

## IoT MEMS & Smart Sensors



**IN QUESTO NUMERO:**  
**LA TECNOLOGIA DEI SENSORI INTELLIGENTI AL SERVIZIO DELL'IOT**  
**IL SENSORE RILEVATORE DI PERSONE DI USEFUL SENSORS**  
**CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 20**  
**E MOLTI ALTRI ARTICOLI E PROGETTI!**

# ABBONATI A

# Firmware 2.0

PER AVERE **TUTTA L'ELETTRONICA A PORTATA DI CLICK** E RESTARE SEMPRE AGGIORNATO SULL'ELETTRONICA EMBEDDED, I MICROCONTROLLORI E L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA



 Elettronica Open Source



# Migliora i Sistemi Spazio e Difesa con le MCU SAMD21RT

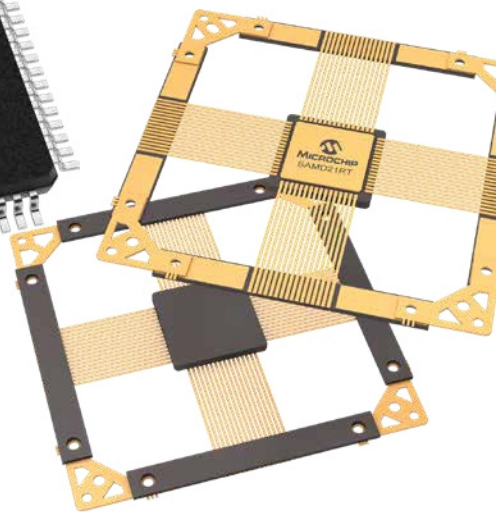
## Piccolo Ingombro, Radiation Tolerant, Arm® Cortex® -M0+

Cerchi una soluzione per valorizzare i tuoi progetti per lo Spazio e Difesa? Non cercare oltre, i microcontroller SAMD21RT offrono una gamma di vantaggi, su misura, per soddisfare le tue esigenze.

Catturando tutta la potenza di un processor core a 32 bit, consentono di sviluppare anche per gli spazi più ristretti. Con un ingombro compatto di soli 10 x 10 mm, infatti, le MCU SAMD21RT offrono prestazioni semplicemente eccezionali. Il nostro obiettivo è progettare prodotti che risultino economici, di piccole dimensioni ed efficienti dal punto di vista energetico per rivoluzionare i tuoi dispositivi.

### I nostri microcontroller SAMD21RT ti offrono risorse e strumenti a tuo vantaggio:

- Elevato livello di tolleranza alle radiazioni con capacità TID fino a 50 kRad e immunità SEL fino a 78 MeV. cm<sup>2</sup>/mg
- MPLAB X Integrated Development Environment – programma software espandibile e altamente configurabile
- MPLAB® PICKit™ 5 in-circuit debugger/programmer
- SAM D21 Curiosity Nano Evaluation Kit



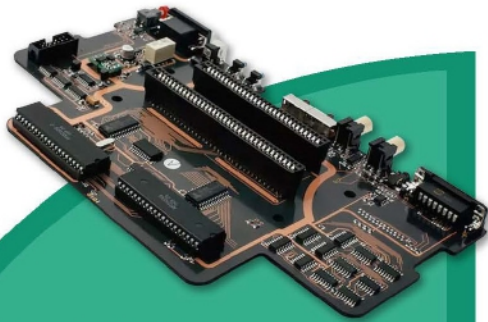
[microchip.com/SAMD21RT](https://microchip.com/SAMD21RT)



Il nome e logo Microchip e il logo Microchip sono marchi industriali registrati di Microchip Technology Incorporated negli U.S.A. e in altri Stati. Tutti gli altri marchi appartengono ai rispettivi titolari.  
© 2024 Microchip Technology Inc. Tutti i diritti riservati.  
MEC2573A-ITA-06-24

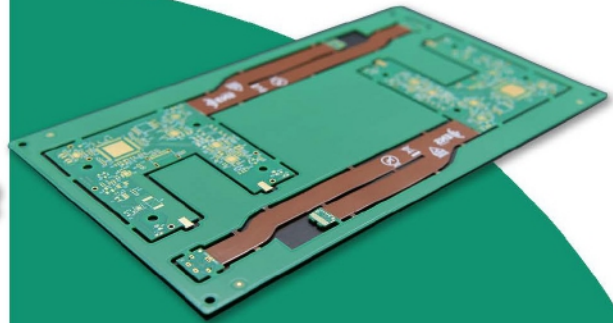
***COSA LEGGERAI NEL 2024?***

<b><i>TOPICS</i></b>	<b><i>MAKERS ZONE</i></b>	<b><i>DATA DI PUBBLICAZIONE</i></b>
Wireless/RF	Audio/Video	1 Febbraio
PCB	PCB Design	1 Marzo
Artificial Intelligence	Robotics	1 Aprile
Arduino	Open Source Projects	1 Maggio
Medical	Wearable	1 Giugno
Power/Motor	Car Hacking	1 Luglio
IoT	MEMS&Smart Sensors	1 Settembre
Renewable Energy	Smart Projects	1 Ottobre
Industry 4.0	Remote control	1 Novembre
Test&Measurements	Analog&Digital Signals	1 Dicembre



- PCBA di Alta Qualità con approvvigionamento dei componenti
- A partire da soli **\$29**
- Stencil gratuito e spedizione gratuita in tutto il mondo

## Assemblaggio PCB



- Preventivo istantaneo online e interfaccia web intuitiva
- Tempi di consegna rapidi in **24 ore**
- Realizza i tuoi prodotti unici e di alta gamma nel modo più semplice

## Fabbricazione PCB Avanzata

Qualità  
Garantita

## Stampa 3D e Lavorazione CNC

- Parti personalizzate in metallo e plastica a partire da **solì \$25**
- Produzione su richiesta e prototipazione rapida in **appena 1 giorno**, guidando la rivoluzione della produzione digitale.



## Più Opzioni Personalizzate

- PCB Professionali Flessibili/Rigido-Flessibili
- Nuovi colori per la maschera di saldatura: **Rosa, Grigio, Arancione e Trasparente**
- Implementa perfettamente la tua idea con diversi tipi di PCB



Per maggiori informazioni:  
[www.pcbway.com](http://www.pcbway.com)

Email:  
[service@pcbway.com](mailto:service@pcbway.com)

Telefono:  
**+86 571 8531 7603**

## IoT e sensori intelligenti, la rivoluzione tecnologica per un futuro sempre più connesso

**C**ari lettori, settembre è un mese di ripresa, il momento in cui le vacanze estive lasciano spazio a nuovi progetti, al rientro al lavoro e agli studi. È il periodo ideale per riorganizzarsi, fare il punto sulle novità tecnologiche e aggiornarsi sulle ultime innovazioni nel campo dell'elettronica, ma anche per approfondire le proprie conoscenze. La rapida evoluzione dell'IoT e dei sensori intelligenti richiede una continua formazione e aggiornamento per poter sfruttare appieno le opportunità offerte. In queste pagine ci immergeremo nell'affascinante mondo dell'Internet delle Cose (IoT o Internet of Things) e dei sensori intelligenti (smart sensors), ed esploreremo in profondità le ultime innovazioni del campo attraverso articoli tecnici, progetti e case study, analizzando come questi dispositivi stiano trasformando la nostra vita quotidiana e le opportunità di crescita per le aziende.

Vi aspetta, inoltre, un'intervista esclusiva e imperdibile con Fabio Violante, CEO di Arduino, un'opportunità unica per scoprire le sue visioni e le prossime importanti innovazioni nel vasto mondo dell'elettronica.

L'Internet delle Cose è un settore in rapida evoluzione che promette di rivoluzionare il modo in cui interagiamo con la tecnologia e il mondo circostante. I sensori smart sono il cuore pulsante dell'IoT e rappresentano una rivoluzione tecnologica che sta trasformando il panorama dei dispositivi elettronici. In particolare, i sensori MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) combinano componenti meccaniche ed elettroniche su scala micrometrica consentendo la rilevazione e la trasmissione di dati fisici quali movimento, pressione, temperatura e suono con una precisione senza precedenti.

Grazie alla loro ridotta dimensione, basso consumo energetico e costi contenuti, essi trovano applicazione in una vasta gamma di settori. La combinazione strategica di MEMS e IoT sta aprendo la strada a nuove applicazioni avanzate, rendendo i nostri oggetti di uso quotidiano sempre più sensibili, adattabili ed efficienti.

Nel contesto dell'IoT, i sensori MEMS sono fondamentali per l'interconnessione di oggetti intelligenti.

Essi permettono ai dispositivi di raccogliere dati dall'ambiente circostante e di comunicarli attraverso reti wireless, nonché monitorare condizioni fisiche e reagire agli stimoli in tempo reale, creando una rete di oggetti connessi tra loro che possono interagire con l'utente.

Questo ecosistema interconnesso facilita la creazione di ambienti smart in cui le operazioni possono essere automatizzate e ottimizzate in tempo reale, migliorando l'efficienza, la scalabilità e l'esperienza utente.

La continua evoluzione della sensoristica promette di spingere ulteriormente i confini delle tecnologie.

Dati alla mano, il mercato della sensoristica intelligente e dell'IoT è in piena espansione. Secondo recenti ricerche, si prevede che il mercato globale dei sensori IoT raggiungerà i 27,4 miliardi di dollari entro il 2025, con un tasso di crescita annuo composto (CAGR) del 21,6%.

Questa crescita è trainata principalmente dall'aumento della domanda di soluzioni smart in vari settori come la domotica, la smart home, la sanità, l'agricoltura intelligente, l'elettronica di consumo, l'automotive e l'Industria 4.0. Nell'automotive, ad esempio, i sensori migliorano la sicurezza e l'automazione dei veicoli, mentre nella sanità abilitano dispositivi indossabili per il monitoraggio continuo dei parametri vitali.

*L'industria vede benefici significativi nella manutenzione predittiva e nel monitoraggio delle macchine, riducendo i tempi di fermo e i costi operativi. Firmware 2.0 è qui per guidarvi attraverso questa entusiasmante evoluzione tecnologica e aiutarvi a scoprire come queste tecnologie stiano trasformando il nostro mondo, preparandovi per un futuro sempre più connesso e intelligente. Continuate a seguirci ogni mese per rimanere al passo con le ultime novità nel mondo dell'elettronica embedded e dei microcontrollori.*

*Buona lettura!*

*Giordana Francesca Brescia*



# La prossima scoperta è alle porte

Esplorate milioni di componenti per il vostro prossimo progetto



Secret Archives,  
Vatican City

Archivi segreti,  
Città del Vaticano

[mouser.it](http://mouser.it)



**MOUSER**  
ELECTRONICS

# IoT MEMS&Smart Sensors



**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 - 147.460  
Social Network - 131.642

## © 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

IOT E SENSORI INTELLIGENTI, LA RIVOLUZIONE TECNOLOGICA, PER UN FUTURO SEMPRE PIÙ CONNESSO

4

LA TECNOLOGIA DEI SENSORI INTELLIGENTI AL SERVIZIO DELL'IOT

8

INTERVISTA A FABIO VIOLANTE, CEO DI ARDUINO

12

ARCHITETTURE E SOLUZIONI DI EDGE COMPUTING

18

APACER PRESENTA ROBUSTE CINGHIE DI RITENZIONE PER MANTENERE IN POSIZIONE I MODULI DRAM INDUSTRIALI - PROTEZIONE DEI DISPOSITIVI EDGE AI DA FORTI URTI E VIBRAZIONI

22

AIRGRADIENT: IL SENSORE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA FAI DA TE

24

PER COMBATTERE LE GRAVI MINACCE ALLA SICUREZZA DELLE INFORMAZIONI, APACER DÀ NUOVA FORZA AL RIPRISTINO DEI SISTEMI AZIENDALI E ALLA SICUREZZA DEI DATI

28

SCOPRIAMO LA PIATTAFORMA SENSORTILE.BOX: PROGRAMMARE CON ST BLE SENSOR

30

CONOSCIAMO LA PIATTAFORMA DI SVILUPPO GOOGLE FIREBASE

38

AIOT - ARTIFICIAL INTELLIGENCE OF THINGS

45

I SENSORI MEMS NELLE APPLICAZIONI IOT

49

SENSORI INTELLIGENTI MEMS NELLE APPLICAZIONI INDUSTRIALI

53

COSA SONO I GIROSCOPI? ECCO COME LI USIAMO OGNI GIORNO NEI NOSTRI SMARTPHONE

57

PROGETTO DI UNA RETE MESH DI SENSORI CON ESP32, ESP8266 E ARDUINO

58

IL RADAR NELLE APPLICAZIONI SMART IOT

69

LA SCHEDA BBC MICRO:BIT E L'INSEGNAMENTO DELLE MATERIE STEM

73

ROBOTICA EDUCATIVA E STEM: IL FUTURO DELL'APPRENDIMENTO TECNOLOGICO

77

INTERNET OF THINGS PER LE SMART CITIES

79

COSA SONO LE ESIM E QUANDO UTILIZZARLE PER L'IOT

85

IL SENSORE RILEVATORE DI PERSONE DI USEFUL SENSORS

89

PROTOCOLLI DI COMUNICAZIONE PER L'INTERNET DELLE COSE (IOT)

95

CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 20

99

TOSHIBA ESPANDE LA GAMMA DI MICROCONTROLLORI TXZ+ M4K PER IL CONTROLLO DEI MOTORI

105

# LA TECNOLOGIA DEI SENSORI INTELLIGENTI AL SERVIZIO DELL'IOT

di Fulvio De Santis

*Le applicazioni Internet of Things (IoT), siano per infrastrutture cittadine, fabbriche o dispositivi indossabili, utilizzano vasti array di sensori che raccolgono dati per la trasmissione su Internet ad una risorsa informatica centrale basata sul cloud. Il software di analisi in esecuzione sui computer cloud riduce gli enormi volumi di dati generati in informazioni fruibili per gli utenti, e in comandi per gli attuatori sul campo. Questo articolo esamina le aspettative dell'IoT riguardo ai suoi sensori: cosa è necessario fare per raggiungere le caratteristiche dell'IoT dell'ampio array di sensori. Quindi, affronta il modo in cui i produttori hanno risposto con miglioramenti alla fabbricazione, maggiore integrazione e intelligenza integrata, culminando nel concetto di sensori intelligenti ora ampiamente utilizzato.*

## INTRODUZIONE

I sensori sono un fattore chiave per il successo dell'IoT, ma non si tratta di tipi convenzionali che convertono semplicemente le variabili fisiche in segnali elettrici. I sensori si sono necessariamente evoluti in qualcosa di più sofisticato per svolgere un ruolo tecnicamente ed economicamente sostenibile all'interno dell'ambiente IoT. L'intelligenza dei sensori, oltre a facilitare la connettività IoT, crea anche molti altri vantaggi legati alla manutenzione predittiva, ad una produzione più flessibile e ad una maggiore produttività. I sensori sono tradizionalmente dispositivi funzionalmente semplici che convertono le variabili fisiche in segnali elettrici o i cambiamenti nelle proprietà elettriche. Sebbene questa funzionalità sia un punto di partenza essenziale, i sensori devono aggiungere le seguenti proprietà per funzionare come componenti IoT:

- Basso costo, quindi possono essere distribuiti economicamente in grandi numeri
- Dimensioni ridotte, per adattarsi fisicamente in qualsiasi ambiente
- Wireless, poiché in genere non è possibile una connessione cablata
- Autoidentificazione e autovalidazione
- Consumo molto basso, quindi può funzionare per anni senza cambiare la batteria o gestire la raccolta di energia
- Robusto, per ridurre al minimo o eliminare la manutenzione
- Autodiagnosi e autoriparazione
- Autocalibrante o calibrazione da remoto tramite collegamento wireless
- Pre-elaborazione dei dati, per ridurre il carico sul

gateway, PLC e risorse cloud

Le informazioni provenienti da più sensori possono essere combinate e correlate per trarre conclusioni su problemi latenti; ad esempio, i dati del sensore di temperatura e del sensore di vibrazione possono essere utilizzati per rilevare l'insorgenza di guasti meccanici. In alcuni casi, le due funzioni del sensore sono disponibili in un unico dispositivo; in altri, le funzioni sono combinate nel software per creare un sensore "soft".

## I SENSORI INTELLIGENTI SVILUPPATI PER LE APPLICAZIONI IOT

I sensori intelligenti sono stati sviluppati per le applicazioni IoT in termini sia dei loro elementi costitutivi che della loro fabbricazione, quindi ne conseguono alcuni dei vantaggi che derivano dall'intelligenza integrata dei sensori, in particolare le possibilità di autodiagnosi e autoriparazione. I **sensori intelligenti** sono costruiti come componenti IoT che convertono la variabile del mondo reale che stanno misurando in un flusso di dati digitali per la trasmissione ad un gateway. Gli algoritmi dell'applicazione vengono eseguiti da un'unità a microprocessore integrata (MPU). Questi possono eseguire il filtraggio, la compensazione e qualsiasi altra attività di condizionamento del segnale specifica del processo. L'intelligenza della MPU può essere utilizzata anche per molte altre funzioni, nonché per ridurre il carico sulle risorse più centrali dell'IoT; ad esempio, i dati di calibrazione possono essere inviati alla MPU in modo che il sensore venga impostato automaticamente per eventuali modifiche alla produzione. La MPU può anche individuare eventuali parametri di produzione che iniziano

ad andare oltre le norme accettabili e generare avvisi di conseguenza; gli operatori possono quindi intraprendere azioni preventive prima che si verifichi un guasto catastrofico.

Se appropriato, il sensore potrebbe funzionare in modalità "report", in cui trasmette i dati solo se il valore della variabile misurata cambia in modo significativo rispetto ai valori del campione precedente. Ciò riduce sia il carico sulla risorsa informatica centrale, sia i requisiti di alimentazione del sensore intelligente, di solito un vantaggio fondamentale, poiché il sensore deve fare affidamento su una batteria o sulla raccolta di energia in assenza di alimentazione collegata.

Se il sensore intelligente include due elementi nella sonda, è possibile integrare l'autodiagnostica del sensore. Qualsiasi deriva che si sviluppa in una delle uscite del sensore può essere rilevata immediatamente. Inoltre, se un sensore si guasta completamente, ad esempio a causa di un cortocircuito, il processo può continuare con il secondo elemento di misura. In alternativa, una sonda può contenere due sensori che lavorano insieme per migliorare il feedback del monitoraggio.

### FABBRICAZIONE DEI SENSORI INTELLIGENTI

Per realizzare il pieno potenziale dell'IoT, i metodi di fabbricazione dei sensori intelligenti devono puntare a ridurre sempre più le dimensioni, il peso, il consumo di energia, il costo del componente e del sistema del sensore. La stessa tendenza deve applicarsi al packaging dei sensori, che attualmente rappresenta fino all'80% del costo complessivo e del fattore di forma. I sensori intelligenti si formano quando gli elementi dei sensori del sistema microelettromeccanico (MEMS) sono stret-

tamente integrati con i circuiti integrati CMOS. Questi circuiti integrati forniscono la polarizzazione del dispositivo, amplificazione del segnale e altre funzioni di elaborazione del segnale. Originariamente, la tecnologia di packaging sottovuoto a livello di wafer (WLVP) utilizzata includeva solo dispositivi con sensori discreti, mentre i sensori intelligenti sono stati realizzati collegando chip MEMS discreti a chip di circuiti integrati attraverso il package o il substrato della scheda in un approccio chiamato "integrazione multi-chip". Un approccio migliorato interconnette direttamente il circuito integrato CMOS e gli elementi del sensore, senza l'uso di strati di instradamento nel package o nella scheda, in una costruzione nota come System-on-Chip (SoC). Rispetto all'approccio di packaging multi-chip discreto, il SoC è in genere più complesso ma comporta una riduzione degli elementi parassiti, ingombri più piccoli, densità di interconnessione più elevate e costi di packaging inferiori.

### ULTERIORI VANTAGGI DEI SENSORI INTELLIGENTI

I sensori fotoelettrici intelligenti sono in grado di rilevare modelli nella struttura di un oggetto ed eventuali cambiamenti in essi contenuti. Ciò avviene in modo autonomo nel sensore, non in alcun elemento informatico esterno. Questo aumenta la velocità di elaborazione e riduce il carico di elaborazione del processore centrale o del PLC locale. Un vantaggio vitale nell'ambiente competitivo di oggi è la flessibilità produttiva migliorata. I sensori intelligenti possono essere programmati da remoto con parametri adeguati ogni volta che è necessario un cambio di prodotto. La produzione, l'ispezione, l'imballaggio e la spedizione possono essere impostati anche per lotti di una sola unità ai prezzi della

**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!**

# INTERVISTA A FABIO VIOLANTE, CEO DI ARDUINO

di **Giordana Francesca Brescia**

*Arduino è una piattaforma open source che ha rivoluzionato il mondo dell'elettronica e della programmazione, rendendola accessibile a un pubblico molto più ampio. Fondata nel lontano 2005 in Italia, Arduino è nata come un semplice progetto universitario per aiutare gli studenti a creare dispositivi interattivi con facilità. Da allora, è cresciuta esponenzialmente diventando una delle piattaforme di prototipazione più popolari al mondo. Il segreto del successo di Arduino risiede nella sua semplicità e versatilità. Con una vasta gamma di schede e moduli, gli utenti possono creare tutto, dai semplici progetti hobbistici alle complesse applicazioni industriali. L'ambiente di sviluppo (IDE) è estremamente intuitivo anche per chi non ha precedenti esperienze in programmazione o elettronica. Oggi, Arduino ha una presenza significativa nel mercato. Le sue soluzioni vengono utilizzate in numerosi settori, inclusi l'istruzione, il mondo accademico, l'Internet delle Cose (IoT), l'automazione domestica, la robotica, il controllo dei processi e molti altri contesti. La community globale di Arduino, composta da milioni di makers, studenti, ingegneri e appassionati, continua a contribuire quotidianamente con nuovi progetti, tutorial e librerie, alimentando un ecosistema aperto in costante crescita.*

**I**n questa intervista esclusiva con **Fabio Violante, CEO di Arduino**, esploreremo il ruolo strategico di Arduino nel mercato elettronico moderno e come continua a innovare e ad influenzare vari settori. Fabio ci offrirà una panoramica delle ultime novità e degli sviluppi, condividendo le sue visioni sul futuro dell'elettronica open source. Discuteremo anche delle sfide che l'azienda ha affrontato e delle strategie che ha adottato per mantenere il suo ruolo di leader nel settore. Fabio Violante ci parlerà anche delle nuove tendenze tecnologiche e di come Arduino intende affrontarle, offrendo soluzioni che siano sempre all'avanguardia e accessibili a tutti. Inoltre, ci sarà spazio per approfondire l'importanza della community e come questa continui a influenzare positivamente lo sviluppo e l'evoluzione della piattaforma.

*“Unisciti a noi in questa affascinante conversazione per scoprire di più sul mondo Arduino, la sua evoluzione e le prospettive future!”*

**1. Nel corso del tempo, Arduino è diventata un punto di riferimento nel mondo dell'elettronica grazie al suo approccio open source. Come vede l'evoluzione e l'importanza dell'open source per Arduino e per la community globale dei makers?**

L'approccio open source è stato alla base del successo di Arduino sin dal principio. Questa filosofia non solo ha permesso di abbattere le barriere all'ingresso nel

mondo dell'elettronica, ma ha anche favorito la creazione di una comunità globale di makers che condivide conoscenze e progetti. L'evoluzione dell'open source, soprattutto con l'avvento delle piattaforme collaborative online, ha amplificato questa dinamica, permettendo una condivisione sempre più rapida e capillare.

**Per Arduino, l'open source non è solo una strategia di prodotto, ma un vero e proprio impegno etico e sociale.** Continuiamo a credere fermamente che la condivisione delle risorse sia un acceleratore di innovazione e intendiamo sostenere e rafforzare questa filosofia anche in futuro, sia attraverso nuovi prodotti sia mediante iniziative educative e professionali.

**2. Arduino oggi ha un forte seguito sia tra i makers amatoriali che tra i professionisti dell'elettronica. In che modo Arduino riesce a bilanciare le esigenze di questi due gruppi e quali strategie adotta per soddisfare entrambi?**

La forza di Arduino risiede proprio nella sua capacità di essere accessibile ai neofiti pur mantenendo livelli di robustezza e versatilità che soddisfano anche i professionisti. Questo equilibrio è raggiunto attraverso una gamma diversificata di prodotti e risorse. Per i makers amatoriali offriamo kit semplici e intuitivi, come il nuovo **Plug and Make Kit** (lanciato l'11 luglio 2024 - NdR).

Questi kit sono accompagnati da una vasta documentazione, tutorial e una comunità online pronta a condividere esperienze e offrire sostegno.

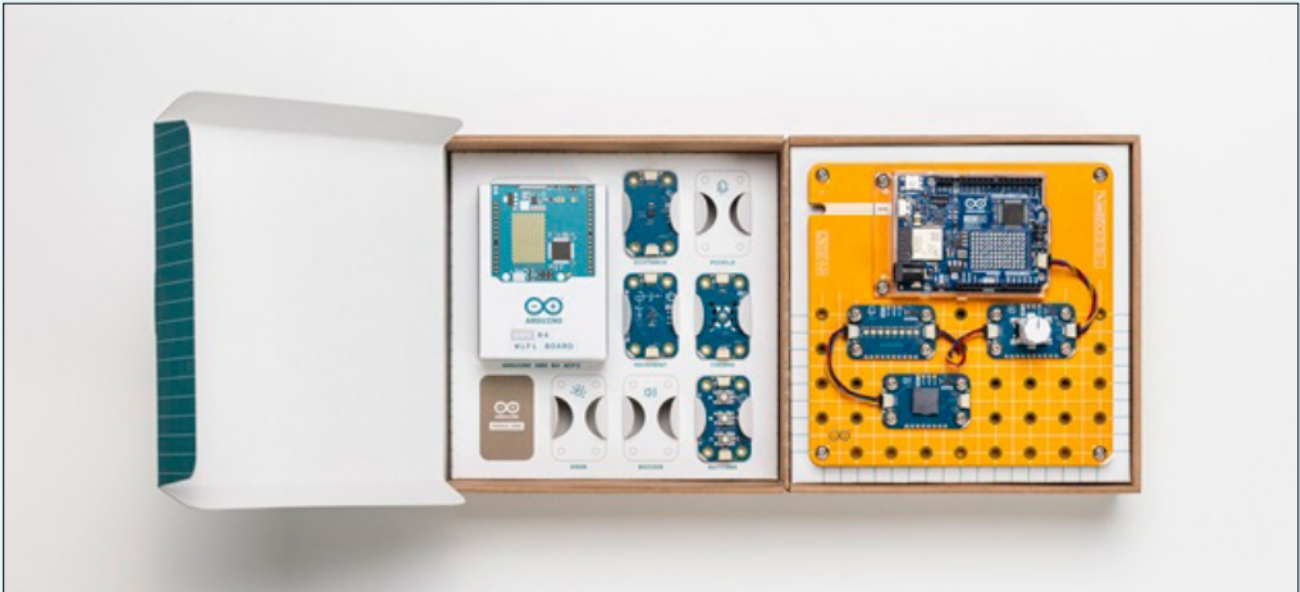


Figura 1: Arduino Plug and Make Kit

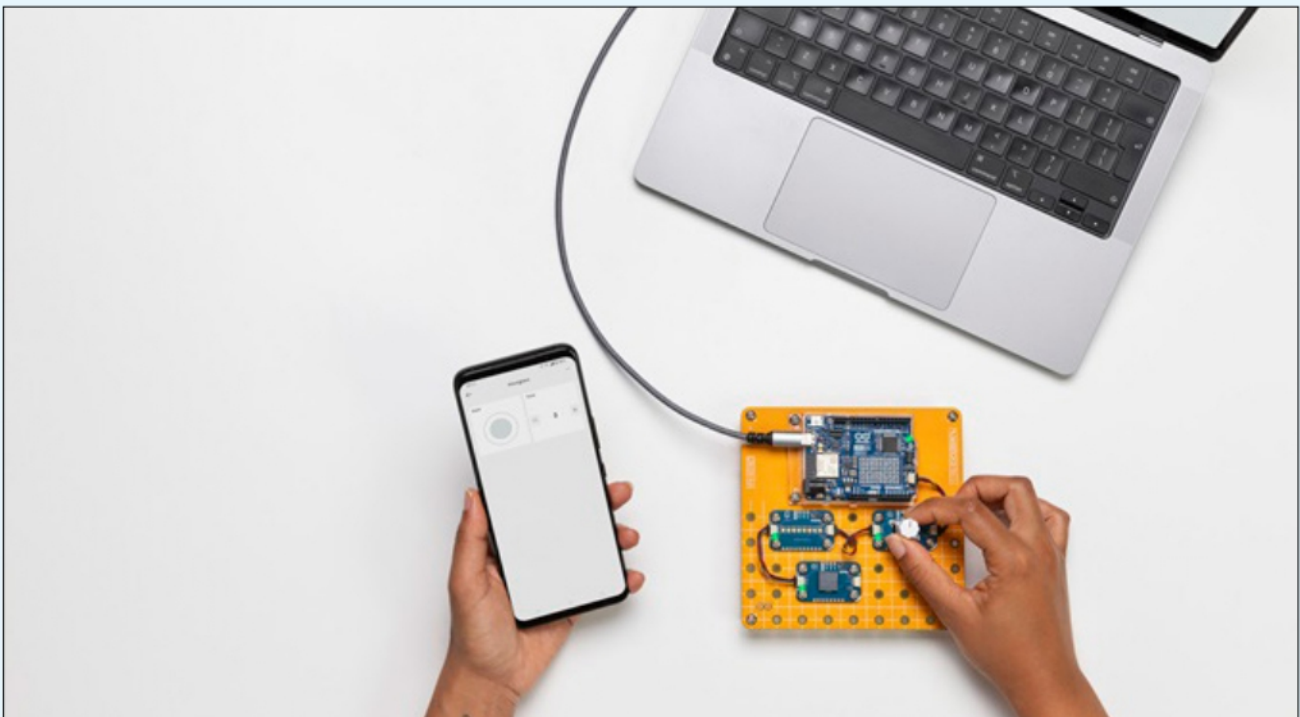


Figura 2: Arduino Plug and Make Kit

Per i professionisti sviluppiamo hardware più avanzato e piattaforme software dedicate con la gamma Arduino Pro, che offrono maggiore potenza e funzionalità per applicazioni industriali e commerciali. Inoltre, collaboriamo con aziende e istituzioni educative per integrare Arduino nei programmi di formazione, garantendo così una continua crescita delle competenze tra i futuri professionisti.

Ogni elemento di questo ecosistema diversificato e sinergico ci permette di perseguire la missione di **rendere semplici anche le tecnologie complesse, come strumento abilitante** che permette a tutti di imparare, realizzare le proprie idee, risolvere problemi – che si tratti di rendere più smart la propria casa, insegnare materie STEAM con il metodo hands-on, automatizzare un processo industriale o molto altro ancora.

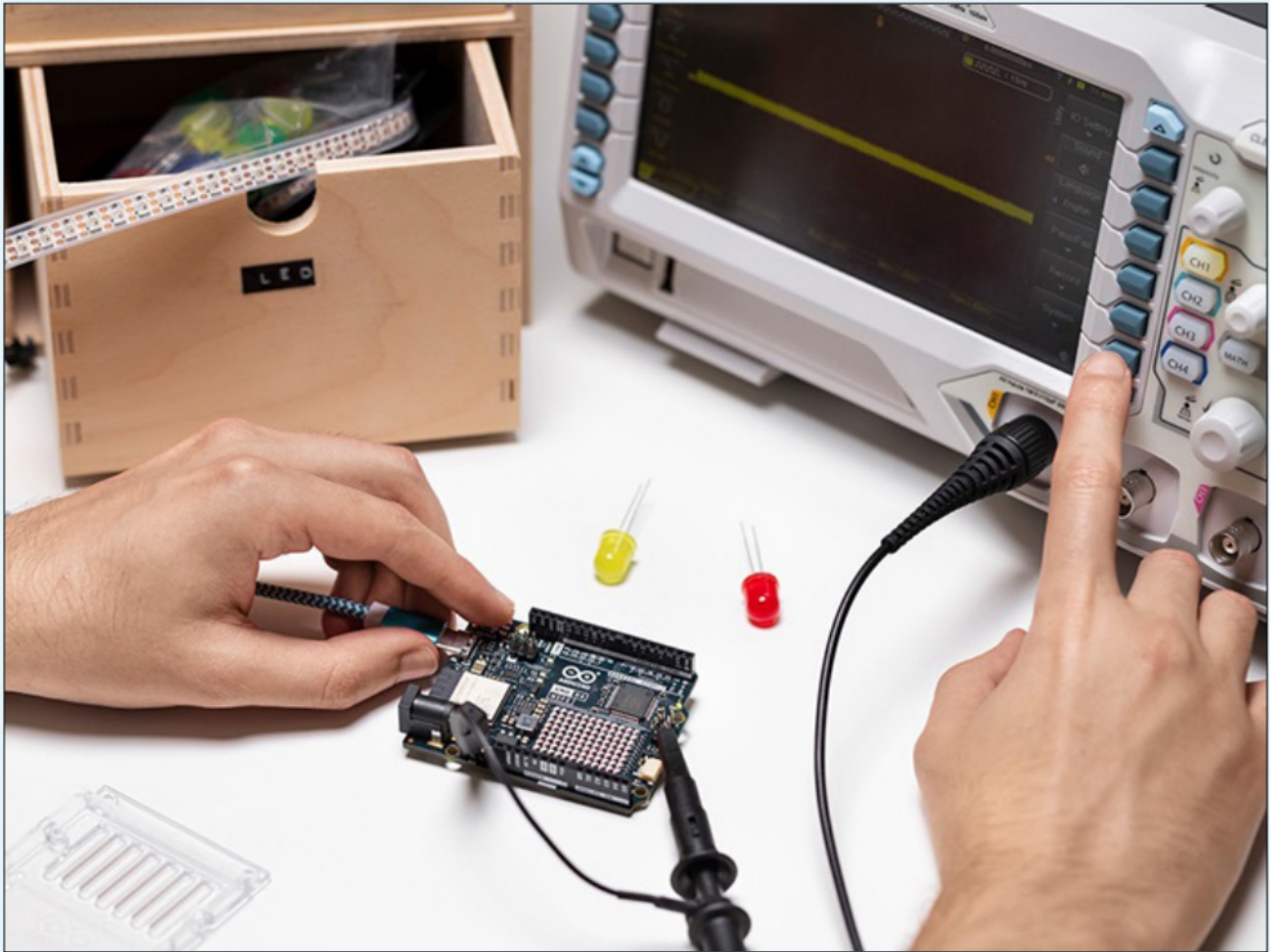


Figura 3: Arduino UNO R4



Figura 4: Arduino Opta



Figura 6: Fabio Violante, CEO di Arduino

### 3. Quali sono le tappe più significative nello sviluppo di Arduino e come queste hanno influenzato la sua crescita e il suo posizionamento sul mercato?

Ci sono state diverse tappe fondamentali nello sviluppo di Arduino. La prima è stata sicuramente la nascita del progetto nel 2005, che ha portato alla creazione della prima scheda Arduino.

**Un'altra tappa cruciale è stata l'introduzione di Arduino UNO, che ha consolidato la nostra posizione nel mercato grazie alla sua semplicità e versatilità.**

La recente introduzione della **Arduino UNO R4**, successore della storica UNO R3 con architettura AVR, ha avuto un impatto enorme, con 215.000 pezzi venduti in pochi mesi. La UNO R4, con la sua architettura Arm® Cortex® M4 e Wi-Fi® Espressif ESP32 S3, rappresenta un passo avanti significativo in termini di prestazioni e connettività, pur mantenendo la UNO R3 sul mercato per chi continua a preferirla.

L'espansione della nostra linea di prodotti, con l'inclusione di schede come Arduino Mega e Arduino Nano, ha permesso di rispondere a esigenze sempre più diversificate. Recentemente, l'acquisizione di nuove competenze e tecnologie, come quelle legate all'Internet of Things (IoT), ha ulteriormente rafforzato il nostro posizionamento, permettendoci di offrire soluzioni innovative per il mercato industriale e professionale.

### 4. Quali sono i prodotti più recenti lanciati da Arduino e in che modo si inseriscono nella strategia complessiva dell'azienda?

Tra i prodotti più recenti, oltre al già citato **Plug and Make Kit**, ci sono diverse novità che riflettono la nostra strategia di espansione nel settore IoT e professionale. Abbiamo lanciato nuove versioni delle nostre schede, come la **Arduino Nano 33 IoT**, che integra connettività wireless per facilitare lo sviluppo di progetti IoT. Inoltre, abbiamo introdotto nuovi strumenti di sviluppo software, come **Arduino IDE 2.0**, che offre un'esperienza utente migliorata e funzionalità avanzate per i programmatori. Di particolare rilevanza è il lancio del **micro PLC Opta**, un dispositivo programmabile specificamente progettato per applicazioni industriali, che dimostra il nostro impegno a fornire soluzioni avanzate per il mercato professionale. Abbiamo anche annunciato recenti espansioni della nostra linea di prodotti, come la scheda **GIGA R1 WiFi** con il suo **Display Shield** e l'**Arduino Cloud**, ora disponibile anche per i clienti professionali con l'**app mobile IoT Remote**, che offre un controllo e monitoraggio

semplificati dei dispositivi IoT.

Un'altra innovazione significativa è il robot **Alvik**, progettato per insegnare le basi della programmazione e della robotica, ma dotato di una sensoristica avanzata per la sua categoria, come sensori ToF e motori con encoder, che lo rendono estremamente interessante sia per gli hobbisti sia per gli studenti universitari.

Tutti questi prodotti si inseriscono nella nostra strategia di **rendere l'innovazione tecnologica accessibile a tutti, dai principianti agli esperti, e di favorire la prototipazione rapida e lo sviluppo di soluzioni industriali.**

### 5. Quali sono gli obiettivi a breve e lungo termine per Arduino e il suo team?

A breve termine, il nostro obiettivo principale sono il lancio e il successo del Plug and Make Kit, che crediamo rappresenti una grande opportunità per avvicinare ancora più persone al mondo dell'elettronica e della programmazione. Continueremo a sviluppare nuove funzionalità per le nostre piattaforme e ad espandere la nostra offerta di prodotti IoT.

A lungo termine, intendiamo posizionarci come piattaforma open source end-to-end, che abbraccia tutto, dall'hardware al cloud fino all'edge AI. Punteremo sempre di più al mercato professionale e del cloud, ma tutta l'innovazione sarà messa a disposizione in modo accessibile ai makers e agli educators. Vogliamo rafforzare la nostra presenza nel settore educativo, collaborando con scuole e università per integrare Arduino nei curricula formativi. Inoltre, intendiamo espandere ulteriormente le nostre soluzioni per il mercato professionale, offrendo strumenti sempre più sofisticati per la prototipazione e lo sviluppo di applicazioni industriali.

**La nostra visione è quella di continuare ad essere un punto di riferimento nel mondo dell'open source, promuovendo l'innovazione e la creatività a livello globale.**

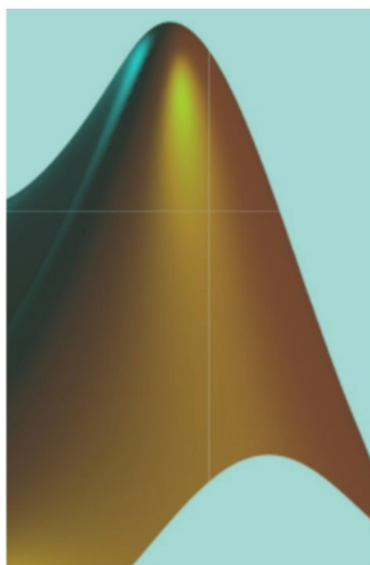
L'autore è a disposizione nei commenti per eventuali approfondimenti sul tema dell'articolo. Di seguito il link per accedere direttamente all'articolo sul Blog e partecipare alla discussione:

<https://it.emcelettronica.com/intervista-a-fabio-violante-ceo-di-arduino>



La piattaforma di Elettronica Open Source dedicata ai corsi

# SEI UN **PROFESSIONISTA** DELL'**ELETTRONICA?**



CON I CORSI **EOS-ACADEMY** PUOI  
**MIGLIORARE IL TUO KNOW-HOW E**  
**LE TUE COMPETENZE SULLA**  
**PROGETTAZIONE ELETTRONICA**



**SCOPRI I CORSI!**



# APACER PRESENTA ROBUSTE CINGHIE DI RITENZIONE PER MANTENERE IN POSIZIONE I MODULI DRAM INDUSTRIALI – PROTEZIONE DEI DISPOSITIVI EDGE AI DA FORTI URTI E VIBRAZIONI

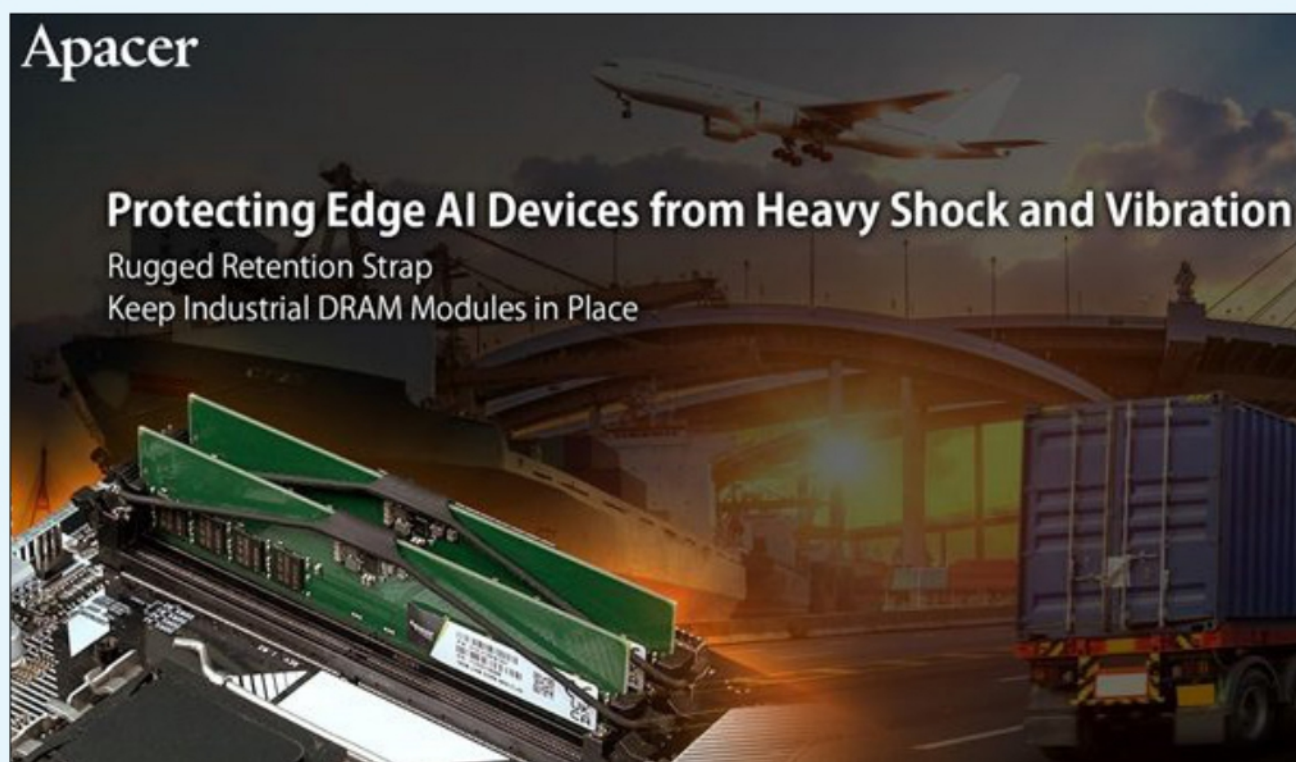
di **Apacer**

*Poiché gli ambienti industriali diventano sempre più esigenti, la necessità di proteggere i moduli DRAM da urti e vibrazioni diventa fondamentale, soprattutto nelle applicazioni Edge AI dove l'affidabilità è fondamentale. Apacer è orgogliosa di annunciare il lancio delle sue innovative e robuste cinghie di ritenzione, progettate per proteggere efficacemente i moduli DRAM in condizioni operative difficili.*

I moduli DRAM devono affrontare sfide significative nel mantenere la stabilità, in particolare in ambienti soggetti a urti e vibrazioni inevitabili, come durante il trasporto o all'interno di applicazioni sensibili alle vibrazioni. Nel corso del tempo, questi fattori possono spostare i moduli dai rispettivi slot DIMM, causando guasti operativi. Riconoscendo questo problema, il team di ingegneri

di Apacer ha sviluppato una soluzione robusta sotto forma di una robusta cinghia di ritenzione, paragonabile a una cintura di sicurezza, che garantisce che i moduli **UDIMM**, **RDIMM** e **ECC UDIMM** rimangano saldamente in posizione.

La robusta cinghia di ritenzione di Apacer è dotata di tre punti di connessione per una maggiore stabilità,



distinguendola dalle tradizionali clip a doppio punto di connessione. Compatibile con tutte le moderne schede madri, questa soluzione garantisce un'applicabilità universale in diverse configurazioni industriali.

Realizzato in polisilossano ignifugo, il cinturino resiste a temperature fino a **200 gradi Celsius**, fornendo una resilienza superiore senza il rischio di cortocircuiti. La sua eccezionale elasticità e flessibilità resistono anche alle basse temperature, garantendo prestazioni affidabili in diverse condizioni ambientali. Inoltre, il cinturino di ritenzione di Apacer è stato sottoposto a test rigorosi per soddisfare le specifiche degli **standard militari MIL-STD-833K e MIL-STD-810G per la resistenza agli urti e alle vibrazioni**. Questa convalida sottolinea la sua affidabilità nelle operazioni Edge AI ad alta velocità, posizionandolo come ideale per impianti di produzione industriale automatizzati, città intelligenti e sistemi di trasporto autonomi in cui la stabilità è fondamentale.

### INFORMAZIONI SU APACER

Fondata nel 1997, Apacer (TWSE:8271) è un marchio globale leader 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 il digital storage e applicazioni integrate Internet of Things. Apacer si dedica all'implementazione del 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 archiviazione innovative e diversificate e servizi di integrazione hardware/software per vari settori.

Ci sforziamo di diventare un partner migliore nell'ecosistema industriale e offrire vantaggi sostanziali a tutti gli stakeholders. Ulteriori informazioni sui prodotti Apacer per applicazioni industriali sono disponibili qui: <https://www.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/protezione-dei-dispositivi-edge-ai-da-forti-urti-e-vibrazioni>

THE BIGGEST  
EMBEDDED  
COMMUNITY  
IN ITALY

SOCIAL CONNECTIONS

f + 83.000

in + 23.000

CATEGORIES

COMPANIES/CONSULTANTS  
53 %

ACADEMICS/STUDENTS  
25 %

MAKERS/HOBBYISTS  
22 %

+ 145.000  
REGISTERED USERS

7.414 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (FEB2020)

830.610 2020 ANNUAL VISITORS

 Electronica Open Source



# PER COMBATTERE LE GRAVI MINACCE ALLA SICUREZZA DELLE INFORMAZIONI, APACER DÀ NUOVA FORZA AL RIPRISTINO DEI SISTEMI AZIENDALI E ALLA SICUREZZA DEI DATI

di **Apacer**

*Con il rapido sviluppo delle applicazioni IA in vari campi, le imprese fanno sempre più affidamento sui dati. Le questioni relative alla sicurezza delle informazioni, ad esempio come garantire che i dati non vengano persi o utilizzati in modo improprio, sono diventate cruciali. Apacer comprende profondamente l'insostituibilità dei dati nelle imprese. Attraverso il continuo miglioramento della sua esclusiva tecnologia di backup e ripristino nel corso degli anni, Apacer (8271) si impegna a soddisfare le diverse esigenze situazionali di varie applicazioni industriali.*

**Q**est'anno, Apacer ha lanciato la più recente tecnologia di ripristino istantaneo **CoreRescue** e la nuova tecnologia Write Once, Read Many (WORM) per sistemi embedded. Il primo viene utilizzato principalmente con meccanismi di trigger multipli per attivare la funzione di ripristino di emergenza per garantire l'integrità dei dati originali. Quest'ultimo protegge i dati dall'eliminazione, dalla modifica o dalla manomissione e può fornire una protezione efficace per i dati aziendali.

In passato, quando i clienti riscontravano problemi di sistema con apparecchiature remote, dovevano attendere l'arrivo dei tecnici sul posto per risolverli. CoreRescue cambia tutto questo. Il sistema può essere riavviato automaticamente sul posto in pochi semplici passaggi, riducendo significativamente i costi di manutenzione e le perdite dovute ai tempi di inattività e migliorando notevolmente l'efficienza operativa complessiva dell'azienda. Considerando che le aziende hanno requisiti diversi



per i metodi di backup e ripristino SSD in diversi campi di applicazione, la più recente tecnologia CoreRescue può attivare la funzione di ripristino di emergenza tramite molteplici meccanismi di attivazione. Attualmente, la serie di prodotti CoreRescue supporta quattro soluzioni principali: CoreRescue ASR (Auto Self Recovery), CoreRescue Button, CoreRescue USB (USB Self Recovery) e CoreRescue O.O.B. (Out-of-band). I clienti possono scegliere la soluzione cloud o locale più appropriata per le loro esigenze. Qualunque sia la scelta, il risultato sarà un'operazione di rete più efficiente.

La maggior parte delle aziende ha riscontrato una "blue screen of death" o un arresto anomalo imprevisto di un sistema operativo a causa di surriscaldamento, danni al disco rigido, incompatibilità delle applicazioni, attacchi di virus o altre cause. In questa situazione, problemi gravi come la perdita e il danneggiamento dei dati sono spesso inevitabili. Le fabbriche automatizzate sono particolarmente sensibili a questo. Quando una macchina non può avviarsi e funzionare normalmente, non solo influirà sulla capacità produttiva complessiva e ridurrà l'efficienza operativa, ma richiederà anche molta manodopera e tempo per la riparazione. Nei casi più gravi, ciò potrebbe addirittura incidere sulle entrate dell'azienda e causare danni alla reputazione. Ma ora, con le molteplici soluzioni di salvataggio cloud o locali della serie CoreRescue, non è più necessario attendere che i tecnici della manutenzione arrivino in un sito remoto. Un amministratore può ripristinare rapidamente il normale funzionamento della macchina non appena si verifica un problema, in modo che il sistema non si spenga e la linea di produzione continui a funzionare senza intoppi. Oltre ai problemi sopra menzionati, un altro problema comune per le aziende è che gli hacker rubano e manomettono i dati. Dagli attacchi ransomware ai video deepfake, dietro la manipolazione dei dati si nasconde un'enorme crisi che può avere grandi conseguenze per la società e le imprese. Rendendosi conto della gravità di questo problema, quest'anno è stata lanciata la tecnologia WORM di **Apacer**. Consente di scrivere sul volume di un'unità in sequenza, ma solo una volta. Una volta scritti i dati, non è possibile apportare modifiche. Lo scopo principale è impedire che i dati vengano cancellati, modificati, sovrascritti o manomessi in modo improprio. Questa tecnologia è attualmente utilizzata nelle unità flash USB e nelle schede di memoria di livello industriale di Apacer ed è stata installata con successo nelle macchine per il voto. In futuro, si prevede che fornirà sicurezza integrata per i settori finanziario, fiscale, legale, medico e dei registratori di cassa.

Di fronte a minacce sempre più gravi alla sicurezza delle informazioni, il miglioramento delle capacità di protezione del sistema e la preparazione di molteplici misure di emergenza sono due principi fondamentali affinché le aziende possano operare in modo stabile. In futuro, le serie CoreRescue e WORM di Apacer continueranno a innovare nella tecnologia e a supportare nuovi modelli in linea con le richieste del mercato, cercando di iniettare nuova e infinita potenza nel salvataggio dei sistemi aziendali e nella sicurezza dei dati.

## INFORMAZIONI SU APACER

Fondata nel 1997, Apacer (TWSE:8271) è un marchio globale leader 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 il digital storage e applicazioni integrate Internet of Things. Apacer si dedica all'implementazione del 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 archiviazione innovative e diversificate e servizi di integrazione hardware/software per vari settori. Ci sforziamo di diventare un partner migliore nell'ecosistema industriale e offrire vantaggi sostanziali a tutti gli stakeholders. Ulteriori informazioni sui prodotti Apacer per applicazioni industriali sono disponibili qui: <https://www.apacer.com/>

The Apacer logo is displayed in a large, green, serif font within a white rounded rectangular frame.

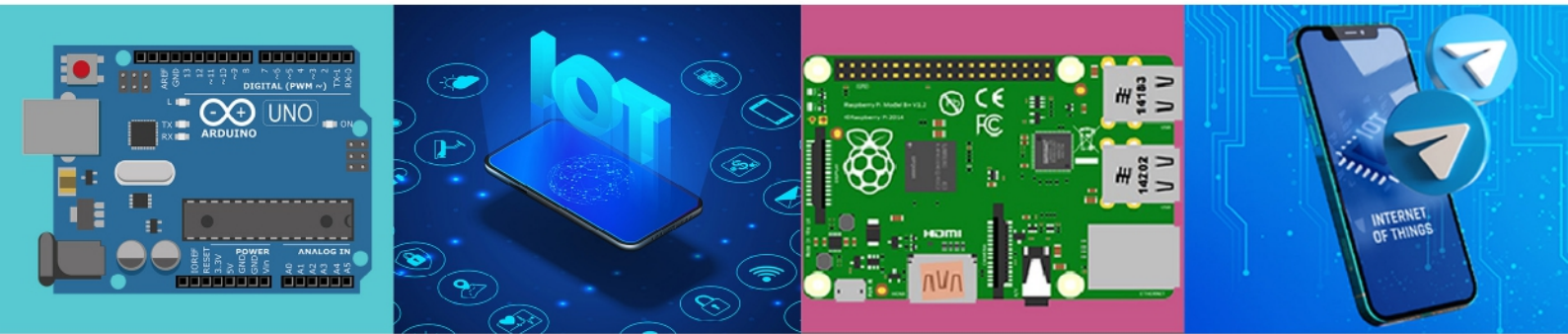
L'autore è a disposizione nei commenti per eventuali approfondimenti sul tema dell'Articolo. Di seguito il link per accedere direttamente all'articolo sul Blog e partecipare alla discussione:

<https://it.emcelettronica.com/apacer-da-nuova-forza-al-ripristino-dei-sistemi-aziendali-e-alla-sicurezza-dei-dati>



La piattaforma di Elettronica Open Source dedicata ai corsi

# SEI UN **MAKER** O UN **HOBBISTA** DELL'**ELETTRONICA**?



CON I CORSI **MAKERS ACADEMY** PUOI  
**MIGLIORARE LE TUE COMPETENZE**  
**ELETTRONICHE O ACQUISIRLE ANCHE**  
**PARTENDO DA ZERO**



**SCOPRI I CORSI!**



# IL SENSORE RILEVATORE DI PERSONE DI USEFUL SENSORS

di Andrea Garrapa

*Il nome Pete Warden alla maggior parte dei lettori potrebbe non dire molto, ma questo ex ingegnere di Google è ampiamente considerato uno dei padri fondatori della tecnologia TinyML. Recentemente, dopo aver lasciato Google, ha formato una startup per sviluppare moduli sensore abilitati all'Intelligenza Artificiale. Useful Sensors, il nome della nuova startup, si pone come obiettivo quello di portare le capacità dell'Intelligenza Artificiale nei sensori per l'elettronica di consumo e gli elettrodomestici. In questo articolo, andremo a presentare il primo prodotto dell'azienda denominato Person Sensor, un sensore rilevatore di persone, e descriveremo un esempio applicativo.*

## INTRODUZIONE

L'esecuzione di algoritmi di apprendimento automatico su piccoli dispositivi di edge computing sta rivoluzionando ciò che è possibile fare con i gadget elettronici. Riconoscere una persona, chiamare automaticamente i servizi di emergenza dopo un incidente d'auto o rilevare quando una persona anziana è caduta, sono ora funzionalità comuni integrate nei dispositivi alimentati da microcontrollori. Ma queste tecnologie non vengono utilizzate a pieno vantaggio a causa della complessità che riguardano la costruzione, l'addestramento e l'implementazione di un modello di Machine Learning. Fortunatamente, ci sono diversi modi per affrontare questa complessità e rendere queste tecniche più accessibili a tutti. Un approccio che viene sempre più esplorato è **costruire gli algoritmi direttamente in un sensore**.

Pete Warden è l'autore, insieme a Daniel Situnayake, di un testo diventato ormai di culto tra coloro che si interessano di Intelligenza Artificiale periferica e intitolato proprio "TinyML" (Figura 1).

**TinyML** si riferisce all'Intelligenza Artificiale o all'apprendimento automatico (ML) in esecuzione su dispositivi con risorse limitate, in genere microcontrollori. Nonostante il lavoro del team di Warden, presso Google, per sviluppare il framework ML open source **TensorFlow Lite** per microcontrollori, l'adozione della tecnologia da parte dei produttori di beni di consumo è ancora piuttosto lenta.

Con la sua nuova startup, denominata **Useful Sensors**, Warden mira a fornire ai produttori di elettronica di consumo e di elettrodomestici qualcosa che non richieda una personalizzazione significativa, ma che possa essere pronta all'uso per risolvere un problema specifico. Il primo prodotto dell'azienda è un sensore rilevatore di persone, denominato **Person Sensor**, e riportato in **Figura 2**.

Si tratta di una scheda dal costo di 10\$ e di dimensioni 20 x 20 mm con una fotocamera sul davanti e un microcontrollore sul retro. La scheda ha due uscite: un singolo pin che va in alto quando viene rilevata una persona, più un'interfaccia I2C per lo scambio di informazioni, come la posizione delle persone all'interno dell'inquadratura della telecamera, se la persona sta guardando il dispositivo e il riconoscimento facciale di base (sufficiente per distinguere tra i membri della famiglia che usano lo stesso dispositivo).

Non è necessaria alcuna sapienza tecnica particolare per utilizzare questo sensore pre-programmato. Basta accenderlo e puntare la fotocamera. I risultati vengono trasmessi su I2C tramite un'interfaccia Qwiic. Queste informazioni diranno all'utente quanti volti sono stati rilevati e dove sono rispetto al dispositivo.

Il sensore risulta facile da incorporare in dispositivi più grandi che vengono "svegliati" quando una persona si avvicina, che disattivano un microfono quando nessuno è presente o che personalizzano le esperienze per ogni utente. Sono disponibili diversi tutorial per aiutare i nuovi utenti a integrare il sensore nei propri progetti, sia che desiderino bloccare automaticamente lo schermo del laptop o integrare il sensore nelle proprie build utilizzando un Raspberry Pi, Arduino, Raspberry Pi Pico o CircuitPython.

Il focus della startup non è lo sviluppo di nuovi chip, ma la creazione di set di dati e lo sviluppo di modelli per quelle aziende che non hanno dimestichezza con le tematiche del **TinyML**, in modo da fornire soluzioni pronte all'uso.

## APPLICAZIONE

Il Person Sensor è un piccolo modulo hardware a basso costo che rileva i volti delle persone vicine e restituisce informazioni su quanti ce ne sono, dove sono rispetto al dispositivo ed esegue il riconoscimento facciale.

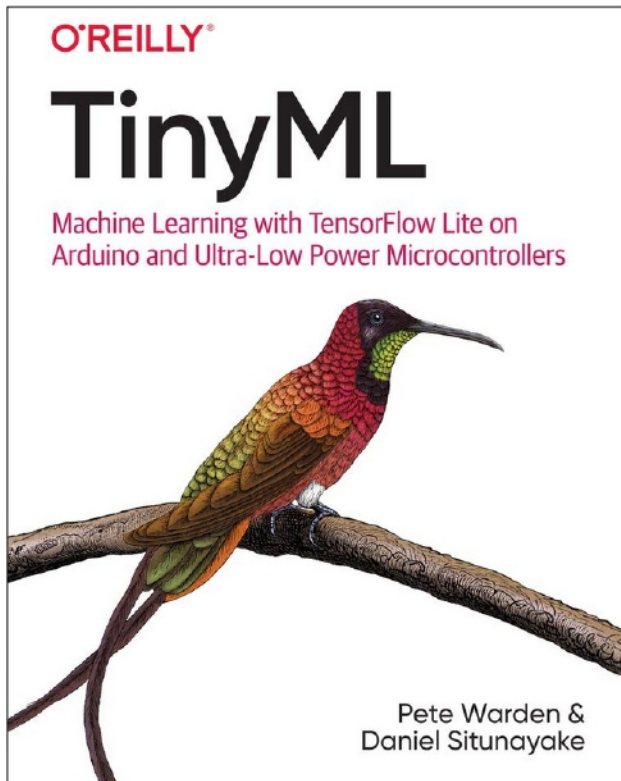


Figura 1: Il testo TinyML

È progettato per essere utilizzato come input per un sistema più ampio e questo esempio mostra come utilizzarlo per bloccare automaticamente lo schermo del laptop quando ci si allontana e ridurre a icona la finestra corrente se qualcuno osserva da dietro le spalle.

I componenti hardware utilizzati per il progetto sono:

- una scheda Adafruit **Trinkey QT2040**
- un cavo di collegamento SparkFun **Qwiic**
- la scheda di Useful Sensors **Person Sensor**

### ADAFRUIT TRINKEY QT2040

Trinkey QT2040 è un circuito stampato con al centro un microcontrollore RP2040 e connettore Stemma QT.

- 264 KB RAM
- Chip SPI FLASH da 8 MB per l'archiviazione di file e l'archiviazione del codice CircuitPython/MicroPython. Nessuna EEPROM
- USB nativa supportata da ogni sistema operativo: può essere utilizzata come console seriale USB, MIDI, tastiera/mouse HID, o anche come una piccola unità disco per la memorizzazione di script Python.
- Può essere usato con **MicroPython** o CircuitPython
- LED RGB NeoPixel
- Porta STEMMA QT / Qwiic per connettività I2C
- Regolatore 3.3V con 600mA di corrente di picco
- Cristallo 12MHz
- Pulsante Reset e pulsanti di selezione Bootloader per riavvii rapidi (nessun stacca e ricollega per rilanciare il codice)
- Il pulsante Bootloader può essere utilizzato in sicurezza anche nel codice "utente"

I connettori **STEMMA** (tecnicamente chiamati connettori JST PH a 3 e 4 pin) sono un modo di semplificare il plug-and-play di vari sensori e dispositivi senza troppi cablaggi. L'idea è che avendo cavi facili da collegare, si possono collegare i dispositivi senza saldature, cavetti e complessità.

**STEMMA QT** (4 pin JST SH) sono connettori più piccoli con passo da 1,0 mm e sono pensati per l'uso di I2C quando i connettori JST PH più grandi (passo da 2,0 mm) non si adattano a una piccola scheda sensore.

Il sistema **Qwiic Connect** di SparkFun utilizza connettori JST a 4 pin per interfacciare rapidamente le schede di sviluppo con sensori, LCD, relè e altro ancora. Ciò significa che un cavo di collegamento **Qwiic** e un sensore **STEMMA QT** sono compatibili.

**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!**

# CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI – PUNTATA 20

di Fulvio De Santis

*Nella precedente puntata “Corso di Elettronica per ragazzi - Puntata 19” abbiamo spiegato il funzionamento dell'amplificatore operazionale sommatore e dell'amplificatore differenziale. Di quest'ultimo, abbiamo studiato l'amplificatore costituito da un solo operazionale e la versione con tre operazionali con cui abbiamo realizzato il progetto di un amplificatore differenziale per strumentazione. In questa nuova puntata, completeremo lo studio dell'amplificatore differenziale per strumentazione mediante un'esercitazione di simulazione con il software Proteus con cui vedremo il funzionamento virtuale di questo amplificatore.*

## INTRODUZIONE - AMPLIFICATORI PER STRUMENTAZIONE

**N**ella precedente Puntata 19 del Corso di Elettronica per ragazzi abbiamo trattato l'amplificatore differenziale per strumentazione dal punto di vista teorico/progettuale. Nella seguente parte introduttiva faremo una descrizione specifica degli amplificatori per strumentazione. Gli amplificatori per strumentazione sono elementi costitutivi essenziali dei sistemi di acquisizione dati e vengono utilizzati per estrarre e amplificare segnali di bassissimo livello da un ambiente con alti livelli di rumore e interferenze elettromagnetiche. Una decina di anni fa, sono stati creati molti amplificatori operazionali monolitici e amplificatori per strumentazione monolitici a tre operazionali. Poiché negli amplificatori monolitici i componenti attivi e passivi sono implementati all'interno dello stesso substrato semiconduttore, possono essere strettamente “matched” (ossia abbinati con le stesse caratteristiche e proprietà). Ciò garantirà che gli amplificatori forniscano un CMRR (Rapporto di reiezione di modo comune) elevato. Inoltre, questi componenti rimarranno abbinati anche nel comportamento alle variazioni di temperatura, garantendo buone prestazioni in un ampio range di temperature. Rispetto agli amplificatori per strumentazione monolitici fabbricati dai produttori di circuiti integrati analogici, gli amplificatori per strumentazione monolitici con componenti passivi discreti consentono flessibilità a basso costo e talvolta possono fornire prestazioni ottime, come un'elevata larghezza di banda.

Un amplificatore per strumentazione è un tipo di amplificatore differenziale dotato di uno stadio separatore ad alta impedenza di ingresso che elimina la necessità di adattare l'impedenza di ingresso e rende l'amplificatore particolarmente adatto per l'uso in apparecchiature di misurazione e test. Altre importanti caratteristiche includono un offset in corrente continua molto basso, bassa

deriva, basso livello di rumore, guadagno elevato, rapporto di reiezione di modo comune (CMRR) molto elevato e impedenze di ingresso molto elevate. Gli amplificatori per strumentazione vengono utilizzati laddove è richiesta grande precisione e stabilità di funzionamento.

## IL GUADAGNO DELL'AMPLIFICATORE DIFFERENZIALE PER STRUMENTAZIONE

La misurazione di basse tensioni di segnali richiede guadagni estremamente elevati. Per meglio seguire la descrizione di questo concetto, in **Figura 1** riportiamo lo schema elettrico dell'amplificatore differenziale per strumentazione che abbiamo mostrato nella **Figura 4** della Puntata 19 del corso.

Se si richiede un guadagno molto elevato utilizzando un normale amplificatore differenziale, la tensione di uscita viene influenzata a causa del disadattamento dei resistori R3 e R4, che comporta significative tensioni di modo comune all'uscita  $V_o$ . Sebbene in un amplificatore per strumentazione la regolazione del guadagno si ottenga attraverso la variazione della resistenza di un solo resistore (in questo caso di R1) del primo stadio costituito dagli operazionali OPAMP1 e OPAMP2, non è richiesto un adattamento della resistenza R1 con l'impedenza di uscita del dispositivo interfacciato all'ingresso di questo stadio. Ciò consente all'amplificatore differenziale di acquisire la differenza di due segnali di ingresso e di rigettare qualsiasi segnale di modo comune presente, il che è molto critico quando si amplificano piccoli segnali. Rispetto ad un amplificatore differenziale standard, un amplificatore differenziale per strumentazione genera un rumore inferiore e un rapporto di reiezione di modo comune più elevato. Il CMRR è parametro importante perché solitamente è necessario misurare una piccola tensione differenziale fornita da una coppia di segnali d'ingresso di una sorgente esterna che può oscillare generando un segnale indesiderato aggiuntivo.

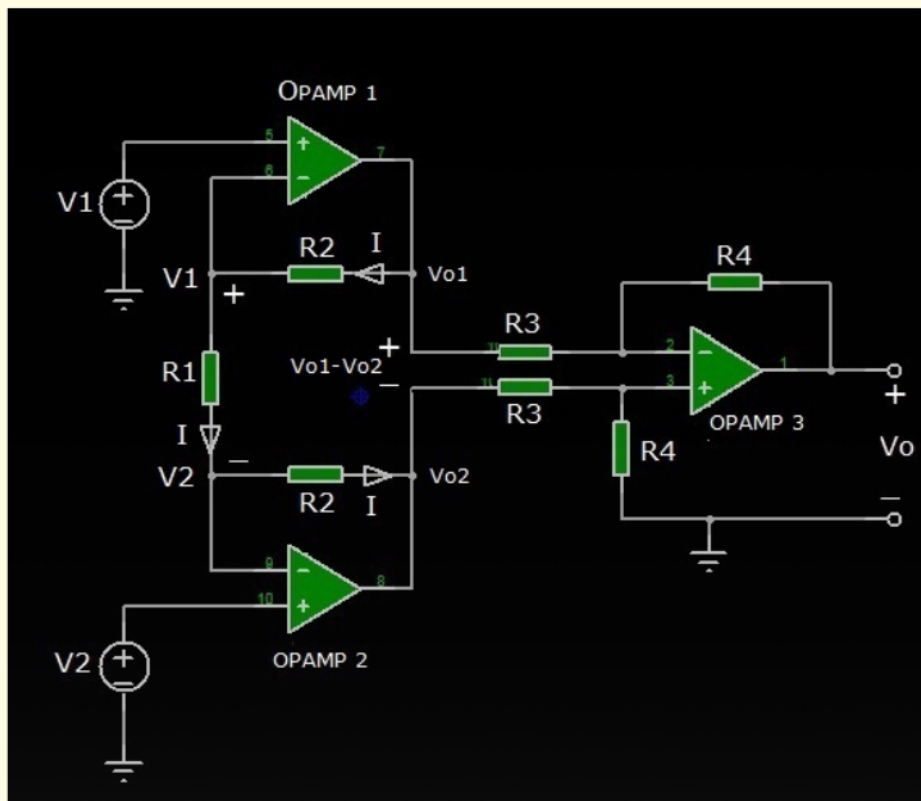


Figura 1: Schema elettrico dell'amplificatore differenziale per strumentazione

Come accennato sopra, un amplificatore per strumentazione ha la peculiarità di consentire di regolare il guadagno dell'amplificatore mediante la variazione della resistenza di un solo resistore. L'amplificatore differenziale per strumentazione che abbiamo presentato nella Puntata 19 ha la proprietà di regolare il suo guadagno variando il valore di resistenza del resistore R1. In pratica, per regolare il guadagno si tratta di variare la resistenza di un elemento resistivo collegato fra i nodi V1 e V2 riferiti ai terminali negativi degli operazionali OPAMP1 e OPAMP2. Per questo scopo, collegheremo in serie al resistore R1 un potenziometro che abbiamo

tensione dell'amplificatore differenziale con la formula seguente:

$$A_d = V_o / (V_2 - V_1) = R_4 / R_3 * (1 + 2 * R_2 / R_1)$$

Ora, considerando che nello schema di **Figura 2** R1 è in serie al potenziometro RV1, nella formula del guadagno, al posto di R1 dobbiamo inserire R1+RV1, che andiamo a sostituire nella stessa formula di Ad:

$$A_d = V_o / (V_2 - V_1) = R_4 / R_3 * (1 + 2 * R_2 / (R_1 + RV_1))$$

**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!**

# + 145.000

## 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

PROFESSIONALS

**53 %**

ACADEMICS/STUDENTS

**25 %**

MAKERS/HOBBYISTS

**22 %**



**Elettronica Open Source**