale per ascoltare e parlare direttamente attraverso la telecamera
- › Modulo Wi-Fi integrato
- › Night & Day con tecnologia IR-Cut
- › Registrazione su SD-Card (max 128GB)
- › Compressione video H.264
- › Funzione motion detection
- › Push di allarme e invio email
- › Peso: 200 g

Telecamera WiFi da 2Mpx con pannello solare e batteria

cod. FR767

€ 125,00



- › Sensore d'immagine FHD 1080P CMOS 1/2.7 PS5230
- › Risoluzione Video 1920x1080/15 fps 640x360/30 fps
- › Modalità Day/Night automatica
- › Illuminatore IR con LED IR da 850 nm e portata di circa 10 metri
- › Obiettivo 2G2P HD, F=2,8, con angolo di ripresa di 120°
- › Alimentazione con 2 batterie al litio tipo 18650 ricaricate tramite pannello solare
- › integrato
- › Formato di compressione video H264
- › Protocolli: Network TCP/IP, HTTP, TCP, UDP, SMTP; Wi-Fi 802.11b/g/n
- › Registrazione su SD-Card (da 4GB a 64GB)
- › Grado di protezione IP67
- › S.O. supportati: iOS10.0, Android 5.0 o superiore
- › Temperatura di funzionamento da -10°C a +50°C

cod. FR766

€ 42,00

Telecamera WiFi IP Dome Fisheye 360° con IR e sensore di movimento

- › Elemento sensibile CMOS colori 1/3", 2 Mpx
- › Risoluzione massima: 1920x1080
- › Obiettivo: 360° fisheye
- › Illuminatore IR: 3 LED
- › Portata: 10 m
- › Night&Day automatico
- › Motion detection con push di allarme
- › Porta Ethernet RJ45: 10/100Mbps
- › Protocolli: ONVIF 2.0, TCP/IP, HTTP, TCP, UDP, SMTP, FTP, DHCP, DNS, DDNS, NTP, UPnP, PPPoE, P2P
- › Sicurezza Wi-Fi: WPS encryption
- › Visione remota tramite Smartphone (Android)
- › Uscita video: IP
- › APP: IP PRO per Android scaricabile gratuitamente
- › Alimentazione 12 Vdc < 1A (con adattatore di rete non incluso)
- › Temperatura di lavoro: da -10°C a +50°C
- › Dimensione 15,2x16,5x 4 cm
- › Peso 250 g



Ancora una volta l'Intelligenza Artificiale scende in campo a fianco della clinica nella lotta al Covid-19: stavolta si tratta di un progetto chiamato AI-SCoRE (Artificial Intelligence Sars Covid Risk Evaluation) che aiuterà a diagnosticare rapidamente l'evolversi infausto della malattia. Allo scopo è stata allestita una piattaforma di Machine Learning capace di calcolare per ogni individuo la probabilità di sviluppare le forme più gravi di Covid-19, in modo da consentire interventi sanitari mirati e veloci che possano prevenire l'ospedalizzazione e ridurre l'impatto su un sistema sanitario che, come ha svelato la fase acuta dell'epidemia, non può reggerlo. Un algoritmo di Intelligenza Artificiale integrerà immagini diagnostiche, parametri clinici ed esami di laboratorio, stato infiammatorio e profilo genetico del paziente e del virus al momento del calcolo, per cercare di

› Ai e la diagnosi Covid-19



capire quali pazienti possono sviluppare la forma più grave e necessiterebbe di terapia intensiva. Il progetto è stato ideato dai professori Carlo Tacchetti e Antonio Eposito, docenti dell'Università Vita-Salute San Raffaele ed è stato supportato da Microsoft e NVidia insieme al Centro di Omics Sciences dell'IRCCS Ospedale San Raffaele, Orobix e Porini. AI-SCoRE si articola in tre fasi: la prima consiste nella raccolta dei dati di oltre 2000 pazienti reclutati fra Ospedale San Raffaele, Ospedale Bolognini di Seriate e Centro Cardiologico Monzino; la seconda nello sviluppo dell'algoritmo, che verrà addestrato per imparare a combinare i dati in modo "intelligente" per predire il rischio del singolo paziente. L'ultima fase è quella di test e validazione dell'algoritmo su un campione

di pazienti diverso da quello usato l'addestramento.

<https://news.microsoft.com/it-it/>

› PC embedded per Industria 4.0

Neosys Technology ha presentato la sua nuova serie di computer industriali fanless compatti Nuvo-7531, dotata di processore Intel 9th/8th-Core Core, quattro porte Gigabit Ethernet e USB con meccanismo screw-lock per bloccare i cavi anche nelle applicazioni che comportano forti vibrazioni e sollecitazioni meccaniche.

I computer embedded della serie Nuvo-7531 sono inseriti in robusti contenitori d'alluminio che fungono da dissipatore di calore, con un profilo ribassato di 212x165x63 mm e sono orientati all'automazione industriale, alla visione artificiale e alle applicazioni nei veicoli a guida autonoma.

Oltre alle quattro porte Gigabit Ethernet e alle altrettante USB3.1, i computer integrano due porte COM e un connettore per GPIO (4 canali Digital Input e 4 Digital OUT isolati). Prevedono uno slot per HDD hot-swap che consente di



sostituire a caldo l'unità di archiviazione senza spegnere il sistema o smontare lo chassis. Inoltre la serie Nuvo-7531 supporta tre slot mPCIe per l'espansione in modo da poter installare i moduli

WIFI o 3G/4G finalizzati alla connettività wireless e un socket M.2 2280 per lo storage aggiuntivo, oltre ad uscite +DVI-I + DP dual display port.

www.neosys-tech.com/en

› Arriva l'Internet delle finestre

La domotica si integra sempre più con l'IoT pervadendo ogni aspetto della casa e coinvolgendone tutti i sistemi; un esempio erano finestre e lucernari, che già in qualche modo potevano essere motorizzati per venire aperti e chiusi con comandi domotici eventualmente impartiti a distanza. Oggi questo controllo si è evoluto, come dimostra DSchüco TipTronic SimplySmart, un sistema del noto produttore di serramenti che detta nuovi standard nella tecnica degli azionamenti a scomparsa per serramenti. Questa generazione innovativa di apparecchiature offre non solo l'azionamento completamente integrato più silenzioso tra quelli offerti dal settore, ma anche

un sistema completamente integrato nell'IoT. Schüco TipTronic SimplySmart è un sistema che permette di movimentare le ante semplicemente attraverso un comando impartito da tablet o smartphone (una soluzione perfetta per finestre o sopraelevate difficili o impossibili da raggiungere), ma non solo, perché può funzionare in modalità automatica consentendo l'aerazione degli ambienti programmata e controllata da sensori, il raffrescamento notturno, l'evacuazione del fumo e un'elevata protezione antieffrazione. Il sistema può essere integrato nella domotica e nell'IoT nell'ottica di una gestione Smart dell'abitazione o dell'intero edificio in modo da auto-

› Microsoft Azure supporta il Machine Learning

Al recente Microsoft Build 2020, tenutosi occasionalmente on-line per ragioni legate al COVID-19, il colosso dell'informatica di Redmond ha annunciato la realizzazione di uno dei primi cinque supercomputer divulgati pubblicamente al mondo, rendendo disponibili nuove infrastrutture in Azure per addestrare modelli di intelligenza artificiale estremamente grandi. Costruito in collaborazione con ed esclusivamente per OpenAI, il supercomputer ospitato in Azure rappresenta una

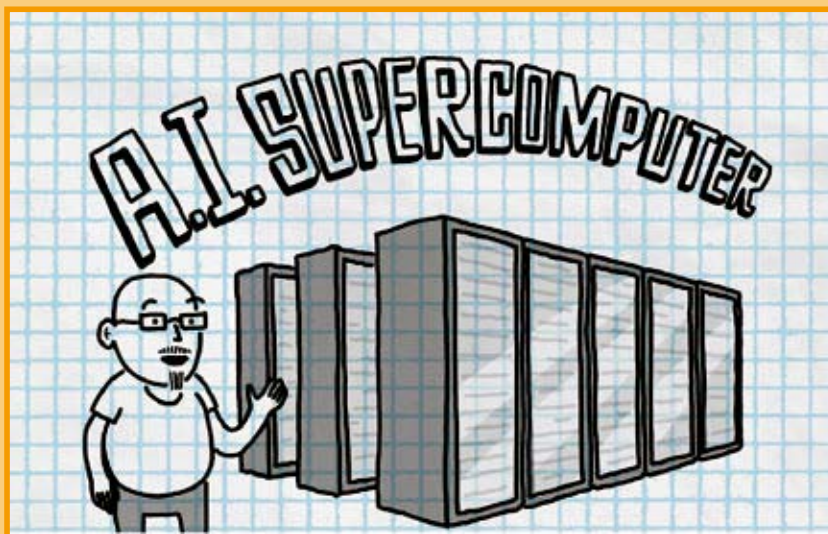
pietra miliare, nonché anche il primo passo per rendere la prossima generazione di modelli di Intelligenza Artificiale molto grandi e l'infrastruttura necessaria per addestrarli come piattaforma su cui altre organizzazioni e sviluppatori possono basarsi. Gli esperti di Machine Learning hanno costruito modelli di AI più piccoli e separati che utilizzano molti esempi per apprendere un singolo compito come tradurre tra lingue, riconoscere oggetti, leggere testi per identificare i punti chia-

ve in un'e-mail o riconoscere il parlato.

Una nuova classe di modelli ha dimostrato che alcune di queste attività possono essere eseguite meglio da un singolo modello di grandi dimensioni piuttosto che da tanti piccoli modelli. Questo tipo di modello può acquisire così bene le sfumature del linguaggio, della grammatica, della conoscenza, dei concetti e del contesto da poter eccellere in molteplici compiti: riassumere un lungo discorso, moderare i contenuti nelle chat di gioco dal vivo, trovare passaggi pertinenti tra migliaia di file legali o persino generare codice da GitHub.

Microsoft ha sviluppato la propria famiglia di grandi modelli di intelligenza artificiale Microsoft Turing, che ha utilizzato per migliorare attività di comprensione del linguaggio in Bing, Office e Dynamics. A inizio 2020 ha anche rilasciato il più grande modello di linguaggio AI disponibile pubblicamente al mondo: il Microsoft Turing per la generazione del linguaggio naturale. L'obiettivo di Microsoft è rendere disponibili i suoi grandi modelli di intelligenza artificiale, gli strumenti di ottimizzazione della formazione e le risorse di supercomputer tramite i servizi di Azure AI e GitHub agli.

<https://blogs.microsoft.com>



matizzare l'apertura o chiusura in base alle condizioni rilevate da sensori dell'impianto domotico. Le finestre Schüco di ultima generazione integrano tecnologie che permettono, ad esempio, di aprire o chiudere gli infissi con un semplice tocco sulla maniglia (o pulsantiera) o imparando il comando di apertura o chiusura da remoto. Fra i punti di forza delle finestre intelligenti, anche il risparmio energetico che ne deriva: attraverso la programmazione dell'apertura notturna nei mesi più caldi, ad esempio, favoriscono un naturale raffrescamento che può portare a contenere l'uso dei climatizzatori.

www.schueco.com



› Exor e Arrow Electronic facilitano l'IoT

Nasce dalla collaborazione fra Arrow Electronics ed Exor Embedded una nuova piattaforma per la prototipazione di applicazioni IoT chiamata gigaSOM gS01 e supportata da un kit di sviluppo ad hoc. Fisicamente si presenta come un System On Module (SoM) ed è orientata alla realizzazione di applicazioni IoT edge. Il modulo gigaSOM gS01 combina in un singolo system-on-module una CPU e un FPGA Intel ad alta velocità, coniugando la potenza di calcolo e l'efficienza energetica (dovuta alla tecnologia SpeedStep di Intel regola automaticamente la tensione e il clock per ottimizzare il consumo per qualsiasi carico di CPU) della serie di processori Intel Atom E3900 con la flessibilità della FPGA Intel Cyclone 10 GX connessa con un'interfaccia PCIe dual-lane a larga banda per creare un motore unificato di alte prestazioni. Grazie alla tecnologia TCC (Time-Coordinated Computing) della CPU Intel, il supporto per IEEE 802.1 TSN (Time-Sensitive Networking) nel reference design FPGA ed allo stack IoT real-time, il SoM garantisce il determinismo necessario alle applicazioni smart-factory gestionali sincronizzate e real-time e si candida a equipaggiare PC indu-

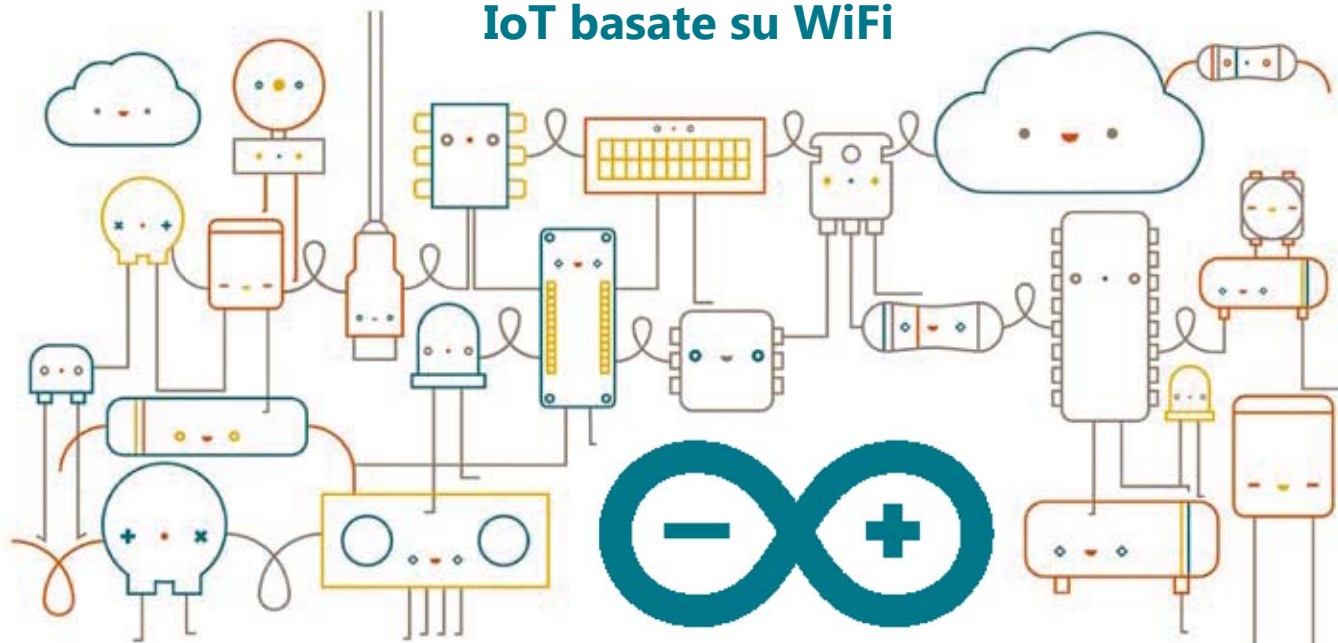


striali, controllori HMI e PLC. Offre inoltre funzionalità grafiche come Intel HD Graphics 500, il supporto di DirectX e OpenGL, oltre alla tecnologia Intel Clear Video HD, DisplayPort, eDP, HDMI e le uscite MIPI-DSI per connettere fino a tre display. La scheda offre varie interfacce ad alta velocità, fra cui due porte SATA3, due USB2.0, due USB3.0, Gigabit Ethernet, PCIe, sei transceiver 10 Gb FPGA e 34 coppie LVDS. Completano la dotazione di bordo le connessioni SMBus, I²C, CAN e SPI.

Il supporto per i protocolli leggeri MQTT (MQ Telemetry Transport) e OPC UA (Open Platform Communications-Unified Architecture) permette al gigaSOM gS01 di connettersi con la piattaforma sensori Corvina Cloud della Exor, per la raccolta di dati Industrial IoT. La piattaforma rende disponibili istanze di modelli di macchine su base SaaS e funzioni di supporto per derivare le tendenze di visualizzazione e le app di analisi, utilizzando i dati raccolti.
<https://www.exorint.com>

ARDUINO PROFESSIONAL

Schede Arduino professionali progettate per
velocizzare e semplificare lo sviluppo di applicazioni
IoT basate su WiFi



Prezzi IVA inclusa.



**Arduino
MKR WAN
1300**

Offre le funzionalità di
Arduino Zero
e la connettività della
tecnologia LoRa™

€ 44,00

Cod. MKR WAN1300

**Arduino
UNO
WiFi
REV2**

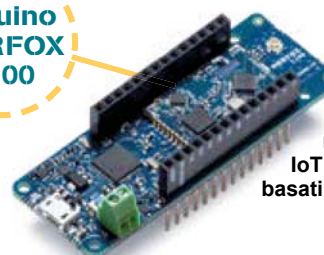


Il WiFi integrato
facilita la connessione
a Internet. Dispone
di sensore IMU
(Inertial Measurement Unit)

€ 54,90

Cod. ARDUINOWIFI

**Arduino
MKR FOX
1200**



Ideale per
realizzare progetti
IoT (Internet of Thing)
basati su Sigfox

€ 43,90

Cod. MKR FOX1200

**Arduino
MKR
1000**



€ 45,00

Cod. MKR1000

**Arduino
MKR
VIDOR
4000**

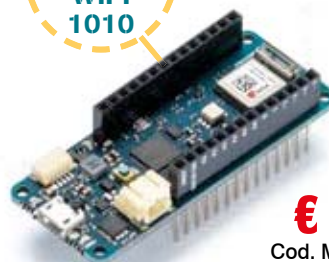


Dotata di modulo Wi-Fi
u-blox, rende la tecnologia
FPGA accessibile
a tutti

€ 78,00

Cod. MKRVIDOR4000

**Arduino
MKR
WiFi
1010**



€ 34,00

Cod. MKRWIFI1010

Progettata per
velocizzare e semplificare
la prototipazione di
applicazioni IoT basate
sulla connettività Wi-Fi

Dispone di Wi-Fi
con Cryptochip per
comunicazioni sicure,
ideale per realizzare
progetti IoT (Internet
of Thing) alimentati a
batteria con un fattore di
forma compatto

Microchip lancia la nuova famiglia di microcontrollori AVR DA pronta per la sicurezza funzionale

Con la connettività IoT che richiede soluzioni sempre più robuste in tutti gli ambiti – industriale, domestico, automotive – sono sempre più necessari microcontrollori ad alte prestazioni per un migliore controllo in tempo reale e per abilitare applicazioni avanzate di interfaccia uomo-macchina.

Microchip Technology ha annunciato oggi la sua prossima generazione di

microcontrollori AVR DA, la sua prima famiglia di microcontrollori Functional Safety Ready AVR MCU con Peripheral Touch Controller (PTC). Il riconoscimento Functional Safety Ready di Microchip viene applicato ai dispositivi che incorporano le più recenti funzionalità di sicurezza e sono supportati da manuali di sicurezza, modalità di errore, effetti e rapporti di analisi diagnostica (FMEDA)



e, in alcuni casi, software diagnostico, riducendo i tempi e i costi della certificazione relativa alle applicazioni finali di sicurezza.

www.microchip.com

Littelfuse introduce le protezioni per batterie agli ioni di litio

Littelfuse ha annunciato la serie ITV di protezioni per batterie agli ioni di litio a tre terminali e a montaggio superficiale, ideata per proteggere dai danni causati da sovracorrenti e sovraccarichi. Il design innovativo assicura una risposta rapida e prestazioni affidabili di interruzione del circuito di caricamento o scaricamento prima che il blocco batterie si sovraccarichi o si surriscaldi.

Proposta in cinque package compatti a montaggio superficiale, la linea di prodotti Littelfuse serie ITV è

disponibile con valori nominali di corrente di 12 A, 15 A, 30 A e 45 A.

Le protezioni per batterie a montaggio superficiale serie ITV sono disponibili in formato nastro e bobina da 3.000 pezzi.

www.littelfuse.com



MP390, sensore Bosch di pressione barometrica

Bosch Sensortec annuncia il BMP390, un sensore di pressione barometrica che offre una precisione senza pari per il rilevamento dell'altitudine negli smartphone, nonché nei dispositivi indossabili e portatili. Il nuovo sensore è in grado di misurare i cambiamenti di altezza al di sotto dei 10 centimetri grazie alla risoluzione migliorata ed è più preciso del 50% rispetto al suo predecessore.

Il rilevamento accurato dell'altitudine aiuta a localizzare le persone in ambienti chiusi, dove i segnali GPS non sono disponibili.

Al di là delle applicazioni di emergenza, il sensore consente anche una migliore navigazione interna in generale, ad esempio in combinazione con il sensore intelligente di rilevamento della posizione BHI160BP.

www.bosch-sensortec.com



Nuovi oscilloscopi a segnale misto Infiniium serie MXR da Keysight Technology

Keysight Technologies ha annunciato il primo oscilloscopio con 8 canali analogici a 6 GHz e 16 canali digitali simultanei, soluzione che consente ai clienti di ridurre la complessità al banco di prova e migliorare il flusso di lavoro per ottenere prestazioni più elevate, nonché misurazioni multicanale accurate e ripetibili con un unico strumento.

Progetti digitali ad alta velocità, verifica dell'integrità dell'alimentazione, Wi-Fi 6, IoT, IIoT e semiconduttori per imaging al nitruro di gallio (GaN), sono nuovi progetti che utilizzano

questi nuovi prodotti richiede apparecchiature nel dominio del tempo e della frequenza, con canali analogici e digitali simultanei.



Il nuovo oscilloscopio a segnali misti Infiniium serie MXR offre elaborazione avanzata basata su ASIC che genera 8 pot-

enti strumenti in uno, tra cui un analizzatore di spettro in tempo reale (RTSA), un oscilloscopio, un voltmetro digitale (DVM), un generatore di forme d'onda, Bode plotter, contatore, analizzatore di protocollo e analizzatore di logica. È integrato da una vasta suite di soluzioni software incentrate sull'integrità dell'alimentazione, test digitali ad alta velocità e verifica.

www.keysight.com



Nuova serie di convertitori Silent Switcher a due canali

Analog Devices (ADI) ha introdotto i convertitori step-down sincroni LT8650S, LT8652S e LT8653S Silent Switcher a due canali da 4A/8.5A/2A per l'alimentazione di sistemi automotive, per telecomunicazioni e unità a stato solido. L'architettura brevettata Silent Switcher 2 e la modulazione di frequen-

za spread spectrum, consentono lo sviluppo di un PCB layout robusto per garantire prestazioni EMI ultra-basse che soddisfino facilmente le emissioni CISPR25.

LT8650S, LT8652S e LT8653S si differenziano inoltre per le uscite stackable-friendly per applicazioni a corrente più ele-

vata. Le uscite possono essere collegate in parallelo per modulare la corrente di uscita in base alle esigenze del sistema, ottimizzando le prestazioni termiche. Utilizzando un solo dispositivo scalabile si riducono al minimo i tempi di inventario e di qualifica.

<http://www.analog.com>

Toshiba lancia i dispositivi gate driver intelligenti a MOSFET

Toshiba Electronics Europe ha lanciato due nuovi dispositivi gate driver intelligenti per la commutazione di potenza (IPD). I dispositivi TPD7106F e TPD7107F, totalmente conformi allo standard AEC-Q100, possono essere utilizzati per controllare la conduzione e l'interruzione delle correnti fornite alle unità di controllo elettroniche (ECU) delle auto, comprese le scatole di giunzione e i moduli di controllo dell'abitacolo. Sono inoltre ideali per l'utilizzo nei moduli di distribuzione dell'alimentazione e nei relè a semiconduttori. In combinazione con i MOSFET automotive a canale N a bassa resistenza di on, come i dispositivi TPHP7904PB (40V/150A) o TPH1R104PB (40V/120A), gli IPD TPD7106F e TPD7107F possono fungere da interrut-



tori high-side per controllare la corrente di carico. Questi nuovi dispositivi allo stato solido sono in grado di sostituire i relè meccanici, riducendo così le dimensioni e il consumo energetico delle unità ECU delle auto. Non avendo parti in movimento, sono esenti dai problemi di usura da contatto associati ai relè meccanici, e contribuiscono così a ridurre significativamente i costi di manutenzione.

<https://toshiba.semicon-storage.com>

SCHA600, sensore MEMS a tre assi con 6 gradi di libertà

Murata ha reso noto di aver sviluppato un nuovo sensore inerziale MEMS con 6 gradi di libertà (DOF – Degrees of Freedom) ospitato in un package singolo destinato ad applicazioni automotive. In grado di fornire elevate prestazioni quando utilizzato in sistemi ADAS (sistemi avanzati per l'assistenza al guidatore) e AD (Automated Driving – guida autonoma), il sensore SCHA600 assicura una precisione dell'ordine del centimetro rispetto alla dinamica e alla posizione dei veicoli, conferendo doti di sicurezza, affidabilità e accuratezza alla guida autonoma.

Il sensore SCHA600 include funzionalità avanzate di auto-diagnostica e ha ottenuto la qualifica ASIL-D (Automo-

tive Safety Integrity Level – ovvero il più elevato livello di integrità della sicurezza). Grazie a una varianza di Allan che può essere di soli 0,9 °/h a temperatura ambiente e a un valore quadratico medio (RMS) del livello di rumore del giroscopio inferiore a 0,007 °/s, questo nuovo sensore di Murata assicura le migliori prestazioni per quel che concerne la stabilità della polarizzazione e il rumore nelle applicazioni automobilistiche.

www.murata.com



VL53L3CX, sensore time-of-flight con capacità di rilevamento multi target



STMicroelectronics ha ampliato le capacità dei suoi sensori di gamma **F light Sense™** ToF introducendo il modello VL53L3CX con algoritmi brevettati che consentono di aumentare la precisione e misurare la distanza da differenti oggetti.

Il VL53L3CX ha una portata compresa tra 2,5 cm e 3 m, non è influenzato dal colore o dalla riflettanza del bersaglio, a differenza dei sensori a infrarossi convenzionali. Ciò consente ai progettisti di introdurre nuove potenti funzionalità ai loro prodotti, come consentire ai sensori

che rilevano se determinati spazi sono occupati di fornire un rilevamento privo di errori ignorando lo sfondo o gli oggetti in primo piano indesiderati e riportando le distanze esatte a più target all'interno del campo visivo del sensore.

www.st.com

ROHM presenta un LED driver ultracompatto

ROHM annuncia lo sviluppo del proprio LED driver lineare ultracompatto idoneo per applicazioni con lampade LED con presa destinate al settore automotive, come fari posteriori, indicatori di direzione, proiettori fendinebbia e luci di posizione o luci diurne a LED (DRL – Daytime Running Lamp).

In risposta alla crescente domanda di livelli più elevati di affidabilità, sicurezza e maggiore flessibilità per la gestione termica dei LED, associati ad un design ultracompatto, ROHM ha sviluppato BD18336NUF-M, il driver LED destinato all'automotive protagonista del settore.

Il suo design monolitico garantisce un'illuminazione stabile anche in caso di cali di tensione della batteria fino a 9 V. La funzione di bypass di corrente configurabile evita lo



spegnimento dei LED e mantiene sempre una minima luminosità, contribuendo ad una maggiore sicurezza di guida. Il package ultracompatto da 3,0 mm² riduce l'area di montaggio del 30% rispetto alle soluzioni convenzionali che usano circuiti esterni e fornendo al contempo un'elevata uscita di corrente pari a 600 mA.

Il calore generato dai LED viene contenuto grazie ad una funzione integrata di derating di corrente. La corrente di uscita con regolazione termica limita il calore generato dai LED aumentandone la durata.

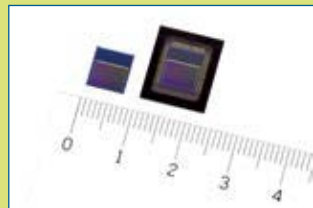
www.rohm.com/eu

Sony lancia i primi sensori di visione al mondo con funzionalità di elaborazione AI

Sony Corporation ha annunciato l'imminente rilascio di due modelli di sensore di visione intelligenti, i primi sensori di immagine al mondo dotati della funzionalità di elaborazione AI.

La funzionalità di elaborazione AI sul sensore consente l'elaborazione e l'estrazione dei soli dati necessari; ciò garantisce, quando si utilizzano i servizi cloud, di ridurre la latenza della trasmissione, risolvere i problemi di privacy e ridurre il consumo di energia e i costi di comunicazione.

Questi prodotti ampliano le opportunità di sviluppo di telecamere dotate di intelligenza artificiale, consentendo una vasta gamma di applicazioni nel settore delle apparecchiature



commerciali e industriali, contribuendo alla costruzione di sistemi ottimali connessi al cloud.

Il chip pixel è retroilluminato e ha circa 12,3 megapixel effettivi per l'acquisizione di informazioni attraverso un ampio angolo di visione. Oltre al convenzionale circuito operativo del sensore di immagine, il chip logico è dotato del DSP (Digital Signal Processor) originale di Sony dedicato all'elaborazione del segnale AI.

www.sony-semicon.co.jp/e/

CoolSiC MOSFET 1700 V SMD offre la migliore efficienza per gli alimentatori ausiliari ad alta tensione

Infineon Technologies completa l'offerta MOSFET CoolSiC con un'altra classe di tensione. Avendo aggiunto i modelli a 650 V al portafoglio all'inizio di quest'anno, l'azienda sta ora lanciando la classe 1700 V con la sua tecnologia proprietaria trench. Sfruttando al massimo le forti caratteristiche fisiche del carburo di silicio (SiC), i nuovi dispositivi a montaggio superficiale da 1700 V offrono un'affidabilità superiore, nonché basse perdite di commutazione e conduzione. I MOSFET CoolSiC da

1700 V sono destinati agli alimentatori ausiliari in sistemi di conversione trifase come azionamenti di motori, energie rinnovabili, infrastrutture di ricarica e sistemi HVDC.

Tali applicazioni a bassa potenza di solito funzionano al di sotto di 100 W.

www.infineon.com



Renesas presenta un avanzato dispositivo per il condizionamento del segnale

Renesas presenta il nuovo ZSSC3240 che entra a far parte della avanzata famiglia di prodotti SSC (Sensor Signal Conditioner). Lo ZSSC3240 offre un'alta accuratezza ed una elevata sensibilità che, unite alla sua flessibilità di utilizzo, permettono di realizzare diverse applicazioni come sensori di pressione basati su trasduttori resistivi o termometri infrarossi. Questo nuovo SSC presenta le migliori prestazioni unite ad una alta velocità di conversione grazie un ADC (Analog to Digital Converter) con risoluzione fino a 24 bit.

Grazie ad un front-end analogico estremamente flessibile e ad un'ampia gamma di interfacce di uscita, lo ZSSC3240 può essere utilizzato praticamente per tutti i tipi di trasduttori resistivi



o con uscita in tensione e questo permette di sviluppare un sensore completo utilizzando soltanto il singolo SSC. Questa possibilità unita a dimensioni estremamente compatte, rende lo ZSSC3240 il componente ideale da impiegare in un'ampia gamma di sensori o dispositivi di acquisizione per il mercato industriale, consumer e medicale andando ad indirizzare applicazioni quali sensori di pressione, sensori per HVAC, bilance, dispositivi per l'automazione, smart meters e monitor clinici.

www.renesas.com



Fishino

Design With Simplicity

I TUOI PROGETTI DIVENTANO WIRELESS

Fishino UNO, Fishino MEGA, Fishino32, Fishino GUPPY e Fishino SHARK sono schede di sviluppo Arduino-compatibile dotate di WiFi e lettore di schede microSD. Grazie ad un completo pacchetto di librerie (scaricabile dal sito www.fishino.it), si ha la possibilità di gestire tutti i propri progetti dal web in maniera semplice e veloce!

Fishino UNO



cod. FISHINO UNO
€ 36,00



- Controller: ATmega328
- Alimentazione:
 - da 7 a 12 Vdc (tramite plug)
 - 5 Vdc (tramite porta USB)
- Compatibile al 100% con Arduino UNO
- Modulo WiFi
- Interfaccia per scheda MicroSD
- Modulo RTC con batteria di mantenimento
- Sezione di alimentazione a 3,3V potenziata
- Compatibile con shield e schede millefori
- Peso 25 g
- Dimensioni 76,5 x 53,5 x 14 mm

- Controller: ATmega2560
- Alimentazione:
 - 3,6 Vdc (tramite batteria esterna al litio)
 - da 3,5 a 20 Vdc (tramite plug)
 - 5 Vdc (tramite porta USB)
- Circuito di ricarica per batteria al litio
- Compatibile al 100% con Arduino MEGA
- Modulo WiFi
- Interfaccia per scheda MicroSD
- Modulo RTC con batteria di mantenimento
- Stadio di alimentazione switching (5Vdc e 3,3Vdc)
- Compatibile con shield e schede millefori
- Peso 37 g
- Dimensioni 101,5 x 53,5 x 15 mm



Fishino MEGA



cod. FISHINOMEGA
€ 49,90

Fishino32



cod. FISHINO32
€ 59,00



- Controller: PIC Microchip a 32 bit
- Alimentazione:
 - 3,6 Vdc (tramite batteria esterna al litio)
 - da 3,5 a 20 Vdc (tramite plug o sull'ingresso Vin)
 - 5 Vdc (tramite porta USB)
- Circuito di ricarica per batteria al litio
- Compatibile con Arduino UNO
- Modulo WiFi
- Modulo RTC con batteria di mantenimento
- Clock 120 MHz, riducibile via software
- Interfaccia per scheda microSD
- Codec audio stereo
- Peso 29 g
- Dimensioni 76,5 x 53,5 x 14 mm

Fishino GUPPY



cod. GUPPY
€ 33,90

- Controller: ATmega328
- Alimentazione:
 - 3,6 Vdc (tramite batteria esterna al litio)
 - da 6,5 a 20 Vdc (tramite PIN VIN)
 - 5 Vdc (tramite porta USB)
- Circuito di ricarica per batteria al litio
- Compatibile al 100% con Arduino NANO
- Modulo WiFi
- Interfaccia per scheda MicroSD
- Peso 10 g
- Dimensioni 75 x 20 x 18,5 mm

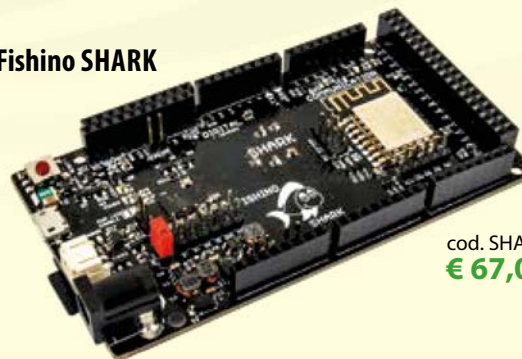
Fishino PIRANHA



cod. PIRANHA
€ 44,90

- Alimentazione:
 - 3,7 Vdc (tramite batteria esterna al litio)
 - da 3,5 a 20 Vdc (tramite plug)
 - da 3,5 a 20 Volt sull'ingresso Vin
 - 5 Vdc (tramite porta USB)
- Circuito di ricarica per batteria al litio
- Compatibile al 100% con Arduino MKR1000
- Modulo WiFi
- Interfaccia per scheda MicroSD
- Peso 10 g
- Dimensioni 62 x 25 x 16 mm

Fishino SHARK



cod. SHARK
€ 67,00

- Formato standard Arduino MEGA
- Processore PIC32MX470F512
- 512 kB di ROM
- 128 kB di RAM
- Frequenza di clock di 105 MHz
- Interfaccia USB nativa, sia device che host
- RTC incorporato
- Lettore per schede microSD
- Modulo WiFi integrato
- Codec audio
- Tensione di alimentazione: 3-20Vdc
- Alimentazione a batteria, plug e/o via connettore USB
- Funzionamento interno a 3,3 V
- Pin DIGITALI 5V-tolerant
- Ricarica automatica di una batteria LiPo
- Spegnimento da software con processore in standby
- Wake-up tramite pin esterno o in tempi prefissati

Utilizza subito Fishino UNO!

Set contenente il necessario per realizzare applicazioni con Fishino UNO.

cod. FISHINOSTARTER
€ 65,00



Prezzi IVA inclusa.

I WEBINAR DI LUGLIO 2020

Come sappiamo, le manifestazioni fieristiche sono state sospese in tutto il mondo e rinviate "sine die" o annullate. Al contrario, si vanno facendo sempre più numerosi i Webinar, gratuiti o a pagamento. In queste pagine riportiamo i Webinar di Luglio il cui elenco è giunto in Redazione prima di andare in stampa. Ricordiamo che l'elenco completo e aggiornato di tutti i Webinar è disponibile sul nostro sito www.elettronicaipro.it alla pagina **EVENTI > WEBINAR > Calendario**.

> 1 LUGLIO 2020

ROHDE&SCHWARZ

11:00 (ora Italiana)

ANALISI E DECODIFICA PROTOCOLLI SERIALI

Verrà illustrato sia tramite una presentazione che tramite prova pratica come utilizzare al meglio gli oscilloscopi per l'analisi e la decodifica di protocolli seriali. Alcuni dei protocolli supportati dagli oscilloscopi Rohde & Schwarz sono: I2C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, LIN, I2S, MIL-STD-1553, ARINC429, FlexRayTM, CAN-FD, MIPI RFFE, USB 2.0/HSIC, MDIO, 8b10b, Ethernet, Manchester, NRZ, SENT, MIPI D-PHY, SpaceWire, MIPI M-PHY/UniPro, CXPI, USB 3.1 Gen1, USB-SSIC, PCIe 1.1/2.0, USB Power Delivery, Automotive Ethernet 100BASE-T1. (webinar in italiano).

<https://bit.ly/3faQqp9>



KEYSIGHT TALKS STANDARD



Gli Standard elettronici stanno cambiando rapidamente. Conoscere l'ultima release non è sufficiente. Per avere successo è necessario capire dove sta andando la prossima versione dello Standard, cosa sta cambiando e quale impatto avrà sul lavoro di tutti noi. Perché non ottenere tali informazioni da qualcuno che conosce bene questa materia? Keysight Talks Standards dedica a ciascun Standard un webinar di 30 minuti con esperti e rappresentanti dei vari organismi di settore. Trenta minuti sono sufficienti per ottenere gli aggiornamenti più recenti ed avere risposte in tempo reale. Oltre agli appuntamenti di giugno, per il mese di luglio queste sono le date e gli argomenti:

> 8 LUGLIO 2020

C-V2X

19:00 (ora italiana)

Unisciti a Randy Roebuck di OmniAir e Bill McKinley di Keysight, per saperne di più sullo standard C-V2X e sui programmi di certificazione nazionali per i veicoli connessi.



> 23 LUGLIO 2020

DDR5

19:00 (ora italiana)

Perry condividerà gli insegnamenti chiave su come DDR5 sta abilitando un grande balzo in avanti nella tecnologia elettronica, nei processi di sviluppo e misurazione e negli strumenti necessari per abilitarlo.



> 30 LUGLIO 2020

ITU & 6G

19:00 (ora italiana)

Unisciti a Roger Nichols mentre esplora la storia delle precedenti generazioni wireless, la visione dei casi d'uso del 6G e l'evoluzione della tecnologia e delle reti necessarie per il 6G.

A cura di Keysight Technologies.

<https://bit.ly/2MFu170>



➤ 2 LUGLIO 2020

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

17:00 (ora italiana)

MODERN SATELLITE MODEL BASED DESIGN

Poiché il ritmo e il costo delle missioni Satellitari continuano a cambiare, gli strumenti di simulazione disponibili in commercio possono aiutare i progettisti di sistemi a migliorare la pianificazione riducendo i tempi di sviluppo.

La modellazione della missione orbitale consente agli ingegneri di sistema di acquisire disfunzioni del canale dinamico e le intuizioni che ne risultano consentono loro di affinare e catturare idee progettuali.

Questo evento mostrerà come sviluppare sistemi elettronici satellitari e phased arrays robusti ed economici. Mostreremo anche analisi di sistema eseguite utilizzando un collegamento di co-simulazione tra software di Keysight Technologies (SystemVue) e Analytical Graphics (STK).

Agenda:

- 1) Realizzazione di un accurato e veloce progetto di Phased Array Antenna
- 2) Esecuzione di modelli di scenari ad alta fedeltà, compresa la cinematica orbitale.
- 3) Come creare un Wideband Satellite Signal che può essere utilizzato per convalidare il sistema.

A cura di Keysight Technologies
<https://bit.ly/2XP03CQ>



➤ 3-5 LUGLIO 2020

ELECTRONICA CHINA 2020

SHANGHAI • CINA

Dovrebbe essere la prima fiera post COVID-19 che si terrà regolarmente con espositori e visitatori in carne ed ossa. Così almeno ha comunicato il governo cinese. La manifestazione (prevista dal 3 al 5 Luglio 2020 in contemporanea con LASER World of PHOTONICS CHINA e Productronica CHINA), fa parte del network di fiere che Messe München organizza in Cina sulla falsariga di Electronica e Productronica. L'anno scorso la manifestazione, nata nel 2002, ha visto la presenza di oltre 1.500 espositori e 90.000 visitatori professionali, conquistando il podio tra le fiere cinesi più importanti in ambito elettronico. Electronica China è l'unico evento nel suo genere a mettere in mostra l'intera gamma di componenti elettronici, tecnologie e campi di applicazione specifici.

Semiconduttori

Dall'inizio degli anni '70, l'aumento della capacità dei microprocessori ha seguito la legge di Moore, che originariamente suggeriva che il numero di transistor contenuti in un chip raddoppiava ogni anno. Con la tecnologia attuale poco è cambiato anche se il periodo è ora di due anni. In più, nel frattempo i microcontrollori sono entrati a fare parte di qualsiasi dispositivo elettrico o elettronico. La manifestazione di Shanghai metterà in luce lo stato dell'arte di questo mercato.

Sistemi integrati

Migliaia di articoli che tradizionalmente non avevano nulla a che fare con i computer sono ora dotati di microprocessori, inclusi piccoli e grandi elettrodomestici, automobili, sistemi di sicurezza, strumenti, strumenti di prova e molti altri dispositivi che tutti noi usiamo nella nostra vita quotidiana. Norme di controllo dell'inquinamento sempre più rigorose impongono ai produttori

di automobili di utilizzare sofisticati sistemi di gestione dei motori con microprocessori al fine di garantire un controllo ottimale delle emissioni in condizioni operative ampiamente variabili. Controlli non programmabili implicherebbero un'implementazione complessa, ingombrante o costosa per ottenere i risultati possibili con un microprocessore. Il risultato: sistemi embedded con programmi di controllo per microprocessori su misura per le esigenze specifiche della linea di prodotti. Molti più microprocessori fanno parte di sistemi embedded, fornendo controllo digitale su una miriade di oggetti, dalle apparecchiature alle automobili ai telefoni cellulari fino ai processi industriali. I sistemi embedded saranno sicuramente al centro della manifestazione di Shanghai.

Display

Una tecnologia che influenza la nostra vita quotidiana: smartphone, TV, assistenza alla guida: display di ogni tipo e misura vengono utilizzati in migliaia di applicazioni. Anche in questo caso, electronica China consentirà di fare il punto su tutte le tecnologie di visualizzazione.

Tecnologia MEMS e sensoristica

I sensori sono utilizzati negli oggetti di tutti i giorni per trasformare le informazioni analogiche in dati digitali. Con i progressi della tecnologia MEMS e la disponibilità di nuovi microcontrollori, le applicazioni dei sensori si sono estese oltre le aree più tradizionali di misurazione della temperatura, della pressione e del flusso. Inoltre, i sensori analogici come i potenziometri e i sensori di forza sono ancora ampiamente utilizzati nelle applicazioni che includono produzione e macchinari, aeronautica e aerospaziale, automobili, medicina, robotica e molte altre an-

cora. Quella MEMS è una tecnologia in continua espansione e in continuo miglioramento che offre nuove opportunità a settori quali microfoni, fotocamere e filtri per utilizzo in ambito RF. Nella sua forma più disruptiva, la tecnologia MEMS consente di creare nuovi prodotti, come i sensori di movimento inerziale multiasse o gli array di microspecchi (DMD) che trovano applicazione in ambito industriale, medicale, delle telecomunicazioni, di sicurezza e di altro ancora.

Elettronica / test automobilistici

In questo ambito è in atto una trasformazione epocale col passaggio dalla motorizzazione a combustione interna a quella elettrica, passaggio che sta coinvolgendo l'intera catena della fornitura e che ha visto emergere nuovi mercati come quello cinese. Oggi la Cina è il paese col maggior numero di vetture elettriche circolanti ed è il maggior produttore di automobili al mondo. Questo passaggio tecnologico coinvolge tutti i componenti con cui viene realizzata una moderna automobile.

Test e misura

L'industria dei test e delle misurazioni si concentra sulla produzione

di strumenti utilizzati per analizzare, validare e verificare i parametri di sistemi elettronici e meccanici. A causa della crescente necessità di maggiori prestazioni, gli strumenti di T&M sono in continua evoluzione per adattarsi ai progressi tecnologici nei settori a cui si rivolgono. Questa industria ha recentemente iniziato una rapida tendenza verso i sistemi definiti da software in grado di adattarsi più facilmente alle nuove esigenze. Anche questo sarà uno dei temi che troveranno spazio a elettronica CHINA 2020.

Componenti passivi

I componenti passivi fanno parte integrante di tutti i dispositivi elettronici dove svolgono una serie di compiti importanti. Senza questi prodotti sarebbe impensabile fare funzionare qualsiasi circuito. E in questo ambito l'industria cinese è sicuramente all'avanguardia.

Tecnologia di commutazione e interconnessione

I connettori rivestono un posto importante nella produzione industriale. E per una buona ragione: i connettori a spina consentono all'utente di disconnettere una connessione elettrica e quindi ripristinare nuova-

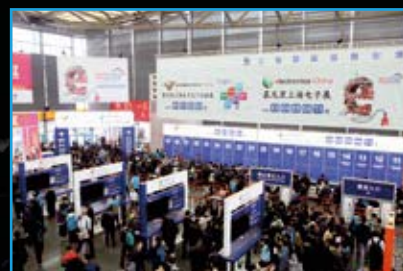
mente la connessione. A differenza di altre tecniche di connessione, non vi è pericolo che i cavi vengano collegati in modo errato o che un'intera connessione elettrica sia difettosa. Esistono centinaia di tipi di connettori tra cui scegliere nel settore elettronico e elettronica CHINA è la piattaforma in grado di offrire un'ampia panoramica su questo mercato.

Sistemi di alimentazione

La gamma di trasformatori disponibili, alimentatori DC e AC, relativi accessori e batterie è enorme. Anche in questo caso la fiera di Shanghai offre una panoramica infinita.

PCB/EMS

Le tecnologie ed i prodotti esposti sono in grado di soddisfare qualsiasi esigenza. Appuntamento, dunque, a Shanghai dal 3 al 5 di luglio.





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/abbonamenti



ABBONAMENTO ANNUALE PER RIVISTA DIGITALE

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

COME ABBONARSI

→ **on-line**

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

→ **e-mail**

scrivendo a
abbonati@elettronica.in

→ **telefono**

telefonando a
+39-0331-752668

ABBONAMENTO ANNUALE PER RIVISTA **CARTACEA**

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

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

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

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



UNI-T® STRUMENTI DI MISURA PER OGNI ESIGENZA!

PINZA AMPEROMETRICA PROFESSIONALE

Misura correnti AC e DC fino a 100 A, tensioni AC e DC fino a 600 volt, resistenze fino a 20 Mohm, capacità fino a 20 mF, continuità e diodi. Dispone di display LCD retroilluminato a 2000 conteggi, individuazione di tensione senza contatto (NCV), autospegnimento, indicatore di batteria scarica e data hold. Alimentazione con 2 batterie tipo AAA 1,5V (includere).



€68,00

Cod. TP187



OSCILLOSCOPIO PALMARE 16 MHZ CON MULTIMETRO INTEGRATO

Oscilloscopio palmare con multimetro integrato dalle caratteristiche professionali con larghezza di banda di 16MHz. Dispone di ampio display monocromatico (60x60mm) con una risoluzione di 160x160 pixel molto facile da leggere grazie alla funzione di retroilluminazione di cui è dotato. Integra una memoria interna che consente di salvare e visualizzare sul display fino a 10 segnali; pulsante "Auto-Set" per lavorare in modo semplice e veloce. È dotato di porta USB che consente di trasferire i dati dei segnali dall'oscilloscopio al computer. Completo di software di gestione per PC. Alimentazione tramite batterie oppure adattatore di rete.

€289,00

Cod. TP174



MULTIMETRO DIGITALE CON MISURA DI TEMPERATURA, CAPACITÀ, FREQUENZA, E TRANSISTOR

€34,00

Cod. TP0060



Misura correnti continue e alternate fino a 20 A, tensioni continue fino a 1000 V e alternate fino a 750 V, resistenze fino a 200 Mohm, capacità da 2nF a 20μF, frequenze fino a 20 kHz, temperatura da -40°C a +1000°C con termocoppia inclusa, diodi, transistor e continuità elettrica. Alimentazione con batteria a 9 V (inclusa). La confezione comprende: manuale, puntali, batteria, guscio di protezione e sonda di temperatura (termocoppia tipo K).

MINI FONOMETRO DIGITALE

Fonometro con risoluzione di 0,1 dB dotato di display LCD retroilluminato con indicazione digitale della misura. Rileva intensità sonore comprese tra 30 e 130 dB. Memorizza i valori minimi e massimi rilevati. Leggero, compatto, semplice da usare, ideale per monitorare i livelli di rumore negli hotel, nelle sale conferenze, nell'home theater, negli ospedali e in qualsiasi altro ambiente sensibile al rumore. Funziona con 3 batterie tipo AAA (includere).



€ 26,00

Cod. TP0070

TACHIMETRO DIGITALE CON LASER E INTERFACCIA USB PER PC

Tachimetro digitale con puntatore laser; dispone di porta USB per la gestione e il salvataggio dei dati su PC. Indicatore per la misurazione, senza contatto, della velocità angolare di alberi motore, ruote dentate e pulegge, può anche essere utilizzato come contapezzi. Funziona con 4 batterie tipo AA (includere).



€78,00

Cod. TP0030

TERMOMETRO DIGITALE PORTATILE PER TERMOCOPPIE TIPO K E J

€ 19,90

Cod. TP0062



Rileva temperature fino a 1300 °C. Dispone di ampio display LCD retroilluminato a 4 cifre che permette di leggere facilmente i valori. Visualizzazione in °C e in °F selezionabile. Mostra la temperatura massima, minima e media rilevata. La termocoppia tipo K inclusa permette di rilevare una temperatura massima fino a 260°C. Funziona con 3 batterie tipo AAA (includere).

LUXMETRO PORTATILE 0 - 199900 LUX

€ 34,00

Cod. TP0063



Misura l'illuminazione prodotta da LED (luce visibile), lampade fluorescenti, lampade ad alogenuri metallici, lampada al sodio ad alta tensione o lampada ad incandescenza. Dispone di display LCD retroilluminato a 4 digit, unità di misura selezionabili LUX / FC, indicazione di min e max, indicazione di batteria scarica, spegnimento automatico, data hold. Funziona con 3 batterie tipo AAA (includere).

ANEMOMETRO DIGITALE

€ 37,00

Cod. TP0064



Misura la velocità e la temperatura dell'aria. Lettura della velocità dell'aria in m/s, km/h, ft/min, knots, mph. Lettura della temperatura in gradi Centigradi e gradi Fahrenheit, display LCD retroilluminato a 3 cifre, memorizzazione dei valori minimi, massimi e medi rilevati, funzione di autospegnimento, indicatore di batteria scarica. Funziona con 3 batterie tipo AAA (includere).

Prezzi IVA inclusa

OBD, IN PRATICA

di ALESSANDRO
SOTTOCORNOLA



Vediamo come effettuare una diagnosi a bordo di un'autovettura sfruttando strumenti di facile utilizzo e reperibilità.

Di recente abbiamo dedicato un dovizioso tutorial alla porta di diagnosi elettronica con la quale sono equipaggiate le moderne automobili, spiegando come funziona, quali protocolli di comunicazione supporta e in che modo interfacciarsi, sia a livello dell'hardware sia per quel che riguarda gli strumenti software.

Adesso che vi abbiamo spiegato tutti i suoi segreti è venuto finalmente il momento di passare dalla teoria alla pratica, vedendo come condurre una diagnosi attraverso la porta OBD. Il primo passo di una diagnosi è scegliere l'interfaccia



Fig. 1
L'interfaccia
OBD
wireless.

fisica con la quale connettersi alla porta; nello specifico optiamo per la soluzione più diffusa, che è la scelta di un dispositivo wireless, ossia si inserisce nella presa OBD e comunica via radio.

OPERAZIONI PRELIMINARI ALLA DIAGNOSI

Per prima cosa dobbiamo quindi procurarci un'interfaccia di diagnosi basata su ELM327, che è il chip più diffuso e che consente di utilizzare la

maggior parte delle App in commercio. Nel nostro caso è stata usata un'interfaccia WiFi di ottima qualità disponibile presso Futura Elettronica, anche on-line all'indirizzo internet www.futurashop.it. Fate molta attenzione alla scelta dell'interfaccia perché se pur basata su ELM327 alcune sono di scarsa qualità, ad esempio montano un ELM327 non originale che non supporta l'intero protocollo di comunicazione, il che si traduce nell'insorgere di notevoli problemi di comunicazione. All'interno del sito troverete due interfacce, la prima WiFi (codice prodotto FR585) e la seconda Bluetooth (codice FR586): sono entrambe adatte al nostro scopo, quindi vi consigliamo l'acquisto del modello che preferite in base anche alle vostre tasche e al tipo di link wireless di cui disponete sul vostro PC, tablet o smartphone. Tenete comunque conto che il modello Bluetooth non è idoneo ai dispositivi iOS, quindi se avete un iPhone utilizzate la versione WiFi. Attenzione a non farvi confondere dall'aspetto esterno del prodotto, perché entrambe le versioni sono esteticamente identiche a quella visibile nella **Fig. 1**, tranne per il simbolo della connessione presente sul lato superiore.

Da qui in avanti descriveremo la diagnosi utilizzando la versione WiFi e un tablet o smartphone. Bisogna quindi scegliere l'App ed effettuare la connessione con lo Smartphone/Tablet; di App ne esistono tante, ma nel nostro caso scegliamo "Car Scanner" in quanto è disponibile sia per Android che iOS, ma soprattutto è in italiano, e la versione gratuita offre tutto ciò che può servire. Scaricate quindi l'App. Prima di utilizzarla dovete associare il vostro dispositivo mobile all'interfaccia, quindi dovrete inizialmente stabilire la connessione manualmente, ovvero dovrete attivare il WiFi e cercare i dispositivi nelle vicinanze, allorché una volta trovato il dispositivo V-LINK vi ci dovrete connettere.

A connessione avvenuta potrete aprire l'App "Car Scanner" e selezionare la lingua "Italiano" quindi confermare tappando su "OK" (**Fig. 2**).

Successivamente dovrete accettare i termini di accesso e privacy premendo su "Accetto i termini e le condizioni".

Considerando che l'App in versione gratuita implementa dei messaggi pubblicitari, nella schermata successiva indicate come desiderate proseguire, ovvero scegliete "Mostrare gli annunci attuali".

Alla videata successiva dove l'app vi informa relativamente al tipo di adattatori OBD necessari

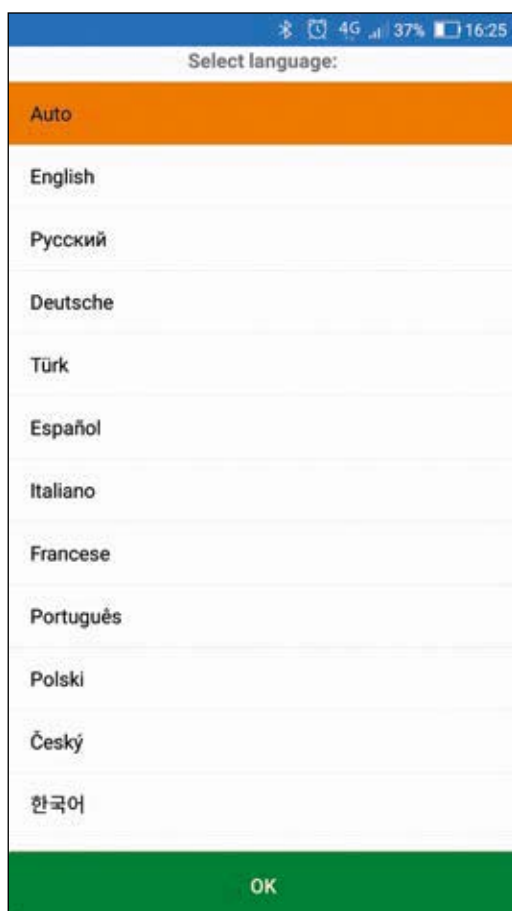


Fig. 2
Impostazione
della lingua.



Fig. 3
Impostazioni
dell'app per
eseguire la
diagnosi.

e compatibili, dovete premere "Successivamente". Ora procedete configurando il tipo di veicolo che possedete: nello specifico, come capacità indicate la cilindrata (ad esempio 1.6 per una 1.600 cc) e come carburante scegliete il vostro, dopo di che compilate tutti gli altri campi. Questi dati sono fondamentali per effettuare i test di prestazioni, test dei consumi e altro ancora (**Fig. 3**).

Confermate premendo su "Successivamente"; così facendo verrà mostrata la schermata principale del programma, dove potrete vedere che il dispositivo OBD non è ancora connesso perché non è stato ancora configurato (**Fig. 4**).

Sarà quindi necessario configurare il dispositivo OBD WiFi al quale si è connessi, pertanto premete sul simbolo ingranaggio in alto a destra per accedere al menu configurazione, quindi scegliete "Connessione" e impostare il tipo di connessione del dispositivo OBD, che nel nostro caso sarà "WiFi", dopodiché confermerete tutti i dati successivi premendo il tasto "Successivamente" posto in fondo alla pagina (**Fig. 5**).

Ora bisogna scegliere la Marca del veicolo dal menu che appare e confermare dal fondo della pagina, quindi confermare, tappando su OK, il



Fig. 4
Dispositivo
non ancora
connesso.

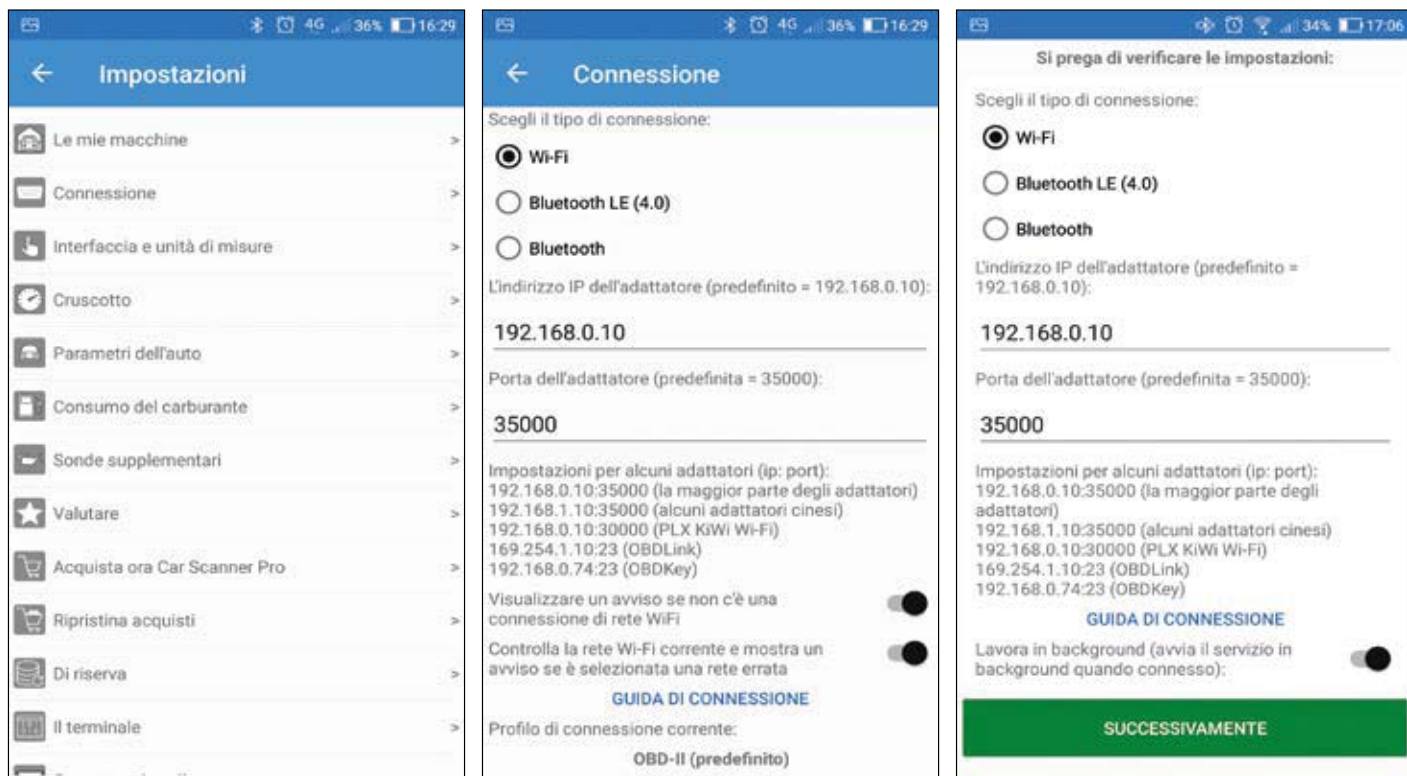


Fig. 5
Impostazione
del dispositivo
cui connettere
l'app.

profilo scelto. A questo punto la configurazione è fatta.
Girate la chiave di avviamento del veicolo in modo



Fig. 6
Connessione
all'interfaccia OBD.

da accendere il quadro strumenti e mettere sotto tensione l'OBD e con essa l'interfaccia; ora non dovrebbero esserci problemi nel completare la connessione con il vostro dispositivo OBD, ma attenzione che alcuni potrebbero avere uno spegnimento automatico dopo alcuni minuti, quindi se si fosse per qualche motivo disconnesso, riaccenderlo, verificare che il quadro del veicolo sia acceso ed effettuare nuovamente i passaggi relativi alla connessione. Se tutto è andato a buon fine vedrete una schermata tipo quella proposta nella **Fig. 6**.

A questo punto non vi resta altro da fare che effettuare un test di diagnosi, ad esempio premendo su "Tutti sensori": vedrete in tempo reale tutti i dati letti dalla centralina, o almeno quelli che la versione Lite vi permetterà (**Fig. 7**). Potrete anche visionare il "Cruscotto" e modificare i moduli scegliendo quelli di vostro interesse. Da Smartphone magari è meno apprezzabile, ma su Tablet potreste vederne diversi insieme (**Fig. 8**). Potrete anche procedere ad effettuare i "test delle emissioni", ma in tal caso prima di avviarlo dovrete essere in marcia da diverso tempo e dovrete lasciare la schermata aperta. Oltre a questo, vi sarà possibile anche effettuare il "test dei sensori" (**Fig. 9**).

Infine vediamo la funzionalità forse più interes-

sante, ossia quella che permette di visionare gli errori DTC memorizzati nella centralina, con l'eventuale possibilità di cancellarli; li vedrete in un'apposita schermata riepilogativa (Fig. 10). Ecco quanto l'App può offrire, ma il consiglio è di fare un test anche con tutte le altre App che abbiamo consigliato, così da scegliere quella più consona alle proprie esigenze. Solo dopo aver scelto quella più idonea al proprio caso, potrete valutare di passare alla versione "Pro" (a pagamento), ma prima informatevi sempre sulle reali differenze tra la versione Free e a Pagamento. Non mostreremo in questo articolo ulteriori App, in quanto la connessione avviene in linea di massima sempre nello stesso modo, quindi lasceremo a voi scoprire tutto ciò che questo "Mondo" offre, ma soprattutto buon divertimento!

DIAGNOSI TRAMITE DISPOSITIVO PALMARE

Dopo la diagnosi effettuata con un dispositivo in grado di lavorare con App via WiFi, vediamo un dispositivo palmare sempre della VGATE così da poter effettuare un confronto.



Fig. 7
Il nostro primo test.

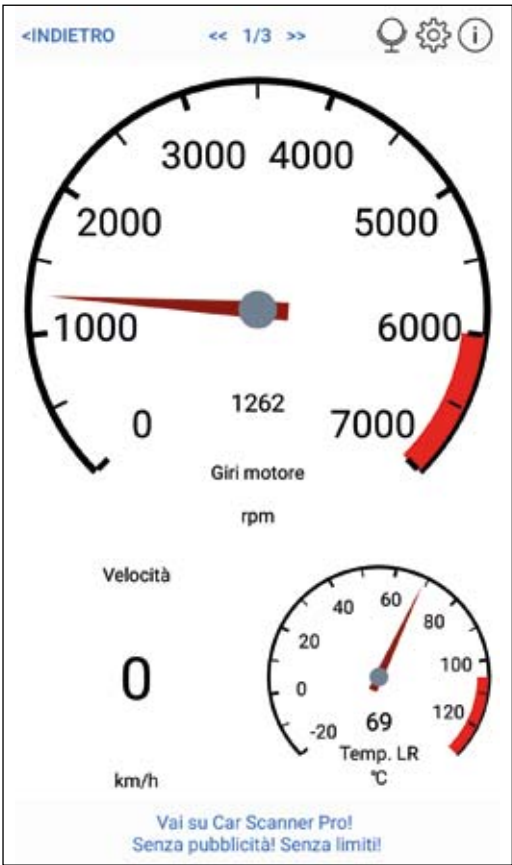


Fig. 8
Alcuni cruscotti dell'app.

Fig. 9
Test dei sensori e
delle emissioni.

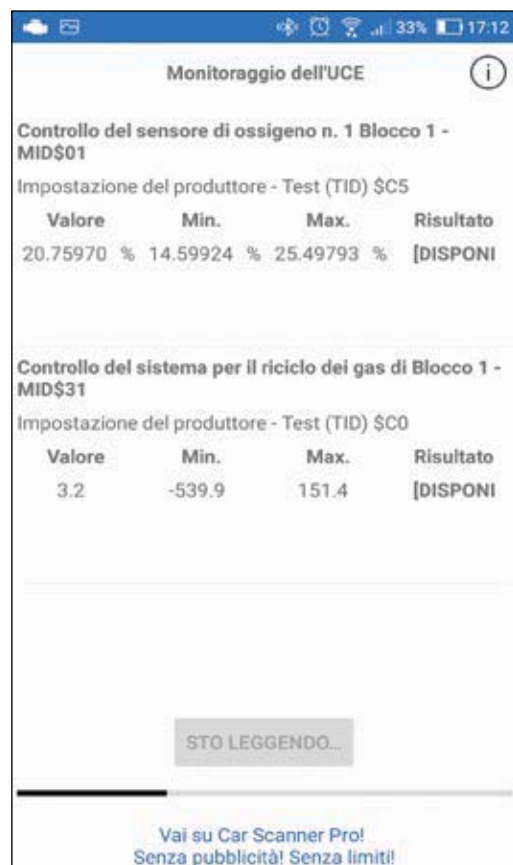


Fig. 10
Schermata degli
errori, che in questo
caso non presenta
DTC.



Anche questo prodotto può essere reperito direttamente su www.futurashop.it con codice 8100-FR772.

Innanzitutto notate che questo è un dispositivo che prende l'alimentazione direttamente dalla presa OBD, quindi per poter visionare anche solo le schermate di configurazione dovrete per forza essere connessi al veicolo. Il dispositivo è inoltre dotato di un connettore USB che permette di effettuare un aggiornamento firmware. Detto questo, una volta procurato il dispositivo, si può provvedere a collegare il cavo OBD direttamente al veicolo, in questo modo il dispositivo si accenderà se connesso all'altra estremità al dispositivo di diagnosi. Non ci saranno configurazioni particolari da effettuare in quanto il dispositivo è innanzitutto pronto per l'utilizzo, pertanto sarà solo necessario impostare le unità di misura e la lingua desiderata. In merito alla lingua, consigliamo di lasciare impostato l'inglese salvo non abbiate problemi con questa lingua, in quanto è la lingua base da cui derivano molti termini legati al campo automobilistico, mentre alcune traduzioni potrebbero essere un po' fuorvianti. Potrete tra i vari parametri andare a cambiare anche il proto-



Fig. 11
Il menu
dell'OBD
scanner.

collo di comunicazione al bus, ma se questa sarà la prima connessione è buona cosa lasciare "Auto", ovvero automatico, in modo che il protocollo venga rilevato da solo, anche perché se deciderete di fare la diagnosi su un'altra auto avrete già l'unità pronta senza dover cambiare nuovamente il protocollo, sempre che sia necessario. Giusto per chiarezza riportiamo qui di seguito la struttura del menu, così che possiate capire meglio come navigare in esso per poter effettuare le impostazioni di base (**Fig. 11**).

A configurazioni effettuate, non rimane altro che effettuare una diagnosi, pertanto dato che l'unità è già collegata, non resta che girare la chiave del quadro strumenti dell'auto in modo da accenderlo; in questo modo verranno alimentate tutte le centraline dell'auto. Se vorrete, potrete anche avviare il motore, in quanto tra le varie funzioni

dell'app è prevista la possibilità di visionare i dati di funzionamento in tempo reale.

Buon lavoro!



Cosa occorre?

Alcuni dei tester OBD presentati in questo articolo sono disponibili presso Futura Elettronica. Il tester palmare OBD2 VGATE VS890 MAXISCAN (cod. FR772) costa Euro 45,00, il tester OBD Bluetooth (cod. FR586) è in vendita a Euro 22,00, mentre il tester OBD Wi-Fi (cod. FR585) è disponibile a Euro 39,00. Il cavo OBD-II con connettore J1962 Maschio e connettore DB9 Femmina (cod. CAVO0BDII) è in vendita a Euro 7,50. I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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



€ 89,00

Cod. **ROBOARM**

**Entra
nell'affascinante
mondo della
robotica!**

**PICK AND PLACE PER BRACCIO
ROBOTICO "ROBOARM"**

BRACCIO ROBOTICO IN PLEXIGLASS - IN KIT

Costruire un braccio robotico è un'esperienza interessante per chi vuole avvicinarsi al mondo della robotica e prepararsi a sfide più complesse. Questo kit contiene tutto il necessario per realizzarne uno di tipo articolato in plexiglass a 4 gradi di libertà, con base rotante (180°), pinza per afferrare gli oggetti (montabile sia in posizione orizzontale che verticale) e 5 servocomandi gestibili da Arduino o altra elettronica (acquistabile separatamente). È disponibile anche il kit "Pick and Place" composto da una piccola pompa a depressione, un'elettrovalvola, un microswitch, cavi, tubi e ventosa, che permette di equipaggiare il braccio robotico con un sistema di prelievo e rilascio di piccoli oggetti.



€ 45,00

Cod. **PEPARM**

Scopri anche gli altri modelli ...

Braccio meccanico, dotato di cinque motori e cinque articolazioni con unità di controllo via cavo a cinque comandi.



**BRACCIO ROBOTICO
CON CONTROLLO
VIA CAVO - IN KIT**

€ 54,00

Cod. **KSR10**

**BRACCIO ROBOTICO
6DOF CON PINZA E
SERVI RC - IN KIT**



€ 129,00

Cod. **6DOFARM**

Completo di pinza per afferrare gli oggetti.
Dotato di servi RC con ingranaggi in metallo.



START

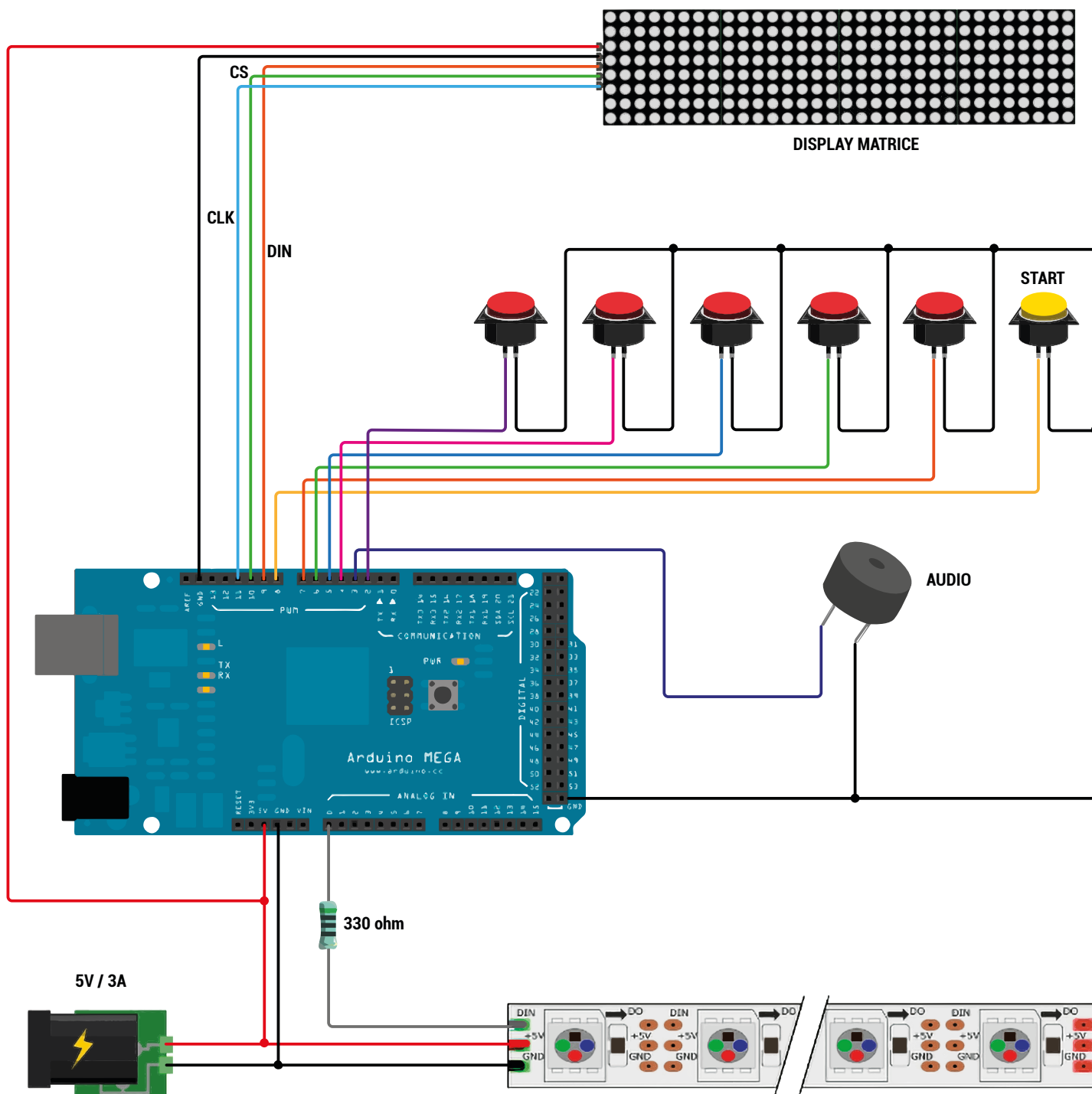
LED RACING

FAI CORRERE LA LUCE

di ROBERTO TESTI

Gareggiamo in prontezza di riflessi con un gioco per 5 concorrenti, dove più rapidamente premiamo il nostro pulsante, prima il nostro punto luminoso arriva al traguardo.

I tempi dei primordiali giochi elettronici basati su contatori, pulsanti e strisce di LED comuni sembrano lontani, ancor più da quando la comparsa dei videogame prima, e dei giochi su PC dopo, hanno reso disponibili animazioni 3D e giochi in Rete che solo una ventina di anni fa erano impensabili; eppure anche dei gadget, dei giochi semplici composti da LED e pulsanti hanno la loro logica e i loro estimatori tutt'oggi. Ecco perché abbiamo deciso di realizzare il progetto descritto in queste pagine, con il quale vi invitiamo a riscoprirne il fascino. Si tratta di un hardware tutto-sommato semplice che fa uso di una scheda Arduino, di un set di pulsanti, di un display e di una striscia di LED NeoPixel, che insieme compongono una sorta di pista luminosa sulla quale un minimo di due e un massimo di cinque concorrenti possono gareggiare in prontezza di riflessi e velocità di ese-



cuzione facendo correre il proprio punto luminoso dalla partenza all'arrivo, per un numero massimo di tre giri di pista, vedendo chi riesce ad arrivare primo al traguardo.

Il funzionamento del gioco è essenziale: per avviare una partita (o manche, se vi piacciono i termini ricercati...) si deve premere il pulsante di avvio,

quindi il display a matrice di cui è dotato mostra la scritta che annuncia il conto alla rovescia e prepara i giocatori al momento in cui potranno partire; più esattamente, il display mostra in sequenza 3, 2, 1, cadenzati e accompagnati da note musicali emesse dal cicalino. Esaurito il conteggio, il display visualizza il messaggio di via (GO) e a questo punto

i partecipanti al gioco potranno premere ciascuno il proprio pulsante, ripetutamente, con la massima frequenza possibile per far avanzare il proprio punto luminoso sulla pista formata dalla strip NeoPixel, riconoscibile dal colore (allo scopo ognuno dei pulsanti dei giocatori andrà colorato analogamente al rispettivo punto luminoso sulla strip a LED), per andare più forte degli altri.

Ad ogni giro compiuto dal concorrente più avanti il display ne darà notifica con un messaggio tipo 1/3 LAP, indicando quale giro è stato completato su quanti giri complessivi (il firmware ne prevede 3, ma è possibile cambiare tale valore). Chi taglia il traguardo per primo verrà indicato dal display e la manche avrà termine; per avviarne un'altra, al solito, bisognerà ripremere il pulsante di avvio e attendere la partenza comunicata dal display.

IL PROGETTO

Andiamo quindi a vedere nel dettaglio di cosa si tratta, riferendoci allo schema di cablaggio pubblicato nella pagina accanto, il quale ritrae tutti gli elementi che compongono il gioco; notate che non è richiesta la realizzazione di alcun circuito stampato né abbiamo uno schema elettrico, dato che il tutto si realizza esclusivamente con schede e dispositivi già pronti reperibili in commercio. le uniche operazioni richieste per la realizzazione sono l'interconnessione e poi il caricamento dello sketch nella scheda Arduino.

Partiamo dunque da quest'ultima, che per ragioni di prestazioni è stata scelta del tipo MEGA 2560:

come vedete deve svolgere tre compiti, ossia leggere lo stato dei pulsanti, aggiornare lo stato del display a matrice di LED per mostrare i messaggi di volta in volta previsti e, infine, pilotare la strip NeoPixel posizionando dinamicamente le luci corrispondenti ai concorrenti lungo il suo sviluppo. Naturalmente ci sono degli altri compiti "minori" come il calcolo della posizione raggiunta, considerando che ogni pigiata del pulsante del concorrente determina l'avanzamento di un LED RGB; ed anche il comando del cicalino piezo senza elettronica, che fornirà le segnalazioni acustiche del caso (generate dall'apposita istruzione nel codice), tra cui le tre note per preparare i giocatori alla partenza e la musicchetta riprodotta all'arrivo del vincitore, oltre che i bip di passaggio di ciascun concorrente dal traguardo a ciascun giro intermedio.

I pulsanti da leggere sono 5 per i concorrenti ed uno per lo start, ossia per l'avvio del gioco; tutti vengono letti dagli I/O digitali di Arduino Mega internamente settati come input dotati di pull-up. I colori predefiniti per le luci dei concorrenti sono, nell'ordine, rosso (giocatore 1), verde (2), blu (3), bianco (4) e giallo (5), come previsto nello sketch:

```
#define COLOR1    track.Color(255,0,0)
#define COLOR2    track.Color(0,255,0)
#define COLOR3    track.Color(0,0,255)
#define COLOR4    track.Color(255,255,255)
#define COLOR5    track.Color(255,255,0)
```

Potete comunque ridefinirli a vostro piacimento



Il contenitore dell'elettronica in fase di lavorazione.

scrivendo i corrispondenti valori tra 0 e 255 tra parentesi, ricordando che 0 corrisponde alla minima luminosità del rispettivo colore e 255 alla massima e che il primo numero è relativo al rosso, il secondo al verde e il terzo al blu. Resta inteso che dovrete scegliere colori facilmente distinguibili l'uno dall'altro, perché diversamente i giocatori fatteranno a capire in che punto della "pista" si trova, istante per istante, il proprio corridore luminoso.

Il progetto prevede la visualizzazione dei messaggi ai concorrenti mediante un display a matrice di 8x8 punti composto da LED rossi e per visualizzare la pista e i concorrenti esegue il pilotaggio di 900 LED Neopixel; anche questo valore può essere modificato dallo sketch per accorciare, addensare, diradare o allungare la pista luminosa. Adottando una strip a LED tipo la 2846-STRIP300LED della Futura Elettronica, composta da 300 LED RGB con densità di 60 LED per metro, otterremo una "pista" lunga 15 metri, mentre utilizzandone una 2846-STRIP150LED con 30 LED/metro avremo la lunghezza raddoppiata, ossia 30 metri e diodo RGB più spazati.

La lunghezza della strip può causare un affievolimento della luce emessa da quelli più lontani, ragion per cui per piste molto lunghe è consigliabile ripetere l'alimentazione all'inizio e alla fine. Comunque l'assorbimento, considerando che si accendono solo 5 LED RGB alla volta, non è tale da far diventare rilevante tale problema.

Ad ogni modo, tramite l'apposita istruzione dello sketch è possibile scegliere un numero differente di LED da pilotare, magari minore, visto che 900 ci sembrano già molti.

I pulsanti che abbiamo scelto sono quelli Arcade della Futura Elettronica (codice tipo 6168-COM09338) che dispongono di un microswitch a 3 terminali (comune, normalmente aperto e normalmente chiuso) di cui collegheremo solo comune e normalmente aperto; li abbiamo voluti sia per la loro robustezza e idoneità all'uso nei giochi elettronici, sia perché sono disponibili in vari colori e quindi facilmente abbinabili alle luci dei concorrenti. Inoltre possono essere facilmente montati su un pannello.

Il display utilizzato per fornire le segnalazioni visive è un display a matrice 4 display a matrice 8x8 con MAX7219 - LED rossi a catodo comune e gestiti dall'integrato controller MAX7219 (codice 8300-YB302). Può essere controllato da Arduino tramite un'interfaccia SPI semplificata che fa capo i pin DIN (ingresso dati), CS (seleziona l'indirizzo nel caso siano connessi più display) e CLK (clock della

comunicazione seriale) e con esso possono essere visualizzati lettere, cifre e simboli.

Per quanto riguarda le strip NeoPixel, il micro-controllore di Arduino Mega le pilota generando sequenzialmente le stringhe di dati dirette ognuna a un diodo RGB, a una velocità sufficientemente elevata da seguire, per un massimo di cinque "corridori luminosi", la pressione dei cinque pulsanti alla massima velocità prevista. Per farvi comprendere come avviene il pilotaggio dei LED NeoPixel è opportuno richiamare la tecnologia Neopixel, che prevede LED RGB con controller a bordo, facilmente integrabili nell'ambiente Arduino grazie a librerie proprietarie che Adafruit (www.adafruit.com) rende disponibili. I LED Neopixel possono essere collegati in cascata in modo che la linea dati da uno passi al successivo; ognuno può essere gestito individualmente tramite un apposito comando inserito nella stringa seriale e può produrre fino a 256 tonalità del proprio colore, determinando un totale di 16.777.216 combinazioni di colore.

Il canale dati usato per la comunicazione con i LED neopixel e quindi con le strip è simile al tipo one-Wire. L'alimentazione prevista per i LED Neopixel è a 5 volt; la comunicazione avviene a un massimo di 800 kbps. Per ogni strip di LED è possibile impostare a piacimento la frequenza di refresh, in modo da rendere impercettibili determinati giochi di luce. Ogni LED intelligente è collegato in cascata, dato che la linea dati entrante nel terminale DI esce dal DO, che ne ripete i dati da un controller all'altro. L'alimentazione è a 5 volt (V della strip), che nel nostro caso non vengono forniti da Arduino Mega ma direttamente dalla scheda di alimentazione, che ha a bordo un jack DC e da cui parte l'alimentazione di tutto il circuito, display e Arduino compresi.

Il protocollo di comando del sistema Neopixel prevede l'invio di gruppi di tre byte in una stringa di 24 bit, ognuna delle quali contiene lo stato di illuminazione di ciascun colore base (prima gli otto bit del verde, poi quelli del rosso e infine quelli del verde).

IL FIRMWARE

Diamo adesso uno sguardo allo sketch alla base del nostro gioco, che non riportiamo per intero essendo abbastanza corposo; chi lo vorrà potrà scaricarlo dal nostro sito www.elettronica.in.it insieme ai file del progetto. Ci limiteremo a descriverne i punti salienti qui di seguito.

Al solito abbiamo una fase iniziale di inclusione delle librerie per la gestione della strip NeoPixel e del display a matrice (MAX7219), nonché quella



Guarda Led Racing a laser in azione su YouTube!



Vuoi vedere in azione il nostro Led Racing? Nulla di più semplice: collegati alla pagina https://youtu.be/GFreoTV0q_o. Potrai anche vedere i video di moltissimi altri nostri progetti proposti in passato.

per il bus SPI utilizzato nella comunicazione:

```
#include <Adafruit_NeoPixel.h>
#include <MD_Parola.h>
#include <MD_MAX72xx.h>
#include <SPI.h>
```

Segue poi la parte della definizione del numero di LED da pilotare, che sostanzialmente rappresentano la lunghezza della pista di gioco:

```
#define MAXLED          900
// MAX LEDs actives on strip
```

Se desiderate modificare la lunghezza potete farlo cambiando il numero che segue MAXLED, attualmente corrispondente a 900; comunque tale quantità ci sembra più che sufficiente a rappresentare uno spostamento abbastanza fluido anche su una pista lunga come quella del prototipo. Andiamo avanti con l'analisi del firmware dove, dopo la definizione del numero di LED NeoPixel troviamo la definizione degli I/O della Arduino Mega, ossia questa orzione di codice:

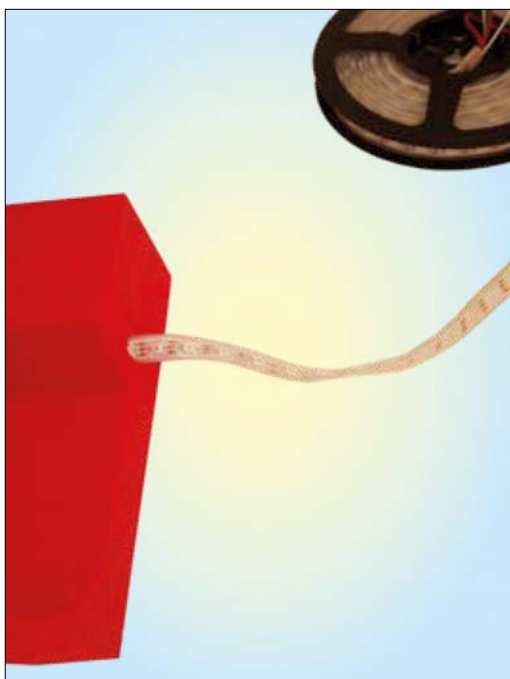
```
#define PIN_LED          A0
#define PIN_P1           7
// switch player 1 to PIN and GND
#define PIN_P2           6
// switch player 2 to PIN and GND
#define PIN_P3           5
// switch player 3 to PIN and GND
#define PIN_P4           4
// switch player 4 to PIN and GND
#define PIN_P5           2
// switch player 5 to PIN and GND
#define PIN_AUDIO         3
// through CAP 2uf to speaker 8 ohms
#define PIN_START        8
// switch start to PIN and GND
```

Qui vediamo che la gestione dei NeoPixel è affidata all'A0, da cui usciranno le stringhe di dati, mentre i pulsanti dei concorrenti sono gestiti dai pin digitali 7, 6, 5, 4 e 2; l'uscita per il cicalino è collegata al pin digitale 3, dal quale uscirà il segnale digitale la cui frequenza dipenderà dalle note da riprodurre, mentre la lettura del pulsante di START (avvio di



◀ Led Race presentato al Maker Faire di Roma nel 2019.

Fig. 1
L'uscita della strip
NeoPixel dal fianco
del contenitore.



una manche) sarà affidata all'I/O digitale 8. Viene poi la definizione della linea di comunicazione destinata al display a matrice, i cui pin sono il 9 per i dati, l'11 per il clock e il 10 per il CS (Chip Select); si definisce anche il tipo di display affinché possa essere correttamente gestito dalla relativa libreria **MD_MAX72xx.h**.

Troviamo anche tutte le altre impostazioni riguardanti la comunicazione con il display a matrice di punti attraverso il bus seriale opportunamente settato:

```
#define HARDWARE_TYPE MD_MAX72XX::FC16_HW
#define MAX_DEVICES 4
#define CLK_PIN 11
#define DATA_PIN 9
#define CS_PIN 10
#define BUF_SIZE 15
char curMessage[BUF_SIZE] = { "" };
int sortValues[5] = {0,0,0,0,0};
int NPIXELS=MAXLED; // leds on track
int nplayer=5;
long newmillis=0;
int lapstime=2000;
boolean flag_racing=0;
```

Andiamo oltre e vediamo la sezione dello sketch dove sono definiti i colori dei singoli concorrenti, ognuno abbinato a un pulsante:

```
#define COLOR1 track.Color(255,0,0)
```

```
#define COLOR2 track.Color(0,255,0)
#define COLOR3 track.Color(0,0,255)
#define COLOR4 track.Color(255,255,255)
#define COLOR5 track.Color(255,255,0)
```

Come già spiegato, i tre numeri tra parentesi sono le percentuali di accensione dei colori R, G, B ossia 0 corrisponde a spento e 255 al 100% (massima luminosità); se volete modificare i colori potete farlo cambiando la composizione attraverso questi tre numeri, ricordando, a chi non sa come vengono composte le singole tinte cromatiche con rosso, verde e blu, che esistono siti web che permettono di vedere il colore risultante come apparirà (dato che gli schermi di Personal Computer, tablet e smartphone funzionano in RGB...) semplicemente inserendo i tre valori di R, G e B.

Uno di questi è <https://www.w3schools.com>.

Per quanto riguarda il numero di giri componenti una partita, viene definito dall'istruzione:

```
byte loop_max=3; //total laps race
```

Questo sarà lo stesso visualizzato sul display a matrice alla partenza di ogni manche (vale a dire una volta premuto il pulsante START) e verrà decrementato progressivamente al passaggio per l'inizio della striscia NeoPixel; potrete modificarlo cambiando il numero dopo il simbolo di uguale.

REALIZZAZIONE PRATICA

Bene, chiarito ciò possiamo passare alle note costruttive, ricordando che il progetto prevede il semplice assemblaggio di dispositivi già pronti e che l'unica saldatura richiesta sarà quella dei fili sulla strip NeoPixel; il tutto andrà interconnesso rispettando lo schema di cablaggio illustrato in queste pagine. Ricordiamo che la resistenza da porre in serie al pin A0, che nello schema è indicata del valore di 330 ohm, andrà in realtà scelta sulla base del tipo di controller impiegato nei LED NeoPixel, quindi se utilizzate strip con controller WS2812 (per intendersi, il modello 2846-STRIP300LED venduto dalla Futura Elettronica) dovrete modificare il valore in 500 ohm, mentre se il chip è il WS2813 andrà bene 330 ohm. In ogni caso il resistore sarà da 1/4 di watt al 5% o meno di tolleranza.

Conviene anche filtrare l'alimentazione della strip saldando, nei contatti dove arriva dal jack DC, con un condensatore elettrolitico da 1.000 µF/16V. Le linee di alimentazione di Arduino Mega, del display a matrice di LED e della strip NeoPixel

dovranno confluire su un connettore jack che nello schema di cablaggio è su una piccola scheda, ma che può tranquillamente essere di tipo volante, rammentando però che il suo contatto centrale andrà connesso al polo positivo e l'esterno al negativo.

Per l'alimentazione dell'insieme è richiesto un alimentatore da rete con uscita stabilizzata alla tensione continua di 5 volt, capace di erogare una corrente di circa 3 ampere; tale alimentatore dovrà terminare con un cavetto dotato di jack DC idoneo a quello previsto nel progetto e con polarità positiva sul contatto interno.

L'insieme dell'elettronica potrà prendere posto in un contenitore, meglio se in plastica, sul quale andranno ricavati tre fori per far affacciare all'esterno il jack DC, il pulsante di START (che sarà manovrato dal conduttore del gioco) e il cicalino (affinché se ne possa udire il suono all'esterno). Un'apposita cava andrà quindi ricavata sulla parete frontale per far vedere il display a matrice di LED, che internamente andrà fissato con delle colonnine distanziali e opportune staffe. Le foto del prototipo che vedete in queste pagine possono darvi un'idea di come realizzare il contenitore.

La strip può essere collegata e vincolata all'interno del contenitore, quindi lasciata uscire da un foro praticato sul fianco (**Fig. 1**) o sul retro; volendo è possibile portare fuori dal contenitore i tre fili di collegamento, ma rammentando che quello dei dati non può essere più lungo di un paio di metri. I pulsanti potranno essere collocati ciascuno in un contenitore proprio, per esempio una scatola stagna da impianti elettrici, fissata poi al tavolo dove si stenderà la strip NeoPixel; quest'ultima e i pulsanti dovranno essere collegati con fili in guaina di lunghezza adeguata che confluiranno in un passaggio ricavato nel contenitore, per poi raggiungere Arduino Mega e il circuito intorno ad esso.

Nel nostro prototipo abbiamo optato per contenitori individuali stampati in 3D della forma visibile nelle foto, il cui interno è cablato come mostra la **Fig. 2**.

CONCLUSIONI

Bene, con questo abbiamo terminato: crediamo di avervi passato tutte le informazioni necessarie a realizzare questo magnifico gioco di abilità, quindi sta a voi svilupparlo, fisicamente, nella maniera più suggestiva e accattivante possibile, dando alla strip di LED RGB il percorso e lo sviluppo che più vi aggrada, magari appoggiandovi a una struttura realizzata allo scopo su un tavolo o una parete, ma



Fig. 2
L'interno del
contenitore
stampato in 3D
dei pulsanti.

anche al suolo.

Se intendete utilizzare il progetto in un ambiente un po' rumoroso e ritenete che il suono del cicalino sia debole, potete collegare al pin di Arduino Mega una breakout amplificatore come ad esempio il Modulo AMPLIFICATORE audio 2,8 watt mono in classe D (codice 8220-MM209) della Futura Elettronica (www.futurashop.it) che può pilotare un altoparlante. Oppure utilizzate una pastiglia piezo di grandi dimensioni o un altoparlante piezo. Ciò detto, non ci resta che augurarvi buon divertimento con il vostro LED Race! □



Cosa occorre?

Il materiale utilizzato in questo progetto è acquistabile presso Futura Elettronica. La scheda Arduino Mega da programmare (cod. ARDUINOMEGAREV3) è disponibile a Euro 43,00, il display a matrice (cod. YB302) costa Euro 9,00, lo strip neopixel da 300 led (cod. STRIP300LED) è venduto a Euro 74,00, mentre quello da 150 led (cod. STRIP150LED) a Euro 46,00, i pulsanti Arcade sono disponibili in diversi colori cercando nel sito futurashop.it il codice COM093.

Il materiale va richiesto a:

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

VASTA GAMMA DI STRUMENTI PER IL LABORATORIO

Oscilloscopio 2 Canali 70 MHz

- ✓ Frequenza di campionamento fino a 1 GS/s
- ✓ Funzione FFT integrata
- ✓ Software per analisi in tempo reale con il PC
- ✓ Porta USB Host

COD. DS072

€ 319,00

IL PIÙ VENDUTO



Disponibile anche
nella versione a 200MHz

COD. DS0202

€ 459,00

Oscilloscopio 2 Canali 100 MHz con generatore di forme d'onda

COD. DS0FG102

€ 420,00

- ✓ Frequenza di campionamento fino a 1 GS/s
- ✓ Funzione FFT integrata
- ✓ Software per analisi e controllo in tempo reale con il PC
- ✓ Porta USB Host / USB Device



Disponibile anche
nella versione a 200MHz

COD. DS0FG202

€ 549,00

Oscilloscopio a forma di penna - 1 canale

- ✓ Larghezza di banda 20 MHz
- ✓ Frequenza di campionamento 96 MSa/s
- ✓ Tensione max IN 50V
- ✓ Funzione FFT integrata
- ✓ Software per analisi in tempo reale con PC
- ✓ Alimentazione tramite porta USB
- ✓ Dimensioni 230 x 42 x 25 mm
- ✓ Peso 263 grammi



COD. PS02020

€ 95,00

Oscilloscopio USB per PC 2 Canali 20 MHz



COD. DS0PC22

€ 89,00

- ✓ Frequenza di campionamento 48 MS/s
- ✓ Funzione FFT integrata
- ✓ Interfaccia USB 2.0 per PC (alimentazione da USB)
- ✓ Software e memorizzazione delle forme d'onda

Disponibile anche
nella versione a 100MHz

COD. DS0PC102

€ 325,00

Generatore di funzioni e forme d'onda arbitrarie

USCITA FORME D'ONDA ARBITRARIE

- ✓ Frequenza onda DC~25 MHz
- ✓ 1 canale
- ✓ Frequenza di campionamento 200 MSa/s
- ✓ Risoluzione verticale 12 bit

€ 206,00

COD. FAW1025G

FREQUENZIMETRO

- ✓ Frequenza fino a 50 MHz
- ✓ Impedenza d'ingresso > 100 kohm
- ✓ Ampiezza segnale d'ingresso da 400 mVpp a 18 Vpp



Generatore di funzioni/forme d'onda arbitrarie fino a 10 MHz

€ 278,00

COD. TP0073



- ✓ 1 Canale
- ✓ Frequenza di campionamento 125 MS/s
- ✓ Frequenza max. di uscita 10 MHz
- ✓ Forme d'onda standard: sinusoidale, quadra, rampa, triangolare, impulso, noise, DC, arbitraria
- ✓ Supporta le modulazioni AM, FM, PM, PWM, ASK, FSK, PSK
- ✓ Ampiezza di uscita 1 mVpp ~ 10 Vpp (50 Ω); 2 mVpp ~ 20 Vpp (High Z)

Prezzi IVA inclusa.

FUTURA ELETTRONICA®

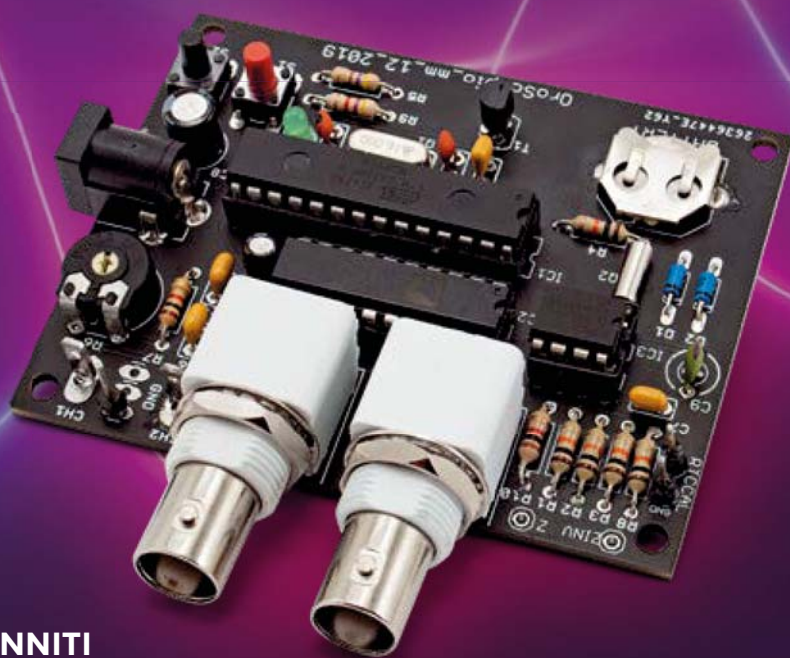
Futura Group srl
Via Adige, 11 • 21013 Gallarate (VA)
Tel. 0331/799775

Caratteristiche tecniche
e vendita on-line su:

www.futurashop.it

OROSCOPIO:

L'ORA E LA DATA NELL'OSCILLOSCOPIO



del Prof. **MICHELE MENNITI**

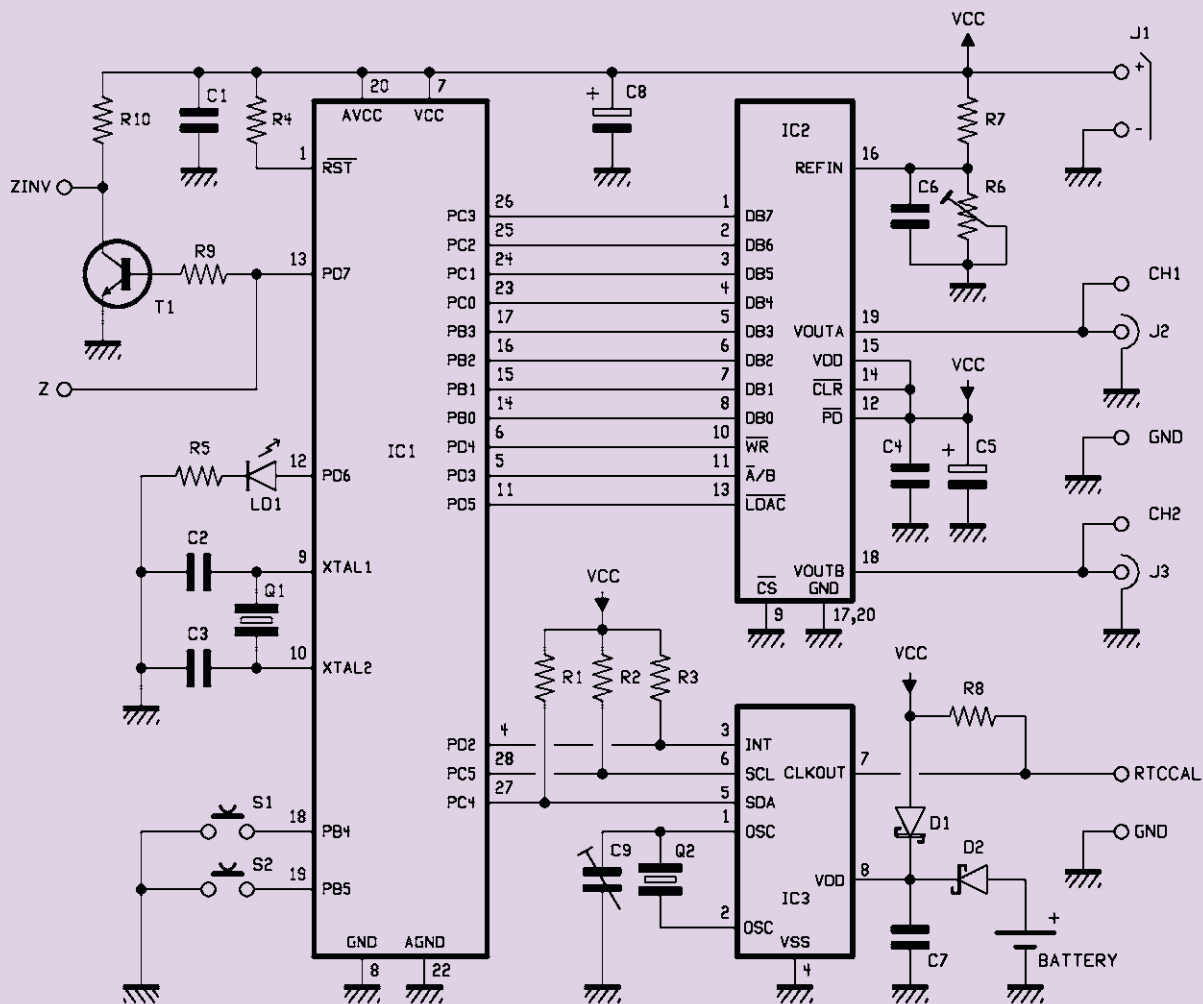
RTC quarzato in grado di visualizzare, sullo schermo di un oscilloscopio analogico, la data completa e l'orario in formato numerico, analogico a lancette, ma anche digitale in esadecimale o binario.

P

resentiamo oggi un nuovo circuito gadget per i nostri amici hobbisti, molto semplice da realizzare e di sicuro effetto, per chiunque possieda un oscilloscopio di tipo analogico, con almeno due tracce, da usare come ingressi X-Y e, opzionalmente, l'ingresso Z per poter gestire l'intensità luminosa via firmware. E se

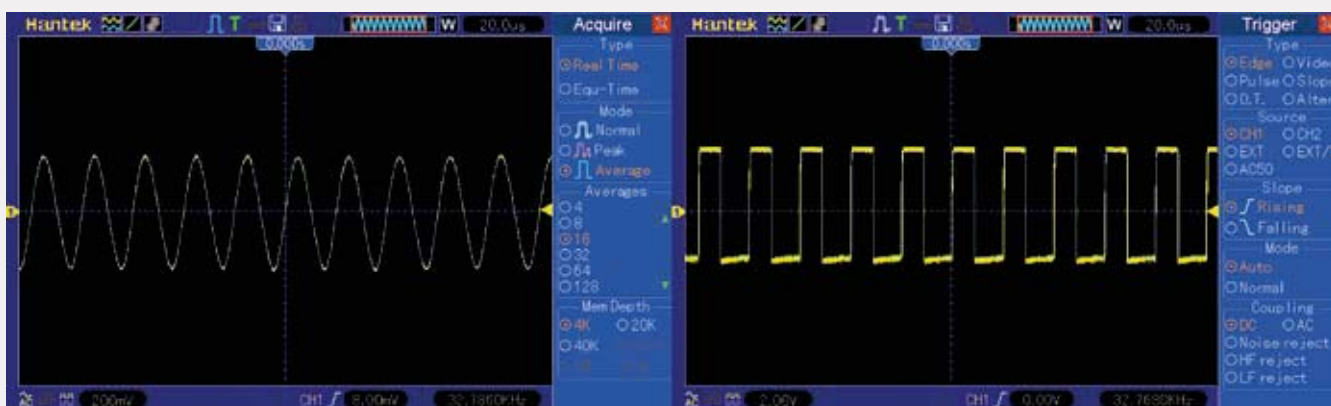
non si possiede un oscilloscopio analogico? Sui più famosi canali commerciali on-line si trovano moltissime offerte di questi strumenti perfettamente funzionanti a poche decine di euro. Per chi invece possedesse un oscilloscopio digitale abbiamo notizie non buone, in quanto pur riuscendo a vedere le immagini, esse appariranno molto sfuocate e disturbate, rendendo di fatto inutilizzabile il nostro circuito.

Prima di iniziare a descrivere questo progetto è giusto attribuire il merito esclusivo all'autore del circuito originale, di cui non è noto il nome, ma che ha reso pubblico il suo lavoro sul sito



www.dutchtronix.com/ScopeClockH3-1-Enhanced.htm, sul quale dichiara, immediatamente sotto il titolo: "After 10 years of providing kits for this oscilloscope clock, I have decided to stop making them. Kits are no longer available." rendendo quindi disponibili lo schema elettrico, i file per la realizzazione del PCB ed il firmware per programmare il microcontrollore a chiunque volesse replicarlo. L'autore del presente articolo, nonché della versione personalizzata del progetto, imbattendosi in questo lavoro, ha deciso di realizzarne una versione molto semplificata, eliminando tutta la circuiteria di collegamento ad un PC esterno (porta RS232, porta USB, connessioni seriali) e le varie possibilità di alimentazione, limitandola ad un solo ingresso per 5 V in corrente continua. Sostanzialmente del circuito originale sono rimasti il microcontrollore, il DAC (convertitore digitale-analogico) e l'RTC (real time clock). In tal modo sono stati eliminati i componenti

in tecnologia SMT, per rendere possibile il montaggio anche ai principianti dell'elettronica. Solo sull'RTC sono state aggiunte due piccole migliorie: una batteria a bottone installata direttamente sul PCB, per mantenere le impostazioni dell'orologio in assenza temporanea dell'alimentazione, e un condensatore per ottenere la massima precisione di oscillazione del quarzo e quindi dell'orologio. Naturalmente è stato realizzato un nuovo schema elettrico con relativo PCB, che, come sempre, abbiamo messo a disposizione gratuitamente nella sezione download del sito www.elettronica.it. Il risultato finale è un circuito più piccolo dell'originale, privo di molti componenti e connettori e quindi anche più economico, con l'idea di realizzare un gadget con l'eliminazione di diverse opzioni dal circuito originale, che resta un qualcosa di abbastanza diverso. Il firmware invece è stato adottato completamente, nella versione 4.2, messa a



disposizione dall'autore in formato .hex, quindi già compilato, anche questo è reperibile nella sezione download, al fine di essere caricato nel microcontrollore.

SCHEMA ELETTRICO

Facciamo ora una rapida analisi dello schema elettrico. Il cuore del nostro OroScopio è naturalmente il circuito integrato IC1, il microcontrollore ATmega328P-PU, reso ormai celeberrimo dalla scheda di prototipazione Arduino UNO. Esso si presenta nella tipica configurazione minimal, con un quarzo esterno (Q1) da 16 MHz, i due condensatori del circuito di oscillazione, ed un resistore da 10 kohm per mantenere a livello alto il pin di RESET. Esso è interfacciato mediante i pin 4 (INT0), 27 (SDA) e 28 (SCL) rispettivamente con i pin 3 (INT, interrupt dall'RTC al micro), 5 (SCL) e 6 (SDA), dell'RTC IC3, un PCF8563, che dialoga con il micro fornendo tutte le informazioni ed i segnali necessari per il funzionamento dell'orologio e del calendario. Questo integrato è normalmente alimentato dai 5 Vcc generali e, in caso di black-out, dai 3 V generati dalla batteria a bottone CR1220; i due diodi Schottky D1 e D2 creano una sorta commutatore elettronico, basato sulla differenza di potenziale ai loro capi; in presenza dei 5 V l'integrato viene alimentato dall'alimentazione generale mediante D1, se questa tensione viene a mancare, allora sono i 3V a passare mediante D2.

L'RTC ha un quarzo da 32,768 kHz collegato tra i pin 1 e 2, mentre tra il pin 1 e massa si applica un condensatore (variabile ma non necessariamente) che ha lo scopo di garantire la precisione della frequenza di oscillazione e quindi dell'intero sistema. Tra il pin RTCCAL (collegato al pin 7 di IC3) e GND è possibile rilevare la frequenza di oscillazione del quarzo Q2, mediante un frequenzimetro o un oscilloscopio. In **Fig. 1** sono visibili il segnale

sinusoidale rilevato direttamente sul pin 2 di IC3 ed il segnale di CLOCKOUT a livello digitale sul pin 7 di IC3, entrambi a 32,768 kHz.

Durante il normale funzionamento l'RTC invia un interrupt negativo a frequenza di 1 Hz (uno ogni secondo) al microcontrollore per la gestione del timer e quindi l'aggiornamento dell'intero orologio (**Fig. 2**). Il microcontrollore è infine interfacciato con l'IC2, l'AD7302, un DAC con due ingressi ad 8 bit (gestibili, come nel nostro caso, come un unico DAC a 128 bit) mediante le seguenti linee:

- primi 4 bit: 8-7-6-5 di IC2 con i pin 14-15-16-17 PORTB(0..3) di IC1;
- secondi 4 bit: pin 4-3-2-1 di IC2 con i pin 23-24-25-26 PORTC(0..3) di IC1;
- WR (Write Input): pin 10 di IC2 con pin 6 di IC1;
- DS (DAC Select): pin 11 di IC2 con pin 5 di IC1;
- LDAC (Load DAC Logic Input): pin 13 di IC2 con pin 11 di IC1.

L'insieme dei segnali digitali proveniente dal microcontrollore viene convertito in due segnali analogici, uno per l'asse X dell'oscilloscopio e l'altro per l'asse Y, ed escono rispettivamente dai pin 19 e 18 di IC2; l'unione di questi due segnali, in modalità X-Y genererà sullo schermo il disegno del quadrante dell'orologio e dei necessari particolari (numeri, lancette in movimento, ecc.).

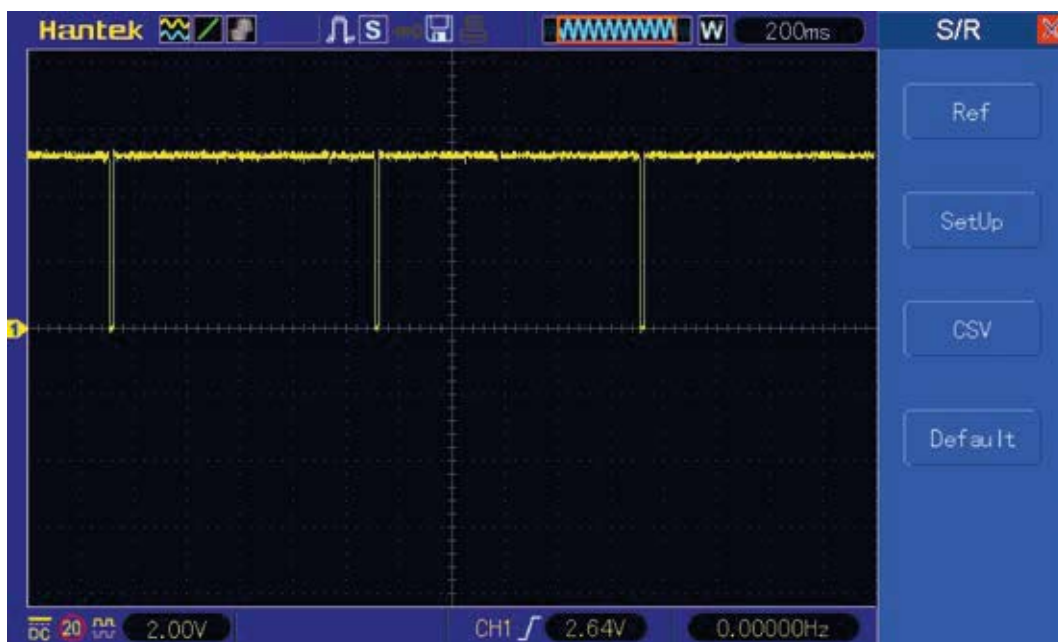
Essendo le due uscite a bassa impedenza i segnali possono essere inviati direttamente agli ingressi dell'oscilloscopio, senza ulteriori adattamenti. Come si vede nello schema elettrico, il circuito prevede anche due uscite per il canale Z, una diretta ed una invertita. Il canale Z, non sempre presente negli oscilloscopi, serve per la regolazione dell'intensità luminosa; il firmware in effetti prevede anche questa funzione per cancellare eventuali residui di traccia e rendere più nitida l'immagine. Il circuito costituito da T1-R9-R10 è un invertitore logico, per

Fig. 1
Il clock dell'RTC.

CARATTERISTICHE TECNICHE

- **Tensione di alimentazione:** 5Vcc
- **Corrente assorbita:** 30mA
- **Frequenza clock RTC:** 32.768 kHz
- **Modalità di visualizzazione:** Oscilloscopio analogico a due tracce, con ingresso Z opzionale
- **Oscilloscopi compatibili:** Oscilloscopi analogici in modalità X-Y

Fig. 2
L'interrupt inviato
dall'RTC al
microcontrollore.



cui ogni livello logico viene trasformato nel suo opposto; in tal modo si dispone di una doppia versione di segnale per l'asse Z, bisogna usare quella che dà i migliori risultati in termini di chiarezza dell'immagine. Nel nostro test abbiamo usato un oscilloscopio privo di questo ingresso e non abbiamo avuto particolari problemi, quindi possiamo ben considerarlo un segnale opzionale.

Infine il partitore costituito da R6 e R7, con C6 in funzione di stabilizzatore di tensione, genera la tensione di riferimento per i due segnali analogici, che servirà per regolare la dimensione dell'immagine, mentre il suo posizionamento avverrà tramite i comandi specifici dell'oscilloscopio X-POS e Y-POS I. L'unica nota riguarda C9: sulla serigrafia e sullo schema elettrico abbiamo previsto un condensatore a due pin, valore $10+60$ pF, che è il componente ideale per effettuare la taratura del clock dell'RTC; in alternativa si può utilizzare un condensatore ceramico con valore da testare sperimentalmente fino ad ottenere la frequenza corretta, rivedremo questa cosa nella fase di taratura del circuito montato.

REALIZZAZIONE PRATICA

Per il montaggio dei componenti del nostro OroScopio abbiamo predisposto un circuito stampato a doppia faccia e fori metallizzati, per la cui realizzazione troverete, come sempre, i file gerber, nella sezione download del sito www.elettronica.in.it.
NOTA: seguendo le indicazioni del montaggio dei

componenti, per il momento tralasciate: il resistore R4 da 10 kohm, il quarzo da 16 MHz, i due condensatori da 22 pF, in quanto ci serviranno per programmare il microcontrollore. Inoltre per il momento non bisogna installare la batteria di backup. Seguendo il piano di montaggio, come sempre conviene iniziare dai diodi e dai resistori, il quarzo Q2, gli zoccoli per gli integrati (facendo combaciare la tacca di riferimento con quella della serigrafia visibile nel piano di montaggio), il supporto per la batteria interna (suggeriamo di depositare una goccia di stagno sulla piazzola quadrata di massa prima di inserire e saldare il supporto, per garantire il corretto contatto col negativo della batteria, vedere nota più avanti), il trimmer, i condensatori, iniziando da quelli di dimensioni più piccole e facendo attenzione alla polarità di quelli elettrolitici, il LED, il transistor, i tastini per la regolazione, infine il connettore per l'alimentazione, le uscite X-Y ed i vari test point. L'ultima operazione consisterà nell'inserire i circuiti integrati nei rispettivi zoccoli, facendo attenzione alla tacca di riferimento, ad eccezione del microcontrollore che va prima programmato.

Per quanto riguarda l'alimentazione, serve un alimentatore da 5 Vcc-200 mA con cavo terminante con un jack DC japan, avente polo positivo al centro e negativo all'esterno.

Una nota a proposito dell'alimentatore esterno: abbiamo più volte ribadito che i microcontrollori non gradiscono molto le alimentazioni switching, e che invece conviene ricorrere a quelle di tipo lineare;

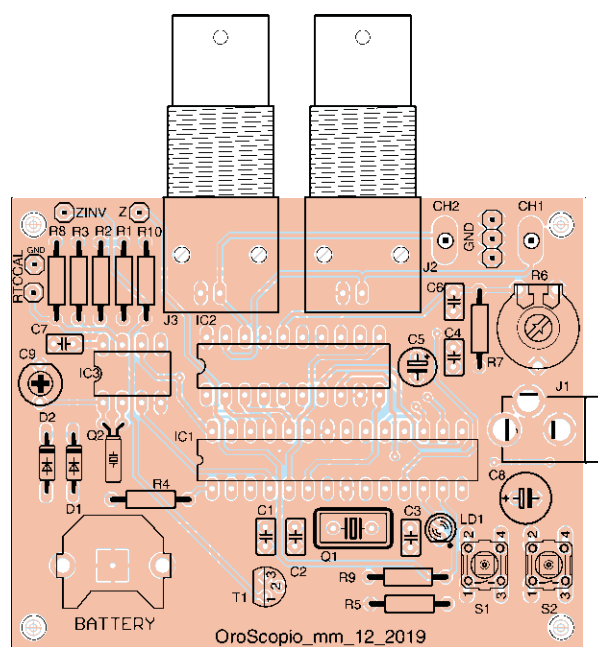
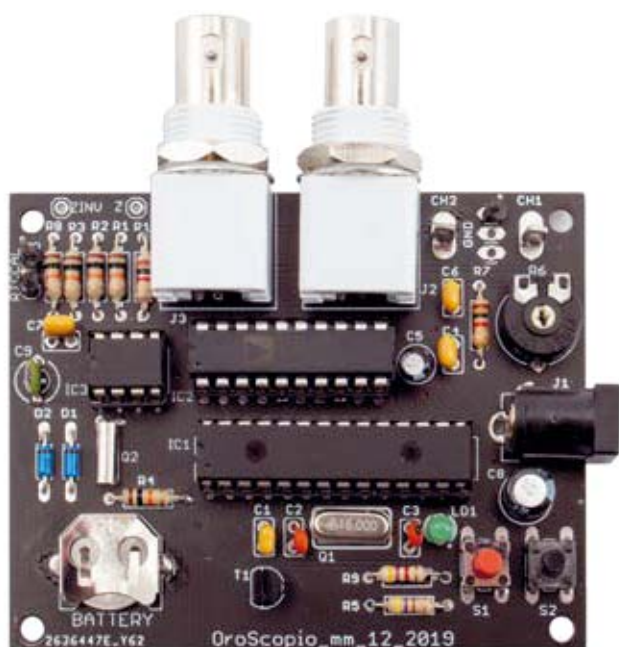
in questo lavoro abbiamo usato un alimentatore switching da parete, collegato direttamente alla presa del PCB ed abbiamo notato subito un leggero movimento oscillante del riquadro, quindi per avere un'immagine più stabile conviene utilizzare un alimentatore lineare stabilizzato e non uno switching. La batteria è del tipo "a bottone", una CR1220, che, al momento opportuno, andrà infilata sotto il supporto, con il polo positivo (indicato chiaramente con una "+") verso l'alto e quello negativo a contatto con il PCB; infatti sul PCB c'è una piazzola scoperta,

collegata direttamente a massa, mentre il supporto metallico è collegato al positivo di alimentazione di IC3 tramite il diodo D2.

A proposito delle batterie a bottone, la **Tabella 1** riporta le caratteristiche fisiche ed elettriche delle serie 12-16-20, che possono essere utili per identificare una batteria partendo dalle sue dimensioni o viceversa, oppure per stabilire quale batteria può essere più adatta ad un determinato uso.

Come si può vedere, la batteria da noi adottata, ha una capacità di 40 mAh, mentre dal datasheet ori-

piano di MONTAGGIO



Elenco Componenti:

R1, R2, R3, R4, R8: 10 kohm
 R5: 470 ohm
 R7, R10: 1 kohm
 R9: 4,7 kohm
 R6: 1 kohm trimmer orizz. p.10
 C1, C4, C6, C7: 100 nF
 ceramico o poliestere
 C2, C3: 22 pF ceramico
 C5: 10 uF 16 VL elettrolitico
 C8: 100 uF 16 VL
 elettrolitico
 C9: (vedi testo)

Q1: Quarzo 16 MHz
 Q2: Quarzo 32.768kHz
 T1: 2N3904
 D1, D2: BAT42
 LD1: LED 3mm verde
 S1, S2: Microswitch
 IC1: ATMEGA328P-PU
 IC2: AD7302
 IC3: PCF8563
 Varie
 - J1 plug alimentazione 5.5/2.1

- J2-J3 presa BNC da c.s.
 (tipo 73100-0223JDR)
 - strip maschio 3 vie (1 pz.)
 - terminale ad occhiello da c.s.
 (2 pz.)
 - zoccolo 4+4
 - zoccolo 10+10
 - zoccolo 14+14
 - Portabatterie da c.s. per CR1220
 - Batteria CR1220
 - Circuito stampato S1519
 (77x57 mm)

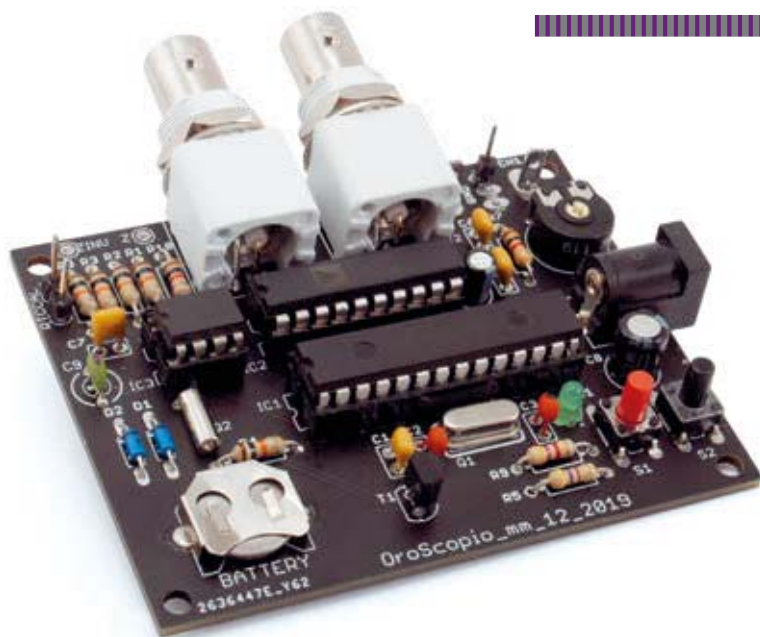


Fig. 3
Il circuito
dell'OroScopio
montato.

ginale dell'IC3 si ricava che il consumo in condizioni di backup è di soli 0,25 μ A, ciò significa che i dati dell'RTC sono garantiti per circa 160.000 ore, in assenza di tensione di alimentazione esterna. A fine montaggio dei componenti il PCB si presenterà come in **Fig. 3**.

PROGRAMMAZIONE

Il dispositivo viene gestito dal firmware che, come accennato nell'introduzione, deriva dalla versione 4.2 del firmware in formato .hex; il file *Scope-Clock4-V2-12-18-2015.hex* (che potrà essere scaricato dalla sezione download del sito www.elettronica.in.it) va caricato nel microcontrollore ATmega328P-PU, settando contemporaneamente i fuse per il suo corretto funzionamento. Descriviamo qui tutta la procedura, facendo ricorso ad immagini e tecniche prese dal completo manuale "ARDUINO E LE TECNICHE DI PROGRAMMAZIONE DEI MICROCONTROLLORI ATMEL", scritto dallo stesso autore di questo articolo e disponibile presso la Futura Elettronica (www.futurashop.it/

Tabella 1
Caratteristiche
fisiche ed elettriche
delle batterie serie
12-16-20

SIGLA	DIAMETRO	SPESSORE	VOLT	mA
CR1216	12	1,6	3	30
CR1220	12	2	3	40
CR1225	12	2,5	3	48
CR1616	16	1,6	3	50
CR1620	16	2	3	68
CR1632	16	3,2	3	137
CR2016	20	1,6	3	90
CR2025	20	2,5	3	165
CD2032	20	3,2	3	225
diametro e spessore sono espressi in mm				

libro-arduino-e-le-tecniche-di-programmazione-dei-microcontrollori-atmel-8330-atproma).

PREPARAZIONE DELL'OROSCOPIO

Per programmare la scheda è necessario munirsi di questi elementi:

- Scheda Arduino UNO o similare;
- PC con IDE Arduino installato;
- Breadboard con linee laterali per alimentazione;
- Cavetti e ponticelli da breadboard maschio-maschio;
- I componenti che abbiamo messo da parte in fase di montaggio sul PCB.
- L'ultima versione di AVRDUDESS (blog.zakkemle.net/avrduess-a-gui-for-avrdude).

La prima operazione da fare è trasformare il nostro Arduino in un programmatore ISP, quindi occorre eseguire questi passaggi software:

- Aprire l'IDE (qualsiasi versione);
- Selezionare dal menu Strumenti la board Arduino UNO o quella che si possiede, e la porta COMx alla quale è collegata;
- Impostare dal menu Strumenti il programmatore Arduino as ISP;
- Aprire lo sketch ArduinoISP (dotazione IDE) e caricarlo nell'Arduino;
- Ora si può chiudere l'IDE.

A questo punto occorre scollegare il cavo USB dal PC (in modo da togliere l'alimentazione) e replicare alla perfezione i collegamenti visibili in **Fig. 4**, controllandoli con estrema attenzione; il LED ed il resistore di limitazione sono opzionali, ma consigliamo di montarli per verificare che la procedura stia funzionando regolarmente.

Ora bisogna ricollegare il cavo USB del PC, eseguire l'AVRDUDESS e settarlo come in **Fig. 5**.

Più esattamente bisogna impostare:

- Programmer: Arduino;
- Port: la stessa COM impostata in precedenza nell'IDE;
- MCU: cliccare su DETECT, deve uscire automaticamente il micro ATmega328P, altrimenti c'è un errore nei collegamenti o non è stato caricato lo sketch nell'Arduino;
- Flash: cliccare sui "... " e cercare il firmware dell'OroScopio;
- Fuses & lock bits: impostare i tre valori visibili nella figura;
- Set fuses: attivare la casella;
- Erase flash and EEPROM: attivare la casella;
- lasciare tutto il resto com'è.

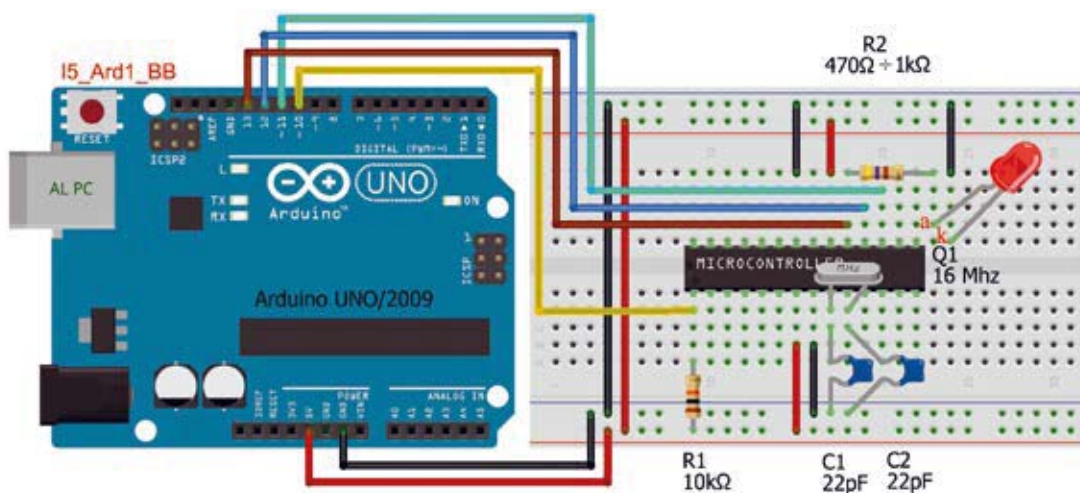


Fig. 4
Circuito per la
programmazione
del microcontrollore

Alla fine bisogna cliccare su Program. Se tutto sarà andato bene, il LED sulla breadboard inizia a lampeggiare e il riquadro del programma inizierà a fornire informazioni sulla procedura, che durerà diversi secondi ed al termine della quale darà il messaggio "avrdude.exe done. Thank you". Se ci sono messaggi di errore bisogna ricontrollare e ripetere tutto. Se è tutto a posto scollegare l'Arduino dal PC in modo da togliere l'alimentazione, montare i componenti sul PCB ed inserire l'integrato nel suo zoccolo. La batteria ancora non va inserita.

PRIMO UTILIZZO

Ora che il nostro circuito è pronto possiamo collegarlo all'oscilloscopio, che però va prima impostato adeguatamente, altrimenti vedremo solo segni grafici che scorrono senza alcun significato:

- Attivare la modalità X-Y: c'è sempre un pulsante specifico, basta premerlo;
- Impostare i VOLT/DIV dei due canali su 0,5 V;
- Impostare i due ingressi su AC;
- Regolare le manopole X-POS e Y-POS I (cioè solo quella del 1° canale) in modo da posizionare il puntino luminoso esattamente al centro della scala grafica dello schermo.

Per avere un posizionamento stabile comunque conviene mantenere acceso l'oscilloscopio ed il circuito per almeno 15 minuti, in modo che si stabilizzino termicamente, poi si può provvedere alla regolazione di X e Y.

Il collegamento è estremamente semplice: sono sufficienti due cavetti BNC maschio-maschio di lunghezza adeguata per collegare le due uscite BNC dell'OroScopio ai due ingressi BNC dell'oscilloscopio. Normalmente il cavo collegato al BNC J2 va all'in-

gresso del secondo canale, mentre quello collegato al BNC J3 va all'ingresso del primo canale (**Fig. 6**). Appena si applica l'alimentazione al circuito appare un orologio a lancette funzionante, che segna la mezzanotte ed inoltre deve iniziare a lampeggiare il LED LD1 (un secondo acceso, un secondo spento). Se il LED non lampeggia o lo fa a ritmi differenti probabilmente la programmazione non è andata a buon fine (LED spento) oppure sono stati sbagliati i valori dei FUSE (lampeggio erroneo). Se il LED opera

Fig. 5
Impostazioni
del programma
AVRDUDESS.

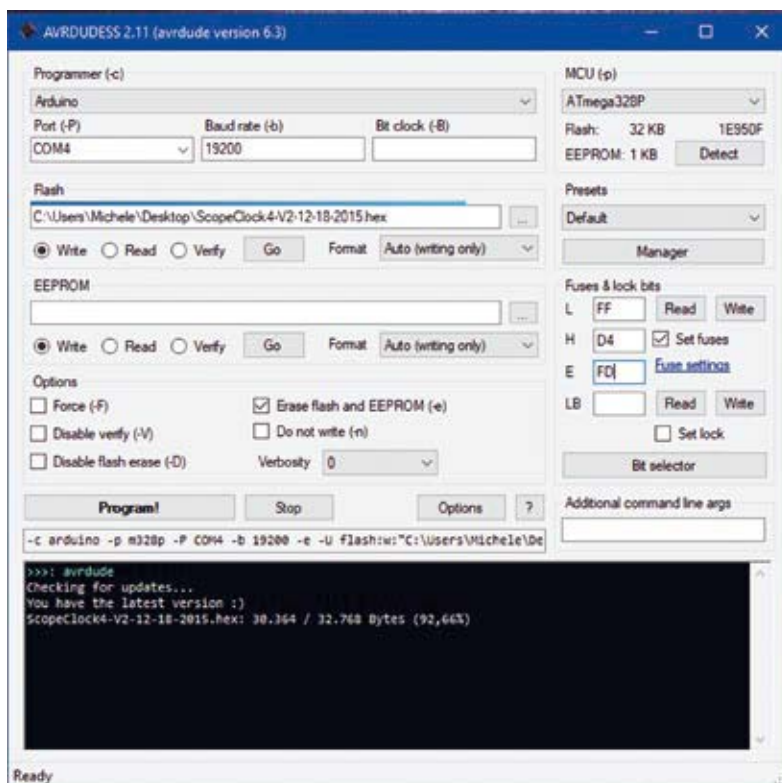
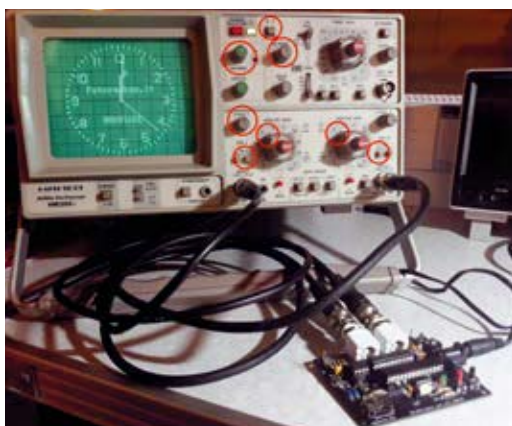


Fig. 6
Collegamenti e
impostazione
oscilloscopio.



regolarmente ed appare un'immagine speculare (cifre a rovescio) con la posizione del 12 laterale invece che superiore, occorre solo invertire i due cavi tra loro. Se invece dell'orologio appare un solo puntino probabilmente il trimmer R6 è posizionato tutto a destra, per la dimensione minima, quindi occorre ruotarlo in senso antiorario e subito dovrebbe apparire l'orologio. Se invece l'orologio esce oltre lo schermo probabilmente il trimmer R6 è posizionato troppo verso sinistra. In ogni caso il trimmer va regolato per avere la massima dimensione dell'orologio sullo schermo.

L'RTC, per funzionare perfettamente, richiede una frequenza di clock precisa di 32,768 kHz. Essa dipende dal circuito oscillante costituito dal quarzo Q2 e dal compensatore o dal condensatore C9, chiariamo questa duplice possibilità. Prima di tutto occorre collegare un frequenzimetro tra il pin RTCCAL e GND e si rileva la frequenza attuale. Se usiamo un compensatore (detto anche condensatore variabile) bisogna ruotare la vite interna con un giravite rigorosamente di plastica, altrimenti la capacità effettiva viene influenzata, fino ad ottenere la frequenza desiderata con tolleranza di ± 1 Hz. Se il compensatore dovesse rivelarsi insufficiente (molto dipende anche dallo stato del quarzo) allora si può sostituirlo con un condensatore fisso di ca-

pacità idonea. Nel nostro caso abbiamo raggiunto il risultato desiderato con un condensatore ceramico di 68 pF, quindi leggermente più alto del massimo valore del compensatore provato in precedenza. In **Fig. 7** la misura effettuata col frequenzimetro a taratura completata.

Nel momento in cui l'orologio appare e funziona correttamente, così come il LED, il nostro OroScopio è pronto per essere programmato correttamente ed essere utilizzato (**Fig. 8**). L'unica nota va riservata alla possibile comparsa di una lettera "P" lampeggiante sullo schermo, sotto il "12": significa che i settaggi attuali non fanno riferimento all'RTC per il segnale di sincronismo dell'orologio, ma al timer interno del microcontrollore; andrà via nel momento in cui programmeremo correttamente il nostro OroScopio.

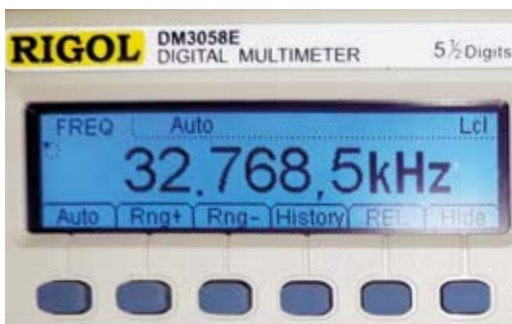
IMPOSTAZIONE DI OROSCOPIO

Prima di entrare nelle procedure di programmazione del dispositivo riteniamo opportuno fornirvi alcune informazioni essenziali: da qui in poi, quando nelle procedure citiamo la pressione dei due pulsanti **S1** e **S2** useremo i termini "lunga" per indicare una pressione maggiore di 1 secondo e "breve" per indicare una pressione rapida, inferiore ad 1 secondo.

Inoltre dovete tener presente che il firmware è stato scritto per fornire il circuito originale di alcune funzioni che invece noi non abbiamo usato, per cui non dedicheremo spiegazioni alle funzioni che non sono strettamente legate all'orologio e le rappresentiamo con la voce "NP - non prevista". A chi volesse approfondire consigliamo di leggere l'articolo originale con tutte le pagine aggiuntive pubblicate dall'autore. A questo punto, prima di procedere, occorre spegnere l'OroScopio ed inserire la batteria CR1220 nel suo alloggiamento, facendo attenzione alla polarità (faccia + verso l'alto).

Nota importante a proposito della batteria: prima di inserire la batteria nel suo alloggiamento occorre misurarla con un multimetro o un tester analogico, se è nuova si devono rilevare oltre 3 V, se è usata può andare bene nel nostro caso fino al limite di 1,5 V, perché l'RTC lavora tra 1 e 5,5 V. A questo punto si può inserire la batteria e rilevare nuovamente la tensione, ma questa volta tra il metallo del portabatteria e la massa del circuito; se non si rileva alcuna tensione significa che la faccia negativa della batteria non sta facendo contatto con la piazzola scoperta del PCB; noi abbiamo risolto schiacciando leggermente il portabatteria e tirando la batteria verso fuori, fino a leggere la tensione corretta. Non

Fig. 7
Misura del clock
dell'RTC.



avendo questa accortezza la batteria non farà il suo lavoro tampone e togliendo l'alimentazione le impostazioni di ora e data saranno resettate! Comunque nelle istruzioni di montaggio abbiamo suggerito di depositare una goccia di stagno sulla piazzola di massa, operazione che dovrebbe garantire un ottimo contatto.

Fornendo nuovamente alimentazione alla scheda apparirà l'orologio analogico con integrata la versione digitale in hh:mm:ss, perfettamente sincronizzata con le lancette. S2 breve apre l'HELP, S2 lungo riavvia il firmware; S1 breve apre il MENU (Fig. 9), S2 breve sposta il cursore tra le voci, S1 lungo cambia i valori delle voci e S2 breve li conferma e chiude il MENU. Nella **Tabella 2** descriviamo le voci e i relativi valori.

Per regolare data ed ora del sistema occorre impostare il valore della voce **Num su Date**: una volta tornati alla visualizzazione normale con S1 lungo si entra in modalità modifica, in cui S1 breve serve per impostare il valore del campo (anno, mese, giorno) ed S2 breve per cambiare campo e per tornare alla fine alla visualizzazione normale. Una volta settata la data si imposta il valore della voce Num su 12h o 24h, si torna alla visualizzazione normale e si modifica come visto per la data. Vediamo ora tutte le impostazioni del MENU.

- **Num**: riguarda il contenuto del riquadro che si



Fig. 8
OroScopio
funzionante
e pronto
per essere
programmato.

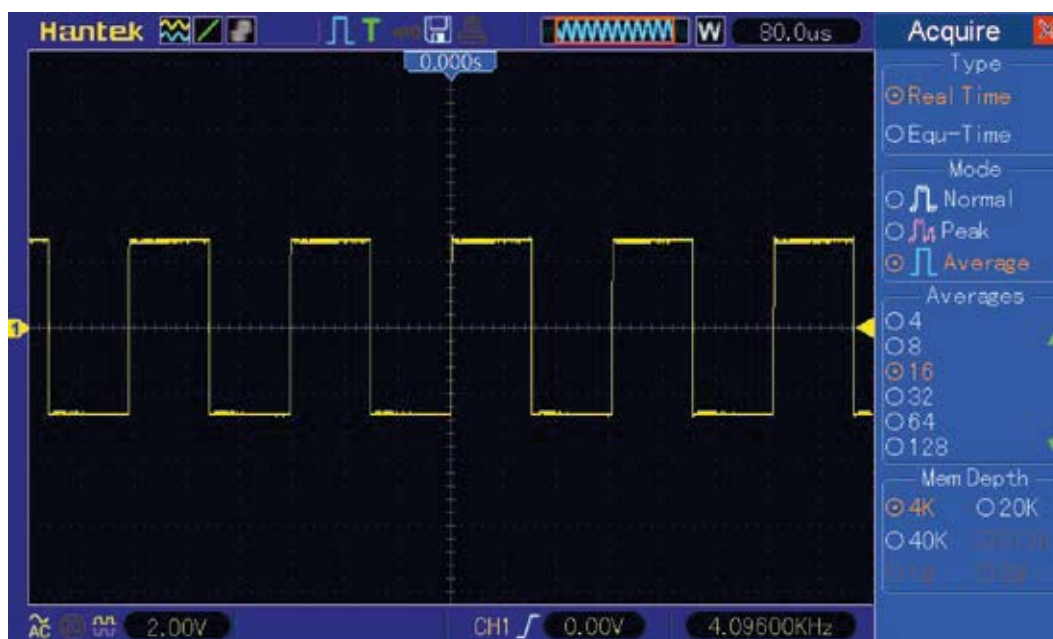


Fig. 9
Il MENU
dell'OroScopio.

Voce	Valori	Funzione	Voce	Valori	Funzione
Num	12h	12 ore AM/PM	Dial	12h	12-11
Orologio digitale	24h	24 ore	Orologio analogico	24h	12-11 - 24-23
	Hex	esadecimale		Rom	numeri romani
	Date	Data gg-mese-aaaa		Dig	Digitale
	Alarm	Sveglia		Bin	Binario
	Off	Spento		Min	12 -3 -6 -9
GPS	Off	NP	DST	USA	per USA
APP	Clock	Orologio	Ora legale automatica	EU	per EUROPA
	Cal	Calibrazione		Off	Disabilitata
	Term	Set caratteri	PPS	1 Hz	Impostazione RTC
	Gen	NON USARE!!!	Alarm	Off	Disattivo
	Demo	Sequenza dimostrativa	lamp. schermo sveglia	On	Attivo
	Boot	Riavvio	Burn in	5	1-9 minuti
Chrono	Off	Spento	spostam.quadrante	0	Disattivo
centesimi di secondo	On	Aggiunge 1/100s a 24h	RESET	Off	Disattivo
Led	Off	Spento		On	RESETTA TUTTO
controllo LED LD1	On	Lampeggiante	Name	Off	Spenta
	Morse	Ora in codice morse	Marca dell'orologio	On	Visualizzata
	Debug	NP	(2 spazi per terminare il nome)	Edit	Modifica S1/S2
Play	Norm	Normale	Day	Giorno settimana	
scorrimento lancette	Rev	Reverse	Debt	NP	
	FF	Normale veloce	Legenda: NP (non previsto, non funziona correttamente) NON USARE (blocca il sistema) RESET (cancella le impostazioni utente: data, ora, nome)		
	FR	Reverse veloce			
Baud	19200	NP			

Tabella 1
Misure di
lavorazione
dei pannelli
anteriori.

→ **Fig. 10**
L'interrupt a
4096 Hz.



trova nella parte bassa del quadrante, sopra il "6", le impostazioni possibili vanno dall'orologio digitale (numerico) da 12 o 24 ore, alla data (nella Tabella 2 la vedete in verde perché è il valore da noi adottato come standard per questo campo, il metodo vale anche per gli altri campi); c'è anche la possibilità di visualizzare l'orario in formato esadecimale oppure di impostare la sveglia; in questo caso, una volta selezionato Alarm con S1 lungo, con S2 breve si torna alla visualizzazione, a questo punto S1 lungo entra in modifica e si può impostare l'orario della sveglia. Ultima opzione è Off con la quale il riquadro scompare proprio.

- **Dial:** corrisponde alle varie versioni dell'orologio analogico, ore da 1 a 12 (12h), o da 1 a 12 e da 13 a 24 (24h), oppure quadrante con i numeri romani (Rom), digitale a pieno schermo (Dig), formato binario (Bin), infine la versione minimal che mostra solo 3 – 6 – 9 – 12 (Min). A proposito della visualizzazione analogica a 24 ore: è una opzione innovativa ed utile, un effetto molto apprezzabile graficamente, ma appena settato non funziona, devono trascorrere prima alcune ore con l'OroScopio correttamente programmato e poi si potrà vedere l'effetto, appena si supera mezzogiorno.
- **GPS:** è una funzione prevista nel progetto originale, ma non adottata da noi, quindi conviene lasciare il valore Off.
- **DST:** gestione dell'ora legale automatica in mo-

dalità USA o EU, ma anche disabilitabile con Off.

- **APP:** riguarda la modalità di uso del firmware, nel nostro caso ovviamente useremo la voce Clock, mentre Cal fa uscire un riquadro con due diagonali per regolare la posizione dell'orologio sullo schermo dell'oscilloscopio; Term mostra tutto il set di caratteri a disposizione dell'utente per la modifica della "marca" dell'orologio (nel progetto originale aveva anche altre funzioni); Gen blocca irrimediabilmente il firmware quindi evitare di impostarlo altrimenti occorre poi togliere l'alimentazione; Demo avvia una sequenza dimostrativa che mostra tutte le funzionalità dell'OroScopio; infine Boot corrisponde al RESET del microcontrollore, serve per riavviare il firmware, senza cancellare le impostazioni personali.
- **PPS:** part per second, riguarda le impostazioni del clock per l'orologio, lo standard è 1 Hz, che corrisponde all'interrupt tipico proveniente da IC3; se si è riusciti a tarare il clock a 32,768 kHz precisi anche l'OroScopio sarà molto preciso, in caso contrario, è possibile modificare il comportamento dell'RTC, impostando l'interrupt a 4096 Hz (**Fig. 10**), per cui il firmware conterà 4096 interrupt in un secondo, invece di 1. La regolazione permette poi di variare questa frequenza di ± 4 Hz, impostando il campo PPS da -4 (4092 Hz) a +4 (4100 Hz), e il firmware conterà questi impulsi dandogli sempre il valore di 1 secondo, quindi abbiamo la possibilità di una regolazione

estremamente precisa nel tempo. Occorre però considerare che l'RTC impostato su 4096 ± 4 Hz consuma più di quando è impostato ad 1 Hz, particolare da considerare per la batteria tampone, attiva in mancanza di corrente elettrica.

- **Chrono:** funzione che, impostata su On nella modalità NUM 24h, aggiunge i centesimi di secondo.
- **Alarm:** impostando la sveglia nel campo Num, quando l'orario coincide con il valore di Alarm il quadrante dell'OroScopio si mette a lampeggiare, ma solo se questo campo Alarm è impostato su On, in caso contrario non succederà niente.
- **Led:** controlla il led LD1 sul PCB, può restare spento (Off) o lampeggiare al ritmo di 1 secondo acceso, 1 secondo spento (On), oppure mostra l'ora visualizzando i numeri in codice Morse; il Debug non è previsto nella nostra versione.
- **Burn in:** chi conosce in generale i monitor a fosfori, come quelli degli oscilloscopi analogici tradizionali, ma anche quelli in uso nei monitor CRT degli anni '80 del secolo scorso, sa che sono soggetti al fenomeno dell'impressione dei fosfori se mostrano la stessa immagine per molto tempo; questo campo impone al firmware di spostare leggermente tutto il quadrante ogni x minuti (da 1 a 9, default 5) per evitare di rovinare lo schermo dell'oscilloscopio; consigliamo vivamente di non disabilitare questa funzione.
- **Play:** imposta il movimento delle lancette, oltre alla funzione Normal, è possibile far muovere le lancette all'indietro, a ritmo di 1 secondo (Reverse) oppure più velocemente (FR), o in avanti velocemente (FF).
- **Reset:** questo campo è molto importante e va usato con cautela, normalmente in Off, se si cambia in On cancella tutti i dati memorizzati nella EEPROM del microcontrollore, quindi azzerà tutto, per cui si usa solo in caso di problemi sui settaggi o di anomalie causate dalla vostra programmazione.
- **Baud:** questa è una funzione che non abbiamo adottato nel nostro circuito, riguarda la comunicazione seriale.
- **Name:** questo campo permette di modificare a piacimento la "marca" dell'OroScopio; in origine c'è la sigla originale "Dutchtronix", impostando il campo su Edit si entra subito in modalità modifica e si può scorrere l'intero set di caratteri (è attiva la funzione di avanzamento automatico); la lunghezza massima del nome è di 20 caratteri, per terminare l'inserimento occorre inserire due spazi di seguito. L'opzione Day mostra il

giorno della settimana al posto della marca, naturalmente On e Off abilitano o disabilitano la visualizzazione dell'opzione prescelta.

Un'ultima nota riguarda la batteria tampone: il PCF8563 ha un rilevatore di bassa tensione integrato, quando la tensione di alimentazione scende sotto la soglia predisposta invia uno specifico segnale al microcontrollore che, a sua volta, fa apparire sul quadrante dell'orologio una lettera B per avvisare l'utente che deve sostituirla. Naturalmente il segnale sarà preparato durante la fase tampone, cioè in mancanza di alimentazione, e quando l'alimentazione ritorna e si ripristina il collegamento I²C, sarà inviato al microcontrollore.

CONCLUSIONI

Bene, giunti a questo punto abbiamo terminato la descrizione del nostro OroScopio.

Come sempre abbiamo avuto un occhio di riguardo per i nostri lettori hobbisti o principianti, affiancando didattica di base alle spiegazioni ed alla realizzazione del circuito, realizzato volutamente con componenti in tecnologia THT. Realizzare qualcosa con un saldatore e dei componenti è sempre soddisfacente, ma approfittare dell'occasione per imparare ed arrivare a realizzare circuiti progettati in proprio, come recita una famosa pubblicità, non ha prezzo! Ecco perché consigliamo ai nostri lettori di fare buon uso degli articoli della Rivista, e non limitarsi al solo indispensabile per la realizzazione dei circuiti presentati.

Chiudiamo facendovi notare che abbiamo messo due sole immagini degli effetti visivi del nostro OroScopio, lasciamo a voi il gusto di scoprirle tutte una volta che avrete realizzato il circuito: possiamo assicurarvi che ne sarà valsa la pena.



Cosa occorre?

Il microcontrollore da programmare utilizzato in questo progetto (cod. ATMEGA328P-PU) è disponibile a Euro 5,00.

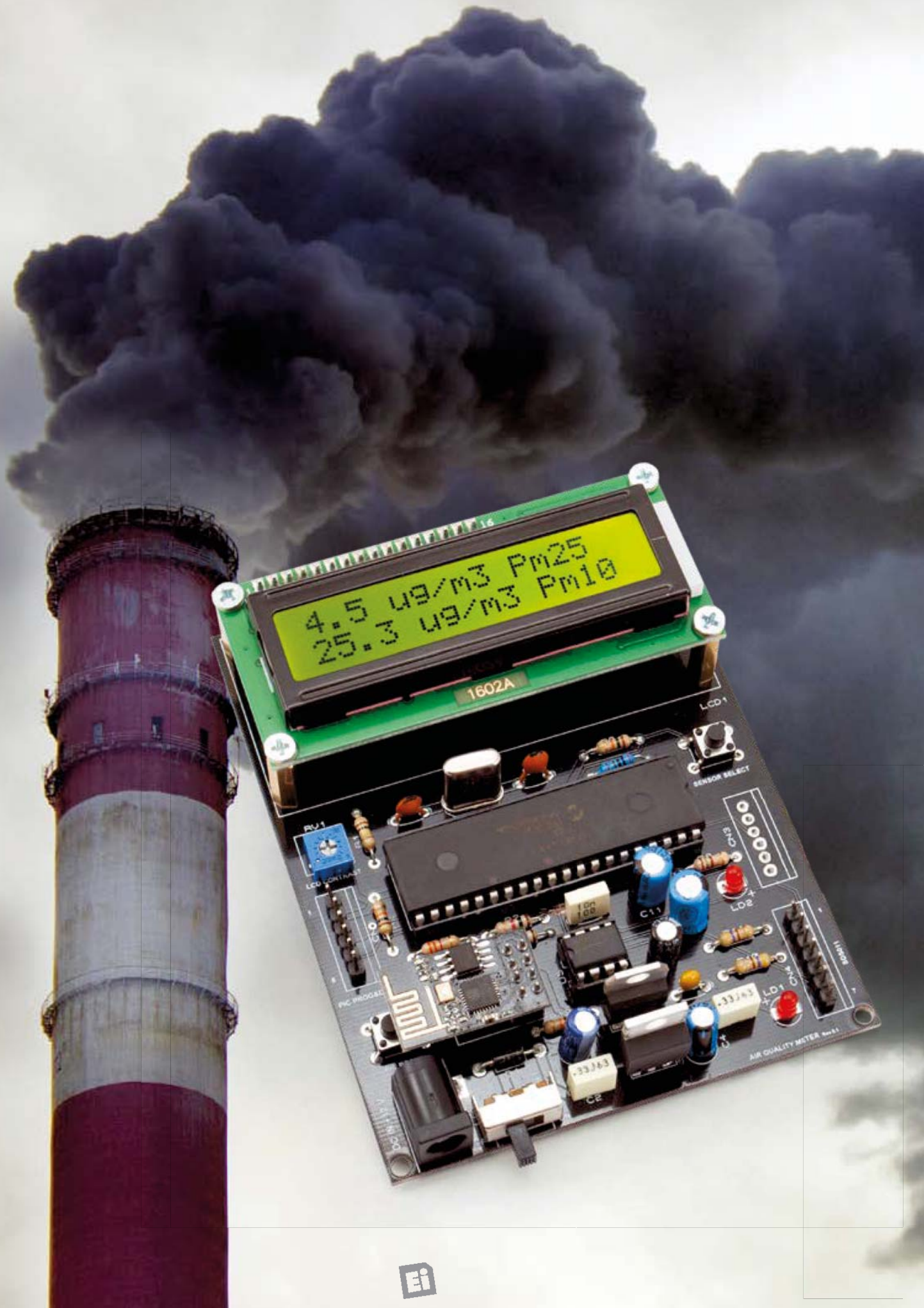
Il PCB può essere realizzato utilizzando il servizio di realizzazione PCB (cod. PCBPRODUCTION) disponibile sul sito futurashop.it.

I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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





4.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM25
25.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10

1602A

LCD 1

SENSOR SELECT

PV 1
LCD CONTRAST

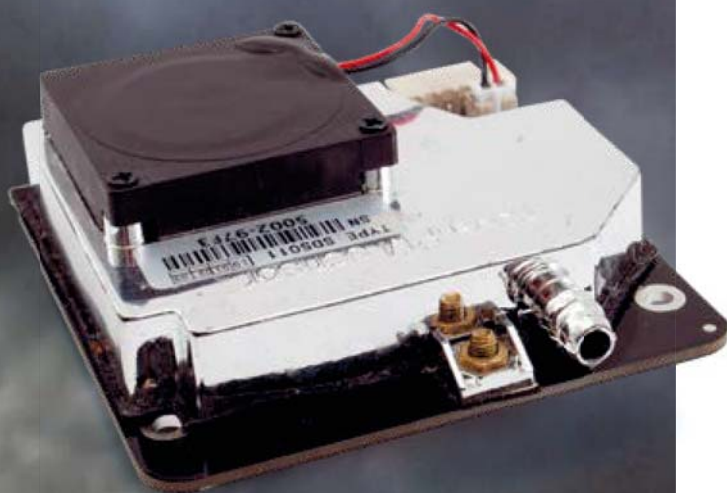
PIC PROGRAM

AIR QUALITY METER Rev A1

di FULVIO DE SANTIS

AIR QUALITY METER

Strumento per misurare la qualità dell'aria nell'ambiente.



Il monitoraggio della qualità dell'aria, ovvero, la misurazione del livello di inquinamento dell'aria che respiriamo, è una delle più importanti attività svolte in ambito di prevenzione dei rischi per la salute. In quest'ottica assume rilevanza la presenza di micropolveri o particolato (*Particulate Matter-PM*) che dir si voglia. Il particolato consiste in piccolissime particelle solide e liquide di varie dimensioni: per quanto riguarda quello dovuto alla combustione, fin quando rimane oltre i 10 micron può essere espulso se inalato e risulta meno insidioso; quello che preoccupa maggiormente è il più piccolo, dal PM10 (10 μm) in giù, fino ad arrivare al PM2.5, capace, una volta giunto negli alveoli polmonari, di attraversarne la membrana passando nel sangue e così raggiungere altri organi. Il particolato fine (quindi dal PM10 in giù) è praticamente invisibile e per rilevarlo dobbiamo avvalerci di sensori che oggi, fortunatamente, si trovano facilmente in commercio, a prezzi abbordabili. Con uno di questi dispositivi abbiamo realizzato il sistema descritto in queste pagine, che funziona similmente alle centraline per il rilevamento dell'inquinamento dell'aria, nelle quali il monitoraggio viene effettuato quantificando in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ la concentrazione delle polveri sottili.

La **Fig. 1** riporta una tabella con gli indicatori della qualità dell'aria CAQI (*Common Air Quality Index, indicatore di qualità dell'aria europeo*) per fasce di colori e i corrispondenti valori in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ delle concentrazioni di O (ossigeno), di NO₂ (biossido d'azoto) e di particolato PM2.5 e PM10. Bassi valori del CAQI indicano buona qualità dell'aria, ovvero basso rischio per la salute. Un CAQI tra 0 e 50 è un valore buono, mentre è accettabile un livello di 51-100, anche se alcune persone sensibili a determinati inquinanti possono avere reazioni e conseguenti disturbi. Tra 101 e 150 l'aria è considerata malsana per anziani, bambini e persone con malattie polmonari e se si raggiunge un livello di 151-200 tutti possono iniziare a riscontrare problemi. Da 201 a 300, l'aria viene giudicata molto malsana e oltre i 300 l'aria è considerata "pericolosa" e per tutti i soggetti può considerarsi una situazione di emergenza.

IL NOSTRO AIR QUALITY METER

Lo strumento Air Quality Meter (AQM) che proponiamo in questo articolo, pur non avendo la pretesa di essere "professionale" è in grado di fornire valori di concentrazioni PM2.5 e PM10 con buona precisione grazie all'impiego di sensori della qualità dell'aria di elevata affidabilità. Rileva inoltre ulteriori

Qualitative name	Index or sub-index	Pollutant (hourly) density in $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
		NO ₂	PM ₁₀	O ₃	PM _{2.5} (optional)
Very low	0–25	0–50	0–25	0–60	0–15
Low	25–50	50–100	25–50	60–120	15–30
Medium	50–75	100–200	50–90	120–180	30–55
High	75–100	200–400	90–180	180–240	55–110
Very high	>100	>400	>180	>240	>110

Fig. 1
Tabella degli indicatori CAQI europei della qualità dell'aria.

inquinanti che concorrono a determinare la qualità dell'aria nell'ambiente.

Lo strumento misura la concentrazione di polveri sottili PM2.5 e PM10 mostrandone ogni secondo su un display LCD i valori in $\mu\text{g}/\text{m}^3$; inoltre, invia una e-mail di avviso qualora il valore misurato sia superiore a quelli di guardia di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM2.5 e di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM10.

Per eseguire il monitoraggio dell'aria il nostro AQM impiega i sensori SDS011 e GP2Y1010AU0F.

IL SENSORE NOVA SDS011

Dell'SDS011 (**Fig. 2**) abbiamo scritto dettagliatamente nell'articolo "SENSORE DI QUALITÀ DELL'ARIA" presentato nel N.241 di Elettronica In, pertanto, anche per chi non avesse letto l'articolo, daremo una necessaria sintetica descrizione del sensore e delle sue caratteristiche tecniche coinvolte nel funzionamento del progetto dell'AQM.

Il funzionamento dell'SDS011 si basa sulla diffusione di luce mediante un laser (*laser scattering*) di cui è dotato il sensore, consentendo la rilevazione di particelle di particolato di dimensioni diametrali da 0,3 a 10 micron (μm) ed effettuarne in tempo reale la misura di concentrazione in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La **Fig. 3** mostra una tabella con le caratteristiche principali dell'SDS011, che misura appena $71 \times 70 \times 23 \text{ mm}$.

Il sensore SDS011 comunica con il microcontrollore PIC mediante l'interfaccia seriale USART con i seguenti parametri di protocollo:

- Bit rate 9600 bps;
- Data bit 8;
- parity bit NO;
- stop bit 1.

Il valore di PM2.5 e PM10 è contenuto in un messaggio formato da un pacchetto di dati costituito da 10 byte, come riportato nella tabella di **Fig. 4**. I primi due byte sono byte di inizio pacchetto, mentre l'ultimo è il byte di fine messaggio. La correttezza del dato inviato di misura dei PM è confermato dal byte checksum=DATA1+DATA2+...+DATA6, ossia il software verificherà se la somma dei 6 DATA

Fig. 2
Il sistema è composto dalla scheda controller e da due sensori da porre nell'ambiente all'esterno.

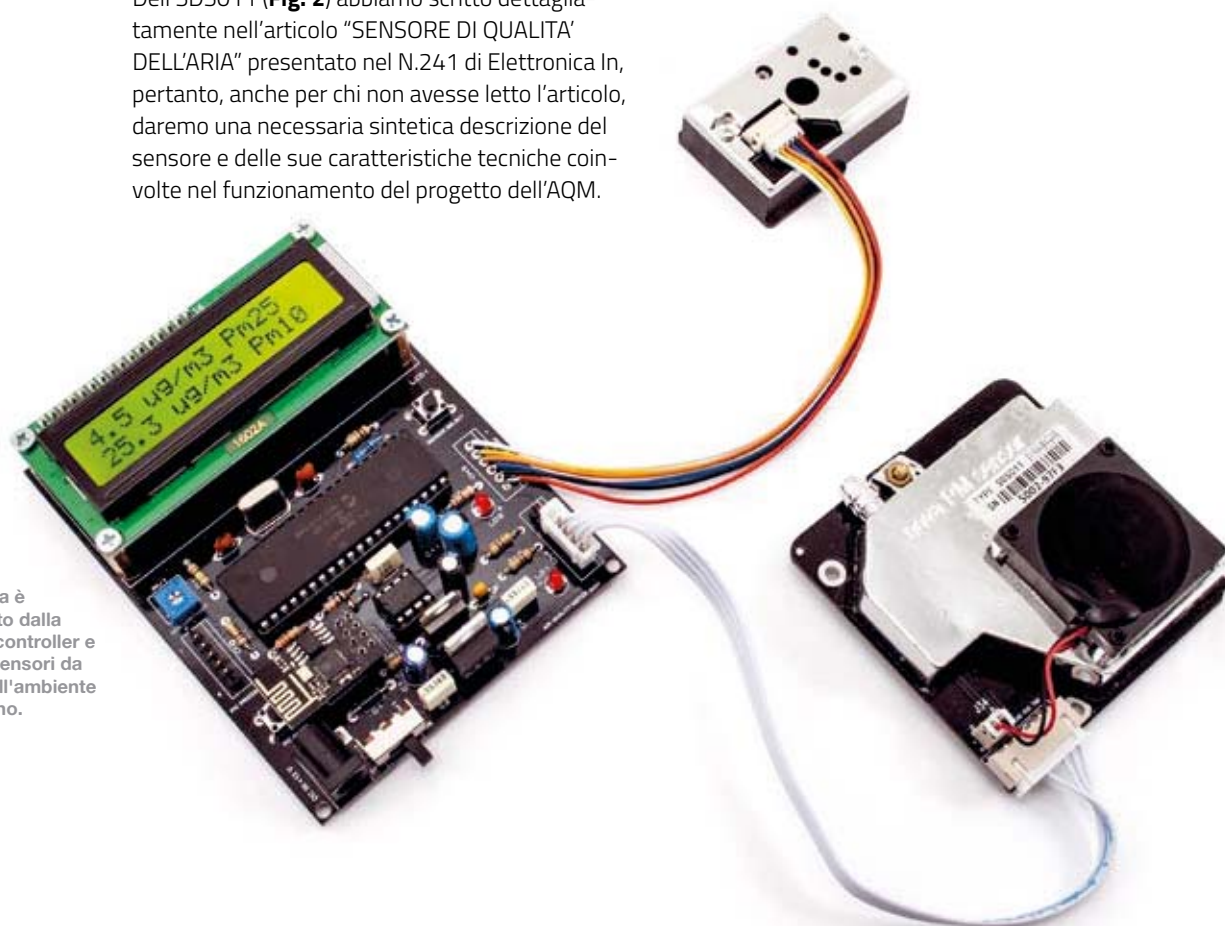




Fig. 2
Il modulo
sensore SDS011.

coinciderà con il valore contenuto nel checksum. I valori binari dei PM forniti dal sensore e contenuti nei byte DATA1, DATA2, DATA3 e DATA4, vengono elaborati dal software e convertiti in valori di microgrammi per metro cubo.

Del connettore d'interfaccia UART dell'SDS011 abbiamo utilizzato i seguenti pin:

- 3 = alimentazione 5 V);
- 5 = GND;
- 6 = RX UART;
- 7 = TX UART.

Notare che i valori di PM2.5 e PM10 possono essere ricavati anche dal segnale PWM in uscita, rispettivamente dai pin 2 e 4 del connettore del sensore.

IL SENSORE SHARP GP2Y1010AU0F

Il modulo GP2Y1010AU0F della Sharp (**Fig. 5**) anch'esso utilizzato in questo progetto per la misura della qualità dell'aria, è idoneo al rilevamento e misurazione in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di concentrazioni di polveri sottili PM2.5. Il modulo è essenzialmente composto da un LED all'infrarosso e un fototransistor impiegato per rilevare la luce emessa dal diodo LED e riflessa dallo schermo di polvere intercettata dal modulo. Il processo di rilevamento foto-ottico genera una tensione analogica di uscita proporzionale al livello di concentrazione delle polveri. Le specifiche del modulo sono elencate qui di seguito.

- Particolato misurabile: PM2.5.
- Diametro minimo di misura delle polveri: 0,8 μm .
- Sensibilità: 0,5 V/(100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Range di misura in linearità: 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Number	Project	Parameter	Note
1	Measurement parameters	PM2.5, PM10	
2	Range	0.0-999.9 micro-grams / cubic meter	
3	Power supply voltage	5V	
4	Maximum working current	220mA	
5	Sleep current	2mA	
6	Working temperature range	-20-50°C	
7	Corresponding time	1 sec	
8	Serial data output frequency	1 times / sec	
9	Particle diameter resolution	< 0.3 micron	
10	Error	5%	

Fig. 3
Parametri
del sensore
SDS011.

- Tensione di lavoro: da 2,5 V a 5,5 Vcc.
- Assorbimento: 20 mA (max).
- Temperatura di funzionamento: -10 ÷ +65 °C.

Il dispositivo misura 63,2x41,3x21,1 mm.

Il grafico di Fig. 6, estratto dal datasheet del sensore, mostra l'andamento della tensione di uscita del sensore in funzione della concentrazione delle polveri PM2.5.

FUNZIONAMENTO DEL SENSORE GP2Y1010AU0F

La **Fig. 7** mostra lo schema a blocchi funzionale del sensore GP2Y1010AU0F in cui sono riportati anche i pin del connettore del modulo con la rispettiva numerazione. Applicando al circuito driver del LED emettitore infrarosso l'alimentazione al pin 1-V-LED e al pin 2-LED_GND, e inviando al suo ingresso 3-ILED un livello digitale di abilitazio-

The number of bytes	Name	Content
0	Message header	AA
1	Commander No.	C0
2	DATA 1	PM2.5 Low byte
3	DATA 2	PM2.5 High byte
4	DATA 3	PM10 Low byte
5	DATA 4	PM10 High byte
6	DATA 5	ID byte 1
7	DATA 6	ID byte 2
8	Check-sum	Check-sum
9	Message tail	AB

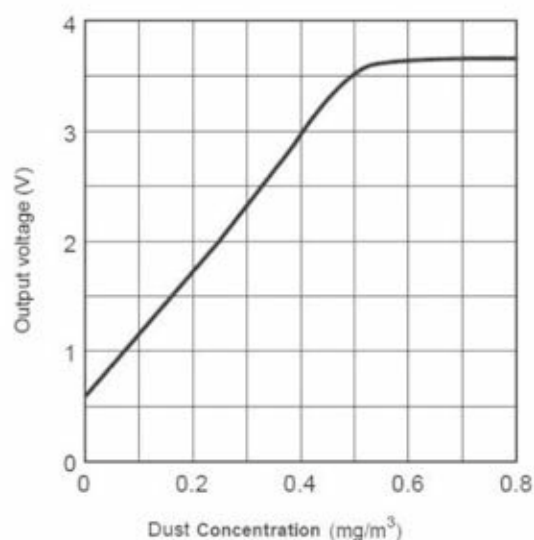
Fig. 4
Definizione
dei byte del
messaggio
del valore
di PM2.5 e
PM10.



➔ **Fig. 5**
Sensore
GP2Y1010AU0F.



➔ **Fig. 6**
Tensione di uscita
in funzione della
concentrazione di
polveri PM2.5.

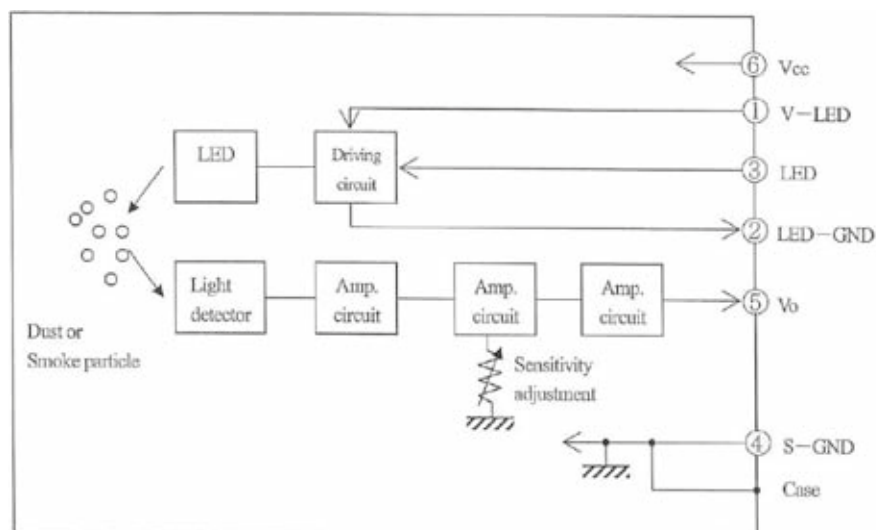


ne, il LED sarà acceso e le polveri intercettate dal sensore saranno investite dai raggi all'infrarosso. Captata dal foto-detector, l'emissione infrarossa modulata dalle polveri verrà convertita in tensione il cui valore sarà determinato dal livello di concentrazione delle polveri. Dopo l'amplificazione, la tensione risultante sarà riportata in uscita al pin 5-Vo. L'alimentazione al pin 6-Vcc e al pin 4-GND alimenta la restante circuiteria del sensore. In **Fig. 8** riportiamo lo schema elettrico del driver del LED infrarosso per correggere un errore nel documento "Dust-Sensor-User-Manual-EN": nel paragrafo "1.2. Control principle" a pag. 2, viene scritto: "1) Enable the internal infrared emitting diode by setting the pin ILED to HIGH." In realtà è un livello LOW-0 V che consente la produzione della corrente I_{LED} fluente verso la porta digitale del PIC posta a livello LOW (*sink current*) e la conseguente attivazione del LED. Quindi, applicando al pin di controllo 3-ILED un livello LOW-0V, il LED si

accenderà, mentre con un livello HIGH-Vcc, il LED si spegnerà.

Il segnale digitale di controllo al pin 3 ILED deve avere la forma d'onda impulsiva rettangolare con periodo di 10 ms e larghezza dell'impulso di 0,32 ms, come mostrato nella **sezione a** della **Fig. 9**. Nella **sezione b** della stessa **Fig. 10** è riportato il segnale relativo all'andamento della corrente I_{LED} in corrispondenza del segnale di controllo ILED applicato. Per la durata a livello 0V del segnale di controllo, fluisce una corrente I_{LED-ON} di attivazione del LED, dopodiché, il controllo si porta al livello Vcc, la corrente I_{LED} va in $I_{LED-OFF}$ e il LED si disattiva. Come specificato nel datasheet del sensore, per garantire il successo della misura, l'acquisizione

➔ **Fig. 7**
Schema a blocchi
del modulo sensore
GP2Y1010AU0F.



della tensione di uscita del sensore deve essere eseguita da parte dall'ingresso analogico del PIC solo dopo 0,28 ms dall'applicazione del segnale di controllo di attivazione del LED, questo per consentire la completa abilitazione del LED infrarosso. Successivamente può essere attivata la fase di acquisizione mantenendo il segnale di controllo ILED a 0V per altri restanti 40 μ s fino a riportare il controllo al livello di disattivazione Vcc. La **Fig. 11** mostra l'andamento dell'impulso di corrente I_{LED} durante la fase di I_{LED} -ON in cui viene indicato, dopo 0,28 ms dall'applicazione del controllo di attivazione, il punto di inizio del campionamento della tensione di uscita del sensore.

CALIBRAZIONE DEL SENSORE GP2Y1010AU0F

Dopo vari test e misure, si è rilevato che in corrispondenza dei valori di concentrazione di polveri, i valori di tensione di uscita del sensore GP2Y1010AU0F risultavano molto più bassi di quelli indicati nel grafico di **Fig. 6**. Pertanto si è proceduto ad una linearizzazione software dell'andamento del grafico mediante l'applicazione della formula:

$$Y = (0,172 \cdot X) - 0,1$$

in cui X rappresenta i valori di tensione rilevati dal convertitore ADC del PIC, e Y i corrispondenti valori di concentrazione in μ g/m³.

SCHEMA ELETTRICO CONTROLLER

Dopo la descrizione dei sensori, analizziamo lo schema elettrico (visibile nella pagina seguente) della scheda che ne elabora i dati, provvedendo alla generazione degli alert e alla visualizzazione su display dei parametri. Il cervello di questa unità è il microcontrollore U1 PIC 18F46K22, previa selezione dei sensori attuata dal pulsante P2, mediante l'interfaccia seriale USART2, acquisisce dal sensore SDS011 connesso al connettore CN4, i dati di misura della qualità dell'aria PM2.5 e Pm10, oppure dal sensore GP2Y1010AU0F connesso al connettore CN3, utilizzando uno degli ingressi analogici del PIC per l'acquisizione della tensione di uscita corrispondente ai valori di PM2.5, e un'uscita digitale del PIC per l'attivazione del LED all'infrarosso; una tensione positiva di 4,096 V generata dall'integrato U5 MAX6241BCPA+, viene utilizzata come riferimento dal PIC. Dopo l'elaborazione effettuata dal software per il calcolo della concentrazione di particolato, i dati acquisiti di

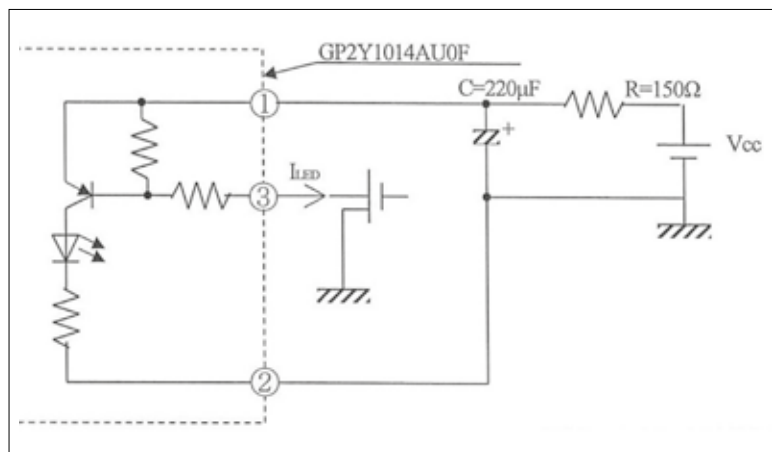


Fig. 8
Schema elettrico
del driver del LED.

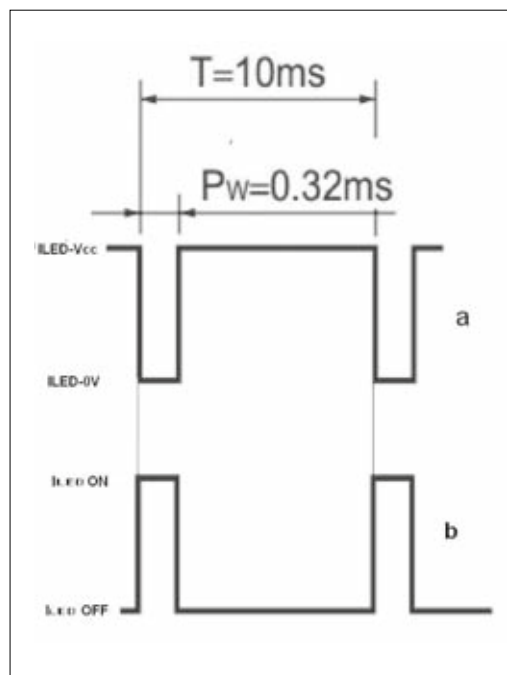


Fig. 9
Forma d'onda:
a) del segnale
 I_{LED} di controllo
del LED;
b) della corrente
 I_{LED} .

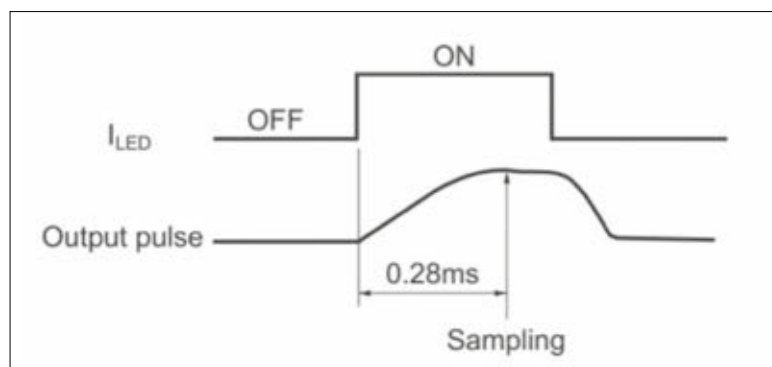
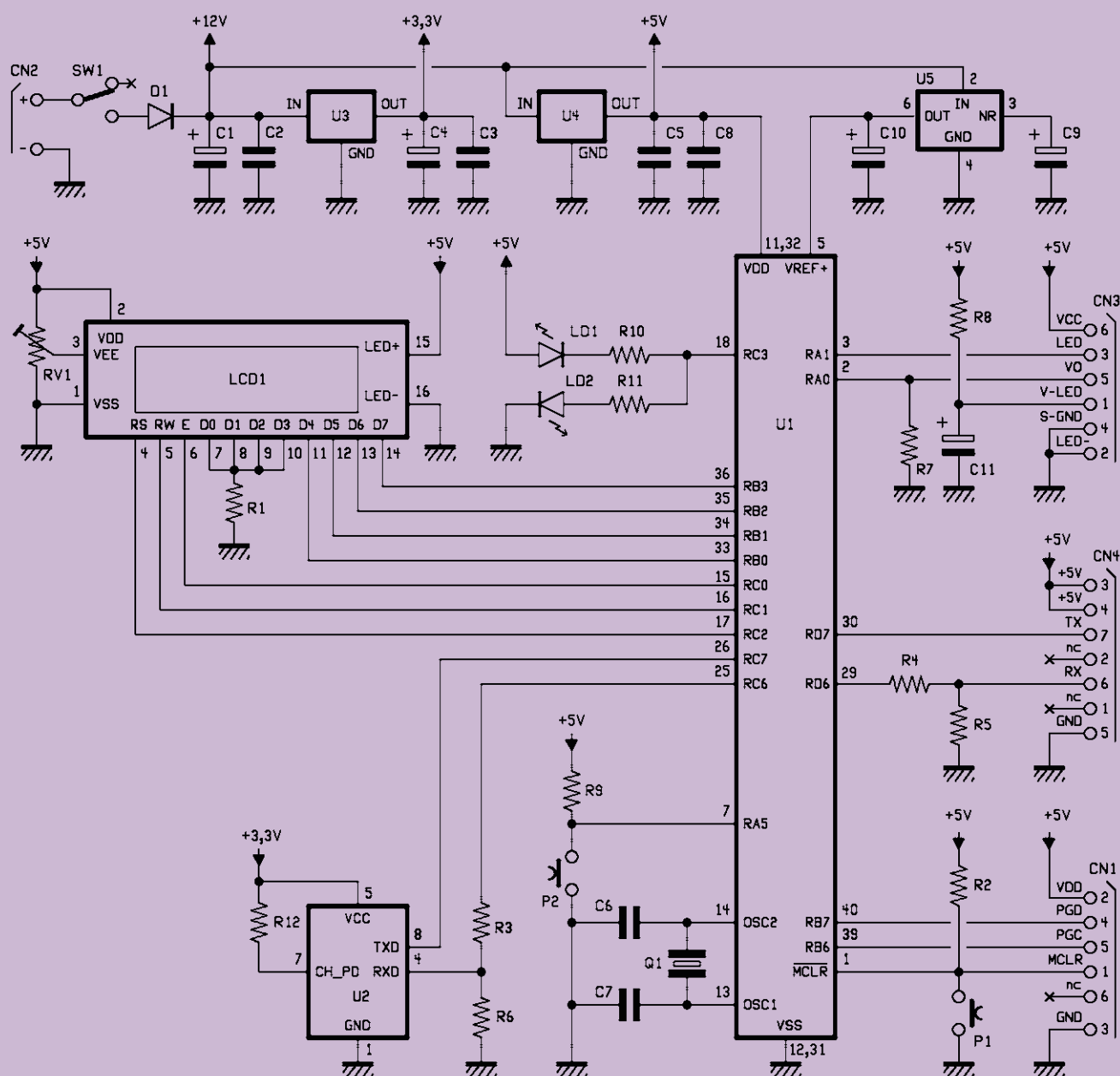


Fig. 10
Campionamento
dell'impulso di
corrente I_{LED} .



PM2.5 e PM10 vengono visualizzati sul display LCD1 HD44780 gestito dal PIC. Mediante un'altra interfaccia seriale, la USART1, il PIC, mediante la trasmissione seriale di comandi AT, controlla il modulo wireless U2 ESP-01 per inviare e-mail di segnalazione di supero dei limiti di guardia dei valori di qualità dell'aria. L'alimentazione dell'AQM viene fornita da un alimentatore esterno a 12 V-1 A e stabilizzata a 3,3V dall'integrato regolatore U3 LM1084-3V3 per alimentare il modulo ESP-01, e a +5V dall'integrato regolatore U4 7805 per

alimentare il restante circuito. La scheda prevede il connettore CN1 per collegare un tool di debug e programmazione del PIC. Il pulsante P1 può essere utilizzato per resettare il PIC in caso di necessità. Integrato nella scheda controller, l'ESP-01 viene utilizzato in modalità WiFi per l'invio di e-mail. L'ESP-01, basato sul chip ESP8266, può essere impiegato anche come microcontrollore, ma a noi ci interessa per le sue potenzialità WiFi. Detto questo, riteniamo utile fare una sommaria trattazione dei protocolli di rete step by step, fra

i quali WiFi, TCP, UDP, HTTP, DNS, cercando di semplificarne più possibile i concetti, anche perché li incontreremo durante la descrizione del software relativamente alle funzioni dell'ESP-01 implicate nel progetto.

LO STACK TCP/IP

Questo protocollo (che poi è lo stesso di Internet) consiste in una "pila" di livelli o strati (**layer**) di protocolli, in gergo tecnico **stack TCP/IP** (*Transmission Control Protocol /Internet Protocol*). In sostanza, il TCP/IP è un insieme di protocolli in cui ognuno ha uno specifico compito da svolgere al fine di consentire e regolare la comunicazione su internet fornendo un indirizzo IP ad ogni terminale di rete per lo scambio dei pacchetti di dati. Esamineremo questi diversi livelli per spiegare in che modo il nostro ESP-01, ma in generale tutti i moduli basati su ESP8266, comunica con altri dispositivi sulla rete. Da qui in poi, data la validità generale degli argomenti trattati, con l'abbreviativo ESP intenderemo riferirci al modulo ESP-01 e all'ESP8266.

Il Link layer

Questo livello si occupa del collegamento fisico tra due dispositivi, per esempio, mediante connessione con cavo Ethernet o WiFi; è quindi lo strato più vicino all'hardware. Nel nostro caso, per connettere l'ESP alla rete, si deve creare un link WiFi che può essere realizzato in due modi:

1. connettendo l'ESP ad un access point wireless (WAP o **AP**) che può trovarsi all'interno del nostro modem o router, per esempio. In questa modalità di connessione, l'ESP opera come una stazione wireless (*station mode*).
2. L'ESP agisce come un access point (**AP mode**) e le stazioni wireless possono connettersi ad esso. Le stazioni potrebbero essere un PC, uno smartphone, oppure un altro ESP in station mode.

Una volta stabilito il link WiFi, l'ESP farà parte della local area network (LAN) in cui tutti i dispositivi connessi alla LAN comunicheranno fra loro. È importante tener presente che l'ESP8266, quindi nel nostro caso l'ESP, può operare in uno solo delle seguenti modalità: WiFi AP mode, in WiFi station mode, in WiFi AP+station mode.

Internet (Network layer)

Sebbene con l'esecuzione del link layer i dispositivi siano fisicamente connessi mediante cavo ether-

net o WiFi, non possono ancora "parlarsi", perché non hanno modo di sapere a chi inviare il messaggio. È qui che entra in gioco l'**Internet Protocol (IP)**. Ad ogni dispositivo in rete viene assegnato un indirizzo IP personale dal server **DHCP** (*Dynamic Host Configuration Protocol Server*) che si assicura che questi indirizzi siano univoci.

Una volta assegnati gli indirizzi IP, ogni dispositivo può inviare un messaggio a un indirizzo specifico. Esistono due versioni di Protocolli Internet: **IPv4 e IPv6**. IPv6 è una versione migliorata di IPv4 e può gestire molti più indirizzi di IPv4 che comunque resta il più diffuso e utilizzato.

L'indirizzo IP è composto da 4 numeri, ad esempio 192.168.1.5 è un indirizzo IPv4 valido. Si compone in realtà di due parti: la prima parte è 192.168.1, che è l'indirizzo della rete locale. L'ultima cifra, 5 in questo caso, specifica il dispositivo. Usando gli indirizzi IP, possiamo trovare l'ESP sulla rete e inviargli messaggi. L'ESP può anche trovare il nostro computer o il nostro smartphone, se conosce i rispettivi indirizzi IP.

Transport layer

Anche se i vari dispositivi della rete fanno il loro dovere per consegnare i pacchetti di dati al destinatario IP, può verificarsi che un pacchetto sia danneggiato o vada perso, ovvero, arrivi corrotto o non arrivi mai a destinazione. Inoltre, il Protocollo Internet non può garantire che i pacchetti arrivino nello stesso ordine in cui sono stati inviati.

In pratica, siamo in una fase di applicazione dello stack TCP/IP in cui ancora non è possibile inviare messaggi in modo affidabile utilizzando solo i layer link e Internet, poiché non possiamo mai sapere quando e se arriverà un pacchetto o sapere con certezza che un pacchetto ricevuto sia corretto. Quindi, abbiamo la necessità di utilizzare un altro layer di livello superiore all'Internet Protocol, ossia, il Transport layer.

Esistono principalmente due protocolli che compongono questo terzo livello dello stack TCP/IP: il protocollo **TCP** (*Transmission Control Protocol*) e l'**UDP** (*User Datagram Protocol*).

Il TCP si assicura che tutti i pacchetti siano ricevuti, siano in ordine e che vengano inviati nuovamente i pacchetti danneggiati. Questo significa che il TCP può essere utilizzato per la comunicazione tra più applicazioni, senza doversi preoccupare dell'integrità dei dati o della perdita di pacchetti. Ecco perché viene utilizzato per il download di pagine web, l'invio di e-mail, il caricamento di file, ecc. L'UDP, d'altra parte, non garantisce che ogni



pacchetto raggiunga la sua destinazione, ma controlla comunque gli errori e quando ne trova uno, distrugge semplicemente il pacchetto, senza rispedirlo.

Quindi, l'UDP non è affidabile come TCP, ma è più veloce e ha una latenza molto più bassa, perché non richiede una connessione aperta per inviare messaggi, come il TCP. Ecco perché viene utilizzato nelle chat vocali e video e, ad esempio, nei giochi online.

L'Application layer

Il TCP permette comunicazioni affidabili, ma supponiamo di inviare una lettera e che il TCP garantisce che arriverà a destinazione; ma se il destinatario non capisce la lingua in cui è scritta, non saprà cosa farne. In altre parole, abbiamo bisogno di un quarto layer di protocolli affinché due programmi siano in grado di comunicare tra loro con un protocollo (Linguaggio) comprensibile a tutti. Esistono molti protocolli diversi, ma ci concentreremo principalmente sui protocolli per server Web e browser.

HyperText Transfer Protocol

Il protocollo in questione (HTTP) è quello che viene utilizzato sia dai server Web che dai client Web per comunicare. Usa il testo per eseguire richieste di invio e risposte dal client al server e viceversa. Ad esempio, digitando `http://www.google.com` nella barra degli indirizzi di un browser Web (client), si invierà una richiesta "HTTP GET" al server Web di Google. Il server comprenderà questa richiesta HTTP e invierà la pagina Web di Google come risposta. Oppure, caricando un'immagine su Instagram, il browser invierà una richiesta "POST http" al server Instagram. Il server comprenderà la richiesta, salverà l'immagine e la aggiungerà al database, a cui restituirà l'URL della nuova immagine e il browser aggiungerà l'immagine sulla pagina web.

Come si noterà, né il client né il server devono preoccuparsi dell'integrità dei messaggi che si inviano, ma sanno che il destinatario capirà la loro lingua e che saprà cosa fare con una determinata richiesta HTTP.

La maggior parte dei siti moderni utilizza una versione sicura di HTTP, chiamata HTTPS. Questa connessione protetta crittografa i dati per motivi di sicurezza.

IL WEBSOCKET

L'HTTP è ottimo per il download di pagine Web, il

caricamento di foto ecc., ma è piuttosto lento: ogni volta che si invia una richiesta HTTP, si deve avviare una nuova connessione TCP al server, quindi inviare la richiesta, attendere che il server risponda e scaricare la risposta.

Per evitare di aprire una nuova connessione ogni volta che vogliamo trasmettere dati, è possibile utilizzare il **WebSocket** con cui si può mantenere sempre aperta la connessione TCP con il server, ottenere la perfetta affidabilità TCP e velocità di trasferimento dati.

OPEN SOUND CONTROL (OSC)

HTTP e WebSocket utilizzano connessioni TCP. Se si desiderassero comunicazioni con più basse latenze, l'OSC, utilizza l'UDP per inviare piccole parti di dati, come int, float, breve testo ecc., con una latenza molto bassa. L'OSC è stato originariamente progettato per il controllo di applicazioni audio a bassa latenza, ma è un protocollo molto flessibile, quindi viene spesso utilizzato per attività a bassa latenza diverse dal controllo audio.

IL DOMAIN NAME SYSTEM

Come accennato in precedenza, è possibile inviare un messaggio, ad esempio, da un dispositivo ad un PC, solo se si conosce il suo indirizzo IP. Ma quando si naviga in Internet si conosce solo il nome del dominio di un sito Web. Il computer utilizza il **DNS** (Domain Name System) per tradurre questo nome di dominio nel giusto indirizzo IP.

Il DNS funziona perfettamente per i normali siti su Internet, ma la maggior parte delle reti locali non ha il proprio server DNS. Ciò significa che non è possibile raggiungere i dispositivi locali usando un nome di dominio.

Esiste un altro modo: il **DNS multicast** o **mDNS**.

L'mDNS utilizza i nomi di dominio con il suffisso **.local**, ad esempio `http://esp8266.local`. Se il computer deve inviare una richiesta a un nome di dominio che termina con **.local**, invierà una **query multicast** a tutti gli altri dispositivi sulla LAN che supportano mDNS, chiedendo al dispositivo con quel nome di dominio specifico di identificarsi. Il dispositivo con il nome giusto risponderà quindi con un altro multicast e invierà il suo indirizzo IP. Ora che il computer conosce l'indirizzo IP del dispositivo, può inviare richieste normali.

INVIO DI E-MAIL CON L'ESP-01

Ci sono molti esempi di applicazioni che utilizzano l'ESP8266 con Arduino ma raramente se ne trovano con i PIC. In questo progetto, una parte



del software viene dedicata per realizzare l'invio di e-mail ad uno specificato indirizzo utilizzando il modulo WiFi ESP-01 gestito dal PIC18F46K22 mediante **comandi AT**.

Di seguito sono elencate, nell'ordine di flusso del programma, le funzioni principali utilizzate per inviare i comandi AT all'ESP-01 per l'esecuzione di invio di email.

Tutte le funzioni necessarie all'invio delle email con l'ESP sono nel file header **esp8266_functions.h** incuso nel software dell'AQM.

1. **esp8266_isStarted()**: verifica se è instaurata la comunicazione ESP-PIC.
2. **esp8266_mode()**: imposta l'ESP in modalità Access Point+Station (AP+STA).
3. **esp8266_connect()**: effettua la connessione all'Access Point (alla tua rete locale WiFi) previo inserimento di SSID e password.
4. **_esp8266_enable_MUX()**: abilita connessioni multiple alla rete.
5. **_esp8266_create_server()**: crea un server ad una specifica porta (porta 80).
6. **_esp8266_connect_SMTP2GO()**: stabilisce una connessione TCP con il provider di posta elettronica SMTP2GO.
7. **_esp8266_login_mail()**: effettua il login nella sezione LOGIN del sito SMTP2GO inserendo l'ID e-mail e password nel formato convertito in base 64.
8. **_esp8266_mail_sendID()**: comunica all'ESP l'indirizzo email di trasmissione.
9. **_esp8266_mail_recID()**: comunica all'ESP l'indirizzo email di ricezione.
10. **_esp8266_start_mail()**: imposta l'ESP in modalità di invio email.
11. **_esp8266_mail_subject()**: inserisce l'oggetto della email.
12. **_esp8266_mail_body()**: inserisce il corpo della email.
13. **_esp8266_End_mail()**: invia la email.
14. **_esp8266_disconnect_SMTP2GO()**: disconnette la connessione TCP ESP-SMTP2GO.

Analizzeremo ora tali funzioni, per meglio comprendere il funzionamento delle quali vi consigliamo di tenere a portata di mano la descrizione dei comandi AT, possibilmente riferiti all'ESP8266, come ad esempio le istruzioni che trovate in Rete in formato pdf (*ESP8266_AT_instruction_set_en*).

Funzione esp8266_isStarted

Questa funzione testa l'avvio del modulo ESP e la comunicazione con il PIC, inviando i dati di co-

mando AT alla UART e attendendo la risposta "OK" dall'ESP mediante la funzione **_esp8266_waitResponse**:

```
unsigned char esp8266_isStarted(void) {  
    puts2USART("AT\r\n");  
    return (_esp8266_waitResponse() == ESP8266_OK);  
}
```

Funzione esp8266_mode()

Inviando all'ESP il comando **AT+CWMODE** con parametro **3**, si imposta il modulo ESP in modalità **WiFi Access Point+STATION**. Le possibili modalità sono:

1 = Station mode (client);

2 = AP mode (host);

3 = AP + Station mode (l'ESP8266 è in grado di operare in due modalità). La funzione è:

```
void esp8266_mode(unsigned char mode) {  
    puts2USART("AT+CWMODE=3\r\n");  
    _esp8266_waitResponse();  
}
```

Funzione esp8266_connect()

Con l'invio all'ESP del comando **AT+CWJAP**, questa funzione effettua la connessione dell'ESP ad un Access Point, ossia ad un modem/router di una rete locale WiFi. Questa funzione prevede da parte dell'utente l'inserimento nella funzione dei parametri **SSID** e **password**, rispettivamente, nome della rete locale e password di accesso alla rete:

```
void esp8266_connect() {  
    puts1USART("AT+CWJAP=\"%SSIDretelocale%\",\"password%\"\r\n");  
    while(Busy1USART());  
    while(_esp8266_waitResponse() != 1);  
}
```

Funzione _esp8266_enable_MUX()

Mediante il comando **AT+CIPMUX=1** viene abilitata la modalità di connessioni multiple. Dato che l'ESP può essere utilizzato come server, più client potrebbero connettersi ad esso e quindi devono essere consentite connessioni multiple:

```
void _esp8266_enable_MUX()  
{  
    puts2USART("AT+CIPMUX=1\r\n");  
    _esp8266_waitResponse();  
}
```



L'SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) è un protocollo testuale, ovvero, basato su specifiche parole chiave o comandi, che gestisce lo scambio di messaggi via e-mail fra dispositivi host (che possono essere client e server) su Internet. È possibile specificare più destinatari di una email gestendone anche il corretto trasferimento. Di seguito un esempio di flusso della comunicazione SMTP fra client (identificato nell'esempio con "client.esempio.it", ma può identificarsi anche con l'indirizzo IP) e server SMTP (identificato nell'esempio con "smtp.server.com") per l'invio di un messaggio ad un destinatario via email.

1. EHLO client.esempio.it

L'utente client A richiede la connessione al server B di posta elettronica identificandosi con il proprio indirizzo IP;

2. smtp.server.com Hello client.esempio.it

Il server B accetta la richiesta di connessione e risponde identificandosi e "salutando" A; Il server B presenta al client le diverse modalità di autenticazione:

AUTH LOGIN PLAIN CRAM-MD5

3. AUTH LOGIN

il client A invia al server B le credenziali di login per l'accesso alla connessione TCP al server. Da questo momento inizia la comunicazione crittografata client-server;

4. Authentication successful

il server B risponde di aver autenticato il client A;

5. MAIL FROM

il client A comunica al server B l'indirizzo email di trasmissione delle email.

6. OK

Il server B conferma la ricezione.

7. RCPT TO

il client A comunica al server B l'indirizzo email di ricezione delle email;

Ripetendo il comando RCPT TO il client può inviare al server più destinatari dello stesso messaggio.

8. OK

Il server B conferma la ricezione.

9. DATA

il client A inizia la trasmissione del messaggio al server B;

10. Send message content; end with <CRLF>.<CRLF>

Il server B risponde attendendo dal client A l'invio del contenuto del messaggio che dovrà essere terminato inviando da parte del client un punto con un'apposito singolo invio;

11. Il client A invia l'oggetto e il contenuto dell'email.

12. OK

il server B ha accettato il messaggio;

13. ""

il client A invia al server B un punto per indicare che il contenuto della email è terminato.

14. OK

il server B ha accettato e messo in coda il messaggio per la consegna al destinatario;

15. QUIT

il client A chiede al server B di chiudere la connessione;

16. OK

Il server B chiude la sessione.

Funzione _esp8266_create_server()

Con il comando **AT+CIPSERVER=1,80** la funzione crea un server alla porta 80. Il prototipo del comando AT+CIPSERVER è:
AT+CIPSERVER=<mode>[,<port>] i cui parametri sono:

- <mode>:
0: deletes server.
1: creates server.
- <port>: port number (è predefinita la 333).

Il relativo codice è:

```
void _esp8266_create_server()
```

```
{
  puts2USART("AT+CIPSERVER=1,80\r\n");
  _esp8266_waitResponse();
}
```

Da questo punto in poi le funzioni coinvolgono la comunicazione fra dispositivi con protocollo SMTP che è possibile saltare per chi già lo conosce.

Funzione _esp8266_connect_SMTP2GO()

Effettua la connessione TCP al sito web.www.smtp2go.com/ utilizzato come server di invio delle e-mail; in seguito ne vedremo nel dettaglio i vari



passaggi di accesso e utilizzo.

```
void _esp8266_connect_SMTP2GO() {  
  puts1USART("AT+CIPSTART=4,\"TCP\",\"mail-eu.  
smtp2go.com\",2525\r\n");  
  while(Busy1USART());  
  delay_seconds(6); // Delay of 6 s  
  puts1USART("AT+CIPSEND=4,18\r\n");  
  while(Busy1USART());  
  delay_seconds(3); // Delay of 3 s  
  puts1USART("EHLO 192.168.x.x\r\n"); //Indirizzo IP  
  del modulo ESP-01.  
  while(Busy1USART());  
  delay_seconds(6); // Delay of 6 s  
  puts1USART("AT+CIPSEND=4,12\r\n");  
  while(Busy1USART());  
  delay_seconds(3); // Delay of 3 s  
  puts1USART("AUTH LOGIN\r\n");  
  while(Busy1USART());  
}
```

Con il comando **AT+CIPSTART** e relativi parametri, questa funzione stabilisce una connessione **TCP** con il sito **SMTP2GO**. Il prototipo del comando AT+CIPSTART è: AT+CIPSTART=<link ID>,<type>,<remote IP>,<remote port> i cui parametri sono:

- <link ID>: ID è un identificativo di connessione utilizzato nelle connessioni multiple. Uno specifico ID assegnato garantisce che non si verifichino sovrapposizioni di dati causati da altri dispositivi connessi alla rete.
- <type>: è un parametro stringa che indica il tipo di connessione "TCP", "UDP" or "SSL".
- <remote IP>: indirizzo IP o nome del server, nel nostro caso del server mail-eu.smtp2go.com.
- <remote port>: numero della porta remota del server.

Nel caso si volesse utilizzare un indirizzo IP, occorrerà ottenere l'IP dal nome del server specifico. Ad esempio, il remote IP di mail-eu.smtp2go.com si ricava andando nel prompt di windows ed eseguendo:
ping mail-eu.smtp2go.com

si ottiene 176.58.103.10.

Il comando **AT+CIPSEND=4,20\r\n** e **AT+CIPSEND=4,12**, sono utilizzati in questa funzione per specificare che saranno inviati al server, nodo di connessione di rete link ID=4, rispettivamente: 18 caratteri, 16 "EHLO 192.168.x.x" + 2 \r\n; 12 caratteri "AUTH LOGIN" +

2 \r\n.

Il prototipo del comando AT+CIPSEND è:

AT+CIPSEND=<link ID>,<length>, in cui i parametri sono:

- <link ID>: ID di connessione (0-4), per connessioni multiple;
- <length>: lunghezza del dato del dato da inviare, MAX: 2048 byte.

Alla riga **puts1USART("EHLO 192.168.x.x\r\n");** il termine **EHLO** (*Extended Hello*) annuncia al server l'inizio delle comunicazioni con protocollo SMTP. Il client invia questo comando al server SMTP per identificarsi con un indirizzo IP e avviare la conversazione SMTP. Il nome di dominio o l'indirizzo IP del client SMTP viene generalmente inviato come argomento insieme al comando (ad es. "EHLO client.esempio.it, oppure EHLO 192.168.x.xxx). Alla riga **puts1USART("AUTH LOGIN\r\n");** il comando **AUTH LOGIN** (*Authentication*) viene utilizzato per autenticare il client nel server relativamente alla connessione TCP. Al comando seguirà l'invio (nel formato in base 64) del nome utente e password del client al server di posta elettronica.

Funzione _esp8266_login_mail();

Per l'accesso al sito SMTP2GO per l'invio di email, questa funzione, per l'autenticazione di utente, invia l'username e la password preventivamente convertiti nel formato in base 64.

```
void _esp8266_login_mail() {  
  
  puts1USART("AT+CIPSEND=4,10\r\n");  
  while(Busy1USART());  
  delay_seconds(3);  
  puts1USART("xxxxxxx\r\n");  
  while(Busy1USART());  
  delay_seconds(3);  
  puts1USART("AT+CIPSEND=4,18\r\n");  
  while(Busy1USART());  
  delay_seconds(3);  
  puts1USART("yyyyyyyyyyyyyyyyyy\r\n");  
  while(Busy1USART());  
}
```

Riguardo alle funzioni **6 e 7**, ossia, la **_esp8266_connect_SMTP2GO()** che connette l'ESP al sito SMTP2GO, e la funzione **_esp8266_login_mail()** che effettua l'accesso autenticato dell'ESP allo stesso sito, abbiamo già descritto il prototipo e significato del comando **AT+CIPSEND**; ricordiamo comunque che deve contenere il link ID della



connessione, nel nostro caso 4, e un numero corrispondente al numero di caratteri del dato da inviare +2, quindi, quando saranno inseriti dall'utente i nuovi parametri delle due funzioni, dovrà essere aggiornato anche il comando AT+CIPSEND. Inoltre, sempre con riferimento alle succitate funzioni, al fine di inviare una e-mail con l'ESP, è necessario connettersi e registrarsi al sito www.smtp2go.com/, un provider di servizi di posta elettronica. Dopo la registrazione al sito, si dovranno eseguire alcuni step che di seguito spiegheremo in dettaglio. All'avvio del sito SMTP2GO apparirà la pagina web mostrata in **Fig. 11**.

Cliccando sul pulsante **"Try SMTP2GO Free"** si accede alla schermata di registrazione di un account, che consentirà di inviare gratuitamente e-mail. Inserite i dati richiesti, indirizzo email e password, badando di memorizzarli. Notate che l'indirizzo e-mail deve essere un indirizzo di dominio gmail dal quale desiderate inviare le e-mail. Completato l'inserimento dei dati di login per accedere al sito, cliccando su "Sign Up" vi sarà inviata da SMTP2GO una email di conferma della registrazione del vostro ACCOUNT a cui dovrete rispondere cliccando su "ACTIVATE ACCOUNT".

Ora occorre creare un "user name" che, unitamente alla password creata precedentemente per il login, deve essere utilizzato esclusivamente per l'autenticazione dell'utente da parte di SMTP2GO per l'invio delle email. Per creare un username, dal menu di SMTP2GO cliccate su setting e da

qui cliccate su SMTP Users; si aprirà una pagina in cui potrete creare il vostro user name. Creato l'user name, l'ultimo passo per completare la piena funzionalità di invio email dal server, è di codificare user name e password nel formato in base 64. Per fare questo si dovrà utilizzare il sito web www.base64encode.org/. Per l'accesso a questo sito potrebbe essere richiesta la password, la stessa scelta per l'accesso al sito SMTP2GO. All'apertura del sito apparirà una schermata simile alla **Fig. 12**. Dopo aver inserito l'user name nello spazio sotto "Encode to Base64 format", cliccando sul pulsante "ENCODE" in basso a sinistra, apparirà il risultato, ovvero, l'user name codificato in base 64, come mostrato nell'esempio di **Fig. 13**.

Lo stesso procedimento dovrà essere eseguito per codificare in base 64 anche la password. I due risultati dovrete memorizzarli in quanto saranno utilizzati all'interno del programma, ovvero, nella funzione `_esp8266_login_mail()`. Da questo momento SMTP2GO è attivo e disponibile per inviare email dall'AQM mediante l'ESP.

Funzione `_esp8266_mail_sendID("tuoiDmail di trasmissione")`

Comunica al server l'indirizzo email di trasmissione delle email.

```
void _esp8266_mail_sendID() {
    puts1USART("AT+CIPSEND=4,N\r\n");
    while(Busy1USART());
}
```

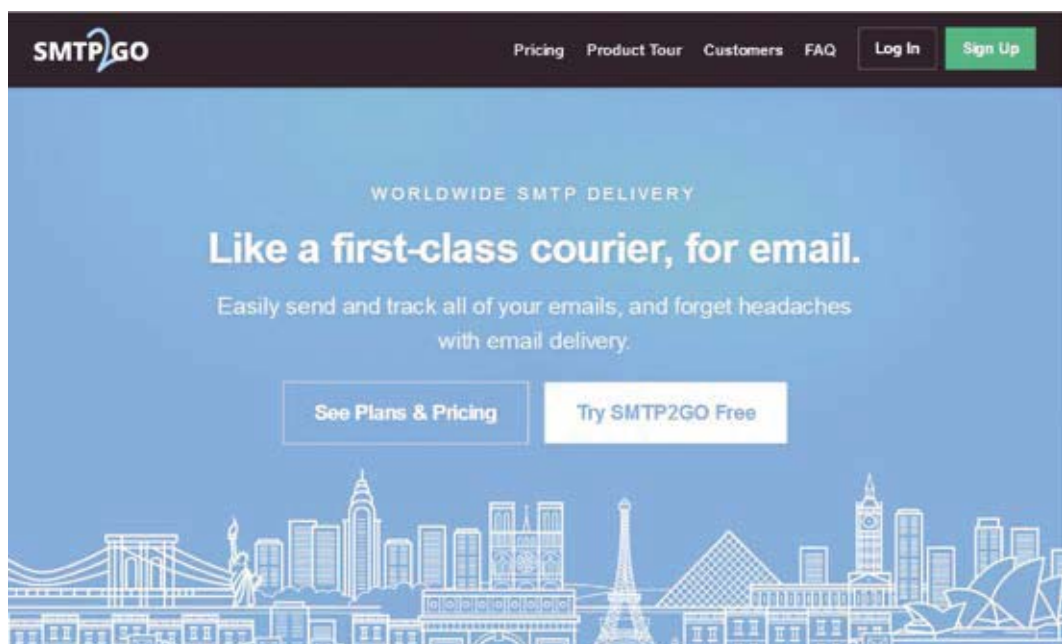


Fig. 11
Homepage del sito
SMTP2GO.

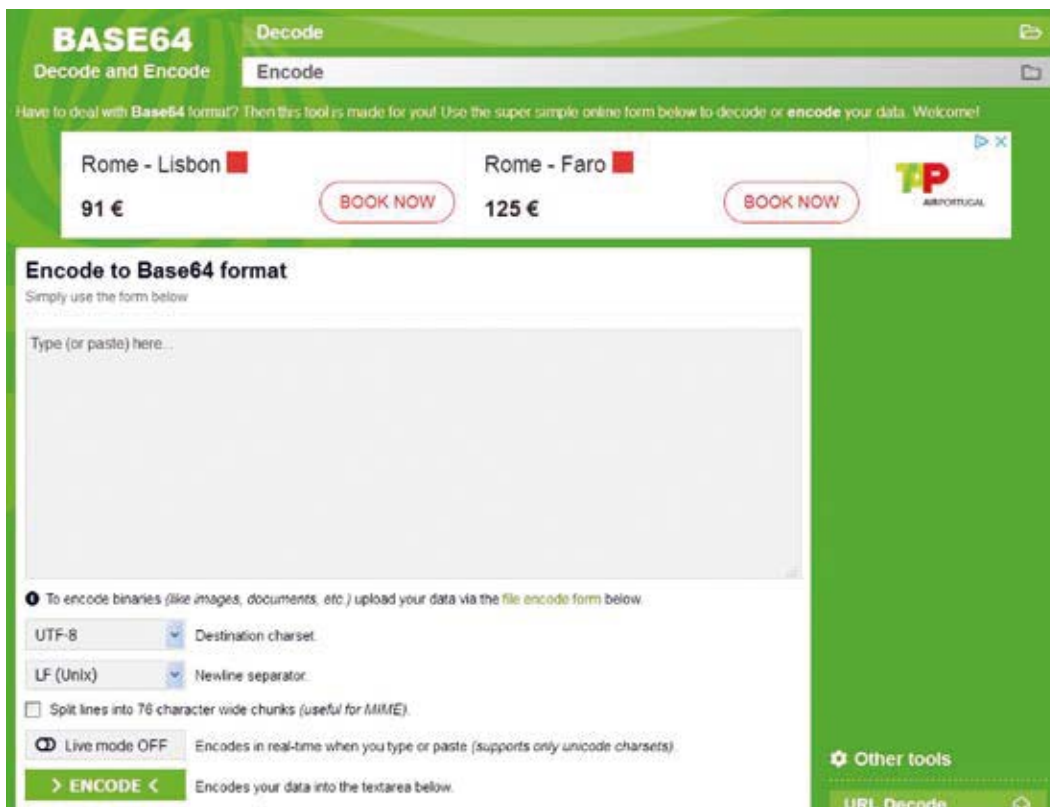


Fig. 12
Pagina di
apertura del sito
base64encode.org.

```
delay_seconds(3);
puts1USART("MAIL FROM: xxxxxx@gmail.com\r\n");
while(Busy1USART());
}
```

MAIL FROM

Questo comando SMTP specifica l'indirizzo e-mail del mittente. In sostanza, comunica al server SMTP2GO che stà iniziando una nuova transazione di posta e fa sì che il server ripristini il suo stato, i buffer, ecc. Viene generalmente inviato come primo comando dopo il processo di identificazione e accesso. Se l'indirizzo e-mail del mittente è accettato, il server risponderà con un codice di risposta 250 OK. Dopo "MAIL FROM: ", l'utente deve inserire l'indirizzo email del mittente (lo stesso indirizzo utilizzato per il login al sito SMTP2GO). e alla riga **puts1USART("AT+CIPSEND=4,N\r\n");** deve inserire dopo "4," il numero N corrispondente all'esatta somma dei caratteri **MAIL FROM: xxxxxx@gmail.com +2**, spazi compresi; in questo esempio N=30.

Funzione _esp8266_mail_recID

Comunica all'ESP l'indirizzo email di ricezione delle email. La funzione è utilizzata per specificare un indirizzo di posta per la ricezione delle e-mail: ad

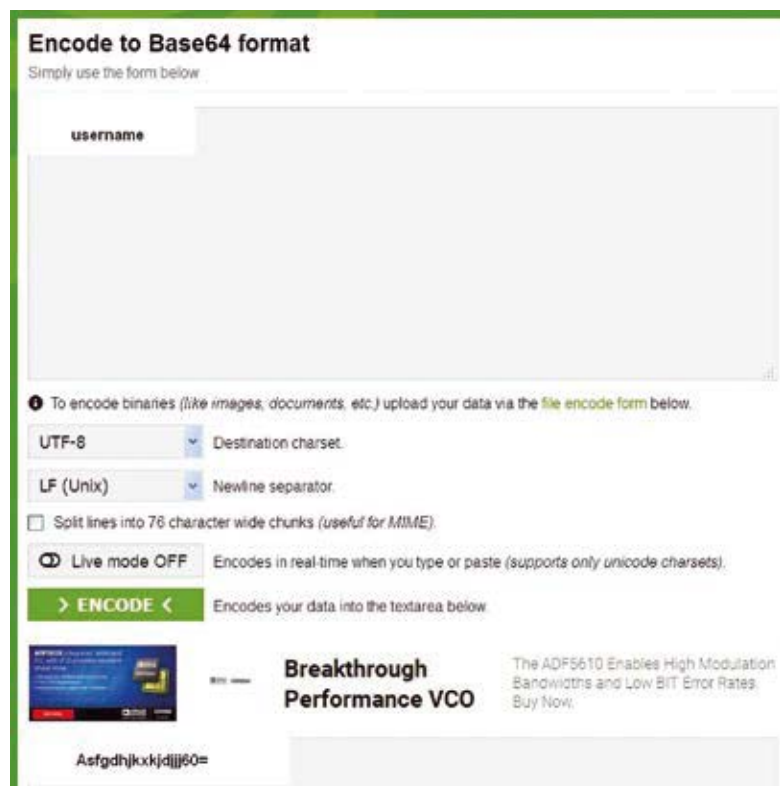


Fig. 13
Conversione nel
formato base 64
dell'user name.

esempio l'indirizzo di un altro proprio account.

```
void _esp8266_mail_recID()
{
  puts1USART("AT+CIPSEND=4,N\r\n");
  while(Busy1USART());
  delay_seconds(3);
  puts1USART("RCPT To: xxxxxxxxxxxx@gmail.com\r\n");
  while(Busy1USART());
}
```

RCPT TO (RECIPIENT TO)

Questo comando specifica l'indirizzo e-mail del destinatario e può essere ripetuto più volte per un determinato messaggio di posta elettronica al fine di recapitare un singolo messaggio di posta elettronica a più destinatari.

L'indirizzo email dopo **"RCPT To:** può essere modificato dall'utente badando di aggiornare anche il comando **AT+CIPSEND** con un numero pari alla somma dei caratteri **"RCPT To:** nuovo indirizzo +2", spazi compresi; in questo esempio N=32.

Funzione _esp8266_start_mail()

Avvia l'ESP in modalità di scrittura. Questa funzione ha l'analoga programmazione della funzione **_esp8266_login_mail** descritta al punto 8:

```
oid _esp8266_start_mail()
{
  puts1USART("AT+CIPSEND=4,6\r\n");
  while(Busy1USART());
  delay_seconds(6);
  puts1USART("DATA\r\n");
  while(Busy1USART());
}
```

DATA

Questo comando avvia il trasferimento del contenuto del messaggio (testo del corpo, allegati, ecc.). Dopo che il comando DATA è stato inviato al server dal client, il server risponderà con un codice di risposta 354. Quando tutti i contenuti del messaggio sono stati inviati, un punto (".") deve essere inviato in una singola riga. Se il messaggio viene accettato per la consegna, il server SMTP risponderà con il codice di risposta 250.

Funzione _esp8266_mail_subject()

Invia al server SMTP2GO l'oggetto della e-mail:

```
void _esp8266_mail_subject() {
```

```
  puts1USART("AT+CIPSEND=4,N\r\n");
  while(Busy1USART());
  delay_seconds(3);
  puts1USART("subject: Mail from Air Quality Meter\r\n");
  while(Busy1USART());
}
```

Il testo dopo **"subject:"** può essere modificato dall'utente badando di aggiornare anche il comando **AT+CIPSEND** con un numero pari alla somma dei caratteri **"subject:** nuovotesto +2", spazi compresi; in questo esempio N=38.

Funzione _esp8266_mail_body()

Invia al server SMTP2GO il contenuto della e-mail:

```
void _esp8266_mail_body()
{
  puts1USART("AT+CIPSEND=4,N\r\n");
  while(Busy1USART());
  delay_seconds(6);
  puts1USART("High PM values.\r\n");
  while(Busy1USART());
}
```

Il testo del messaggio può essere modificato dall'utente badando di aggiornare anche il comando **AT+CIPSEND** con un numero pari alla somma dei caratteri del "nuovotesto +2", spazi compresi; in questo esempio N=17.

Funzione _esp8266_End_mail()

Chiude l'e-mail inviando un punto al server SMTP:

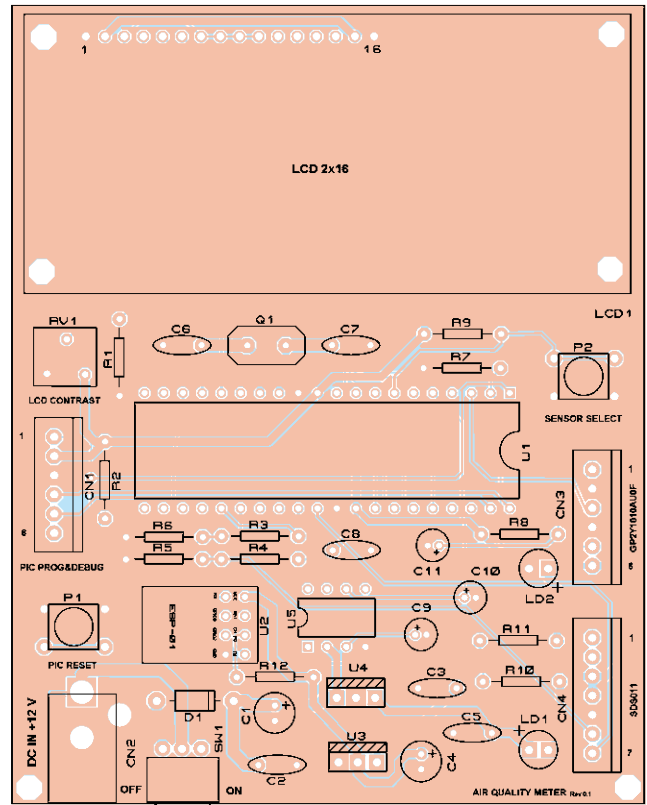
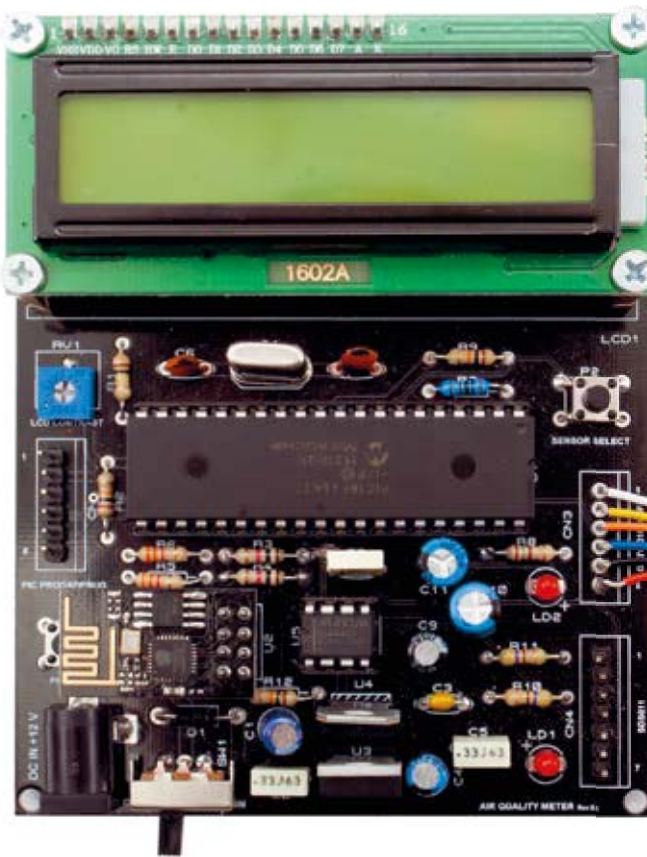
```
void _esp8266_End_mail()
{
  puts1USART("AT+CIPSEND=4,3\r\n");
  while(Busy1USART());
  delay_seconds(3);
  puts1USART(".\r\n");
  while(Busy1USART());
}
```

Il singolo punto dopo il contenuto del messaggio informa il server SMTP del termine dei dati del messaggio. Dopo che un singolo punto è stato inviato al server e il server ha risposto, viene inviato un comando QUIT dal client per terminare la sessione della connessione.

Funzione _esp8266_disconnect_SMTP2GO()

Disconnette il sistema dal server SMTP SMTP2GO:





Elenco Componenti:

R1: 100 kohm
 R2, R9, R12: 10 kohm
 R3, R4: 1 kohm
 R5, R6: 3,3 kohm
 R7: 2 kohm
 R8: 150 ohm
 R10, R11: 470 ohm
 RV1: 10 Kohm trimmer MO
 C1: 100 uF 35 VL elettrolitico
 C2, C5: 330 nF poliestere
 C3: 100 nF poliestere
 C4: 10 uF 10 VL elettrolitico
 C6, C7: 22 pF ceramico
 C8: 10 nF ceramico
 C9: 2,2 uF 10 VL elettrolitico

C10: 22 uF 10 VL elettrolitico
 C11: 220 uF 35 VL elettrolitico
 Q1: Quarzo 20 MHz
 D1: 1N4001
 LD1, LD2: LED 3 mm
 rosso
 P1, P2: Microswitch
 SW1: deviatore a slitta
 LCD1: Display LCD
 HD44780
 U1: PIC18F46K22
 U2: ESP-01
 U3: LM1084-3V3
 U4: LM7805
 U5: MAX6241BCPA+

Varie

- CN1, CN3: strip maschio 6 vie P 2,54
- CN2: Plug alimentazione 5.5/2.1
- CN4: strip maschio 7 vie P 2,54
- Strip femmina 4 vie P 2,54 (2 pz.)
- Strip femmina 16 vie P2,54 (1 pz.)
- Strip maschio 16 vie P2,54 lungo (1 pz.)
- Zoccolo 4+4
- Zoccolo 20+20
- Distanziale esagonale F/F 15 mm (4 pz.)
- Vite M3x6 TB a croce (8 pz.)
- Circuito stampato S1521 (84x106 mm)

```
void _esp8266_disconnect_SMPT2GO()
{
  puts1USART("AT+CIPSEND=4,6\r\n");
  while(Busy1USART());
  delay_seconds(3);
  puts1USART("QUIT\r\n");
  while(Busy1USART());
}
```

```
delay_seconds(3);
}
```

QUIT

Chiede al server di chiudere la connessione e se questa può essere chiusa, il server risponde con un codice 221, dopodiché la sessione viene chiusa.

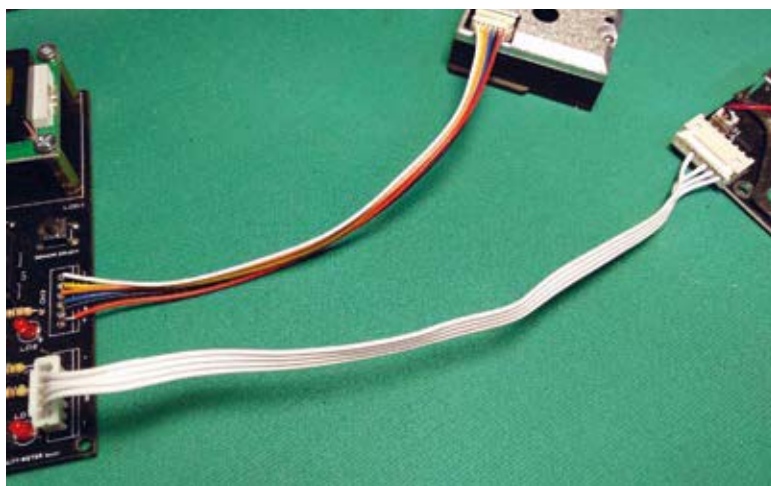


Fig. 14
Connessione dei
sensori alla scheda
dell'AQM.

REALIZZAZIONE PRATICA

Per preparare il circuito stampato potete scaricare le tracce lato rame dal nostro sito www.elettro-nicain.it. Per il montaggio dei componenti consigliamo un buon saldatore o, meglio ancora, una stazione saldatrice con saldatore a punta sottile. Prima di iniziare le operazioni di saldatura, pulite le piazzole con dell'alcol per togliere eventuali depositi di grasso. Procedete con il montaggio dei componenti in ordine di altezza: prima i diodi e le resistenze, zoccoli, condensatori (prima quelli ceramici e in poliestere e poi gli elettrolitici), pulsanti, switch, quarzo, connettori.

Riguardo al display, per montarlo saldate una fila di strip a 16 pin femmina sul PCB e una fila di strip a 16 pin maschio sul display, dopodiché inserite il display LCD posizionandolo su 4 distanziali bloccandolo con le viti. Inserite il PIC e l'integrato U5 negli zoccoli rispettando la numerazione dei pin. Infine, piazzate il modulo ESP-01 orientandolo come indicato dalla serigrafia sul PCB e collegate i sensori SDS011 e GP2Y1010AU0F rispettivamente ai connettori CN4 e CN3 mediante i cavetti in dotazione, come mostrato nella foto in **Fig. 14**. Prestate attenzione al cavetto di collegamento dell'SDS011 alla scheda: al connettore lato SDS011, i pin collegati sono il 3, 5, 6 e 7, mentre nel connettore lato scheda, i corrispondenti conduttori sono inseriti nei pin 4, 5, 6 e 7, quindi fare attenzione a non invertire i connettori e fare riferimento alla **Fig. 14**.

Riguardo ancora al collegamento dell'SDS011 alla scheda, il connettore CN4 è a 7 posizioni prevedendo che l'SDS011 si possa collegare con un cavo a 7 vie qualora, a seguito di un eventuale upgrade

hardware e software, si voglia sfruttare anche la modalità di misura mediante le uscite PWM del sensore (vedi datasheet).

I sensori dovranno essere collocati nell'ambiente di cui rilevare la qualità dell'aria e, se all'esterno, andranno protetti mediante contenitori in grado di far passare solo l'aria (eventualmente aspirata da una ventola).

COLLAUDO

Collegate lo spinotto di un alimentatore esterno con tensione continua di uscita di 12V–1A al connettore CN2 DC IN +12V della scheda e accendete la agendo sullo switch SW1. Si accenderà il led di presenza alimentazione del modulo ESP-01 e il led LD1 relativo al sensore SDS011 abilitato alla misura dei PM2.5 e PM10. Il display LCD mostrerà i valori rilevati ogni secondo di PM2.5 e PM10 rispettivamente nella prima riga e nella seconda riga dell'LCD. Premendo il pulsante P2 si spegnerà il LED LD1 e si disabiliterà il sensore SDS011, mentre si accenderà il LED LD2 e si attiverà la misura con il sensore GP2Y1010AU0F dei valori di PM2.5 mostrati sull'LCD. Quindi, premendo alternativamente P2, si attiverà l'uno o l'altro sensore e i rispettivi led. Qualora per almeno 5 minuti perdurino valori di PM superiori ai valori di guardia prefissati a 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per PM2.5 e a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per PM10, si attiverà il modulo ESP-01 che invierà una email ad un indirizzo precaricato nel software dall'utente; il processo di invio della e-mail sarà mostrato in vari step sulla prima riga dell'LCD, mentre sulla seconda riga sarà mostrato il tipo di PM che ha superato i limiti di guardia.

CONCLUSIONI

Bene, crediamo di avervi spiegato proprio tutto: a voi non resta che sperimentare con la vostra centralina di rilevamento della qualità dell'aria. □



Cosa occorre?

I componenti utilizzati in questo progetto sono facilmente reperibili ad eccezione del sensore qualità dell'aria (cod. PMSSENSOR) in vendita al prezzo di Euro 45,00, del sensore con GP2Y1010AU0F (cod. DUSTSENSOR) disponibile a Euro 18,00 e del modulo Wi-Fi (cod. ESP8266) venduto a Euro 5,00. I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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

UN TEAM DI PROFESSIONISTI PER IL TUO PROGETTO



oltre **1500** progetti sviluppati
26 anni di attività
più di **15** progettisti



L'area R&D di Futura Group studia, progetta e realizza prototipi per differenti settori utilizzando tecnologie innovative. Nel team di Futura Group fa parte il personale interno e un numero elevato di collaboratori esterni, ciascuno specializzato nel proprio settore (Disegno CAD – Raspberry Pi – Arduino – Audio – Sviluppo firmware – Linux – ecc). La disponibilità di oltre 5000 prodotti elettronici e componenti consente di ridurre i tempi di test e sviluppo e di realizzare facilmente il primo prototipo. La decennale esperienza nel settore e la necessità di ottimizzare i tempi e i costi, ha portato Futura Group a selezionare una serie di terzisti per la produzione di piccola o grande serie.

I SERVIZI CHE TI OFFRIAMO



Progetto Completo

Partendo dalla tua idea progettiamo per te la soluzione.



Sviluppo PCB

Ottimizziamo il tuo prototipo disegnando un PCB compatto secondo le tue specifiche.



Scrittura Codice

Scriviamo il codice del core per dare vita alla tua applicazione.



Produzione Progetto

Portiamo il prototipo alla fase di produzione seguendo per te tutte le fasi.



di **BORIS LANDONI**

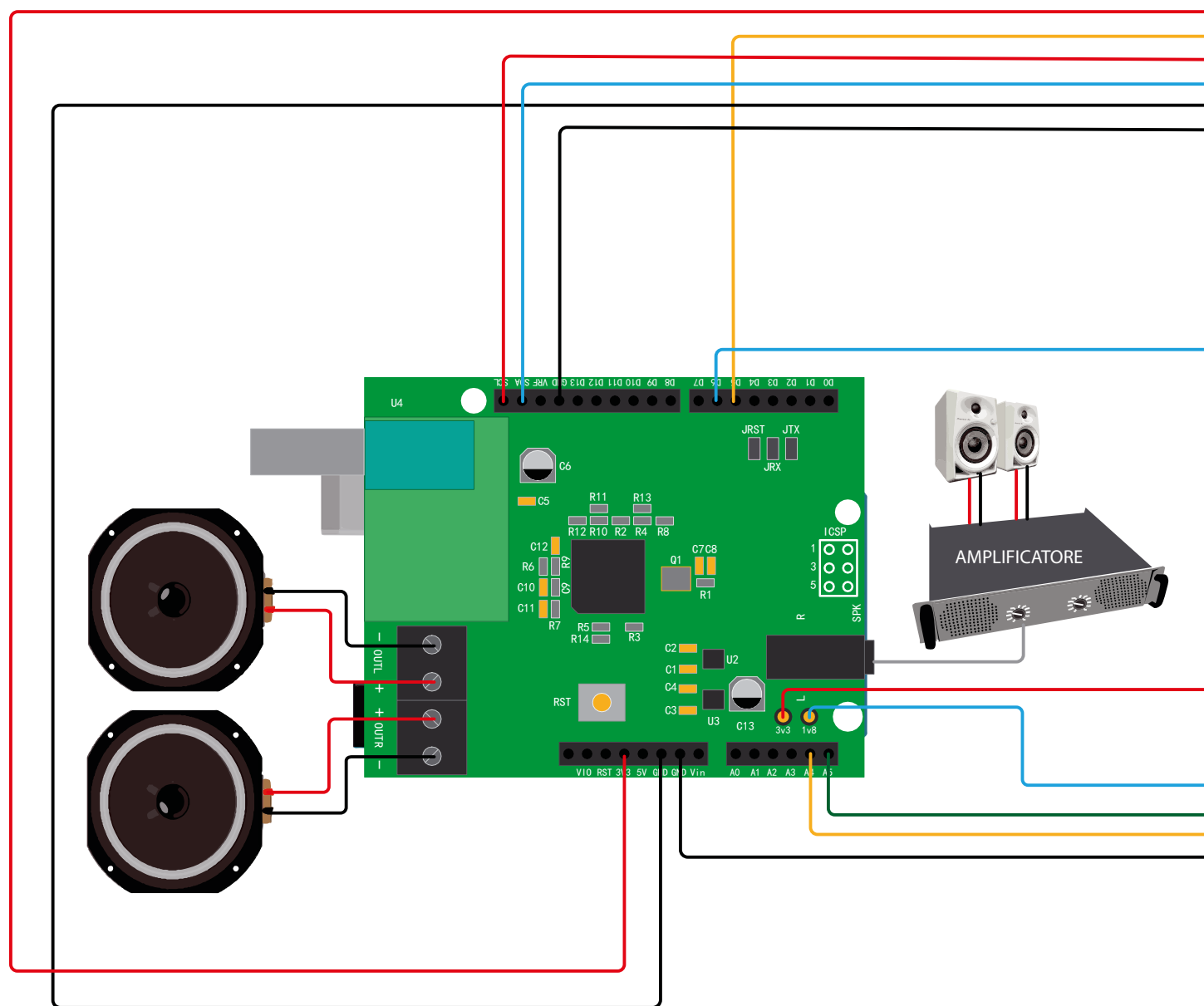
SOUND WALL

Disponiamo delle note di lamina metallica su un pannello e suoniamo la nostra musica toccandole, dando vita a una melodia nata da uno strumento davvero originale.

C

hi un po' di musica ne mastica o ha buoni ricordi delle ore di "educazione musicale" alla Scuola Media (o secondaria di primo grado, per dirla in maniera moderna), certamente ricorderà che gli strumenti musicali si dividono in varie categorie in base a come il

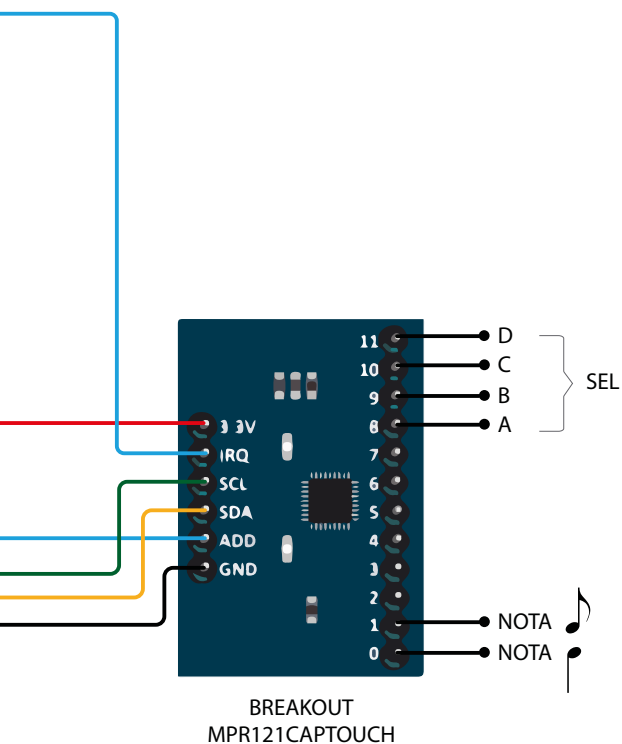
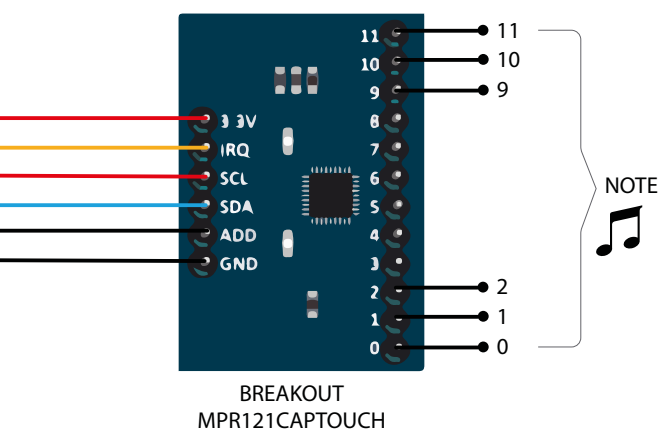
musicista più o meno erudito li aziona per far uscire le note: abbiamo strumenti a fiato (flauto, oboe, clarinetto, armonica a bocca, ecc.) strumenti a percussione (tamburi, pianoforte, ecc.) a corda (chitarra, basso, violino ma anche l'antico clavicembalo potrebbe rientrare in questa categoria), strumenti a canne e via di seguito. Tutti sono accomunati dal fatto di funzionare senza bisogno di tecnologie moderne, non a caso sono nati tantissimi anni fa quando nemmeno si conosceva l'elettricità o l'elettronica, e basandosi su principi fisici molto semplici e primordiali. Quello che vogliamo proporvi in queste pagine è qualcosa di un po' particolare, perché è uno strumento musicale elettronico che potremmo collocare tra quelli a tastiera, però si suona a tocco mediante tasti (li chiamiamo così sebbene non lo siano) che non si premono ma si sfiorano o si toccano semplicemente. Noi, come vedete nelle foto del prototipo in queste pagine, lo abbiamo concepito come un grande pannello (**Fig. 1**) dove sono state applicate delle piastre metalliche sagomate a nota musicale (non a caso abbiamo deciso di battezzarlo Sound Wall...) ma ognuno potrà dare all'interfaccia "utente" e quindi alla tastiera, la forma e l'aspetto che preferisce.



IL PROGETTO

Vediamo subito di cosa si tratta, aiutandoci anche con lo schema di cablaggio proposto in queste pagine: il nostro strumento non è altro che una board Arduino Uno interfacciata alle piastre (toccando le quali con le dita verrà riprodotto il suono) mediante breakout MPR121CAPTOUCH, che sono dei sensori di contatto e che nel

circuito sono in numero proporzionale alle note. Ogniqualvolta tocchiamo una placca metallica, la breakout board cui è connessa elettricamente rileverà il trasferimento della quantità di carica elettrica verso il nostro corpo e invierà un segnale ad Arduino Uno, la quale, in base al firmware caricato, comanderà la generazione di un suono avvalendosi della "collaborazione"



della scheda FT1414M della Futura Elettronica, da noi già utilizzata nel progetto. La breakout board touch è sostanzialmente una scheda per la gestione dei sensori touch, quindi ad ogni pin NOTE e SEL abbiamo collegato delle piastre in alluminio con forma a piacimento (nello specifico si tratta di note musicali e forme geometriche) in modo che pigiando il dito su di

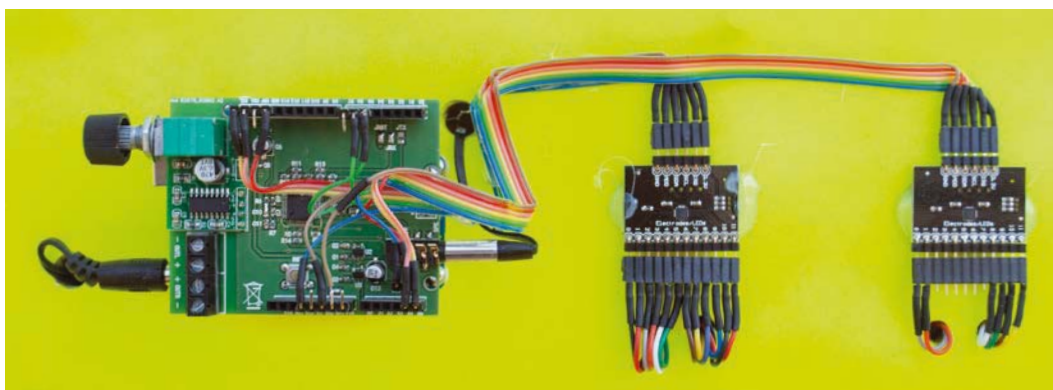


Fig. 1
Il nostro
Sound Wall.

esse, questa possano fungere da pulsante; ciascuna scheda legge un certo numero di piastre-nota e per l'esattezza 18, di cui 14 per le note (due ottave esatte...) e quattro per impostare le modalità di esecuzione, ossia gli strumenti simulati o "effetti" se preferite. Tali effetti sonori sono il Celesta (o celeste metallofono a martelletti), il Carillon e due suoni standard MIDI per sintetizzatori che sono l'FX2 (sintetizzatore tipo arma spaziale) e lo Sci-Fi FX8 (sintetizzatore di suono spaziale).

La breakout board per la gestione del touch è basata sul chip MPR121QR2 della Freescale, che è un sensore touch capacitivo controllato tramite interfaccia I²C. Il chip può controllare individualmente fino a 12 elettrodi e un massimo di 8 LED (quando i pin non sono configurati come elettrodi); quindi è per questo che nel nostro progetto ne vedete impiegate due. Nella parte inferiore dello stampato sono presenti 4 ponticelli (piazzole con pista), tutti chiusi per ottenere l'impostazione predefinita. Uno di questi ponticelli collega il pin ADD a massa, pertanto l'indirizzo I²C-Bus del chip sarà 0x5A. Utilizzando due breakout, sulla seconda questo ponticello va aperto, dando così alla scheda l'indirizzo 0x5B. I ponticelli collegano anche i pin SDA, SCL e IRQ a delle resistenze di pull-up da 10 kohm. La breakout non dispone di regolatore di tensione, pertanto l'alimentazione deve essere compresa tra 2,5 e 3,6 Vcc e a ciò provvede

→ **Fig. 2**
L'elettronica
formata da Arduino
Uno con lo shield
midi e le due
breakout board.



Arduino Uno con il suo regolatore integrato che fornisce la tensione tramite i pin 3V3 e GND. La generazione dei suoni avviene ad opera dello shield per Arduino FT1414M basato sul chip (VS1053B) di decodifica audio Ogg Vorbis/MP3/AAC/WMA/MIDI prodotto dalla VLSI.

Permette di generare un certo numero di note musicali sintetizzando i suoni di una gran quantità di strumenti musicali sia melodici sia a percussione, dietro comandi impartiti da un canale dati; i comandi accettati possono essere i vari formati, compreso il popolare MIDI, che è lo standard utilizzato da decenni per interfacciare al PC sintetizzatori musicali e tastiere elettroniche.

Per la comunicazione con il dispositivo host (il microcontrollore che governa il sintetizzatore), il VS1053B viene utilizzato in questo shield in modalità seriale.

Lo shield prende alimentazione da Arduino attraverso il pin 5V e la GND comune; con i 5 volt funziona il modulo amplificatore PAM8043, mentre per i 3,3 volt e gli 1,8 volt provvedono i regolatori lineari LDO (MIC5504-1.8YM5-TR e MIC5504-3.3YM5-TR).

L'integrato VS1053B dispone di un'uscita audio stereo collegata a una presa jack da circuito stampato cui è possibile collegare una cuffia. Inoltre la stessa uscita è collegata a un amplificatore BF (non incluso nella shield) di piccola potenza con uscite a bassa impedenza che eleva il livello del segnale quanto basta a pilotare una coppia di altoparlanti da 3 watt e 4 ohm d'impedenza ciascuno.

Il mini amplificatore codice PAM8403POT è montato su una propria scheda adattatrice e si inserisce sullo shield mediante zoccolo.

L'insieme dell'elettronica è proposto nella **Fig. 2** applicato al pannello frontalmente.

COME FUNZIONA

Vediamo adesso come funziona l'insieme, partendo dai tasti virtuali: mettendo il dito o la mano su una lamella sensore, provochiamo in uscita dalla breakout board cui è collegato una stringa di dati che vengono letti dal corrispondente bus I²C di Arduino. Questo evento causa l'esecuzione da parte di Arduino della nota corrispondente, che viene generata pilotando opportunamente il sintetizzatore MIDI interno al VS1053B tramite seriale, attraverso la generazione di una stringa di dati su tx0, contenente l'informazione sulla nota corrispondente. Il dato è in formato MIDI e per questo viene decifrato dal VS1053B. Il VS1053B è un codec multistandard e decoder di molti formati, che però ha la particolarità di integrare un sintetizzatore di suoni a larga scala di integrazione basato su un DSP (Digital Signal Processor) proprietario della VLSI (ossia il VS_DSP). Contiene codici e memoria dati per i codec Ogg Vorbis, MP3, AAC, WMA e WAV PCM+ADPCM audio decoding, oltre a un completo MIDI synthesizer standard; il tutto comunica con l'esterno grazie a un'interfaccia seriale, eventualmente configurabile come SPI. All'interno del VS1053B troviamo un DAC stereo multi-rate e uno stadio preamplificatore audio con filtro d'uscita in versione stereo. L'integrato supporta anche la codifica audio PCM/ADPCM, utilizzando, per il segnale d'ingresso da codificare, un amplificatore microfonico oppure un ingresso di linea ad alto livello dotato di preamplificatore integrato; il segnale in input viene inviato a un A/D converter stereo.

Grazie a plug-in software, il chip può anche realizzare la decodifica lossless FLAC come quella di una registrazione high-quality in formato Ogg Vorbis. Il sintetizzatore integrato di suoni a interfaccia standard MIDI dispone di due banchi

di “effetti” corrispondenti strumenti musicali e chiamati GM1 (per gli strumenti melodici) e GM2 (per quelli a percussione); nella nostra applicazione si utilizza il banco GM1, ma modificando il firmware è possibile cambiare strumento, se ve la sentite e volete provare.

Le note musicali prodotte sono 12 per ottava (quindi le 7 note più i mezzi toni) e le ottave possibili sono 11, quindi l’integrato VS1053B copre una gamma musicale estremamente estesa, ben oltre quella del pianoforte (che ha 7 ottave più un DO). La **Tabella 1** riepiloga le singole note correlandole con il valore dei dati ricevuti: come vedete sono possibili 128 suoni per ciascun “registro” o effetto, ognuno identificato da un valore numerico che viene passato da Arduino al VS1053B in forma seriale in formato binario.

E veniamo ai quattro elettrodi A, B, C, D, che servono a cambiare lo strumento di cui suoniamo le note: il primo attiva lo strumento 1 che è il Celesta (o metallofono a martelletti) il secondo il carillon, il terzo il sintetizzatore tipo

Oct	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
3	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
4	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
5	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
6	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
7	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
8	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
9	120	121	122	123	124	125	126	127				

Tabella 1
Valori delle note del sintetizzatore MIDI.

arma spaziale e il quarto il sintetizzatore Sci-Fi FX8 (un suono dal film di fantascienza). I suoni suddetti e tutti quelli sviluppabili all’interno del banco GM1 sono descritti nella **Tabella 2**.

LO SHIELD MIDI

Approfondiamo ora quello che è il cuore del nostro strumento musicale, vale a dire lo shield basato sull’integrato VS1053B della VLSI, già

VS1053b Melodic Instruments (GM1)			
1 Acoustic Grand Piano	33 Acoustic Bass	65 Soprano Sax	97 Rain (FX 1)
2 Bright Acoustic Piano	34 Electric Bass (finger)	66 Alto Sax	98 Sound Track (FX 2)
3 Electric Grand Piano	35 Electric Bass (pick)	67 Tenor Sax	99 Crystal (FX 3)
4 Honky-tonk Piano	36 Fretless Bass	68 Baritone Sax	100 Atmosphere (FX 4)
5 Electric Piano 1	37 Slap Bass 1	69 Oboe	101 Brightness (FX 5)
6 Electric Piano 2	38 Slap Bass 2	70 English Horn	102 Goblins (FX 6)
7 Harpsichord	39 Synth Bass 1	71 Bassoon	103 Echoes (FX 7)
8 Clavi	40 Synth Bass 2	72 Clarinet	104 Sci-fi (FX 8)
9 Celesta	41 Violin	73 Piccolo	105 Sitar
10 Glockenspiel	42 Viola	74 Flute	106 Banjo
11 Music Box	43 Cello	75 Recorder	107 Shamisen
12 Vibraphone	44 Contrabass	76 Pan Flute	108 Koto
13 Marimba	45 Tremolo Strings	77 Blown Bottle	109 Kalimba
14 Xylophone	46 Pizzicato Strings	78 Shakuhachi	110 Bag Pipe
15 Tubular Bells	47 Orchestral Harp	79 Whistle	111 Fiddle
16 Dulcimer	48 Timpani	80 Ocarina	112 Shanai
17 Drawbar Organ	49 String Ensembles 1	81 Square Lead (Lead 1)	113 Tinkle Bell
18 Percussive Organ	50 String Ensembles 2	82 Saw Lead (Lead)	114 Agogo
19 Rock Organ	51 Synth Strings 1	83 Calliope Lead (Lead 3)	115 Pitched Percussion
20 Church Organ	52 Synth Strings 2	84 Chiff Lead (Lead 4)	116 Woodblock
21 Reed Organ	53 Choir Aahs	85 Charang Lead (Lead 5)	117 Taiko Drum
22 Accordion	54 Voice Oohs	86 Voice Lead (Lead 6)	118 Melodic Tom
23 Harmonica	55 Synth Voice	87 Fifths Lead (Lead 7)	119 Synth Drum
24 Tango Accordion	56 Orchestra Hit	88 Bass + Lead (Lead 8)	120 Reverse Cymbal
25 Acoustic Guitar (nylon)	57 Trumpet	89 New Age (Pad 1)	121 Guitar Fret Noise
26 Acoustic Guitar (steel)	58 Trombone	90 Warm Pad (Pad 2)	122 Breath Noise
27 Electric Guitar (jazz)	59 Tuba	91 Polysynth (Pad 3)	123 Seashore
28 Electric Guitar (clean)	60 Muted Trumpet	92 Choir (Pad 4)	124 Bird Tweet
29 Electric Guitar (muted)	61 French Horn	93 Bowed (Pad 5)	125 Telephone Ring
30 Overdriven Guitar	62 Brass Section	94 Metallic (Pad 6)	126 Helicopter
31 Distortion Guitar	63 Synth Brass 1	95 Halo (Pad 7)	127 Applause
32 Guitar Harmonics	64 Synth Brass 2	96 Sweep (Pad 8)	128 Gunshot

Tabella 2
Numeri di programma MIDI per il banco 0. Assegnare suoni a un canale con la funzione ProgramChange ().

utilizzato in altri progetti in passato (per esempio l'arpa laser descritta nel fascicolo n° 231 di Elettronica In) e capace di generare un certo numero di note musicali sintetizzando i suoni di una gran quantità di strumenti musicali sia melodici (tra cui l'arpa e l'organo) sia a percussione, dietro comandi impartiti da un canale dati; i comandi accettati possono essere di vari formati, compreso il popolare MIDI, che è lo standard utilizzato da decenni per interfacciare al PC sintetizzatori musicali e tastiere elettroniche. Il tutto si avvale, per la comunicazione con il dispositivo host (il microcontrollore che governa il circuito e che nel nostro caso è Arduino) anche in modalità SPI-bus. In realtà il VS1053B integra un complesso di interfaccia seriale che conta due interfacce: una di controllo (SCI=Serial Command Interface) che serve per comandare il funzionamento del chip e che nel nostro caso è quella attraverso la quale Arduino impartisce i propri comandi ed una di trasferimento dati (SDI=Serial Data Interface) grazie alla quale il VS1053B può trasferire o acquisire streaming di dati a un altro dispositivo esterno o da esso. Delle due, quella configurabile per funzionare in modalità seriale TTL o SPI è la SCI, cioè l'interfaccia di controllo. Il sintetizzatore di suoni integrato è basato su un DSP (Digital Signal Processor) proprietario VLSI, chiamato il VS_DSP. I suoni sintetizzati vengono convertiti da un DAC stereo multi-rate, alla cui uscita si trova un amplificatore BF con filtro che abbatte i residui della conversione.

L'integrato supporta anche la codifica audio PCM/ADPCM, utilizzando come stadio d'ingresso un amplificatore microfonico (per chi desidera impiegare come fonte un microfono) o prelevando il segnale da un ingresso di linea e inviandolo a un A/D converter stereo. Nel nostro shield Arduino gestisce il VS1053B attraverso la porta seriale utilizzata come UART, che nell'U1 fa capo ai pin 26 (RX) e 27 (TX) connessi rispettivamente ai pin digitali D3 e D2 di Arduino (che sono quindi riservati); quest'ultima gestisce anche il reset dell'U1, tramite D4, così da predisporlo a ricevere i comandi.

Le tre linee in questione sono dotate di pull-up sul lato del VS1053 e vengono comandate dai pin di Arduino tramite resistori in serie; tre jumper (JRX, JTX e JREST) sul circuito stampato dello shield consentono di sconnetterle all'occorrenza, per esempio se si opta per una differente forma di controllo, come ad esempio la SPI.

In ogni caso le linee sono tre anche per consentire l'interfacciamento su SPI, giacché una fa da canale dati, una da reset e l'altra da clock; basta scrivere opportunamente il firmware.

Lo shield prende alimentazione da Arduino attraverso il pin 5V ed il GND; a bordo dispone di regolatori LDO per ricavare 1,8 volt (MIC5504-1.8YM5-TR) e 3,3 volt (MIC5504-3.3YM5-TR) con cui vengono alimentati i vari stadi del VS1053B.

L'integrato VS1053B dispone di un'uscita audio stereo localizzata sui pin 39 (canale R) e 46 (canale L) riferiti al comune pin 42 (GBUF) che non è collegato alla massa analogica, ma anch'esso accoppiato, come le linee di segnale, tramite reti R/C. Le uscite dell'U1 audio raggiungono una presa jack stereo da circuito stampato cui è possibile collegare una cuffia, giacché le stesse fanno capo a un amplificatore BF di piccola potenza con uscite a bassa impedenza. Le stesse linee R ed L raggiungono gli input del modulo amplificatore PAN8403, che eleva il livello del segnale quanto basta a pilotare una coppia di altoparlanti da 3 watt e 4 ohm d'impedenza ciascuno; il modulo U4 è il PAM8403, basato sull'omonimo integrato già dotato di tutti i componenti esterni di cui necessita e del potenziometro per il controllo del volume.

IL FIRMWARE

Bene, ora che abbiamo spiegato in cosa consiste l'hardware possiamo vedere come funziona lo sketch caricato in Arduino per gestire il nostro strumento musicale, vale a dire leggere lo stato dei sensori tattili (piastre o lamine metalliche) e generare i comandi corrispondenti verso lo shield MIDI.

A livello di codice, possiamo vedere la funzione "Play" che è quella che permette di riprodurre la nota se viene rilevato il contatto delle dita su qualche piastra "Touch" a sua volta tramite la funzione "noteOn". Le funzioni "checkInterrupt1" e "checkInterrupt2" sono la prima per identificare il tasto premuto dalla breakout delle NOTE e la seconda per la breakout SEL. Se si rileva un tasto premuto imposto la locazione "i" nell'array "touchStates" relativo al tasto premuto al valore "1", oppure "0" se non premuto. Lo sketch è strutturalmente e concettualmente semplice, perché dopo l'inizializzazione delle linee e la definizione delle variabili va a leggere lo stato delle piastre desumendolo dai dati forniti dalle due breakout board touch-sensitive se viene



rilevato un contatto. Se ciò avviene, il firmware innanzitutto identifica qual è stato l'input corrispondente e discerne tra comandi delle note e comandi di impostazione del registro o strumento: nel primo caso fa eseguire allo shield la nota corrispondente mediante l'invio di una

stringa di comando MIDI, mentre nel secondo ordina al VS1053B sullo shield stesso di impostare lo strumento corrispondente.

Ogni qualvolta che viene scelto uno strumento nuovo tra i 4, si riproduce una nota del nuovo strumento per identificare il cambio.

▼ Listato 1

```
void mpr121_setup(void){
  set_register(0x5A, ELE_CFG, 0x00);
  // Section A - Controls filtering when data is > baseline.
  set_register(0x5A, MHD_R, 0x01);
  set_register(0x5A, NHD_R, 0x01);
  set_register(0x5A, NCL_R, 0x00);
  set_register(0x5A, FDL_R, 0x00);
  // Section B - Controls filtering when data is < baseline.
  set_register(0x5A, MHD_F, 0x01);
  set_register(0x5A, NHD_F, 0x01);
  set_register(0x5A, NCL_F, 0xFF);
  set_register(0x5A, FDL_F, 0x02);
  // Section C - Sets touch and release thresholds for each electrode
  set_register(0x5A, ELE0_T, TOU_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE0_R, REL_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE1_T, TOU_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE1_R, REL_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE2_T, TOU_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE2_R, REL_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE3_T, TOU_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE3_R, REL_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE4_T, TOU_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE4_R, REL_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE5_T, TOU_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE5_R, REL_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE6_T, TOU_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE6_R, REL_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE7_T, TOU_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE7_R, REL_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE8_T, TOU_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE8_R, REL_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE9_T, TOU_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE9_R, REL_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE10_T, TOU_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE10_R, REL_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE11_T, TOU_THRESH);
  set_register(0x5A, ELE11_R, REL_THRESH);
  // Section D
  // Set the Filter Configuration
  // Set ESI2
  set_register(0x5A, FIL_CFG, 0x04);
  // Section E
  // Electrode Configuration
  // Set ELE_CFG to 0x00 to return to standby mode
  set_register(0x5A, ELE_CFG, 0x0C); // Enables all 12 Electrodes
  set_register(0x5A, ELE_CFG, 0x0C);
  //***** seconda scheda con indirizzo 0x5B *****
  set_register(0x5B, ELE_CFG, 0x00);
  // Section A - Controls filtering when data is > baseline.
  set_register(0x5B, MHD_R, 0x01);
  set_register(0x5B, NHD_R, 0x01);
  set_register(0x5B, NCL_R, 0x00);
  set_register(0x5B, FDL_R, 0x00);
  // Section B - Controls filtering when data is < baseline.
  set_register(0x5B, MHD_F, 0x01);
  set_register(0x5B, NHD_F, 0x01);
  set_register(0x5B, NCL_F, 0xFF);
  set_register(0x5B, FDL_F, 0x02);
  // Section C - Sets touch and release thresholds for each electrode
  set_register(0x5B, ELE0_T, TOU_THRESH);
  set_register(0x5B, ELE0_R, REL_THRESH);
  set_register(0x5B, ELE1_T, TOU_THRESH);
```


▼ Listato 1 (segue)

```
set_register(0x5B, ELE1_R, REL_THRESH);
set_register(0x5B, ELE2_T, TOU_THRESH);
set_register(0x5B, ELE2_R, REL_THRESH);
set_register(0x5B, ELE3_T, TOU_THRESH);
set_register(0x5B, ELE3_R, REL_THRESH);
set_register(0x5B, ELE4_T, TOU_THRESH);
set_register(0x5B, ELE4_R, REL_THRESH);
set_register(0x5B, ELE5_T, TOU_THRESH);
set_register(0x5B, ELE5_R, REL_THRESH);
set_register(0x5B, ELE6_T, TOU_THRESH);
set_register(0x5B, ELE6_R, REL_THRESH);
set_register(0x5B, ELE7_T, TOU_THRESH);
set_register(0x5B, ELE7_R, REL_THRESH);
set_register(0x5B, ELE8_T, TOU_THRESH);
set_register(0x5B, ELE8_R, REL_THRESH);
set_register(0x5B, ELE9_T, TOU_THRESH);
set_register(0x5B, ELE9_R, REL_THRESH);
set_register(0x5B, ELE10_T, TOU_THRESH);
set_register(0x5B, ELE10_R, REL_THRESH);
set_register(0x5B, ELE11_T, TOU_THRESH);
set_register(0x5B, ELE11_R, REL_THRESH);
// Section D
// Set the Filter Configuration
// Set ESI2
set_register(0x5B, FIL_CFG, 0x04);
// Section E
// Electrode Configuration
// Set ELE_CFG to 0x00 to return to standby mode
set_register(0x5B, ELE_CFG, 0x0C); // Enables all 12 Electrodes

set_register(0x5B, ELE_CFG, 0x0C);
```

Riguardo alle funzioni, di base ci sono 4 strumenti differenti, anche se noi ne abbiamo usati solo 4, ma possono variare senza problemi cambiando il numero alla costante **const int**. La scelta degli strumenti è legata alla seconda breakout dove nel disegno di cablaggio abbiamo indicato "SEL":

```
const int STRUMENTO1=9;
const int STRUMENTO2=11;
const int STRUMENTO3=98;
const int STRUMENTO4=104.
```

Gli strumenti previsti e impostati nello sketch sono, secondo la **Tabella 2** che riporta i numeri di programma del banco 0 del midi VS1053B:

- 9 Celesta (o celeste metallofono a martelletti);
- 11 Carillon;
- 98 Colonna sonora FX2 (sintetizzatore tipo arma spaziale);
- 104 Sci-Fi FX8 (sintetizzatore suono spaziale).

Otterremo quindi, in base a quale piastra metallica andremo a toccare, note che riprodurranno il suono dello strumento corrispondente. Lo sketch che gestisce il nostro Sound Wall è

piuttosto corposo per poterlo riportare interamente in queste pagine, pertanto vi facciamo vedere tre estratti che sono quelli più significativi: il **Listato 1** riporta il setup relativo alle due schede che acquisiscono i segnali relativi ai contatti metallici, ossia i sensori tattili.

Nel **Listato 2** trovate invece la porzione di sketch che riguarda la gestione vera e propria delle breakout board MPR121, ovvero il controllo dei touch-sensor. Infine riportiamo, nel **Listato 3**, un'ultima porzione di codice che riguarda il controllo della riproduzione delle note da parte dello shield con VS1053B, nel quale la costante **int note** assume il valore relativo alla nota da riprodurre di volta in volta.

REALIZZAZIONE PRATICA

Detto ciò, passiamo adesso alla parte costruttiva del progetto, che prevede la realizzazione di una parte meccanica e di una elettronica: la prima consiste nel piano su cui fissare la nostra tastiera elettronica formata dalle piastre su cui suoneremo; le piastre metalliche vanno montate su un piano o comunque un supporto in materiale isolante di buono spessore e distanti da bordi o cornici in materiale conduttivo, altri-



▼ Listato 2

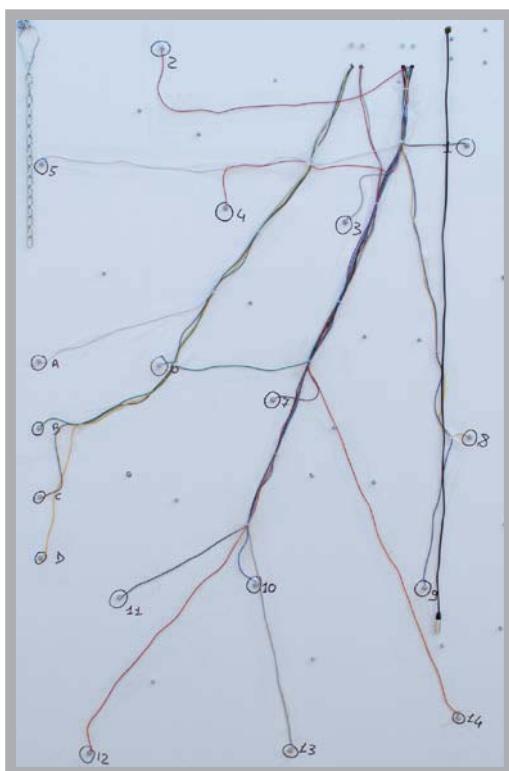
```
void readTouchInputs()
{
  if(!checkInterrupt1())
  {
    //read the touch state from the MPR121
    Wire.requestFrom(0x5A,2);
    byte LSB = Wire.read();
    byte MSB = Wire.read();
    uint16_t touched = ((MSB << 8) | LSB); //16bits that make up the touch states
    for (int i=0; i < 12; i++)
    { // Check what electrodes were pressed
      if(touched & (1<<i))
      {
        touchStates[i] = 1;
      }
      else
      {
        touchStates[i] = 0;
      }
    }
  }
  if(!checkInterrupt2())
  {
    //read the touch state from the MPR121
    Wire.requestFrom(0x5B,2);
    byte LSB = Wire.read();
    byte MSB = Wire.read();
    uint16_t touched = ((MSB << 8) | LSB); //16bits that make up the touch states
    for (int i=0; i < 12; i++)
    { // Check what electrodes were pressed
      if(touched & (1<<i))
      {
        touchStates[i+12] = 1;
      }
      else
      {
        touchStates[i+12] = 0;
      }
    }
  }
  for (int i=0; i<24; i++)
  {
    Serial.print(touchStates[i]);
  }
  Serial.println();
}
```

menti possono verificarsi falsi trigger. Nel nostro prototipo visibile in queste pagine abbiamo optato per un pannello in Forex delle dimensioni di 150x85 cm dotato di cornice in profilato d'alluminio a squadra da 30x15 mm; il piano è stato rivestito di una pellicola fantasia ed è possibile scegliere qualsiasi motivo e materiale purché sia elettricamente isolante. Ogni piastra metallica è stata fissata al piano mediante viti 4MA a testa tonda con dado, con un occhiello e un filo elettrico (va bene qualsiasi diametro, anche molto ridotto, giacché la corrente in gioco è irrisoria) sulla faccia posteriore del piano di fissaggio stretto dal dado, per realizzare la connessione col relativo pin di input della breakout board.

▼ Listato 3

```
void Play()
{
  int note=30;
  for (int i=0; i<20; i++)
  {
    if ((touchStates[i]==1) && (touchPres[i]==false))
    {
      noteOn(0, note, 127);
      touchPres[i]=true;
    }
    if ((touchStates[i]==0) && (touchPres[i]==true))
    {
      noteOff(0, note, 127);
      touchPres[i]=false;
    }
    note++;
  }
  delay(100);
}
```

Fig. 3
Il cablaggio sul
retro del pannello
del Sound Wall.



I cablaggi devono seguire il disegno riportato in queste pagine che riporta l'elettronica del progetto, ossia una scheda Arduino Uno con applicato lo shield midi e le due breakout board connesse ad esso; nel nostro caso una parte del cablaggio è sulla parte frontale, giacché le schede sono applicate ad essa, ed un'altra parte è sul retro: ci riferiamo ai fili di collegamento delle piastre con i rispettivi pin delle breakout board deputati a leggerle, i quali passano da un

Fig. 4
Le schede
applicare al
pannello a
vista.

foro posto sul pannello e scorrono -bloccati con della colla a caldo o del nastro adesivo- dietro come mostrato in **Fig. 3**, raggiungendo ciascuno un occhio stretto nello stesso bulloncino che fissa meccanicamente la piastra corrispondente al pannello in forex.

L'elettronica può essere posizionata sia davanti (in alto a sinistra come vedete nelle foto scattate al nostro prototipo) sia dietro al pannello di supporto delle note, opportunamente protetta, montata su colonnine distanziali (**Fig. 4**).

Il tutto verrà alimentato attraverso Arduino Uno, con un alimentatore che fornirà tensione al jack DC di quest'ultima; a riguardo vi invitiamo a fare attenzione al fatto che l'alimentatore è un elemento critico del progetto perché dalle prove fatte abbiamo riscontrato che può causare problemi alla sensibilità dei sensori touch, comportando riproduzioni casuali di note senza che vi sia stato alcun contatto delle mani sulle piastre. Quindi vi consigliamo di utilizzare un alimentatore che non sia switching (scegliete un alimentatore lineare) e che sia assolutamente stabilizzato: un buon alimentatore esterno da rete, lineare da 9V - 2 ampere montato lontano dalle piastre metalliche, andrà benissimo.

L'uscita audio dello shield basato su VS1053B può essere scelta fra le due disponibili: quella a basso livello, che necessita dell'amplificazione operata nel nostro prototipo da un amplificatore esterno e quella amplificata dal PAM8403 on-board, capace di pilotare altoparlanti da 3 watt di potenza e 4 ohm di impedenza.

Nel nostro prototipo vedete un cavetto di prolunga jack stereo 3,5 mm che si inserisce nella rispettiva presa dello shield (uscita da amplificare) ed esce: lo abbiamo messo per rendere accessibile l'uscita da amplificare, giacché abbiamo racchiuso l'elettronica in un "box" formato da una piastra di plexiglass e dalle





SUPPORTI
(Nessun collegamento)

Pin SEL
(Scelta strumenti)

Tutte le altre piastre
(14 in totale) sono le note
dello strumento

Fig. 5
Disposizione
delle piastre
metalliche per
comandare i
suoni del nostro
Sound Wall.

rispettive colonnine distanziali di fissaggio e sarebbe difficile raggiungere il jack. L'elettronica potete comunque racchiuderla come preferite, anche in un contenitore applicato sul retro del pannello; in ogni caso cercate di non esagerare con la lunghezza dei fili di collegamento fra i contatti (piastre metalliche) e le linee corrispondenti delle due breakout board MPR121: possibilmente rimanete sotto al metro di lunghezza.

Per quanto riguarda la disposizione degli elettrodi, a prescindere dalla forma delle piastre e del pannello di supporto che sceglierete, suggeriamo di collocare da una parte quelle di selezione dello strumento (4) e separare idealmente sul pattern quelle delle 14 note; potete trarre spunto dalla **Fig. 5**, che riporta il layout del nostro prototipo, nel quale al centro del pannello sono poste le note e a destra c'è la "tastiera" di selezione degli effetti.

CONCLUSIONI

Bene, pensiamo di avervi spiegato quanto basta per preparare il nostro strumento musicale a tocco, nonché per configurarlo in modo da ottenere i suoni desiderati; come spiegato, il progetto si presta a molteplici elaborazioni e

vi dà la massima libertà espressiva sul piano della realizzazione pratica e della scelta della "tastiera", pur rispettando le regole indicate. La versione proposta nelle foto di queste pagine è un suggerimento, ma ognuno di voi potrà dare sfogo alla propria fantasia disponendo le piastre sul supporto che ritiene più adatto e sagomando le piastre come desidera. Non ci resta che augurare buon lavoro e buon divertimento a tutti! □



Cosa occorre?

Il materiale utilizzato in questo progetto è disponibile presso Futura Elettronica. La board Arduino UNO (cod. ARDUINOUNOREV3) costa Euro 24,50, la shield MIDI con VS1053B (cod. FT1414M) è disponibile a Euro 19,00, il mini amplificatore (cod. PAM8403POT) è venduto a Euro 6,50, la breakout con sensore touch (cod. MPR121CAPTOUCH) è disponibile a Euro 4,90. I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 - <http://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.
GESTIONE TRAMITE CHIAMATA VOCALE O MESSAGGI SMS.

cod. TDG133

€ 79,00

Telecontrollo GSM bidirezionale 2 IN / 2 OUT

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



**Disponibili
anche moduli
con funzione di:**

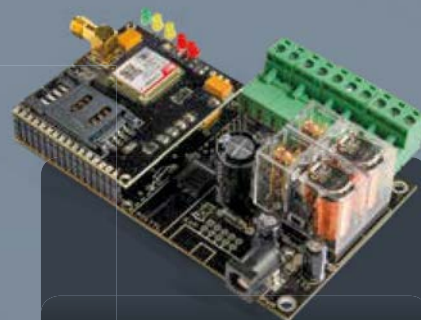
APRICANCELLO

cod. TDG134 • € 75,00

GSM

TERMOSTATO CON CONTROLLO GSM

cod. TDG139 • € 79,00



cod. TDG140 • € 88,00

TELECONTROLLO GSM CON COMANDI DTMF

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



cod. TDG138 • € 79,00

TELEALLARME GSM CON ANTI JAMMER

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

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

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



Prezzi IVA inclusa.

**FUTURA
ELETTRONICA®**

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

Caratteristiche tecniche
e vendita on-line su:

www.futurashop.it

STAMPA SOLIDA A CICLO CONTINUO



di **ANDREA MARTINI**

Assembliamo e impariamo a utilizzare la stampante Silver Belt realizzando i nostri primi pezzi con l'innovativa tecnica della stampa a 45°. Seconda puntata.

La stampante Silver Belt ha rivoluzionato il concetto di stampa 3D a filamento plastico fuso, grazie alla sua speciale tecnica di deposizione FDM (*Filament Deposition Modeling*) inclinata di 45° rispetto al piano orizzontale; ve lo abbiamo esposto nell'articolo ad essa dedicato nell'ultimo fascicolo di Elettronica In, nel quale, oltre alla tecnologia a deposizione FDM-45 su cui si basa, abbiamo descritto a grandi linee questa magnifica e innovativa stampante 3D, esaminandone la struttura complessiva e l'elettronica di controllo. Ora andiamo nel dettaglio della meccanica, analizzando l'assemblaggio della macchina relativamente alla struttura meccanica e agli elementi elettromeccanici, lasciando alla terza e ultima puntata il cablaggio, la configurazione e il primo utilizzo mediante

i tool software che consentono la creazione e la rotazione dei G-Code necessaria a stampare a 45° come previsto dalla tecnologia della Silver Belt.

ASSEMBLARE LA STAMPANTE

La macchina viene fornita in kit di montaggio contenente tutti gli elementi necessari a “metterla insieme” quindi vediamo come si costruisce, analizzando i passaggi principali dell’assemblaggio della parte meccanica e dei motori, switch finecorsa, ventole, riscaldatori ecc.; per ragioni di spazio salteremo alcuni step, che comunque sono dettagliati nella nutrita guida fornita a corredo a chi acquisterà la Silver Belt.

Prima di entrare nel dettaglio è opportuno identificare le componenti da montare e allo scopo riportiamo nella **Fig. 1** la vista anteriore e posteriore con le relative indicazioni, utili perché per ogni fase occorre identificare i profili in metallo da utilizzare, giacché anche alcuni che si somigliano sono in realtà differenti.

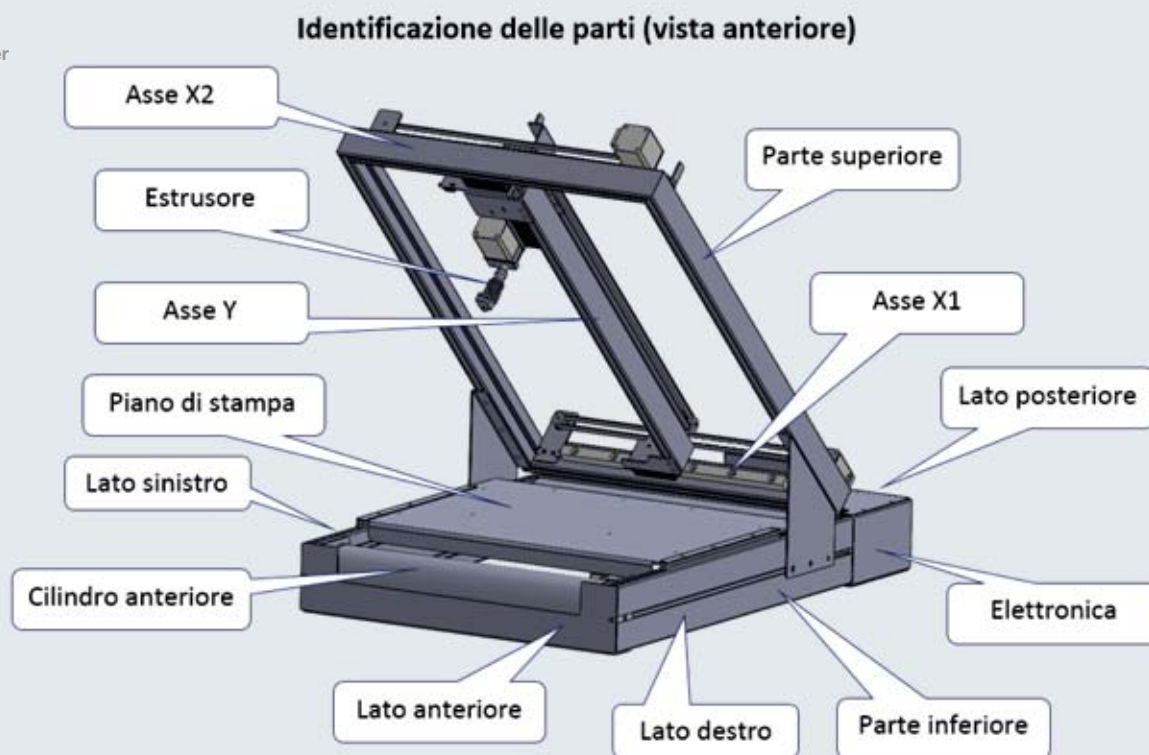
Nell’assemblare la meccanica bisogna porre particolare attenzione alle indicazioni riguardanti l’inserimento dei dadi quadri nelle scanalature dei

profili e soprattutto all’orientamento degli stessi profili.

Per facilitare il lavoro, con il Silver Belt Kit sono forniti i disegni tridimensionali dell’intera struttura e delle singole parti componenti su supporto digitale, visualizzabili mediante un particolare software di visualizzazione 3D chiamato *eDrawings Viewer*, di libero utilizzo e scaricabile da Internet dal sito www.solidworks.com.

Ciò detto iniziamo dall’assemblaggio asse X1, che coinvolge il profilo strutturale di alluminio a 3 cave lungo 480 mm, la guida prismatica lunga 340 mm, il carrello a ricircolo di sfere per la guida, la ditta di montaggio guide, il motore passo-passo 103-H5210-4240, il supporto Motore AsseY-a, più viterie varie. Per l’assemblaggio bisogna inserire in ciascun foro della guida una vite a testa cilindrica esagono incassato M4x20 e avvitare parzialmente su ciascuna il relativo dado quadro M4; poi occorre infilare nella cava centrale del profilo strutturale i dadi quadri precedentemente avvitati nella guida e posizionare le due dime montaggio guide come mostrato in **Fig. 2**, ossia con la guida a 60 mm dal lato destro.

Fig. 1
Le parti della stampante Silver Belt.



Bloccare quindi tutte le viti e togliere le due dime. Poi preparare il Supporto Puleggia Folle inserendo nella vite a testa cilindrica esagono incassato M5x25 la Grower spaccata, avvitando la vite nel supporto dal lato delle linguette.

Quindi avvitare e stringere il dado speciale dentellato in modo che la dentellatura si trovi verso la puleggia e inserire nella vite la puleggia con cuscinetto GT2 a 20 denti H10, foro 5; poi avvitare il secondo dado speciale dentellato, tenendolo con la dentellatura rivolta alla puleggia. Fatto ciò, la situazione dovrebbe essere quella proposta nella **(Fig. 3)**; verificate quindi che la puleggia possa girare liberamente.

Ora inserire in ciascun foro del supporto le viti testa cilindrica esagono incassato M6x12 dal lato senza linguette, avvitare su ciascuna vite il relativo dado quadro M6 e infilare nel profilo strutturale, nella cava centrale dal lato sinistro i dadi quadri precedentemente avvitati nel supporto; posizionare il supporto a 1,5 mm dal lato sinistro e serrare le viti. Quindi bisogna infilare il carrello a ricircolo di sfere nella guida dal lato destro, facendolo scivolare lentamente in modo che il fermo delle sfere

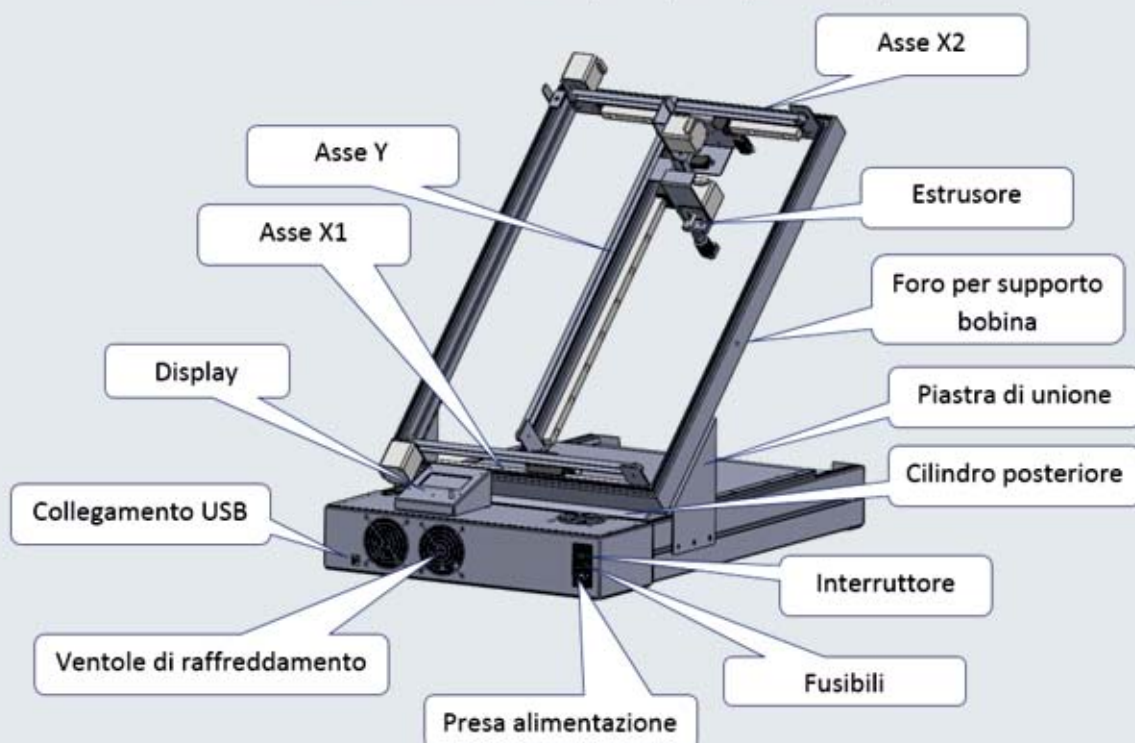
possa uscire dal carrello; nel compiere quest'operazione bisogna fare attenzione a non far uscire le sfere dal carrello. Dopo aver inserito su ciascuna vite a testa cilindrica esagono incassato da M4x8 la Grower spaccata diametro 4 mm, occorre fissare il supporto motore asse Y-a, verificando che il carrello scorra liberamente lungo la guida.

Preparare il Supporto Motore Asse X1- X2 inserendo in ciascun foro del supporto le viti Testa cilindrica esagono incassato M6x12 dal lato senza linguette, avvitare su ciascuna vite il relativo dado quadro M6, infilare nella cava centrale dal lato destro del profilo strutturale i dadi quadri precedentemente avvitati nel supporto.

Posizionare il supporto a circa metà dello spazio disponibile **(Fig. 4)** ma non serrare le viti, perché lo farete dopo aver teso la cinghia di trasmissione. Inserire ora i due angolari con un lato più corto nella parte inferiore del profilato e nella parte superiore inserire i due angolari con i lati uguali da entrambe le parti. L'insieme dovrà risultare come mostrato nella **Fig. 5**.

Verificare che gli angolari siano inseriti completamente, quindi serrare le viti a brugola. Dopo aver

Identificazione delle parti (vista posteriore)



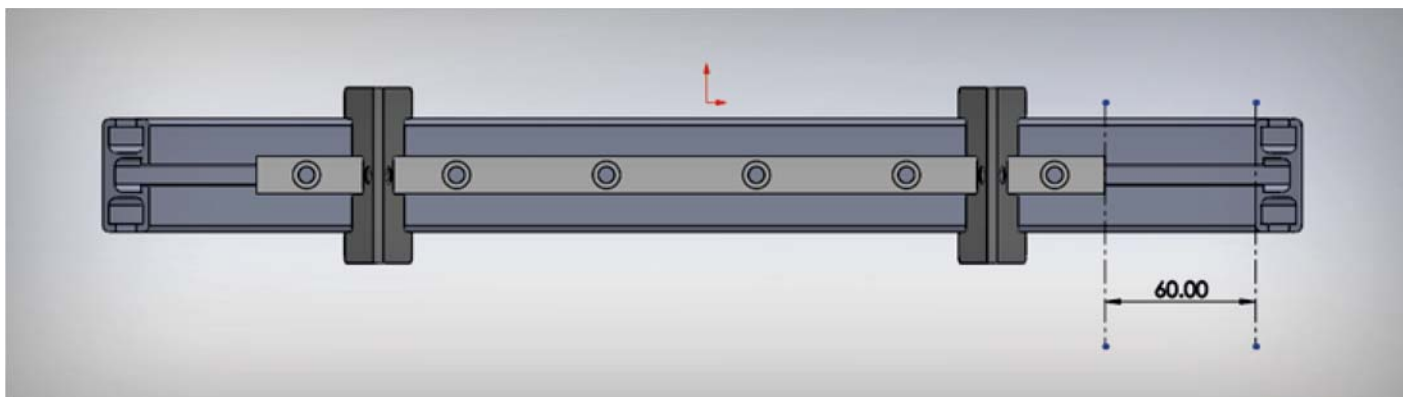


Fig. 2
Dima di
montaggio.

inserito su ciascuna vite a testa cilindrica esagono incassato da M3x6 la Grower spaccata diametro 3 mm, fissare il motore passo – passo 103-H5210-4240 con l'apposita chiave. Fissare quindi il pignone sull'asse del motore in modo che la parte con le viti a brugola sia all'esterno: ora la testa della puleggia deve essere allineata con l'asse del motore come visibile in **Fig. 6**, con la puleggia rivolta all'interno del telaio superiore.

Dopo aver inserito nella vite a testa cilindrica esagono incassato M4x16 la Grower dentellata diametro 4 mm, inserire la vite nel fermo cinghia GT2 dal lato senza denti. Fare passare la vite così preparata nel foro predisposto nel supporto motore AsseY-a, dall'alto verso il basso, avvitare quindi il dado autobloccante M4 lasciando un certo gioco per il passaggio degli estremi della cinghia.

Fare passare la cinghia come in **Fig. 6**, infilando gli estremi della cinghia stessa tra il fermo cinghia GT2 ed il supporto motore AsseY-a in modo che gli estremi siano infilati con almeno 2 denti in

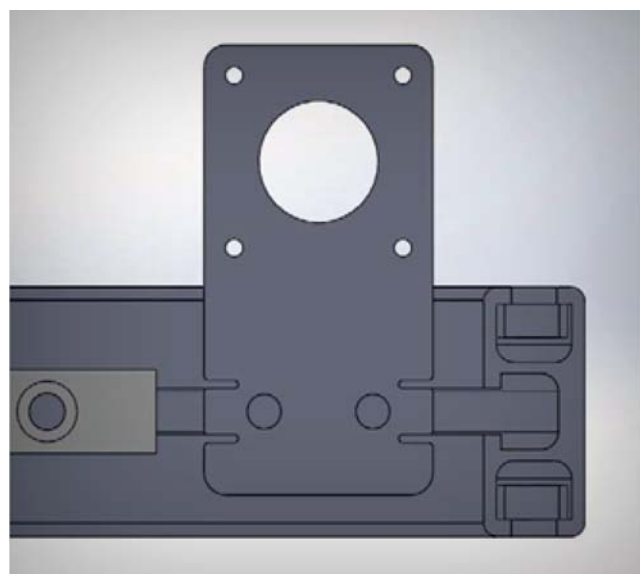
eccedenza; poi stringere le viti del fermo cinghia ottenendo l'insieme di **Fig. 7**.

Verificate che nel supporto motore Asse X1- X2 ci sia gioco sufficiente per muoverlo, allentando eventualmente le viti che lo fisseranno. Fatto questo, tendete la cinghia dentata tirando indietro con un cacciaviti la guida e il supporto motore Asse X1- X2, quindi serrando le viti.

Si conclude così l'assemblaggio dell'asse X1. Passiamo quindi all'asse X2, che si assembla similmente a quanto appena descritto: inserire in ciascun foro della guida una vite testa cilindrica esagono incassato M4x20 e avvitare parzialmente su ciascuna vite il relativo dado quadro M4, quindi infilare nella cava centrale del profilo strutturale i dadi quadri precedentemente avvitati nella guida. Posizionare le due dime montaggio guide e la guida a 60 mm dal lato sinistro, quindi serrare tutte le viti. A questo punto potete togliere le due dime montaggio guide e preparare il supporto puleggia folle inserendo nella vite a testa cilindrica esagono

Fig. 3
Assemblaggio
del supporto
motore sul profilo
strutturale..

Fig. 4
Particolare della vite
di fissaggio della
puleggia.



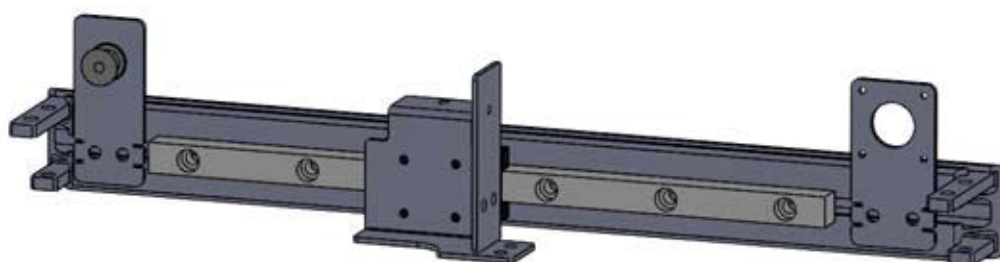


Fig. 5
Profilo
strutturale
con applicati
i supporti
motore e
puleggia.

incassato M5x25 la Grower spaccata, avvitare quindi la vite nel supporto dal lato delle linguette. Poi dovete avvitare il dado speciale dentellato in modo che la dentellatura si trovi verso la puleggia e serrare il dado una pinza.

Inserire nella vite la puleggia con cuscinetto GT2 20 denti H10 foro 5 e avvitare il secondo dado speciale dentellato facendo in modo che la dentellatura sia rivolta alla puleggia. Verificare che la puleggia possa girare liberamente. Per non sbagliare riferitevi alle immagini riguardanti l'assemblaggio dell'asse X1.

Adesso inserire in ciascun foro del supporto le viti testa cilindrica esagono incassato M6x12 dal lato senza linguette e avvitare parzialmente su ciascuna vite il relativo dado quadro M6, poi infilare nel profilo strutturale, nella cava centrale dal lato destro, i dadi quadri precedentemente avvitati nel supporto. Posizionare il supporto a 1,5 mm dal lato destro e serrare le viti. Infilare il Carrello a ricircolo di sfere nella guida dal lato sinistro, facendolo

scivolare lentamente in modo che il fermo delle sfere possa uscire dal carrello; nel compiere questa operazione state attenti a non far uscire le sfere dal carrello.

Dopo aver inserito su ciascuna vite a testa cilindrica esagono incassato da M4x8 la Grower spaccata diametro 4 mm, fissare il supporto motore asse Y-b e verificare che il carrello scorra liberamente lungo la guida. Preparare il supporto motore Asse X1- X2 inserendo in ciascun foro del supporto le viti a testa cilindrica esagono incassato M6x12 dal lato senza linguette, quindi avvitare parzialmente su ciascuna vite il relativo dado quadro M6, infilare nella cava sul lato sinistro del profilo strutturale i dadi quadri precedentemente avvitati nel supporto. Posizionare il supporto a circa metà dello spazio disponibile, come fatto in precedenza per l'Asse X1 ma non bloccare le viti prima di aver teso la cinghia di trasmissione, quindi inserire quattro angolari nel profilato da entrambe le parti inferiore e superiore come in **Fig. 8**: fatto ciò verificare che gli angolari

Fig. 6
Gruppo motore
fissato al profilato.

Fig. 7
Particolare del
fermo cinghia.

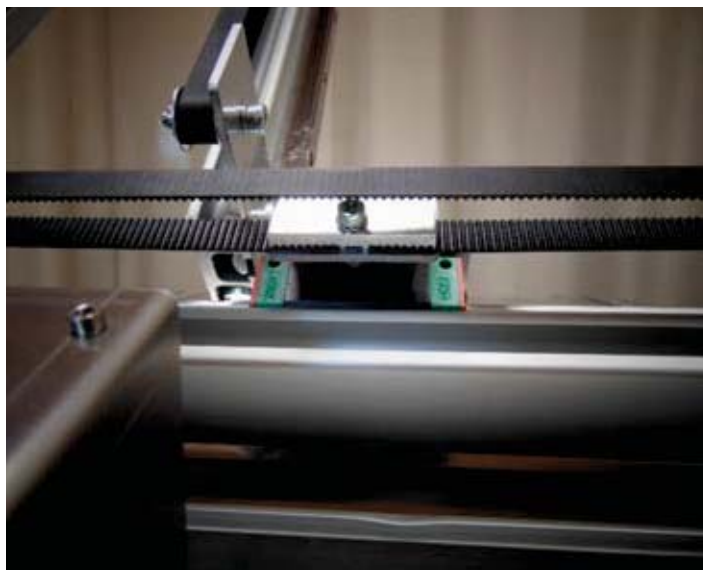
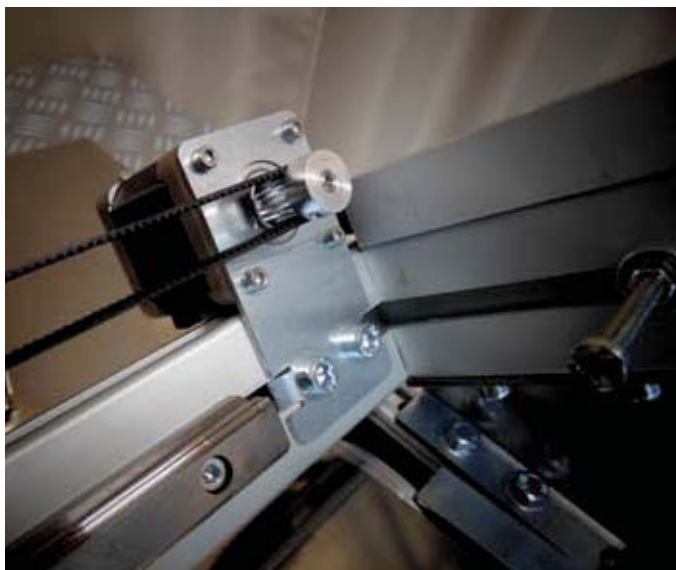
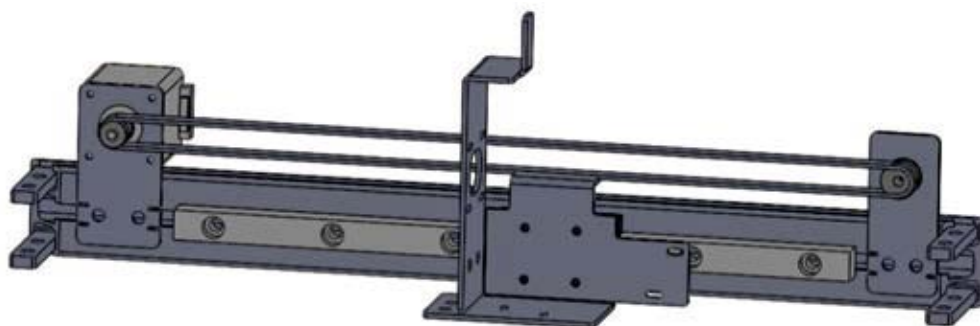


Fig. 8
Assemblaggio
del profilo e degli
angolari.



siano inseriti completamente, quindi serrare le viti a brugola.

Dopo aver inserito su ciascuna vite a testa cilindrica esagono incassato da M3x6 la Grower spaccata diametro 3 mm, fissare il motore passo-passo 103-H5210-4240 e poi fissare il pignone sull'asse del motore in modo che la parte con le viti a brugola sia all'esterno. La testa della puleggia deve essere allineata con l'asse del motore, come già spiegato per l'asse X1.

Dopo aver inserito nella vite a testa cilindrica esagono incassato M4x16 la Grower dentellata diametro 4 mm, inserire la vite nel fermo cinghia GT2 dal lato senza denti; far passare la vite così preparata nel relativo foro del supporto motore AsseY-a ed avvitare il dado autobloccante M4 lasciando un certo gioco per il passaggio degli estremi della cinghia. Ora potete far passare la cinghia infilandone gli estremi tra il fermo cinghia GT2 ed il supporto motore AsseY-b in modo che gli estremi siano infilati con almeno 2 denti in eccedenza. Infine stringere la vite del fermo-cinghia.

Verificare che nel Supporto Motore Asse X1- X2 ci sia gioco sufficiente per muoverlo, allentando eventualmente le viti che lo fisseranno. Mettere

in tensione la cinghia tramite lo spostamento del Supporto Motore Asse X1- X2 e al raggiungimento della corretta tensione, bloccare le viti.

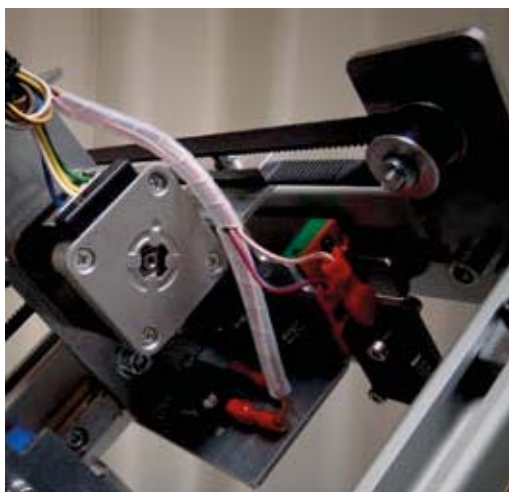
Assemblaggio asse Y

Abbiamo concluso anche l'assemblaggio dell'asse X2 e possiamo passare all'asse Y, per il quale occorrono il profilo strutturale di alluminio a 3 cave lungo 610 mm, la guida prismatica lunga 520 mm, un carrello a ricircolo di sfere per la guida, la dima montaggio guide e il supporto motore asse E. Si comincia inserendo in ciascun foro della guida una vite testa cilindrica esagono incassato M4x20 e avvitando parzialmente su ciascuna vite il relativo dado quadro M4, quindi infilando nella cava centrale del profilo strutturale i dadi quadri precedentemente avvitati nella guida. Poi occorre posizionare le due dime montaggio con la guida a 52 mm dal lato destro, serrare tutte le viti e togliere le due dime montaggio guide. Infilare ora il carrello a ricircolo di sfere nella guida dal lato sinistro, facendolo scivolare lentamente in modo che il fermo delle sfere possa uscire dal carrello (al solito, fare attenzione per evitare la fuoriuscita delle sfere dal carrello). Dopo aver inserito su ciascuna vite a Testa cilindrica esagono incassato da M4x8 la Grower spaccata diametro 4 mm, fissare il Supporto motore asse E, verificando che il carrello scorra liberamente lungo la guida. Passiamo all'assemblaggio profili laterali per i quali occorrono un profilo strutturale di alluminio a 3 cave lungo 710 mm e gli assemblati già fatti per asse X1 e X2.

Finecorsa Asse Y

Nel profilo senza foro laterale, infilare due dadi quadri M5 a circa 80 mm dalle estremità e avvitare i dadi M5 nelle rispettive viti testa cilindrica taglio croce M5x50, inserendo le rondelle con foro da 5 mm ed avvitando l'insieme assicurandosi che le viti sporgano di circa 40 mm. Poi infilare negli angolari dell'assemblaggio asse X1, i profili laterali,

Fig. 9
Microswitch
applicato al
supporto motore
asse Y-b.



a sinistra quello con il foro ed a destra quello senza foro e infilare contemporaneamente gli angolari dell'Assemblaggio asse X2, nei profili laterali.

Montaggio asse Y

È giunto il momento di prendere l'assemblaggio asse Y e montarlo: per prima cosa infilare nella cava centrale di ogni profilo strutturale dell'asse Y due dadi quadri M6 per lato, quindi appoggiare l'assemblaggio asse Y rispettivamente nel supporto motore asse Y-a e nel supporto motore asse Y-b. Applicare alle viti testa cilindrica esagono incassato M6x16 le rondelle con foro 6 mm e far scorrere l'asse Y verso destra fino ad appoggiarlo ai fermi fincorsa asse Y, poi stringere tutte le viti. Seguendo le indicazioni date in precedenza, inserire nella vite testa cilindrica esagono incassato M5x25 la Grower spaccata, avvitate quindi la vite nel Supporto motore asse Y-a. Avvitare il dado speciale dentellato in modo che la dentellatura si trovi verso la puleggia e inserire nella vite la puleggia con cuscinetto GT2 20 denti H10 foro 5; quindi avvitare il secondo dado speciale dentellato badando che la dentellatura sia rivolta alla puleggia (verificare che questa sia libera di girare). Ora fissare i microswitch al supporto motore asse Y-b, come si vede in **Fig. 9**.

Dopo aver dotato ciascuna vite a testa cilindrica esagono incassato da M3x6 della Grower spaccata da 3 mm, fissare lo stepper-motor 103-H5210-4240 e applicare il pignone al suo albero. Dopo aver inserito nella vite a testa cilindrica esagono incassato M4x16 la Grower dentellata diametro 4 mm, inserite la vite nel fermo cinghia GT2 dal lato senza denti e fatela passare nel foro predisposto nel supporto motore Asse E, avvitando il dado autobloccante M4 lasciando un certo gioco per il passaggio degli estremi della cinghia. Dopo aver posizionato la cinghia dell'asse Y tagliatene l'eccedenza in modo che gli estremi siano infilati con almeno 2 denti in eccedenza tra il fermo cinghia GT2 e il supporto motore Asse E. Stringere la vite del fermo cinghia come fatto per l'asse X1, tendere la cinghia e bloccare le viti.

MONTAGGIO MOTORE ASSE E

Passiamo ora al motore dell'asse E, che è uno stepper 103-H5210-4240 da applicare al supporto estrusore: dotate le viti a testa cilindrica taglio croce M3x25 di Grower spaccata da 3 mm e rondella diametro 3 mm, quindi inserirle nei fori in basso del supporto per fissare contemporaneamente sia il motore passo-passo che il supporto

estrusore, quindi fissare con la vite testa bombata esagono incassato M3 il lato superiore destro (**Fig. 10**). Fissare l'ingranaggio di trascinamento filo sull'asse del motore in modo che la parte con le viti a brugola sia all'esterno.

ASSEMBLAGGIO ESTRUSORE

Vediamo ora come assemblare le parti componenti l'estrusore e applicare l'insieme al relativo supporto insieme al motore. L'estrusore è composto da più parti: una fissa (Corpo Estrusore) e una sostituibile (Blocco Riscaldante, dove viene avvitato l'ugello). L'assemblaggio inizia spalmando sulla filettatura dell'ugello della pasta anti-grippante contenuta nella siringa fornita nel kit, quindi avvitando l'ugello nel Blocco Riscaldante. Applicare sulla filettatura del Collo Estrusore della pasta anti-grippante e avvitate l'elemento nel Blocco Riscaldante. Se intendete utilizzare filo che si estrude fino a 240° montate il Collo Estrusore contenente un tubicino di PTFE (Teflon), mentre se utilizzerete filo che si estrude a temperature superiori a 250° oppure particolarmente abrasivo (fibra di vetro o fibra di carbonio) consigliamo il montaggio del Collo Estrusore interamente in metallo. Il kit contiene il Collo Estrusore con PTFE e l'ugello da 0,4. Per assemblare il corpo estrusore bisogna avvitare il Raccordo Unione nel Corpo Estrusore ed inserire il Blocco Riscaldante nel Corpo Estrusore; inserire quindi il tubetto di PTFE nel foro del Raccordo Unione in modo che entri completamente a avvitare il Raccordo Unione sul Supporto estrusore in modo che il tubetto di PTFE si posizioni molto vicino all'ingranaggio di spinta filo ma non lo tocchi (**Fig. 12**). Allentando la vite a brugola del Corpo Estrusore, allineare parallelamente il Blocco

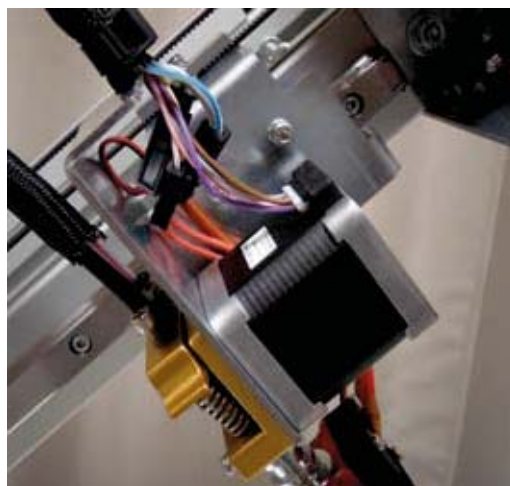


Fig. 10
Motore E
montato
al relativo
supporto.

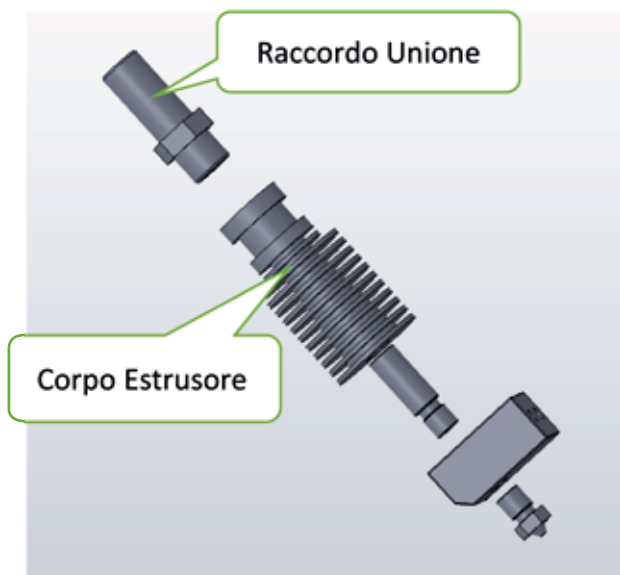


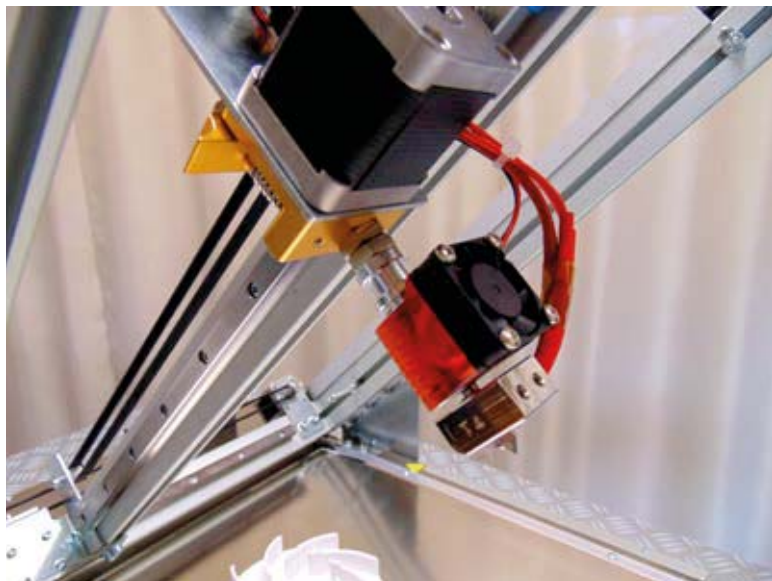
Fig. 11
Esploso
dell'estrusore.

Riscaldante con il profilo laterale, quindi bloccare il controdado del Raccordo Unione. Applicare l'eventuale ventolina filo, avvitando il Raccordo Unione sul Supporto estrusore. L'insieme risulterà come in **Fig. 13**. Con questo la struttura superiore della stampante è terminata.

MONTAGGIO STRUTTURA INFERIORE

Vediamo dunque come assemblare la base, operazione che inizia con il mettere insieme il gruppo motoriduttore a cinghia: per prima cosa posizionate la cinghia e sulla staffa applicare il motore passo-passo e la ruota dentata, quest'ultima imperniata nell'apposita vite; stretta la flangia anteriore della ruota dentata tendete la cinghia stringendo poi le viti del motore stepper e applicate al perno della stessa la puleggia dentata da stringere con l'apposito grano. L'insieme risulterà come in **Fig. 14**.

Con questo blocco si passa all'assemblaggio di un fianco della base: allineare e centrare il supporto anteriore Cilindro Destro rispettando, ricordando di

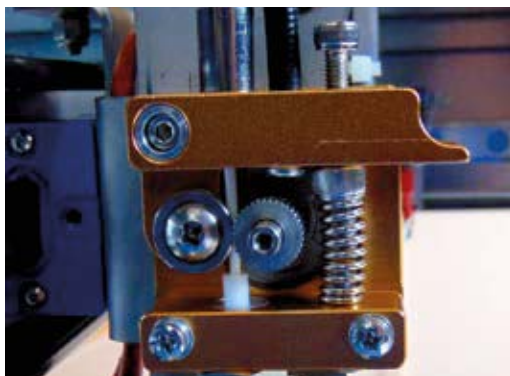


posizionare la cinghia prima di montare l'Intermedio Riduzione, verificare che gli angolari siano inseriti completamente, quindi serrare le viti. Il risultato sarà quello visibile nella **Fig. 15**. Fatto ciò si può allineare e centrare il supporto anteriore Cilindro Sinistro (i due supporti cilindro sono uguali ma vanno montati specchiati). Passiamo ad assemblare il lato posteriore inferiore unendolo ai due fianchi: assemblare la flangia anteriore con la puleggia mediante viti a testa svasata esagono incassato M4x30 e le tre flange anteriori e posteriori (viti testa svasata esagono incassato M4x16), quindi assemblare il cilindro anteriore con la puleggia e quello posteriore senza puleggia. Il complesso risulterà come in **Fig. 16**. Fatto questo, ai lati cilindri anteriore e posteriore su cui scorrerà il nastro d'acciaio bisogna applicare le ruote con i perni di fissaggio e, dalla parte del motore, la puleggia per la cinghia che trasferisce il moto dal motoriduttore. Una volta completato il sottoinsieme del cilindro lo si inserisce nelle apposite staffe: per inserire l'asse del cilindro anteriore, sfilare leggermente il lato sinistro inferiore estraendo leggermente gli angolari dal lato posteriore inferiore, allentando eventualmente le quattro viti che bloccano il riduttore sull'Intermedio Riduzione e tendere la cinghia. Il cilindro anteriore applicato al telaio appare come nella **Fig. 17**.

ASSEMBLAGGIO PIANO RISCALDATO

Dopo aver pulito con diluente o alcool isopropilico, appoggiare il Foglio di tela Teflon adesiva 250x260 e segnare come riferimento gli angoli in modo da posizionarlo al centro dei fori presenti; applicare il foglio e poi, allargando i relativi fori con l'aiuto

Fig. 12
Dettaglio
dell'ingranaggio
spingi filo.



di un cacciavite, infilare le viti e fissare il riscaldatore. Appoggiare la Resistenza piano riscaldato e fissarla con le grower e i relativi dadi. Appoggiare quindi il foglio di Fibroceramica 230x230 al centro, spingere con le dita in prossimità delle quattro viti in modo che le viti stesse forino il foglio (**Fig. 19**). Capovolgete il piano e dopo aver pulito la parte esterna appoggiate il Foglio tela Teflon adesiva, segnando come riferimento i lati per permettere un posizionamento corretto del foglio, in modo che dalla parte anteriore e da quella posteriore ci sia la stessa distanza dal centro. Con un panno morbido sagomate i lati sporgenti in modo che aderiscano ai bordi del piano metallico e tagliate la parte in eccesso rispetto ai bordi del piano metallico.

MONTAGGIO DEL NASTRO

Completiamo ora la base applicando il nastro metallico, operazione da compiere indossando guanti robusti tipo quelli da vetraio, dato che il nastro taglia! Si parte inserendo nel cilindro posteriore, attraverso i cuscinetti, l'asse posteriore (quello con i fori filettati); per togliere il cilindro anteriore, sfilare leggermente il lato sinistro inferiore estraendo leggermente gli angolari dal lato posteriore inferiore. Posizionare le rondelle di spessore e inserire il nastro con la giunzione verso la parte anteriore ed inserire i due cilindri con le rondelle posizionate, all'interno del nastro, quindi introdurre nella struttura inferiore il sistema così preparato, facendo in modo che la cinghia si innesti nella puleggia, e che gli assi si inseriscano nelle loro sedi, l'asse anteriore nei fori predisposti mentre quello posteriore nelle due scanalature che ne consentono il movimento. Fatto ciò, spingere il lato sinistro inferiore negli angolari dal lato posteriore inferiore e serrare le viti a brugola.

Posizionare la copertura anteriore e avvitare, poi inserire nei relativi fori i due tenditori; ricordare che nel cilindro posteriore le rondelle andranno posizionate tra il cuscinetto e i tenditori. Non serrare le viti ma lasciare che il nastro non sia teso e che il cilindro posteriore possa ruotare liberamente e scorrere avanti e indietro. Ora bisogna applicare il piano di stampa riscaldato: con una mano sollevare leggermente il nastro ed infilare, prima i cavi, e quindi il piano stesso tra la struttura ed il nastro. Fare molta attenzione a non tagliare il teflon del piano con i bordi del nastro nel compiere questa operazione. Far passare i cavi per il relativo foro (compresi quelli del motore dell'asse Z, ossia del motoriduttore); inserire nelle cave, da entrambi i lati, gli 8 dadi quadri M4, quindi appoggiare i profili

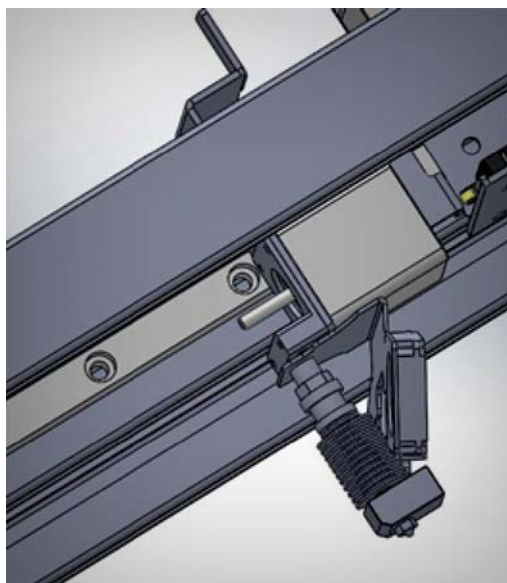


Fig. 13
Gruppo
estrusore-
ventola
montato.



Fig. 14
Il motoriduttore
completo.

Spessore Isolatori sopra la cava, sollevare leggermente il piano in modo da posizionare gli isolatori in nylon, uno per ciascun foro, posizionare i profili Fissaggio Piano e avvitare le viti che tratterranno il piano in posizione. Prima di fare ciò, posizionare il piano in modo che tra la Copertura Anteriore ed il piano stesso ci sia una distanza di 120 mm. È importante che entrambi i lati siano alla stessa

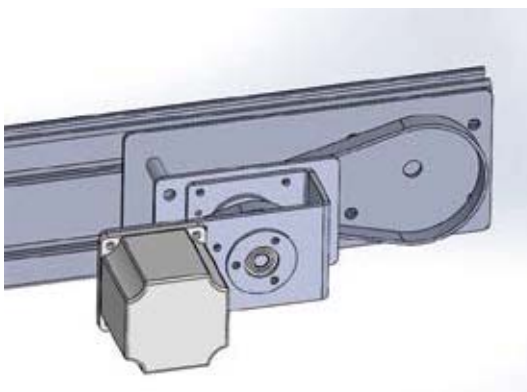
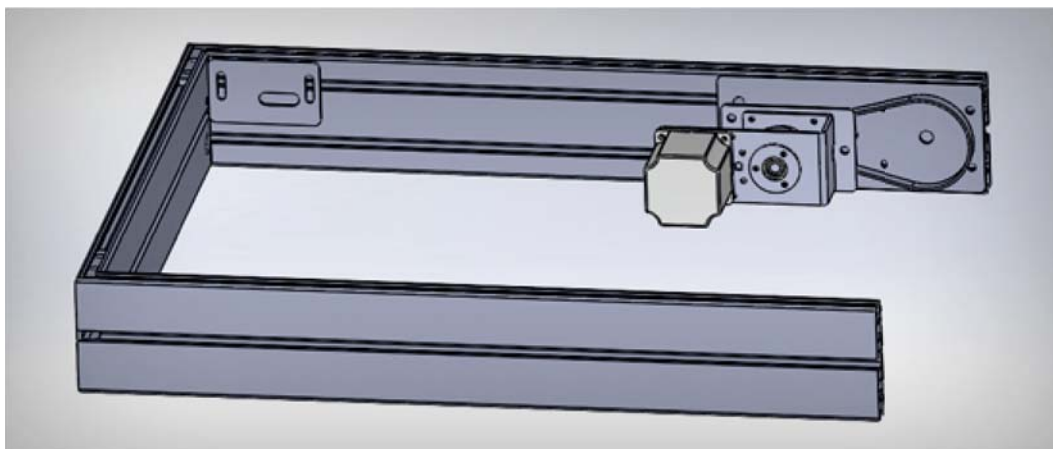


Fig. 15
Fianco destro
con applicato
il motoriduttore.

Fig. 16
Fianchi e fondo
della base
assemblati.



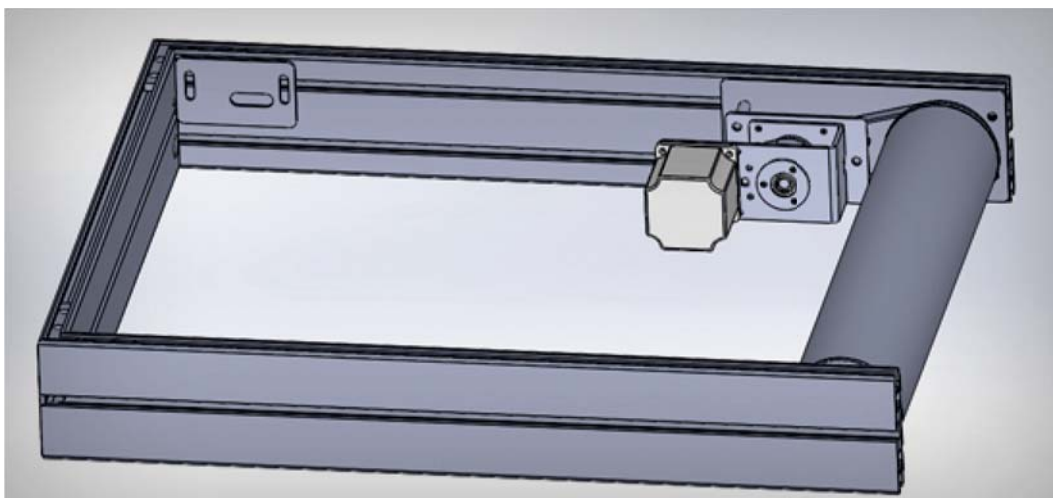
distanza rispetto alla Copertura Anteriore per permettere al piano di essere centrato. Mettere quindi in tensione il nastro tramite i tenditori, verificando che rimanga centrale; nel caso tenda a spostarsi da un lato, tendere leggermente il tenditore da quel lato e se ciò non basta diminuire la distanza tra la copertura anteriore e il piano. Adesso installare le Protezione Nastro Inox da entrambi i lati in modo che queste stiano a non più di un millimetro dal nastro e una volta trovata la posizione corretta, piegare leggermente le estremità in modo che seguano il percorso del nastro. Capovolgere la struttura ed installare i quattro piedini a circa 120 mm dalla parte frontale e dalla parte posteriore. Posizionare almeno tre adesivi fissacavi nel lato interno destro e fissare con le fascette sia i cavi motore che i cavi del piano riscaldato, badando che i cavi non vadano a toccare la flangia del cilindro posteriore. Adesso la parte inferiore della stampante apparirà come in **Fig. 19**. Non resta che assemblare il contenitore metallico per l'elettronica, applicando le ventole di fronte alle

rispettive feritoie e fissare sul fondo sia l'alimentatore che la scheda elettronica di controllo. Posizionare e fissare la griglia di protezione sul Coperchio scatola e inserire le protezione dei bordi sul Coperchio scatola. Attenzione che una ventola deve spingere l'aria e l'altra la deve aspirare, quindi seguite l'indicazione sul verso (AIRFLOW o freccia) presente nel bordo delle ventole e orientate una all'opposto dell'altra. Inserire quindi il filtro. Ora potete inserire e fissare il display nel suo contenitore.

UNIONE DELLE STRUTTURE INFERIORE E SUPERIORE

Passiamo al montaggio degli angolari che permetteranno l'unione della parte superiore alla base della stampante: dopo aver capovolto la struttura, infilare nei profili strutturali laterali, nella cava inferiore, i 6 dadi quadri M6, tre per lato. Dopo aver applicato le rondelle 6 mm alle viti a testa cilindrica esagono incassato da M6x16 le rondelle diametro 6 mm, fissare le piastre unione destro e la Piastra Unione Sinistro. Inserire 3 dadi quadri M6 sulla cava centrale del laterale inferiore sia destro che

Fig. 17
Cilindro anteriore
montato e collegato
al motoriduttore.



sinistro. Posizionare i dadi con la stessa spaziatura della piastra unione e applicare la parte superiore avvitando per prime le viti più vicine alla parte posteriore; in questa fase è molto importante che la distanza tra la piastra unione e la parte posteriore della struttura sia di 52 mm (al massimo potrà essere di 55 mm), naturalmente da entrambi i lati. Nella piastra unione ci sono alcuni fori asolati che consentono di raggiungere l'inclinazione di 45° (per la regolazione dell'angolo utilizzate la dima angolo 45° fornita nel kit). Posizionate la dima tra la guida dell'asse Y ed il nastro, portando l'asse Y prima da un lato e poi dall'altro, per avere sia a destra che a sinistra la stessa inclinazione. Avete quindi la meccanica completa mostrata nella **Fig. 20**.

CONCLUSIONI

Bene, per ora ci fermiamo qui; nella terza ed ultima puntata completeremo il cablaggio della macchina dal vano elettronica a tutte le sue arti (motori stepper, riscaldatori, finecorsa ecc.) disseminate lungo la struttura, faremo il collaudo e le prime stampe. ■



Fig. 18
Il riscaldatore applicato all'interno del piano prima di posizionare il foglio di fibrocementa.

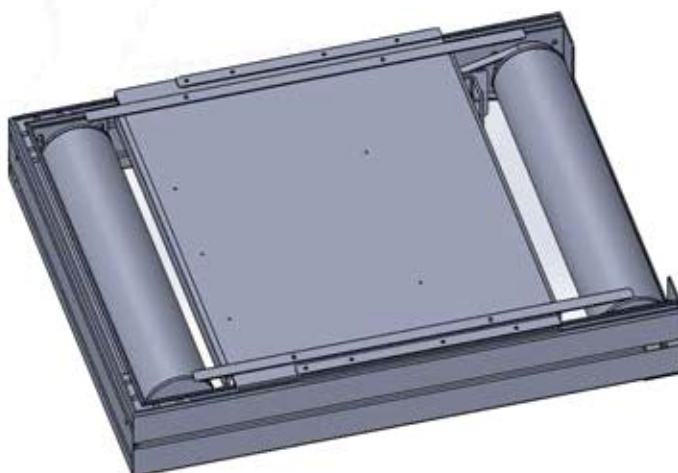


Fig. 19
Struttura inferiore montata.

Fig. 20
La meccanica della macchina completata.



Cosa occorre?

Il kit di montaggio della stampante 3D Silver Belt con tecnologia FDM-45, dotata di un piano di stampa scorrevole e estrusore inclinato a 45° (cod. 3DSILVERBELT) è disponibile su ordinazione a Euro 3.990,00. I prezzi si intendono IVA compresa.

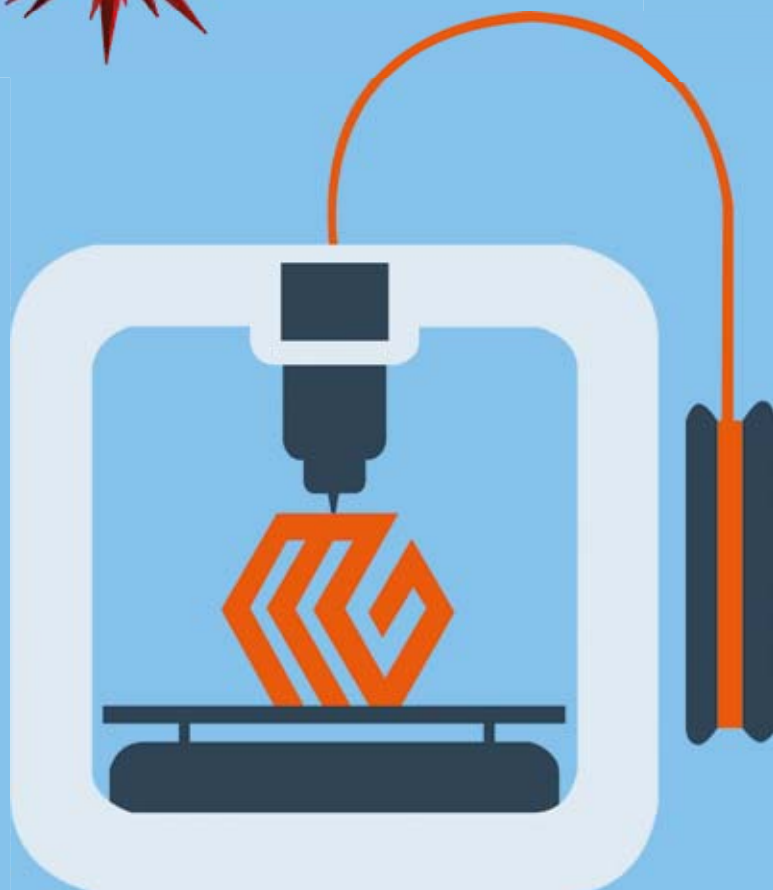
Il materiale va richiesto a:

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

Trasformiamo le tue idee in realtà!

Servizio taglio laser e incisione

Futura Elettronica ti offre il servizio di taglio laser ed incisione per realizzare pannelli, parti meccaniche, mascherine, scritte, decori ed altro ancora in plexiglass (o metacrilato).



Servizio stampa 3D

Futura Elettronica mette inoltre a disposizione le proprie stampanti 3D FDM, per chi vuole realizzare un oggetto tridimensionale con dimensioni fino a 40x40x40 cm.

Informazioni dettagliate su
www.futurashop.it

WATER LEVEL CONTROLLER

di ANTONIO VOLPE

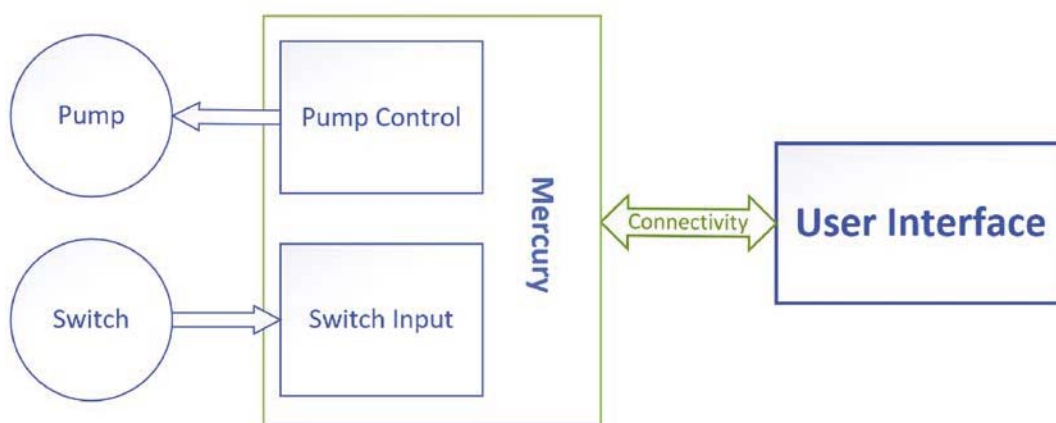


Teniamo sotto controllo il livello di liquidi mediante un sistema basato sull'Internet delle cose che implementiamo utilizzando la piattaforma Mercury e che si appoggia alla connettività WiFi.

In alcuni contesti si rende necessario monitorare il livello di acqua accumulata in una cisterna, ad esempio per attingere al suo contenuto al verificarsi di determinate condizioni o per svuotarla parzialmente al raggiungimento di un certo livello. In genere questa verifica viene fatta attraverso un'ispezione visiva, azionando di conseguenza e manualmente una pompa per raggiungere il livello desiderato di acqua presente.

In questo articolo descriveremo un sistema, che abbiamo chiamato WaterLevelController, in grado di eseguire tali azioni in maniera automatica (o manuale attraverso l'uso di un App) e monitorare, se si preferisce, lo stato da remoto semplicemente utilizzando una connessione WiFi ed uno smartphone. Prima di entrare nel dettaglio guardiamo insieme lo schema a blocchi di **Fig. 1** che fornisce un'idea di massima della struttura e del funzionamento del WaterLevelController; come vedete

→ **Fig. 1**
Schema a blocchi
del sistema.



esso è basato su Mercury System e fa uso di un opportuno setup hardware e di software dedicato che descriveremo in seguito.
Sul piano attuativo, WaterLevelController si occupa di azionare una pompa per svuotare una cisterna o un contenitore utilizzando una pompa e trasportare l'acqua nel un punto indicato. Inoltre tiene traccia di tutti gli azionamenti eseguiti, infatti, memorizza i tempi di azionamento, i litri d'acqua che ha svuotato, nonché la data di esecuzione.
Per mettere in funzione WaterLevelController

occorre posizionare in loco:

- un galleggiante che faccia da sensore di livello "Switch input" in cima al recipiente per avere indicazione del troppo pieno;
- una pompa ad immersione sul fondo del recipiente o un tubo che prelevi l'acqua attraverso l'uso di una pompa esterna.

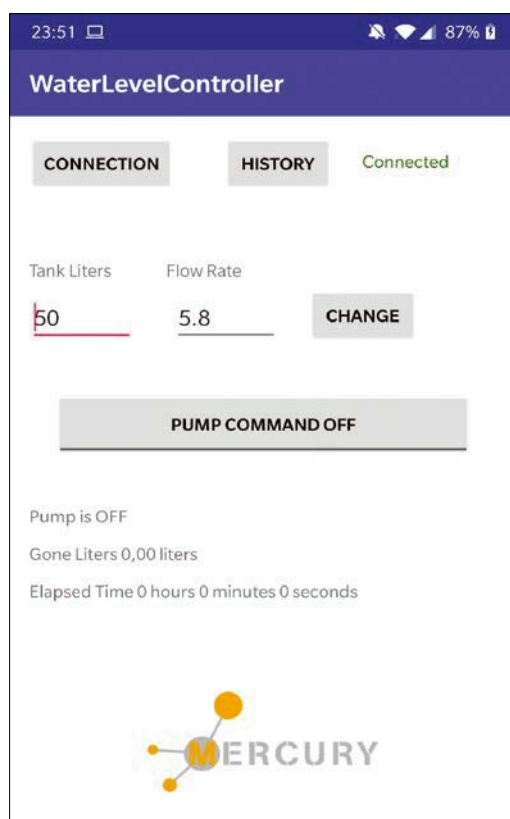
Il sensore e la pompa dovranno essere opportunamente collegati al sistema. Il firmware monitora lo stato del sensore di livello che commutando, al raggiungimento del "troppo pieno", attiva la pompa per il tempo stimato in base alla capacità del recipiente e alla portata, fino allo svuotamento: capacità e portata possono essere configurati utilizzando la App o modificati in fase di compilazione. Durante gli azionamenti, WaterLevelController, connesso alla rete WiFi, invia il suo stato all'App e in particolare invia i seguenti dati:

- stato attivazione in corso;
- litri svuotati;
- tempo di attivazione corrente;
- capacità del recipiente e portata della pompa.

Tutte queste informazioni sono poi memorizzate sul sistema insieme a data e orario di azionamento per renderle disponibili all'utente finale che intenda usare l'App. Quest'ultima, in fase di connessione invia la data corrente a WaterLevelController, richiede i dati di configurazione e lo stato corrente che mostrerà all'utente dopo averli ricevuti. Nella sua schermata principale (**Fig. 2**) sono presenti quattro pulsanti che servono a configurare la connessione, richiedere la cronologia delle attivazioni, azionare la pompa da remoto e modificare la capacità della cisterna e la portata della pompa.

Capiamo quindi che WaterLevelController è un sistema composto da due macro componenti, la

→ **Fig. 2**
Schermata
principale dell'app
Android.



prima è costituita dal setup Hardware, il Firmware, un galleggiante come input e una pompa come output. La User Interface (l'app Android che permette le interazioni con l'utente finale) è la seconda macrocomponente. Per far sì che queste due componenti possano comunicare tra loro, occorre definire l'insieme dei messaggi (le informazioni) che devono scambiarsi, occorre definire quindi una **mappa messaggi**.

Il sistema è costituito da un Firmware con cui va programmato WaterLevelController e da un'App da installare sul proprio smartphone che serve essenzialmente a monitorarlo o ad azionare la pompa nel caso in cui la si voglia attivare da remoto.

MAPPA DEI MESSAGGI

E' costituita da quattro messaggi che trasmettono le informazioni che firmware e App devono scambiarsi; ogni messaggio è composto a sua volta da un identificativo e dai dati che deve trasmettere, come esposto qui di seguito.

- **WLC_CFG** con identificativo **[0x01]**: indica la capienza del recipiente e la portata della pompa.
- **WLC_STS** con identificativo **[0x02]**: viene trasmesso in fase di accensione/connessione e durante le attivazioni, informa l'utente sui litri correntemente svuotati e da quanto tempo è attiva la pompa.
- **WLC_TIME_CFG** con id **[0x04]**: viene utilizzato per memorizzare la data corrente e trasporterà le informazioni relative ad anno, mese, giorno e orario corrente.
- **WLC_HISTORY** con id **[0x08]**: è il messaggio più corposo, serve a comunicare all'utente l'elenco di tutte le attivazioni che ha eseguito l'utente, infatti riporta per ogni attivazione avvenuta, la

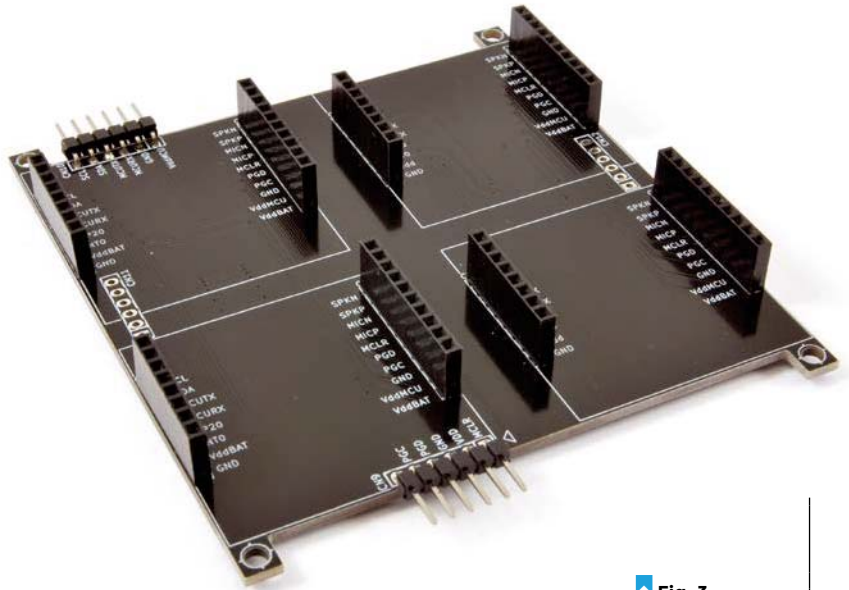


Fig. 3
Expansion
Board EB111.

data (anno mese giorno), l'orario di attivazione e la durata. Viene trasmesso per un numero di volte pari alle attivazioni avvenute nel sistema, infatti, quando l'utente fa richiesta di una history viene inviato con il byte 1 settato a [0x01], mentre l'ultima attivazione viene inviata con il byte 1 settato a [0x00].

SETUP HARDWARE E CONFIGURAZIONE

Come anticipato, WaterLevelController è realizzato con un opportuno set di board Mercury posizionate su una Expansion Board EB111 (**Fig. 3**) che permetterà la loro interconnessione come indicato di seguito.

La Base board **BB110** (**Fig. 4**), ovvero il cuore del sistema, comunica con le sue slave utilizzando il protocollo I²C-Bus e può gestire due interrupt INTO che abbiamo usato in questo progetto e INT1. Tutta la logica di controllo viene gestita dal suo microcontrollore, un PIC18F45J50.

Sul Modem Connector è collegato il modem **MB210** (la Modem Board MB210 di **Fig. 5**) che attraverso

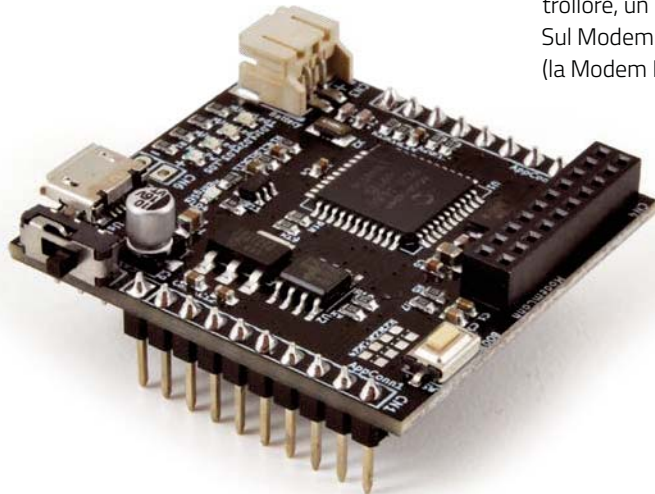
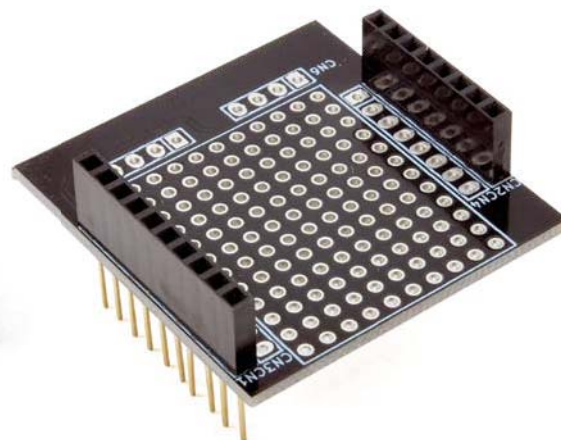
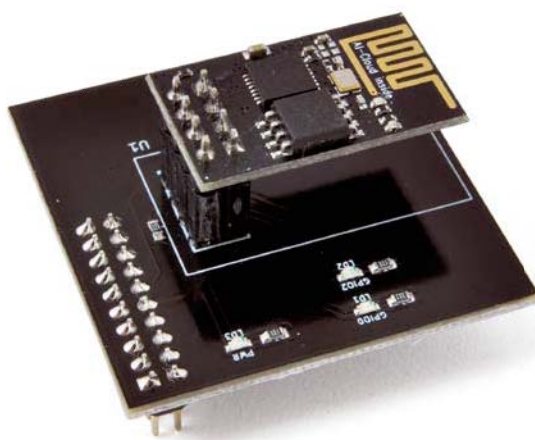


Fig. 4
Base Board
BB110.

→ **Fig. 5**
Modem Board
MB210 (qui
accanto).

→ **Fig. 6**
Brainless board
BL810 (a destra).



la BB110 effettua la connessione alla rete WiFi e si occupa di effettuare lo scambio delle informazioni tra WaterLevelController e l'App.

Utilizzando una Brainless Board (**Fig. 6**) una stripline e una morsettiera a vite (2 poli), è possibile collegare il sensore al pin di interrupt INT0. Il framework è già configurato per gestire l'interrupt associata al suo pin CN2 – 3 generata dalla commutazione del sensore di livello.

Il sensore di livello, illustrato nella **Fig. 7**, è un galleggiante che funziona, in questo caso, come un interruttore normalmente chiuso, quindi, una volta che il livello dell'acqua all'interno della cisterna o del contenitore che utilizziamo, raggiunge un'altezza tale da far salire il nostro galleggiante, commuterà nella condizione di circuito aperto che a sua volta genera un'eccezione (interrupt) opportunamente gestita dal software. Questo galleggiante rappresenta una scelta, nulla vieta di optare per un altro tipo di sensore che abbia funzionamento analogo.



→ **Fig. 7**
Il nostro sensore
di livello liquidi.

La board Big Relay **SB111** in **Fig. 9** è dotata di un relé che viene comandato dal software allo scopo di azionare o spegnere la pompa. La Power Board **PB110** si occupa di fornire l'alimentazione (5V) alla BB110 e alimenta a 12V la pompa.

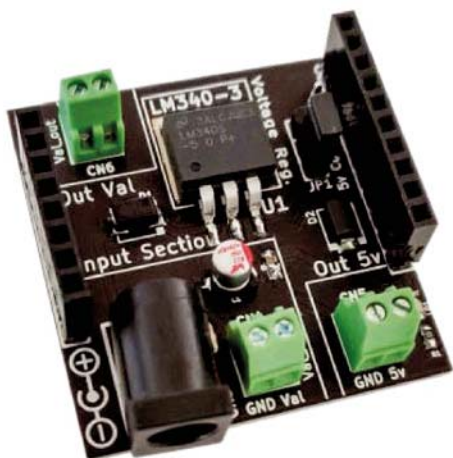
Le pompe in commercio possono richiedere potenze anche elevate; per le prove è stata utilizzata una pompa alimentata a 12 V in continua che assorbe 1,2A, quindi la PB110 è adeguata.

Se invece dovete usare una pompa con assorbimento maggiore, la PB110 deve essere eliminata dal sistema e si rende necessario comunque fornire una doppia alimentazione: i 5V necessari a WaterLevelController e la tensione adeguata alla pompa che si intende utilizzare tenendo presenti i vincoli legati alla SB111. Questa scheda è un'unità slave idonea a soddisfare la nostra richiesta di potenza. La slave board Big Relay SB111 permette di commutare carichi fino a 10A di corrente con il limite massimo di 250V in alternata e 30V in continua, espone il connettore Mercury ed è dotata di:

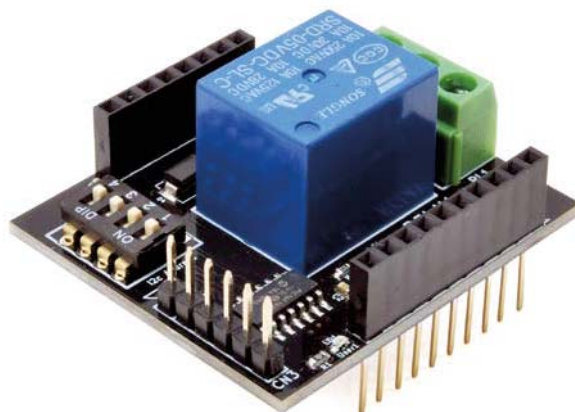
- un microcontrollore PIC16F1825;
- un **User Led** che ci indica che la board è accesa e che il software al suo interno sta funzionando;
- un connettore di programmazione utile se occorre effettuare l'aggiornamento del firmware;
- un dip-switch per impostare l'indirizzo I²C-Bus;
- una morsettiera a vite che espone i contatti dell'intero scambio (NO, C, NC).

Leggendo il datasheet è possibile vedere il set di comandi che mette a disposizione:

- **[0x50]** riceve in ingresso 1 byte per comandare lo stato del relé on/off;
- **[0x51]** riceve in ingresso 2 byte che indicano la durata dell'impulso in secondi;
- **[0x60]** restituisce lo stato corrente del relé on/off.



◀ **Fig. 8**
Power board
PB110.



◀ **Fig. 9**
Slave board
Big Relay
SB111.

COLLEGAMENTI

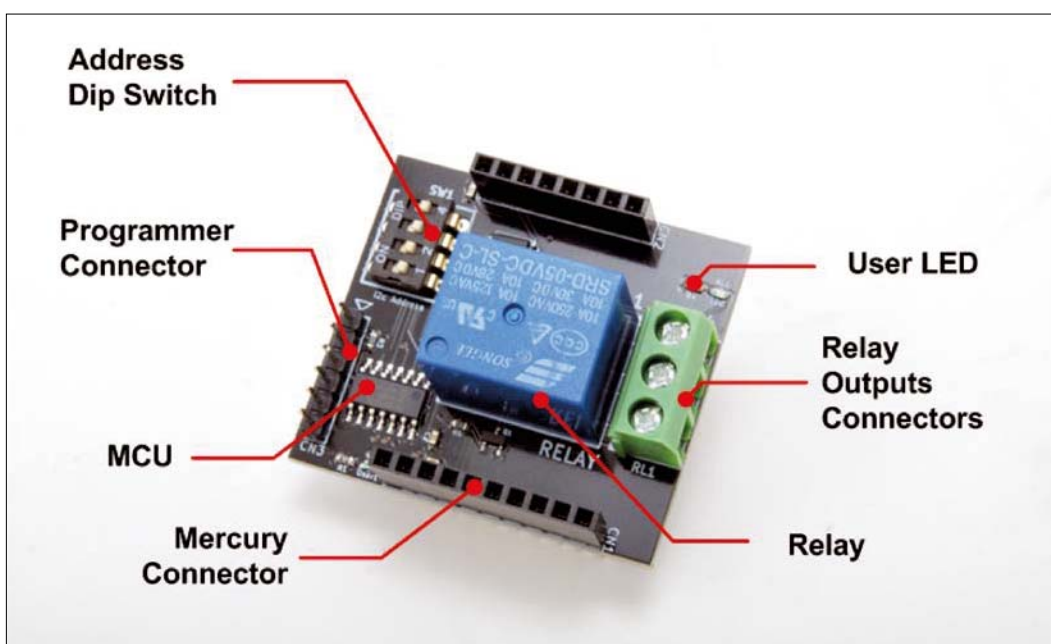
Il sistema assemblato si presenta come vedete in queste pagine ad eccezione dell'elettropompa, che non è presente per ragioni di ingombro, ma di cui descriveremo i collegamenti necessari, desumibili osservando la **Fig. 11**. La **EB111** dispone di quattro slot che useremo per collegare:

- 1) la **BB110** con a bordo il modem **MB210** usando l'apposito connettore dedicato;
- 2) la Brainless board;
- 3) la Big Relay SB111;
- 4) la Power Board PB110.

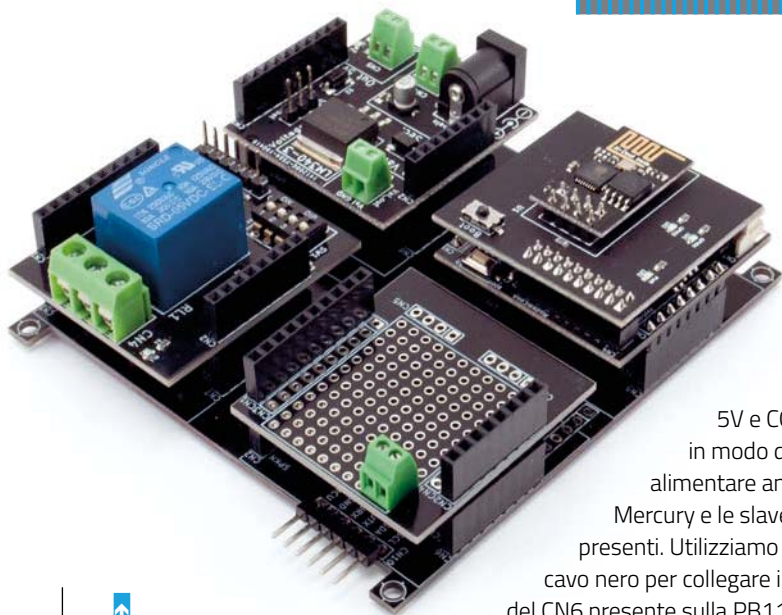
Partendo dalla brainless board, in corrispondenza del CN4 va saldata una morsettiere a vite a due poli,

i quali andranno collegati con del cavo elettrico al connettore Mercury che abbiamo appena saldato, rispettivamente ai pin 1 e 3 del CN3.

A questo punto il sensore di livello è pronto per essere collegato alla morsettiere a vite. Collochiamo la BB110 posteriormente alla Brainless board e ricordiamoci che essendo dotata del battery connector, è possibile collegare una LiPo anche a bassa capacità, per alimentare il sistema (ad eccezione della pompa) in assenza di corrente. La Big Relay SB111 può essere innestata accanto alla Brainless, ricordandoci di configurare il Dip Switch con l'indirizzo (0,0,0,1) mettendo su ON il canale 1 e ad off i restanti. Nell'ultimo slot libero innestiamo la PB110: posizioniamo il jumper tra



◀ **Fig. 10**
BigRelay Box
Info



↑
L'elettronica
assemblata sulla
Expansion Board
EB111.

5V e COM
in modo da
alimentare anche
Mercury e le slave
presenti. Utilizziamo del
cavo nero per collegare il GND
del CN6 presente sulla PB110 e il
comune della SB111 corrispondente
al CN4 -2. Il V_{cc} della pompa (tipicamente
rosso) andrà collegato sulla PB110 al Val
del connettore CN6, accanto al GND. Il negativo
della pompa andrà invece collegato alla SB111 al
pin NO, connettore CN4 - 3.

IL FIRMWARE

Il Firmware è stato interamente sviluppato in
linguaggio C mediante l'IDE MPLAB X e l'ultima

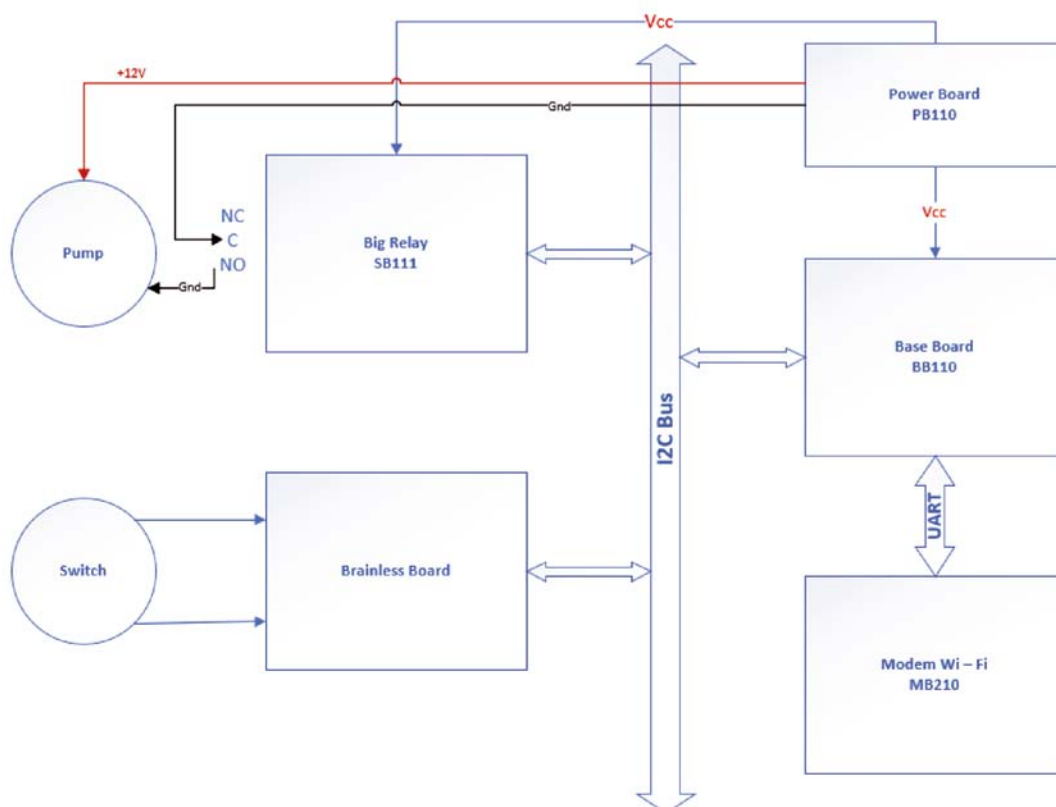
release del Mercury Framework. In esso sono stati
implementati due task periodici da 500 ms **Water-
LevelController_Task** e **WifiSendReceive_Task** e
si è fatto uso delle API **GenerateEvt** e **ReceiveEvt**
messe a disposizione dal Framework all'interno
degli **Os Services** che si occupano di gestire eventi:
un nuovo evento può essere generato o ricevuto
chiamando opportunamente le API **GenerateEvt**
e **ReceiveEvt**, il cui unico argomento rappresenta
l'evento che si vuole gestire.

Task WaterLevelController

Questo è il cuore della nostra applicazione: monito-
ra lo stato del galleggiante, realizza le attuazioni e
le memorizza nella History Matrix. In fase di inizia-
lizzazione il task si occupa di configurare la callback
da chiamare quando viene servito l'interrupt sul pin
INT0 attraverso la API dedicata **ExtInt_SetInt0Ac-
tion** che accetta come parametro la funzione di
callback da eseguire:

ExtInt_SetInt0Action(SwitchCtrlInt0Cbk);

La call back **SwitchCtrlInt0Cbk** verifica lo stato
della pompa, e se spenta avvia un timer, **Pumplin-
terruptFilTimer**, che serve a fare debounce sullo



→ **Fig. 11**
Schema di
interconnessione
delle parti del
sistema.

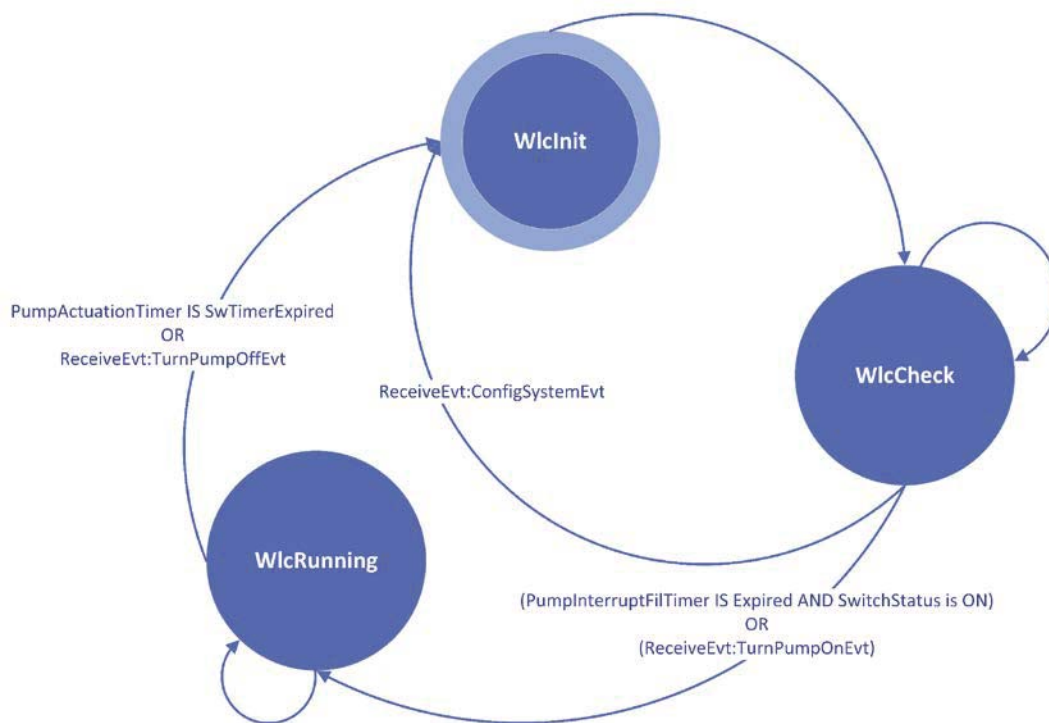


Fig. 12
State machine
WlcControllerMgr.

switch per filtrare eventuali rimbalzi, il cui *expiration time* è impostato a 1.500 ms.

Successivamente il task transita in RunningState avviando il WaterLevelControllerMgr che gestisce una macchina a stati, **SWaterLevelCtrlV** costituita dagli stati del diagramma in **Fig. 12**.

WlcInit inizializza la capacità del recipiente e la portata della pompa a dei valori predefiniti:

```
TankCapacity = TankCapacityDefault; //tank liters
PumpRateFlow = PumpRateFlowDefault; //RateFlow * 10
```

Tali valori possono essere modificati utilizzando l'App alla ricezione del messaggio WLC_CFG in cui vengono ricevuti i valori memorizzati in TankCapacityCfg e PumpRateFlowCfg:

```
TankCapacity = TankCapacityCfg; //tank liters
PumpRateFlow = PumpRateFlowCfg; //RateFlow * 10
GenerateEvt(&SendConfigSystemEvt);
```

Quest'ultima istruzione genera un evento gestito dal task WifiSendReceive, che invia la nuova configurazione all'App; all'interno di questo stato, una volta spenta la pompa viene calcolato il tempo **PumpActuationTimeout** per cui deve rimanere accesa ad ogni attivazione e si transita nello stato **WlcCheck**. Quest'ultima aziona la pompa, memorizza l'inizio

di un'attuazione nella HistoryMatrix e avvia il timer che conta il tempo di attuazione al verificarsi di una delle seguenti condizioni:

- il galleggiante risulta attivo per il tempo indicato dal timer PumpInterruptFilTimer (1.500ms) e lo stato dello Switch è ancora alto, questo è il debounce time triggerato dalla Callback **SwitchCtrlIntOCbk**, ed è necessario per filtrare eventuali disturbi o rimbalzi dell'interruttore;
- è stato ricevuto un evento SendStsOnEvt corrispondente a una richiesta utente fatta via App.

```
if(((OsTmr_GetTimerStatus(&PumpInterruptFilTimer) ==
SwTimerExpired) && (GetSwitchStatus( ) == STD_ON)) ||
ReceiveEvt(&SendStsOnEvt))
{
.....
}
```

Il verificarsi di una delle due precedenti condizioni fa transitare la macchina a stati in **WlcRunning**, mentre alla ricezione dell'evento ConfigSystemEvt, una richiesta di configurazione dall'App, si transita allo stato **WlcInit** in cui viene spenta la pompa e riconfigurato il sistema.

Nello stato **WlcRunning** si continua a memorizzare il tempo di attuazione e i litri svuotati calcolati come il tempo di attivazione moltiplicati per la

portata della pompa e si incrementa la durata dell'attuazione in corso:

```
PumpOnTime = OsTmr_GetElapsedTime
(&PumpActuationTimer);
//in milliseconds
TankConsumedLitersEstimation =
PumpOnTime * PumpRateFlow;
//milliseconds multiplied by rateflow = liters * 10
Duration++;
```

Al verificarsi di una delle seguenti condizioni si transita nuovamente nello stato **WlcCheck** per continuare a monitorare il sistema:

- si è esaurito il PumpActuationTimer, la cui durata **PumpActuationTimeout** viene calcolata nello stato WlcInit;
- è stato generato dall'App e quindi ricevuto, l'evento SendStsOffEvt.

La transizione avviene non prima di aver memorizzato il tempo di attuazione ed i litri svuotati nella HistoryMatrix e spegnere la pompa; vengono inoltre resettati gli indici e contatori necessari a gestire successive attuazioni (**Listato 1**).

Task WifiSendReceive

Questo task si occupa di instaurare la connessione

alla rete e di gestire attraverso l'invio e la ricezione dei messaggi. La **InitWifiModem** è la funzione deputata a stabilire la connessione alla rete, mentre **WifiSendReceiveMgr** gestisce la comunicazione vera e propria (**Fig. 13**).

INITWIFIMODEM

Elemento essenziale di questo progetto è la connettività mediante modem WiFi **MB210**. La connessione del sistema alla rete è gestita dalla **InitWifiModem** che viene eseguita all'avvio del sistema. Va ricordato che affinché funzioni è necessario ricompilare la parte seguente con i dati della vostra rete:

```
#define SSID "MioSSID"
#define PWD "MiaPassword"
#define PORT 8087
```

Conclusa la **InitWifiModem** il sistema sarà elencato tra i dispositivi connessi alla rete (**Fig. 14**).

WIFISENDRECEIVEMGR

Come si vede del flow-chart in **Fig. 15**, una volta terminata la fase di connessione si attendono nuovi messaggi. All'arrivo di un nuovo messaggio la API MdmWifiCmd_ReceiveWifiMsg restituisce, come indicato nel flowchart, **WiFiRcv_DataReceived** che

↓ Listato 1

```
if( (OsTmr_GetTimerStatus(&PumpActuationTimer) == SwTimerExpired) ||
ReceiveEvt(&SendStsOffEvt)
)
{
    HistoryMatrix[HistoryIndex].durata = (Duration * WLC_TASK_PERIOD_MS)/1000;
    HistoryMatrix[HistoryIndex].litri = TankConsumedLitersEstimation;

    if(HistoryIndex < HISTORY_MATRIX_LEN - 1)
    {
        HistoryIndex++; //move to next position for history index
    }
    else
    {
        HistoryIndex = 0;
    }

    CommandPump(PumpOFF);
    PumpSts = STD_OFF;
    PumpOnTime = 0;
    Duration = 0;
    TankConsumedLitersEstimation = 0;

    SWaterLevelCtrlV = WlcCheck;
}
```



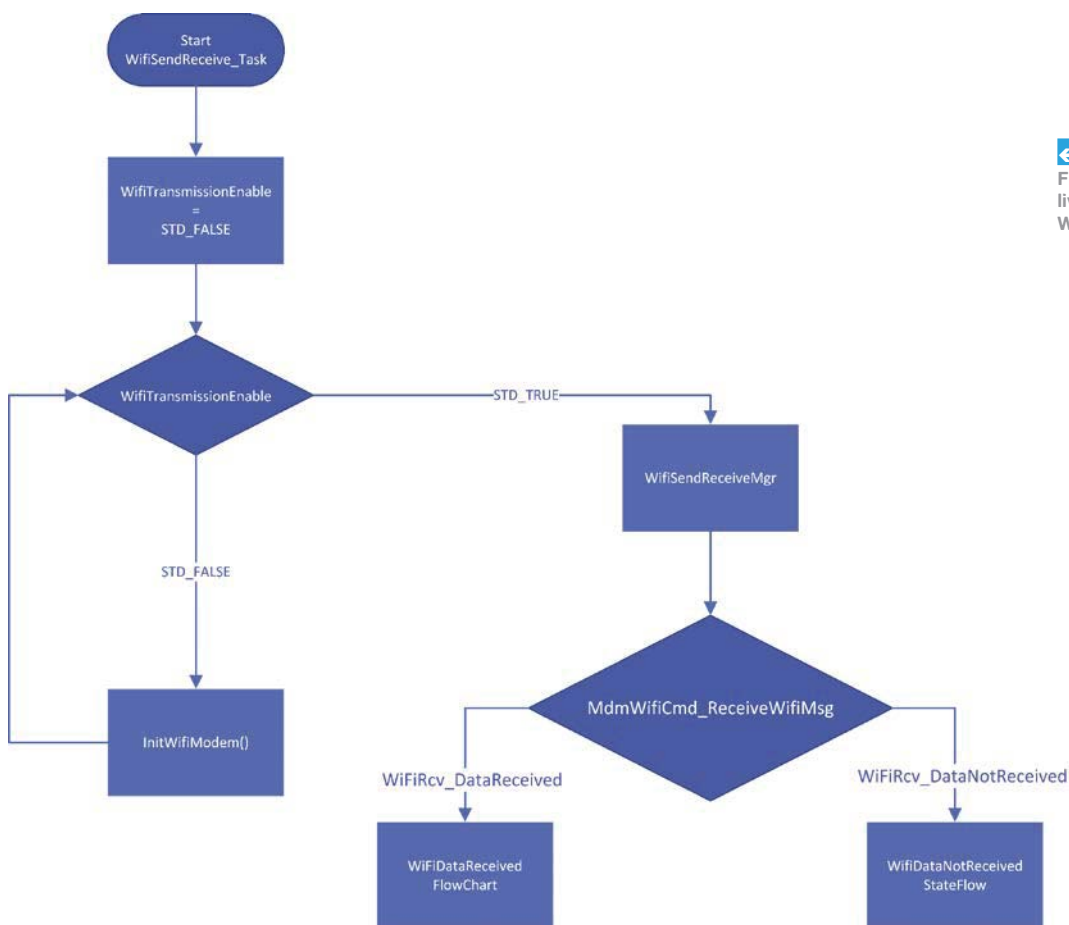


Fig. 13
Flow Chart di alto livello per il task WifiSendReceive_Task.

valorizza il buffer di ricezione chiamato **tempBuffer** e la sua lunghezza **RxDataLen**. Dal Buffer preleviamo l'ID del Client cui bisogna eventualmente rispondere ed estrapiamo il buffer del messaggio vero e proprio che conterrà l'identificativo e i dati contenuti, il payload. Il primo byte del messaggio, **WifiRxBuffer[0]**, con-

tiene l'ID e potrà assumere uno dei seguenti valori **WLC_CFG, WLC_STS, WLC_TIME_CFG, WLC_HISTORY**. Analizziamoli singolarmente: **WLC_CFG**: se il byte **WifiRxBuffer[1]** contiene un 0x1, l'App ci sta chiedendo di inviargli l'attuale configurazione, viene generato quindi l'evento **SendConfigSystemEvt** che gestiremo nella fase

2.4GHz Wireless Devices (Wireless intruders also show up here)

Status	Device Name	IP Address
Allowed	ONEPLUS6	172.16.0.3
Allowed	BRW40490F51C257	172.16.0.4
Allowed	LOCALHOST	172.16.0.5
Allowed	DESKTOP-7JTKAGT	172.16.0.7
Allowed	OCTOPI	172.16.0.13
Allowed	WATERLEVELCONTROLLER	172.16.0.18
Allowed	ESP_1DB061	172.16.0.19

Fig. 14
Assegnazione di nome e ip da parte del router.

di invio dei messaggi. Nel caso in cui WifiRxBuffer[1] contenga uno 0x0, il messaggio conterrà anche i byte successivi che useremo per settare la capacità del recipiente e la portata della pompa generando l'evento **ConfigSystemEvt** gestito nello stato **WlcCheck** di WaterLevelController.

WLC_STS: se il byte WifiRxBuffer[1] contiene un 0x1, l'App ci sta chiedendo di azionare la pompa e per fare questo generiamo l'evento TurnPumpOnEvt, invece qualsiasi valore diverso da 0x1 genererà l'evento TurnPumpOffEvt che spegnerà la pompa. Questi due eventi sono gestiti rispettivamente negli stati WlcCheck e WlcRunning di WaterLevelController. Infine viene generato l'evento **SendStsSystemEvt** per indicare all'utente lo stato aggiornato del sistema.

WLC_TIME_CFG: quando ricevuto, configura data e orario corrente dell'RTCC ricevuti dall'App dopodiché vengono generati gli eventi SendConfigSystemEvt e SendStsSystemEvt, questo per informare l'utente dell'App la configurazione e lo stato del sistema a valle della prima connessione.

WLC_HISTORY setta l'indice SendingIndex = 0 per indicare di trasmettere all'App la matrice di History partendo dal primo elemento e di abilitare la trasmissione della History.

```
SendingIndex = 0;
SendingHistoryBegin = STD_TRUE;
```

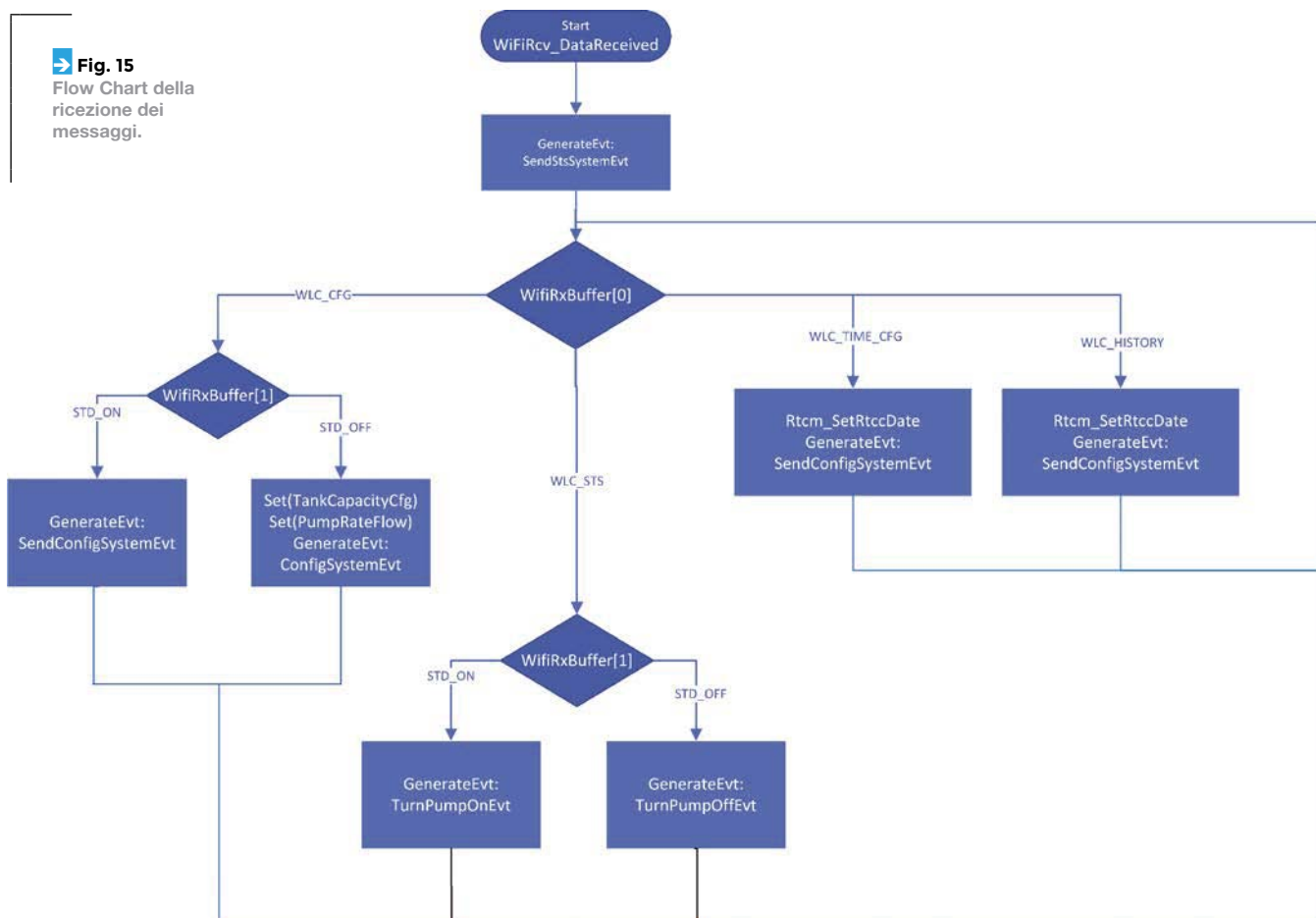
Indipendentemente dal valore di WifiRxBuffer[1] viene generato l'evento **SendStsSystemEvt** per chiedere di inviare lo stato del sistema all'App.

WifiSendReceive: invio dei messaggi

Dal flow chart di **Fig. 14** - Flow Chart di alto livello per il task WifiSendReceive_Task vediamo che se MdmWifiCmd_ReceiveWifiMsg restituisce **WiFiRcv_DataNotReceived** non ci sono nuovi messaggi in ricezione e si procede all'invio dei messaggi di cui sono stati eventualmente generati gli eventi corrispondenti. La verifica viene fatta con la macchina a stati di **Fig. 17**.

Lo stato iniziale della state Machine è WLC_CFG,

Fig. 15
Flow Chart della
ricezione dei
messaggi.



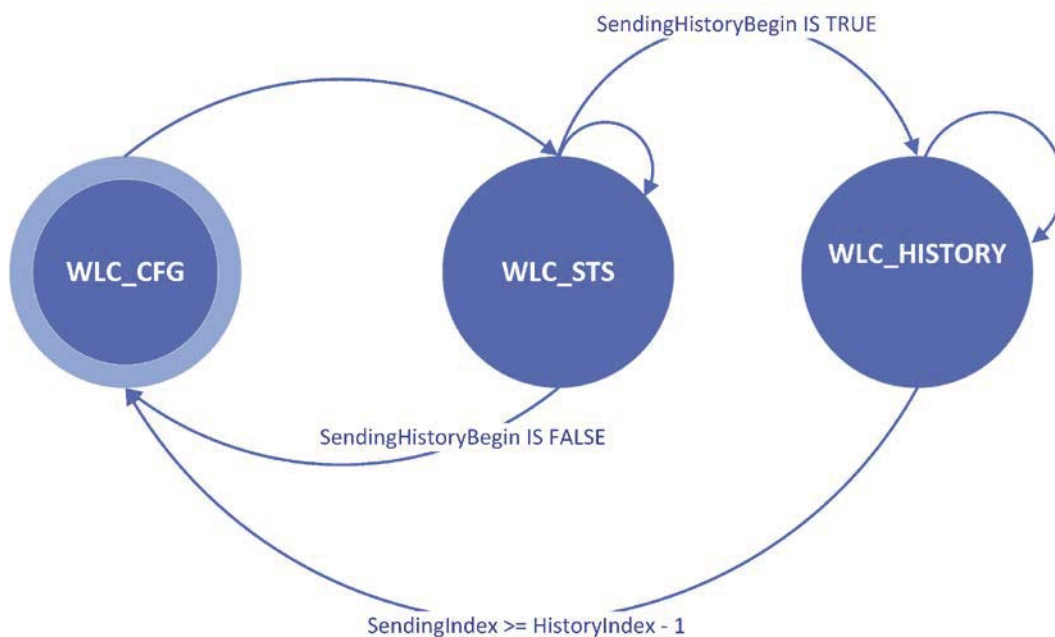


Fig. 16
Macchina
a stati per
l'invio dei
messaggi.

dal quale si transita negli stati seguenti al verificarsi delle condizioni necessarie, se ve ne sono. WLC_CFG viene inviato alla ricezione dell'evento SendConfigSystemEvt, si compila il buffer e si invoca la API apposita MdmWifiCmd_SendData:

```

if(ReceiveEvt(&SendConfigSystemEvt))
{
    WifiTxBuffer[0] = WLC_CFG;
    WifiTxBuffer[1] = STD_OFF;
    WifiTxBuffer[2] = (uint8_t)(TankCapacity >> 8);
    WifiTxBuffer[3] = (uint8_t)TankCapacity;
    WifiTxBuffer[4] = (uint8_t)(PumpRateFlow >> 8);
    WifiTxBuffer[5] = (uint8_t)PumpRateFlow;
    MdmWifiCmd_SendData(CONN_MODE_MULTIPLE, ClientID, WLC_CFG_MSG_LENGTH, WifiTxBuffer);
    SendingMessageSM = WLC_STS;
}

```

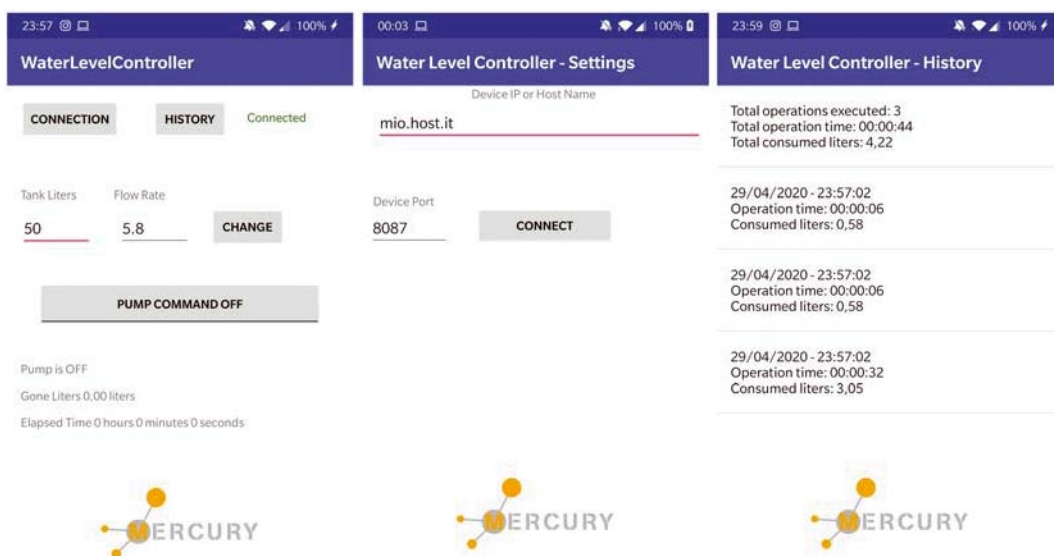
WLC_STS viene inviato alla ricezione dell'evento SendStsSystemEvt o se la pompa è attiva (flag PumpSts è STD_ON), successivamente se SendingHistoryBegin è settato si passa al messaggio WLC_HISTORY, altrimenti si torna allo stato precedente WLC_CFG a verificare se occorre inviare una nuova configurazione.

WLC_HISTORY invia la matrice di History a partire dall'indice 0 fino all'ultimo memorizzato (un record ogni 500 ms); per indicare all'app l'invio dell'ultimo record si setta WifiTxBuffer[1] = 0 si azzerava l'indice di partenza, si resetta SendingHistoryBegin e si transita nello stato WLC_CFG per verificare se occorre inviare una nuova configurazione.

L'APP ANDROID

Avere un sistema connesso alla rete permette il monitoraggio e il controllo da remoto; questo è ciò che fa la nostra app, sviluppata utilizzando Android Studio e composta dalle schermate mostrate in **Fig. 17**. Cliccando sul pulsante **Connection** della MainWindow si aprirà la finestra centrale in cui è possibile indicare l'indirizzo IP che il router ha assegnato al device o un host name, la porta deve essere la stessa indicata nel firmware, cliccando sul pulsante **Connect** si torna quindi alla finestra principale. Una volta effettuata la connessione, l'app invierà all'hardware l'orario corrente ed esso risponderà inviando ci il messaggio WLC_CFG che indica i litri del recipiente e la portata della pompa (Tank Liters e Flow Rate); riceveremo, inoltre, il messaggio WLC_STS che verrà indicato poco sotto.

Se è stata eseguita almeno un'attuazione, premendo il pulsante **History** si apre la terza finestra che riporta nella prima riga il totale delle attuatori eseguite, il tempo totale di azionamento e il totale dei litri consumati; le righe seguenti riportano le stesse informazioni, indicando l'orario e la data delle stesse. Premendo il pulsante posto al centro della finestra **PUMP COMMAND OFF** viene azionata la pompa, il pulsante cambia colore e il suo testo diventa **PUMP COMMAND ON**, mentre le righe sottostanti riporteranno lo stato aggiornato della pompa, i litri svuotati, e il tempo. Avere accesso via WiFi al sistema offre



→ **Fig. 17**
Schermate dell'App
di gestione del
sistema.

un ulteriore vantaggio: sui router attualmente presenti nelle nostre case è possibile fare in modo che ad un dispositivo ben preciso venga riservato un indirizzo IP noto; è possibile aprire delle porte (port forwarding) per poter comunicare con un dispositivo situato all'esterno della rete. Riservando un indirizzo IP al sistema e aprendo la porta dedicata è possibile comunicare con il sistema sia attraverso l'indirizzo IP assegnato dal router all'interno della rete locale, sia utilizzando l'IP che viene assegnato al router. Scegliendo quest'ultima strada possiamo gestire WaterLevelController anche quando siamo lontani da casa, a patto di sapere qual è l'indirizzo IP, cosa immediata se si dispone di un indirizzo IP statico, ma fattibile anche con IP dinamico passando dai servizi di DNS dinamici che permettono di associare un nome host al dispositivo.

CONCLUSIONI

In quest'articolo abbiamo sviluppato un'applicazione IOT utilizzando il Mercury System e il framework messo a disposizione senza doverci preoccupare di come fosse fatto l'hardware che per noi è stato trasparente, non abbiamo mai parlato del microcontrollore o di realizzare un protocollo di comunicazione come ad esempio l'I²C o l'RS232. Mercury System si è dimostrato un sistema davvero modulare, infatti una volta definiti i requisiti e la Mappa Messaggi, l'App ed il Firmware possono essere sviluppati separatamente anche da persone distinte: in quest'applicazione sono stati definiti due task, avrebbero potuto essere di più e ogni sviluppatore avrebbe potuto sviluppare

il suo indipendentemente dagli altri per poi integrarli e aggiungerli allo scheduler. Un altro vantaggio offerto dalla modularità del sistema Mercury è la possibilità di modificare in maniera trasparente il nostro sistema senza modificare una riga di codice. Si è parlato di azionare una pompa focalizzandoci sulla necessità di dover svuotare un recipiente, nulla vieta di sostituire alla pompa un'elettrovalvola per portare l'acqua ad un sistema di irrigazione, così come abbiamo usato un galleggiante per azionare la pompa, ma nulla vieta di usare un sensore ad infrarossi o qualsiasi altro tipo di interruttore.



Cosa occorre?

Il materiale utilizzato in questo progetto è disponibile presso Futura Elettronica. La base board per il sistema Mercury (cod. BB110) è in vendita al prezzo di Euro 23,00, il modem WiFi (cod. MB210) costa Euro 12,00, la scheda a relè (cod. SB111) è disponibile a Euro 17,00, la Expansion board (cod. EB111) costa Euro 12,00, la brainless (cod. BL810), è in vendita a Euro 5,50, la power board (cod. PB110) è disponibile a Euro 17,00, mentre il sensore livello (cod. WLIVELLO52) costa Euro 3,00. Ulteriori board Mercury sono disponibili all'indirizzo <http://bit.ly/SistemaMercury>. I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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

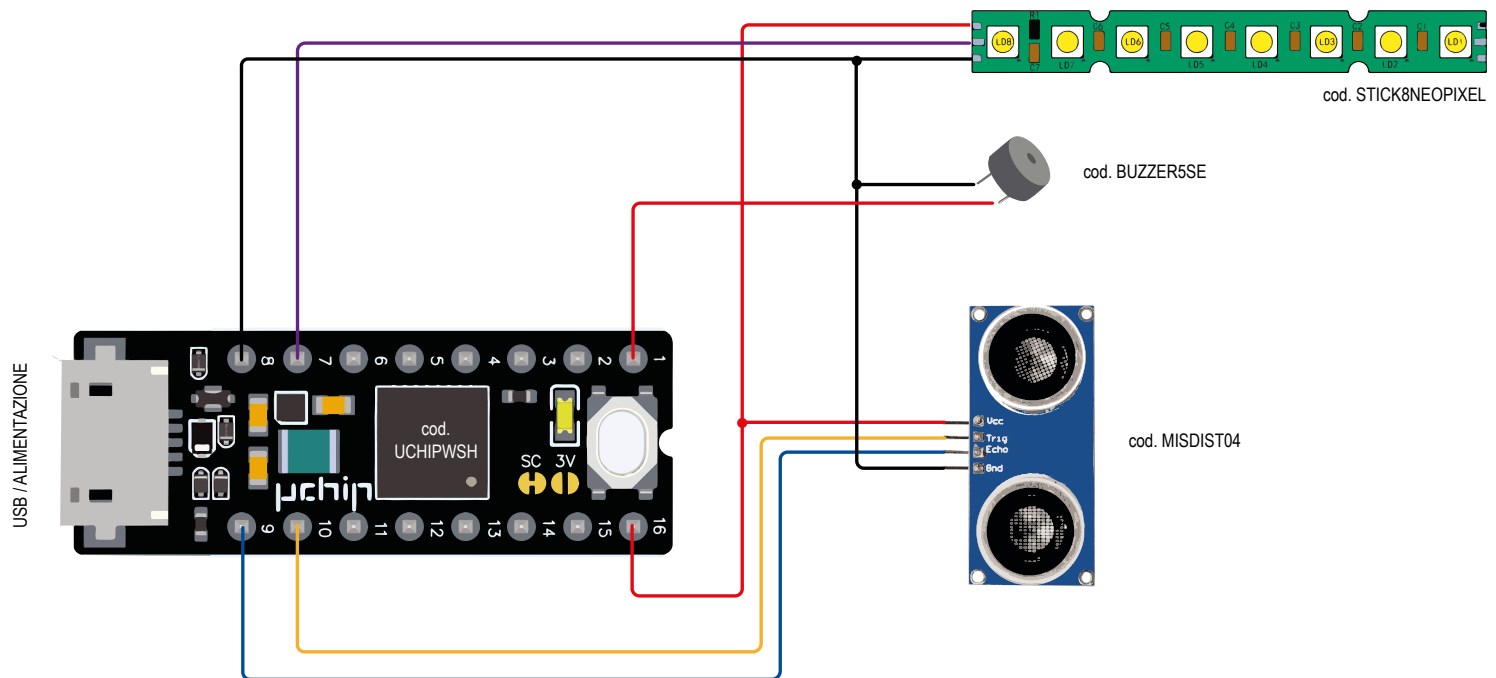
DISTANCE ALERT



di **DAVIDE SCULLINO**

Manteniamo il distanziamento sociale con un segnalatore acustico e ottico che ci avverte quando ci stiamo avvicinando troppo al bancone di un negozio, di un chiosco o a uno sportello.

D alla "ripartenza" dopo il COVID-19 e le varie Fase2, Fase 3 e chissà cos'altro, l'espressione "distanziamento sociale" è entrata nel linguaggio comune ed anche nelle nostre abitudini di vita; ma si sa, avvicinandosi a uno sportello, a un bancone o ad altre persone, non è semplice capire se stiamo rispettando la distanza che tale espressione sottintende, a meno di non avere riferimenti. In maniera semplice ma efficace, il distanziamento nelle code è stato marcato con nastri adesivi o segni vari al suolo, ma noi che siamo elettronici sappiamo che si può fare qualcosa di più, come ad esempio l'avvisatore di distanza proposto in queste pagine. Il dispositivo, che abbiamo chiamato Distance Alert, consiste in un rilevatore di ostacoli capace di fornire a una piccola scheda a microcontrollore un segnale



proporzionale alla distanza delle persone che gli si trovano di fronte, oltre che in un visualizzatore in plexiglass attraversato dalla luce di una strip Neopixel che lo illumina trasversalmente di rosso se la distanza è inferiore alle prescrizioni e di verde se è almeno quella minima richiesta. Ma entriamo nel vivo del dispositivo spiegandone l'hardware e il firmware.

IL NOSTRO PROGETTO

Il circuito alla base del dispositivo è essenziale e si basa su una minuscola board Arduino-compatibile chiamata **μchip** (cod. UCHIPWSH), la quale legge il segnale di distanza fornito da un minuscolo (misura appena 45,5x20,5x15,3 mm) modulo SONAR siglato MISDIST04 (commercializzato dalla Futura Elettronica - www.futurashop.it) lo elabora e in base al risultato compone una combinazione cromatica in una stringa dati che invia alla strip NeoPixel posta alla base di una lastra di plexiglass, cui è affidato il compito di visualizzatore. Se il segnale sulla distanza indica uno spazio insufficiente provvede anche a pilotare anche il cicalino affinché emetta un allarme acustico, mentre i LED NeoPixel producono la luce rossa, diversamente laddove la distanza sia ritenuta sufficientemente elevata il cicalino resta a riposo e la strip di LED RGB compone la luce verde. Il cicalino è del tipo passivo (quindi una semplice pastiglia piezoelettrica) e viene fatto suonare dalla board Arduino attraverso la generazione di un segnale rettangolare a frequen-

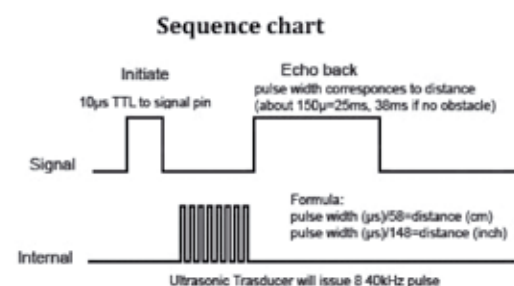
za determinata nel firmware, inviata sul pin cui è collegato (pin 1).

Notare che in realtà esiste una terza soglia che fa accendere il led RGB della strip di giallo.

Per meglio comprendere il funzionamento del circuito spendiamo qualche riga per spiegare in che modo funziona l'elemento sensore, vale a dire il piccolo SONAR, che risulta interfacciato alla scheda **μchip** tramite due linee, più positivo e negativo di alimentazione a 5V che vengono prelevati da Vext (pin 16) e GND (8).

Fornendo un impulso TTL positivo della durata di 10 μ s al pin di ingresso **Trig**, il sensore genera un treno di impulsi (otto, per l'esattezza) ad ultrasuoni alla frequenza di 40 kHz, che vengono inviati, tramite la capsula piezo trasmittente, verso l'ostacolo; la capsula ricevente rileva l'eco (ossia il riflesso sull'ostacolo che trova frontalmente, purché in un angolo di $\pm 15^\circ$ rispetto alla perpendicolare allo stampato) ed il segnale elettrico che produce ai

Fig. 1
Funzionamento
del sensore a
ultrasuoni.



propri capi viene amplificato e confrontato con quello trasmesso in modo da ricavarne un'informazione sulla distanza che verrà fornita sul pin di uscita **Echo** del modulo, sotto forma di impulso di tensione della durata compresa fra 150 μ s e 25 ms, proporzionale alla distanza dell'ostacolo. Per l'esattezza il range di misura è compreso fra 2 cm (cui corrisponde l'impulso di uscita più breve, di 150 μ s) e 4,5 m (che producono l'impulso più lungo, ossia 25 ms).

Se non rileva alcun ostacolo entro i 4,5 m, il modulo produce un impulso di durata di circa 38 ms. La distanza in cm (**d**) può essere desunta sulla base della lunghezza dell'impulso inviato sul piedino Echo (**t**) utilizzando la formula:

$$d = t / 58$$

dove la durata dell'impulso è espressa in microsecondi. Per fare un esempio, se Echo restituisce un impulso lungo 0,58 secondi (580 μ s) significa che la distanza rilevata dal sensore è pari a 10 cm. Resta inteso che l'impulso di 38 millisecondi è inteso come misura fuori range.

Il grafico proposto nella **Fig. 1** fornisce un'idea più chiara di come funziona il modulo a ultrasuoni, ovvero di come viene triggerato dal microcontrollore sul piedino Trigger (impulso chiamato *Initiate* nel grafico *Signal*) e quando genera il burst a ultrasuoni (impulsi nella traccia Internal) ossia a seguito del ritorno a zero logico del Trigger.

COME FUNZIONA

Stabilito ciò, vediamo come il microcontrollore all'interno della board μ chip interagisce con il modulo a ultrasuoni: il firmware fa generare periodicamente (ogni mezzo secondo) un impulso a livello alto emesso dal pin 10, che pilota il piedino Trig del modulo a ultrasuoni, della durata di 10 microsecondi; quindi si pone in "ascolto" dell'impulso di Echo fornito dal SONAR sulla linea omonima e lo acquisisce tramite la propria linea di I/O 9. Con un timer conta la durata di questo impulso e sfruttando la formula già esposta calcola la distanza. A questo punto se la stessa è maggiore o uguale a quella prevista come soglia (120 cm) prepara la stringa diretta alla strip NeoPixel con i dati per l'impostazione del colore verde e la genera sull'I/O 7, diretta al DIN della strip; se è minore di una seconda soglia (1 metro), prepara sempre una stringa ma contenente i dati per impostare l'accensione dei LED rossi, a invia al solito pin 7 e subito dopo genera la nota acustica pulsante inviandola al

cicalino piezo tramite il pin 1. Esiste una visualizzazione corrispondente a una distanza intermedia, compresa tra la soglia minima e la massima, ovvero quando la persona viene rilevata a meno di 120 cm ma ad oltre un metro: in questo caso il microcontrollore emette una stringa di comando che fa accendere i LED di rosso.

Ricordiamo che il protocollo di comando del sistema Neopixel prevede l'invio di gruppi di tre byte in una stringa di 24 bit, ognuna delle quali contiene lo stato di illuminazione di ciascun colore base (prima gli otto bit del verde, poi quelli del rosso e infine quelli del verde).

IL FIRMWARE

Diamo dunque uno sguardo allo sketch che governa il funzionamento del dispositivo, premettendo che è molto semplificato in virtù della disponibilità e dell'utilizzo da parte nostra di una libreria per ciascuno dei componenti impiegati nell'hardware; quindi il firmware inizia con l'inclusione delle librerie:

```
#include <HCSR04.h>
#include <uChipPowerManagement.h>
#include <Adafruit_NeoPixel.h>
```

la prima delle quali converte la durata degli impulsi del radar a ultrasuoni in distanza e passa quest'ultima sotto forma di variabile. La seconda riguarda la gestione dell'alimentazione della scheda Arduino μ chip e l'ultima è l'immancabile libreria per la gestione della strip NeoPixel.

Si passa poi alla definizione dei pin assegnati, che sono l'1 per il cicalino, il 7 per i dati neoPixel, 9 per leggere l'Echo del SONAR e ricavare la distanza, oltre che il 10 per comandare (quindi è settato come uscita) il Trig del SONAR.



CARATTERISTICHE TECNICHE

Visualizzazione:
plexiglass scanalato
a illuminazione trasversale

Tensione di alimentazione:
5 Vcc

Assorbimento tipico:
130 mA

Rilevamento:
a ultrasuoni

Distanze di soglia:
rosso < 100 cm
giallo >100cm <120 cm
verde >120 cm

Fig. 2
Il modulo a ultrasuoni si può applicare alla parete frontale del contenitore, facendo fuoriuscire le capsule.

↓ Listato 1

```
#include <HCSR04.h>
#include <uChipPowerManagement.h>
#include <Adafruit_NeoPixel.h>

#define PIN_BUZZER 1
#define PIN 7 // On Trinket or Gemma, suggest changing this to 1

#define NUMPIXELS 8 // Popular NeoPixel ring size

UltraSonicDistanceSensor distanceSensor(10, 9); // Initialize sensor that uses digital pins 13 and 12.
Adafruit_NeoPixel pixels(NUMPIXELS, PIN, NEO_GRB + NEO_KHZ800);

#define SPACE_MIN 100

uint32_t space;

void setup () {
  // Disabling the boost since the variable was initialized so.
  uChipEnableBoost(UCHIP_BOOST_DISABLED);
  // Setting the external voltage to VUSB
  // The HC-SR04 requires voltage higher than 3.6V
  // and beeps are stronger! :)
  uChipSetVextValue(VEXT_USB);
  pixels.begin(); // INITIALIZE NeoPixel strip object (REQUIRED)

  // Setting up the LED port
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
  SerialUSB.begin(115200);
  pinMode(PIN_BUZZER, OUTPUT);
  analogWrite(PIN_BUZZER, 0);
  pixels.clear(); // Set all pixel colors to 'off'
}

void loop () {
  // Every 500 miliseconds, do a measurement using the sensor and print the distance in centimeters.
  space=distanceSensor.measureDistanceCm();
  SerialUSB.println(space);
  delay(500);

  if (space > SPACE_MIN+130) {
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
    SerialUSB.println("ALL OK");
    analogWrite(PIN_BUZZER, 0);
    for(int i=0; i<NUMPIXELS; i++) { // For each pixel...
      pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(0, 150, 0));
      pixels.show(); // Send the updated pixel colors to the hardware.
    }
  }

  if ((space < SPACE_MIN+20) and (space > SPACE_MIN+10)) {
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
    SerialUSB.println("PREALARM");
    analogWrite(PIN_BUZZER, 0);
    for(int i=0; i<NUMPIXELS; i++) { // For each pixel...
      pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(255-space, 150, 0));
      pixels.show(); // Send the updated pixel colors to the hardware.
    }
  }

  if (space < SPACE_MIN) { // Turn off buzzer
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
    SerialUSB.println("ALARM");
    analogWrite(PIN_BUZZER, 125);
    for(int i=0; i<NUMPIXELS; i++) { // For each pixel...
      pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(255, 0, 0));
      pixels.show(); // Send the updated pixel colors to the hardware.
    }
  }
}
```



Si passa poi alla definizione della costante che stabilisce la distanza di soglia di riferimento pari a 1 metro:

```
define SPACE_MIN 100
```

Dopo il setup, si entra nel loop, che prevede l'esecuzione in sequenza di una struttura if-else nella quale ciclicamente (ogni 500 ms) il sensore a ultrasuoni viene stimolato a compiere la misura e fornire il risultato; tramite la libreria HCSR04.h viene interpretata la lunghezza dell'impulso Echo e a questo punto si pongono due possibilità, con relative reazioni in caso la distanza sia sotto la soglia di 1 metro, la superi di 20 cm o sia superiore. Nel primo caso la porzione di codice interessata è:

```
if (space < SPACE_MIN) { // Turn off buzzer
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
    SerialUSB.println("ALARM");
    analogWrite(PIN_BUZZER, 125);
    for(int i=0; i<NUMPIXELS; i++) { // For each pixel...
        pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(255, 0, 0));
```

la quale sostanzialmente impone che se la distanza è minore di SPACE_MIN e perciò di 1 metro, si accendono i LED NeoPixel di rosso puro (infatti la combinazione RGB è 255, 0, 0) e viene fatto suonare il cicalino.

Se invece la distanza misurata è maggiore di SPACE_MIN ma non abbastanza, entra in gioco la porzione di codice seguente:

```
if ((space<SPACE_MIN+20) and (space>SPACE_MIN+10)) {
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
    SerialUSB.println("PREALARM");
    analogWrite(PIN_BUZZER, 0);
    for(int i=0; i<NUMPIXELS; i++) { // For each pixel...
        pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(255-space, 150, 0));
```

Qui imponiamo che se la distanza è minore di 1 metro e 20 centimetri, bisogna far accendere i LED NeoPixel di giallo (la combinazione dei colori R, G, B è 255-space, 150, 0) ma di una tonalità che diventa tanto più arancione quanto la distanza si avvicina al metro (minima) e tanto più tendente al giallo chiaro quanto più la distanza cui si trova la persona rilevata si avvicina al metro e 20. Infine, se la distanza è almeno 1,2 metri è coinvolta la terza struttura:

```
digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
SerialUSB.println("ALL OK");
```



← La scheda µchip va collocata su un lato facendo spuntare la microUSB dalla parete.

```
analogWrite(PIN_BUZZER, 0);
for(int i=0; i<NUMPIXELS; i++) { // For each pixel...
    pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(0, 150, 0));
```

dove il firmware, in mancanza di una delle due condizioni precedenti (else) fa accendere le sole sezioni verdi dei LED a luminosità 150, indicando che il richiesto "distanziamento sociale" è stato ottenuto, ovvero indicando a chi guarda il pannello che va bene dove si è fermato.

Volendo potete ridefinire colori intervenendo sulle relative porzioni di codice e ricordando che 255 corrisponde, per ciascun colore base, alla massima luminosità e 0 a spento e che l'ordine dei colori è R, G, B (rosso, verde, blu).

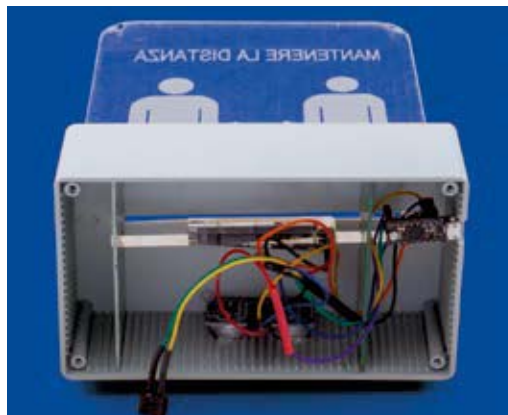
Se non vi interessa avere la variazione della tonalità del giallo potete modificare l'istruzione:

```
pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(255-space, 150, 0));
```

togliendo 255-space, 150, 0 e scrivendo tra parentesi 255, 150, 0.

REALIZZAZIONE PRATICA

Per realizzare il nostro dispositivo non serve un circuito stampato in quanto si tratta, per quel che



← Cablaggio e collocazione del circuito all'interno del contenitore.



Il plexiglass diventa verde quando la persona di fronte è a distanza adeguata e rosso in caso contrario.

riguarda la parte elettrica ed elettronica, di interconnettere, secondo lo schema di cablaggio visibile nelle pagine precedenti, la board μ chip, il modulo a ultrasuoni e lo spezzone di strip NeoPixel, oltre al cicalino piezoelettrico. L'elettronica così cablata potrà essere inserita in un contenitore a vostro piacimento (nel nostro prototipo ne abbiamo utilizzato uno in plastica grigia per elettronica, ma nulla vieta di sceglierne uno di forma differente o stamparlo in 3D su vostro disegno) appoggiando e fissando la scheda del sensore a ultrasuoni dietro alla parete frontale, dopo aver forato quest'ultima in modo da far spuntare le due capsule trasmettente e ricevente; la board μ chip potrà essere applicata alla parete laterale o posteriore del contenitore mediante colla a caldo, facendo spuntare il connettore microUSB da una finestrella appositamente ricavata sulla parete stessa. La strip NeoPixel andrà posta alla base della lastra di plexiglass scanalata da una faccia con il disegno che vorrete far visualizzare; il tutto prenderà posto sulla parete superiore del contenitore in cui inserirete l'elettronica, dopo aver programmato la μ chip.

Per fissare il plexiglass potete applicargli alla base delle squadrette metalliche o in plastica avvitate alla parte superiore del contenitore e al plexiglass stesso, tuttavia esteticamente otterrete un risultato migliore se lavorerete la lastra lasciando due prolungamenti sui lati della parte inferiore, da inserire in due tacche che ricaverete sulla superficie d'appoggio del contenitore, incollando poi le parti con silicone sigillante o colla a caldo. La lastra display in plexiglass già incisa, visibile nelle foto in queste pagine e disponibile da Futura Elettronica (www.futurashop.it) è fatta esattamente così. Per quanto riguarda la programmazione della

piccola μ chip, rammentiamo che il firmware in questa board si carica come in tutte le Arduino, dopo aver aperto l'IDE ed aver installato (da *Strumenti>Scheda>Boards Manager*) il driver di terze parti, quindi aprendo il file dello sketch e inviandolo. Per l'alimentazione dell'insieme si può utilizzare qualsiasi alimentatore stabilizzato con tensione d'uscita di 5 volt stabilizzati e corrente di almeno 200 milliampere, dotato di cavetto terminante con un connettore maschio microUSB, da inserire nella femmina della scheda μ chip; da quest'ultima partiranno i fili che alimentano il modulo misuratore di distanza a ultrasuoni e la strip NeoPixel.

CONCLUSIONI

Il progetto proposto è un segnalatore che più di ogni gesto o parola vi aiuterà a far mantenere la distanza alle persone in attesa; potete personalizzarlo a vostro gusto partendo dalla nostra idea. ■



Cosa occorre?

I componenti utilizzati in questo progetto sono disponibili presso Futura Elettronica. La board μ chip (cod. UCHIPWSH) è in vendita a Euro 19,90, il sensore ad ultrasuoni (cod. MISDIST04) è disponibile a Euro 5,00, lo stick con 8 neopixel (cod. STICK8NEOPIXEL) costa Euro 6,50, il contenitore da forare (cod. COFFER2) è in vendita a Euro 7,50. Il progetto completo con il plexiglass serigrafato, il contenitore forato e tutti i componenti elettronici da cablare (cod. DISTALERT) è disponibile a Euro 89,00. I prezzi si intendono IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:

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

Capire e usare



di PIER CALDERAN

Conosciamo approfonditamente la tecnologia LoRa/LoRaWAN per l'uso specifico di dispositivi in ambito IoT, appoggiandoci a un hardware che realizza un end-device LoRa. Prima puntata.

Sono già trascorsi cinque anni da quando, sulle pagine della nostra rivista, apparve un articolo in tre puntate che spiegava in modo approfondito la tecnologia LoRa, abbinando la teoria alla pratica mediante l'utilizzo di uno shield per Arduino, da noi progettato ad hoc: si trattava dei fascicoli di ottobre, novembre, dicembre 2015. All'epoca si parlava ancora poco di LoRaWAN e in generale di tecnologie LoRa, quindi ci limitammo a sperimentare con la tecnologia, ma oggi, con la crescita esponenziale dei dispositivi IoT, l'uso della tecnologia LoRaWAN è diventata un must per questo tipo di applicazioni, tanto che abbiamo ritenuto opportuno approfondire la materia dedicandole il corso che inizia qui.

COSA SONO LORA E LORAWAN

Anche se appartenenti a uno stesso concetto di trasmissione/ricezione a lungo raggio (*Long Range*) le due

tecnologie si differenziano totalmente per la loro finalità. Procediamo con ordine e capirete il perché.

LoRa è una tecnologia di comunicazione dati, sviluppata e brevettata nel 2008 da Cycleo (Grenoble, Francia) e acquisita dalla Semtech Corporation (USA) nel 2012; dal sito ufficiale della Semtech (<https://semtech.com>), leader mondiale nella produzione di chip LoRa/LoRaWAN, apprendiamo che sono oltre 100 milioni i dispositivi distribuiti a oggi. Questo panorama offre l'idea di come questa tecnologia sarà sempre più determinante per creare il nostro *Smart Planet*.

La tecnologia LoRa rientra nell'ambito delle reti **LPWAN**, ovvero *Low Power Wide Area Network*, quindi nasce per assicurare comunicazioni a lungo raggio ma con consumi molto più bassi di quelli che dispositivi tradizionali consentirebbero; ciò viene ottenuto con un particolare algoritmo di trasmissione. Quando sono collegati a una rete LoRaWAN, i dispositivi LoRa possono ospitare una

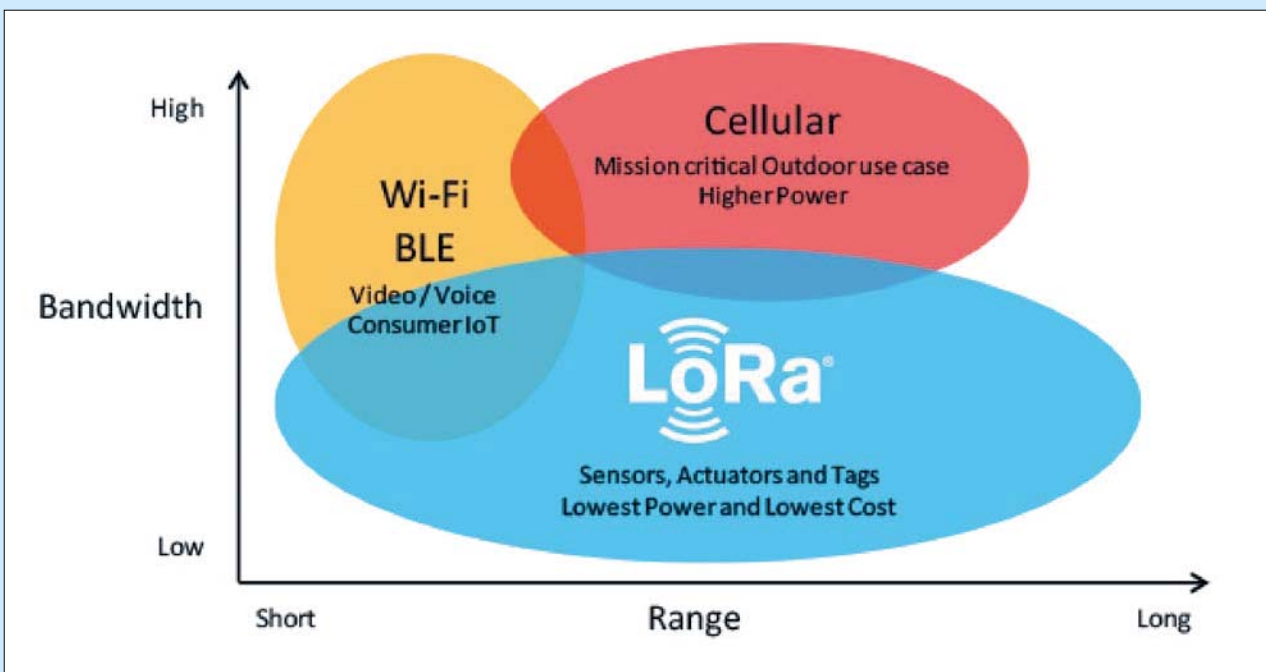


Fig. 1 - L'efficienza della copertura LoRa rispetto ad altre tecnologie.

vasta gamma di applicazioni IoT trasmettendo pacchetti di dati senza bisogno di eccessiva potenza, a differenza delle reti cellulari o basate su Wi-Fi/BLE che richiedono elevata larghezza di banda e alta potenza o che hanno una portata o capacità limitata per superare ostacoli e penetrare in ambienti interni profondi. Lo schema della **Fig. 1** (dal sito Semtech) mostra chiaramente come LoRa si colloca rispetto a tali tecnologie.

LoRa ALLIANCE

Fondata nel 2015, LoRa Alliance è un'associazione senza scopo di lucro dedicata alla standardizzazione delle reti geografiche a bassa potenza (LPWAN) e alla promozione globale dello standard aperto LoRaWAN. La missione di LoRa Alliance è quella di supportare e promuovere l'adozione globale dello standard LoRaWAN garantendo l'interoperabilità di tutti i prodotti e tecnologie per un futuro di ecosostenibilità. LoRa Alliance comprende oltre 500 membri di vari settori ed è in rapida crescita. Semtech è un membro sponsor insieme ai leader del settore Alibaba Cloud, Comcast machineQ, Google Cloud, Cisco, IBM e innumerevoli altri che lavorano insieme per dare vita alle soluzioni basate su LoRa. Per fare un esempio di cosa sta succedendo nel mondo, vediamo un caso di copertura LoRa da parte di una compagnia telefonica in Europa. In **Fig. 2** possiamo vedere la copertura LoRa offerta da Swisscom (<https://www.swisscom.ch>) in Svizzera. Chiamata semplicemente LPN (*Low Power Network*), la rete svizzera per applicazioni IoT copre già oltre il 96,7% del territorio.

FREQUENZE LoRa LIBERE PER TUTTI

Come vedremo, le frequenze LoRa sono libere, ovvero non c'è nessun proprietario che possa imporre una licenza di utilizzo, come succede per altre tecnologie. Chiunque può creare un ecosistema LoRa senza pagare royalty a chicchessia; esattamente come fa Swisscom in Svizzera e altri operatori in tutto il mondo.

Addirittura un privato che voglia costruirsi la sua rete LoRa personale può farlo semplicemente acquistando o producendo in proprio i dispositivi LoRa da collegare a un gateway LoRaWAN per connetterli a un cloud pubblico o privato, e offrire il servizio a chiunque. Vediamo come.

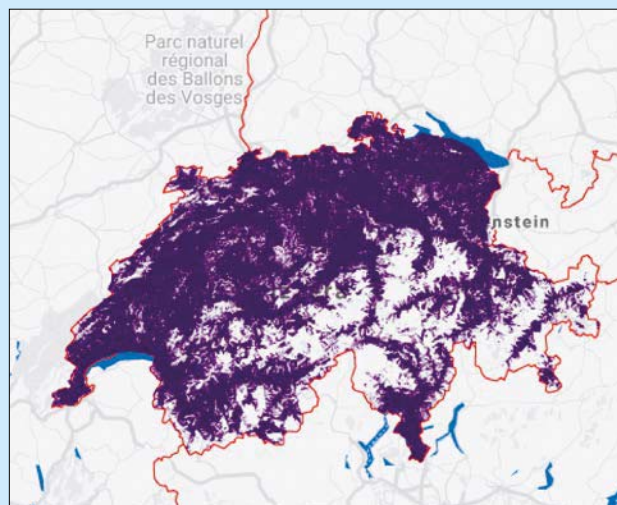


Fig. 2 - La copertura LoRa in Svizzera.

COME FUNZIONA LA TECNOLOGIA LORA

LoRa utilizza bande di frequenza radio sub-gigahertz di libero utilizzo (ovvero senza dover chiedere licenza):

- 169 MHz;
- 433 MHz;
- 868 MHz (Europa);
- 915 MHz (Nord America).

La tecnica di modulazione di LoRa è del tipo CSS (*Chirp Spread Spectrum*), traducibile come "spettro diffuso che utilizza impulsi chirp". Questi impulsi chirp, simili a un cinguettio (vedi Fig. 3), sono modulati in frequenza lineare a banda larga per codificare le informazioni. È un segnale sinusoidale in aumento o diminuzione della frequenza nel tempo. Nella Fig. 3 vedete un esempio di *upchirp*, in cui la frequenza aumenta linearmente nel tempo, e di *downchirp* con la frequenza in diminuzione nel tempo.

Con la modulazione CSS, LoRa consente trasmissioni a lungo raggio da 2 a 5 km in aree urbane con ostacoli e più di 10 km nelle aree rurali, con un basso consumo energetico. Come vedremo, con la sola comunicazione LoRa si può costruire un sistema RF di ricetrasmittenti per un utilizzo "punto-punto", efficiente, economico, ma non connesso o difficilmente connettabile a Internet, a differenza di LoRaWAN che è un protocollo appositamente studiato per l'accesso a Internet.

MODULAZIONE CSS E CHIRP SPREAD SPECTRUM

Cerchiamo di capire meglio come funziona il CSS in ambito LoRa: diciamo subito che mantiene le stesse caratteristiche di bassa potenza della modulazione FSK. In pratica, la tecnica a spettro diffuso che utilizza impulsi chirp modulati in frequenza lineare a larga banda codifica i dati digitali da trasmettere. LoRa usa il CSS per codificare i dati e utilizza un numero di bit che viene diffuso da un certo numero di chirp per bit. Questo numero viene definito fattore di diffusione o *Spread Factor (SF)*.

Il CSS LoRa usa fattori di diffusione da 7 a 12:

- valori di diffusione bassi forniscono elevate velocità di trasmissione dati e richiedono meno tempo *Over The Air (OTA)*;
- valori alti forniscono basse velocità di trasmissione dati e richiedono un tempo OTA più elevato.

Possiamo così riassumere le caratteristiche della modulazione CSS LoRa:

- larghezza di banda scalabile;
- inviluppo costante in rapporto alla bassa potenza;
- elevata robustezza del segnale;
- resistenza al fading;
- resistenza all'effetto Doppler;
- funzionalità a lungo raggio;
- possibilità di localizzazione

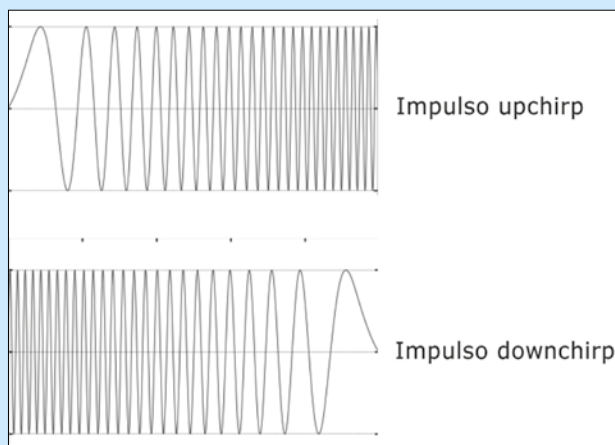


Fig. 3

Per un approfondimento del principio su cui si basa il *LoRa Spread Spectrum* leggete il riquadro ad esso dedicato in queste pagine.

LORAWAN

LoRaWAN definisce il protocollo di comunicazione e un'architettura di sistema per la rete. In pratica il livello fisico LoRa consente il collegamento a lungo raggio, mentre LoRaWAN è responsabile della gestione delle frequenze, della velocità e della gestione dei dati.

I dispositivi nella rete sono asincroni e trasmettono quando dispongono di dati da inviare.

I dati trasmessi da un dispositivo finale LoRa (chiamato *end device* o *end node*) sono ricevuti da uno o più gateway, che inoltrano i pacchetti di dati a un server di rete centralizzato. Il server di rete filtra i pacchetti, esegue i controlli di sicurezza e gestisce la rete. I dati vengono quindi inoltrati a uno o più server delle applicazioni.

ECOSISTEMA LORA/LORAWAN

Un esempio di ecosistema LoRa/LoRaWAN è illustrato in Fig. 4.

- Gli *end device* LoRa raccolgono localmente i dati da sensori come, per esempio, temperatura, umidità, luce, acqua, gas, inquinamento, dati GPS e così via.
- Gli *end device* trasmettono i dati a uno o più gateway (detti anche concentratori).
- I gateway ricevono i dati dagli *end device* e li mandano a un cloud Internet via LAN o WLAN.
- Il cloud è connesso a un server di applicazioni.
- Il server delle applicazioni consente la gestione e la visualizzazione dei dati.

DA DOVE INIZIARE

Giunti a questo punto, le strade che possiamo intraprendere per iniziare il nostro cammino nel mondo

LORA SPREAD SPECTRUM

La modulazione LoRa di Semtech affronta tutte le problematiche associate ai sistemi digitali a spettro diffuso per fornire un'alternativa economica, a basso consumo, ma soprattutto robusta, alle tradizionali tecniche di comunicazione a spettro diffuso. Nella modulazione LoRa la diffusione dello spettro si ottiene generando un segnale chirp che varia continuamente in frequenza. Un vantaggio di questo metodo è che gli offset di frequenza e la frequenza tra trasmettitore e ricevitore sono equivalenti, riducendo notevolmente la complessità del design del ricevitore. La larghezza di banda di frequenza di questo chirp equivale alla larghezza di banda spettrale del segnale.

La relazione tra il bit rate dei dati desiderati e la modulazione LoRa può essere espressa come segue e definire il bit rate di modulazione, indicato con R_b nella seguente formula:

$$R_b = SF * \frac{1}{\left[\frac{2^{SF}}{BW} \right]} \text{ bits/sec}$$

dove:

SF = Spreading Factor (da 7... a 12)

BW = Modulation bandwidth (Hz)

DATA RATE E SPREADING FACTOR

Diamo uno sguardo alla relazione fra la velocità dei dati o *Data Rate* (DR), il fattore di diffusione o *Spread Factor* (SF) e larghezza di banda o *Bandwidth* (BW). Questi tre termini sono correlati, ma il collegamento tra questi non è del tutto ovvio.

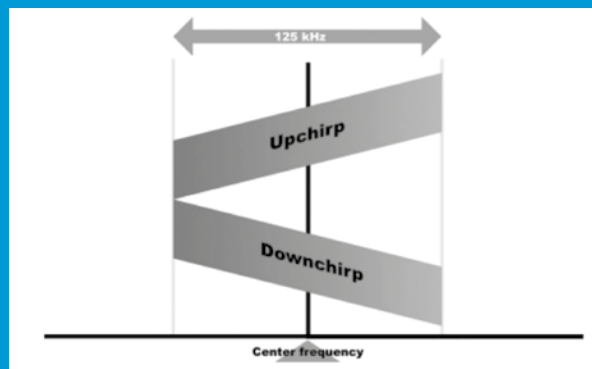
Abbiamo visto che LoRa utilizza il cosiddetto protocollo "chirp". Il protocollo chirp utilizza una modulazione di frequenza ad ampiezza fissa. Può utilizzare l'intero spettro allocato per trasmettere segnali producendo un segnale che attraversa il canale. Ci sono due tipi di chirp: il "chirp ascendente" che si muove verso l'alto in frequenza e un "chirp" che si muove verso il basso in frequenza, cioè quando c'è un chirp che si muoverà attraverso la frequenza allocata in entrambe le direzioni.

LARGHEZZA DI BANDA

LoRa utilizza tre larghezze di banda:

- 125 kHz
- 250 kHz
- 500 kHz

Il chirp utilizza l'intera larghezza di banda.



FATTORE DI DIFFUSIONE (SPREAD FACTOR)

I fattori di diffusione sono, in breve, la durata del chirp. Come già detto, LoRa opera con fattori di spread da 7 a 12. SF7 è il più breve tempo in ricetrasmisione, SF12 è il più lungo.

Ogni passaggio nel fattore di diffusione raddoppia il tempo in ricetrasmisione per trasmettere la stessa quantità di dati.

Con la stessa larghezza di banda più tempo in ricetrasmisione ovviamente si ottengono meno dati trasmessi per unità di tempo.

DATA RATE

LoRaWAN usa una diversa configurazione di frequenze, fattori di diffusione e larghezze di banda a seconda del continente in cui opera. Per le bande EU868, EU433, CN780 e AS923 le velocità dati o *Data Rate* (DR) sono quelle riportate in tabella.

DATA RATE	CONFIGURAZIONE	LARGHEZZA DI BANDA	BIT/S	MAX PAYLOAD (CARICO UTILE MASSIMO)
DR0	SF12	125kHz	250	59
DR1	SF11	125kHz	440	59
DR2	SF10	125kHz	980	59
DR3	SF9	125kHz	1760	123
DR4	SF8	125kHz	3125	230
DR5	SF7	125kHz	5470	230
DR6	SF7	250kHz	11000	230
DR7	FSK: 50kpbs	50kpbs	50000	230

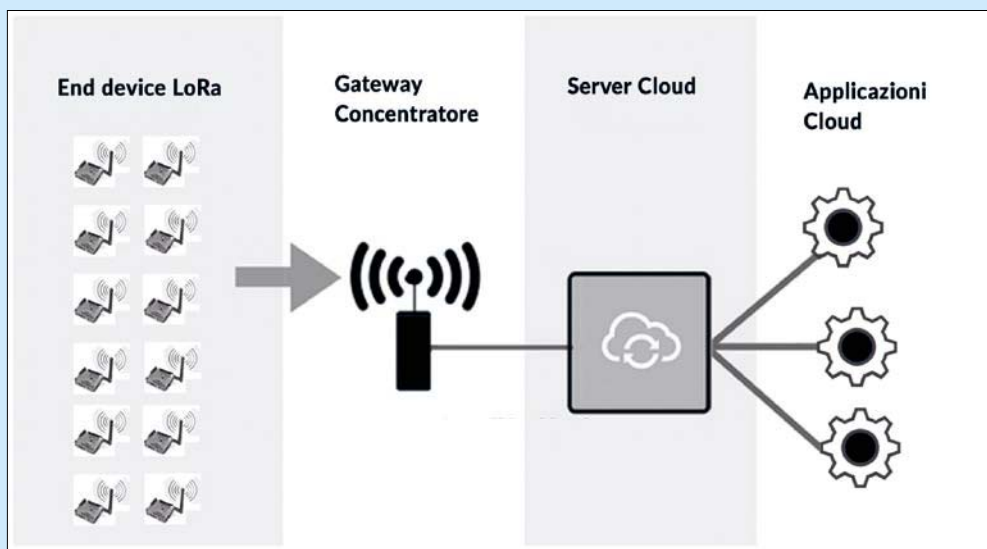


Fig. 4 - Ecosistema lo/LoRaWAN.

LoRaWAN sono essenzialmente due:

1. acquistare un sistema "chiavi in mano";
2. costruirci un sistema LoRa/LoRaWAN.

Confidando sul fatto che chi ci legge sia potenzialmente un maker appassionato del fai-da-te, scartiamo la prima ipotesi a piè pari e cominciamo la nostra avventura per costruire uno o più end device LoRa e anche un gateway LoRaWAN. Cercheremo di creare una rete personalizzata senza costi eccessivi e senza chiedere il permesso di utilizzo delle frequenze a nessuno. Per fare questo sfrutteremo le piattaforme a noi più consone, ovvero Arduino e Raspberry Pi, e tutte le risorse open source messe a disposizione nell'ambito LoRa.

END DEVICE LORA

Fra i molti chip disponibili in commercio, per il nostro primo progetto, che chiameremo *end device LoRa*, ne utilizzeremo uno molto diffuso, ovvero il chip Semtech SX1276, che viene dato già montato e pronto all'uso in molte schede breakout. Per comodità e affidabilità abbiamo posto la nostra attenzione sul breakout RFM95W prodotto dell'azienda Hoperf (www.hoperf.com), venduto già per la frequenza di 868 MHz. Il suo aspetto e la piedinatura sono visibili nella Fig. 5.

Le caratteristiche principali del modulo Hoperf RFM95W sono di seguito elencate.

- modem LoRa;
- budget di collegamento massimo di 168 dB;
- +20 dBm - uscita RF costante di 100 mW rispetto all'alimentazione;
- PA ad alta efficienza (+14 dBm);
- bit-rate programmabile fino a 300 kbps;
- sensibilità fino a -148 dBm;
- IIP3 di -12,5 dBm;

- corrente in RX di 10,3 mA;
- corrente mantenimento registro di 200 nA;
- sintetizzatore integrato con risoluzione di 61 Hz;
- modulazione LoRa, FSK, GFSK, MSK, GMSK e OOK;
- sincronizzatore di bit integrato per il recupero del clock;
- rilevazione del preambolo;
- gamma dinamica 127 dB RSSI;
- motore di pacchetti fino a 256 byte con CRC;
- sensore di temperatura incorporato e indicatore di batteria scarica;
- dimensioni 16x16 mm.

Il modulo deve essere alimentato ufficialmente a 3,3 V, ma abbiamo testato la tensione di una LiPo da 3,7 V senza problemi e questo si è rivelato ottimo per il nostro progetto. Per funzionare, il modulo ha bisogno di un microcontrollore che comunichi tramite la porta SPI (MISO, MOSI, SCK, NSS) e i sei registri digitali I/O (da DIO0 a DIO5), che possono essere usati per le impostazioni interne.

Il pin di reset serve a inizializzare il modulo mentre al pin ANT va collegata l'antenna tarata sulla lunghezza d'onda di 868 MHz. Per le prime prove, useremo un semplice filo di rame lungo circa 8,6 cm, ovvero $\frac{1}{4}$ della lunghezza d'onda (34,56 cm/4).

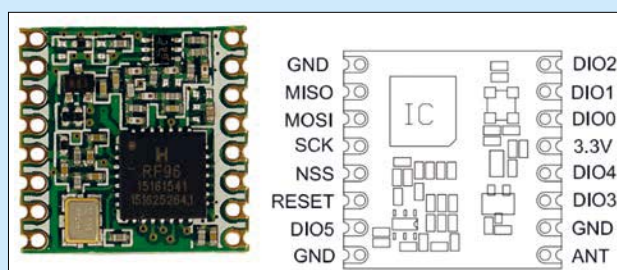


Fig. 5 - Il modulo RFM95W di Hoperf.

IL MICROCONTROLLORE

Per controllare il modulo LoRa abbiamo pensato di utilizzare la piattaforma Arduino o, meglio, il suo microcontrollore, che nello specifico è il chip ATmega328. Il motivo di questa scelta sta nel fatto che, oltre alla sua semplicità di utilizzo, per esso si trovano in rete molte risorse open source dedicate a LoRa e LoRaWAN. Riportiamo la piedinatura e il collegamento con il modulo LoRa nella Fig. 6.

Oltre alla connessione alla porta SPI, vanno collegati

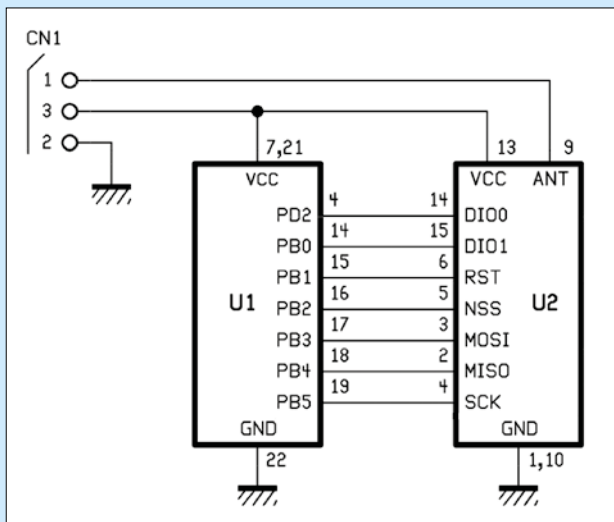
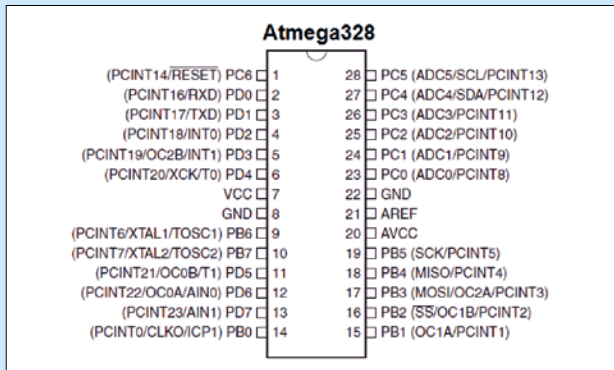


Fig. 6 - Connessione del modulo LoRa al chip ATmega328.

anche i pin DIO0 e DIO1 del modulo che servono per impostare, come vedremo, le funzioni di IRQ callback per la trasmissione e ricezione. Gli altri pin DIO non verranno usati. Notare che nella Fig. 6 il modulo LoRa risulta capovolto rispetto alla piedinatura serigrafata nella parte inferiore del modulo. Quindi, fate molta attenzione a saldare il componente dalla parte giusta! Notare che il chip ATmega328 verrà usato senza i consueti condensatori da 22 μ F e il quarzo da 16 MHz che di norma andrebbero collegati ai pin 8 e 9 per fornire il clock a 16 MHz. Per il nostro progetto abbiamo preferito usare il chip ATmega328 sfruttando il clock interno a 8 MHz,

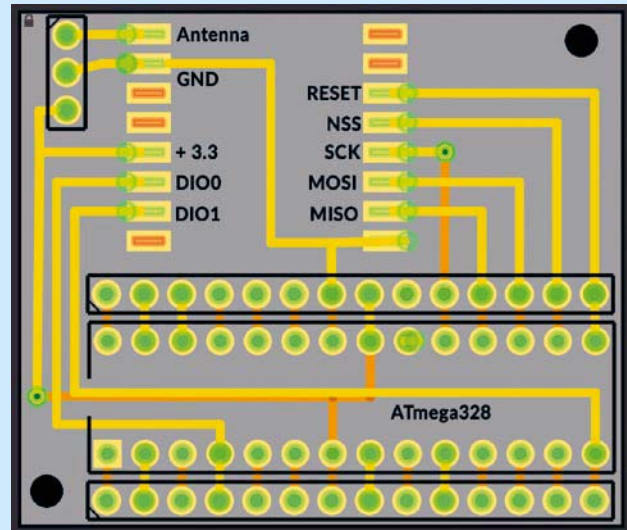


Fig. 7 - Il circuito stampato del nostro end device LoRa.

risparmiando componenti e soprattutto riducendo le dimensioni del circuito stampato a soli 40 x 35 mm. La Fig. 7 illustra lo schema del circuito stampato. Per facilitarvi il compito, nell'area download potete scaricare i file Gerber per la stampa del PCB. Per chi vuole modificare il circuito, magari per aggiungere qualche sensore, LED o altro, è disponibile anche il file Fritzing. Coloro che desiderano avere tutto pronto, nello store della Futura Elettronica è disponibile il kit completo dell'end device LoRa (codice prodotto: 8350-SC102), comprensivo di modulo RFM95W, ATmega328, zoccolo 28 pin e i connettori con i pin per l'ATmega328 e l'alimentazione (Fig.8). Ad ogni modo, una volta montati i componenti sul circuito stampato, il nostro end-device sarà simile a quello proposto nella Fig. 9. Per l'antenna, basterà saldare uno spezzone di filo di circa 8,6 cm al pin Antenna. Per provare il funzionamento è più che sufficiente. In seguito si potrà

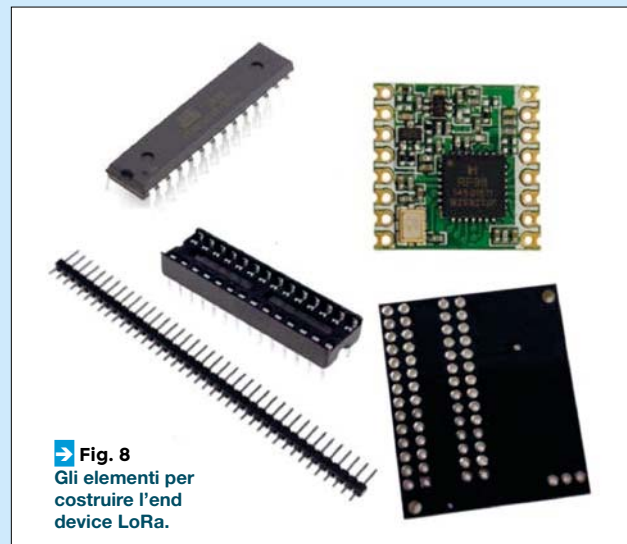


Fig. 8
Gli elementi per costruire l'end device LoRa.



← Fig. 9 - Il nostro end device LoRa montato.

sostituire l'antenna a filo con una migliore, per esempio con un'antenna elicoidale, per ottenere un maggior guadagno.

ANALISI DEL CIRCUITO

Per far capire meglio il funzionamento tra microcontrollore e modulo LoRa spieghiamo in dettaglio i collegamenti. La comunicazione con il ricetrasmittitore LoRa avviene tramite l'interfaccia SPI (*Serial Peripheral Interface*). Questa interfaccia utilizza quattro pin:

- **MOSI**: Master Output Slave Input
- **MISO**: Master Input Slave Output
- **SCK**: Serial Clock
- **SS** o **CS** ovvero Slave Select o Chip Select

La **Tabella 1** espone come devono essere collegati alla porta SPI del chip ATmega328.

La connessione al pin SS è flessibile, ovvero si può dedicare un pin qualsiasi dell'ATmega328, che deve venire configurato via software, come vedremo.

SPI RFM95W	PIN ATMEGA328
SCK	19
MISO	18
MOSI	17
CS/SS	16

↑ Tabella 1

PIN DIO

I pin digital I/O (DIO da 0 a 5) sulla scheda del ricetrasmittitore possono essere configurati per varie funzioni. La libreria che utilizzeremo otterrà informazioni sullo stato istantaneo del ricetrasmittitore, attraverso **DIO0** e **DIO1**.

Ad esempio, quando inizia una trasmissione LoRa, il pin **DIO0** è configurato come uscita **TxDone**.

Quando la trasmissione è completa, il pin **DIO0** viene portato allo stato *high* dal ricetrasmittitore. Gli altri pin DIO possono essere lasciati scollegati. Sul lato ATmega328, questi due pin del modulo possono essere connessi a qualsiasi pin e vanno configurati via software. In modalità LoRa i pin DIO vengono utilizzati come segue:

- **DIO0**: TxDone e RxDone;
- **DIO1**: RxTimeout.

PIN RESET

Il ricetrasmittitore ha un pin di reset (**RST**) che può essere utilizzato per ripristinarlo in modo esplicito. La libreria utilizza il reset per garantire che il chip LoRa sia in uno stato coerente all'avvio. In pratica, questo pin può essere lasciato disconnesso, dal momento che il ricetrasmittitore si troverà già nello stato normale all'accensione, ma in alcuni casi il collegamento del pin di reset potrebbe evitare problemi di riavvio della connessione. Sul lato ATmega328, è possibile configurare qualsiasi pin per il reset.

RXTX

Il ricetrasmittitore LoRa offre due connessioni di antenna separate: una per **RX** e una per **TX**. Di solito, una scheda ricetrasmittente contiene un chip di commutazione dell'antenna, per commutare le connessioni RX e TX. In genere, a un commutatore di antenna deve essere detto quale posizione dovrebbe avere, attraverso un pin di ingresso, spesso etichettato come RXTX. Il modo più semplice per controllare il commutatore di antenna consiste nell'utilizzare il pin RXTX del chip SX1276. Questo pin viene automaticamente impostato *high* durante TX e *low* durante RX. Le schede RFM95W sembrano non avere questo tipo di connessione e non espongono alcun pin RXTX, pertanto non è necessario alcun collegamento RXTX all'ATmega328.

LA LIBRERIA LoRa PER INIZIARE

È possibile provare il funzionamento dei nostri end device sfruttando una semplice libreria LoRa, sviluppata da Sandeep Mistry e disponibile per il download dal suo repository GitHub: <https://github.com/sandeepmistry/arduino-LoRa>.

Questa libreria va installata nell'IDE di Arduino come di consueto. Fra gli esempi della libreria possiamo trovare due sketch molto utili al nostro test: **LoRaSender** e **LoRaReceiver**. Il primo serve a mandare un pacchetto LoRa, mentre il secondo serve a riceverlo.

Attenzione! Questa libreria non consente nessun invio di pacchetti LoRaWAN a un cloud, ma effettua una semplice comunicazione peer-to-peer fra due end device. In pratica, fa la stessa cosa di un radiocomando RX/TX per apricancello.

Fra le molte librerie LoRa di questo tipo, abbiamo scelto quella di Sandeep Mistry perché è già configurata per il nostro end device e non serve apportare nessuna modifica o impostare parametri particolari nel file *cpp* della libreria, come accade in altre librerie.

Per il test degli sketch *LoRaSender* e *LoRaReceiver* occorre aver assemblato almeno due end-device.

LO SKETCH LORASENDER

Il codice dello sketch *LoRaSender* è visibile per intero nel **Listato 1**. Analizzando l'esempio, possiamo vedere che dopo l'inclusione delle librerie SPI e LoRa, nella funzione *setup* viene inizializzato il modulo LoRa, con la funzione

LoRa.begin(915E6). L'unica modifica da apportare al codice è proprio questa: **LoRa.begin(868E6)**.

Questa funzione serve a inizializzare il modulo LoRa alla frequenza europea di 868 MHz, essendo la frequenza di 915 MHz usata per gli USA.

Se non ci sono errori di inizializzazione del modulo, ovvero se non appare il messaggio *Starting LoRa failed!*, lo sketch proseguirà nel loop. Con le funzioni **LoRa.print("hello ")** e **LoRa.print(counter)**, vengono mandati il messaggio di testo "hello" e il numero di volte che il messaggio viene trasmesso. La variabile **counter** viene incrementata di 1 ogni 5 secondi.

Con la funzione **LoRa.endPacket()** viene trasmesso il comando di fine trasmissione del pacchetto LoRa. Per una migliore comprensione dell'esempio abbiamo aggiunto i nostri commenti al codice.

LO SKETCH LORARECEIVER

Il codice dello sketch *LoRaReceiver* è visibile per intero nel **Listato 2**. Come per il precedente sketch, vengono incluse le librerie SPI e LoRa. Nella funzione *setup* viene inizializzato il modulo LoRa, con la funzione **LoRa.begin(915E6)**. Ricordarsi anche qui di modificare il codice così: **LoRa.begin(868E6)**.

Se non ci sono errori di inizializzazione del modulo, ovvero se non appare il messaggio *Starting LoRa failed!*, lo sketch proseguirà nel loop e, con la funzione **LoRa.parsePacket()**, tenterà di rilevare il pacchetto LoRa inviato dal *LoRaSender*. Se viene ricevuto un pacchetto con l'istruzione **if (packetSize)**, nel monitor seriale verrà stampato "Received

↓ Listato 1

```
#include <SPI.h> //libreria SPI
#include <LoRa.h> //libreria LoRa

int counter = 0; //variabile di conteggio

void setup() {
  Serial.begin(9600); //inizializzazione del monitor seriale
  while (!Serial); //attende che la porta seriale si connetta. Necessario per schede con USB nativo

  Serial.println("LoRa Sender"); //stampa il messaggio "LoRa Sender"

  if (!LoRa.begin(868E6)) { //Attenzione! Modificare il parametro 915E6 con 868E6
    Serial.println("Starting LoRa failed!"); //stampa "Starting LoRa failed" se il modulo non viene inizializzato
    while (1); //ciclo perpetuo
  }
}

void loop() {
  Serial.print("Sending packet: "); //stampa il messaggio "Sending packet: "
  Serial.println(counter); //stampa il valore della variabile di conteggio counter

  // send packet
  LoRa.beginPacket(); //invia il comando di inizio di trasmissione del pacchetto LoRa
  LoRa.print("hello "); //stampa il messaggio "hello " nel pacchetto LoRa
  LoRa.print(counter); // stampa il valore della variabile di conteggio nel pacchetto LoRa
  LoRa.endPacket(); //invia il comando di fine trasmissione del pacchetto LoRa

  counter++; //incremento della variabile di conteggio

  delay(5000); //ritardo di 5 secondi prima di un nuovo invio
}
```


Listato 2

```
#include <SPI.h> //libreria SPI
#include <LoRa.h> //libreria LoRa

void setup() {
  Serial.begin(9600); //inizializzazione del monitor seriale
  while (!Serial); //attende che la porta seriale si connetta. Necessario per schede con USB nativo

  Serial.println("LoRa Receiver"); //stampa il messaggio "LoRa Receiver"

  if (!LoRa.begin(868E6)) {
    Serial.println("Starting LoRa failed!"); //stampa "Starting LoRa failed" se il modulo non viene inizializzato
    while (1); //ciclo perpetuo
  }
}

void loop() {
  // try to parse packet
  int packetSize = LoRa.parsePacket(); //cerca di rilevare un pacchetto LoRa
  if (packetSize) { //se viene ricevuto un pacchetto LoRa...
    // received a packet
    Serial.print("Received packet "); //...stampa "Received packet"

    // read packet
    while (LoRa.available()) { //mentre è disponibile la connessione LoRa...
      Serial.print((char)LoRa.read()); //... stampa il contenuto del pacchetto
    }

    // print RSSI of packet
    Serial.print(" with RSSI "); //stampa " with RSSI "
    Serial.println(LoRa.packetRssi()); //... e il valore in dB del segnale (RSSI)
  }
}
```

packet” e, fintantoché rimane disponibile la connessione nel ciclo **while (LoRa.available())**, verranno letti i dati ricevuti tramite la funzione **LoRa.read()**. Nel monitor seriale verrà stampato il messaggio *“hello ”*, il numero di conteggio della variabile counter, seguito dal messaggio *“ with RSSI ”* e il dato in decibel della forza del segnale (RSSI).

CARICARE GLI SKETCH NEGLI END DEVICE

Vediamo adesso come caricare lo sketch Arduino nei microcontrollori degli end device; per fare ciò non si può operare come con una scheda Arduino, perché il microcontrollore ATmega328 non è un device di quelli contemplati dall’IDE, però esiste la possibilità di programmare il micro stand-alone. Allo scopo è necessario disporre di una scheda Arduino UNO (o simile), impostarla come programmatore ISP e collegarla al chip ATmega328 attraverso la porta SPI.

Chi non ha dimestichezza con questa procedura può seguire il tutorial sul sito Arduino, alla pagina <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ArduinoToBreadboard>. Nella sezione *Minimal Circuit (Eliminating the External Clock)* viene spiegato in dettaglio come scaricare e installare la scheda “ATmega328 on a breadboard (8 MHz internal clock)”. Lo schema di collegamento di Arduino UNO al chip ATmega328 sulla breadboard è visibile in **Fig. 10**.

Una volta fatto questo, è possibile caricare il bootloader per la scheda ATmega328 a 8MHz e gli sketch tramite il menu *Sketch > Carica tramite un programmatore*.

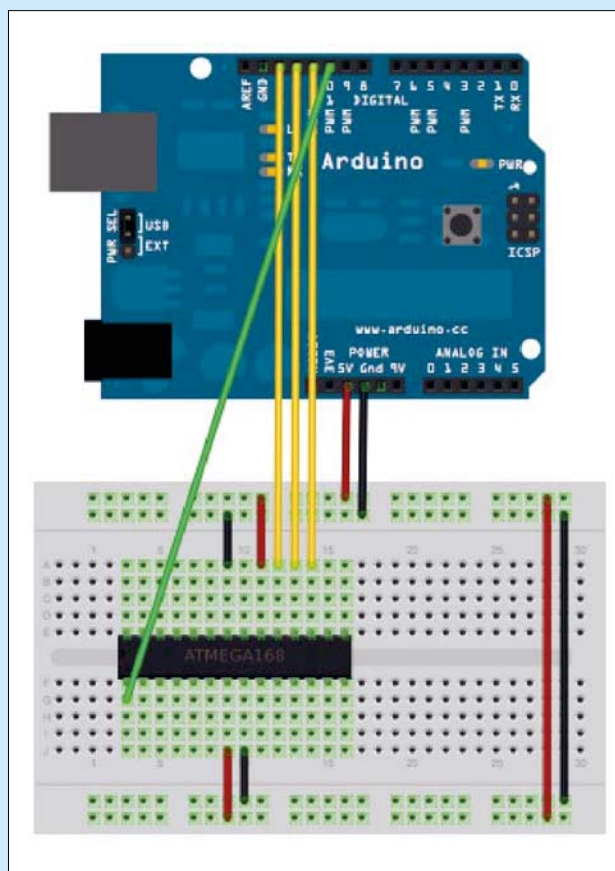


Fig. 10 - Il collegamento ISP di Arduino UNO e ATmega328.

Una volta caricati gli sketch, è sufficiente smontare gli ATmega328 dalla breadboard e introdurli negli zoccoli dei due end device *LoRaSender* e *LoRaReceiver*. Con questa operazione gli end device sono pronti per essere utilizzati nelle nostre applicazioni.

MONITOR SERIALE

Per poter visualizzare i dati in arrivo al nostro *LoRaReceiver*, è necessario collegare la porta seriale del chip ATmega328 alla porta seriale di Arduino UNO, come illustrato nella **Fig. 11**. Basta collegare il TX (pin 3) dell'ATmega328 al pin RX (pin 0) di Arduino UNO, oltre ovviamente, alla massa. Quindi bisogna caricare un semplice sketch nella scheda Arduino per poter leggere i dati provenienti dalla porta seriale e stamparli sul monitor dell'IDE di Arduino. Lo sketch da caricare nell'Arduino UNO affinché siano visualizzate le informazioni è illustrato qui di seguito:

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

void loop() {
  if Serial.available()
  {
    char in_byte = Serial.read();
    Serial.print(in_byte);
  }
}
```

Come vedete, si tratta di un codice molto semplice ed essenziale, eseguendo il quale, se non ci sono errori in trasmissione e/o ricezione degli end device, si otterrà

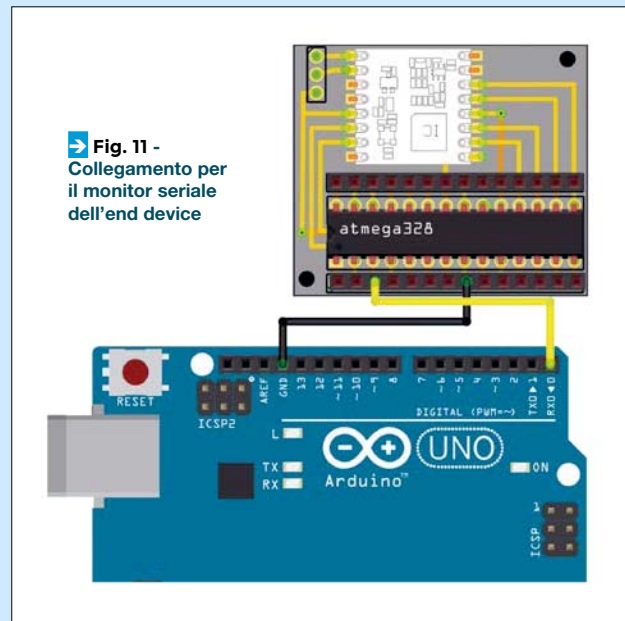


Fig. 11 -
Collegamento per
il monitor seriale
dell'end device

qualcosa di simile a quanto mostrato nella **Fig. 12**, la quale riporta la relativa schermata del Serial Monitor. Se necessario, per verificare i dati inviati dal *LoRaSender* basta collegarlo allo stesso modo alla porta seriale della scheda Arduino UNO.

CONCLUSIONI

Bene, per il momento ci fermiamo qui. Con la speranza di essere stati sufficientemente chiari, vi diamo appuntamento alla prossima puntata. Parleremo più a fondo dei pacchetti LoRa e di come usarli con i nostri end device in una rete LoRaWAN. A presto!

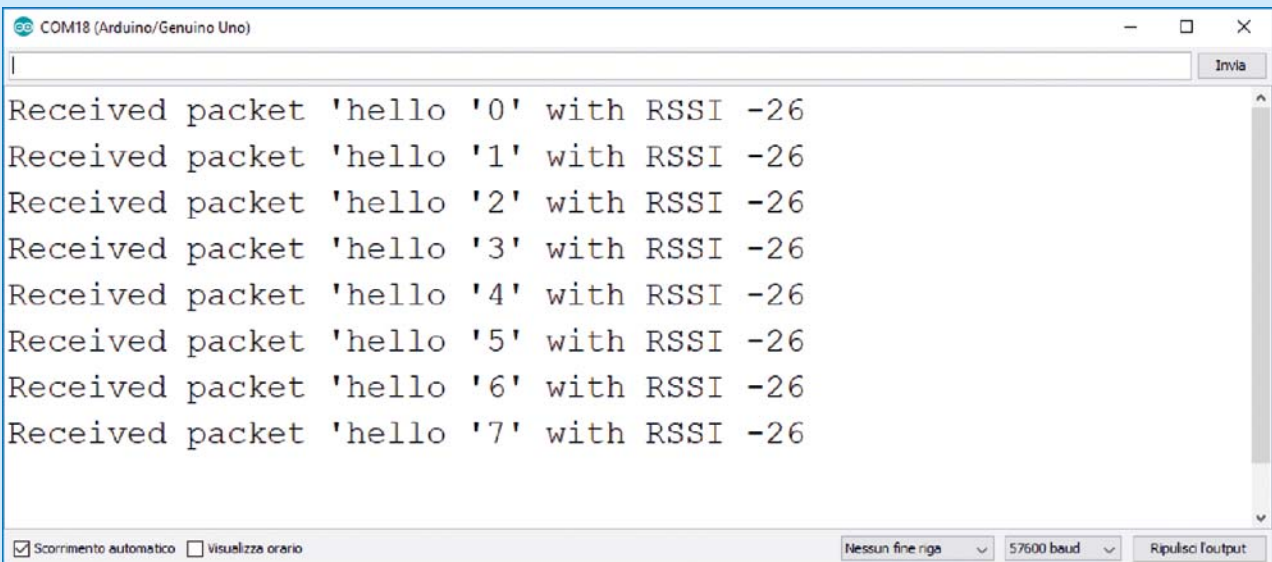


Fig. 12 - Il monitor seriale del receiver.

PER I TUOI PROGETTI UTILIZZA I SET DI COMPONENTI

Vasta scelta e grande risparmio!

Euro 14,90

cod. YM397



**SET 1000 PEZZI DI LED
3 MM - VARI COLORI**

Euro 4,90

cod. SETCONDELE



**SET CONDENSATORI ELETTROLITICI
12 VALORI**

Euro 8,00

cod. YM403



**SET 100 CONDENSATORI
POLIESTERE - VARIE CAPACITÀ**

Euro 7,50

cod. KITFUS5X30



**KIT FUSIBILI 82 PEZZI 6X30
ASSORTITI**

Euro 7,50

cod. YM406



**SET 300 PEZZI LED 3-5 MM
VARI COLORI**

Euro 9,00

cod. YM374



**SET 50 TRIMMER DI PRECISIONE
MULTIGIRI - MONTAGGIO VERTICALE**

Euro 9,00

YM398



**SET 500 PEZZI LED 5 MM
VARI COLORI**

Euro 6,00

cod. YM379



**SET COMPONENTI ELETTRONICI
ASSORTITI**

Euro 12,00

cod. YM377



**SET 300 TRANSISTOR ASSORTITI
TO-92**

Euro 21,90

cod. SETELEC



**SET COMPONENTI ELETTRONICI
VARI CON PIASTRA E ALIMENTATORE**

Euro 8,00

cod. SET24INDU



**SET INDUTTANZE 24 VALORI
10 PEZZI PER VALORE**

Euro 10,90

cod. SMDRES3K610M



**SET RESISTENZE SMD 0805
DA 3,6 KOHM A 10 MOHM**

Euro 7,00

cod. 140ZENER



**SET 140 DIODI ZENER
10 PEZZI PER VALORE**

Euro 15,00

cod. SMDRES03K6



**SET RESISTENZE SMD 0805
DA 0 A 3,6 KOHM**

Euro 3,90

cod. SETCERAMICI



**SET CONDENSATORI CERAMICI
22 VALORI - 10 PEZZI PER VALORE**

Euro 6,50

cod. SETDIODI



**SET DIODI RADDRIZZATORI
100 PEZZI**

Euro 5,50

cod. SETTRIMMERMO



**SET TRIMMER MONTAGGIO
ORIZZONTALE - ASSORTITI**

Euro 7,00

cod. SETMULTIST



**SET CONDENSATORI MULTISTRATO
VARI VALORI - 10 PEZZI PER VALORE**

Euro 16,00

cod. KRES-0603



**SET 1700 RESISTENZE SMD
(SERIE 0603) - ASSORTITE**

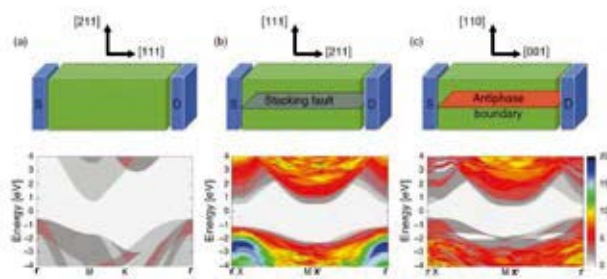
Euro 9,90

cod. SETZOCOLI



**SET 70 PZ ZOCCOLI A LAMELLA
ASSORTITI**

Così il carburo di silicio "cubico" rivoluzionerà l'elettronica di potenza



La crescita di substrati di alta qualità per applicazioni microelettroniche è uno degli elementi chiave che possono guidare la società verso un'economia verde più sostenibile. Oggi, il silicio svolge un ruolo centrale nell'industria dei semiconduttori per i dispositivi microelettronici e nano elettronici: wafer di silicio di materiale monocristallino di

elevata purezza (99,0% o superiore) possono essere ottenuti mediante una combinazione di metodi di crescita a partire dalla fase liquida e una successiva epitassia. Per l'assenza di una fase liquida stabile, questa combinazione di processi non può essere utilizzata per la crescita del materiale emergente per l'elettronica di potenza: il carburo

L'universo in banda 2: il cosmo sarà tutta un'altra musica

Il telescopio Alma, che scruta l'universo dai 5000 metri dell'altopiano di Chajnantor, in Cile, riceverà un aggiornamento che gli consentirà di essere ancora più performante e migliorare le sue già eccellenti doti. È stato infatti ratificato il contratto che vede coinvolti un consorzio internazionale di istituti di ricerca, tra cui l'Inaf, per la produzione finale di una serie di ricevitori di ultima generazione da installare sulle 66 antenne che compongono Alma (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array). Grazie a questi nuovi ricevitori estremamente sensibili, denominati Band 2 receiver cartridges, Alma sarà in grado di captare i più deboli segnali dal cosmo con lunghezze d'onda comprese tra 2,6 e 4,5 mm.

Dopo aver superato con successo i test di un prototipo di ricevitore in banda 2, il board di Alma ha approvato la fase di pre-produzione di sei ricevitori, con l'obiettivo di passare infine alla produzione del set completo, ovvero un ricevitore per ciascuna delle 66 antenne di Alma.

Con questi ricevitori, Alma diventerà una macchina scientifica ancora più versatile

e potente, riuscendo a ottenere accurate misurazioni del mezzo interstellare freddo, la tenue miscela di materia e radiazione che permea lo spazio tra le stelle. Nella banda 2, Alma sarà anche in grado di studiare le proprietà della polvere presente in differenti ambienti astronomici, dai dischi che formano i pianeti alle galassie, e sarà in grado di estendere le sue capacità all'osservazione dell'universo remoto. Con queste migliorie, Alma riuscirà anche a osservare la presenza di molecole complesse e pesanti nel nostro vicinato cosmico.

La produzione dei ricevitori a cartuccia della banda 2 sarà intrapresa da un consorzio comprendente la Netherlands Research School for Astronomy (Nova), la Chalmers University, Göteborg, Svezia, e l'Istituto nazionale di astrofisica. L'Osservatorio astronomico nazionale del Giappone (Naoj) contribuirà alla produzione e al collaudo dell'ottica del ricevitore

come contributo dell'Asia orientale al programma di sviluppo Alma. Il National Radio Astronomy Observatory (Nrao) e l'Università del Cile sono stati coinvolti nello sviluppo e nella produzione di alcuni componenti dei ricevitori, che saranno inviati all'Eso per i test e l'integrazione.

"È un grande risultato che rende conto degli anni di studio e grande lavoro sperimentale nel dimostrare la fattibilità di tecnologie allo stato dell'arte necessarie



di silicio (SiC). Oggi, un team internazionale di ricercatori guidato da Antonino La Magna e Giuseppe Fisicaro dell'Istituto per la microelettronica e i micro sistemi (Imm) del Cnr di Catania ha dimostrato mediante uno studio teorico e sperimentale come "controllare" le imperfezioni cristalline all'interno del carburo di silicio cubico o 3C-SiC. Il 3C-SiC tra le varie strutture del SiC (dette polipi) è insieme quella più simile al

silicio e quella più promettente per una serie di applicazioni. Lo studio è pubblicato sulla rivista Applied Physics Reviews ed è stato selezionato dell'editorial board come "featured article": esso descrive i meccanismi atomici che regolano la cinetica di difetti estesi che sono, in questo materiale, piani di atomi in posizioni errate rispetto a quelle occupate nel cristallo ideale. La ricerca mira a riuscire a controllare le imperfezioni

cristalline all'interno del SiC per applicazioni nei dispositivi di potenza basati su materiali ad ampia banda proibita, potenzialmente rivoluzionando la microelettronica.

I ricercatori hanno individuato i meccanismi atomistici responsabili della generazione e dell'evoluzione dei difetti estesi. In particolare, è stato dimostrato che i difetti anti-fase – difetti cristallografici planari che rappresentano il confine

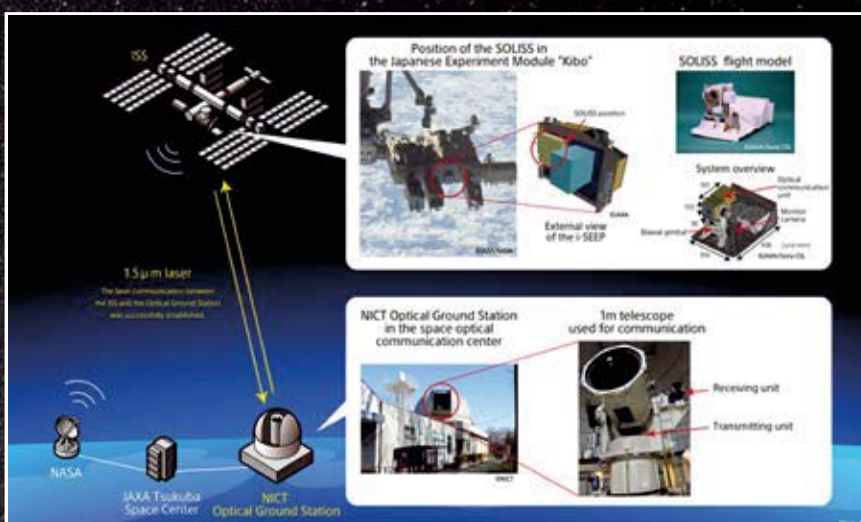
di contatto tra due regioni di cristallo con legami commutati (C-Si anziché Si-C) – sono una fonte critica di altri difetti estesi in varie configurazioni. L'eventuale riduzione di questi difetti anti-fase è particolarmente importante per ottenere cristalli di buona qualità che possono essere utilizzati in dispositivi elettronici e consentire la loro produzione su larga scala.

www.cnr.it

per aumentare la già enorme capacità scientifica dell'osservatorio Alma", sottolinea entusiasta Fabrizio Villa, ricercatore Inaf, responsabile del laboratorio CryoWaves e per l'Italia dello sviluppo tecnologico della banda 2 di Alma. "Abbiamo messo in piedi in Inaf due laboratori, a microonde ad Arcetri e CryoWaves a Bologna, proprio per arrivare pronti alla fase di costruzione dei ricevitori in banda 2. È l'inizio di un'opportunità unica per mettere a frutto la nostra esperienza e conoscenza". L'Inaf in particolare co-progetterà insieme a Nova e Gard il ricevitore in banda 2 e avrà la responsabilità tecnica della fornitura delle sue guide d'onda. Inaf inoltre gestirà per il consorzio l'interfaccia con Eso per la fornitura dei componenti ritenuti fondamentali per garantire le prestazioni del ricevitore, come i suoi *feedhorn*, i trasduttori ortomodali e gli amplificatori a bassissimo rumore.

Il team dell'Inaf caratterizzerà uno dei due prototipi *master* che daranno il via alla fase di pre-produzione e quindi di produzione vera e propria, dove continuerà, grazie alle competenze acquisite, a dare supporto tecnico al consorzio per garantire le incredibili performance richieste da Alma.

www.inaf.it



Primo collegamento bidirezionale Ethernet a 100 Mbps tra la ISS e terra con laser da 1,5 μm

Lo hanno annunciato JAXA, NICT e Sony CSL che hanno realizzato il sistema di comunicazione laser bidirezionale SOLISS (Small Optical Link per la Stazione spaziale internazionale) installato nel modulo sperimentale giapponese (JEM) "Kibo" della ISS; il collegamento è avvenuto con la stazione ottica di terra NICT consentendo di inviare dati ed immagini ad alta definizione (HD) via Ethernet. È la prima volta al mondo che vengono stabiliti collegamenti Ethernet simmetrici bidirezionali utilizzando dispositivi di comunicazione laser progettati per piccoli satelliti.

Il sistema SOLISS è stato installato sulla struttura esposta di Kibo sulla ISS a settembre 2019. Da allora, al fine di stabilire un collegamento laser bidirezionale tra il sistema di bordo

e la stazione ottica di terra, sono stati condotti test di comunicazione una volta alla settimana, tempo permettendo, mentre si effettuavano regolazioni su vari parametri.

Il 25 ottobre 2019 è stato stabilito con successo un downlink ottico e un controllo di puntamento fine da SOLISS alla stazione di terra e, il 5 marzo 2020, un collegamento laser bidirezionale con la stazione ottica di terra, utilizzando un raggio laser con una lunghezza d'onda di 1,5 μm. Inoltre, l'11 marzo, le immagini HD sono state ricevute con successo presso la stazione ottica di terra da SOLISS tramite Ethernet a 100 Mbps.

Il vantaggio della comunicazione laser rispetto alle onde radio è la capacità fisica di ridimensionare la sua larghezza di banda.

<https://www.nict.go.jp/>



La US Navy sperimenta con successo un cannone laser da 150 kW

In un comunicato ufficiale la US Navy rende noto di aver sperimentato con successo nel Pacifico una nuova generazione di arma, un fascio laser ad elevata energia, per distruggere un drone che si stava avvicinando alla nave USS Portland in navigazione nel Pacifico (peraltro lanciato dalla stessa nave).

I video e le immagini rilasciati dalla marina americana mostrano un raggio proveniente dalla nave che colpisce e distrugge il drone. La potenza dell'arma non è stata resa

nota, ma un rapporto del 2018 dell'International Institute for Strategic Studies ha affermato che il prossimo esperimento di questo tipo sarebbe stato realizzato con un laser allo stato solido della potenza di 150 kW. Questo tipo d'arma consente un costo del singolo colpo di circa 1 dollaro, mille volte in meno di un proiettile tradizionale e centomila volte in meno di un missile anti-nave o anti-aereo.

www.navy.mil

Al via la sesta missione segreta dello shuttle in miniatura X-37B

È stato lanciato con successo il misterioso aereo spaziale X-37B della US Space Force. Il velivolo è stato lanciato dallo Space Launch Complex 41 di Cape Canaveral da un vettore Atlas V della United Launch Alliance; il decollo è avvenuto dopo il rinvio di sabato scorso a causa delle avverse condizioni meteorologiche.

Mentre lo scopo esatto dell'X-37B resta un segreto, i funzionari della Space Force hanno rivelato che lo Shuttle militare senza equipaggio sta preparando numerosi esperimenti; tra questi, secondo indiscrezioni (tutto è Top Secret), alcuni test riguardano un piccolo sa-

tellite chiamato FalconSat-8, gli effetti delle radiazioni su diversi materiali, la coltivazione di nuovi tipi di piante nonché un esperimento di power-beaming che utilizza l'energia delle microonde.

L'US Space Force dispone di due aerei spaziali in miniatura X-37B simili a navette (noti anche come veicoli di prova orbitali o OTV) che utilizza per missioni militari classificate in orbita terrestre bassa. Il lancio di oggi è avvenuto a soli sei mesi dall'ultima missione, OTV-5, terminata in Florida il 2 ottobre 2019, dopo una permanenza record di 780 giorni (poco più di due anni)

in orbita terrestre. Complessivamente i due X-37B, costruiti dalla Boeing per la US Air Force, durante le loro missioni hanno trascorso oltre sette anni in orbita. Durante questa missione, lo shuttle X-37B potrà effettuare un maggior numero di esperimenti grazie all'aggiunta di un nuovo modulo di servizio – un'estensione cilindrica fissata alla parte inferiore della navicella – una novità per questa missione.

<https://www.spaceforce.mil/>





Sfoggia on-line i nostri cataloghi

**FUTURA
ELETTRONICA®**



Aquanima 40: lo yacht solare a meno di

Realizzato da Azura Marine, con sede a Singapore, questo yacht è in grado di navigare a costo zero per lunghi periodi grazie ai 56 mq di pannelli solari ed al sistema di accumulo da 60 kWh. L'elettrificazione del trasporto si sta lentamente diffondendo anche nel trasporto marino, sia tra le imbarcazioni commerciali che tra quelle da diporto. Azura Marine è l'ultima ad

entrare in questo settore con il suo primo catamarano a energia solare, la serie Aquanima 40, presentato all'inizio di questo mese a Bali, in Indonesia. L'imbarcazione dispone di 4 cabine per 8 ospiti ed è progettata per crociere prolungate senza bisogno di combustibili fossili o soste di rifornimento di carburante; i catamarani a energia solare Aquanima 40 sono in-

Siemens Gamesa lancia una turbina offshore Direct Drive da 14 MW con rotore da 222 metri

I venti del cambiamento non sono mai stati più forti, soprattutto quando si tratta di soddisfare le esigenze di energia pulita e rinnovabile della società del futuro.

Energia che può essere raccolta e trasformata in elettricità dalla più grande turbina offshore mai costruita, un mostro di potenza ma anche in dimensioni.

La nuova turbina eolica Direct Drive offshore SG 14-222 DD di Siemens Gamesa presenta infatti una capacità di 14 MW (15MW con Power Boost) evitando emissioni, durante tutta la sua vita operativa di 25

anni, per 1,4 milioni di tonnellate di CO₂.

La capacità di 14 MW consente a una sola turbina SG 14-222 DD di fornire energia sufficiente per circa 18.000 famiglie europee in media ogni anno.

30 turbine eoliche offshore SG 14-222 DD potrebbero, ad esempio, coprire il consumo annuo di elettricità di Bilbao, in Spagna.

Il rotore del diametro di 222 metri utilizza le nuove pale Siemens Gamesa B108.

Ogni IntegralBlade lunga 108 metri viene fusa in un unico pezzo



500.000 Euro con 56 mq di pannelli e batteria da 60 kWh

fatti dotati di un sistema di captazione della pioggia, di un dissalatore e di un sistema di recupero dell'acqua per l'aria condizionata, rendendo superflua anche la fornitura di acqua.

Azura Marine afferma che l'imbarcazione può navigare continuamente grazie al suo grande sistema di energia solare da 10 kW e al pacco batteria da 60 kWh.

La propulsione è garantita da due motori elettrici da 10 kW ciascuno che garantiscono una velocità massima di 9-10 nodi (6 di crociera). Per il proprietario ciò significa una crociera senza limiti e senza costi di carburante, rumori o vibrazioni, odori, emissioni inquinanti e disturbi della vita marina. I motori elettrici sono praticamente esenti da manutenzione con solo un paio di cuscinetti a basso costo che de-

vono essere sostituiti a 20.000 ore.

Secondo la compagnia, la serie Aquanima 40 può percorrere "più di 100 miglia nautiche (185 km) in un solo giorno senza sosta". La versione base di Aquanima 40 costa 495.000 Euro e può essere personalizzata con una serie di opzioni da parte dei clienti.

www.azura-marine.com/

utilizzando le tecnologie brevettate da Siemens Gamesa; l'enorme area interessata dalla rotazione equivale a circa 5,5 campi di calcio standard con una produzione di energia superiore del 25% rispetto alla turbina eolica offshore SG 11.0-200 DD.

Il nuovo gigante offshore presenta un peso della navicella di 500 tonnellate, relativamente basso, consentendo di utilizzare in sicurezza una torre e una sottostruttura ottimizzate rispetto ad una navicella più pesante, con minori costi costruttivi e di trasporto.

www.siemensgamesa.com



Tecnologie di trazione e batteria ABB per i treni di domani

I sistemi di accumulo dell'energia stanno diventando parte integrante dei veicoli ferroviari e svolgono un ruolo chiave nella mobilità sostenibile. L'uso crescente di queste tecnologie sta contribuendo a decarbonizzare i trasporti e porta una serie di vantaggi tra cui una migliore efficienza energetica, una maggiore flessibilità operativa e minori costi di infrastruttura. Il sistema di accumulo di energia a bordo ad alta potenza che utilizza celle a batteria agli ioni di litio è prodotto da ABB a Baden, in Svizzera. Questo sistema innovativo consente al treno di operare in sezioni non elettrificate

dei binari senza impegnare il motore diesel, riducendo così l'impronta di carbonio e riducendo in modo significativo i costi e le esigenze di elettrificazione. Le batterie e i sistemi di trazione ABB guideranno ulteriormente la decarbonizzazione e sosterranno la transizione verso un'elettromobilità più sostenibile.

L'apparecchiatura di trazione converte l'energia elettrica dalla linea elettrica aerea, dal generatore o dalla batteria nella tensione e frequenza corrette per il pilotaggio dei motori di trazione.

<https://new.abb.com/>

La via romagnola alla nautica sostenibile

Al mare o ai laghi, i fumi tossici, gli scarichi di gas combusti, le perdite di idrocarburi in acqua ed il fastidioso rumore del motore a scoppio scompaiono con la trazione elettrica. Un fuoribordo a benzina da 15 CV è in grado di rendere non potabile fino a 11.000 litri d'acqua per ogni ora di utilizzo. La lista di inquinanti dispersi comprende tra l'altro: benzaldehide, naphtalene, 3-ethyltoluene, benzopyrene. L'utilizzo di motori elettrici si sta rapidamente diffondendo anche in ambiente nautico e Mitek è la prima azienda italiana a proporre una gamma completa di fuoribordo elettrici, da 2,6 HP (1,7 kW)



a 9,9 HP (5,2 kW) e presto con altri due modelli da 15 e 20 HP. MITEK ha sostituito il tradizionale propulsore termico con un innovativo motore elettrico sincrono brushless di tipo PMSM. Tra le caratteristiche principali: l'avanzato azionamento elettronico ad onda sinusoidale, il raffreddamento di motore ed elettronica ad acqua e un'efficienza superiore al 90%.

Grazie all'interfaccia Bluetooth compatibile con Android ed iOS è possibile gestire più facilmente motore e batterie.

www.mitekitaly.com

Batterie per auto da un milione di miglia a costi contenuti

Sono settimane che si susseguono le voci, le notizie di brevetti, e le dichiarazioni a mezza bocca sui nuovi risultati raggiunti da Tesla nel campo delle batterie ricaricabili al litio: in primo luogo la capacità dei 4.000 cicli di ricarica che equivalgono, appunto, ad una durata di un milione di miglia; secondariamente il progressivo addio al cobalto con conseguenti minori costi e maggiore densità di carica.

In pratica il raggiungimento di quel costo di 100 dollari/kWh, o meno, considerato indispensabile per la definitiva affermazione della mobilità elettrica.

Senza considerare le ulteriori ripercussioni che una tecnologia del genere avrebbe nel settore dello stoccaggio di energia elettrica, strettamente legato allo sviluppo delle energie rinnovabili.

Tutte queste (buone) notizie Elon Musk avrebbe voluto comunicarle di persona

durante un evento denominato The Battery Day in programma a fine maggio, ma i problemi legati alla pandemia da COVID-19 ne stanno ritardando lo svolgimento.

Durante questo evento, Elon Musk avrebbe dovuto anche rendere nota la possibilità per le nuove vetture Tesla (Model 3 e Model Y) della ricarica bidirezionale, trasformando l'ecosistema Tesla in un nuovo player del settore energetico, in un mondo in rapidissimo cambiamento anche in questo settore.

Da notare che non si tratta di semplici risultati di laboratorio ma bensì di tecnologie già mature, pronte per la produzione. Non a caso negli ultimi mesi Tesla ha sviluppato e realizzato nuove linee di produzione nello stabilimento pilota di Fremont destinate alla produzione delle nuove batterie.

www.tesla.com

Il sole per produrre direttamente il freddo

Raffrescare e riscaldare gli ambienti in cui viviamo o lavoriamo è un'esigenza comune nella maggior parte delle aree abitate. In Europa, l'energia consumata per la climatizzazione è già in aumento, ma l'innalzamento delle temperature in diverse regioni del mondo fa prevedere un possibile aggravarsi di questa esigenza. Come ridurre, quindi, l'impatto energetico del raffrescamento degli edifici? Una proposta arriva da un gruppo di studiosi del Politecnico di Torino (SMaLL) e dell'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM), che ha studiato un dispositivo capace di generare un effetto di raffrescamento senza l'utilizzo di energia elettrica, oggetto di una ricerca pubblicata sulla rivista Science Advances. Come nei dispositivi tradizionali, anche questa nuova tecnologia diminuisce la temperatura di un ambiente sfruttando l'evaporazione di un liquido. Tuttavia, la chiave della nuova soluzione proposta dai ricercatori torinesi è quella di usare semplice acqua e comune sale invece di composti chimici potenzialmente dannosi per l'ambiente. La caratteristica vincente del dispositivo ideato al Politecnico di Torino risiede nella sua modularità: queste unità refrigeranti, spese qualche centimetro ciascuna, possono funzionare autonomamente oppure essere disposte in serie, come accade con le comuni batterie, impilandole per aumentare l'effetto di raffrescamento. In questo modo è possibile calibrarne la potenza in base alle singole esigenze, raggiungendo capacità di raffrescamento confrontabili a quelle tipicamente necessarie per gli usi domestici.

www.polito.it



SaveMyChild

**DISPOSITIVO ANTIABBANDONO
PER SEGGIOLINO AUTO
CON MODULO GSM INTEGRATO**

Prezzo IVA inclusa

€129,00

Cod. SAVEMYCHILDFE



www.savemychild.it



SaveMyChild è compatibile con tutti i veicoli dotati di presa accendisigari e grazie alla batteria di sicurezza funziona anche se viene tolta l'alimentazione quando la macchina viene spenta. SaveMyChild permette di essere avvisati se il bambino è ancora sul seggiolino e la vettura è ferma. SaveMyChild dispone di tre livelli di notifica in caso di pericolo.



CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Alimentazione tramite presa accendisigari
- Batteria di sicurezza ricaricabile 3.7V/1000mA
- Sensore di movimento veicolo
- Allarme acustico
- Allarme visivo mediante LED
- Allarme tramite chiamata/SMS fino a 8 numeri
- Compatibile con tutte le SIM card
- Dispositivo Plug&Play
- Limiti di peso: 2kg a 36 kg
- Lunghezza cavo tra centralina e sensore: 2.5m



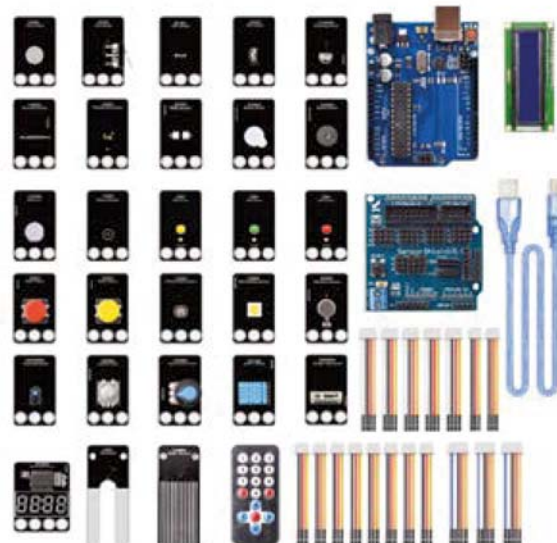
SET DI MODULI PER ARDUINO COMPATIBILI CON LEGO®

Progetta, costruisci e divertiti con i moduli per Arduino predisposti per essere inseriti sui mattoncini della LEGO®. Puoi utilizzarli per robotica, con Arduino o Raspberry Pi, ecc. Nella confezione sono comprese, oltre ai sensori e agli accessori, anche una board Arduino Uno compatibile e una scheda Shield sperimentale dove puoi collegare in tutta semplicità i moduli sensori e attuatori. Una dispensa a corredo vi accompagna con gli sketch per testare i vari moduli con Arduino e la Sensor Shield.

Prezzo IVA inclusa

I MODULI PRESENTI NELLA CONFEZIONE:

- Modulo con display 7 segmenti a 4 cifre
- Modulo con sensore di fiamma
- Modulo con LED RGB 10 mm
- Modulo sensore di temperatura e umidità
- Modulo touch sensor
- Scheda sensore umidità terreno
- Scheda sensore livello liquidi
- Modulo con LED rosso
- Modulo con LED verde
- Modulo con LED giallo
- Modulo con sensore effetto di Hall
- Modulo con LED RGB SMD
- Modulo con sensore luce ambiente
- Modulo con pulsante rosso
- Modulo con pulsante giallo
- Modulo con interruttore a pulsante
- Modulo con buzzer senza elettronica
- Modulo sensore di vibrazione
- Modulo con sensore di temperatura
- Modulo con potenziometro
- Modulo con fotoresistenza
- Modulo con interruttore reed
- Modulo con ricevitore IR a 3 pin
- Modulo con buzzer con elettronica
- Modulo con encoder rotativo
- Modulo sensore scala di grigi
- Modulo con microswitch



cod. ARDULEGOKIT

€ 79,00

