

Firmware 2.0

#13
Maggio 2021

WIRELESS/RF SMART PROJECTS



IN QUESTO NUMERO:
LA LIBRERIA ARDUINOBLE PER ARDUINO NANO 33 SENSE
RICONOSCIMENTO FACCIALE PER LA DOMOTICA CON L'ESP32-CAM - PARTE 1
WI-FI 6: IL WI-FI DI SESTA GENERAZIONE
SMALL CIRCUITS REVIVAL - PARTE 5 (UN SEMPLICE TESTER PER TRIAC E TIRISTORI)
DENTRO UN COMPUTER QUANTISTICO: IL TELETRASPORTO QUANTISTICO
E MOLTO ALTRO!

it.emcelettronica.com

COSA LEGGERAI NEL 2021?

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

GLI ARTICOLI

Elettronica Open Source

&

elektor
design > share > sell

**IN UN SOLO
MAGAZINE!**

**OGNI MESE
SU FIRMWARE 2.0**

**2 ARTICOLI
DI ELEKTOR**

WIRELESS/RF SMART PROJECTS



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 - 140.643

Social Network - 126.609

© 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

ANALISI E PREVISIONI, COME CAMBIA IL MERCATO DELLE TECNOLOGIE EMERGENTI CON LA PANDEMIA **3**

LA LIBRERIA ARDUINOBLE PER ARDUINO NANO 33 SENSE **5**

RICONOSCIMENTO FACCIALE PER LA DOMOTICA CON L'ESP32-CAM - PARTE 1 **10**

RETI DI SENSORI WIRELESS COME STRUMENTO PER L'IOT **17**

MODULI APACER DDR4-3200: TOP DI GAMMA NELLE MEMORIE PER APPLICAZIONI INDUSTRIALI **24**

PROTOCOLLI IOT [2/2]: WIRELESS A CORTO RAGGIO **30**

SEGNALI WIRELESS TRASMISSIONE DI SEGNALI DI COMMUTAZIONE SU LPR **34**

WI-FI 6: IL WI-FI DI SESTA GENERAZIONE **37**

5G E LE SFIDE DI PROGETTO DELLE ANTENNE **42**

5G: UN RISCHIO PER LA SALUTE? **46**

WIO TRACKER: LA SCHEDA GPS DI SEED STUDIO **50**

SMALL CIRCUITS REVIVAL - PARTE 5 (UN SEMPLICE TESTER PER TRIAC E TIRISTORI) **56**

PROGETTO DI UN SISTEMA DI CONTROLLO DI SERVOMOTORI CON WEB SERVER - PARTE 1 **58**

RASPBERRY PI PICO: PROGRAMMAZIONE CON VISUAL STUDIO CODE **62**

RASPBERRY PI PICO E UNIX: UN SISTEMA OPERATIVO PER LA NUOVA SCHEDA CON IL LAMPONE **64**

DENTRO UN COMPUTER QUANTISTICO: IL TELETRASPORTO QUANTISTICO **65**



ANALISI E PREVISIONI, COME CAMBIA IL MERCATO DELLE TECNOLOGIE EMERGENTI CON LA PANDEMIA

Cari lettori, noi del team di Elettronica Open Source siamo felici di annunciare l'uscita del nuovo numero della rivista digitale Firmware 2.0 nella quale potrete leggere gli articoli tecnici dei nostri autori, gli articoli del prestigioso magazine Elektor in italiano e le novità del settore. In questo periodo nel quale è necessario mantenere in ogni modo le distanze, Elettronica Open Source crea connessioni con i lettori. Mentre scrivo queste righe, si rincorrono le notizie sui dati della pandemia che sembra davvero non rallentare. Nel frattempo corrono via anche gli ultimi giorni di questo lungo inverno. Come di consuetudine, ci si accinge a fare bilanci. Il 2020 è stato un anno difficile e complicato, a causa della pandemia e degli inevitabili risvolti economici che ne derivano. Allo stesso tempo è cambiato lo scenario del mercato del lavoro e l'economia, con prospettive che ora come non mai appaiono incerte ma, come sempre accade, è pur vero che dietro una crisi c'è sempre una grande opportunità. I dati a disposizione ci dicono che il cambiamento radicale ha investito quasi tutti i segmenti del mercato dell'elettronica e delle tecnologie emergenti. In Elettronica Open Source diamo spazio anche a diverse analisi di mercato, poiché riteniamo estremamente importante conoscere e saper interpretare dati e informazioni inerenti i segmenti del mercato e capire come questi cambiano nel tempo in funzione delle abitudini dei consumatori o degli eventi.

Se da un lato si è verificata una domanda extra di determinati prodotti, in particolare nel settore dell'elettronica di consumo, dall'altro le difficoltà legate alla catena globale di approvvigionamento hanno creato non pochi problemi come è accaduto per i materiali semiconduttori e per lo stagno, divenuto estremamente costoso oltre che difficilmente reperibile. Una crescita significativa invece riguarda le soluzioni di Intelligenza Artificiale, considerata un punto cardine per la ripresa economica e il processo di digitalizzazione secondo lo studio dell'Osservatorio Artificial Intelligence del Politecnico di Milano, che tra le varie analisi pone anche in risalto la necessità di un quadro normativo unificato per la regolamentazione del settore. Saranno molte le aziende che, da qui ai prossimi anni, adotteranno algoritmi di IA per il data processing all'interno del loro business. L'IA non è certamente l'unico settore a non risentire dell'attuale crisi. Gli analisti confermano una crescita importante anche del mercato della smart home, con picchi di vendite di elettrodomestici intelligenti, dispositivi dotati di sensori, della robotica e dei dispositivi per lo smart working. Il cambiamento nelle abitudini dei consumatori accelera trend di crescita in specifici settori. In uno scenario in costante evoluzione, a cambiare è inevitabilmente anche il posizionamento delle aziende e il loro potere sul mercato. I grandi colossi della tecnologia vedono crescere le loro quote di mercato molto più rapidamente. D'altra parte, la sofferenza delle piccole e medie imprese potrebbe rafforzare e amplificare questo fenomeno, creando una maggiore concentrazione delle grandi aziende sul mercato. Il mercato delle tecnologie emergenti riuscirà a garantire il naturale dinamismo economico e il giusto livello di concorrenza?

Buona lettura!

Giordana Francesca Brescia



Dai un Taglio Netto al Rumore

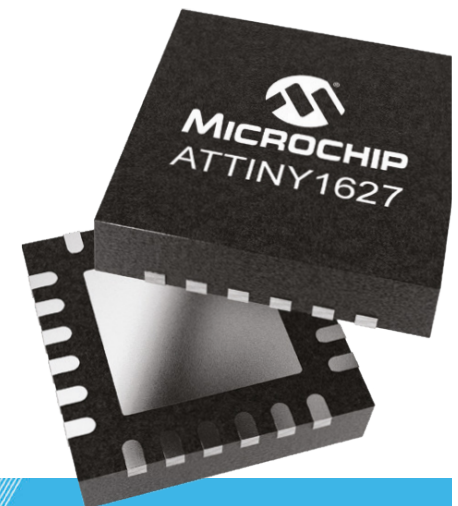
Interfacce per Sensori Affidabili e Veloci anche in ambienti difficili

La Famiglia di microcontroller (MCU) ATtiny1627 viene fornita con true differential ADC da 12 bit e con PGA (Programmable Gain Amplifier) che consente la misura di segnali di piccola ampiezza, il recupero dei segnali da ambienti rumorosi e la rapida conversione dei segnali per applicazioni in tempo reale. La Famiglia ATtiny1627 è compatibile con le famiglie di MCU tinyAVR® -1 e -0 e la migrazione tra di loro è un gioco da ragazzi.

La Famiglia ATtiny1627 è perfetta per nodi di sensori e per le applicazioni di controllo piccole ed efficienti. Con un massimo di due USART, puoi facilmente impostare la comunicazione con diverse interfacce. Le applicazioni di nodi di sensori possono includere Passive Infrared (PIR), misurazione di termocoppie, misurazione di correnti a bassa resistenza, misurazione di encoder magnetici e shunt. La seconda USART inclusa nella famiglia ATtiny1627 consente di comunicare con diverse interfacce all'interno dell'applicazione.

Caratteristiche Salienti

- Misura del segnale veloce e precisa con Analog-to-Digital Converter (ADC) differenziale a 12 bit
- Misura segnali di piccola ampiezza utilizzando PGA
- Migliora la soppressione del rumore con accumulo hardware integrato e sovracampionamento di fino a 1024 campionature



microchip.com/attiny1627



Il nome e logo Microchip, il logo Microchip e tinyAVR sono marchi industriali registrati di Microchip Technology Incorporated negli U.S.A. e in altri Stati. Tutti gli altri marchi appartengono ai rispettivi titolari registrati.
© 2021 Microchip Technology Inc. Tutti i diritti riservati.
DS30010230B. MEC2371-ITA-04-21

LA LIBRERIA ARDUINO BLE PER ARDUINO NANO 33 SENSE

di **Andrea Garrapa**

L'emergenza sanitaria che il mondo intero sta vivendo ha imposto all'attenzione di tutti l'utilizzo di strumenti tecnologici in grado di monitorare i contatti quotidiani. Tali strumenti, come nel caso dell'applicazione Immuni, fanno uso della tecnologia BLE. Tale tecnologia sta assumendo sempre più importanza nell'ambito IoT e non solo. Da questa premessa nasce la volontà di approfondire la conoscenza della libreria ArduinoBLE per la scheda Arduino Nano 33 Sense. In questo articolo andremo a descrivere l'implementazione di uno sketch per inviare i dati raccolti dai sensori della nostra scheda Arduino Nano 33 Sense direttamente sul nostro smartphone tramite protocollo BLE.

INTRODUZIONE

Prima di iniziare con la descrizione dello sketch occorre fare conoscenza sugli strumenti che andremo ad utilizzare. Per quanto riguarda la scheda **Arduino Nano 33 Sense**, rimandiamo al link di un ottimo [articolo scritto su questo blog](#). Mentre in questo ci soffermeremo sul protocollo BLE non da un punto di vista tecnico, ma da uno puramente operativo. Il **Bluetooth Low Energy** (Bluetooth LE o **BLE**) è ottimizzato per un utilizzo a bassa potenza e a basse velocità di trasmissione dati ed è stato progettato per funzionare con semplici batterie al litio in formato moneta.

A differenza della comunicazione Bluetooth standard basata fondamentalmente su una connessione seriale asincrona (UART), una radio Bluetooth LE agisce come una bacheca di comunità. I dispositivi che si connettono ad essa sono come i membri della comunità che leggono la bacheca. Ogni radio BLE può fungere o da bacheca o da lettore:

- se la radio funge da **bacheca** (chiamata **dispositivo periferico** nel gergo Bluetooth LE), essa pubblica dati che tutte le altre radio della comunità possono leggere;
- se la radio funge da **lettore** (chiamato **dispositivo centrale** in termini di Bluetooth LE), allora legge da qualsiasi bacheca (dispositivi periferici) che

contengono informazioni. Possiamo pensare ai dispositivi periferici come ai server in una transazione **client-server**, perché contengono le informazioni richieste dalle radio dei lettori. Allo stesso modo, i dispositivi centrali sono i client del mondo Bluetooth LE perché leggono le informazioni disponibili dalle periferiche.

I dispositivi centrali visualizzano i servizi, ottengono i dati e quindi vanno avanti. Ogni transazione è rapida (pochi millisecondi), quindi più dispositivi centrali possono ottenere dati da una periferica. Le informazioni presentate da una periferica sono strutturate come Servizi, ognuno dei quali è suddiviso per Caratteristiche. Possiamo pensare ai servizi come agli avvisi su una bacheca e alle caratteristiche come ai singoli paragrafi di tali avvisi, come rappresentato in **Figura 1**. Un dispositivo periferico aggiorna ogni caratteristica del servizio quando essa necessita di aggiornamento non preoccupandosi se i dispositivi centrali le leggono o meno. I dispositivi centrali si collegano alla periferica e leggono le caratteristiche che desiderano. Se una determinata caratteristica è leggibile e scrivibile, la periferica e la centrale possono modificarla entrambe.

Notifica

La specifica Bluetooth LE include un meccanismo noto

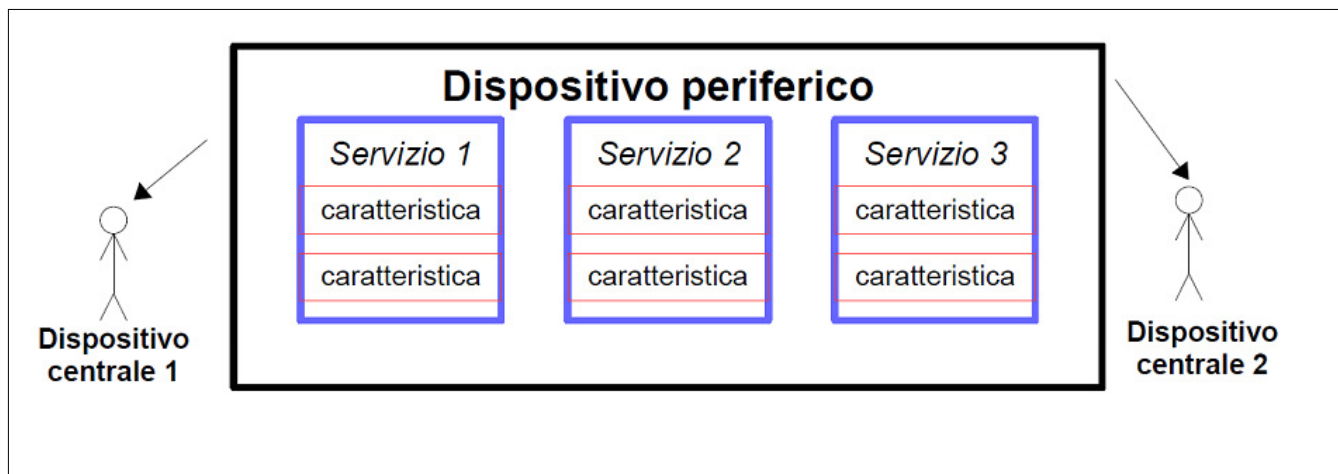


Figura 1: Rappresentazione grafica dei ruoli dei dispositivi nel protocollo BLE

come **notifica** che consente di sapere quando i dati vengono modificati. Quando la notifica su una caratteristica è abilitata e il mittente vi scrive, il nuovo valore viene automaticamente inviato al destinatario, senza che il destinatario invii esplicitamente un comando di lettura. Questo è comunemente usato per lo streaming di dati come l'accelerometro o altre letture del sensore. C'è una variazione su questa specifica chiamata **indica** che funziona in modo simile, ma nella quale il lettore invia una conferma dei dati inviati. La struttura **client-server** di Bluetooth LE, combinata con la caratteristica di **notifica**, è generalmente chiamata **modello di pubblicazione e sottoscrizione**.

Aggiornamento caratteristica

La periferica dovrebbe aggiornare le caratteristiche quando vengono apportate modifiche significative. Ad esempio, quando un interruttore passa da spento ad acceso o quando un sensore analogico cambia di una quantità significativa. Proprio come con la scrittura di una carat-

Una periferica BLE fornisce **servizi**, che a loro volta forniscono **caratteristiche**. È possibile definire i propri servizi o utilizzare i servizi standard. Nel nostro esempio useremo un servizio standard denominato: *Environmental Sensing Service (ESS)*. I servizi sono identificati da numeri univoci noti come **UUID**. I servizi standard hanno un UUID a 16 bit e i servizi personalizzati hanno un UUID a 128 bit. La capacità di definire servizi e caratteristiche dipende dalla radio che si utilizza e dal suo firmware.

Modelli di progettazione del servizio

Un valore di caratteristica può essere lungo fino a 512 byte. Questo è un vincolo chiave nella progettazione dei servizi. Dato questo limite, occorre considerare il modo migliore per archiviare i dati nel modo più efficace per la propria applicazione. Il modello di progettazione più semplice consiste nel memorizzare un valore di sensore o attuatore per ogni caratteristica, in valori codificati ASCII. Questo è anche il più costoso in termini di memoria e ri-

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!

RICONOSCIMENTO FACCIALE PER LA DOMOTICA CON L'ESP32-CAM – PARTE 1

di Fulvio De Santis

Negli ultimi anni è diventato necessario disporre di un sistema di sicurezza affidabile in grado di proteggere i nostri beni nel modo migliore e più sicuro possibile. I sistemi di sicurezza tradizionali richiedono all'utente una chiave, una password di sicurezza, una scheda RFID o una badge d'identità per avere accesso al sistema. Tuttavia, questi sistemi di sicurezza hanno delle carenze, ad esempio, possono essere dimenticati o rubati da persone non autorizzate. Di conseguenza, è necessario sviluppare un software che garantisca un livello di sicurezza più elevato. Il riconoscimento facciale è uno dei metodi più diffusi della tecnologia biometrica. In questo articolo e in successivi altri due articoli, proponiamo il progetto di un sistema di riconoscimento facciale per il controllo degli accessi non professionale basato sulla scheda di sviluppo ESP32-CAM.

INTRODUZIONE

Rispetto ad altre tecnologie biometriche, come l'impronta digitale, il riconoscimento vocale e la scansione della retina, il riconoscimento facciale può essere considerato più naturale. Il **riconoscimento facciale** consente, inoltre, l'accesso a più di una persona, concedendo i privilegi di accesso solo a determinate persone autorizzate. I sistemi di sicurezza diventano ogni giorno più complessi a causa del crescente numero di furti denunciati, quindi c'è bisogno di un livello di sicurezza più elevato. I sistemi tradizionali su citati non sono affidabili al 100%, ad esempio, la password e le schede elettroniche d'identità possono essere dimenticate, smarrite o addirittura rubate e quindi utilizzabili da persone non autorizzate. Di conseguenza, i sistemi di sicurezza dell'accesso devono essere sviluppati ed evoluti per essere più sicuri. Inoltre, c'è sempre la necessità di eliminare i difetti di questi sistemi tradizionali.

La tecnologia biometrica è considerata uno dei sistemi di autenticazione più sicuri disponibili, poiché fornisce un livello di sicurezza più elevato rispetto ai sistemi tradizionali. La tecnologia biometrica basata sul riconoscimento facciale è considerata sicura poiché un volto non può essere soggetto agli inconvenienti relativi alle tradizionali tecnologie della sicurezza, o contraffatto in alcun modo

per accedere a un edificio. Il sistema di riconoscimento facciale presentato in questo articolo non è certamente un sistema di sicurezza assoluto, ma può essere considerato quale elemento aggiuntivo, **ma non decisivo ai fini della sicurezza**, eventualmente integrabile in un sistema di sicurezza preesistente. Infatti, il progetto di riconoscimento facciale che proponiamo, seppur funzionante e applicabile in pratica in ambienti domestici, è puramente dimostrativo e, data la descrizione step-by-step delle varie fasi del progetto, può essere utilizzato anche come un tutorial.

COMPONENTI DEL SISTEMA

LA SCHEDA DI SVILUPPO ESP32-CAM

L'**ESP32-CAM AI-Thinker** è una scheda di sviluppo **per applicazioni IoT** basata sul microcontrollore ESP32 con telecamera integrata. La scheda integra WiFi, **Bluetooth tradizionale e BLE a basso consumo** ed è dotata di due CPU LX6 a 32 bit ad alte prestazioni e di uno slot micro SD. Adotta l'architettura pipeline a 7 stadi, sensore su chip, sensore di Hall, sensore di temperatura ed altri. Completamente compatibile con gli standard WiFi 802.11b/g/n e Bluetooth 4.2, può essere utilizzato in modalità master per creare un controller di rete indipendente o come slave di un altro host per aggiungere funzionalità di rete ai dispositi-

tivi esistenti. Può essere utilizzata in varie applicazioni IoT per Smart Home, controllo wireless industriale, monitoraggio wireless, identificazione wireless QR, nei sistemi di posizionamento wireless e altre interessanti applicazioni IoT. In **Figura 1** l'ESP32-CAM e la video camera **OV2640**.

Caratteristiche

- Frequenza di clock fino 160 MHz
- SRAM interna di 520 KB, PSRAM esterna di 4 MB
- Supporta UART/SPI/I2C/PWM/ADC/DAC
- Supporta videocamere OV2640 e OV7670, lampada Flash integrata
- Supporta il caricamento di immagini in WiFi
- Supporta schede TF
- Supporta multiple modalità sleep
- Lwip e FreeRTOS embedded
- Supporta modalità operative STA/AP/STA+AP
- Supporta la tecnologia Smart Config/AirKiss
- Supporto porta locale seriale e l'aggiornamento da remoto del firmware (FOTA)

Specifiche tecniche

- SPI Flash: default 32 Mbit
- RAM: built-in 520 KB+external 4MPSRAM
- Dimensioni: 27*40.5*4.5 (±0.2) mm/1.06*1.59*0.18"
- Bluetooth: Bluetooth 4.2 BR/EDR e BLE standards
- Wi-Fi: 802.11b/g/n/e/i
- Support Interface: UART, SPI, I2C, PWM
- Support TF card: maximum support 4G
- IO port: 9

- Serial Port Baud-rate: Default 115200 bps
- Image Output Format: JPEG (OV2640 support only), BMP, GRAYSCALE
- Spectrum Range: 2412 ~2484 MHz
- Antenna: on-board PCB antenna, gain 2dBi
- Transmit Power: 802.11b: 17±2 dBm (@11Mbps);
- 802.11g: 14±2 dBm (@54Mbps);
- 802.11n: 13±2 dBm (@MCS7)
- Receiving Sensitivity: CCK, 1 Mbps : -90dBm;
- CCK, 11 Mbps: -85dBm;
- 6 Mbps (1/2 BPSK): -88dBm;
- 54 Mbps (3/4 64-QAM): -70dBm;
- MCS7 (65 Mbps, 72.2 Mbps): -67dBm
- Power consumption: Turn off the flash: 180mA@5V
- Turn on the flash and adjust the brightness to the maximum
- 310mA@5V
- Deep-sleep: the lowest power consumption can reach 6mA@5V
- Modem-sleep: up to 20mA@5V
- Light-sleep: up to 6.7mA@5V
- Security: WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
- Power supply range: 5V (power supply source current should be at least 2 A)
- Operating temperature: -20 °C ~ 85 °C
- Storage environment: -40 °C ~ 90 °C, < 90 %RH
- Weight: 10 g

In **Figura 2** e in **Figura 3** sono riportati rispettivamente il Pinout e il layout con le dimensioni della scheda ESP32-CAM.

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!

MODULI APACER DDR4-3200: TOP DI GAMMA NELLE MEMORIE PER APPLICAZIONI INDUSTRIALI

di **Giordana Francesca Brescia**

Apacer Technology Inc. è leader a livello mondiale nella progettazione e produzione di memorie per utilizzi in applicazioni industriali. Il colosso di Taiwan ha recentemente introdotto nel mercato dell'archiviazione digitale i moduli di memoria DDR4-3200, dotati di caratteristiche davvero stupefacenti, specifici per applicazioni AIoT (Artificial Intelligence of Things), sistemi edge e mercati informatici ad alte prestazioni.

APACER TECHNOLOGY, LEADER NELLA TECNOLOGIA DELLE MEMORIE INDUSTRIALI

Apacer Technology nasce nel lontano 1997. Grazie al costante impegno nell'innovazione, si è affermata nella progettazione di soluzioni all'avanguardia per il controllo industriale, moduli di memoria ad alte prestazioni e dispositivi per l'archiviazione digitale. E' fornitore leader a livello mondiale specializzato in ricerca e sviluppo, progettazione, produzione e commercializzazione di unità SSD (Solid State Drive) industriali, prodotti digitali di consumo e moduli di memoria. Apacer Technology è in assoluto il primo produttore di dispositivi di archiviazione a **produrre in serie moduli di memoria DDR4-3200 ad alta temperatura**. Tutti noi sappiamo quanto sia importante la stabilità e la rapidità dell'archiviazione e della condivisione dei dati digitali nell'era dei big data e del cloud computing. Le memorie industriali di Apacer Technology utilizzano le tecnologie più innovative per garantire le massime prestazioni in condizioni ambientali difficili come quelle dei dispositivi embedded ed edge per esterni. I moduli di memoria DDR4-3200 sono progettati appositamente per applicazioni AIoT, dispositivi edge computing e mercati di calcolo ad alte prestazioni, applicazioni che spesso sono caratterizzate da sbalzi di temperatura in condizioni ambientali anche molto complesse. I moduli DDR4-3200 rappresentano la soluzione ideale per dispositivi embedded,

sistemi di comunicazione in rete, apparecchiature cloud e sistemi di telecomunicazione, una soluzione completa per applicazioni industriali ad alta velocità e temperature elevate, altamente affidabile, stabile e duratura nel tempo. Con la diffusione delle tecnologie cloud, dell'IoT (Internet of Things) e conseguentemente dei dispositivi IoT, ai quali sono richiesti requisiti specifici in termini di **riduzione del consumo energetico e dimensioni compatte**, è diventata una necessità progettare tecnologie in grado di **elaborare dati in modo continuo senza interruzioni e ad alta velocità**, garantendo al contempo la **dissipazione del calore** generato durante il funzionamento.

The Apacer logo is displayed in a large, teal, serif font within a white rectangular box. The letters are bold and have a classic, slightly ornate design.

La dissipazione dell'energia è da sempre oggetto di studio nel settore dell'elettronica, in special modo nell'ambito dell'IoT e dei sistemi embedded, nelle quali applicazioni è necessario trovare il giusto compromesso, il punto di equilibrio tra potenza computazionale del sistema e consumi energetici. Le soluzioni di Apacer Technology offrono un variegato portfolio di memorie, progettate per un ampio

range di temperatura, alta efficienza, velocità superiori e notevole riduzione del consumo energetico. Sono caratterizzate altresì da capacità, affidabilità del funzionamento e durata a lungo termine, requisiti specificamente richiesti nelle applicazioni industriali. Apacer garantisce la possibilità di aggiungere caratteristiche come l'anti-solfurazione o il rivestimento protettivo per aumentare il grado di protezione da corrosione, umidità, vibrazioni, polvere e shock termico. Apacer Technology assurge a ruolo di leader indiscusso nel settore delle memorie industriali, proprio mentre i principali produttori di chip (Intel, AMD, NVIDIA, etc.) stanno implementando soluzioni CPU e GPU di nuova generazione per soddisfare la domanda del mercato di elaborazione parallela accelerata di Intelligenza Artificiale e HPC (High-Performance Computing). Inoltre, i prodotti Apacer sono forniti di tecnologia di protezione (**Thermal Cycling**) in grado di prevenire danni ai componenti quando si verificano improvvisi sbalzi di temperatura.

I moduli di memoria DDR4-3200 sono progettati per ambienti difficili e con temperature fluttuanti nel tempo. Gli SSD industriali per temperature elevate e i moduli di memoria di Apacer sono ideali per applicazioni nei diversi settori industriali, aeronautico, militare, aerospaziale e dei trasporti. Le serie di prodotti ad ampia temperatura di Apacer, inclusi chip di memoria, elementi passivi e PCB, sono tutti di qualità industriale su vasta scala. La linea di prodotti SSD industriali per temperature elevate di Apacer è compatibile con più interfacce e specifiche. Tutti i prodotti di Apacer hanno elevati standard qualitativi dopo aver superato i test di temperatura estesi industriali e il test di ciclo termico più estremo.

APACER TECHNOLOGY, UN'AZIENDA CHE GUARDA LONTANO

C'è una grande novità nel campo dei prodotti di casa Apacer. E' da poco disponibile sul mercato la gamma completa di moduli di memoria DDR4-3200 con ampio range di temperatura. I moduli di memoria Apacer DDR4-3200 sono **in grado di supportare piattaforme all'avanguardia** tra cui il processore Ryzen™ Embedded V2000 di AMD, Tiger Lake di Intel ed Elkhart Lake. I moduli utilizzano i **chip originali Samsung** per temperature elevate. Le memorie DDR4-3200 garantiscono il massimo dell'affidabilità e delle prestazioni per accelerare la realizzazione di applicazioni di Intelligenza Artificiale, AIoT ed edge con eccellenti performance. Forte della ricerca in soluzioni innovative e dell'investimento in tecnologie avanzate, Apacer è leader indiscusso nella produzione di memorie industriali con elevate prestazioni in ampi range di temperature operative.

Apacer investe costantemente in tre settori fondamentali sui quali si concentra la sua ricerca: *Environmental, Social e Corporate Governance (ESG)* che rappresentano a tutti gli effetti la sua filosofia aziendale per un modello di gestione condiviso e human-oriented. Apacer Technology innova anche il processo di sviluppo del prodotto adottando una visione proattiva che pone come principale obiettivo quello di fornire ai clienti soluzioni in grado di ottimizzare l'utilizzo e il consumo di energia e risorse.

DIVERSI FATTORI DI FORMA E PRESTAZIONI ECCEZIONALI PER GLI STANDARD INDUSTRIALI

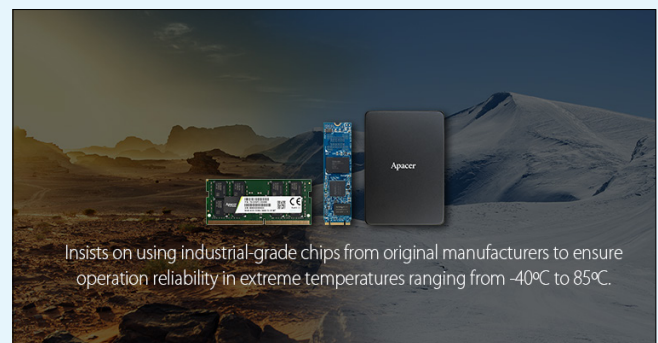
Con oltre 20 anni di esperienza nel settore, Apacer vanta oggi una gamma completa di moduli DDR4-3200 in diversi fattori di forma:

- **UDIMM**
- **SODIMM**
- **RDIMM**
- **ECC UDIMM**
- **ECC SODIMM**

Apacer rende disponibili i moduli di memoria anche con diverse capacità di archiviazione. Diamo ora un'occhiata a quelle che sono le applicazioni suggerite per questa specifica tipologia di moduli. Di seguito analizziamo anche le specifiche tecniche associate ai moduli DDR4-3200.

CHIP DI LIVELLO INDUSTRIALE

Apacer è uno dei pochi produttori di memorie industriali, che si focalizza sull'utilizzo di chip ad alta temperatura di produttori originali e su un'attenta e rigorosa selezione di materiali di alta qualità, per garantire che i prodotti funzionino senza problemi anche a temperature elevate. Apacer Technology utilizza **circuiti integrati di livello industriale ad alta temperatura con specifiche di fabbrica originali**, eliminando di fatto ogni minima possibilità di eventuali malfunzionamenti, instabilità di funzionamento e rischi per la durata, problemi che sono tipici dei dispositivi intelligenti che utilizzano IC di categoria commerciale.



Anche questo aspetto, unitamente all'impiego di materiali di alta qualità, è assolutamente da non trascurare, poiché aumenta la stabilità di funzionamento e l'affidabilità dei moduli di memoria prodotti da Apacer, ideali quindi anche in condizioni di costante fluttuazione delle temperature e in ambienti difficili.



Method for Identifying Temperature Specifications:
Industrial Wide-Temp IC

Memory(DRAM)	
IC Brand	Samsung
IC Indication	DDR4: XIXX DDR3: XMXX
Identification Method	I: Industrial Temp M: Industrial Temp
IC Demonstration	
Operating Temperature	-40 ~85°C

*Note:
 1. This table showcases Samsung's industrial wide-temp IC
 2. Micron industrial wide-temp IC identification measure: IC PN marked with IT** = Industrial temperature
 3. SK Hynix: Only commercial IC existing on current market; no industrial wide-temp IC yet

Al fine di ridurre il rischio di perdita o danneggiamento di dati a causa dell'uso improprio di circuiti integrati di tipo commerciale nei computer industriali, le regole di denominazione predefinite per i prodotti di memoria possono chiarire le caratteristiche dei circuiti integrati e consentire a clienti e acquirenti di individuare facilmente i prodotti che soddisfano gli **standard di livello industriale per le temperature elevate**.

Method for Identifying Temperature Specifications:
Commercial IC

Memory(DRAM)	
IC Brand	Samsung
IC Indication	DDR4: XCXX DDR3: XYXX
Identification Method	C: Commercial Temp Y: Commercial Temp
IC Demonstration	

*Note: This table showcases Samsung's commercial wide-temp IC

FATTORE DI FORMA UDIMM



UDIMM Form Factor (Fonte: [DDR4 UDIMM](#))

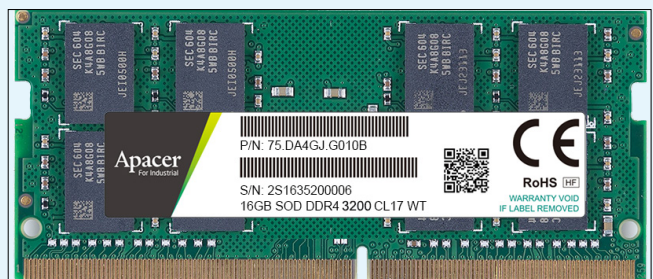
Il fattore di forma UDIMM (**Unbuffered DIMM**) è un design conforme a JEDEC applicabile a computer desktop, computer industriali e sistemi embedded. Prodotti con chip DRAM originali di altissima qualità, rigorosamente testati per la garanzia della qualità e verificati per la compatibilità, gli UDIMM di Apacer sono moduli di memoria molto performanti, altamente stabili e compatibili. I moduli UDIMM sono caratterizzati da package 288-pin socket type Dual In-line Memory Module e un PCB con altezza di 31,25 mm.

Dal punto di vista funzionale, il modulo di memoria UDIMM è appositamente progettato per funzionare a temperature operative comprese tra 0 °C e 85 °C. Gli UDIMM ad ampio range di temperatura hanno anche superato i **test di verifica industriale** per alte e basse temperature e il più rigoroso **test di ciclo termico** della durata di 48 ore. Sono quindi capaci di funzionare per molte ore anche in ambienti difficili.

FATTORE DI FORMA SODIMM

SODIMM (**Small Outline DIMM**) è un modulo conforme a JEDEC progettato per adattarsi a sistemi con vincoli di spazio quali computer notebook, computer industriali di piccole dimensioni e sistemi embedded. Prodotti con chip DRAM originali di altissima qualità, rigorosamente testati per la garanzia della qualità e verificati per la compatibilità, i SODIMM di Apacer sono moduli di memoria ad alte prestazioni, altamente stabili e compatibili.

I moduli di memoria con fattore di forma SODIMM sono caratterizzati dal package 260-pin socket type Small Outline Dual In-line Memory Module con altezza del PCB di 30,00 mm.



SODIMM Form Factor (Fonte: [DDR4 SODIMM](#))

Tipologia del modulo	UDIMM
Tecnologia della memoria	DDR4
Frequenza	2133/2400/2666/2933/3200
Densità	2G/4G/8G/16G/32G
Tensione	1.2 V
Numero di Pin	288-Pin
Larghezza	64-Bit
Altezza PCB	1.23"
Temperatura operativa	TC=0°C to 85°C
Applicazioni	Factory Automation/Gaming/Healthcare/Internet of Things

Tabella 1: Specifiche tecniche del modulo di memoria con fattore di forma UDIMM

Tipologia del modulo	SODIMM
Tecnologia della memoria	DDR4
Frequenza	2133/2400/2666/2933/3200
Densità	2G/4G/8G/16G/32G
Tensione	1.2 V
Numero di Pin	260-Pin
Larghezza	64-Bit
Altezza PCB	1.18"
Temperatura operativa	TC=0°C to 85°C
Applicazioni	Factory Automation Gaming/Internet of Things/Transportation

Tabella 2: Specifiche tecniche del modulo di memoria con fattore di forma SODIMM

FATTORE DI FORMA RDIMM

RDIMM (**Registered DIMM**) è un design conforme a JEDEC applicabile ai **server aziendali** e ai **data center cloud**.

Con un registro tra il modulo di memoria e il controller di memoria, RDIMM migliora la stabilità complessiva del sistema e aumenta la quantità di moduli di memoria. Inoltre, supporta la funzione ECC per rilevare e correggere gli errori dei dati e un **sensore termico di monitoraggio della temperatura integrato** per prevenire il surriscaldamento e migliorare l'affidabilità del modulo di memoria. Si tratta di un modulo con package 288-pin socket type Dual In-line Memory Module (REGDIMM).



RDIMM Form Factor (Fonte: DDR4 RDIMM)

Le applicazioni principali dei moduli RDIMM sono nei campi **Healthcare/Server & Networking**.

Il sensore termico è in grado di monitorare la temperatura dei dispositivi SSD. Grazie alla tecnologia *Thermal Throttling*, il sistema host può intraprendere azioni preventive monitorando le variazioni di temperatura dell'SSD. Attraverso il meccanismo di limitazione termica è possibile

Tipologia del modulo	RDIMM
Tecnologia della memoria	DDR4
Frequenza	2133/2400/2666/2933/3200
Densità	4G/8G/16G/32G/64G
Tensione	1.2 V
Numero di Pin	288-Pin
Larghezza	72-Bit
Altezza PCB	1.23"
Temperatura operativa	TC=0°C to 85°C
Tecnologia	Thermal Sensor/30µ Gold Finger

Tabella 3: Specifiche tecniche del modulo di memoria con fattore di forma RDIMM

Tipologia del modulo	ECC UDIMM
Tecnologia della memoria	DDR4
Frequenza	2133/2400/2666/2933/3200
Densità	4G/8G/16G/32G
Tensione	1.2 V
Numero di Pin	288-Pin
Larghezza	72-Bit
Altezza PCB	1.23"
Temperatura operativa	TC=0°C to 85°C
Tecnologia	Thermal Sensor/30µ Gold Finger

Tabella 4: Specifiche tecniche del modulo di memoria con fattore di forma ECC UDIMM

regolare dinamicamente il ridimensionamento della frequenza per migliorare l'affidabilità dei dati e fornire prestazioni sostenute anche durante il surriscaldamento.

FATTORE DI FORMA ECC UDIMM

Il modulo di memoria ECC UDIMM (**ECC Unbuffered DIMM**), dotato di package 288-pin socket type Dual In-line Memory Module e un PCB di altezza 31,25 mm, è un modulo conforme a JEDEC progettato specificamente per server e workstation che richiedono elevata stabilità nel funzionamento. Prodotto con chip DRAM originali di altissima qualità, supporta la funzione ECC per rilevare e correggere gli errori dei dati e un sensore termico di monitoraggio della temperatura integrato per prevenire il surriscaldamento e migliorare l'affidabilità del modulo di memoria. Principali applicazioni: **Factory Automation/Healthcare/Internet of Things/Server & Networking**.



ECC UDIMM Form Factor (Fonte: **DDR4 ECC UDIMM**)

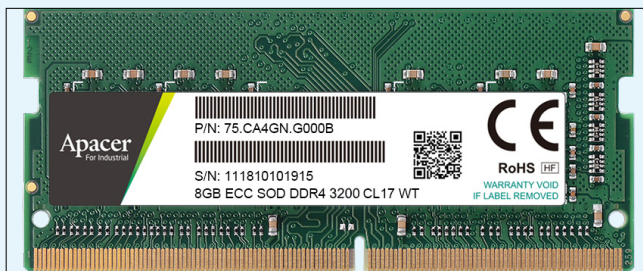
FATTORE DI FORMA ECC SODIMM

I moduli ECC SODIMM (**ECC Small Outline DIMM**), con package 260-pin socket type Small Outline Dual In-line Memory Module e PCB di altezza 30,00 mm, sono conformi a JEDEC e appositamente progettati per microserver, workstation, piattaforme di rete e sistemi embedded. Prodotti con chip DRAM originali di altissima qualità, supportano la funzione ECC per rilevare e correggere gli errori dei dati e un sensore termico di monitoraggio della temperatura integrato per prevenire il surriscaldamento e

Tipologia del modulo	ECC SODIMM
Tecnologia della memoria	DDR4
Frequenza	2133/2400/2666/2933/3200
Densità	4G/8G/16G/32G
Tensione	1.2 V
Numero di Pin	260-Pin
Larghezza	72-Bit
Altezza PCB	1.18"
Temperatura operativa	TC=0°C to 85°C
Tecnologia	Thermal Sensor/30µ Gold Finger

Tabella 5: Specifiche tecniche del modulo di memoria con fattore di forma ECC SODIMM

migliorare l'affidabilità del modulo di memoria. I principali ambiti applicativi dei moduli ECC SODIMM sono: **Factory Automation**, **Internet of Things**, **Server & Networking**, **Transportation**.



ECC SODIMM Form Factor (Fonte: DDR4 ECC SODIMM)

“ Apacer è ad oggi il miglior marchio per l'integrazione dei servizi di archiviazione digitale, in grado di soddisfare pienamente il mercato industriale e le richieste dei consumatori.

Scopri l'intera gamma di moduli di memoria industriali progettati da Apacer visitando la pagina web del produttore.



Si ringrazia il team di Apacer per la collaborazione

con **Electronica Open Source**.

RIFERIMENTI DOCUMENTAZIONE TECNICA E SITOGRAFIA

[1] Datasheet con specifiche tecniche, diagramma a blocchi funzionale, features e mechanical drawing: [Apacer Industrial DDR4 REG DIMM 3200-22 2048x8 32GB SA_data sheet](#)

[2] Apacer's patented anti-sulfuration DRAM modules introduction

[Apacer Rugged DRAM Solutions](#)

[3] [Apacer Factory Tour](#)

[4] Pagina LinkedIn: [Apacer: Panoramica | LinkedIn](#)

Info & Contatti:

Apacer Technology B.V.

Science Park Eindhoven 5051

5692 EB Son, Netherlands

Tel: +31-40-267-0000

<https://industrial.apacer.com/en-ww>

Sales & Tech Inquiry: sales@apacer.nl

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/moduli-apacer-ddr4-3200-top-di-gamma-nelle-memorie-per-applicazioni-industriali>

WI-FI 6: IL WI-FI DI SESTA GENERAZIONE

di **Andrea Garrapa**

Oggi le reti Wi-Fi sperimentano già contenuti multimediali ad alta intensità di banda e dispositivi multipli connessi. Andando avanti, le reti dovranno affrontare un drammatico continuo aumento del numero di dispositivi connessi, una triplicazione del traffico IP globale e una vasta gamma di nuove tecnologie che si baseranno tutte pesantemente sul Wi-Fi. La risposta a queste sfide risiede forse nell'ultima generazione di tecnologia Wi-Fi denominata 802.11ax, ma più semplicemente nota come Wi-Fi 6. In questo articolo vedremo in che modo Wi-Fi 6 tenti di soddisfare le richieste del nuovo panorama wireless.

INTRODUZIONE

Le precedenti generazioni **Wi-Fi** (802.11n e 802.11ac) focalizzavano gli sforzi sull'aumento della velocità di trasmissione dati rispetto alle vecchie versioni. Le reti Wi-Fi del futuro, invece, dovranno essere performanti ed efficienti per soddisfare una maggiore densità di clienti e una varietà di nuove applicazioni.

In sostanza, un uso migliore e più efficiente dell'esistente mezzo a radiofrequenza. **Wi-Fi 6 migliora le prestazioni ad alta densità** e fornisce un throughput più elevato, aumentando la velocità e introducendo nuove funzionalità progettate per le tendenze tecnologiche del futuro. Wi-Fi 6 non solo aumenta le prestazioni complessive, ma introduce nuove funzionalità come OFDMA, up link MU-MIMO, TWT, BSS e **nuovi schemi di modulazione**. Tutte queste tecnologie lavorano insieme per consentire agli utenti finali di sperimentare una connettività sempre attiva senza colli di bottiglia o degrado delle prestazioni.

IL PANORAMA WIRELESS DI NUOVA GENERAZIONE

Il wireless di nuova generazione dovrà affrontare un utilizzo crescente di applicazioni ad alto throughput, una maggiore densità di dispositivi wireless e un cambiamento nelle esigenze delle reti. Vediamo più nel dettaglio queste sfide.

Requisiti di throughput più elevati

La quantità totale di traffico Internet nel periodo 2017-2022 sarà superiore a quella dei 32 anni precedenti. Il **Wi-Fi** sarà il meccanismo di trasporto per più della metà di quel traffico. Si prevede che il traffico dati per smartphone aumenterà di dieci volte dal 2016 al 2022. Questi sviluppi produrranno delle sfide notevoli per le reti Wi-Fi, che stanno già affrontando un aumento costante di utenti, una maggiore densità di clienti e applicazioni ad alto throughput (**Figura 1**).

La fruizione dei video 4K dovrebbe crescere dal tre per cento (di tutto il traffico IP) nel 2017, al ventidue per cento nel 2022. I video 4K sfidano già le reti con un throughput da 15 a 18 Mbps, ma anche lo streaming di video 8K sta

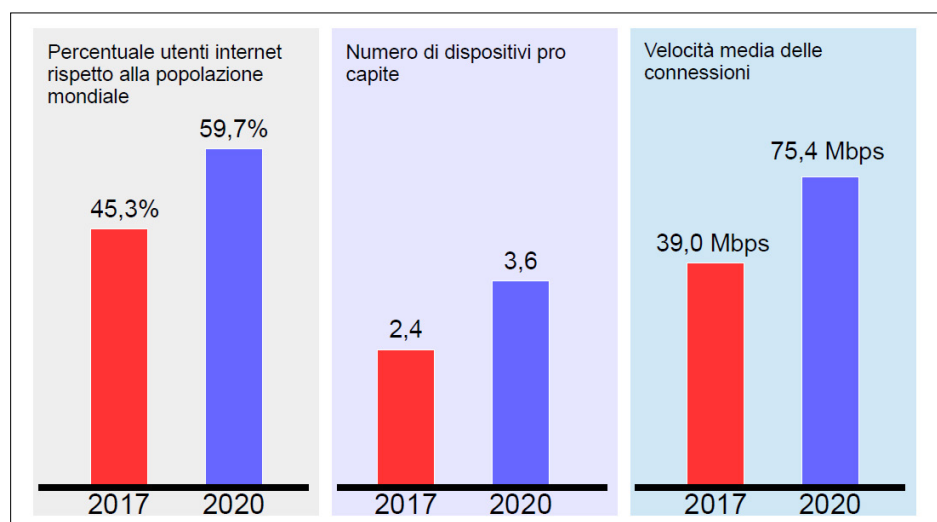


Figura 1: la variazione dal 2017 al 2020 mette in evidenza la tendenza all'aumento delle connessioni internet per gli anni a venire

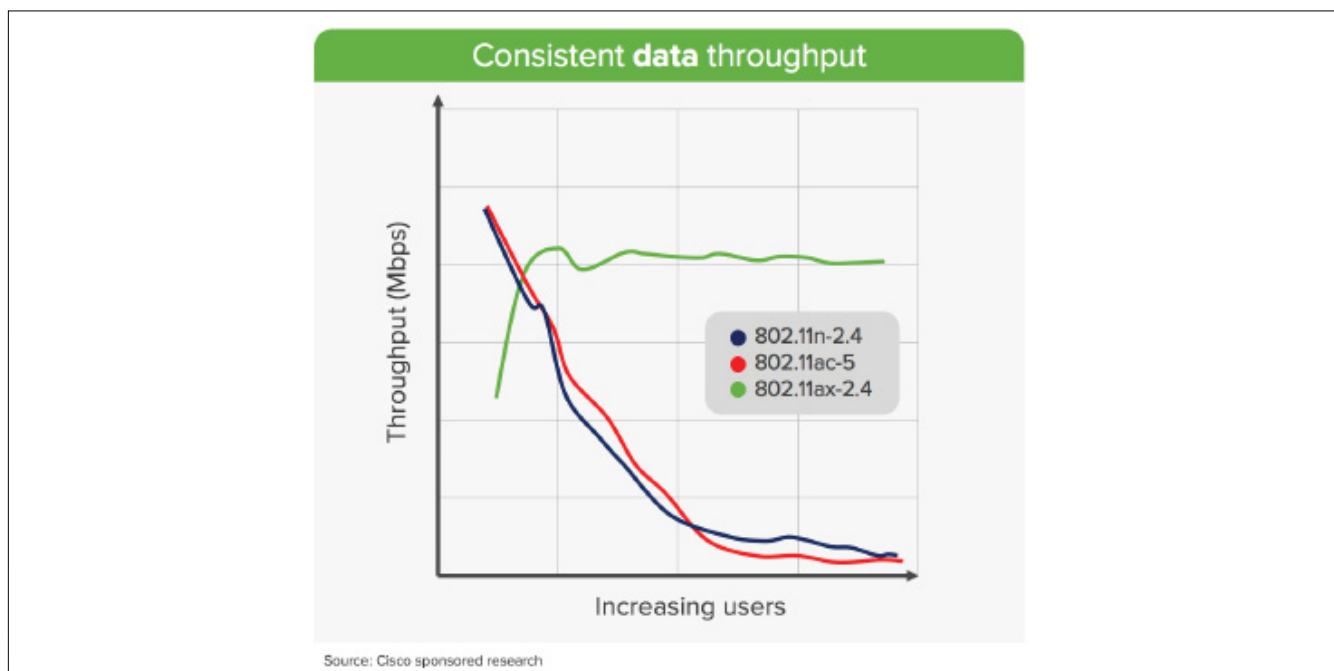


Figura 2: throughput dati all'aumentare del numero di utenti per 802.11ax rispetto a 802.11ac e 802.11n

arrivando online, consumando all'incirca 1 Gbps di velocità effettiva. Le applicazioni di realtà aumentata e virtuale avranno un utilizzo crescente e consumeranno ovunque da 600 Mbps a 1 Gbps di traffico. Queste nuove sfide sulla larghezza di banda richiederanno che le velocità di connessione Wi-Fi in tutto il mondo aumentino di 2,2 volte tra il 2017 e il 2022.

Reti ad alta densità

I prossimi anni vedranno un aumento del 50% dei dispositivi in rete per ogni persona, con una media di 3,6 dispositivi connessi a persona. Con l'aumento del numero di dispositivi, gli utenti si aspettano anche un'esperienza wi-

Cambiare le esigenze di rete

I giorni dei lavoratori legati alle postazioni di lavoro intorno ai data center aziendali centralizzati sono in declino. Le precedenti cinque generazioni **Wi-Fi** hanno assistito a questa transizione di "slegamento" e la generazione successiva cerca di spingere ulteriormente i limiti della mobilità. **I dispositivi dell'Internet delle cose** rappresenteranno più della metà di tutti i dispositivi connessi a livello mondiale entro il 2022 e l'80% dei nuovi progetti IoT sarà wireless. Risulta evidente la necessità di una rete che riesca a soddisfare le diverse esigenze.

CAPACITÀ E BENEFICI DEL WI-FI 6

Nonostante le sfide poste dal panorama wireless in evoluzione, le implementazioni di

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!

SMALL CIRCUITS REVIVAL - PARTE 5 (UN SEMPLICE TESTER PER TRIAC E TIRISTORI)



Se non vuoi utilizzare un relè elettromeccanico per accendere e spegnere qualcosa (leggi l'Episodio 3 di questa serie), allora puoi utilizzare un'alternativa a semiconduttore; se si tratta solo di piccoli segnali, allora questo può essere un normale transistor e correnti e tensioni maggiori possono essere commutate utilizzando un (grande) MOSFET, come descritto nell'Episodio 2.

INTRODUZIONE

Tuttavia, una soluzione elegante è offerta dai **tiristori** e dai **triac** ora un pò oscuri. Puoi considerare un tiristore come un diodo che inizia a condurre dopo aver ricevuto un impulso al suo ingresso chiamato "gate". Un tiristore conduce solo in una direzione (come ci si aspetta da un diodo che funziona bene). Un triac può essere considerato come due tiristori collegati in antiparallelo in un unico package, ed è quindi adatto per corrente alternata.

TESTER

Ottimo, hai una di queste parti di fronte a te, ma prima di utilizzarla ti piacerebbe sapere se funziona ancora - sicuramente se la parte è stata recuperata da un circuito scartato o cestinato (il riutilizzo è ecologico!). O forse non sei del tutto sicuro se si tratta effettivamente di un triac o di un tiristore... In entrambi i casi il circuito in **Figura 1** può rivelarsi utile. Certo, "circuito" è una parola grossa per due interruttori, un resistore e un LED bicolore (rosso/verde). Non è difficile da usare: quando è collegato un triac o

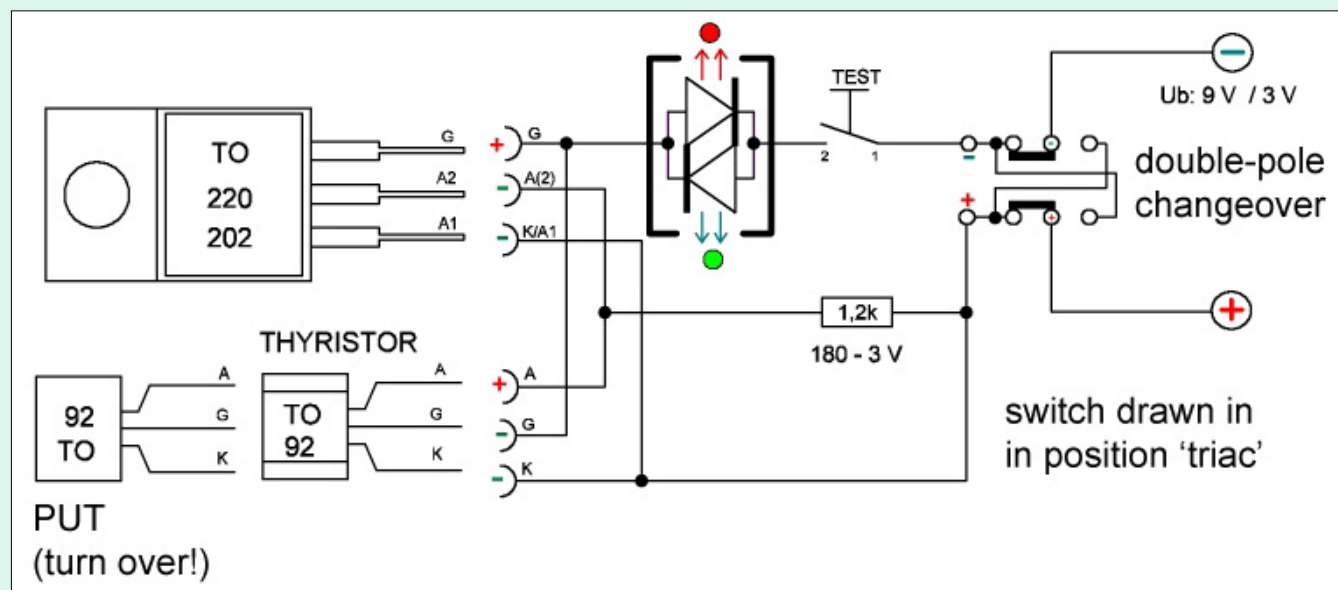


Figura 1

un tiristore e con il commutatore bipolare (a scorrimento o a levetta) nella posizione qui disegnata, **il LED si illuminerà di rosso dopo aver premuto il pulsante Test**. Quando l'interruttore si trova nella posizione diversa da quella disegnata qui e il pulsante Test è premuto, **il LED si illuminerà di verde se è collegato un triac; con un tiristore il LED rimane spento**.

Questo tester può essere utilizzato anche per testare dispositivi chiamati PUT (**Programmable Unijunction Transistor**). Con l'interruttore in posizione "triac" (come qui disegnato) il LED rimane spento quando si preme il pulsante; con l'interruttore nell'altra posizione il LED si illuminerà di verde.

Nota: il tester può essere alimentato sia da 9 V che da 3 V. Nel primo caso il resistore (che non ha altra funzione che mantenere la corrente entro limiti) assume un valore di 1.2 kΩ, nel secondo caso di 180 Ω.

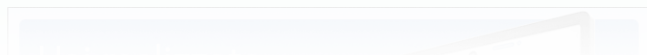
Semplice? Semplice!

APPELLO

Hai inventato un piccolo circuito (preferibilmente qualcosa che utilizza componenti standard in disuso che possono essere costruiti su una scheda di prototipazione), quindi invia lo schematico più la descrizione allo **Small Circuits Revival Editor**! Non ti renderà ricco, ma la fama eterna sarà la tua ricompensa...

WEB LINK

ARTICOLO ORIGINALE IN INGLESE AL LINK: [SMALL CIRCUITS REVIVAL – EPISODE 5 | ELEKTOR MAGAZINE](#)



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

THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY

CATEGORIES

COMPANIES/CONSULTANTS
53 %

ACADEMICS/STUDENTS
25 %

MAKERS/HOBBYISTS
22 %

SOCIAL CONNECTIONS

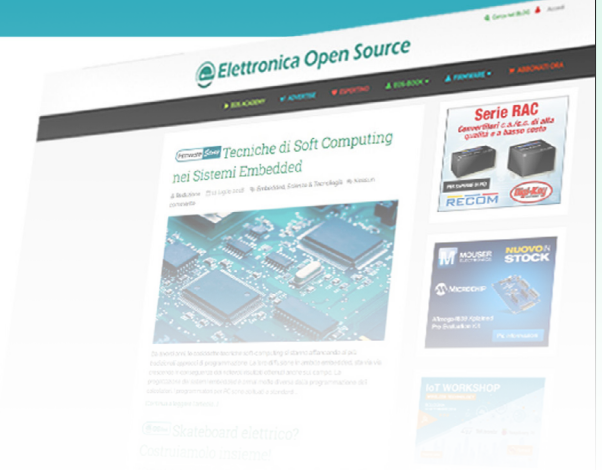
f + 83.000

in + 23.000

+ 130.000
REGISTERED USERS

6.138 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (DEC2019)

824.057 2019 ANNUAL VISITORS



PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?

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



VOGLIO ABBONARMI!

DENTRO UN COMPUTER QUANTISTICO: IL TELETRASPORTO QUANTISTICO

di Cristiano Scavongelli

Si, lo so, la prima cosa che avete pensato leggendo il titolo di questo articolo è “Star Trek”. È comprensibile. Al di là di come e quanto la scatola dei sogni forgi il nostro immaginario, è innegabile che il teletrasporto sia qualcosa che un pò tutti leghiamo alla fantascienza, sia essa cinematografica o cartacea. Pochi sanno però che il teletrasporto (una sua forma, perlomeno) è da un bel pezzo che ha tinto d'inchiostro la carta dei libri di fisica, ed è da qualche anno che si è fatto strada nei laboratori. Sì, per chi lo scoprisse solo adesso, il teletrasporto (una sua forma, perlomeno) è stato realizzato nel “mondo reale”. È una delle applicazioni dell'entanglement quantistico che sta eliminando il “fanta” dalla scienza e già per questo si merita qualche parola. Accendete quindi i motori a curvatura, e partiamo!

NO, STAR TREK E' UN'ALTRA COSA

Questo titolo per dire che, se parlando di teletrasporto quantistico vi aspettate il gatto di Schrödinger che ricompare allegro e miagolante su un altro pianeta, dovrò darvi una cocente delusione. **Mentre il teletrasporto in Star Trek è fisico, nel senso che si trasporta fisicamente della materia da un capo all'altro dell'universo, quello quantistico riguarda solo informazione.** (Si potrebbe opinare che un oggetto fisico contiene un bel pò di informazione e che, in fin dei conti, per ricostruirlo dall'altra parte sia sufficiente trasferire solo il suo contenuto informativo; non è del tutto errato, ma questa è ancora fantascienza!) Tuttavia, se siete sopravvissuti alla scorsa volta, quando vi ho parlato dell'entanglement, ricorderete forse che la trasmissione di informazione attraverso di esso è impossibile in quanto, oltre a offendere la memoria di Albert Einstein, è condizionata all'esito della misura su uno stato quantistico. Essendo questi esiti del tutto casuali, e quindi non prevedibili a priori, si può trasmettere a distanza, ma non si può decidere cosa trasmettere e questo, di fatto, equivale a non mandare informazione. Ma si può fare, in qualche altro modo? Ovviamente sì, e il motivo più semplice è una variante del principio antropico: se non si potesse, non saremmo qui

a parlarne!

La vera domanda quindi è: *come* si può fare? Lasciate che a spiegarvelo siano i due eroi del campo della teoria dell'informazione (e della crittografia, e delle telecomunicazioni, e delle reti di trasmissione e di un sacco di altre cose), Alice e Bob. Alice e Bob si trovano dunque per le mani questi due bit entangled. A questi due bit, sempre in memoria di Albert Einstein e dei suoi due compari Podolski e Rosen, si dà spesso il nome di “coppia EPR”. Diciamo che sanno che questi bit si trovano nello stato di Bell:

$$|\Phi^+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle)$$

e sanno anche che, se Alice misurasse nella base canonica:

$$\{|0\rangle, |1\rangle\}$$

“forzerebbe” il bit di Bob ad assumere lo stesso valore: se Alice ottenesse, dopo la misura, uno zero, anche Bob, se andasse a misurare il suo qubit, otterrebbe uno zero; se Alice ottenesse un uno, anche Bob otterrebbe un uno.

L'azione è istantanea e a distanza, Einstein si rivolta nella tomba ma, come Alice e Bob sanno molto bene, così facendo non riescono a trasmettere informazione, perché Alice non può pilotare il risultato della sua misura. Tra l'altro, uno schema di questo tipo è anche meno che pratico; in una situazione più "reale" ciò che Alice vorrebbe trasmettere a Bob non è uno zero o un uno, ma un qualche qubit:

$$|z\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$$

che lei possiede. Si tratta di un qubit ignoto, sospeso in una qualche sovrapposizione di zero e uno (non necessariamente in parti uguali, visto che non abbiamo specificato i coefficienti), che Alice vuole trasmettere *senza sapere* quali siano i coefficienti, perché in effetti l'unico modo che ha per determinarli è eseguire delle misure e, come non ci stancheremo mai di ripetere, una misura altera lo stato del qubit, distruggendo di fatto ciò che era prima della misura stessa. Questo generico qubit però non è entangled con nulla, quindi, si chiede Alice, non è che posso usare in qualche modo la coppia entangled che condivido con Bob per trasmettere z? In pratica, **potrei mai riuscire a trasmettere il mio qubit attraverso il canale quantistico creato dalla coppia EPR?**

RIPARTIRE DALLA BASE

Alice e Bob, in quanto esperti del settore, sanno bene che spesso la soluzione del problema la si trova rovistando

nei sacri testi. In Star Trek ciò che sembra accadere è che prima l'oggetto viene *smaterializzato* da una parte, e poi *ricostruito* dall'altra. Bob ha già l'altra metà della coppia EPR, perfetta e intonsa. E se Alice distruggesse la sua metà, e nel fare questo costringesse la metà di Bob a diventare il bit che vuole trasmettere? "Distruggere", in questo campo, significa "misurare", perché (forse l'abbiamo già detto?) la misura altera i qubit (ad esempio facendoli passare da uno stato sovrapposto ad un valore ben preciso); inoltre, se la misura la si esegue su una parte di una coppia EPR, l'operazione si manifesta dall'altro lato. L'idea di Alice sarebbe dunque quella di **eseguire una misura sulla sua metà della coppia così che l'altra metà diventi ciò che vuole trasmettere**. Teoricamente sembra avere senso. Funzionerà? Vediamo. Il punto cruciale qui è la misura. Alice e Bob (e magari anche noi) sanno già che misurare nella base canonica non consente di trasmettere informazione, perché il risultato è casuale. Ma Alice e Bob (e forse noi no) sanno anche che non devono necessariamente misurare nella base canonica; possono misurare in una base qualsiasi.

La cosa non è tanto sorprendente né arcana se si ricorda *perché* la nostra base preferita nello spazio 3D sia quella con i tre versori x, y e z perpendicolari tra loro, con il piano xy a fare da "terreno" e con z perpendicolare ad esso: perché è *comoda*. Perché è così che ci appare il mondo. Prendete il caso della **Figura 1**. La base con i tre vettori ruotati di 45° è perfettamente legittima, ma è anche orribilmente scomoda da usare e quindi ha poco senso anche solo pensare di sceglierla. Questo è un discorso che in fisica vale molto più in generale. Il sistema di riferimento in cui si analizza un problema non deve sempre e comunque essere quello canonico, può essere *qualsiasi*, e di solito viene scelto in modo tale che il problema sia *facile* da risolvere. Si può ad esempio prendere il riferi-

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

PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?

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



VOGLIO ABBONARMI!

+ 130.000

REGISTERED USERS

6.138

 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (DEC2019)

824.057

 2019 ANNUAL VISITORS

THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY

SOCIAL CONNECTIONS

 + 83.000

 + 23.000

CATEGORIES

COMPANIES/CONSULTANTS

53 %

ACADEMICS/STUDENTS

25 %

MAKERS/HOBBYISTS

22 %

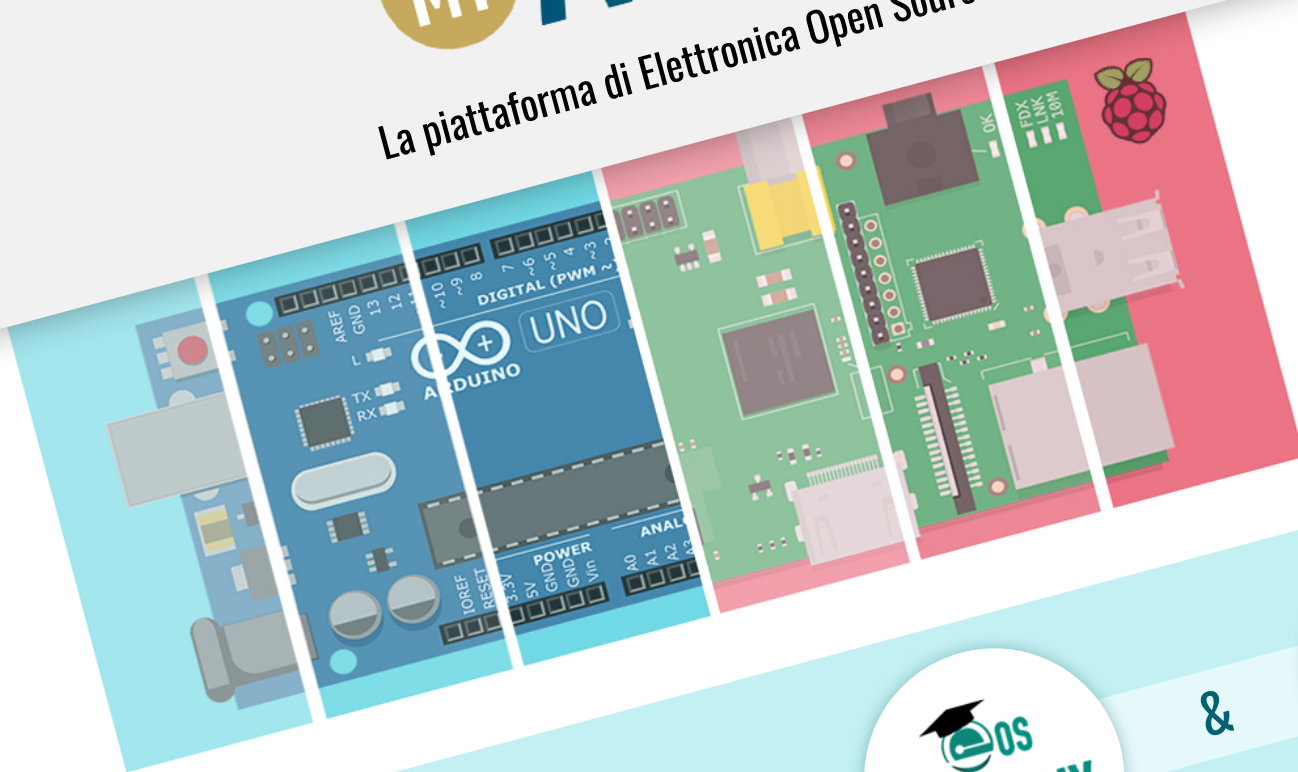


I NOSTRI CORSI DI ELETTRONICA
PER I PROFESSIONISTI
E I MAKERS



ACADEMY

La piattaforma di Elettronica Open Source dedicata ai corsi



&



PUOI AVERE TUTTI I CORSI DI

A PORTATA DI CLICK

