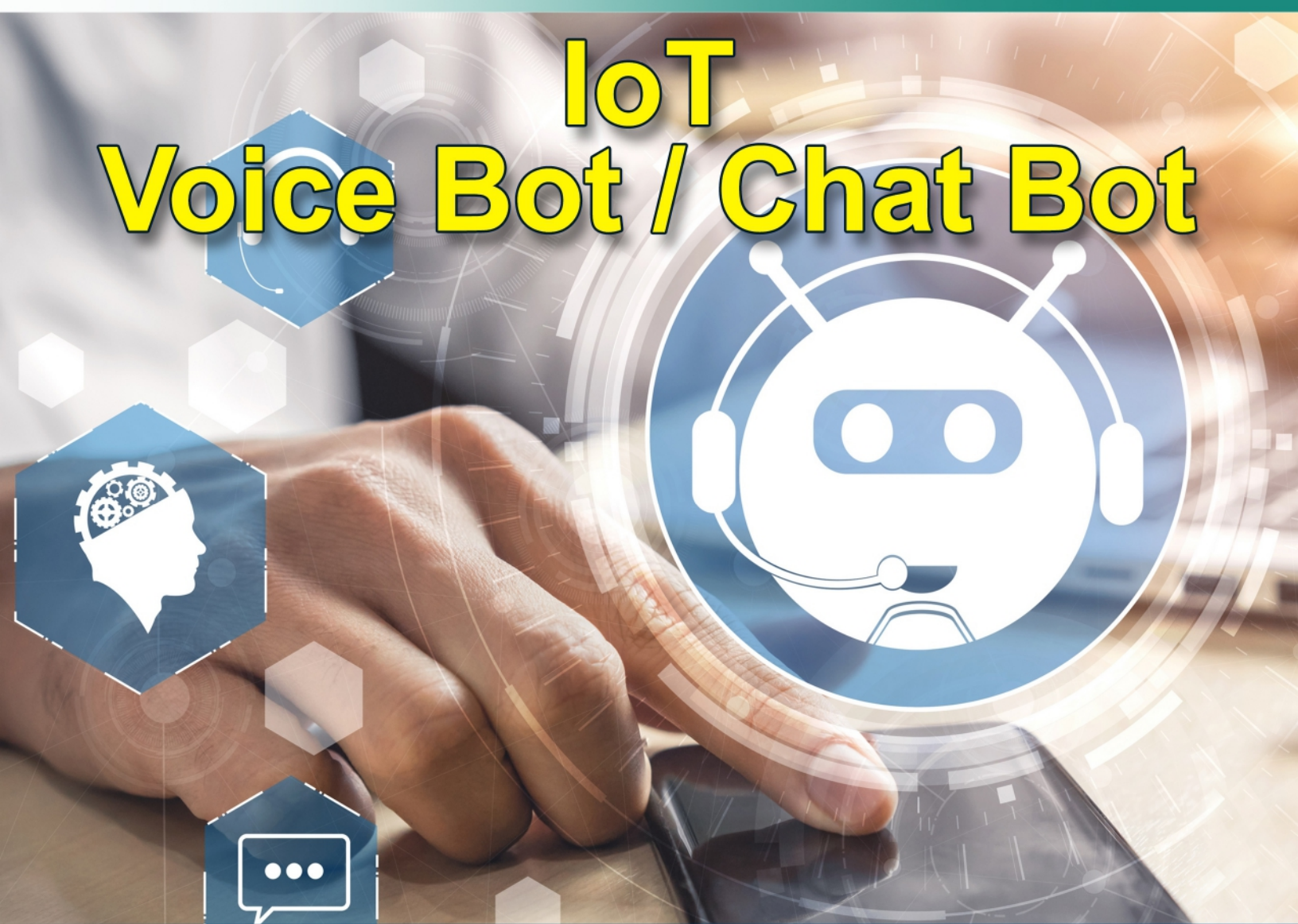


## IoT Voice Bot / Chat Bot



IN QUESTO NUMERO:

**PROGETTO DI UN SISTEMA DI SICUREZZA CON L'ESP32-CAM**  
**UTILIZZARE L'ESP32 CON IL SERVIZIO CLOUD AWS IOT CORE**  
**ASSISTENTE VIRTUALE IN LINGUAGGIO PYTHON**  
**CONTROLLARE I DISPOSITIVI CON TELEGRAM**  
E MOLTI ALTRI ARTICOLI E PROGETTI!



# Configuratore Unificato per qualsiasi MCU

## Un Solo Percorso di Sviluppo Più MCU, Migliore UI

Il nuovo MPLAB® Code Configurator (MCC 5.x) unificato supporta ora tutte le MCU Microchip con un'interfaccia utente migliorata e integra funzionalità chiave MPLAB Harmony come Project Graph e Content Manager per una migliore esperienza utente.

MPLAB Code Configurator (MCC) è un ambiente di programmazione grafica gratuito che genera un codice C senza soluzione di continuità, e di facile comprensione, da inserire nel tuo progetto. Utilizzando un'interfaccia intuitiva, abilita e configura una vasta gamma di periferiche e funzioni specifiche per la tua applicazione.

Gli sviluppatori possono rimanere nello stesso ambiente di sviluppo (stesso IDE, stesso configuratore) quando hanno bisogno di ridimensionare, scalandoli, i loro progetti 8/16-bit a MCU e MPU di prestazioni più elevate a 32-bit, e viceversa.

### Vantaggi di Rilievo

- Percorso unico di sviluppo per sviluppatori MCU 8/16/32-bit
- Sviluppo quick-start con l'intuitiva interfaccia utente del configuratore UI del MCC per la configurazione automatizzata di periferiche e funzioni e la riduzione dello sforzo e del tempo di progettazione complessivi
- Elimina il tempo necessario per apprendere un nuovo ambiente di sviluppo
- MPLAB Harmony continuerà a fornire supporto come raccolta di contenuti per MCU e MPU a 32-bit



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



Il nome e logo Microchip, il logo Microchip e MPLAB sono marchi industriali registrati di Microchip Technology Incorporated negli U.S.A. e altri Stati. Tutti gli altri marchi industriali appartengono ai rispettivi titolari. © 2022 Microchip Technology Inc. Tutti i diritti riservati. DS00004468A, MEC2421A-ITA-04-22

***COSA LEGGERAI NEL 2022?***

<b><i>TOPICS</i></b>	<b><i>MAKERS ZONE</i></b>	<b><i>DATA DI PUBBLICAZIONE</i></b>
IoT	Blockchain/Cryptocurrency	1 Febbraio
AI/ML	Big Data Analytics	1 Marzo
Mems/Sensors	Self Driving	1 Aprile
Wireless/RF	Low Energy Smart Projects	1 Maggio
IoT	Voice Bot/Chat Bot	1 Giugno
Robotics	Cloud Computing	1 Luglio
IIoT/Automation	Smart Monitoring	1 Settembre
LED/Optoelectronics	Wearable	1 Ottobre
Embedded Boards Design	Microcontrollers Projects	1 Novembre
IoT	Cyber Security	1 Dicembre

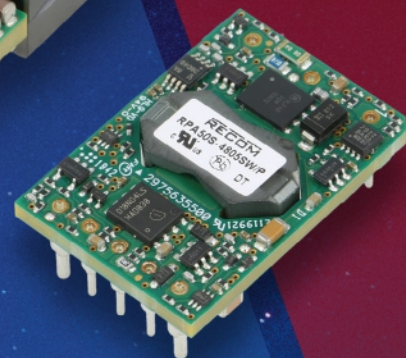
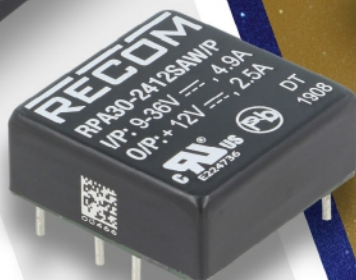
# CONVERTITORI DC/DC

DEL MARCHIO RECOM  
PER APPLICAZIONI ESIGENTI

RECOM

CIRCUITI DELLA SERIE RPA

POTENZA DA 20W A 300W



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](https://www.facebook.com/TME.eu)
- [youtube.com/TMElectronicComponent](https://www.youtube.com/TMElectronicComponent)
- [linkedin.com/company/1350565](https://www.linkedin.com/company/1350565)
- [instagram.com/tme.eu](https://www.instagram.com/tme.eu)
- [twitter.com/tme.eu](https://twitter.com/tme.eu)

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

## Assistenti vocali, l'incontro tra IoT e Intelligenza Artificiale

**C**ari lettori, è online il nuovo numero della rivista di elettronica Firmware 2.0. Come sempre, in questo numero troverete esclusivi contenuti sull'elettronica embedded e i microcontrollori, articoli, progetti, tutorial e approfondimenti sulle tecnologie innovative. In questo numero approfondiamo il tema dell'IoT e del Voice Bot/Chat Bot con articoli tecnici ed esempi applicativi. Viviamo ormai in un mondo totalmente connesso, nel quale l'ecosistema IoT ha un ruolo sempre più centrale. I dispositivi IoT connessi alla rete Internet permettono la lettura dei dati dai sensori e l'invio degli stessi sulla rete per l'elaborazione o il salvataggio. Parallelamente, il progresso tecnologico ha consentito agli assistenti vocali di evolversi negli anni in termini di accessibilità e funzionalità che diventano sempre più interessanti.

Gli assistenti vocali digitali rappresentano anche uno degli aspetti più innovativi della tecnologia dell'Intelligenza Artificiale. La loro diffusione coinvolge sia il contesto domestico, sia quello aziendale e del tempo libero, li ritroviamo infatti in molti dispositivi mobile, nei nostri smartphone, nei tablet o nel computer, e sono presenti soprattutto negli smart speaker che utilizziamo in casa e con i quali possiamo interagire attraverso il riconoscimento vocale e la decodifica delle nostre domande. Grazie a questi gadget elettronici intelligenti in grado di eseguire operazioni partendo da comandi vocali, è facile interagire con apparecchiature e automatismi domotici. Oltre ad essere protagoniste della smart home, le tecnologie a comando vocale fanno parte della vita quotidiana di milioni di persone. Assistenti basati su app vocali, assistenti per la guida in auto, nonché l'assistenza vocale nel settore consumer sono ormai all'ordine del giorno in molte applicazioni moderne. Insomma, il settore voice assistant sta vivendo una fase di costante crescita nell'uso abituale, e questo grazie alla domanda di prodotti e servizi forniti dal mercato dell'IoT. Il mercato globale degli assistenti vocali digitali è molto vasto e diversificato. Si prevede che entro il 2023 saranno circa 8 miliardi gli assistenti vocali utilizzati in tutto il mondo.

Si tratta infatti di un mercato emergente in rapida espansione, altamente competitivo e con un grande potenziale di crescita nel futuro, al punto che analisti e studiosi del settore stanno già esaminando l'impatto che la tecnologia voice avrà nell'ambito della nostra vita quotidiana in termini di abitudini di interazione, mentre il mondo digitale guarda alle future potenzialità e implementazioni delle interfacce vocali. L'Intelligenza Artificiale e l'IoT hanno posto le basi per costruire un futuro nel quale la presenza degli assistenti vocali non passerà certo inosservata.

Buona lettura!

*Giordana Francesca Brescia*



# embeddedworld2022

Exhibition & Conference

... it's a smarter world



NEW DATE

21–23.6.2022

Reunited in Nuremberg!  
Join the embedded community!

[embedded-world.com/tickets](https://embedded-world.com/tickets)

Media partners

Markt & Technik  
die ORGANISATION WIRTSCHAFTLICHE FÜR ELEKTROTECHNIK

Elektronik

SmarterWorld  
Solutions for a Smarter World

DESIGN &  
ELEKTRONIK  
KNOW-HOW FÜR ENTWICKLER

Elektronik  
automotive

•medical-design

automation

elektroniknet.de

NÜRNBERG MESSE

# IoT

## Voice Bot/Chat Bot

**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 - 145.086

Social Network - 130.546

**© 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**

ASSISTENTI VOCALI,  
L'INCONTRO TRA IOT E  
INTELLIGENZA ARTIFICIALE

**3**

CREARE UNA WEB APP  
CON ESP32

**6**

LE LAVORAZIONI  
ALLE MACCHINE  
A CONTROLLO  
NUMERICO CNC  
DI PCBWAY

**17**

MODALITÀ DEEP-SLEEP  
CON ESP32

**22**

PROGETTO DI UN  
SISTEMA DI SICUREZZA  
CON L'ESP32-CAM

**28**

IL RILEVAMENTO  
DIVENTA SMART  
CON ARDUINO  
NICLA SENSE ME

**34**

APACER ALL'EMBEDDED  
WORLD: PADIGLIONE  
1, STAND 439 - LE  
SOLUZIONI SSD E  
DRAM PIU AFFIDABILI  
PER LE INDUSTRIE

**38**

UTILIZZARE L'ESP32  
CON IL SERVIZIO  
CLOUD AWS IOT CORE

**40**

IL PIÙ RECENTE  
SSD INDUSTRIALE  
PCIE GEN4X4 DI  
APACER SUPERA LA  
CONCORRENZA CON  
LE SPECIFICHE AD ALTE  
PRESTAZIONI RICHIESTE  
DALLE APPLICAZIONI 5G  
E SMART HEALTHCARE

**47**

IL NUOVO CHIPSET  
5G A ONDE  
MILLIMETRICHE DI  
ANALOG DEVICES

**49**

CREAZIONE DI UNA  
RETE ESP-MESH  
IN POCHI PASSI

**51**

ADIN2111:  
LA SOLUZIONE DI  
ANALOG DEVICES PER  
LA DIGITALIZZAZIONE  
DELLE RETI DI  
AUTOMAZIONE  
INFRASTRUTTURALE

**57**

RICONOSCIMENTO  
DEI GESTI CON  
WIO TERMINAL

**59**

CHATBOT PER IOT

**64**

ALEXA CHIAMA,  
ARDUINO RISPONDE!

**68**

CALLISTO,  
L'ASSISTENTE VOCALE  
DEGLI ASTRONAUTI

**73**

ASSISTENTE VIRTUALE  
IN LINGUAGGIO  
PYTHON

**77**

CONTROLLARE I  
DISPOSITIVI CON  
TELEGRAM

**83**

NUOVI CHIP  
ANALOGICI  
GRAZIE ALL'ACCORDO  
DI DISTRIBUZIONE TRA  
EBV ELEKTRONIK E SG  
MICRO

**90**

# LE LAVORAZIONI ALLE MACCHINE A CONTROLLO NUMERICO CNC DI PCBWAY

di **Redazione**

*In questo articolo faremo una panoramica sulla tecnologia della macchina fresatrice computerizzata a controllo numerico (CNC) di PCBWay. Daremo uno sguardo più approfondito alla tecnologia CNC, alle tipologie di macchine fresatrici CNC, agli aspetti peculiari delle lavorazioni CNC di PCBWay, ai materiali standard e personalizzati, alla tecnica di fresatura CNC per la prototipazione di circuiti stampati.*

## INTRODUZIONE

Una macchina **CNC** (**Computer Numerical Control**) è una macchina controllata da un computer mediante un codice dati di comando (G-code) secondo lo standard ISO. Sistemi di macchine utensili a controllo numerico funzionano in modo simile, quindi le macchine utensili a controllo numerico sono più accurate, più precise, più flessibili e adatte alla produzione di elevati volumi. Progettata per supportare la produzione, la **macchina CNC** può ridurre o eliminare l'intervento dell'operatore durante la lavorazione. Il controllo numerico computerizzato (CNC) è un codice programmato che rappresenta le istruzioni per i movimenti precisi che devono essere eseguiti dalle macchine. Indirettamente, questo codice definisce come creare, produrre o trasformare automaticamente un oggetto virtuale in uno reale. In base a questa definizione, una macchina CNC deve interagire con un computer dotato di un software che trasforma il codice numerico in coordinate cartesiane. Ciò consente alla macchina di lavorare con un elevato grado di precisione, proprio come un robot. Una macchina CNC trasforma la materia prima in un modello finito attraverso diversi metodi, aggiungendo (additivo) o rimuovendo (sottrattivo) materiale. Le tecniche disponibili dipendono dal tipo di macchina. Una stampante 3D o una fresatrice CNC sono ottimi esempi di macchine CNC additiva e sottrattiva, ri-

spettivamente.

## LA MACCHINA FRESATRICE CNC

La fresatura è il processo di taglio e perforazione di materiale (come legno, plastica o metallo). Una fresatrice, indipendentemente dal fatto che sia azionata manualmente o tramite sistemi CNC, utilizza un utensile cilindrico rotante chiamato fresa, contenuta in un fuso e può variare per forma e dimensione. In **Figura 1** una fresatrice CNC di **PCBWay** in opera.

La principale differenza tra una fresatrice e qualsiasi altra perforatrice è la capacità di tagliare con diverse angolazioni e di muoversi lungo diversi assi. Per questo motivo, esistono diversi tipi di fresatrici, che sono definite dal numero di assi di movimento:

- Le **fresatrici a 2 assi** possono eseguire fori e scanalature lungo gli assi x e z. In altre parole, questa macchina taglierà solo verticalmente e orizzontalmente (ma solo in una direzione).
- Le **fresatrici a 3 assi** hanno anche l'asse y. Questo è il tipo più comune di fresatrice. E' possibile tagliare verticalmente e in qualsiasi direzione, ma un oggetto come una sfera dovrà essere realizzato una metà alla volta. Questo perché, anche con tre assi, non è possibile tagliare dal basso.
- Le **fresatrici a 4 assi** sono più complesse perché

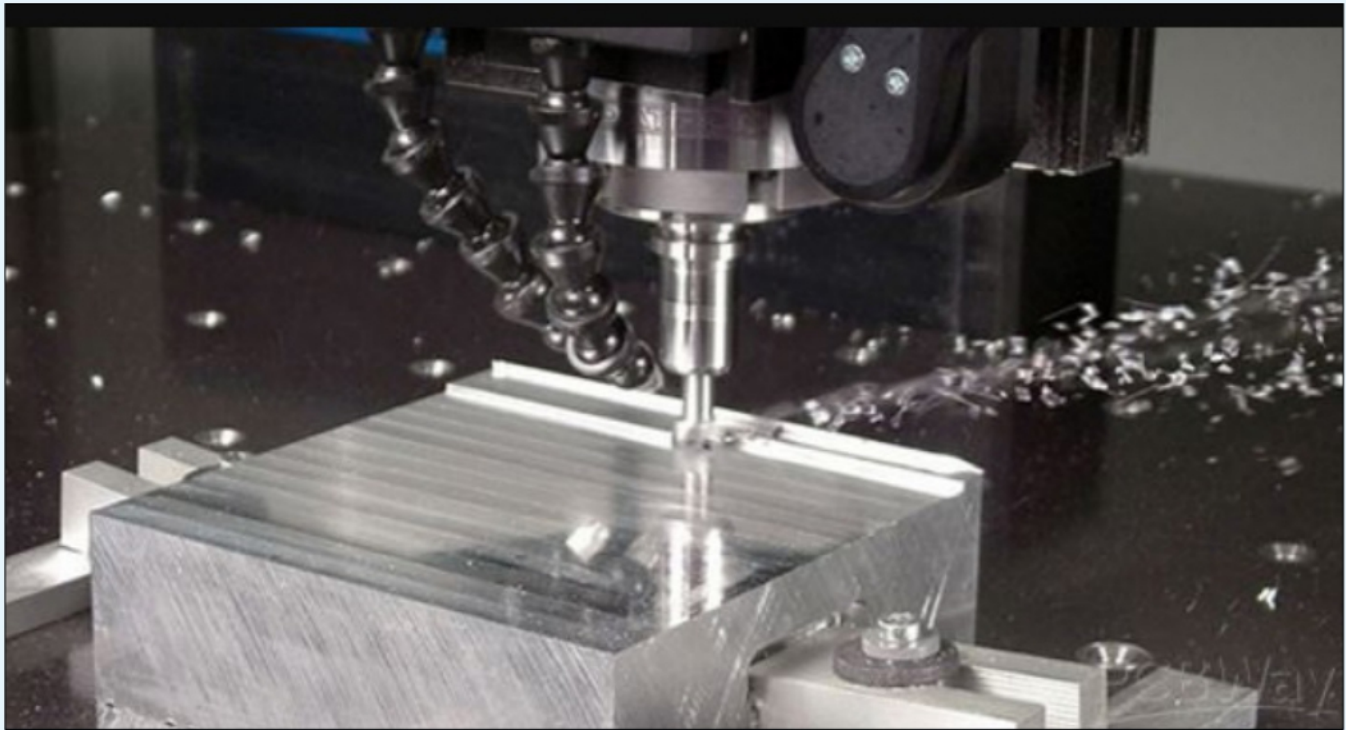


Figura 1: Fresatrice CNC di PCBWay in opera (PCBWay)

aggiungono la possibilità di ruotare l'asse x, similmente ad un tornio.

- Le **fresatrici a 5 assi** integrano la funzione di rotazione in entrambi gli assi x e y. Questa è la fresatrice più completa che è possibile avere. Consente di modellare ossa, strutture aerospaziali, modelli di auto, prodotti medici e praticamente qualsiasi altra cosa si possa immaginare.
- Le **fresatrici CNC** possono avere un numero qualsiasi di assi, da 2 a 5, ma sono gestite tramite un computer. Nessuna operazione manuale è richiesta.

### TIPI DI FRESATRICI CNC

Una fresatrice CNC è una qualsiasi fresatrice controllata tramite un computer. Eppure, a parte le classificazioni degli assi, esistono ancora diversi tipi di fresatrici, manuali o CNC.

- **Fresa verticale:** questa fresatrice a 3 assi è costituita da un tavolo che funge da piano di lavoro posto sotto un braccio a cui è fissato il mandrino. Sia il tavolo che il braccio sono collegati a una colonna verticale e il mandrino è orientato verticalmente. In generale, il tavolo si muove su e giù lungo l'asse z per incontrare il braccio, che è fisso. Tuttavia, il modo in cui il tavolo e il mandrino si muovono l'uno

rispetto all'altro dipende dal tipo di fresa verticale. In una fresatrice verticale a torretta, il mandrino è fermo e il tavolo si muove lungo gli assi x e y. In una fresatrice verticale a bancale, il tavolo può essere spostato solo lungo l'asse x, mentre il mandrino può viaggiare lungo la lunghezza del braccio nella direzione dell'asse y.

- **Fresa orizzontale:** questa fresatrice è simile a una fresa verticale, tranne per il fatto che il mandrino è orientato orizzontalmente anziché verticalmente. Sebbene generalmente considerate meno versatili delle frese verticali, le frese orizzontali sono più adatte alla lavorazione di pezzi più lunghi o pesanti. Una fresa orizzontale universale ha la capacità aggiuntiva di ruotare il tavolo attorno all'asse z (rendendola una fresatrice a 4 assi). In **Figura 2** alcuni utensili della fresatrice CNC.

### LA TECNICA DI FRESATURA CNC PER LA PROTOTIPAZIONE DI CIRCUITI STAMPATI (PCB)

Per completezza, di seguito faremo una breve trattazione delle macchine CNC per la **prototipazione di PCB**.

L'obiettivo nella realizzazione di un prototipo di PCB è di fornire rapidamente una versione funzionante di un progetto. Il problema, tuttavia, è che i prototipi di PCB sono



Figura 2: Utensili della fresatrice CNC (PCBWay)

stati tradizionalmente resi disponibili solo da pochi produttori, non sempre adeguatamente attrezzati, o mediante complicati metodi e kit di incisione fai-da-te. Per fortuna, ora questa situazione è cambiata poiché le fresatrici moderne hanno aperto un'altra opzione per i progettisti. Le fresatrici CNC (in inglese "CNC Milling") sono già utilizzate nel processo di produzione di PCB per instradare o tagliare attorno al perimetro della scheda e anche per fare ritagli all'interno della scheda stessa. Facendo un ulteriore passo avanti, la fresatura può essere utilizzata anche per rimuovere il rame dalla superficie di un circuito stampato in un processo noto come "fresatura di isolamento" con cui vengono rimosse le aree di rame sulla superficie di un substrato ricoperto di rame per creare caratteristiche standard del circuito stampato come pad, tracce, riempimenti e vie. Una volta completato questo processo, si ottiene un prototipo hardware completo pronto per essere utilizza-

to. Prima della prototipazione CNC, un circuito stampato dovrebbe essere realizzato su una breadboard (breadboarding), inciso con metodi fai-da-te, o inviato direttamente ad un produttore. Sono disponibili in commercio anche dei kit per fare le incisioni, ma si avrà a che fare con prodotti chimici e le complessità del processo di incisione. La fresatura CNC, per contro, può essere eseguita in un tipico ambiente d'ufficio senza esposizione a sostanze chimiche pericolose e produrrà schede di qualità superiore ad un costo inferiore rispetto all'incisione fai-da-te. La creazione di un circuito su una breadboard è stato il metodo standard per lo sviluppo di circuiti utilizzato da hobbisti, studenti e ingegneri per una sperimentazione pre-prototipale. Il breadboarding, tuttavia, presenta alcuni inconvenienti quando si tratta di realizzare circuiti ad alta frequenza e/o complessi. La fresatura di un prototipo di PCB consente di creare un circuito stampato funzionante in tempi relativa-

mente brevi e già strutturato come prodotto finito da inviare in produzione, anziché come breadboard. È importante notare che la fresatura CNC di PCB è limitata a schede a due strati senza fori passanti placcati. Il processo CNC non intende sostituire la produzione in serie di PCB attraverso i processi di incisione standard. Ma per ottenere un prototipo rapido ed economico, una scheda prodotta con sistemi CNC può offrire molti vantaggi. Sul sito web di **PCBWay** <https://www.pcbway.com/orderonline.aspx> è possibile configurare il proprio PCB ed ottenere istantaneamente un preventivo.

## **I VANTAGGI DELLA LAVORAZIONE CNC DI PCBWAY**

Le fresatrici CNC sono costruite per una produzione precisa e ripetibile, il che le rende perfette per la prototipazione rapida e per cicli di produzione da bassi ad alti volumi. Le macchine CNC di PCBWay possono lavorare con una varietà di materiali, dall'alluminio e plastica di base, ai materiali più particolari come il titanio, rendendo queste macchine ideali per quasi tutti i lavori. Di seguito alcuni vantaggi della tecnologia CNC di PCBWay.

### **Velocità di lavorazione**

Utilizzando le più recenti macchine a controllo numerico, PCBWay produce parti estremamente precise in appena 2 giorni. Inoltre, PCBWay istantaneamente può fare un preventivo online delle parti da lavorare con la macchina CNC, riducendo i giorni del processo di richiesta del preventivo.

### **Volume scalabile**

La lavorazione CNC ha volumi scalabili per la produzione da 1 a 100.000 parti, agevolando il passaggio dalla fase di test a cicli di produzione elevati.

### **Alta Precisione**

PCBWay è un produttore esperto nella realizzazione di parti veramente personalizzate e pronte all'uso di alta precisione con tolleranze di lavorazione da  $\pm 0,005''$  a  $+0,01''$ , a seconda delle specifiche esigenze del cliente.

### **Finiture superficiali personalizzate**

Adatte a molti tipi diversi di substrati, rendono le parti virtuali uguali ai prodotti reali finiti.

### **Ampia gamma di materiali**

È possibile scegliere oltre 50 materiali in metallo e plastica.

### **Riduzione dei costi**

Basso investimento in attrezzature e bassi costi di preparazione, soluzioni economiche per parti con struttura semplice. Con la fresatura CNC di PCBWay si possono realizzare molte operazioni, fra cui: la fresatura di isolamento per creare le caratteristiche della scheda, la fresatura regolare attorno al contorno della scheda e la foratura. Il sistema CNC di PCBWay utilizza uno strumento rotante multi-punto per rimuovere il materiale dal pezzo. Le frese base sono costituite da un sistema a 3 assi (x, y e z), uno dei processi di lavorazione più diffusi e utilizzati. Nella lavorazione a 3 assi, il pezzo rimane fisso e l'utensile rotante taglia lungo gli assi x, y e z. In questo tipo di lavorazione, la maggior parte delle nuove fresatrici può ospitare due assi aggiuntivi per lavorazioni CNC a 4 assi e a 5 assi che consentono una maggiore versatilità e affidabilità, specialmente nella produzione di parti di alta precisione. Le succitate peculiari caratteristiche delle macchine CNC consentono una varietà di diverse operazioni di fresatura elencate di seguito:

- Fresatura superficiale
- Spianatura
- Fresatura angolare
- Fresatura di forme
- Fresatura di profili
- Fresatura di ingranaggi e simili meccanismi

Mentre le parti in plastica lavorate vengono lasciate così come sono fresate, ovvero presentando segni visibili dell'utensile, alcune parti metalliche consentono più scelte di finitura come l'anodizzazione e la cromatura. Quando il processo di fresatura è completo viene applicata la finitura superficiale richiesta e le parti vengono imballate e spedite rapidamente.

## **I MATERIALI DI LAVORAZIONE CNC DI PCBWAY**

La **macchina CNC a 3 assi** con il pieno utilizzo tridimensionale x, y e z, è la macchina per le lavorazioni di fresatura più utilizzata per un'ampia gamma di materiali plastici e metallici. La macchina CNC a 4 assi consente un movimento di rotazione su un asse verticale realizzando un processo di lavorazione continuativo. La macchina CNC a 5 assi è in grado di produrre parti con geometrie complesse. In pratica, è una macchina CNC a 3 assi con due assi di rotazione aggiuntivi. I materiali di lavorazione CNC metallici sono: Alluminio, Acciaio, Rame, Ottone, Titanio, Zinco. Altri materiali sono: Plastica, Bachelite, ABS, ABS trasparente, Policarbonato, FR4, Acrilico, Polietilene,

Teflon, ecc.

### I materiali personalizzati

PCBWay mette a disposizione dei clienti una varietà di opzioni di parti in metallo e plastica lavorabili con le macchine CNC di cui è possibile richiedere un preventivo online istantaneo nel sito selezionando "Personalizzato" nell'elenco a discesa del materiale nella pagina <https://www.pcbway.com/rapid-prototyping/manufacture/?type=1&referercode=DD> del preventivo per una revisione tecnica esperata dopo aver specificato le caratteristiche, le tolleranze, le esigenze di ispezione e le quantità richieste.

### LE FINITURE SUPERFICIALI STANDARD DI PCBWAY

Di seguito riportiamo un elenco di finiture superficiali standard.

- **Come fresato:** le parti vengono lasciate fresate con segni visibili dell'utensile, spigoli e sbavature potenzialmente taglienti che possono essere rimossi su richiesta.
- **Sabbiatura:** la sabbiatura abrasiva è l'operazione di spinta forzata di un flusso ad alta pressione di materiale abrasivo contro un oggetto per levigarne una superficie ruvida, irruvidire una superficie liscia, modellare una superficie o rimuovere contaminanti superficiali.
- **Finitura Anodizzata (Tipo II o Tipo III):** la finitura Anodizzata Tipo II crea una finitura resistente alla corrosione. Le parti possono essere anodizzate in diversi colori (chiaro, nero, rosso e oro, sono i più comuni) e di solito sono associate all'alluminio. La finitura Anodizzata Tipo III è più spessa e crea uno strato resistente all'usura, oltre alla resistenza alla corrosione della finitura di tipo II.
- **Sabbiatura a graniglia+Anodizzazione (colorata o trasparente Tipo II):** l'Anodizzazione di Tipo II viene utilizzata principalmente per produrre parti con una superficie uniforme ed esteticamente gradevole e fornisce una buona corrosione e una limitata resistenza all'usura. Le parti vengono sabbiate con graniglia #120 grit prima dell'anodizzazione.
- **Ricopertura con verniciatura in polvere:** questo è un processo in cui la vernice in polvere viene spruzzata su una parte che viene poi cotta in forno. Questo crea uno strato forte, resistente all'usura e alla corrosione che è più durevole rispetto ai metodi di verniciatura standard. È disponibile un'ampia varietà di colori per creare l'estetica de-

siderata.

- **Elettrolucidatura:** l'elettrolucidatura è un processo elettrochimico utilizzato per lucidare, passivare ed eliminare sbavature di parti metalliche. È una lavorazione utile per ridurre la rugosità superficiale.
- **Spazzolatura:** il metallo spazzolato o lucido opaco è un metallo con finitura satinata unidirezionale. Viene prodotto lucidando il metallo con una cinghia o una ruota a grana 120-180, quindi ammorbidendolo con un composto senza grasso a grana 80-120 o con una cinghia o un tampone abrasivo. I metalli comunemente spazzolati includono acciaio inossidabile, alluminio e nichel. Sul sito web <https://www.pcbway.com/rapid-prototyping/CNC-machining/CNC-Milling.html> è riportato l'elenco dei requisiti e specifiche delle varie finiture standard.

### CONCLUSIONI

Le tecnologie digitali e le fresatrici CNC consentono la risoluzione di molti problemi che non possono essere facilmente risolti con metodi tradizionali. La tecnologia si avvicina al processo di lavorazione in un modo più efficace ed efficiente. Ad esempio, senza una fresatrice CNC, il processo di taglio del metallo per le parti di automobili o anche per i componenti aerospaziali sarebbe molto più rischioso. Con il supporto di programmi per computer, è possibile accedere e creare disegni ad alta definizione che possono essere facilmente convertiti in coordinate cartesiane. Questo processo aiuta anche a ridurre i costi di prototipazione. Nella pagina web "CNC Machining" di PCBWay <https://www.pcbway.com/rapid-prototyping/manufacture/?referercode=EFGQ> è possibile caricare un progetto e configurare le parti elencate per ottenere un preventivo.



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/le-lavorazioni-alle-macchine-a-controllo-numerico-cnc-di-pcbway>

# PROGETTO DI UN SISTEMA DI SICUREZZA CON L'ESP32-CAM

di **Andrea Garrapa**

*In questo articolo andremo a descrivere come creare un sistema per il rilevamento dei movimenti tramite il modulo ESP32-CAM. Il sistema è in grado di rilevare i movimenti all'interno del campo visivo della sua camera, attivando una segnalazione automatica mediante l'invio di una e-mail al proprietario. Nel blog di Elettronica Open Source un [progetto simile](#) è già stato presentato. A differenza del precedente progetto, però, quello attuale offre alcuni vantaggi quali un minor numero di componenti, basso costo e la maggiore semplicità realizzativa. Questo articolo quindi è rivolto a coloro che volessero realizzare un sistema di allarme semplice, a basso costo e di facile implementazione, rinunciando però alle maggiori funzionalità offerte dall'implementazione con il precedente approccio.*

## INTRODUZIONE

I componenti hardware necessari per la realizzazione del progetto sono:

1. un modulo **ESP32-CAM**, nel nostro caso particolare si è trattato della scheda **AI-Thinker** dotata di camera **OV2640**
2. un programmatore **FT232RL FTDI** per il caricamento del firmware nel modulo
3. cavetti jumper femmina-femmina

Per la programmazione dell'ESP32, invece, l'IDE Arduino offre tutto il necessario. Come è possibile notare, a differenza del [progetto precedente](#), in quello attuale il numero dei componenti è davvero ridotto. Tuttavia, sono ridotte anche le funzionalità supportate. Ad esempio, non è presente nessun tipo di segnalazione acustica ma solo l'invio di un messaggio alla casella di posta elettronica indicata. L'aspetto più interessante resta comunque l'assenza del sensore PIR per la rilevazione dei movimenti. Per riuscire a rilevare i movimenti senza la necessità di un sensore abbiamo preso in prestito uno sketch dal [blog di Eloquent Arduino](#), e lo abbiamo modificato affinché inviasse un messaggio di posta elettronica di avvertimento nel momento della rilevazione di un movimento nel campo visivo della camera.

Lo sketch di Eloquent Arduino presenta dei vantaggi che andiamo ad elencare:

- non utilizza un approccio al problema con l'utilizzo

del Machine Learning, ma attraverso una semplice elaborazione dei frame. Questo approccio risulta più snello ed adatto per applicazioni real time;

- inoltre, non utilizza un sensore ad infrarossi passivo PIR, e ciò rappresenta un componente in meno e un costo inferiore. Questi sensori sono molto usati come rilevatori di movimento poiché rilevano la radiazione infrarossa (IR) irradiata dagli oggetti nel loro campo visivo.

Questo approccio ha comunque delle controindicazioni. La principale è la robustezza. Infatti, se volessimo usare il dispositivo per rilevare la presenza di ladri nella nostra casa, potremmo incorrere in dei falsi positivi, poiché anche una mosca che si avvicini troppo all'obiettivo potrebbe far scattare l'allarme, nonostante un'impostazione elevata delle soglie di allarme.

## CONFIGURAZIONE HARDWARE E SOFTWARE

In **Figura 1** vengono riportati i collegamenti da realizzare tra i componenti necessari per l'applicazione in esame.

Il modulo **ESP32-CAM AI-Thinker** è una scheda di sviluppo basata sull'ESP32 con una fotocamera OV2640 e diversi GPIO per collegare le periferiche. Tuttavia, non ha un programmatore integrato. Si rende necessario un programmatore FTDI per collegarlo al computer e caricare il codice. Molti programmatori FTDI hanno un ponticello che consente di selezionare 3.3V o 5V. Meglio assicurarsi

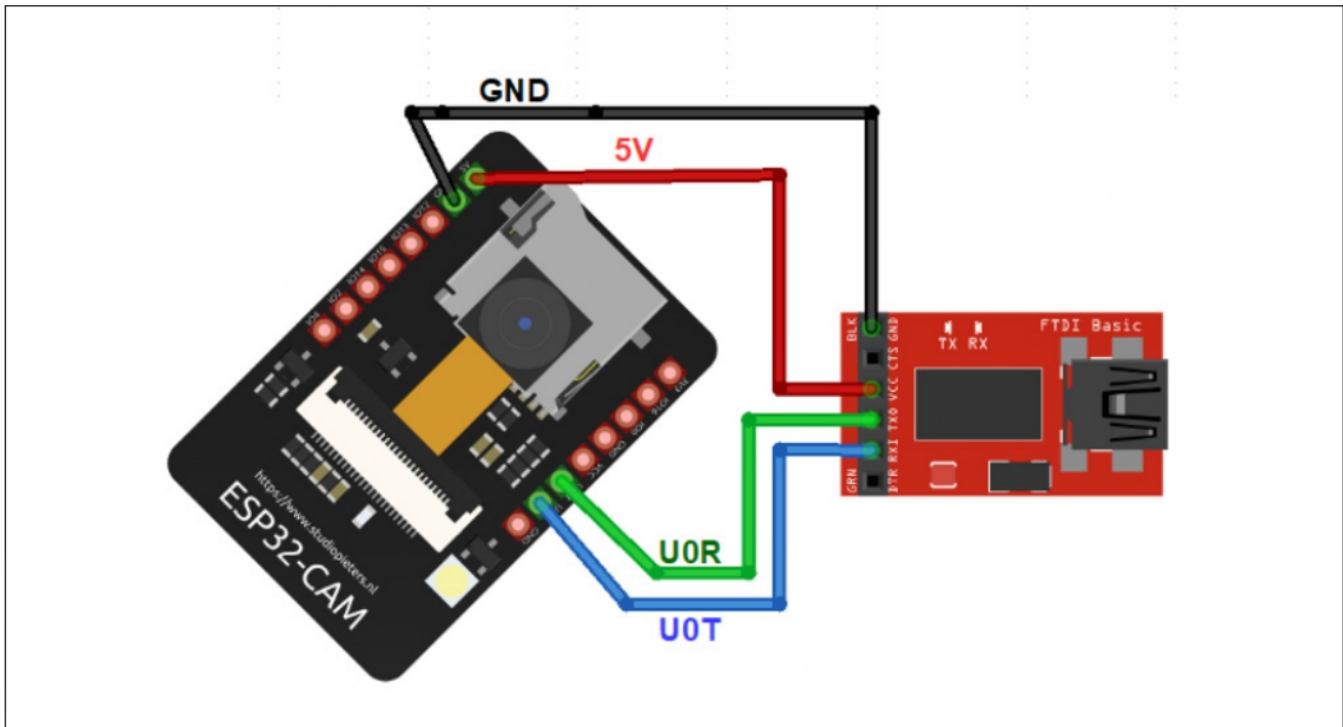


Figura 1: Configurazione dei collegamenti tra la scheda AI-Thinker e il programmatore FDTI

che il ponticello sia nella posizione giusta per selezionare 5V. Nella **Tabella 1** vengono descritti nel dettaglio i collegamenti tra i pin dei diversi dispositivi e il colore del cavo associato.

ESP32-CAM	Programmatore FTDI	Colore cavo
5V	VCC (5V)	rosso
GND	GND	nero
U0R	TX	verde
U0T	RX	blu

scheda ESP32 nell'IDE Arduino, basta seguire le seguenti istruzioni:

1. Nell'IDE Arduino, andare su "File" -> "Impostazioni"
2. Inserire [https://dl.espressif.com/dl/package\\_esp32\\_index.json](https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json) nel campo "URL aggiuntive per il Gestore schede" e premere il tasto "Ok"
3. Aprire il "Gestore schede.." andando su "Strumenti" -> "Schede" -> "Gestore schede.."
4. Cercare **ESP32** e premere il tasto di installazione per **ESP32 by Espressif Systems**

## LA RILEVAZIONE DEL MOVIMENTO

**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!**

# IL RILEVAMENTO DIVENTA SMART CON ARDUINO NICLA SENSE ME

di **Giordana Francesca Brescia**

*Con la diffusione delle applicazioni dell'ecosistema IoT è aumentata la richiesta di dispositivi low power compatti ed equipaggiati con set di sensori integrati, in grado di rilevare parametri ambientali e fornire in tempo reale dati e informazioni. La scheda di sviluppo Arduino Nicla Sense ME è un piccolo strumento a bassa potenza implementabile nelle soluzioni di rilevamento intelligente, con un consumo energetico estremamente basso e fattore di forma ultra compatto. Caratterizzata da semplicità di integrazione e scalabilità, tipiche della piattaforma Arduino, la scheda Nicla Sense ME combina quattro sensori all'avanguardia di Bosch Sensortec di livello industriale racchiusi in un minimo ingombro. La piattaforma, versatile e robusta, consente agli utenti di sviluppare applicazioni di rilevamento intelligente. Nicla Sense ME è facile da usare per gli appassionati e sufficientemente flessibile per gli utenti più esperti.*

## INTRODUZIONE

**U**n nuovo componente si aggiunge alla famiglia Nicla della serie **Arduino Pro**: la scheda Nicla Sense ME, pensata appositamente per il rilevamento intelligente. L'hardware robusto include sensori di livello industriale con Intelligenza Artificiale incorporata. Con questa piccola scheda di sviluppo analizzare il movimento e l'ambiente circostante è davvero molto semplice. La scheda di sviluppo prende la denominazione ME proprio dalla capacità di analizzare il movimento e i parametri ambientali in tempo reale (M sta per Motion, E per Environment). Questo dispositivo è un prodotto modulare intelligente ricco di funzionalità avanzate, dalle dimensioni ridotte e facile da usare, molto versatile e accessibile per una vasta gamma di applicazioni di "remote environmental sensing" e, al contempo, dal costo contenuto. Tra le funzionalità più interessanti anche il **basso consumo energetico** e la possibilità di **aggiungere capacità di rilevamento ai progetti esistenti**. E' in grado di misurare rotazione, accelerazione, pressione, umidità, temperatura, qualità dell'aria e livelli di CO<sub>2</sub> introducendo sul mercato avanzati sensori **Bosch Sensortec** completamente nuovi e di alta qualità. Con dimensioni estremamente ridotte - il nuovo fattore di forma è compatibile anche con le gamme Arduino MKR

e Portenta - nonché un design robusto, questa scheda è particolarmente adatta a progetti che devono combinare la fusione dei sensori e le capacità di Intelligenza Artificiale al limite, unitamente a una **grande potenza di calcolo** e una **capacità di elaborazione a basso consumo** che la rende adatta anche ad applicazioni standalone dove il funzionamento è legato alla presenza di una batteria. La scheda, infatti, quando alimentata a batteria, diventa un dispositivo standalone completo. Proprio questa sua capacità di unire dimensioni compatte ad una grande potenza computazionale, le è valsa la definizione di "A tiny board for sensing the big world". Diamo ora uno sguardo ai campi di applicazione della scheda: tra i principali target applicativi ci sono le reti di sensori wireless (WSN, Wireless Sensor Networks), la fusione di dati, l'Intelligenza Artificiale, l'edge computing, la capacità di rilevamento ambientale, il rilevamento gas, la misura e il monitoraggio remoto di parametri di processo, l'analisi remota, il rilevamento industriale per identificare le condizioni operative all'interno di un macchinario, di una fabbrica o di una serra da remoto, anche in zone di difficile accesso. Le funzionalità mesh consentono una semplice implementazione di WSN con requisiti di infrastruttura minimi. Con l'analisi remota si ottiene subito anche un significativo miglio-

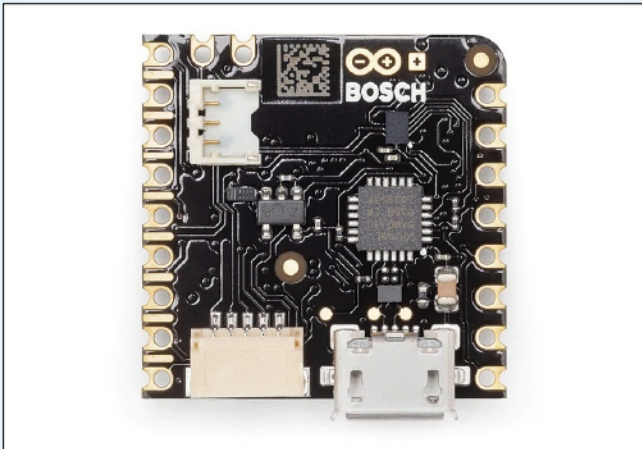


Figura 1: La scheda di sviluppo Arduino Nicla Sense ME

ramento dei livelli di sicurezza. Arduino Nicla Sense ME consente inoltre l'implementazione e lo sviluppo di soluzioni personalizzate per gli utenti finali, inclusi **dispositivi indossabili intelligenti connessi al cloud** e applicazioni di **robotica autonoma**. In ambito didattico i ricercatori e i docenti possono utilizzare questa potente piattaforma per lavorare su uno standard riconosciuto a livello industriale per la ricerca e lo sviluppo di sensori wireless che può ridurre il time to market. Il consumo energetico ultra ridotto e la gestione integrata della batteria consentono una facile implementazione della scheda di sviluppo in varie funzionalità.

### NICLA SENSE ME: IL RILEVAMENTO SMART A PORTATA DI MANO

Con Nicla Sense ME si ottengono subito una serie di vantaggi chiave, alcuni dei quali sono stati anticipati nel paragrafo precedente: dimensioni estremamente ridotte, funzionalità diversificate di alto livello, bassissimo consumo energetico, maggiore capacità di rilevamento, è dotata di un processore potente, effettua misurazioni precise di movimento e parametri ambientali, ha un hardware robusto, include un set di sensori di livello industriale con Intelligenza Artificiale integrata. La connettività BLE (**Bluetooth Low Energy**) massimizza la compatibilità con apparecchiature professionali e di consumo. L'elaborazione dei dati del sensore è attiva 24 ore su 24, 7 giorni su 7. In virtù del potente processore, Nicla Sense ME è anche in grado di ospitare l'Intelligenza ai bordi (edge). Un driver LED I2C pilota il LED RGB ed è in grado di erogare un'uscita massima di 40 mA. In **Tabella 1** sono indicati i parametri e i dati tecnici dettagliati della scheda.

Arduino Nicla Sense ME è alimentata da un SoC (System on Chip) nRF52832 all'interno del modulo ANNA-B112. Il

SoC nRF52832 è costruito attorno a un microcontrollore ARM Cortex-M4 con unità a virgola mobile in esecuzione a **64 MHz**. Gli sketch vengono archiviati nella memoria FLASH interna da 512 KB nRF52832 condivisa con il bootloader. 64 KB di SRAM sono disponibili per l'utente. L'ANNA-B112 funge da host SPI per la registrazione dei dati flash da 2 MB e l'IMU a 6 assi BHI260. Un oscillatore esterno fornisce un segnale a 32 KHz. Arduino Nicla Sense ME integra un set di sensori di livello industriale racchiusi in un ingombro minimo, è in grado di misurare parametri di processo come temperatura, pressione, umidità e movimento, integra sensore di gas con AI e sensori di alta linearità integrati ad alta precisione. Il fattore di forma Nicla è stato sviluppato specificamente presso Arduino come standard per la **rete di sensori wireless** che può essere adattata dai partners per sviluppare soluzioni industriali progettate su misura. Con la scheda Nicla Sense ME è possibile ad esempio creare una rete di rilevamento wireless di livello industriale utilizzando i sensori Bosch BHI260AP, BMP390, BMM150 e BME688 integrati. Nello specifico, i sensori Bosch integrati sulla piattaforma Nicla Sense ME sono:

- **Sensore di movimento Bosch BHI260AP** con AI integrato: il Bosch BHI260 è un sensore programmabile a bassissima potenza, che combina un core processor Fuser2, IMU a 6 assi (giroscopio e accelerometro) insieme a un framework software per la fusione dei sensori (sensor fusion). Il BHI260 è il core del sensore intelligente, che ospita un sistema di riconoscimento programmabile, in grado di gestire la comunicazione con altri sensori su Arduino Nicla Sense ME tramite connessioni I2C e SPI. C'è inoltre una Flash dedicata da 2 MB utilizzata per memorizzare il codice Execute in Place (XiP) e per l'archiviazione di dati come i dati di calibrazione dell'algoritmo di fusione del senso-

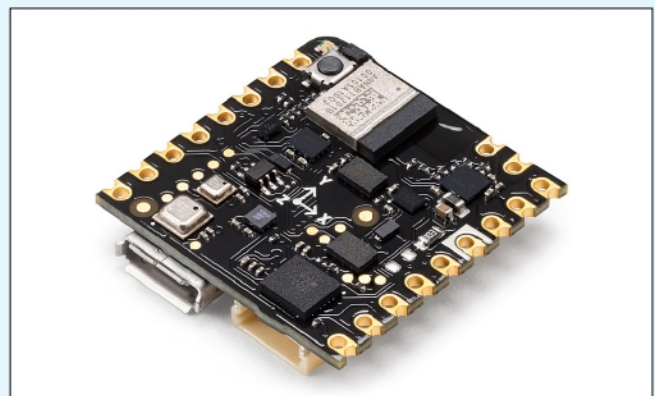


Figura 2: La scheda di sviluppo Arduino Nicla Sense ME

<b>MICROCONTROLLORE</b>	64 MHz Arm Cortex M4 (nRF52832)
	<i>BHI260AP</i> - Self-learning AI smart sensor with integrated IMU
	<i>BMP390</i> - High-performance Digital pressure sensor
<b>SENSORI</b>	<i>BMM150</i> - Geomagnetic sensor - Magnetometer
	<i>BME688</i> - Environmental sensing with Artificial Intelligence. Digital low power gas, pressure, temperature & humidity sensor with AI
	Castellated pins with the following features:
	1x I2C bus (with ext. ESLOV connector)
<b>I/O</b>	1x serial port
	1x SPI
	2x ADC
	Programmable I/O voltage from 1.8-3.3V
<b>CONNETTIVITA'</b>	Bluetooth 4.2
	Micro USB (USB-B)
<b>ALIMENTAZIONE</b>	Pin Header
	3.7V Li-po battery with Integrated battery charger
<b>MEMORIA</b>	512KB Flash / 64KB RAM
	2MB SPI Flash for storage
	2MB QSPI dedicated for BHI260AP
<b>INTERFACCIA</b>	USB interface with debug functionality
<b>DIMENSIONI</b>	22,86 mm x 22,86 mm
<b>PESO</b>	2 g

re Bosch (BSX). Il BHI260 è in grado di caricare algoritmi personalizzati che possono essere addestrati su un PC. L'algoritmo intelligente generato opera quindi su questo chip.

- **Magnetometro a 3 assi Bosch BMM150:** il magnetometro a 3 assi Bosch BMM150 fornisce misurazioni accurate a 3 assi del campo magnetico con precisione a livello di bussola. In combinazione con l'IMU BHI260, la fusione dei sensori Bosch può essere utilizzata per ottenere un orientamento spaziale ad alta precisione e vettori di movimento per il rilevamento della direzione nei robot autonomi e per la manutenzione predittiva. C'è una connessione I2C dedicata al BHI260, che funge da host.
- **Sensore di pressione Bosch BMP390:** il sensore di pressione Bosch BMP390 offre accuratezza e stabilità di livello industriale nelle misurazioni della pressione. Il sensore è progettato per un uso prolungato, con una precisione relativa di  $\pm 0,03$  hPa e un valore efficace di 0,02 Pa in modalità ad alta risoluzione. Bosch BMP390 è adatto per misurazioni rapide con una frequenza di campionamento di 200 Hz o per un utilizzo a bassa potenza con una frequenza di campionamento di 1 Hz che consuma meno di 3,2  $\mu$ A.
- **Sensore ambientale Bosch BME688:** il sensore Bosch BME688 dell'Arduino Nicla Sense ME è in grado di eseguire il monitoraggio ambientale intelligente. Ciò fornisce funzionalità per la rilevazione

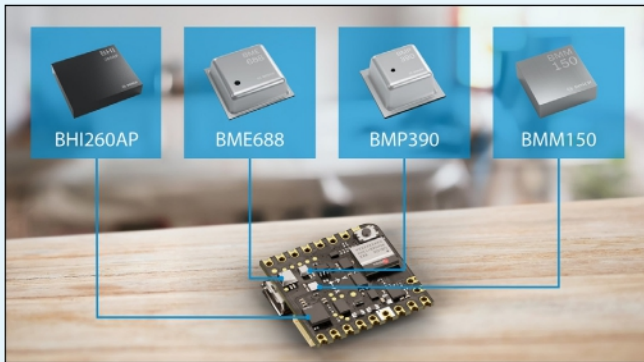


Figura 3: Il set di sensori Bosch Sensortec integrati sulla scheda di sviluppo Nicla Sense ME

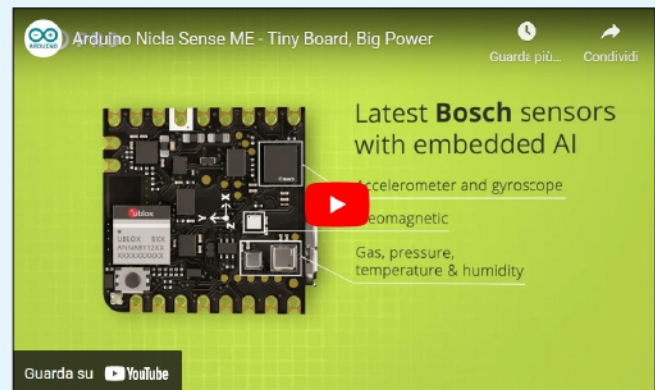
di pressione, umidità, temperatura e di composti organici volatili (VOC). Il Bosch BME688 esegue il rilevamento del gas tramite un array di semiconduttori a ossido di metallo eNose con un ciclo di scansione del gas tipico di 10,8 secondi.

La scheda Nicla Sense ME è disponibile a catalogo sul sito web della **TME Electronic Components** cliccando sul seguente link: **NICLA SENSE ME ARDUINO - Scheda espansiva | MKR; 5VDC; Bluetooth,I2C,SPI,UART; Nr diodi: 1; ABX00050 | TME - Componenti elettronici.** TME Electronic Components è fornitore leader nel mercato dei componenti elettronici e industriali. L'offerta di TME include prodotti di quasi 1200 produttori, e il suo gruppo è composto da 12 società dislocate in Europa, Asia ed America Settentrionale.

## CONCLUSIONI

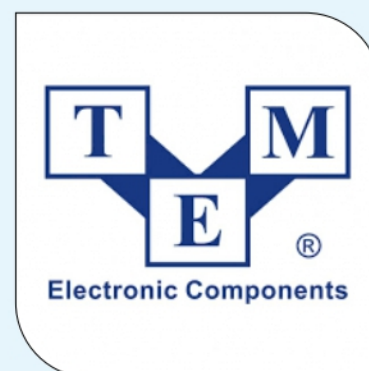
Arduino Nicla Sense ME è la soluzione ideale per tutte quelle applicazioni nelle quali il rilevamento e il monitoraggio intelligente sono fondamentali. La scheda di sviluppo è ultra compatta, a risparmio energetico e adatta per la prototipazione rapida. Questo piccolo strumento elettronico, grazie alla combinazione di sensori altamente integrati, consente a un'ampia gamma di applicazioni di rivolgersi ai diversi segmenti dei **mercati emergenti dell'IoT e dell'AI**. Per programmare la scheda Arduino Nicla Sense ME offline è sufficiente installare l'ambiente di sviluppo *Arduino Desktop IDE*. Per collegare la scheda al computer sarà sufficiente disporre di un cavo micro USB, che fornisce anche alimentazione alla scheda, come indicato dal LED. Tutte le schede Arduino, inclusa questa, funzionano immediatamente sull'*Arduino Web Editor*. E' sufficiente installare un semplice plug-in. Arduino Web Editor è ospitato online, quindi sarà sempre aggiornato con le ultime funzionalità e il supporto per tutte le schede. Tutti i prodotti

Arduino abilitati per l'IoT sono supportati su **Arduino IoT Cloud** che consente di registrare, rappresentare graficamente e analizzare in tempo reale i dati dei sensori, attivare eventi e automatizzare la propria casa o azienda. Inoltre, Arduino Nicla Sense ME fornisce funzionalità per gli aggiornamenti OTA del firmware e il monitoraggio remoto utilizzando *WebBLE*. Esempi di sketch per Arduino Nicla Sense ME possono essere reperiti nel menu "Examples" nell'IDE Arduino o nella sezione "Documentation" del sito web Arduino Pro. Arduino mette a disposizione degli utenti anche una serie di **risorse online**, quali **documentazione tecnica**, datasheet, tutorial, files, guida step-by-step per la configurazione, librerie, esempi di codice, **pinout**, schematici, diagrammi a blocchi, **projects hub**, etc. Non resta che esplorare le infinite possibilità che questo piccolo e potente strumento versatile offre cominciando a mettere le mani sui nostri primi progetti.



## RIFERIMENTI DOCUMENTAZIONE TECNICA

<https://www.tme.eu/it/details/abx00050/soluzioni-arduino/arduino/nicla-sense-me/>



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/il-rilevamento-diventa-smart-con-arduino-nicla-sense-me>

# APACER ALL'EMBEDDED WORLD: PADIGLIONE 1, STAND 439 - LE SOLUZIONI SSD E DRAM PIÙ AFFIDABILI PER LE INDUSTRIE

di **Apacer**

All'Embedded World (21-23 giugno, Norimberga/Germania) nel Padiglione 1, Stand 439, Apacer presenterà le sue ultime soluzioni di storage industriale per applicazioni esigenti nei mercati dell'automazione industriale, dei trasporti e aerospaziale.

Una novità allo stand è il BiCS5 3D TLC SSD con 112 layer serie SV240-25 con una capacità di 3.84 TB. La tecnologia BiCS5 non solo migliora significativamente la capacità, ma garantisce anche una latenza di trasmissione estremamente bassa. Il PV930-M280 di Apacer con interfaccia PCIe Gen4x4 dispone anche

della tecnologia BiCS5. L'SSD più veloce disponibile offre il doppio della larghezza di banda e della velocità di trasferimento dati con un consumo energetico significativamente inferiore rispetto ai modelli comparabili. Come uno dei punti salienti, Apacer presenta i 3D NAND SSD con tecnologia SLC-liteX con la massima durata sul mer-

The banner features the Apacer logo at the top left. Below it is the Embedded World 2022 logo, which includes a red cube icon and the text 'embeddedworld2022 Exhibition&Conference'. The main text reads 'Will be exhibiting at Hall 1 - 439' in a bold, dark blue font, with a red box containing 'SAVE THE DATE' and the dates '21 - 23.6. 2022 - NUREMBERG | GERMANY'. At the bottom left, the slogan 'Driving the Next Generation of Industrial Applications' is displayed in bold, followed by 'With Upgraded Reliability, Efficiency and Performance'. On the bottom right, there are images of two Apacer storage products: a 112-layer BiCS5 3D TLC SSD and a DDR5 Memory Module. The background of the banner is a light blue grid with a robotic arm on the right side, set against a globe-like pattern.

cato: consentono fino a 100.000 cicli P/E, 33 volte di più rispetto agli MLC o alle 3D TLC industriali disponibili. Le serie SATA SH250 e PCIe PH920 con tecnologia SLC-liteX sono disponibili in una varietà di specifiche e fattori di forma. Per un vantaggio in termini di sicurezza, la serie Cloud SSD SV25C è dotata della tecnologia di backup e ripristino CoreSnapshot. Essendo una soluzione real-time per le applicazioni di gestione remota, può ripristinare completamente un sistema hackerato, in un solo secondo. Inoltre, Apacer presenta i moduli DDR5-4800 DRAM industriali come UDIMM, SODIMM e RDIMM con una maggiore capacità e una migliore efficienza energetica. Sono disponibili per i test e dovrebbero entrare nella produzione di massa nel secondo trimestre del 2022. Le soluzioni di storage di Apacer sono progettate per soddisfare i severi requisiti dell'industria. Per l'uso in ambienti particolarmente difficili, sono disponibili con la tecnologia anti-solfurazione proprietaria di Apacer. La più elevata protezione dalla corrosione nell'industria migliora notevolmente l'affidabilità delle apparecchiature, garantisce un funzionamento stabile del sistema a lungo termine e prolunga la durata complessiva del sistema. Gli SSD della serie Defense hanno superato gli otto test militari più impegnativi e garantiscono un funzionamento regolare anche in condizioni difficili. Con caratteristiche come queste, le soluzioni di storage Apacer consentono alle aziende di aumentare l'efficienza operativa e rafforzare i loro principali vantaggi competitivi.

### INFORMAZIONI SU APACER

Fondata nel 1997, Apacer (TWSE:8271) è un marchio leader mondiale nello storage digitale con capacità complete di ricerca e sviluppo, progettazione, produzione e marketing. Con anni di tecnologia di archiviazione digitale

brevettata e una profonda esperienza di successo nella ricerca e sviluppo, Apacer offre una gamma competitiva di prodotti e servizi personalizzati. Le nostre linee di prodotti sono diversificate e coprono soluzioni per moduli di memoria, SSD industriali, prodotti di consumo per l'archiviazione digitale e applicazioni integrate Internet of Things. Apacer si impegna a implementare il nostro valore fondamentale "Becoming Better Partners": manteniamo le nostre promesse, ci impegniamo per il miglioramento costante e sviluppiamo soluzioni reciprocamente vantaggiose per noi e per i nostri clienti. Creiamo continuamente soluzioni di storage innovative e diversificate e servizi di integrazione hardware/software per diversi settori. Ci sforziamo di diventare un partner migliore nell'ecosistema industriale e offrire vantaggi sostanziali a tutti gli stakeholders.

**PER MAGGIORI INFORMAZIONI SU APACER VISITARE IL SITO WEB [HTTPS://INDUSTRIAL.APACER.COM/](https://industrial.apacer.com/)**

*Si ringrazia il team di Apacer per la collaborazione con Elettronica Open Source*



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/apacer-allembedded-world-padiglione-1-stand-439-le-soluzioni-ssd-e-dram-piu-affidabili-per-le-industrie>

**THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY**

**SOCIAL CONNECTIONS**  
+ 83.000  
+ 23.000

**CATEGORIES**  
COMPANIES/CONSULTANTS 53 %  
ACADEMICS/STUDENTS 25 %  
MAKERS/HOBBYISTS 22 %

**+ 140.000 REGISTERED USERS**

**7.414 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (FEB2020)**  
**830.610 2020 ANNUAL VISITORS**

**Elettronica Open Source**

# UTILIZZARE L'ESP32 CON IL SERVIZIO CLOUD AWS IOT CORE

di Andrea Garrapa

*Amazon Web Services o AWS come abbreviazione è un popolare provider di servizi cloud che abilita servizi on-demand come elaborazione, archiviazione, networking, sicurezza, database, ecc. a cui è possibile accedere tramite Internet in tutto il mondo. AWS IoT Core è uno dei tanti servizi cloud offerti da Amazon Web Services (AWS). AWS IoT Core consente ai dispositivi connessi di interagire in modo semplice e sicuro con altre applicazioni cloud e altri dispositivi. In questo articolo impareremo come collegare l'ESP32 con AWS IoT Core e pubblicare la lettura dei sensori su AWS mediante protocollo MQTT.*

## INTRODUZIONE

**A**WS Internet of Things (AWS IoT) consente una comunicazione bidirezionale sicura tra oggetti connessi a Internet (come sensori, attuatori, dispositivi **embedded** o elettrodomestici **smart**) e il cloud AWS. Ciò consente di raccogliere, archiviare e analizzare i dati di telemetria da più dispositivi. Si possono anche creare applicazioni che consentono agli utenti di controllare questi dispositivi dai loro telefoni o tablet. AWS IoT è costituito dai seguenti componenti:

- **Broker di messaggi:** fornisce un meccanismo sicuro per oggetti e applicazioni IoT per la ricezione e la pubblicazione di messaggi l'uno dall'altro. È possibile utilizzare il protocollo **MQTT** per pubblicare e sottoscrivere.
- **Motore delle regole:** fornisce l'elaborazione dei messaggi e l'integrazione con altri servizi AWS. È possibile utilizzare un linguaggio basato su SQL per selezionare i dati dai payload dei messaggi, elaborare i dati e inviarli ad altri servizi, come Amazon S3, Amazon DynamoDB e AWS Lambda. È possibile anche utilizzare il broker di messaggi per ripubblicare i messaggi ad altri abbonati.
- **Registro degli oggetti:** organizza le risorse associate a ciascun oggetto.
- **Thing Shadows:** fornisce rappresentazioni persistenti degli oggetti nel cloud AWS. È possibile pubblicare informazioni aggiornate sullo stato all'*oggetto ombra* e l'oggetto reale può sincronizzare il suo stato nel momento della connessione.

Gli oggetti possono anche pubblicare il loro stato corrente nell'*oggetto ombra* per l'uso da parte di applicazioni o dispositivi.

- **Servizio di sicurezza e identità:** il broker di messaggi e il motore delle regole utilizzano le funzionalità di sicurezza di AWS per inviare i dati in modo sicuro ai dispositivi o ad altri servizi AWS.

## FUNZIONAMENTO DI AWS IOT

AWS IoT consente agli oggetti connessi a Internet di connettersi al cloud AWS e consente alle applicazioni cloud di interagire con gli oggetti connessi a Internet. Le comuni applicazioni IoT raccolgono ed elaborano i dati di telemetria dai dispositivi o consentono agli utenti di controllare un dispositivo da remoto. Gli oggetti segnalano il loro stato inviando messaggi, in formato JSON, ai topic **MQTT**. Ogni topic MQTT possiede un nome gerarchico, ad esempio "casa mia/soggiorno/temperatura". Il broker di messaggi invia ciascun messaggio pubblicato su un topic a tutti i client sottoscritti al topic. È possibile creare regole che definiscono una o più azioni da eseguire in base ai dati in un messaggio. Ad esempio, è possibile inserire, aggiornare o interrogare una tabella DynamoDB o invocare una funzione Lambda. Le regole usano espressioni per filtrare i messaggi. Quando una regola è in accordo con un messaggio, allora esegue l'azione utilizzando le proprietà selezionate. Le regole contengono anche un ruolo IAM che concede l'autorizzazione AWS IoT alle risorse AWS utilizzate per eseguire l'azione. In **Figura 1** viene raffigurato come **AWS IoT** fornisca i servizi cloud che collegano

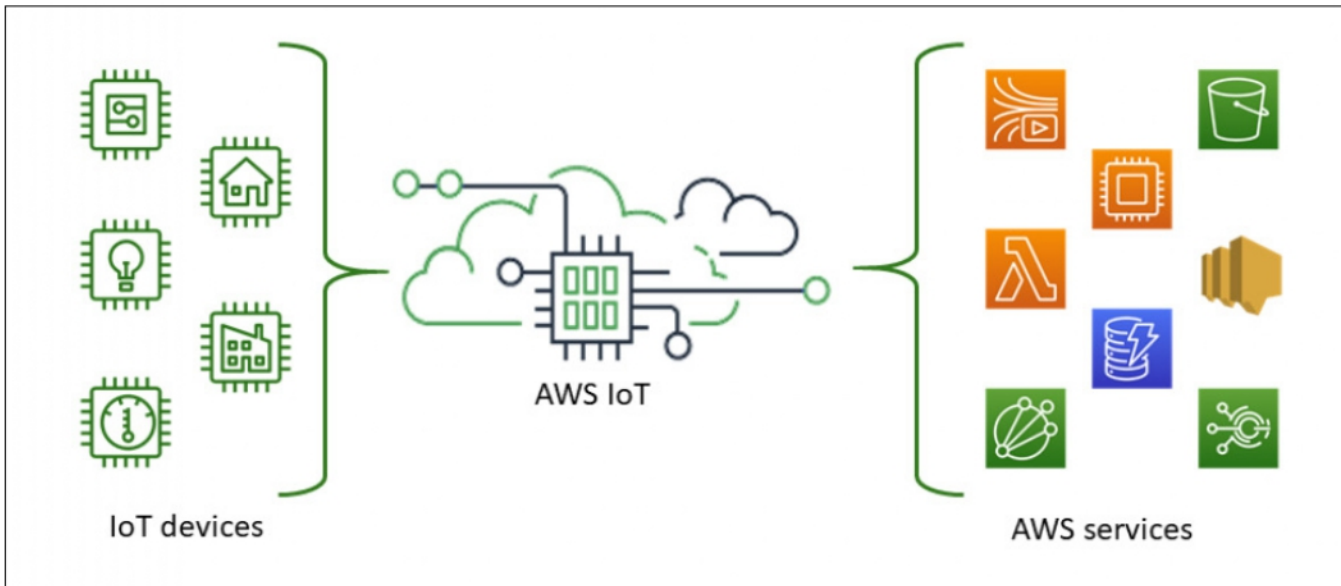


Figura 1: AWS IoT mette in contatto i dispositivi IoT e i servizi cloud offerti da AWS

i dispositivi IoT ad altri dispositivi e ai servizi cloud AWS. AWS IoT Core supporta i seguenti protocolli di comunicazione:

- **MQTT** (Message Queuing and Telemetry Transport)
- **MQTT over WSS** (WebSockets Secure)
- **HTTPS** (HyperText Transfer Protocol - Secure)
- **LoRaWAN** (Long Range Wide Area Network)

## APPLICAZIONE

In questo articolo vogliamo far interagire una scheda basata sul microcontrollore ESP32 con il servizio AWS IoT. Come puro esempio cercheremo di inviare al servizio cloud i dati di temperatura e umidità raccolti dalla scheda. Per farlo avremo bisogno dei seguenti strumenti hardware e software:

- una scheda basata su microcontrollore ESP32

## ACCOUNT AWS

Dopo l'hardware dobbiamo configurare l'account AWS. Occorre quindi creare un account AWS per chi non ne avesse uno. Dopo aver creato l'account ed eseguito correttamente l'accesso, si aprirà la finestra della *Console di gestione AWS*. Nella barra di ricerca dei servizi in alto, scriviamo "IoT core" e andiamo a fare clic sul primo risultato. Si aprirà una nuova schermata e sul lato sinistro noteremo la dashboard, con tante opzioni. In realtà ci interessano solo due opzioni: *Gestione e Sicurezza*. Ora dobbiamo creare un oggetto associato al nostro progetto. Per questo, seguiremo i seguenti passaggi:

- Specificare le proprietà dell'oggetto
- Configurazione del certificato del dispositivo
- Allegare policy al certificato

## PROPRIETÀ OGGETTO

**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!**

# IL PIÙ RECENTE SSD INDUSTRIALE PCIe GEN4X4 DI APACER SUPERA LA CONCORRENZA CON LE SPECIFICHE AD ALTE PRESTAZIONI RICHIESTE DALLE APPLICAZIONI 5G E SMART HEALTHCARE

di **Apacer**

*La rapida implementazione del 5G sta incrementando la domanda di grandi quantità di storage di dati.*

**L**e applicazioni 5G emergenti come la telemedicina, l'assistenza sanitaria intelligente e i poli intelligenti richiedono dispositivi di archiviazione in grado di offrire alta velocità, bassa latenza e stabilità di funzionamento durante la trasmissione di dati di immagini di alta qualità e alta risoluzione per consentire il riconoscimento delle immagini AI e diagnosi ausiliarie. Fortunatamente, **l'ultimo SSD PCIe Gen4x4 di Apacer sta facendo un passo avanti. Adotta la più recente tecnologia di memoria Flash BiCS5 112-layer 3D NAND.** Ciò significa prestazioni e affidabilità estremamente elevate, una fornitura stabile e, soprattutto, un costo per unità più competitivo.

I dati di imaging in tempo reale svolgono un ruolo importante nelle applicazioni sanitarie 5G. Ma per essere efficace, ciò richiede immagini ad alta risoluzione che siano estremamente chiare e focalizzate. Secondo un recente

rapporto, "5G in Healthcare Market" pubblicato da MarketsandMarkets, la telemedicina e la chirurgia robotica sono cresciute entrambe in risposta alle sfide poste dal COVID-19 e anche i dispositivi medici indossabili 5G sono diventati più diffusi per lo stesso motivo.

Attualmente, il mercato sanitario 5G "ha un valore stimato di 215 milioni di dollari nel 2021 e si prevede che raggiungerà i 3,667 milioni di dollari entro il 2026, con un CAGR del 76.3% durante il periodo di previsione".

Rispetto all'interfaccia PCIe Gen 3, **l'SSD PCIe Gen4x4 di Apacer offre il doppio della larghezza di banda e della velocità di trasferimento dei dati e il consumo energetico è notevolmente ridotto.** Troverà collocazione in molte applicazioni industriali complesse.

Associato alla tecnologia di raffreddamento **CoreGlacier** di Apacer, ad esempio, può contrastare il surriscaldamento e le velocità più basse associate all'elaborazione di fascia

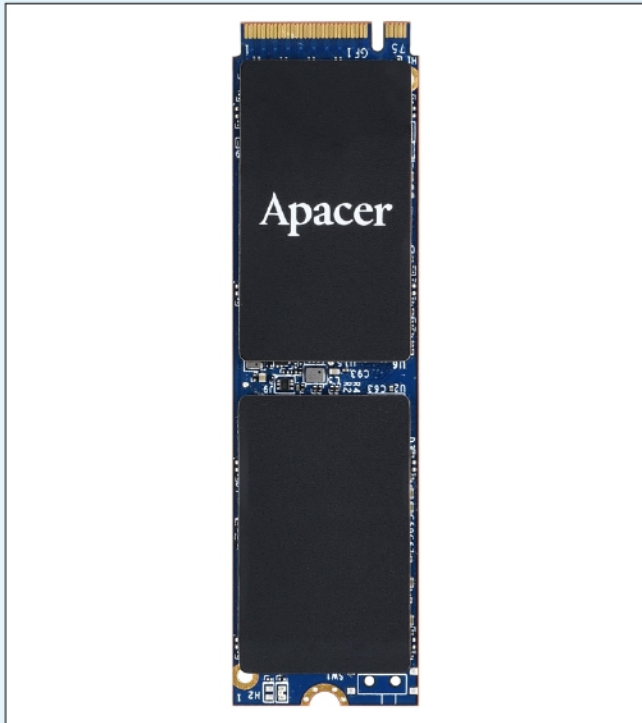


Figura 1

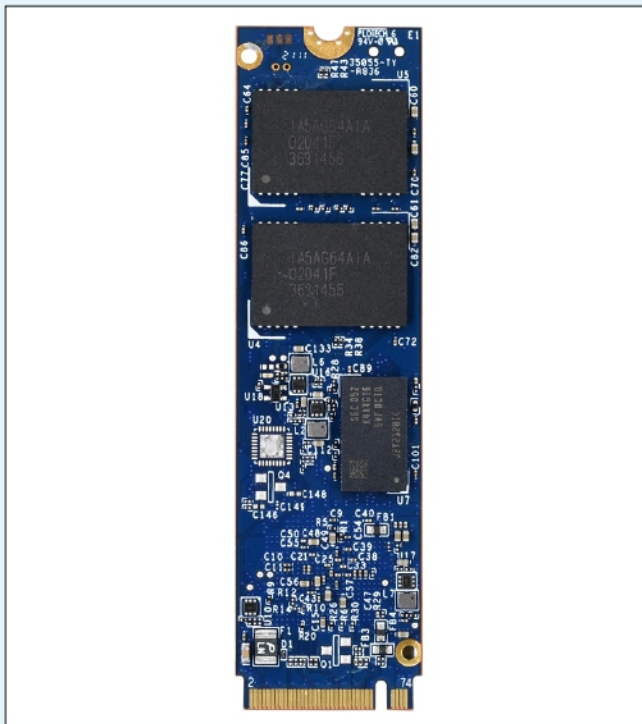


Figura 2

alta. Oppure, in combinazione con le tecnologie **DataDefender** e **End-to-End Data Protection** di Apacer, può migliorare l'integrità dei dati nei sistemi in cui l'alimentazione è anormale o inaffidabile. E per le applicazioni sanitarie in cui i dati dei pazienti potrebbero essere a rischio, può be-

neficiare della **crittografia hardware AES a 256 bit** e della tecnologia **Signed Firmware** per aumentare la sicurezza. Attualmente, l'SSD PCIe Gen4x4 di Apacer, **PV930-M280**, è l'SSD M.2 industriale più veloce sul mercato.

È completamente conforme alla specifica NVMe 1.4.

Quando si tratta di velocità di lettura/scrittura, vanta 851,000/651,000 IOPS. È stato inoltre dimostrato che supporta velocità di lettura/scrittura continue di 6,810/4,730 MB/s. È anche conforme allo standard delle apparecchiature mediche EN60601-1-2 per la sensibilità elettromagnetica, fornendo un'eccellente protezione elettrostatica per i dispositivi medici. I produttori che necessitano di un SSD M.2 industriale veramente compatto e competitivo non dovrebbero cercare oltre.

### INFORMAZIONI SU APACER

Apacer si impegna a implementare il nostro valore fondamentale "Becoming Better Partners": manteniamo le nostre promesse, ci impegniamo per il miglioramento costante e sviluppiamo soluzioni reciprocamente vantaggiose per noi e per i nostri clienti.

Creiamo continuamente soluzioni di storage innovative e diversificate e servizi di integrazione hardware/software per diversi settori.

Ci sforziamo di diventare un partner migliore nell'ecosistema industriale e offrire vantaggi sostanziali a tutti gli stakeholders. Scopri i prodotti Apacer per le applicazioni industriali su: <https://industrial.apacer.com/>

# Apacer

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/il-piu-recente-ssd-industriale-pcie-gen4-x4-di-apacer-supera-la-concorrenza-con-le-specifiche-ad-alte-prestazioni-richieste-dalle-applicazioni-5g-e-smart-healthcare>

# ASSISTENTE VIRTUALE IN LINGUAGGIO PYTHON

di **Andrea Garrapa**

*Un chatbot o chatterbot è un programma informatico che simula le conversazioni fatte da esseri umani attraverso chat vocali o di testo. È più comunemente usato nelle applicazioni di messaggistica. Come tutti sappiamo, Alexa e altri assistenti vocali sono alcuni dei chatbot basati sull'Intelligenza Artificiale e sull'elaborazione del linguaggio naturale (NLP). In questo articolo vedremo come creare un semplice chatbot usando il linguaggio di programmazione Python. Questo assistente virtuale digitale sarà in grado di accettare come input dei comandi vocali o scritti, e di dialogare con l'utente attraverso una voce sintetizzata. Inoltre, risponderà ai comandi eseguendo alcune applicazioni di sistema presenti sul dispositivo.*

## INTRODUZIONE

L'ascesa dell'automazione, insieme a una maggiore potenza di calcolo, nuovi algoritmi statistici e una migliore accessibilità ai dati, hanno portato alla nascita del mercato degli assistenti digitali personali, popolarmente rappresentati da Siri di Apple, Cortana di Microsoft, Google Assistant di Google e **Amazon Alexa**. Sebbene ogni assistente possa specializzarsi in compiti leggermente diversi, tutti cercano di semplificare la vita dell'utente attraverso interazioni verbali. Questo articolo guiderà il lettore nella creazione di un chatbot con il linguaggio di programmazione **Python** in grado di svolgere il ruolo di assistente virtuale digitale. Tale assistente sarà in grado di comprendere alcuni comandi vocali e di rispondere alle richieste. Esso può essere personalizzato per eseguire tutte le attività di cui si ha più bisogno.

## FUNZIONAMENTO

Lo script in linguaggio di programmazione Python, che andremo a descrivere in questo articolo, una volta avviato eseguirà le seguenti operazioni:

1. La voce sintetizzata ci darà il benvenuto e ci chiederà se vogliamo utilizzare i comandi vocali o i comandi scritti
2. Potremo fare la scelta inserendo nel terminale la lettera v (vocali) o s (scritti) e premendo *Invio*
3. Fatta la scelta apparirà una lista dei comandi possibili e la voce sintetica ci chiederà di immettere un comando. Ce ne sono solo tre per questo esem-

pio, ma la lista può essere ampliata a piacimento. I comandi sono: *disegno* per aprire il programma Paint, *blocco note* per aprire Notepad, *uscita* per chiudere l'applicazione

4. A seconda della scelta fatta nel punto 2 si dovrà quindi immettere un comando scritto o vocale
5. Nel caso si fosse scelta l'immissione di comandi scritti, basterà digitare il comando, premere invio e verrà eseguita la scelta fatta. Nel caso, invece, di immissione di comandi vocali prima di pronunciare il comando occorrerà aspettare che sul terminale compaia la scritta *Sto registrando*. A quel punto si potrà pronunciare il comando e attendere la risposta della voce sintetica
6. Se il **riconoscimento vocale** ha avuto successo si aprirà l'applicazione scelta, altrimenti la voce sintetica ci dirà di non aver capito e di riprovare
7. Alla chiusura dell'applicazione selezionata, il programma Python continuerà a chiederci di immettere un comando a meno che non si proceda alla chiusura dello stesso

L'interazione mediante comandi vocali è sicuramente più complicata da creare rispetto a quella con comandi scritti. La **Figura 1** descrive graficamente una generica interazione con l'assistente virtuale mediante comandi vocali. Su ogni blocco è presente il relativo modulo Python che fornisce gli strumenti per realizzare quella funzione. L'anello debole della catena è rappresentato dal blocco

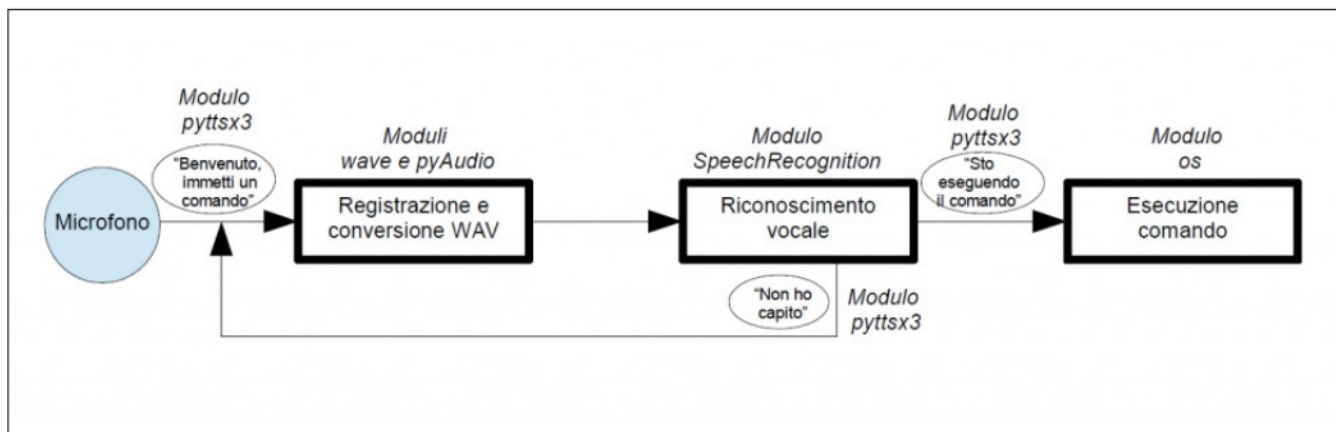


Figura 1: Esempio di interazione mediante comandi vocali. Il comando vocale, intercettato dal microfono del computer, viene registrato grazie al modulo pyAudio e convertito in formato WAV grazie al modulo wave. Il file audio viene quindi passato al riconoscitore vocale grazie al modulo SpeechRecognition. Se il riconoscimento ha successo allora viene eseguito il comando, altrimenti l'assistente chiederà di immettere nuovamente il comando

di riconoscimento vocale il quale introduce un ineludibile ritardo dovuto alla trasmissione e ricezione dei dati sulla rete. Inoltre, il riconoscimento non sempre è un successo, ed occorre stare attenti a scandire bene i comandi e in maniera non troppo rapida.

### SOFTWARE NECESSARIO

Inutile dire che per poter utilizzare sul proprio computer questo script, occorre aver installato una distribuzione Python sul proprio dispositivo. Inoltre, occorre scaricare i moduli che verranno poi richiesti all'interno della routine. I moduli da scaricare sono:

- **pyttsx3** - per convertire un testo in un discorso attraverso una voce sintetizzata
- **pyAudio** - per registrare il comando vocale
- **wave** - per convertire il comando vocale registrato in formato WAV
- **SpeechRecognition** - per riconoscere il comando

della voce sintetizzata. Include tre motori TTS (Text To Speech):

- **sapi5** - SAPI5 su Windows
- **nsss** - NSSpeechSynthesizer su Mac OS X
- **espeak** - eSpeak su tutte le altre piattaforme

### PYAUDIO

**pyAudio** è la libreria che permette di registrare i comandi vocali. Formalmente pyAudio è un ponte tra Python e **PortAudio**, una libreria C++ multiplatforma che si interfaccia con i driver audio dei dispositivi. **PortAudio** è una libreria open source per la riproduzione e la registrazione dei file audio su computer. È una libreria multiplatforma, quindi consente di scrivere semplici programmi audio in C o C++ che verranno compilati ed eseguiti su molte piattaforme o diversi sistemi operativi per computer, inclusi Windows, Mac OS X e Linux. PortAudio fa parte del progetto PortMedia, che mira a fornire un insieme di librerie indipendenti dalla piattaforma per il software musicale.

**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!**

# CONTROLLARE I DISPOSITIVI CON TELEGRAM

di **Daniele Valanzuolo**

*Senza pensarci più di tanto, in ogni istante della nostra routine quotidiana ormai siamo abituati ad usare le applicazioni di messaggistica istantanea sul nostro cellulare: WhatsApp, Telegram, Facebook Messenger sono solo alcune delle innumerevoli applicazioni che troviamo negli store. Ovviamente non tutti sono a conoscenza che alcune applicazioni nascondono delle funzionalità extra che consentono di realizzare grandi cose. Ad esempio, l'applicazione di messaggistica Telegram consente di realizzare degli utenti fittizi che possono essere programmati per gestire le interazioni con gli altri utenti: i cosiddetti bot. In questo articolo affronteremo proprio la realizzazione da zero di un bot che sarà animato da un dispositivo Arduino.*

## INTRODUZIONE

L'applicazione Telegram, anche se meno diffusa della ben nota WhatsApp, è disponibile agli utenti da quasi un decennio, infatti la data della prima versione risale all'agosto del 2014. Probabilmente alcuni di voi non l'hanno mai installata, o comunque utilizzata pochissimo. Dal punto di vista della messaggistica condivide la stragrande maggioranza delle funzionalità con le altre app: scambio di messaggi di testo e media, videochiamate e possibilità di realizzare gruppi con innumerevoli utenti. Un po' meno sono quelli a conoscenza della funzionalità dei bot, introdotta nel 2015.

### “Ma cosa sono i bot?”

I bot sono delle tipologie di utente che possono essere create all'interno della **piattaforma di Telegram** e che, programmati opportunamente, consentono di **inviare messaggi in automatico** in modo da poter interagire con gli utenti reali. Di seguito vi realizzerò un tutorial dettagliato in cui vi mostrerò passo dopo passo la **realizzazione di un bot all'interno della piattaforma Telegram** e la configurazione del nostro dispositivo Arduino per poter dare vita al bot. Il tutorial è diviso in una prima parte in cui andiamo ad instaurare la comunicazione tra il bot e la nostra scheda Arduino (step 1-2-3) e una seconda parte in cui andremo ad approfondire i concetti per poter realizzare le funzionalità che più ci piacciono. Il tutorial è con-

centrato sull'utilizzo della libreria per Arduino denominata **UniversalTelegramBot**. Inoltre, per la realizzazione di questo tutorial userò anche uno smartphone con sistema operativo Android per poter operare all'interno dell'applicazione Telegram ed una scheda **Arduino MKR Wi-Fi 1010** (vedi **Figura 1**) che integra l'interconnessione Wi-Fi e Bluetooth per realizzare in maniera veloce e immediata progetti di Internet of Things. La scheda è dotata di un ARM Cortex-M0 che si interfaccia con un chipset per le comunicazioni wireless, un modulo per la carica di eventuali batterie Litio.

Le caratteristiche complete della scheda sono:

- Microcontroller SAMD21 Cortex®-M0+ 32bit low power ARM MCU
- Modulo radio u-blox NINA-W102
- Alimentazione (USB/VIN) 5 V
- Tensione operativa 3.3 V
- Secure Element ATECC508
- Digital I/O Pins 8
- PWM Pins 13 (0..8, 10, 12, 18/A3, 19/A4)
- Comunicazioni: UART, SPI, I2C
- Analog Input Pins 7 (ADC 8/10/12 bit)
- Analog Output Pins 1 (DAC 10 bit)
- External Interrupts 10
- CPU Flash Memory 256 kB (internal)
- SRAM 32 kB
- LED\_BUILTIN 6
- USB Full-Speed USB Device and embedded Host
- Dimensioni fisiche: 61.5 mm x 255 mm/peso 32 g

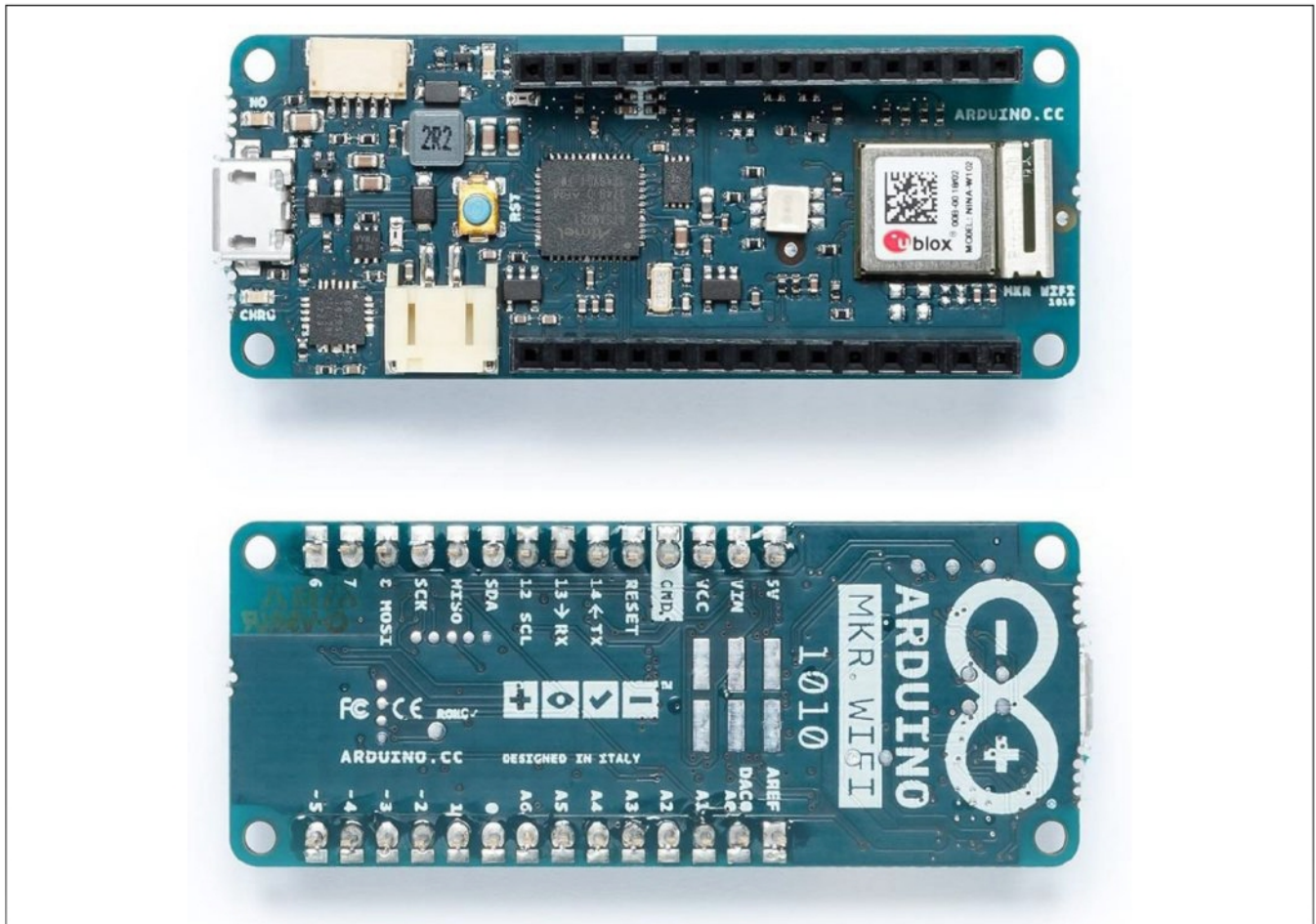


Figura 1: Scheda Arduino MKR Wi-Fi 1010

### STEP 1: CREARE IL BOT TELEGRAM

Il primo step da realizzare è la creazione di un bot all'interno dell'app Telegram attraverso BotFather. Questo non è altro che un account ricercabile sui Telegram (dalla barra di ricerca digitare @BotFather) che consente la generazione di qualsiasi altro bot. Una volta individuato il BotFather (Figura 2), utilizzeremo la chat per creare un nuovo

bot. Per creare il bot, è necessario utilizzare un editor di codice. In questo articolo, utilizzeremo l'editor online di Arduino (all'indirizzo <https://create.arduino.cc/editor>) ma è possibile realizzare il progetto anche direttamente con l'IDE Arduino sul proprio computer. La configurazione dell'editor che affrontiamo in questo step prevede la necessità di aggiungere le

**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!**

# + 140.000

## REGISTERED USERS

# 7.414

 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (FEB2020)

# 830.610

 2020 ANNUAL VISITORS

## THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY

### SOCIAL CONNECTIONS

 + 83.000

 + 23.000

## CATEGORIES

COMPANIES/CONSULTANTS

**53 %**

ACADEMICS/STUDENTS

**25 %**

MAKERS/HOBBYISTS

**22 %**

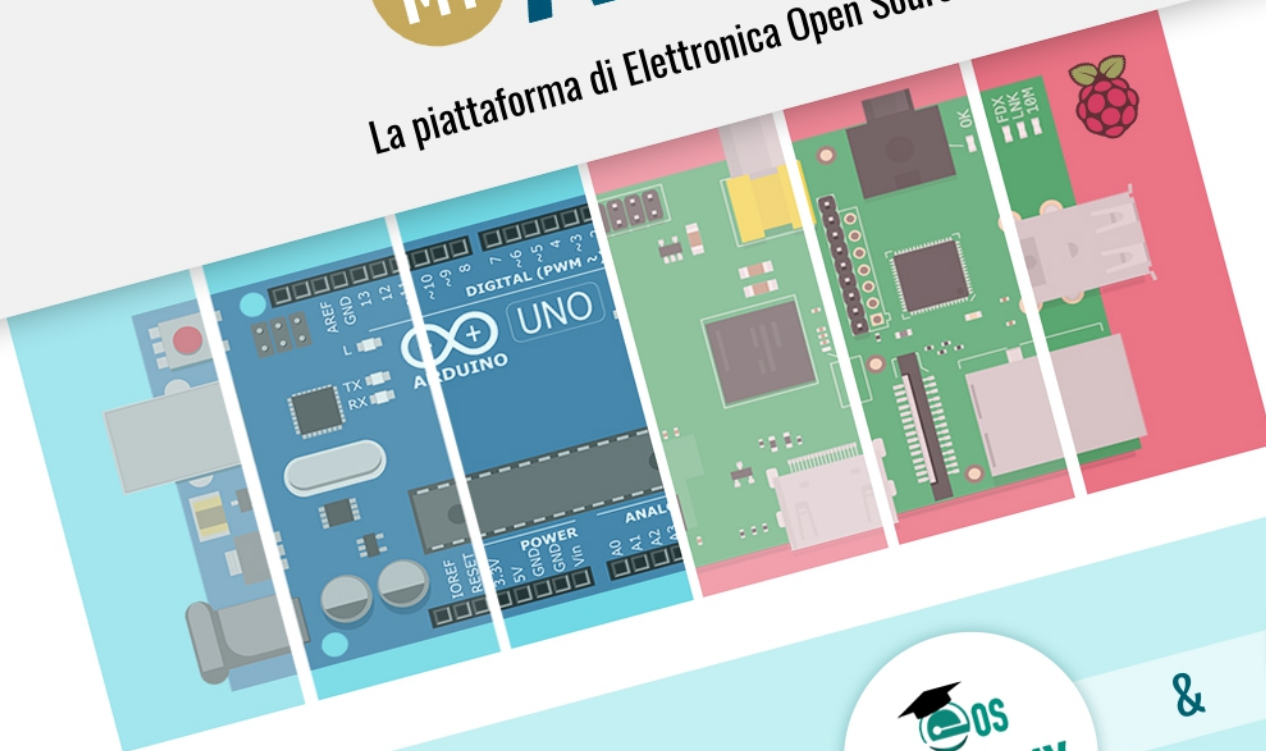


I NOSTRI CORSI DI ELETTRONICA  
PER I PROFESSIONISTI  
E I MAKERS



# ACADEMY

La piattaforma di Elettronica Open Source dedicata ai corsi



PUOI AVERE TUTTI I CORSI DI



&



A PORTATA DI CLICK

