

## LED/OPTOELECTRONICS SMART LIGHTING

 **elektor** ARTICLES INSIDE  
design > share > sell

### IN QUESTO NUMERO:

- PRAM, IL TUO PRIMO ROBOT AUTONOMO MOBILE - PARTE 2
- IL SISTEMA DI COMUNICAZIONE WIRELESS LI-FI INDOOR
- DISPLAY PORTATILE E AUTONOMO PER IL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA PER PARTICELLE DA 2.5  $\mu\text{m}$  (DI ELEKTOR)
- SISTEMI DI COMUNICAZIONE IN FIBRA
- E MOLTO ALTRO!

***COSA LEGGERAI NEL 2021?***

<b><i>TOPICS</i></b>	<b><i>MAKERS ZONE</i></b>	<b><i>DATA DI PUBBLICAZIONE</i></b>
Open Source IoT	Sensors	1 Febbraio
Automation	Industry4.0	1 Marzo
Energy Management	Energy Harvesting	1 Aprile
Wireless/RF	Smart Projects	1 Maggio
Automotive	Smart Mobility	1 Giugno
Open Source IoT	Blockchain	1 Luglio
Artificial Intelligence	Robotics	1 Settembre
LED/Optoelectronics	Smart Lighting	1 Ottobre
Power/Motor	Power Management	1 Novembre
Open Source IoT	Embedded Systems Design	1 Dicembre

**GLI ARTICOLI**

**Elettronica Open Source**

**&**

**e**lektor  
design > share > sell

**IN UN SOLO  
MAGAZINE!**

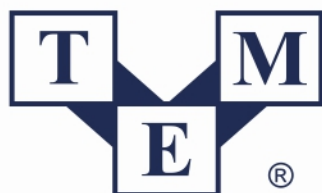
**OGNI MESE  
SU FIRMWARE 2.0**

**2 ARTICOLI  
DI ELEKTOR**



# Pneumat.

## COMPONENTI PER IMPIANTI AD ARIA COMPRESSA



Electronic Components

**TME Italia S.r.l.**

Via Zanica 19K, 24050 Grassobbio (BG)

tel. +39 035 03 93 111

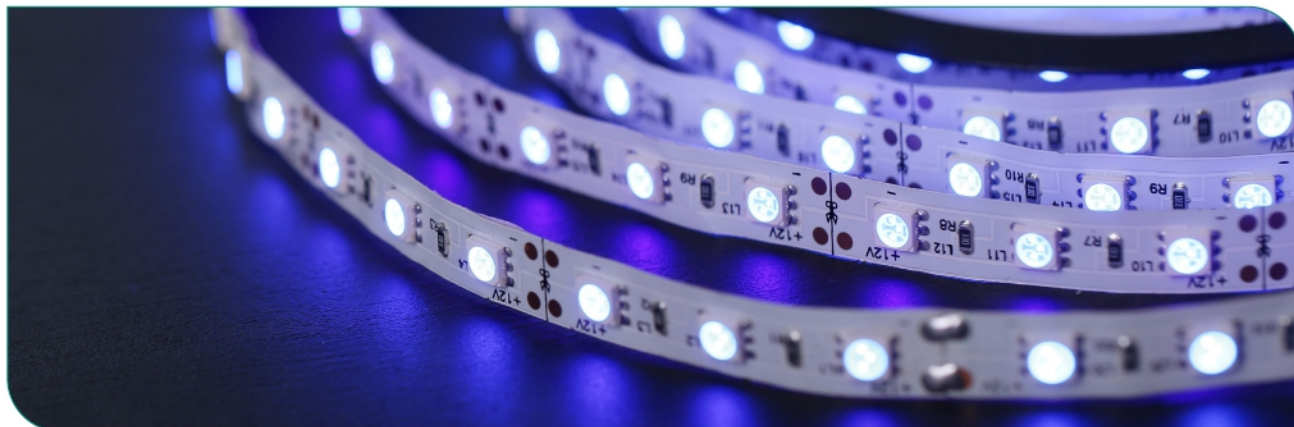
fax +39 035 03 93 112

tme@tme-italia.it

- facebook.com/TME.eu
- youtube.com/TMElectroniComponent
- linkedin.com/company/1350565
- instagram.com/tme.eu
- twitter.com/tme\_eu

[www.tme.eu](http://www.tme.eu)

# LED/OPTOELECTRONICS SMART LIGHTING



## Founder&Editor

Emanuele Bonanni

## CFO

Lidia Balica

## Editorial Assistant

Maria Pisani

## Maker in Chief

Giordana Francesca Brescia

## Advertising & Marketing

Cristian Balica

cristian@contangosl.com

## Graphic Designer

Marilde Mirra

## Circulation

Users - 142.418

Social Network - 129.767

## © Copyright

Tutti i diritti di riproduzione o di traduzione degli articoli pubblicati sono riservati. Manoscritti e disegni sono di proprietà di Contango SL.

E' vietata la riproduzione anche parziale degli articoli salvo espressa autorizzazione scritta dell'editore. I contenuti pubblicitari sono riportati senza responsabilità, a puro titolo informativo.

## EDITORIALE

CRISI DEL MERCATO DEI SEMICONDUTTORI: DA COSA DIPENDE E QUANTO DURERÀ

5

L'OPTOELETTRONICA: TECNOLOGIA ABILITANTE

8

PRAM, IL TUO PRIMO ROBOT AUTONOMO MOBILE - PARTE 2

14

PCBWAY AL FIANCO DEL TUO PROGETTO SULLA STRADA DEL SUCCESSO

22

IL SISTEMA DI COMUNICAZIONE WIRELESS LI-FI INDOOR

26

UNA NUOVA TECNOLOGIA PER LA REALIZZAZIONE DI LED DEFORMABILI

30

ARDUINO NANO RP2040 CONNECT: L'IDEA INNOVATIVA DEL BRAND ELETTRONICO MADE IN ITALY

35

LIGHT POLLUTION: QUALI SOLUZIONI?

46

LA TECNOLOGIA LED NELLE MISURE BIOMETRICHE

50

L'IMPORTANZA DELL' OPTOELETTRONICA NELLA PROGETTAZIONE DELLE TECNOLOGIE PER LO SPAZIO

54

DISPLAY PORTATILE E AUTONOMO PER IL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA PER PARTICELLE DA 2.5 µm

60

SMART LIGHTING NELL'ILLUMINAZIONE STRADALE

67

YES WE CAN CON PICAN 3 - UN CAN BUS HAT PER IL RASPBERRY PI 4

71

SMART LIGHTING, OPTOELETTRONICA E QUARTA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

75

SISTEMI DI COMUNICAZIONE IN FIBRA

81

SENSORI IN FIBRA OTTICA: I RETICOLI DI BRAGG

88





## Always Evolving

### New Features and Innovations in All Our EEPROMs

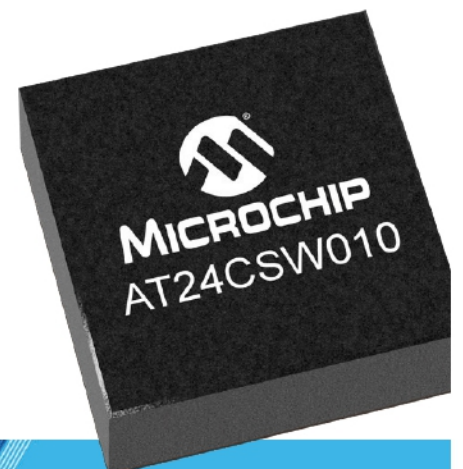
30 years of EEPROM market leadership comes from doing everything right—the best quality, long-running products, great customer support and continual innovation across our entire product line.

Take our new 4-pin EEPROMs, for example. Available in densities as small as 1 Kbit, these tiny EEPROMs deliver our smallest package and pin count solution with lockable user IDs and extra tamper resistance at the lowest density solution points. Supplied in a small 1.6 x 2.9 mm 5-SOT23 package with 256-bit security register—or in Wafer Level Chip Scale Packaging (WLCSP)—new capabilities added to these 1 to 8 Kbit serial EEPROMs include a 128-bit serial number, 16 bytes of lockable space and software write protect.

With tens of thousands of serial EEPROM design-ins across all markets, the secret of our success lies in our commitment to the ongoing development and improvement of our full portfolio. From 1 Kbit to 4 Mbits, we are the EEPROM leader at any density.

#### Key Features

- Comprehensive serial EEPROM product line with full range of densities from 128 bits to 4 Mbit
- Customer-driven obsolescence policy extends product life cycles and removes the risk of forced redesigns
- Robust endurance of one million erase/write cycles and over 200 years of data retention



[microchip.com/SmallEEPROMs](http://microchip.com/SmallEEPROMs)



The Microchip name and logo and the Microchip logo are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries. All other trademarks are the property of their registered owners. © 2021 Microchip Technology Inc. All rights reserved. D500004083A, MEC2382A-UK-07-21

## CRISI DEL MERCATO DEI SEMICONDUTTORI: DA COSA DIPENDE E QUANTO DURERÀ

**C**ari lettori, oggi esce il nuovo numero della rivista tecnica digitale Firmware 2.0. Il focus di questo mese è dedicato alle tecnologie di LED Lighting e dell'Optoelettronica. Nel precedente editoriale si è parlato della fase di transizione digitale, un cambiamento strettamente connesso con la trasformazione dell'industria e del mercato del lavoro. Poiché da sempre in Elettronica Open Source ci focalizziamo sui nuovi trend di mercato e sulle tecnologie emergenti, riteniamo doveroso dare spazio a un tema più che mai attuale nel panorama dell'elettronica, ovvero la crisi del mercato dei materiali semiconduttori. Ad oggi, infatti, uno dei temi che ha un maggiore impatto sull'industria elettronica è proprio questo. Come sapete, i semiconduttori sono fondamentali nel settore dell'elettronica e dell'informatica e risultano strategici anche per il settore automotive, soprattutto nei modelli di veicoli elettrificati o dotati di funzionalità avanzate per la guida autonoma. Sono realizzati con semiconduttori tantissimi sistemi elettronici, dispositivi, centraline, sensori, sistemi audio e sistemi per il controllo remoto e la sicurezza. Possiamo ritenere i semiconduttori l'ossatura portante del flusso di approvvigionamento di microcontrollori e microchip. L'origine di questa crisi è chiara a tutti e risale al lockdown del 2020. Durante il lockdown dovuto alla pandemia da Covid19, molte aziende automobilistiche hanno tagliato le previsioni di vendita e cancellato gli ordini di semiconduttori, nella certezza di una imminente frenata del fatturato a causa della crisi economica. La ripresa delle vendite, avvenuta solo qualche mese dopo, non è tuttavia bastata per ripristinare il precedente stato di equilibrio ridistribuendo le materie prime. Seppure molte aziende automobilistiche si siano precipitate a riconfermare gli ordini annullati, il mercato era già completamente mutato. A cambiare repentinamente è stata la domanda di dispositivi elettronici, divenuti ormai strumenti indispensabili per lo smart working che, nel frattempo, si era affermato come la principale modalità di svolgimento delle attività lavorative, ma anche dispositivi per lo studio e l'intrattenimento. Parallelamente, il mercato dei semiconduttori si era concentrato anche sulle applicazioni IoT, la cui diffusione capillare aveva generato un picco di richieste di dispositivi connessi per la smart home. Oltre alla domanda di devices elettronici per la casa intelligente, a crescere è stata anche la richiesta di dispositivi indossabili come conseguenza di una maggiore consapevolezza e attenzione al benessere e alla salute in generale. Nel mentre, la richiesta di computer e dispositivi tecnologici per il telelavoro e la didattica a distanza era in crescita esponenziale. Un business, questo, che ha subito trovato riscontro tra i fornitori di semiconduttori, i quali hanno fatto convergere la produzione verso il nuovo mercato in rapida espansione, con ingenti volumi nelle vendite di PC e dispositivi elettronici di varia natura. Il risultato inevitabile nel mercato dei semiconduttori è stata una netta predominanza dei devices elettronici rispetto ai chip destinati alle case automobilistiche. La carenza di approvvigionamento dei materiali semiconduttori e della componentistica elettronica ha generato riduzione delle scorte nei magazzini, tempi di attesa dilatati, nonché ritardi nella produzione, nella commercializzazione e nella consegne. Questo trend è ancora particolarmente rimarcato e, a risentirne, è soprattutto il settore automotive il cui flusso progettuale deve per questo fare spesso i conti con la reingegnerizzazione dei modelli. Secondo gli analisti serviranno ancora almeno un paio di anni affinché la capacità produttiva possa tornare a rispondere pienamente alle richieste del mercato dei componenti elettronici per l'industria automotive e dei microcontrollori. Alla base di questo fenomeno c'è però anche una differenza radicale tra il settore dell'elettronica puramente di consumo e quello automobilistico. Il mercato dei dispositivi elettronici di consumo è maggiormente allineato con la rapidità di produzione e fornitura dei semiconduttori, anche a causa della obsolescenza programmata dei devices, a differenza di quello automobilistico che risulta essere ancora troppo lento in termini di adozione di tecnologie innovative e prestazioni a bordo, quindi più disallineato rispetto

*a quelli che sono i tempi di produzione dei fornitori di semiconduttori. I modelli dei veicoli possono infatti funzionare con tecnologie ancora obsolete e sono quindi destinati a durare maggiormente nel tempo. L'affermarsi in futuro su scala globale di una economia basata su dati e digitale, dipenderà molto anche dalla disponibilità dei semiconduttori. Inoltre, la diffusione delle economie digitali, unitamente alle nuove tecnologie quali IoT, Intelligenza Artificiale e il processo di digitalizzazione ed elettrificazione dei veicoli i cui modelli più evoluti sono ad oggi equipaggiati con migliaia di componenti elettronici che tenderanno ad aumentare sempre di più nel futuro, genera anche una forte pressione sul mercato dei semiconduttori, con una domanda destinata a crescere in modo esponenziale nei prossimi anni.*

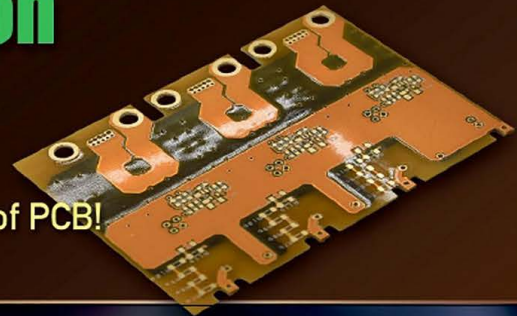
*Buona lettura!*

*Giordana Francesca Brescia*



## Advanced PCB Fabrication

Instant quote online & User-friendly web interface  
Fast turnaround in 24 hours  
Perfectly implement your idea with different types of PCB!



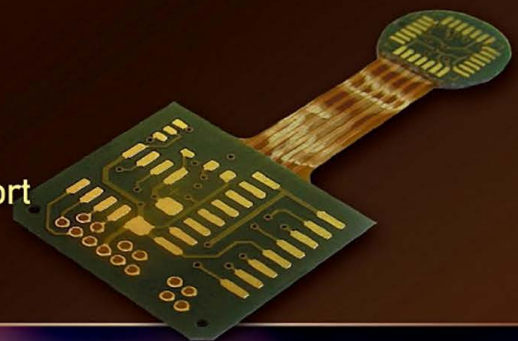
## High-Quality PCB Assembly

Turnkey PCB Assembly Service  
Start from only \$30  
Free stencil & Free shipping all over the world



## 15% off for Flex PCB

Professional Flex/Rigid-Flex PCB.  
Quality assurance with the inspection and test report  
Make high-end products the easy way



## 3D printing & CNC machining service is also available now!



More information:  
[www.PCBWay.com](http://www.PCBWay.com)

Phone: (0571) 8531 7603  
Email: [service@pcbway.com](mailto:service@pcbway.com)

# PRAM, IL TUO PRIMO ROBOT AUTONOMO MOBILE – PARTE 2

di Fulvio De Santis

*Nel precedente articolo “PRAM, il tuo Primo Robot Autonomo Mobile – Parte 1” abbiamo introdotto il progetto del PRAM, un semplice progetto di robot autonomo mobile basato sul modello di una smart car, che utilizzeremo come tutorial per l’approccio al mondo della robotica. Nella prima parte abbiamo illustrato l’assemblaggio dello chassis della smart car con i quattro motori ed i rispettivi encoder di velocità. In questo tutorial utilizzeremo solo due motori e nessun encoder; gli encoder li abbiamo installati in previsione di successivi progetti di smart car più complessi ed evoluti. Abbiamo, inoltre, riportato lo schema elettrico della scheda di controllo e la descrizione del funzionamento di PRAM. In questo articolo faremo un breve riepilogo del progetto e tratteremo la descrizione dettagliata dei principali componenti del robot car PRAM.*

## INTRODUZIONE

Per chi non avesse seguito la prima parte del progetto, riteniamo utile fare un breve riepilogo e per questo, innanzitutto, riportiamo in **Figura 1** lo schema elettrico della **scheda di controllo di PRAM**.

La scheda di controllo è costituita essenzialmente da un **microcontrollore**, un driver dei motori e alcuni **sensori**. Il microcontrollore è la scheda di sviluppo **uChip** che, attraverso un driver d’interfaccia, ha il compito di controllare la direzione di rotazione dei motori, e quindi delle ruote di PRAM, in funzione delle informazioni ricevute dai sensori. Come si può rilevare dallo schema elettrico della **scheda di controllo**, i motori vengono pilotati dal driver **L293D** controllato da alcune porte del **microcontrollore uChip**. Le due fotoresistenze LDR1 e LDR2, mediante la proprietà di variare il valore di resistenza in funzione dell’intensità luminosa captata, forniscono al microcontrollore un determinato valore di tensione dato dai rispettivi partitori resistivi di tensione. Il sensore di distanza **HC-SR04** e gli switch “paraurti” SW3 e SW4 costituiscono il sistema di rilevamento ed evitazione degli ostacoli. Il circuito è alimentato da un pacco di cinque batterie AA da 1,5 V.

## GLI “ORGANI” DI PRAM

Dato che abbiamo definito PRAM un robot autonomo, in quanto tale deve essere in grado di decidere da solo cosa fare. I suoi compiti sono molto semplici: si deve muovere seguendo una sorgente di luce evitando ostacoli. Per fare

questo, il cervello (il **microcontrollore uChip**) per far muovere le gambe (i motori e le ruote) nella giusta direzione, ha bisogno di occhi per vedere la luce (i Light Detector LDR) ed evitare gli ostacoli (il sensore di distanza e gli switch “paraurti”). Ma vediamo in dettaglio questi organi.

### La scheda di sviluppo uChip

Il modulo **uChip** prodotto dall’azienda italiana Itaca Innovation s.r.l. è il controllore del sistema. uChip è una scheda di sviluppo **open source** con chip microcontrollore integrato **SAMD21E18 Cortex M0 AT** a 32 bit **compatibile con Arduino** (Arduino Zero ha a bordo lo stesso chip SAMD21) che si adatta a un socket standard DIL a 16 pin a profilo stretto, requisito molto importante per la realizzazione di sistemi elettronici compatti. Il chip SAMD21 implementa la maggior parte delle funzioni di Arduino Zero, inclusa la funzionalità USB-OTG (**USB On-The-Go**) e la possibilità di fare il **debug del codice**. Ha 256 kB di memoria flash e 32 kB di RAM. Il modulo uChip contiene un LED (connesso internamente al pin D0) programmabile via software, un pulsante con funzioni di programmazione e reset, un quarzo, una circuiteria per la gestione automatizzata delle alimentazioni (che vedremo in dettaglio), una circuiteria di protezione EMI/ESD, un connettore micro-USB per la programmazione, la comunicazione seriale e l’alimentazione della scheda uChip a cui è possibile associare la funzionalità OTG, ovvero, è possibile alimentare

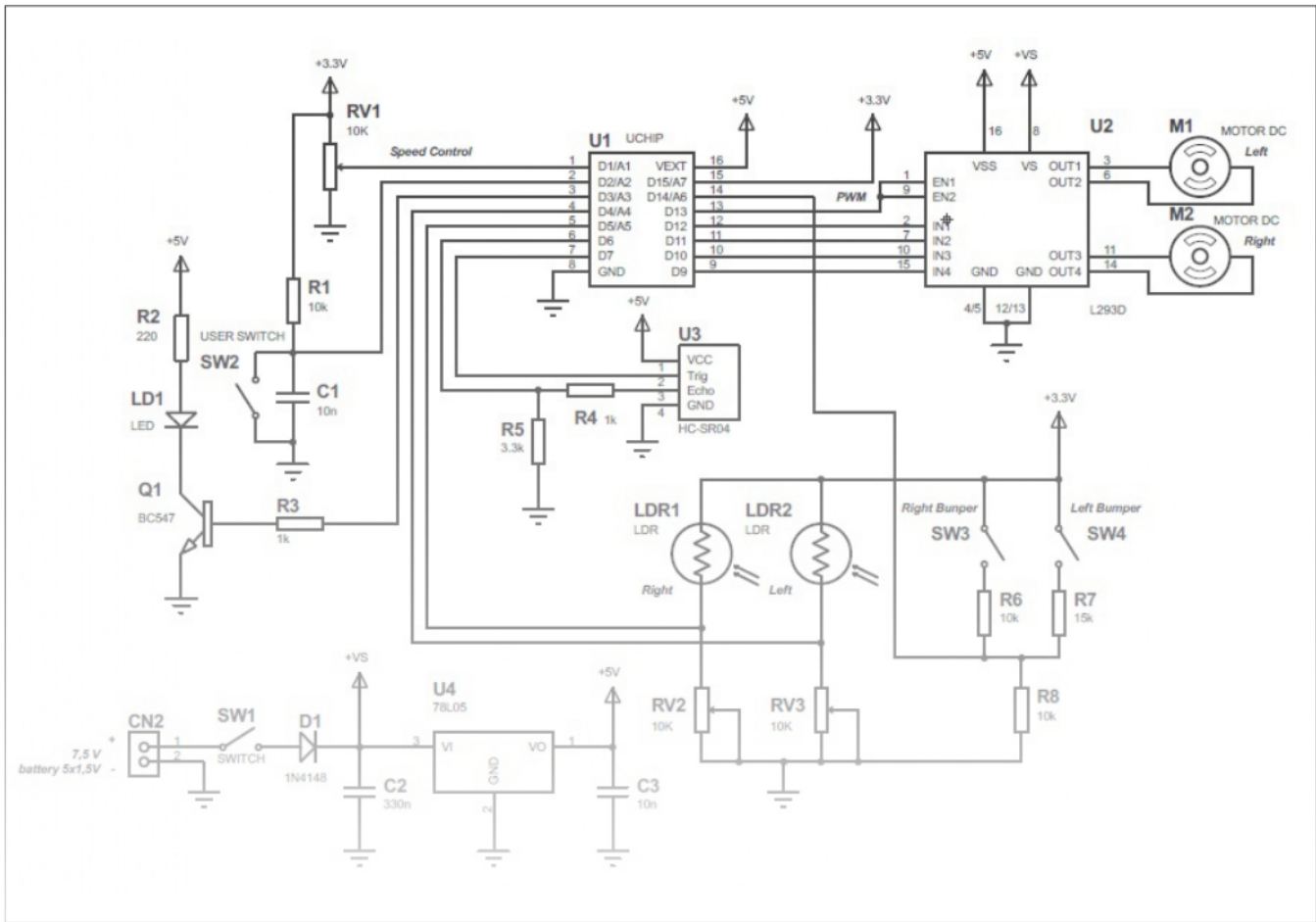


Figura 1: schema elettrico della scheda di controllo di PRAM

dispositivi esterni dal connettore micro-USB stesso. In Figura 2 viene mostrata la scheda di sviluppo uCHIP.

una sorgente USB, la tensione di uscita VEXT effettiva dipenderà dalla tensione dell'USB (che potrebbe essere più

**QUELLO CHE HAI LETTO E' UN ESTRATTO, L'ARTICOLO COMPLETO E' RISERVATO AGLI ABBONATI AD ELETTRONICA OPEN SOURCE.**

**PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?**

UN ANNO DI **FIRMWARE 2.0**  
**TUTTI GLI ARTICOLI TECNICI** RISERVATI  
**CONTEST E PROMOZIONI** RISERVATI



**VOGLIO ABBONARMI!**

# PCBWAY AL FIANCO DEL TUO PROGETTO SULLA STRADA DEL SUCCESSO

di **Daniele Valanzuolo**

*Qualsiasi bravo progettista è consapevole che nei progetti innovativi le idee geniali da sole non bastano per raggiungere il successo. È necessario, infatti, circondarsi di collaboratori e fornitori in grado di supportare in maniera professionale ogni fase della realizzazione di un progetto. Il successo si ottiene solo grazie alla giusta sinergia di ogni stakeholder nel raggiungimento dell'obiettivo del progetto. Nel corso del tempo PCBWay, con la sua semplicità e flessibilità nelle lavorazioni, è diventato il fornitore ideale in grado di supportare ogni progetto con un ampio portfolio di servizi professionali, sempre in continuo aggiornamento per essere al passo delle tecnologie e rispondere alle esigenze dei progettisti di tutto il mondo.*

## INTRODUZIONE

**Q**uando ci divertiamo a trasformare le nostre idee utilizzando board come Arduino, sensori, cavetti vari e breadboard, realizziamo dei progetti che potrebbero facilmente trasformarsi in oggetti per l'uso quotidiano. Ma portarsi dietro tutta questa roba potrebbe rendere la sfida difficile se non impossibile. Allora perché non progettarsi una shield e **prodursi il circuito stampato?**

## RISPONDERE ALLE ESIGENZE DEI MAKERS

PCBWay offre un servizio di qualità nella produzione di circuiti stampati "standard" al costo veramente contenuto in modo da favorire anche le attività di **prototipazione** o **produzione in piccola serie**.

*“Ad esempio, se consideriamo la nostra shield per un progetto con Arduino UNO (dimensioni 68x53 mm circa), il costo del singolo circuito stampato a 2 layer con impostazioni standard è di circa 1\$, con una quantità minima di 5 oggetti.*

Le impostazioni standard (riportate in **Figura 1**) prevedono un circuito Dual Layer di spessore 1,6 mm in materiale FR4 TG 130-140 con solder mask colore verde e

trattamento superficiale finale di tipo HASL (Hot Air Solder Leveling). Anche per circuiti stampati standard, tutte queste impostazioni elencate possono essere modificate per rispondere alle esigenze dei progettisti più esperti ed adattarsi dunque ai vincoli di applicazione dell'oggetto, a discapito del costo finale che si adegua alla complessità e particolarità della lavorazione. Infatti, è possibile incrementare il numero di Layers fino a 14 strati, modificare lo spessore, il colore della solder mask e delle serigrafie.

## L'INTEGRAZIONE MECCANICA E LA STAMPA 3D

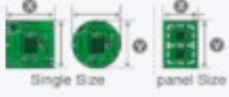
I servizi PCBWay non si fermano alla sola produzione di PCB standard a basso costo. Sia in fase di prototipazione che in fase di industrializzazione del prodotto è fondamentale tenere sotto controllo tutti gli aspetti dello stesso per far sì che il time-to-market rimanga sotto controllo evitando il protrarsi delle soluzioni definite con conseguenze economiche sul budget del progetto. Questo si traduce nel fatto che ogni elemento del nostro prodotto può divenire il percorso critico al nostro obiettivo: compresa la parte meccanica.

Oggi, con la stampa 3D alla portata di tutti, anche **i makers hanno avuto l'occasione di poter iniziare a progettare le proprie custodie per elettronica** ottenendo così ottimizzazioni di spazio rispetto alle custodie standard presenti in commercio. Ma se il nostro prodotto è

**PCB Specification Selection** Quick-order PCB >>

Board type :  Single pieces  Panel by Customer  Panel by PCBWay

Different Design in Panel :


\* Size (single) :  X     


\* Quantity (single) :


Layers :  Layer  Layers  Layers  Layers  Layers  Layers  Layers  Layers

Material :  FR-4  Aluminum  Rogers  HDI(Buried/blind vias)  Copper Base   
 \*Material model can be remarked below. HDI is available for 4-layer or more.

FR4-TG :  TG 130-140  TG 150-160  TG 170-180

Thickness :                
  \* Unit: mm 

Min Track/Spacing :      

Min Hole Size :        

Solder Mask :  Green  Red  Yellow  Blue  White  Black   
  Purple  Matte black  Matte green  None

Silkscreen :  White  Black  None

Edge connector :  Yes  No

Surface Finish :

Figura 1: Pagina di impostazioni per la quotazione di PCB standard (fonte: [www.pcbway.com](http://www.pcbway.com))

professionale, allora limitarsi alla stampa 3D “in casa” può essere una soluzione controproducente per diversi fattori: costo, tempo e qualità dell’oggetto finale. **PCBWay** ha pensato anche a questo ed ha sviluppato servizi all’avanguardia per i propri clienti che includono anche **la prototipazione rapida di parti meccaniche speciali** (Figura 2): stampa 3D con differenti materiali in funzione delle esigenze, realizzazione di lavorazioni con **macchine CNC**, lavorazioni di **taglio laser e piegatura di laminati**, realizzazione di oggetti attraverso lo **stampaggio ad iniezione** sono solo alcune delle lavorazioni che può sviluppare **PCBWay** a partire dai file di progetto.

## L'EVOLUZIONE DEI PCB (FLESSIBILI ED AVANZATI)

I sistemi elettronici non sono tutti uguali. Infatti, la complessità, la velocità, la precisione o la potenza dissipata sono solo alcuni degli aspetti da tenere in conto durante la progettazione di un dispositivo.

Tutte queste caratteristiche influenzano direttamente le prestazioni e proprietà elettriche del prodotto finale e per garantire le prestazioni desiderate è necessario adottare le soluzioni tecnologiche adeguate a partire già dalla produzione del circuito stampato.

L’evoluzione tecnologica ha portato a **sviluppare solu-**

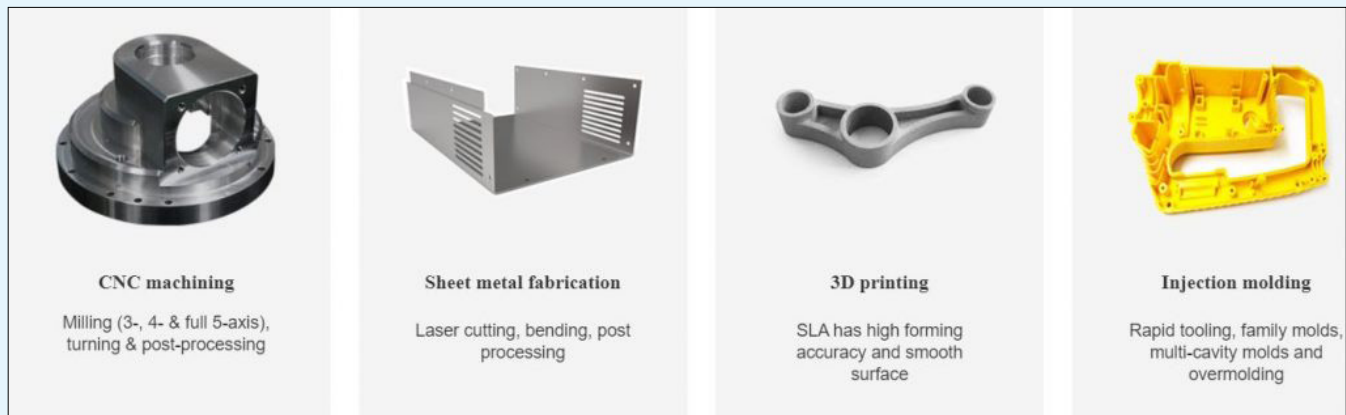


Figura 2: Categorie di lavorazioni meccaniche (fonte: [www.pcbway.com](http://www.pcbway.com))



Figura 3: Esempio di PCB Flessibile (fonte: [www.pcbway.com](http://www.pcbway.com))

zioni ad hoc per la realizzazione di circuiti speciali che utilizzano materiali differenti dal comune FR4 più economico (Flame Retardant level 4). PCBWay viene incontro ai progettisti più esigenti fornendo servizi che includono materiali come:

- **Alluminio** - sono circuiti stampati adottati in particolari settori (come il lighting e l'automotive) dove è necessario avere **grandi masse termiche per poter dissipare il calore** sviluppato dall'elettronica. In egual modo, è possibile utilizzare basi in rame anziché alluminio per ottenere le prestazioni di dissipazione desiderata;
- **Rogers**: sono una famiglia di laminati FR-4 che utilizzano anziché la fibra di vetro il **PTFE (teflon)** per garantire migliori **prestazioni soprattutto con le frequenze elevate**;
- **HDI** - acronimo di High Density Interconnector, i PCB di tipo HDI sono progettati dove le **densità di interconnessione e dunque cablaggi sono molto elevati**. I circuiti sono progettati per lavora-

re con piste più sottili, vias di minor dimensione e un'elevata quantità di PAD in modo da incrementare le prestazioni elettriche mantenendo comunque il peso contenuto;

- **Flexible PCB (FPCB)**: sono circuiti flessibili che nascono per sostituire i cablaggi nelle interconnessioni e ormai si trovano in qualsiasi settore (**Figura 3**): automotive, wearable, smartphone, elettromedicale e via dicendo. La soluzione tecnologica possiede innumerevoli punti di forza tra cui: **maggior densità di interconnessioni, minor spazio occupato, minor peso**, costo più contenuto sia rispetto alle soluzioni rigide che rispetto ai cablaggi;
- **Rigid-Flex**: sono circuiti che combinano la tecnologia flessibile con parte del circuito realizzata in maniera rigida (**Figura 4**), e sono in grado di rispondere alle esigenze dei professionisti che desiderano sfruttare per il proprio progetto PCB le 3 dimensioni grazie all'ausilio di parti flessibili.

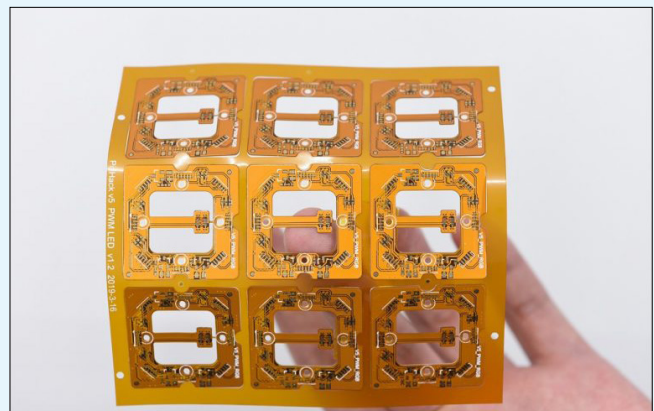


Figura 4: Esempio di PCB Rigid-Flex (fonte: [www.pcbway.com](http://www.pcbway.com))

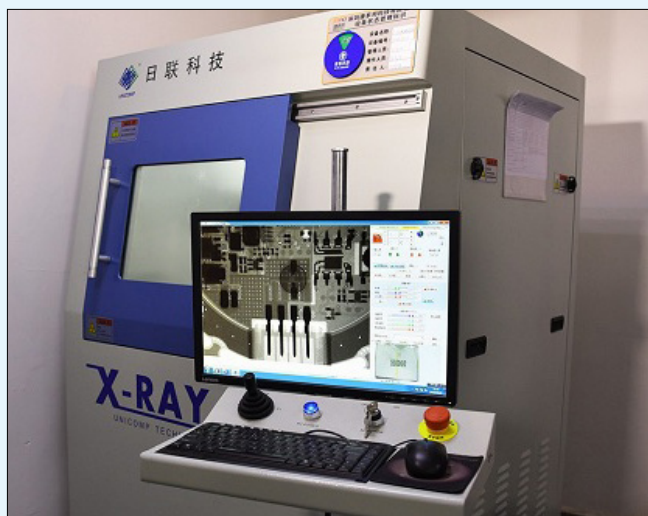


Figura 5: Macchina X-RAY (fonte: [www.pcbway.com](http://www.pcbway.com))

## SERVIZI DI QUALITÀ PER PROFESSIONISTI

I servizi professionali di **PCBWay** non si limitano soltanto a fornire tecnologie alternative, ma integrano anche un servizio di supporto del cliente per definire correttamente i passaggi di produzione e fornire servizi necessari a una produzione che soddisfi i requisiti richiesti dagli standard di settore più esigenti. Dunque tra i servizi opzionali da poter aggiungere troviamo camere bianche, certificazioni UL e ISO, standard automotive, report d'ispezione, spedizioni con "Humidity indicator cards", ispezione ottica automatica, test di impedenza e ancora tanti altri. Ovviamente, tutti questi servizi extra incidono sul costo finale sia in termini di costi fissi che variabili, ma vediamo ora nel dettaglio alcuni di questi servizi.

Per ogni progetto inviato in produzione, prima di tutto viene effettuato un controllo delle regole di progettazione (**Design Rule Checker, DRC**) in modo da poter individuare eventuali violazioni ai parametri consigliati (distanza piste, dimensioni vias, distanza tra fori passanti e tanto altro) da parte del progetto sottoposto ad accettazione per la produzione.

Al termine della produzione è possibile pianificare differenti test da condurre sul lotto prodotto. Una delle tecniche di ispezione più diffusa è l'**Ispezione Ottica Automatizzata (AOI)**. La tecnica è non invasiva in quanto adotta delle telecamere per eseguire delle acquisizioni delle immagini da processare in modo real-time e può essere applicata sia alla sola produzione del circuito stampato che alle linee di assemblaggio. Tramite questa tecnica è possibile verificare eventuali problemi di qualità di produzione come: larghezze piste, eccessi di materiale, dimensione delle pad e presenza di corto circuiti. **Le tecniche di AOI**

**risultano molto flessibili e consentono di individuare velocemente e in maniera del tutto automatizzata eventuali problemi di qualità di produzione**, soprattutto se applicati al termine del processo di assemblaggio e saldatura delle schede elettroniche. In alternativa o integrazione alle tecniche AOI esistono tecniche di **ispezione a raggi X (Figura 5)**, molto utili soprattutto nella fase finale di assemblaggio che prevedono l'utilizzo in BOM di componenti BGA (Ball Grid Array). La tecnica a raggi X, seppur più costosa, consente di poter incrementare notevolmente l'individuazione di difetti del processo di saldatura e prevede tecniche di ispezione 2D e 3D. Tutti questi servizi sono offerti come opzioni da **PCBWay** per le proprie linee di assemblaggio.

Infine, i servizi offerti da **PCBWay** non includono solo attività di produzione e verifica, ma anche servizi di certificazione agli standard del settore tra cui troviamo:

- prodotti sviluppati **in conformità alla direttiva RoHS** (Restriction of Hazardous Substances) nata in ambito Europeo per limitare la presenza di materiali pericolosi all'interno dei circuiti stampati, tra cui il piombo, il mercurio e il cadmio. L'obiettivo della direttiva è ridurre il rischio di esposizione a questi materiali durante la produzione e durante il fine ciclo di vita del prodotto potendo garantire un corretto smaltimento senza problemi ambientali dovuti ai metalli pesanti;
- tutti i circuiti stampati di **PCBWay** sono prodotti in **conformità agli standard UL 796 (ZPMV2)**, un marchio largamente diffuso negli Stati Uniti per certificare la conformità del prodotto ai requisiti di sicurezza nazionali.

## CONCLUSIONI

Professionista o makers che tu sia, **PCBWay ti mette a disposizione un ampio portfolio servizi per rendere il tuo prodotto perfetto sotto ogni aspetto** e con qualsiasi tecnologia di cui tu abbia bisogno. Ogni servizio è disponibile tramite il loro sito online, da cui puoi ottenere facilmente un'analisi di costo per le diverse soluzioni tecnologiche e può fornirti tutto ciò di cui hai bisogno in tempi brevi per ridurre il tuo time-to-market.

L'autore è a disposizione nei commenti per eventuali approfondimenti sul tema dell'Articolo. Di seguito il link per accedere direttamente all'articolo sul Blog e partecipare alla discussione:

<https://it.emcelettronica.com/pcbway-al-fianco-del-tuo-progetto-sulla-strada-del-successo>

# IL SISTEMA DI COMUNICAZIONE WIRELESS LI-FI INDOOR

di Fulvio De Santis

*La comunicazione wireless per interni è una parte essenziale del sistema di comunicazione wireless di prossima generazione. Per le comunicazioni all'interno di ambienti, il numero di utenti ed i loro dispositivi stanno aumentando molto rapidamente, di conseguenza la capacità dello spettro di frequenze per ospitare ulteriori utenti in futuro è limitata e sarebbe anche difficile per i fornitori di servizi garantire all'utente una comunicazione più affidabile e ad alta velocità. Questo problema può essere risolto in futuro utilizzando il sistema di comunicazione basato sul Li-Fi (Light Fidelity). Il Li-Fi è un'emergente branca della comunicazione wireless ottica basata sulla trasmissione di frequenze dello spettro di luce visibile. Questa tecnologia wireless può essere utilizzata in futuro in sostituzione e backup del Wireless Fidelity (Wi-Fi) per la comunicazione, in quanto può fornire un'elevata velocità di trasmissione dei dati insieme ad elevata capacità di utilizzare più utenti contemporaneamente poiché la larghezza di banda dello spettro è molto più ampia dello spettro radio. In questo articolo esamineremo i diversi aspetti del sistema di comunicazione indoor Li-Fi.*

## INTRODUZIONE

**L**ight Fidelity (Li-Fi) è un nuovo paradigma di rivoluzione delle comunicazioni wireless, che in sostanza è una continuazione della tendenza a spostarsi verso uno **spettro di frequenze più elevato** nel campo della comunicazione wireless per interni. Se parliamo di comunicazione wireless indoor ad alta velocità, Li-Fi può condurci ad una nuova dimensione in termini di velocità di comunicazione dei dati utilizzando lo spettro della luce visibile. Il concetto alla base di questa tecnologia è che i dati possono essere trasmessi mediante l'impiego di lampadine a diodi emettitori di luce (LED) e la velocità di trasmissione può essere controllata utilizzando l'intensità luminosa della lampadina a LED, che può variare anche più velocemente dell'intensità della luce che l'occhio umano può osservare, consentendo una illuminazione ambientale costante senza sfarfallio.

Tenendo presente che il numero di utenti aumenta di giorno in giorno e di conseguenza anche il traffico dati, la tecnologia Li-Fi può essere utilizzata come soluzione per fornire agli utenti un **ambiente di trasmissione dati ad alta velocità**. Il sistema Li-Fi è un sistema di comunicazione multiutente bidirezionale e potrebbe essere classificato come sistema di comunicazione a **onde nanometriche**.

Il sistema di comunicazione Li-Fi è diverso dal sistema di comunicazione a luce visibile (VLC) perché VLC è un sistema di comunicazione punto-punto mentre Li-Fi è un sistema di rete wireless che supporta la comunicazione punto-multipunto. Nel sistema Li-Fi la velocità dei dati può essere correlata con le proprietà dei LED, quindi la selezione dei LED gioca un ruolo fondamentale. Parametri come la dimensione dei LED, la velocità di commutazione ON-OFF e il numero di LED impiegati in un'applicazione possono influenzare la velocità dei dati del modello di comunicazione. La velocità dei dati è inversamente proporzionale alla dimensione del LED, il che significa che più piccola è la dimensione del LED, più alta sarà la velocità dei dati.

Più è alta la velocità di commutazione ON-OFF del LED, più veloce sarà la possibilità di trasmettere dati sotto forma di 1 e 0. Un numero maggiore di LED in un sistema comporta un maggiore volume di trasmissione di dati. Nel sistema basato su Li-Fi, il pannello a LED (LP) è una sorgente luminosa che può svolgere contemporaneamente la funzione di illuminazione e trasmissione dati. A seconda della situazione e dei requisiti del modello di comunicazione indoor, un singolo LED può anche fungere da LP ed è anche possibile che più LED siano combinati insieme

per formare un singolo LP. Il numero di LED in un singolo LP dipende dalle dimensioni della stanza e dal numero di utenti da ospitare in un momento specifico. L'approccio al posizionamento dei LED (LPA) svolge un ruolo importante nel sistema di comunicazione interno basato sul Li-Fi perché può limitare la velocità dei dati e influenzare l'affidabilità della comunicazione. Il posizionamento di un LP in ambienti interni deve essere regolato in modo tale che ogni utente Li-Fi possa ottenere un'elevata intensità di luce. Un notevole sforzo di ricerca attualmente viene dedicato allo sviluppo di un sistema Li-Fi per interni.

Per un sistema indoor, il LED è dichiarato come il dispositivo di illuminazione più efficiente dal punto di vista energetico. I ricercatori studiano come può la distanza tra i LED modificare il comportamento del sistema di comunicazione interna, come ad esempio l'impatto delle riflessioni multipercorso in relazione al posizionamento bidimensionale di una porta in una stanza. Negli attuali sistemi di posizionamento a luce visibile per interni, vengono proposti diversi algoritmi per calcolare la posizione del ricevitore; i ricercatori propongono un nuovo sistema di architettura che può essere utilizzato sia per il posizionamento in interni sia per le comunicazioni. L'architettura di posizionamento della sorgente di luce per una stanza tipica è stata studiata considerando diversi parametri relativi alle prestazioni. Un ricercatore ha progettato una costellazione di LED ottimale per il sistema di comunicazione interno basato su MIMO (Multi Input-Multi Output) con correlazione di canale arbitraria.

giallo. Quando un raggio di luce blu passa attraverso lo strato di rivestimento di fosforo giallo, diventa luce bianca. Un altro modo di ottenere luce bianca è di utilizzare una combinazione di LED rosso, verde e blu (RGB) adeguatamente miscelata. Poiché la luce emessa dai LED è di natura incoerente, è quindi necessario utilizzare la tecnica della Modulazione di Intensità luminosa (IM) in cui il segnale dell'informazione modula il segnale ottico luminoso. Questo segnale luminoso modulato viene ricevuto da un ricevitore utilizzando il metodo di rilevamento diretto (DD). Come elemento della Direct Detection viene utilizzato un fotodiodo per convertire la potenza ricevuta del segnale ottico in una corrente elettrica proporzionale ad essa. In **Figura 1** viene schematizzato l'esempio di un sistema Li-Fi indoor.

### MODULAZIONE DEL SEGNALE OTTICO

Nei sistemi Li-Fi gli schemi di modulazione basati sul dimming (regolazione della potenza di un carico) sono schemi di modulazione più comunemente a singola portante. Negli schemi di modulazione basati sul dimming la velocità dei dati desiderata viene raggiunta controllando il livello di On e Off del LED. Le modulazioni come la Modulazione On-Off Keying (OOK), Modulazione Larghezza di Impulso (PWM), Modulazione della Posizione dell'Impulso (PPM), Modulazione della Posizione dell'Impulso Variabile (VPPM), Overlapping PPM (OPPM) e Modulazione Spaziale Ottica (OSM), sono le principali tecniche di modulazione basate sul dimming che possono essere implementate in un sistema di comunicazione indoor Li-Fi. Di seguito un elenco delle tecniche di modulazione basate

**QUELLO CHE HAI LETTO E' UN ESTRATTO, L'ARTICOLO  
COMPLETO E' RISERVATO AGLI ABBONATI  
AD ELETTRONICA OPEN SOURCE.**

**PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?**

UN ANNO DI **FIRMWARE 2.0**  
TUTTI GLI ARTICOLI TECNICI **RISERVATI**  
CONTEST E PROMOZIONI **RISERVATI**



**VOGLIO ABBONARMI!**

# ARDUINO NANO RP2040 CONNECT: L'IDEA INNOVATIVA DEL BRAND ELETTRONICO MADE IN ITALY

di **Giordana Francesca Brescia**

*Arduino Nano RP2040 Connect è la prima scheda della famiglia Arduino che integra il potente chip in silicio RP2040 di casa Raspberry Pi. Molti di voi ricorderanno che alcuni mesi fa la Raspberry Pi Foundation ha introdotto sul mercato il Raspberry Pi Pico, la prima scheda a microcontrollore di casa Raspberry Pi, la quale integra al suo interno proprio questo potente e versatile chip. L'implementazione dell'RP2040 nell'Arduino Nano RP2040 Connect nasce da una importante collaborazione tra la Raspberry Pi Foundation e il noto brand made in Italy. Tanta potenza ed eccellenti funzionalità su una piccola scheda dal package estremamente compatto, ideale per le applicazioni dell'ecosistema Internet of Things (IoT), Machine Learning e prototipazione rapida. Arduino Nano RP2040 Connect è una scheda di sviluppo con il fattore di forma della famiglia Nano e con grandi caratteristiche e funzionalità extra quasi impossibili da trovare in un dispositivo dalle dimensioni così piccole e dal package estremamente compatto. Il potente microcontrollore, il fattore di forma Nano, la presenza di un set di sensori integrati on-board e delle opzioni di connettività Wi-Fi e Bluetooth, rendono Arduino Nano RP2040 Connect una soluzione adattabile a una vasta pluralità di applicazioni.*

## UNA BREVE INTRODUZIONE

**L**è Arduino è la scheda elettronica programmabile più famosa nel mondo dei makers. È una piattaforma open source completa e basata su **hardware e software open source**, in grado di connettere e interagire con discipline e competenze trasversali quali Machine Learning, linguaggi di programmazione, progettazione elettronica, domotica, automazione, Intelligenza Artificiale, IoT, sensoristica e robotica. Per questo possiamo affermare che Arduino è **molto più di una semplice scheda di prototipazione**. Tantissime sono le applicazioni di questi settori che basano il loro funzionamento su Arduino. Sono trascorsi ormai ben 17 anni dalla sua creazione e Arduino, ad oggi, vanta un'ampia gamma di modelli di schede, ciascuno dedicato a determinate applicazioni. La piattaforma Arduino è molto utilizzata nel mondo dell'elettronica ed ha acquisito una popolarità senza precedenti grazie

alle sue caratteristiche uniche. Ogni appassionato di elettronica embedded e microcontrollori ha sentito parlare almeno una volta della piattaforma Arduino. Nel corso degli anni, Arduino, nata dalla collaborazione tra cinque docenti presso l'Istituto di Interaction Design di Ivrea (IDII), è diventata uno standard non solo nella didattica educativa in ambienti accademici e nella prototipazione rapida per i programmatori alle prime armi o per chi non possiede conoscenze avanzate di elettronica e programmazione, ma anche nelle applicazioni dal taglio più professionale. Con Arduino si possono acquisire o affinare le competenze digitali del futuro, anche partendo da zero. Il **"Learning by Doing"**, ovvero la capacità di imparare progettando è, infatti, uno degli obiettivi che sono alla base della nascita della piattaforma Arduino.

Il punto di forza sul quale il brand torinese ha costruito il suo successo duraturo nel tempo è l'accesso gratuito alla

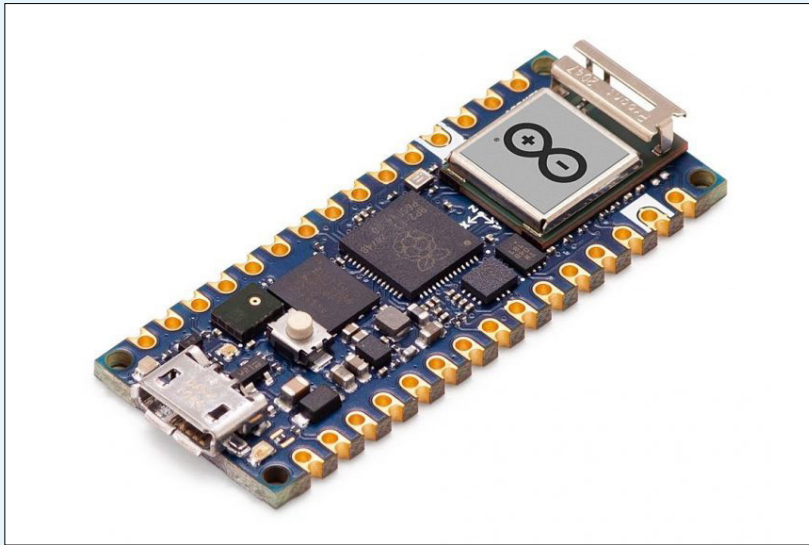


Figura 1. La scheda di sviluppo Arduino Nano RP2040 Connect con i componenti integrati on-board

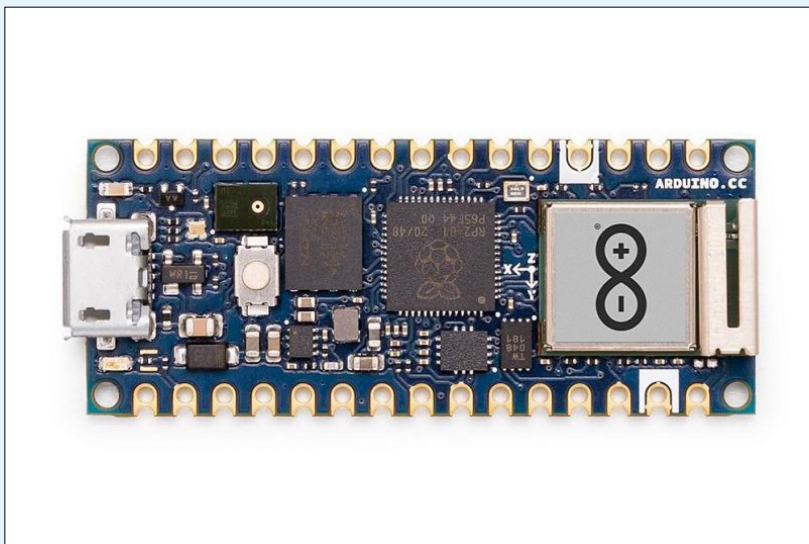


Figura 2. La scheda di sviluppo Arduino Nano RP2040 Connect (top-side)

documentazione dettagliata, all'ambiente di sviluppo di pubblico dominio, agli schemi elettrici delle schede ed al codice sorgente, unitamente a un serie di librerie che semplificano la creazione degli sketch e la messa a punto dei progetti. La progettazione può essere quindi semplificata da numerose **librerie** già pronte all'uso, che arricchiscono e semplificano la creazione del programma nell'ambiente di sviluppo (*IDE, Integrated Development Environment*), con la possibilità di condividere le proprie idee ed i propri progetti con tutti i membri della community. La forza di una **community open source** sta tutta qui, nella capacità di far crescere le competenze di makers e professionisti, di chi quindi apprende progettando secondo l'approccio del

"**Learning by Doing**" e di chi invece possiede già delle basi e vuole affinare il suo know-how confrontandosi e mettendosi in gioco in uno spazio aperto a nuove idee e suggerimenti.

### **NON SOLO MAKERS: INTERESSANTI SPECIFICHE TECNICHE ADATTE ANCHE PER UN UTILIZZO PROFESSIONALE**

La scheda di sviluppo **Arduino Nano RP2040 Connect** (Figura 1) rappresenta una **novità assoluta per il noto brand torinese**. Arduino Nano RP2040 Connect è un **hardware open source** molto giovane, ma allo stesso tempo si sta rivelando incredibilmente popolare tra i produttori di componenti elettronici e tra i progettisti elettronici, professionisti dell'elettronica, makers e appassionati, soprattutto per le **opzioni di connettività a bordo**, Wi-Fi 802.11b/g/n, Bluetooth e BLE v4.2. La scheda Arduino Nano RP2040 Connect è un **dispositivo hardware connesso** e questo, ovviamente, apre a tutti i tipi di possibilità applicative. L'hardware rappresenta sicuramente anche una spinta propulsiva per la vasta community di Arduino nella realizzazione di progetti innovativi anche complessi o che richiedono maggiore potenza computazionale. Il processore dell'Arduino Nano RP2040 Connect è basato sul nuovo chip di silicio Raspberry Pi RP2040. Questo microcontrollore offre opportunità per **sviluppare applicazioni IoT a bassa potenza e l'apprendimento automatico**

**integrato (Embedded Machine Learning)**, fornendo la giusta potenza di calcolo e l'elaborazione parallela con un **consumo energetico molto basso**. La scheda si adatta perfettamente al *fattore di forma Arduino Nano*.

L'idea del brand torinese di inserire un **chip RP2040** come cuore di una nuova scheda Arduino nasce dalla consapevolezza dell'elevato livello prestazionale e dell'eccellente performance del chip. Questo **System-on-Chip (SoC)** è un microcontrollore Arm Cortex-M0+ dual-core a 32 bit, funzionante a una frequenza di clock di **133 MHz** e con molte altre funzionalità extra. Solo per fare un confronto, il microcontrollore della scheda Arduino Uno, l'ATmega328, lavora a una frequenza di clock di 16 MHz. Una differen-

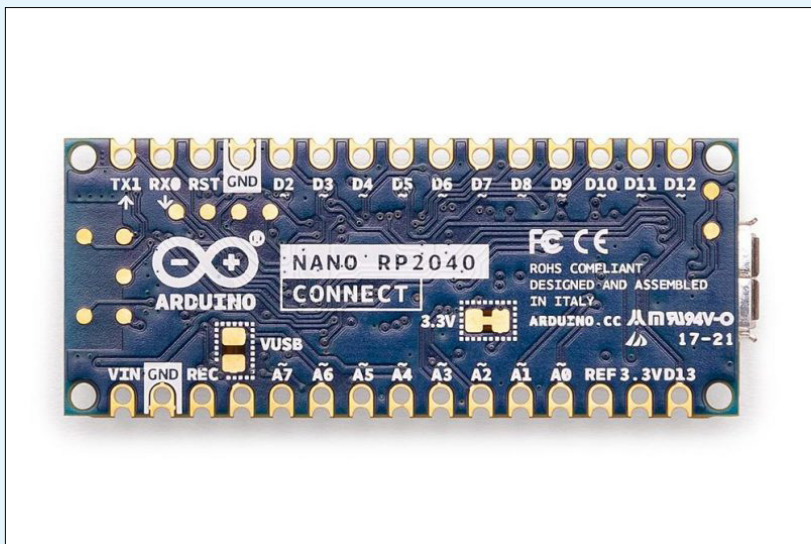


Figura 3. La scheda di sviluppo Arduino Nano RP2040 Connect (bottom-side)

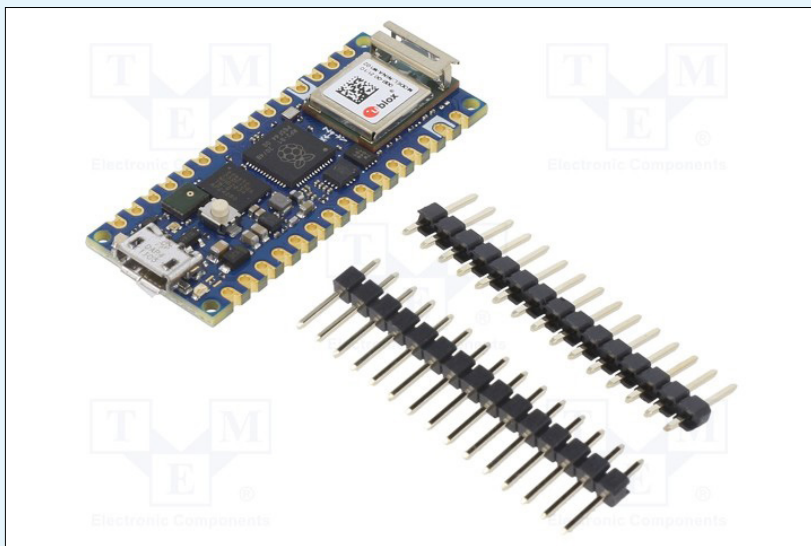


Figura 4. La scheda Arduino Nano RP2040 Connect nella configurazione senza pin headers preinstallati (Fonte: TME Electronic Components)

za notevole per le applicazioni nel mondo dei microcontrollori! L'hardware di Arduino Nano RP2040 Connect è abbastanza potente per eseguire TensorFlow Lite. Ma c'è di più. Ciò che cattura subito l'attenzione sia di esperti di progettazione sia di appassionati e hobbisti, è l'inclusione del **modulo radio Wi-Fi e Bluetooth u-blox NINA-W102**, un potente modulo senz'altro già abbastanza conosciuto e apprezzato nel mondo degli utenti Nano. Il modulo radio u-blox NINA-W102 è sia estremamente popolare sia altamente adattabile, e rende la scheda un prezioso strumento connesso, nelle mani di chiunque voglia realizzare applicazioni del mondo dell'Internet delle Cose. E' proprio

infatti il modulo Nina-W102 a fornire la connettività Wi-Fi e Bluetooth alla scheda. L'antenna PCB interna nel modulo elimina la necessità di un'antenna esterna. Tutto questo fa di Arduino Nano RP2040 Connect una scheda di sviluppo connessa e già pronta all'uso.

Completano il quadro un sensore di movimento IMU a sei assi con capacità di apprendimento automatico, microfono integrato per l'attivazione del suono e della voce, un LED RGB e diversi pin GPIO multifunzione. Il LED RGB è un LED ad anodo comune collegato al modulo Nina-W102. Il LED RGB è controllato anche dal modulo Nina-W102 in modo tale che il LED sia spento quando lo stato digitale è ALTO e acceso quando lo stato digitale è BASSO. I **sensori integrati** semplificano la realizzazione anche di progetti complessi. Sono integrati sulla scheda un paio di sensori molto utili: un microfono integrato per l'attivazione del suono, il controllo audio e il riconoscimento vocale AI; l'IMU intelligente a sei assi con funzionalità AI indica alla scheda in che direzione si sta muovendo e aggiunge il rilevamento della caduta e l'attivazione del doppio tocco.

Inoltre, come per molti componenti della famiglia Arduino, l'hardware del Nano RP2040 Connect è **completamente compatibile con Arduino Cloud**, il che permette di sfruttare a pieno tutta la potenza del cloud. Dal punto di vista del monitoraggio remoto, questa scheda ha il vantaggio aggiuntivo del controllo da smartphone tramite l'**app Arduino IoT Remote**. Con l'app

gratuita per smartphone Arduino IoT Remote è possibile caricare gli sketch grazie al controllo remoto istantaneo. Il cloud semplifica per la scheda Nano RP2040 Connect la **comunicazione in modalità wireless con altre schede**. Qualsiasi dispositivo connesso ad Arduino Cloud può comunicare, ovviamente non stiamo parlando solo di schede Arduino ufficiali. Dal punto di vista software, quindi per ciò che concerne in modo specifico la programmazione, è possibile utilizzare gli sketch pre-esistenti realizzati ad esempio per un'altra scheda e utilizzarli sulla nuova Nano RP2040 Connect. Quindi, se si hanno già pronti sketch di progetto, l'utilizzo è davvero molto facile, veloce e non

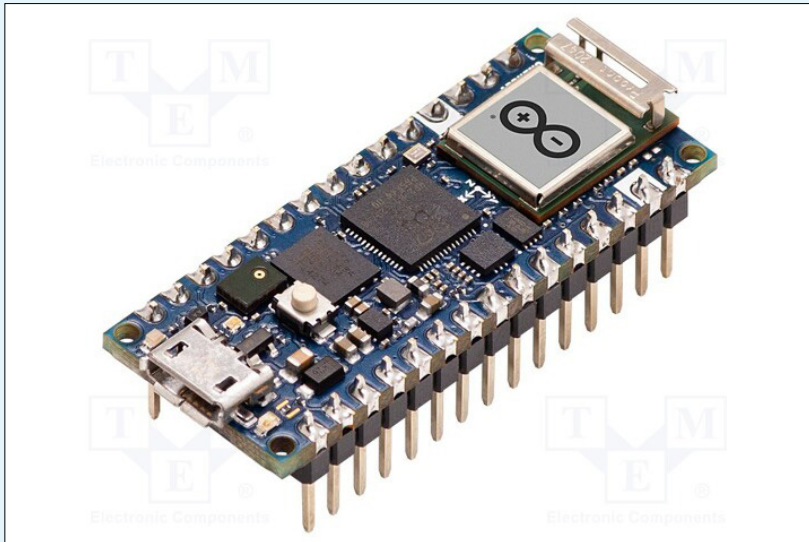


Figura 5. La scheda Arduino Nano RP2040 Connect nella configurazione con pin headers preinstallati (Fonte: TME Electronic Components)

richiede particolari sforzi di progettazione. Rendere immediatamente funzionante la scheda Arduino Nano RP2040 Connect è semplice e intuitivo. Inoltre, la scheda è compatibile con l'intero ecosistema software RP2040.

Molto interessanti sono anche le proprietà dal punto di vista dell'archiviazione. Oltre ai 264 KB di SRAM, la scheda possiede una memoria flash da 16 MB esterna al microprocessore (off-chip) che aumenta lo spazio per il codice per venire incontro alle esigenze di uno spazio archiviazione aggiuntivo, molto frequenti in fase di programmazione e stesura del codice. E' compatibile con Raspberry Pi Pico, supporta il linguaggio di programmazione di Arduino, l'IDE 2.0 e tutte le librerie; supporta completamente anche **MicroPython**.

**TME Electronic Components** è partner e rivenditore ufficiale della nuova scheda Arduino Nano RP2040 Connect, che potete trovare sul catalogo visitando il sito web di TME Electronic Components **Componenti elettronici. Distributore e negozio online - Transfer Multisort Elektronik (tme.eu)**. Sul sito della **TME Electronic Components**, la scheda Arduino Nano RP2040 Connect è disponibile in due configurazioni, rispettivamente con e senza pin headers preinstallati.

Il microcontrollore RP2040 funziona a 3,3 V e dispone di un regolatore di tensione interno che fornisce 1,1 V. L'RP2040 controlla le periferiche e i pin digitali, nonché i pin analogici (A0-A3). I pin I/O programmabili hanno funzioni impensabili per le schede più grandi: 22 pin digitali, 20 con PWM e 8 analogici.

La vasta gamma di applicazioni alle quali si presta bene la

scheda di sviluppo Arduino Nano RP2040 Connect ne dimostra la versatilità di utilizzo. Infatti, gli esempi di applicazioni della scheda Arduino Nano RP2040 Connect possono essere relativi ad un'ampia gamma di casi d'uso grazie al potente microprocessore implementato a bordo, i sensori integrati ed il fattore di forma tipico della famiglia Nano. Le possibili applicazioni suggerite per la scheda di sviluppo Arduino Nano RP2040 Connect includono:

- Edge computing: grazie al potente microprocessore e alla RAM, la scheda è adatta ad esempio per il gesture recognition;
- Wearable devices: i dispositivi indossabili come i fitness tracker sono realizzabili grazie al piccolo ingombro della scheda;
- Voice assistant: Arduino Nano RP2040

Connect include un microfono omnidirezionale che può fungere da assistente digitale personale e abilitare il controllo vocale;

- Smart Home;
- IIoT (Industrial Internet of Things).

## COME PROGRAMMARE ARDUINO NANO RP2040 CONNECT

La sintassi del linguaggio di programmazione Arduino è simile al linguaggio C++ e il suo apprendimento risulta semplice e intuitivo anche a chi non è esperto di programmazione di microcontrollori. Per iniziare a programmare Arduino Nano RP2040 Connect offline è necessario installare il noto ambiente di sviluppo **Arduino IDE**. Per collegare Arduino al computer è sufficiente un cavo micro USB che fornisce anche alimentazione alla scheda, come indicato dal LED. Come tutte le schede Arduino, anche questa funziona su **Arduino Web Editor**. Il Web Editor di Arduino è online, per cui sarà sempre possibile aggiornare le ultime funzionalità e offrire supporto per tutte le schede. Questo è molto utile se si preferisce programmare e caricare gli sketch direttamente dal browser web. Ma non è tutto. La scheda di sviluppo Arduino Nano RP2040 Connect è supportata anche su **Arduino IoT Cloud** che consente di accedere, rappresentare graficamente e analizzare i dati dei sensori, attivare eventi e automatizzare gli ambienti domestici o di lavoro. E' possibile caricare gli sketch con il controllo remoto istantaneo dall'**app gratuita per smartphone Arduino IoT Remote**. Per velocizzare la programmazione, Arduino mette a disposizione una se-

Tabella 1. Specifiche tecniche della scheda di sviluppo Arduino Nano RP2040 Connect

<b>BOARD</b>	Nano RP2040 Connect	
	SKU: ABX00052	
<b>MICROCONTROLLER</b>	Raspberry Pi RP2040	
<b>USB CONNECTOR</b>	Micro USB	
<b>PINS</b>	Built-in LED pin	13
	DIGITAL I/O PINS	20
	ANALOG INPUT PINS	8
	PWM PINS	20 (Except A6, A7)
<b>CONNECTIVITY</b>	EXTERNAL INTERRUPTS	20 (Except A6, A7)
	Wi-Fi	Nina W102 uBlox module
	BLUETOOTH	Nina W102 uBlox module
	SECURE ELEMENT	ATECC608A-MAHDA-T Crypto IC
<b>SENSORS</b>	IMU	LSM6DSOXTR (6-axis)
	MICROPHONE	MP34DT05
	UART	Yes
<b>COMMUNICATION</b>	I2C	Yes
	SPI	Yes

<b>POWER</b>	Circuit operating voltage	3.3V
	INPUT VOLTAGE (VIN)	5-21V
	DC CURRENT PER I/O PIN	4 mA
<b>CLOCK SPEED</b>	Processor	133 MHz
	AT25SF128A-MHB-T	16MB Flash IC
<b>MEMORY</b>	NINA W102 UBLOX MODULE	448 KB ROM, 520KB SRAM, 16MB Flash
	Weight	6 g
<b>DIMENSIONS</b>	WIDTH	18 mm
	LENGTH	45 mm

rie di **sketch di esempio** nel menu "**Examples**" nell'IDE Arduino o nella sezione "**Documentation**" direttamente dal sito web di Arduino.

### **UN ESEMPIO DI PROGETTO PER MAKERS E HOBBISTI DELL'ELETTRONICA**

A titolo di esempio, al fine di mostrare un'applicazione pratica della scheda Arduino Nano RP2040 Connect, proponiamo un **progetto IoT** per makers, che riguarda un **visualizzatore di suoni per misurare il livello sonoro all'interno di una stanza** e visualizzarlo tramite accensione (ON) e spegnimento (OFF) del LED integrato sulla scheda. L'RP2040 Connect invia i dati ad **Arduino IoT Cloud** per visualizzare su un grafico i dati delle misurazioni dei livelli sonori. La realizzazione di questo progetto è resa possibile dal microfono integrato presente sulla scheda di sviluppo IoT. Questa è l'unica scheda IoT della famiglia Arduino che dispone di microfono integrato on-board, per cui un progetto del genere non è realizzabile con altri modelli di schede. Come abbiamo precedentemente

specificato, infatti, sulla scheda è presente un microfono integrato per l'attivazione del suono, il controllo audio e persino il riconoscimento vocale AI.

Per realizzare il progetto sono necessari i seguenti componenti:

- 1 scheda di sviluppo Arduino Nano RP2040 Connect
- 1 breadboard
- 2 LED rossi 5 mm
- 2 LED gialli 5 mm
- 3 LED verdi 5 mm
- 7 resistori 220 ohm
- 16 cavetti jumper

Per prima cosa bisogna posizionare la scheda Arduino Nano RP2040 Connect sulla breadboard con la porta micro-USB rivolta verso l'esterno. Successivamente, è necessario posizionare i 3 LED verdi, i 2 LED gialli e i 2 LED rossi sull'altro lato della breadboard come mostrato in **Figura 8**. I colori dei LED rappresentano le intensità:

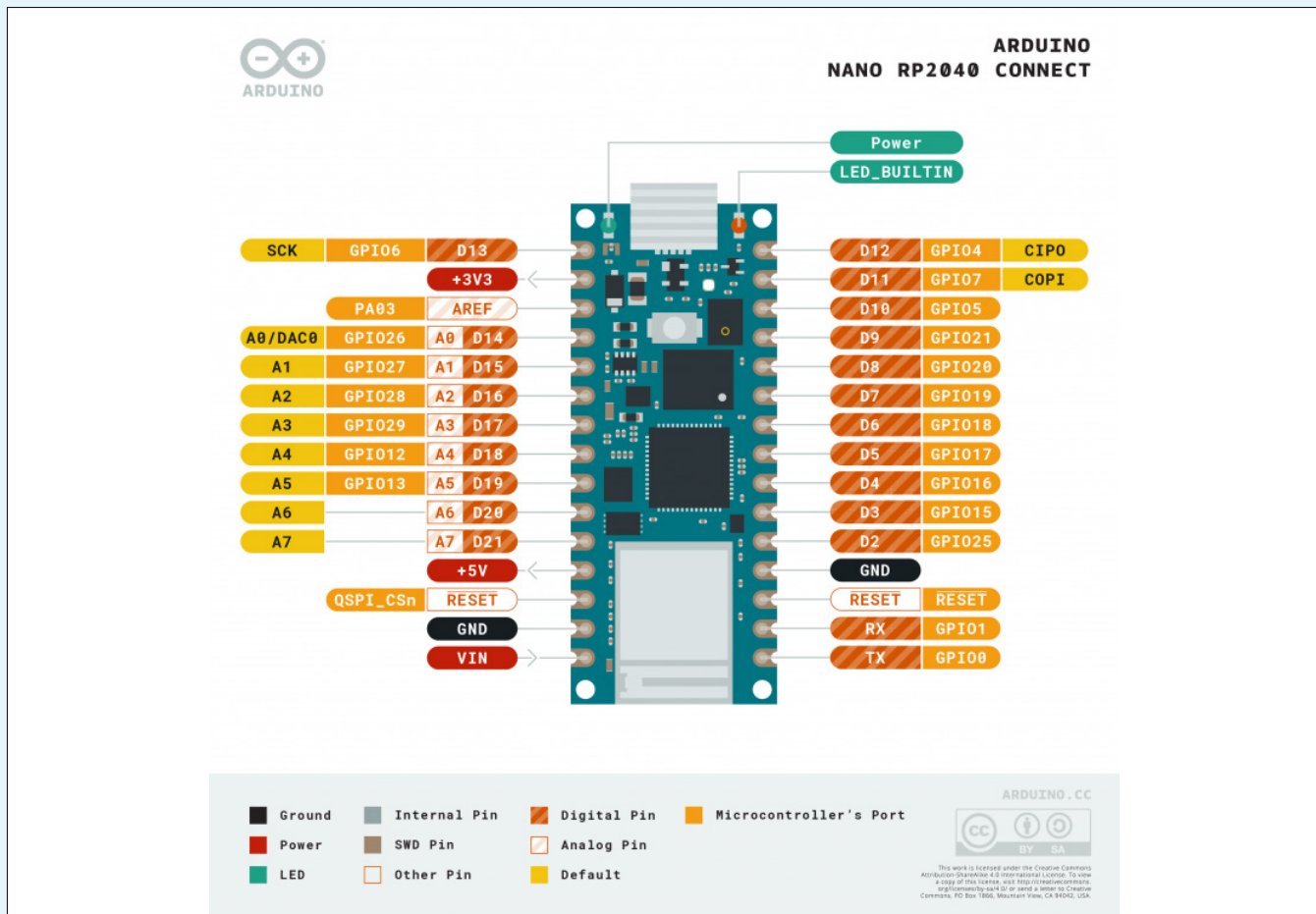


Figura 6. Diagramma pinout della scheda

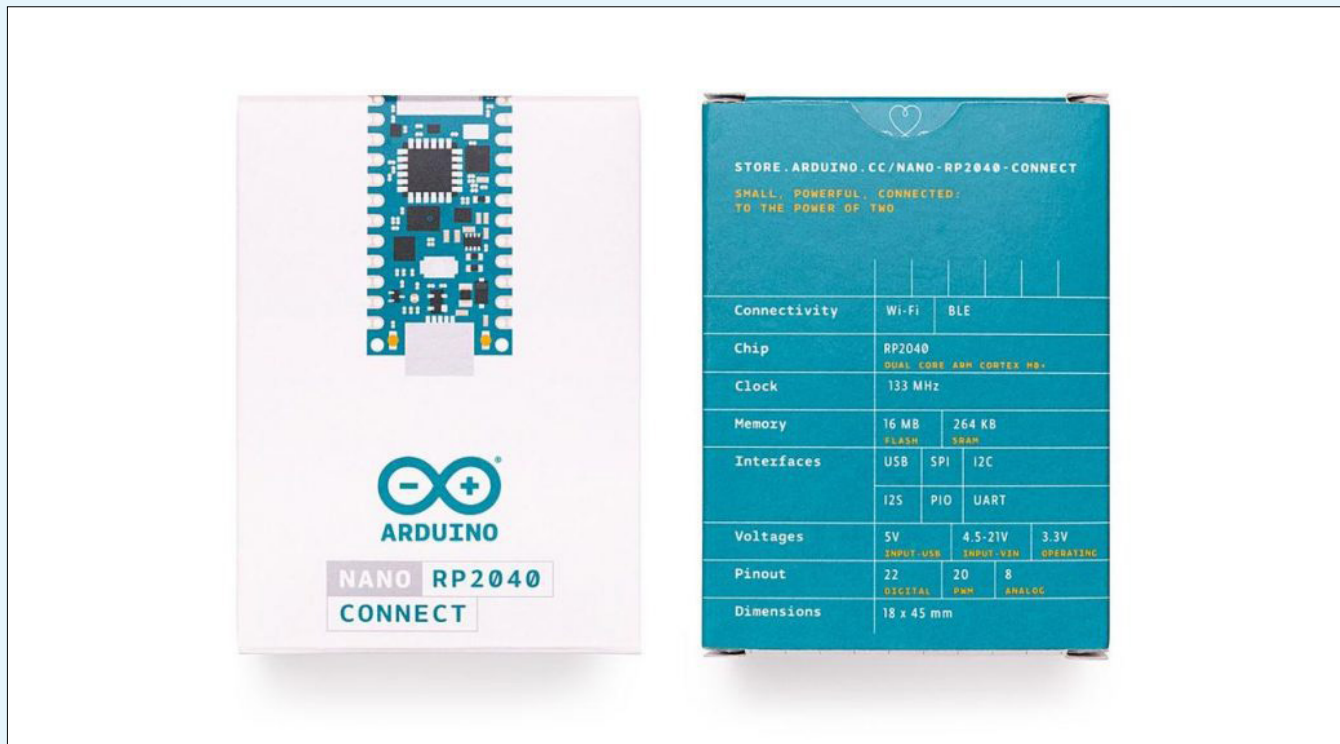


Figura 7. La pratica confezione contenente la scheda di sviluppo Arduino Nano RP2040 Connect

verde è basso, giallo significa medio e rosso significa alto.

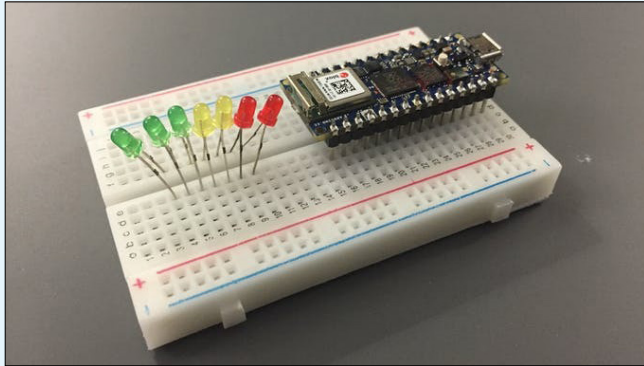


Figura 8

Collegare quindi ciascun LED ai pin digitali 3-9 sulla scheda Arduino Nano RP2040 Connect per essere controllati individualmente.

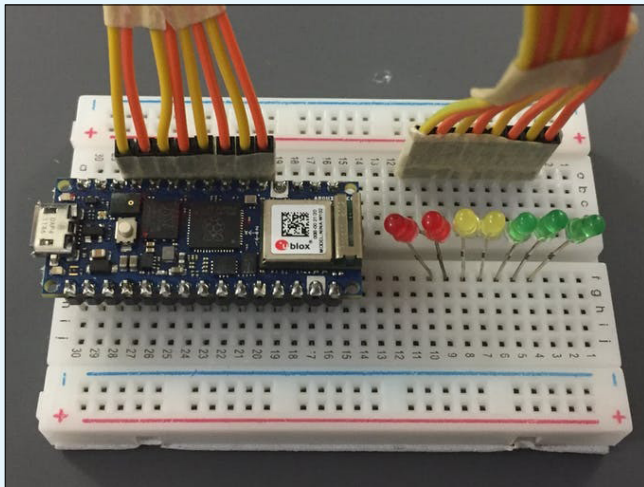


Figura 9

A questo punto collegare i catodi dei LED con i resistori da 220 ohm alla linea di massa della breadboard e collegare poi la linea di massa a un pin GND sull'Arduino Nano RP2040 Connect.

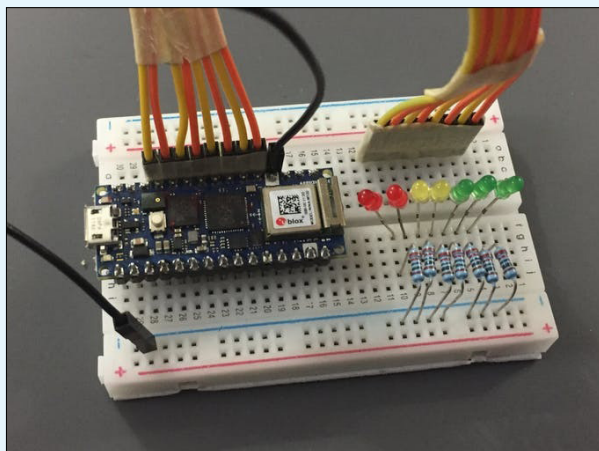


Figura 10

Creare le seguenti variabili nell'Arduino IoT Cloud:

*CloudLight LED*

*float Sound\_Level*

Configurare la scheda nell'Arduino IoT Cloud e inserire le proprie credenziali di rete nel campo sottostante:

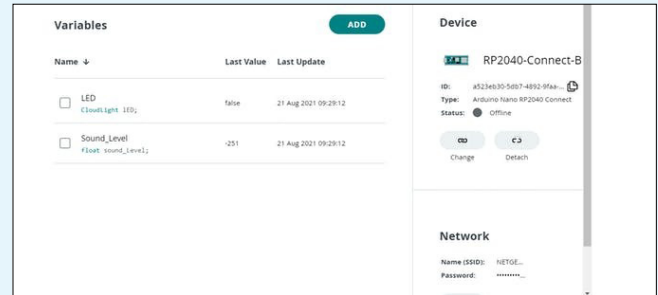


Figura 11

Aprire lo sketch nella scheda "Sketch" e copiare il codice che è riportato con i commenti di seguito. Caricare quindi il codice sulla scheda RP2040 Connect per ottenere il proprio visualizzatore di suoni.

```
#include "thingProperties.h"
// PDM for mbed_rp2040 - Version: Latest
#include <PDM.h>

int LEDC = 2;
int LEDG1 = 3;
int LEDG2 = 4;
int LEDG3 = 5;
int LEDY4 = 6;
int LEDY5 = 7;
int LEDR6 = 8;
int LEDR7 = 9;

bool switchLED;

static const char channels = 1;

static const int frequency = 16000;

short sampleBuffer [512];

volatile int samplesRead;
```

```

void setup() {
  // Initialize serial and wait for port to open:
  Serial.begin(9600);
  // This delay gives the chance to wait for a Serial Mo-
  nitor without blocking if none is found
  delay(1500);

  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
  pinMode(LEDG1, OUTPUT);
  pinMode(LEDG2, OUTPUT);
  pinMode(LEDG3, OUTPUT);
  pinMode(LEDY4, OUTPUT);
  pinMode(LEDY5, OUTPUT);
  pinMode(LEDG6, OUTPUT);
  pinMode(LEDG7, OUTPUT);

  // Defined in thingProperties.h
  initProperties();

  // Connect to Arduino IoT Cloud
  ArduinoCloud.begin(ArduinoIoTPreferredConnection);

  PDM.onReceive(onPDMDData);
  if (!PDM.begin(channels, frequency))
  {
    Serial.println("Failed to Initialize PDM");
    while(1);
  }

  /*
   The following function allows you to obtain more
  information
   related to the state of network and IoT Cloud con-
  nection and errors
   the higher number the more granular information
  you'll get.
   The default is 0 (only errors).
   Maximum is 4
  */

```

```

  setDebugMessageLevel(2);
  ArduinoCloud.printDebugInfo();
}

void loop() {
  ArduinoCloud.update();

  if(samplesRead)
  {
    for (int i = 0; i < samplesRead; i++)
    {
      Serial.println(sampleBuffer[i]);
      sound_Level = sampleBuffer[i];

      if (sampleBuffer[i] >= 100 || sampleBuffer[i] <=
      -100)
      {
        digitalWrite(LEDG1, HIGH);

        if (sampleBuffer[i] >= 500 || sampleBuffer[i] <=
        -500)
        {
          digitalWrite(LEDG2, HIGH);

          if (sampleBuffer[i] >= 1000 || sampleBuffer[i] <=
          -1000)
          {
            digitalWrite(LEDG3, HIGH);

            if (sampleBuffer[i] >= 2500 || sampleBuffer[i] <=
            -2500)
            {
              digitalWrite(LEDY4, HIGH);

              if (sampleBuffer[i] >= 5000 || sampleBuffer[i] <=
              -5000)
              {
                digitalWrite(LEDY5, HIGH);

                if (sampleBuffer[i] >= 7500 || sampleBuffer[i]
                <= -7500)
                {
                  digitalWrite(LEDG6, HIGH);

```

```
        if (sampleBuffer[i] >= 15000 || sampleBuffer[i] <= -15000)
        {
            digitalWrite(LED7, HIGH);
        }

        else
        {
            digitalWrite(LED7, LOW);
        }

        else
        {
            digitalWrite(LED6, LOW);
        }

        else
        {
            digitalWrite(LED5, LOW);
        }

        else
        {
            digitalWrite(LED4, LOW);
        }

        else
        {
            digitalWrite(LED3, LOW);
        }

        else
        {
            digitalWrite(LED2, LOW);
        }

        else
```

```
    {
        digitalWrite(LEDG1, LOW);
    }

    if (sampleBuffer[i] >= 10000 || sampleBuffer[i] <= -10000)
    {
        switchLED = !switchLED;
        if (switchLED)
        {
            digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
            digitalWrite(LED7, HIGH);
            IED = true;
        }

        else
        {
            digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
            digitalWrite(LED7, LOW);
            IED = false;
        }
    }

    samplesRead = 0;
}

void onPDMData()
{
    int bytesAvailable = PDM.available();

    PDM.read(sampleBuffer, bytesAvailable);

    samplesRead = bytesAvailable / 2;
}
```

Ora dalla scheda dashboard nell'IoT Cloud è necessario creare una dashboard. Quindi, creare i widget e collegarli a ciascuna variabile.

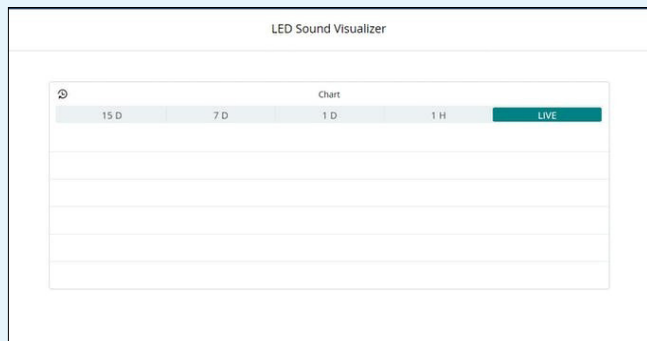


Figura 12

Il tutto dovrebbe funzionare dopo aver ricaricato la dashboard dell'Arduino IoT Cloud.

Il progetto completo è disponibile [QUI](#).

## IN CONCLUSIONE

Riepilogando, in questo articolo abbiamo analizzato i componenti integrati, le specifiche tecniche e le interessanti caratteristiche funzionali della scheda di sviluppo Arduino Nano RP2040 Connect, una scheda appartenente alla Nano Family di Arduino e che implementa il chip in silicio della scheda Raspberry Pi Pico. Una fusione perfetta tra il concept di Arduino e quello di Raspberry Pi Pico. Il nucleo della scheda è concentrato tutto nell'RP2040. Poiché dotata di caratteristiche funzionali di alto livello e di un potente chip ad alta capacità computazionale, ha tutte le possibilità di diventare un vero e proprio must per i progettisti embedded e IoT nella realizzazione di prototipi, progetti e applicazioni connesse. E' possibile realizzare progetti elettronici in modo semplice e veloce unendo le abilità creative e tecniche. Abbiamo mostrato anche un esempio applicativo basato sulla scheda per realizzare un visualizzatore di suoni in una stanza. Sfruttando la potenza del cloud, Arduino Nano RP2040 Connect è la scelta ottimale per tenere aggiornati i propri progetti preesistenti e valorizzare il potenziale nascosto di quelli nuovi, trasformando idee in progetti reali.

**Massimo Banzi**, tra i fondatori della piattaforma, riassume così **l'obiettivo alla base del progetto Arduino**:

"Pensiamo sia essenziale giocare con la tecnologia, esplorando le diverse possibilità di hardware e software, spesso senza un obiettivo ben definito. Riutilizzare la tec-

nologia esistente è una delle vie migliori del fare **THINKING**. Prendere giocattoli economici o vecchi oggetti inutilizzati e modificarli è la via migliore per ottenere grandi risultati."

Visitando [la pagina web di TME Electronic Components](#) è possibile scoprire tutte le soluzioni ed i componenti messi a disposizione nei campi della progettazione elettronica e industriale.

## INFO & RIFERIMENTI

[1] [Arduino Nano RP2040 Connect - Frase ricercata | Componenti elettronici. Distributore e negozio online - Transfer Multisort Elektronik \(tme.eu\)](#)

[2] Documentazione: [Nano RP2040 Connect | Arduino Documentation | Arduino Documentation](#)

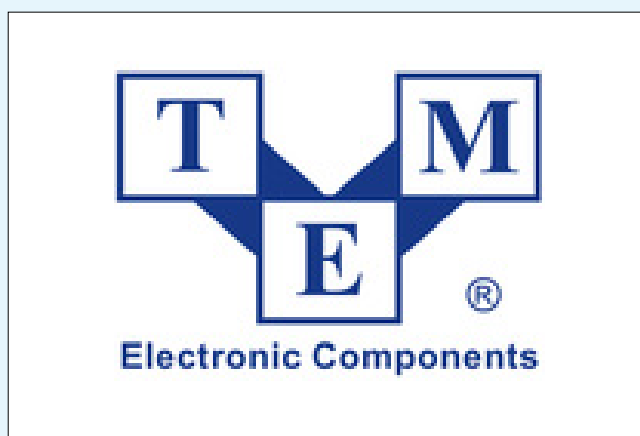
[3] Datasheet: [ABX00053-datasheet.pdf \(arduino.cc\)](#)

[4] Schematici: [Altium.WebViewer.Files.WebViewerJob\\_PDF\\_SCHPrint \(arduino.cc\)](#)

[5] Diagrammi pinout:

[Pinout\\_NanoRP2040\\_latest.png \(2571x2572\) \(arduino.cc\)](#)

[Pinout\\_NanoRP2040\\_latest.pdf \(arduino.cc\)](#)



L'autore è a disposizione nei commenti per eventuali approfondimenti sul tema dell'Articolo. Di seguito il link per accedere direttamente all'articolo sul Blog e partecipare alla discussione:

<https://it.emcelettronica.com/arduino-nano-rp2040-connect-lidea-innovativa-del-brand-elettronico-made-in-italy>

# DISPLAY PORTATILE E AUTONOMO PER IL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA PER PARTICELLE DA 2.5 $\mu\text{m}$



*Fai attenzione alla tua salute. In questo periodo, data la pandemia dovuta al COVID-19, quasi ci si dimentica che esistono altre ragioni che ci inducono ad indossare una mascherina. Ci sono luoghi nel mondo dove indossarla non è solo consigliabile, ma anche necessario da molto tempo. È il caso, ad esempio, delle grandi metropoli dell'Asia, dove praticare sport all'esterno è problematico dato l'alto grado di inquinamento dell'aria, specialmente per quel che riguarda le particelle da 2.5  $\mu\text{m}$ , conosciute con il nome PM2.5.*

Un'alta concentrazione di queste piccole particelle nell'aria può essere nociva e pericolosa per la nostra salute. Il **display PM2.5** presentato in questo articolo può essere sfruttato per monitorare la qualità dell'aria. Ho già realizzato un display PM2.5 ricaricabile tramite pannello solare, ma questo non si adattava bene ad un uso interno. Ho realizzato anche una versione di base ESP32, con la quale ho testato differenti tipi di sensori inviando poi i dati raccolti via WiFi a Thingspeak, ma questa versione non era portatile. L'obiettivo principale di questo progetto è quello di realizzare un dispositivo che sia il più **compatto** possibile, **alimentato a batterie**, con un'**autonomia** di diverse settimane, capace di mostrare l'indice di PM2.5 presente nell'aria in modo permanente. Questo display portatile può essere posizionato all'esterno e può, per esempio, essere fissato su una finestra tramite ventosa, in modo da poter controllare il livello di PM2.5 dall'interno costantemente. Naturalmente può essere utilizzato anche in ambienti interni.

## CONSIDERAZIONI PROGETTUALI

La scelta del rilevatore di particelle d'aria è molto importante. In un progetto precedente, ho testato svariati tipi di sensori, come il sensore Sharp GP2Y10 per esterni.

Comunque, se vogliamo un design compatto, di tutti i sensori testati, il Plantower PMS7003 [10] è l'unico utilizzabile. Possiede un'interfaccia seriale per la trasmissione dei dati di misurazione. Quando ordini questo sensore, assicurati di acquistarlo assieme all'apposito connettore. Siccome il sensore necessita fino a 100mA a 5V per funzionare (principalmente per via della mini ventola interna), esso non può operare in maniera continuata, le batterie si scaricherebbero in pochissimo tempo. La tensione di alimentazione è fornita da una batteria al litio, e perciò è necessario utilizzare un convertitore DC-DC (da 3.8 V a 5 V) in modalità true shut-down.

Il display che ho scelto è un LCD alfanumerico 8x2 monocromatico. Con il display permanente consuma meno di 1 mA. Display a colori e display OLED non possono essere usati dato l'elevato consumo di corrente di cui necessitano, ciò influenzerebbe negativamente l'autonomia e la riuscita del progetto. Per una visualizzazione rapida della misurazione PM2.5 viene aggiunto un grafico a barre a LED. Ogni specifico livello viene rappresentato da un LED acceso, è possibile rappresentare una gamma di sei livelli PM2.5 associando ognuno di essi a 5 LED di diverso colore come illustrato nella **Tabella 1**, dove il livello più alto viene segnalato con l'accensione di entrambi i LED blu e

Air Quality Index (AQI Values)	Levels of Health Concern	Colors
0 to 50	Good	Green
51 to 100	Moderate	Yellow
101 to 150	Unhealthy for Sensitive Groups	Orange
151 to 200	Unhealthy	Red
201 to 300	Very Unhealthy	Purple
301 to 500	Hazardous	Maroon

Tabella 1: AQI levels explained

rosso (marrone nella Tavola). Tutti i LED sono a **bassa potenza**, per esempio, la serie Kingbright WP71xx che ha una corrente diretta di 2 mA. Una versione a bassa potenza e luminosità elevata può essere utile se l'apparecchiatura viene posizionata all'esterno.

Possono essere aggiunti (opzionalmente) anche dei display per la temperatura e l'umidità utilizzando un sensore I2C SHT20/SHT21. Il software supporta anche il sensore di temperatura DS18B20 1-Wire, ma tale applicazione non è stata testata in questo progetto. Il cuore del setup è un ESP8266 con un sensore PM2.5 per il monitoraggio

### CARATTERISTICHE DEL DISPLAY PM2.5


La misurazione di particelle da 2.5  $\mu\text{m}$  viene eseguita a intervalli regolari. L'intervallo temporale tra una misurazione e la seguente può essere modificato attraverso il menù, si può scegliere tra 10, 60 e 20 minuti, quest'ultima opzione sembra essere il **miglior compromesso tra accuratezza della misurazione e consumo energetico**. Ogni ora il programma calcola la media delle ultime misurazioni e solo una di esse viene archiviata in una tabella. Ci sono diversi modi per calcolare la qualità dell'aria (relativamente al valore di PM2.5). In questo progetto sono due i me-

## QUELLO CHE HAI LETTO E' UN ESTRATTO, L'ARTICOLO COMPLETO E' RISERVATO AGLI ABBONATI AD ELETTRONICA OPEN SOURCE.

PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?

UN ANNO DI **FIRMWARE 2.0**  
**TUTTI GLI ARTICOLI TECNICI** RISERVATI  
**CONTEST E PROMOZIONI** RISERVATI



 **VOGLIO ABBONARMI!**

# SISTEMI DI COMUNICAZIONE IN FIBRA

di Giuseppe Silano

*Il campo delle comunicazioni con fibre ottiche è esploso negli ultimi due decenni. Nei moderni sistemi di comunicazione, vengono utilizzate fibre sottili come capelli costituite principalmente da vetro di silice. Le fibre ottiche si basano sul principio della riflessione totale interna che un raggio luminoso, entrando in una fibra di vetro secondo una direzione che forma un piccolo angolo con l'asse della fibra, subisce nella sua propagazione ogni volta che arriva all'interfaccia vetro-aria. L'articolo presenta i sistemi di comunicazione in fibra partendo da una breve analisi storica, inquadrando i processi fisici e le tecnologie che hanno decretato la loro diffusione come tecnologia a sé stante nel campo delle telecomunicazioni, e non solo. La trattazione si allarga presentando i sistemi di trasmissione e i principi alla base della comunicazione in fibra, per poi concludere con la presentazione di un classico schema di trasmissione in fibra.*

## BREVE STORIA SULLE FIBRE OTTICHE

Nel 1870, John Tyndall, servendosi di un getto d'acqua che scorre da un contenitore ad un altro e di un fascio di luce, e dirigendo il fascio di luce del sole verso il percorso dell'acqua, dimostra che la luce mediante la riflessione interna segue un determinato cammino a zig-zag all'interno del percorso curvo dell'acqua. Questo semplice esperimento (vedi **Figura 1**), più noto come **effetto Tyndall**, segna la prima ricerca nella trasmissione guidata della luce.

Nel 1880, William Wheeling brevetta un metodo di trasferimento della luce denominato "**piping light**". Wheeling suppone che usando tubi a specchio che si dipartono da una singola sorgente di luce, come ad esempio un arco elettrico, possa indirizzare la luce verso diverse stanze allo stesso modo con cui si indirizza l'acqua con condutture di piombo. In effetti, mancando le tecnologie per produrre fasci luminosi (come in seguito con la lampadina di Edison), l'idea rimane tale.

Nello stesso anno, Alexander Graham Bell sviluppa un sistema ottico per la trasmissione della voce denominato **fotofono** (vedi **Figura 2**). Il fotofono usa la luce nello spazio libero per trasportare la voce umana a 200 metri. Degli specchi piazzati opportunamente riflettono la luce del sole in un diaframma inserito all'interno della bocca del fotofono. All'altra estremità, montato entro un riflettore parabolico, vi è un resistore al selenio sensibile alla luce.

Detto resistore è connesso ad una batteria che, a sua volta, è collegata al ricevitore telefonico. Quando uno parla nel fotofono, il diaframma illuminato vibra convogliando le varie intensità di luce nel resistore al selenio. Il cambiare dell'intensità della luce altera la corrente che scorre attraverso il ricevitore telefonico che converte la luce in parole. La **tecnologia della fibra ottica** vede un grande tasso di progresso nella seconda metà del ventesimo secolo. I primi successi arrivano durante gli anni '50 con lo sviluppo del "**fiber scope**" (vedi **Figura 3**). Il fiber scope presto trova applicazioni in campo tecnico, come la verifica delle camere di combustione dei motori di aereo, e in campo medico, come nella laparoscopia. Le prime fibre ottiche sono caratterizzate da eccessive perdite ottiche (perdite del segnale luminoso che viaggia nella fibra) che limitano le distanze di trasmissione. Ciò spinge gli scienziati a sviluppare fibre che abbiano un rivestimento di vetro separato. La **regione più interna della fibra**, core, è usata per trasmettere la luce, mentre il **rivestimento**, cladding, mediante riflessione all'interno del confine del core, fa in modo che la luce non esca dal core (vedi **Figura 4**).

Lo sviluppo della tecnologia laser è un nuovo importante passo nell'affermazione dell'industria delle fibre ottiche. Solo il diodo laser (LASER, Light Amplification by Stimulated-Emission Radiation) o il suo "cugino" di bassa potenza, il diodo ad emissione di luce (LED, Light-Emitting Diode) hanno il potenziale per generare grandi quantità di

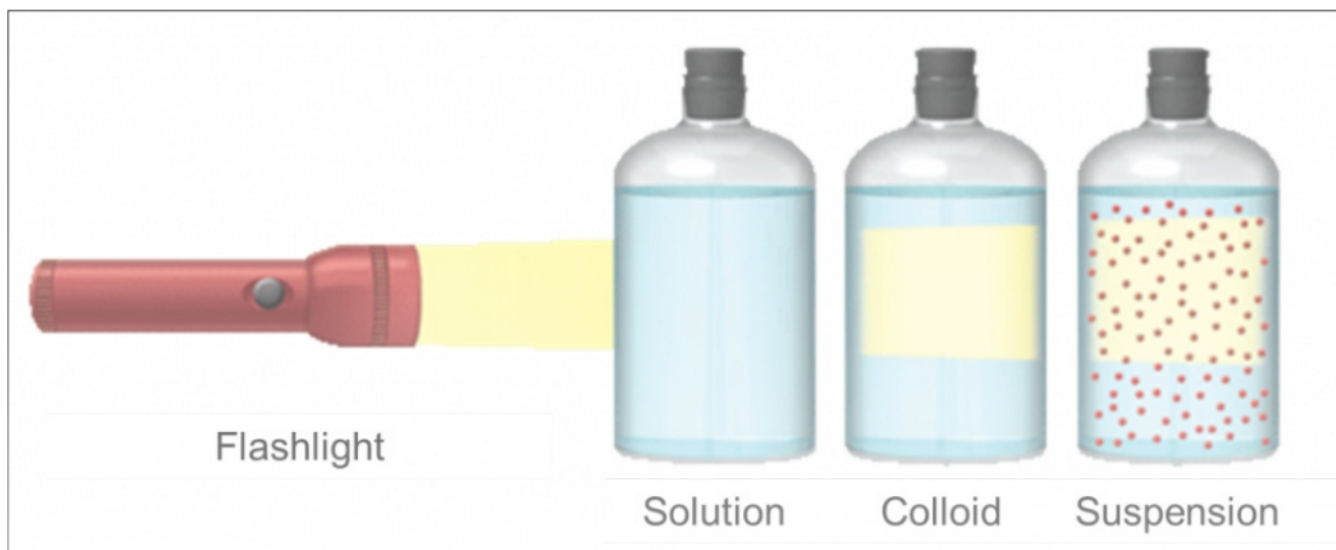


Figura 1: effetto Tyndall



Charles Kao e Charles Hockham, lavorando presso gli Standard Telecommunication Laboratories in Inghilterra nel 1966, pubblicano un articolo in cui propongono l'impiego della fibra ottica come mezzo di trasmissione a patto che l'attenuazione possa essere mantenuta al di sotto di 20 dB/km. Al tempo di tale proposta, le fibre ottiche presentavano perdite di 1000 dB/km o più. A perdite di soli 20 dB/km, il 99% della luce può essere perduto in soli 3.300 piedi (circa 1000 metri). In altre parole, solo 1/100 della potenza luminosa che è stata trasmessa raggiunge il ricevitore. Intuitivamente, i ricercatori postulano che le perdite sono dovute a irregolarità nel vetro e

**QUELLO CHE HAI LETTO E' UN ESTRATTO, L'ARTICOLO COMPLETO E' RISERVATO AGLI ABBONATI AD ELETTRONICA OPEN SOURCE.**

**PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?**

UN ANNO DI **FIRMWARE 2.0**  
**TUTTI GLI ARTICOLI TECNICI** RISERVATI  
**CONTEST E PROMOZIONI** RISERVATI



**VOGLIO ABBONARMI!**

# + 130.000

## REGISTERED USERS

6.138 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (DEC2019)

824.057 2019 ANNUAL VISITORS

## THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY

### CATEGORIES

COMPANIES/CONSULTANTS

53 %

ACADEMICS/STUDENTS

25 %

MAKERS/HOBBYISTS

22 %

SOCIAL CONNECTIONS

f + 83.000

in + 23.000

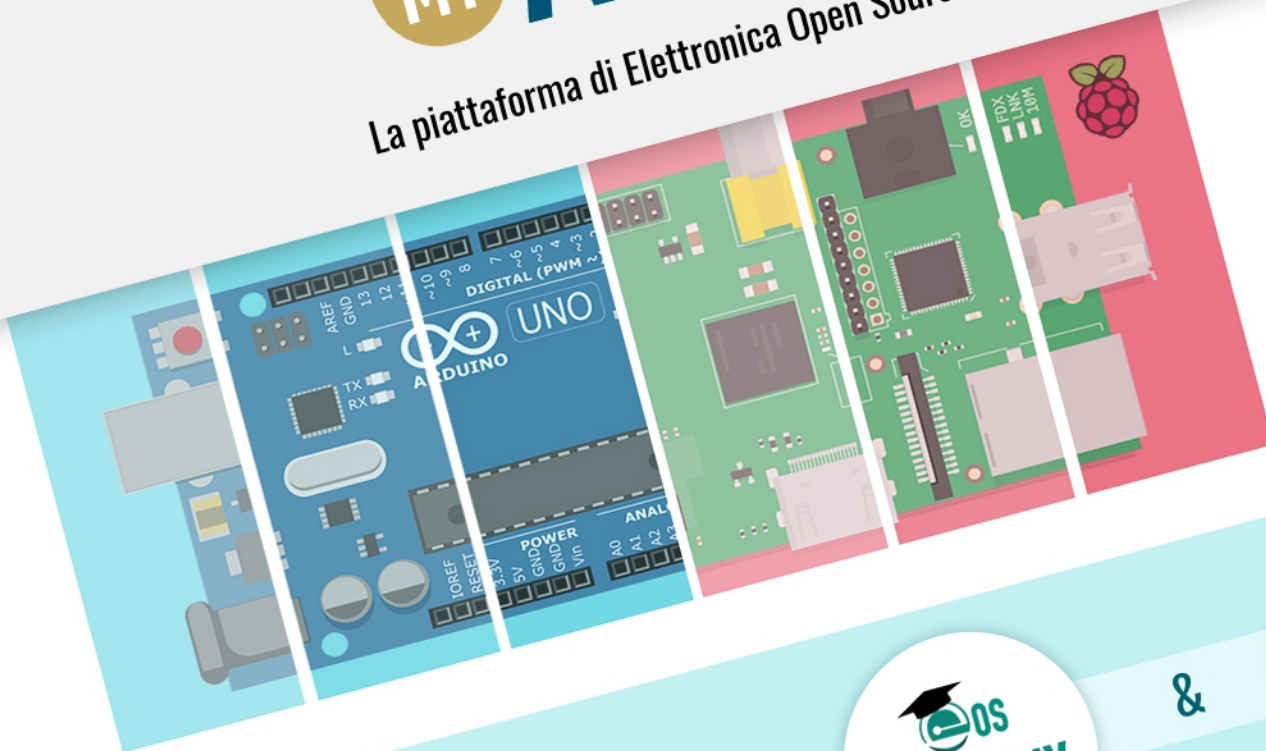


I NOSTRI CORSI DI ELETTRONICA  
PER I PROFESSIONISTI  
E I MAKERS



# ACADEMY

La piattaforma di Elettronica Open Source dedicata ai corsi



PUOI AVERE TUTTI I CORSI DI



&



A PORTATA DI CLICK

