

## Wireless/RF Audio/Video

IN QUESTO NUMERO:

LA SCHEDA ARDUINO GIGA R1 WIFI

CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 14

PROGETTO DI UN ESTENSORE WIRELESS DI POSTO INTERNO CITOFONICO

E MOLTI ALTRI ARTICOLI E PROGETTI!



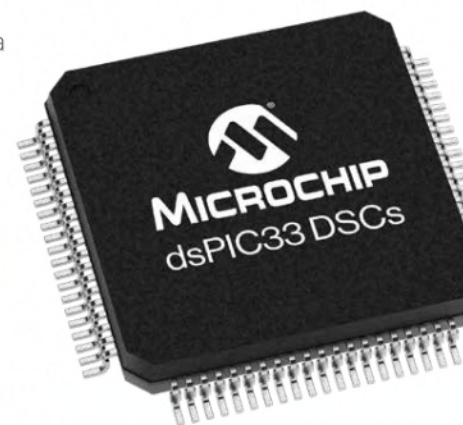
## La Scelta Giusta per il Real-Time Control: DSC dsPIC®

### La Potenza di un DSP con la Semplicità di un MCU

I nostri Digital Signal Controller (DSC) dsPIC® sono progettati per fornire ai microcontroller (MCU) la potenza e le funzionalità di un motore DSP (Digital Signal Processor), utilizzando un'architettura specializzata e un set di istruzioni.

Nel corso del tempo, questi DSC si sono evoluti fino a diventare un controller altamente capace e adattabile per applicazioni di controllo in tempo reale, rendendoli adatti per una vasta gamma di implementazioni nel settore automobilistico, industriale, della potenza digitale, del controllo motori e dell'interfacciamento avanzato dei sensori, nonché per applicazioni touch. I più recenti DSC dsPIC33 includono funzionalità avanzate e periferiche ad elevate prestazioni che supportano progettazioni e tecnologie emergenti, rendendoli la scelta ideale per gli sviluppatori che desiderano creare applicazioni avanzate in tempo reale che richiedono quanto segue:

- **Ridotta latenza:** Le applicazioni in tempo reale richiedono DSC dsPIC a bassa latenza con prestazioni deterministiche veloci.
- **Potenza di elaborazione:** DSC dsPIC fino a 100 MHz con funzionamento matematico accelerato e throughput di istruzioni elevato.
- **High-Performance Peripheral:** Prestazioni ottimizzate con il nostro ricco set di periferiche application specific ad alte prestazioni.
- **Safety:** Ampio portfolio di dispositivi functional safety-ready e functional safety-compliant che supportano funzionalità di sicurezza integrate con librerie software di diagnostica.
- **Security:** Le soluzioni con i DSC dsPIC consentono di proteggere il sistema da vari attacchi dannosi.
- **Ecosistema:** Schede di valutazione, schede di sviluppo, suite software, dispositivi e code configurator, IDE, debugger, e schemi di riferimento.



[microchip.com/dsPIC-DSCs](http://microchip.com/dsPIC-DSCs)



Il nome e logo Microchip, e il logo Microchip sono marchi industriali registrati di Microchip Technology Incorporated negli U.S.A. e altri Stati. Tutti gli altri marchi appartengono ai rispettivi titolari. © 2023 Microchip Technology Inc. Tutti i diritti riservati. MEC2540A-ITA-12-23

***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 Projetcs	1 Ottobre
Industry 4.0	Remote control	1 Novembre
Test&Measurements	Analog&Digital Signals	1 Dicembre

## Connessioni senza limiti

**C**ari lettori, siamo lieti di darvi il benvenuto al primo numero dell'anno di Firmware 2.0, la vostra autorevole guida nel vasto mondo dell'elettronica, con un set unico di contenuti tecnici, articoli, progetti stimolanti e innovativi, approfondimenti dettagliati e tutorial per tutti voi appassionati, makers e professionisti del settore.

Con Elettronica Open Source vi aspetta un anno all'insegna dell'innovazione tecnologica. Questo primo numero del 2024 rappresenta solo l'inizio di un anno promettente e ricco di nuove sfide e scoperte nelle frontiere sempre più ampie dell'elettronica.

Che tu sia un appassionato o un hobbista che sta iniziando il proprio percorso, un maker alla ricerca di ispirazione o un professionista desideroso di rimanere aggiornato sulle ultime tendenze elettroniche, in Firmware 2.0 troverai qualcosa di stimolante, tante istruzioni dettagliate e un valore aggiunto su come realizzare progetti fai-da-te, ma anche consigli pratici su strumenti e risorse essenziali. La missione di EOS è da sempre quella di offrire un approccio inclusivo e approfondito all'elettronica, e questo numero non fa eccezione. In particolare, con il 2024 appena iniziato, ci siamo posti l'obiettivo di offrirvi contenuti ancora più innovativi e informativi puntando a rendere l'elettronica sempre più accessibile a tutti, indipendentemente dal proprio livello di esperienza e conoscenza continuando a fornire un mix versatile di contenuti che coprono un'ampia gamma di interessi e competenze. In definitiva, un percorso pratico per tutti.

L'era digitale ci ha catapultato in un mondo di stimoli sensoriali senza precedenti. In questo numero, potete immergervi con noi nell'universo senza fili dove le connessioni radio e le esperienze audio/video si fondono in un connubio di tecnologia e creatività. Le reti wireless si evolvono a un ritmo senza precedenti, dalla trasmissione dati alla connettività IoT. Esamineremo come queste recenti tecnologie di comunicazione stiano trasformando radicalmente il nostro modo di vivere, lavorare e comunicare, ridefinendo la percezione dell'intrattenimento digitale e rendendo affascinanti e immersive le nostre esperienze. L'obiettivo è offrirvi uno sguardo approfondito su come il wireless stia plasmando il panorama tecnologico odierno e influenzando il design dei dispositivi di prossima generazione.

Ringraziamo tutti voi, lettori affezionati, per aver reso Firmware 2.0 un valido punto di riferimento nella vostra esplorazione dell'elettronica. Per voi nuovi abbonati ad Elettronica Open Source, siamo entusiasti di accompagnarvi in questo nuovo viaggio che vi fornirà contenuti stimolanti per la vostra curiosità alimentando la passione per l'innovazione tecnologica e il mondo elettronico.

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

# Wireless/RF Audio/Video



**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 - 146.741  
Social Network - 131.487

## © 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.

<b>EDITORIALE</b>	<b>2</b>	<b>#5 SCHEDE DI SVILUPPO PER SOLUZIONI AUDIO</b>	<b>60</b>
CONNESSIONI SENZA LIMITI			
LA SCHEDA ARDUINO GIGA R1 WIFI	<b>5</b>	PROGETTO DI UN ESTENSORE WIRELESS DI POSTO INTERNO CITOFOONICO	<b>66</b>
DEEP LEARNING PER L'IDENTIFICAZIONE DI SEGNALI WIRELESS	<b>9</b>	L'INTEGRATO SI4703: COME REALIZZARE UNA RADIO FM CON POCCHISSIMI COMPONENTI	<b>80</b>
LA CONNETTIVITÀ IOT VA IN ORBITA	<b>14</b>	#5 SCHEDE DI SVILUPPO PER SOLUZIONI WIRELESS	<b>90</b>
PROGETTO DI UN SISTEMA DI COMUNICAZIONE AUDIO WIRELESS A LUCE VISIBILE BASATO SU ESP32 PARTE 1	<b>19</b>	IMPLEMENTARE SISTEMI WIRELESS SU FPGA USANDO MATLAB/SIMULINK	<b>96</b>
PROGETTO DI UN SISTEMA DI COMUNICAZIONE AUDIO WIRELESS A LUCE VISIBILE BASATO SU ESP32 PARTE 2	<b>30</b>	RICEVITORE RIGENERATIVO: IL PIU' SEMPLICE TRA I RICEVITORI RADIO	<b>102</b>
CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI PUNTATA 14	<b>37</b>		
MONITORAGGIO AMBIENTALE: TRA WIRELESS ED AI	<b>45</b>		
SOLUZIONI AUDIO PER I PROPRI PROGETTI	<b>49</b>		
BLUETOOTH LE AUDIO: UNA NUOVA RIVOLUZIONE NEL SETTORE AUDIO	<b>53</b>		
COME REALIZZARE UN SEMPLICE MIXER AUDIO	<b>56</b>		



# LA SCHEDA ARDUINO GIGA R1 WIFI

di **Andrea Garrapa**

*Alcuni mesi fa, una nuova scheda si è unita alla famiglia Arduino, e sembra essere la più potente mai progettata indirizzata a makers e creativi. Si tratta della GIGA R1 WiFi, una scheda che apre le porte a infinite possibilità nella robotica, nell'IoT, nella musica, nella visione artificiale, nella fabbricazione digitale e in qualsiasi tipo di progetto che coinvolga macchine, interfacce ed elaborazione in tempo reale. Un nuovo prodotto per makers ambiziosi, che offre tutta la potenza del microcontrollore STM32H7 nello stesso fattore di forma delle popolari schede **Mega** e **Due** e ad un prezzo accessibile. Andiamo a vedere più nel dettaglio le potenzialità di questa scheda.*

## INTRODUZIONE

**A**rdduino **GIGA R1 WiFi**, visibile in **Figura 1**, è una scheda potente e ricca di funzionalità con una grande quantità di GPIO e connettori dedicati. Il cuore della scheda è il microcontrollore STM32H747XI basato sul sistema operativo Mbed. La GIGA R1 WiFi dispone anche di 76 GPIO, diversi bus di comunicazione, un processore dual core (480 MHz/240 MHz) e funzionalità ADC/DAC avanzate. La GIGA R1 WiFi è inoltre dotata di un modulo radio, un chip crittografico e un'antenna. Sulla scheda sono presenti un connettore USB-C per la programmazione, la comunicazione e la funzionalità HID, e un connettore USB-A per il collegamento di dispositivi come chiavette USB e tastiere. Un jack audio da 3,5 mm consente il collegamento tra la scheda e dispositivi audio come altoparlanti, microfoni, ecc.

Grazie al micro dual-core (core Cortex-M7 a 480 MHz e Cortex-M4 a 240 MHz) è possibile eseguire due sketch Arduino contemporaneamente o, perché no, un programma Arduino e uno MicroPython. Con questa architettura è possibile separare la logica di livello superiore come display, interfacce e reti da attività critiche in termini di tempo come il controllo motore. La scheda può essere alimentata a 24V e porta il numero di pin allo stellare e piuttosto unico numero di 76 (di cui 12 analogici, 13 PWM, 4 porte seriali, 3 I2C, 2 SPI, 1 FDCAN, 1 SAI). Ma tutto rientra nello stesso fattore di forma della Mega, perché il layout è ottimizzato con pin extra al centro, così è possibile potenziare i progetti esistenti o dare vita a nuove idee con più potenza e senza ingombro. GIGA R1 WiFi fornisce connettività Wi-Fi e Bluetooth Low Energy tramite un modulo Murata 1DX di alta qualità che supporta un'antenna esterna. La scheda è dotata di un connettore USB-C per alimentazione, programmazione e funzionalità

di dispositivi HID (ovvero simula un mouse o una tastiera quando è collegata a un PC) ed inoltre è dotata anche di un connettore USB-A che fornisce funzionalità host USB, il che significa che si può collegare una chiavetta USB o un'altra unità di archiviazione di massa, nonché un mouse o una tastiera esterni. Un jack audio input-output da 3,5 mm rende possibili numerosi progetti audio e musicali, mentre i pin della fotocamera e del display consentono la realizzazione di interfacce, pannelli di controllo o altre interazioni creative. Ciò rende non solo possibile, ma anche più semplice, la creazione del proprio sintetizzatore. Ultimo ma non meno importante, con Arduino Cloud si può connettere facilmente la scheda, creare dashboard complete e controllare il proprio progetto dallo smartphone utilizzando l'app nativa.

## CARATTERISTICHE DELLA GIGA R1 WIFI

Vediamo più nel dettaglio le caratteristiche tecniche dei componenti della scheda GIGA R1 WiFi.

- **Microcontrollore Dual Core STM32H747XI6**
  - Core 32-bit Arm Cortex-M7 con FPU a doppia precisione e cache L1 fino a 480 MHz
  - Core 32-bit Arm Cortex-M4 con FPU fino a 240 MHz
  - Set completo di istruzioni DSP
  - Unità di Protezione Memoria (MPU)
- **Modulo WiFi/Bluetooth Murata 1DX**
  - Wi-Fi 802.11b/g/n 65 Mbps
  - Bluetooth Low Energy
  - Connettore Micro UFL per antenna esterna
- **Memoria**
  - STM32H747XI
    - 2 MB di memoria Flash
    - 1 MB di memoria RAM

- AT25SF128A-MHB-T
  - 16 MB Flash NOR
  - Interfaccia QSPI
- AS4C4M16SA
  - 8 MB SDRAM
- **I/O**
  - Pin digitali di I/O: 76
  - Pin analogici d'ingresso: 12
  - Pin PWM: 13
  - Pin analogici di uscita (DAC0/DAC1): 2
  - USB Host: USB 2.0 A
  - USB Peripheral: USB-C
  - Livello logico: 3.3 V
  - VRTC: per alimentare RTC quando la scheda è spenta
  - Pin di spegnimento: per spegnere la scheda
- **Comunicazione**
  - 4x UART
  - 3x I2C
  - 2x SPI
  - 1x CAN (è necessario un transceiver esterno)
- **Elemento di sicurezza modulo ATEC-C608A-MAHDA-T**
- **USB**
  - USB Host USB 2.0 Type A
  - USB Peripheral USB-C
    - Porta di programmazione
    - HID
- **Connettori**
  - Camera: connettore a 20 pin per camera Arducam
  - Display: D1N, D0N, D1P, D0P, CKN, CKP, D68-D75
  - Audio jack: DAC0, DAC1, A7

un package ultra-piccolo basato sul Cypress CYW4343W. È possibile utilizzare l'interfaccia Wi-Fi IEEE802.11 b/g/n come punto di accesso (AP), stazione (STA) o in doppia modalità AP/STA e supporta un tasso di trasferimento massimo di 65Mbps. L'interfaccia Bluetooth supporta Bluetooth Classic e Bluetooth Low Energy. Un circuito interruttore d'antenna integrato consente di condividere una singola antenna esterna (J14) tra Wi-Fi e Bluetooth.

La GIGA R1 WiFi integra i 2 MB di **memoria** Flash e 1 MB di **memoria** SRAM dell'STM32H747 (U1) con 16 MB di Flash NOR dell'AT25SF128A-MHB-T (U8) e 8 MB di SDRAM dell'AS4C4M16SA (U3). U8 si connette tramite un'interfaccia QSPI al processore principale (U1). U3 funziona ad una frequenza di 166 MHz.

Due **porte USB** sono fornite sulla scheda GIGA R1 WiFi. Una USB 2.0 tipo A (J2) e una USB-C (J12). La USB 2.0 consente di collegare dispositivi esterni come periferiche, mentre il connettore USB-C consente il collegamento della scheda GIGA come periferica per altri dispositivi. Una serie di diodi TVS è posizionata sul VBUS di ciascun connettore (D4, D2) a scopo di protezione ESD.

STM32H7 (U1) è dotato di due **convertitori digitale-analogico (DAC)** che pilotano l'uscita audio stereo sul connettore jack da 3,5 mm (J15). Ogni DAC ha una risoluzione fino a 12 bit. I canali destro e sinistro sono accessibili anche tramite i pin DAC0 e DAC1 rispettivamente. Sul connettore jack (J15) è presente anche un ingresso per il microfono, che è condiviso con il pin analogico A7. La modalità Buffered nell'STM32H7 può consentire un'uscita a bassa impedenza durante la funzionalità di campionamento e tenuta (S&H) per aiutare a ridurre il consumo energetico. Sono supportati fino a 10 milioni di campioni al secondo.

L'alimentazione può essere fornita tramite i pin VIN o i 5 V dei connettori USB (J2, J12). Se l'alimentazione viene fornita dai pin VIN, è necessario collegare il pin GND al pin GND del connettore USB (J2, J12).

**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!**

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



ABBONATI ORA



Elettronica Open Source

# LA CONNETTIVITÀ IOT VA IN ORBITA

di **Mark Patrick**

*Dal momento della sua introduzione, l'IoT si è evoluto significativamente. Tra le molteplici applicazioni di questa tecnologia, il tracciamento (tracking) degli asset è senza dubbio quella che ha fatto registrare la maggiore diffusione. Le tipologie di asset tracciati sono estremamente diverse tra loro, dai container alla spedizione di medicinali indispensabili, dalle apparecchiature utilizzate nei settori "capital intensive" al bestiame. Alcune di queste tipologie di asset sono caratterizzate da un'elevata mobilità, attraversando nazioni e aree geografiche del mondo in molte delle quali non è presente una copertura mediante reti cellulari o LPWAN (Low Power WAN). Grazie a recenti innovazioni è ora possibile fornire la connettività IoT in modalità wireless attraverso satelliti LEO (Low Earth Orbit). Scopo di questo articolo è spiegare come implementare la connettività IoT globale in modo economico mediante SatIoT (Satellite IoT) e illustrare le caratteristiche della linea di prodotti di Astrocast.*

## CONNETTIVITÀ IOT/IOT WIRELESS

**L**e origini dell'Internet of Things (IoT) sono poco chiare, anche se parecchie fonti fanno riferimento a un distributore automatico di bibite installato in un'ala della Carnegie Mellon University all'inizio degli anni '80. Il termine attuale è comunque stato coniato solo alla fine del 1999 da Kevin Ashton, periodo in cui il concetto di IoT stava iniziando a diffondersi. Come accade per molte innovazioni basate sull'elettronica, lo sviluppo tecnologico e l'adozione da parte dell'industria sono iterativi. I cicli di innovazione e domanda sono fenomeni noti e la crescita dell'IoT e della sua controparte industriale (IIoT - Industrial IoT) ha seguito questi schemi ciclici. Tra i numerosi esempi si può segnalare il funzionamento a basso consumo, necessario nelle applicazioni alimentate a batteria, che ha rappresentato un significativo ostacolo all'adozione dell'IoT fino all'avvento dei microcontrollori a bassissimo consumo (ULP - Ultra Low Power). Mentre all'inizio i dispositivi IoT erano cablati nelle reti Ethernet, l'ampia gamma di potenziali applicazioni basate sulla mobilità ha reso necessario il ricorso a reti LPWAN, in grado di fornire una connettività wireless resiliente e a basso consumo.

## OPZIONI DI CONNETTIVITÀ WIRELESS PER L'IOT

Inizialmente, la connettività IoT/IIoT wireless era limitata alle installazioni Wi-Fi presenti nelle abitazioni, negli uffici e nelle fabbriche. Tuttavia, l'ampiezza di banda del Wi-Fi è eccessiva rispetto a quella richiesta dalla maggior parte dei semplici sensori utilizzati in ambito IoT. Senza dimenticare che quello Wi-Fi è un protocollo wireless

caratterizzato da elevati consumi, adatto quindi per applicazioni alimentate dalla rete o per quelle che utilizzano una batteria a elevata capacità. Anche la connettività dati cellulare era inizialmente considerata un'alternativa costosa. Il servizio NB-IoT (Narrow Band IoT), integrato nelle specifiche 3GPP per le comunicazioni cellulari nel 2016, mette a disposizione una connessione caratterizzata da bassi consumi e ridotta ampiezza di banda ideale per parecchi sensori IoT. Per le installazioni IoT geograficamente disperse, l'avvento dei protocolli LPWAN sub-GHz come LoRa ha rappresentato un'alternativa a basso costo operante nello spettro non coperto da licenze alle tecnologie cellulari.

Grazie all'aumento del numero di opzioni di connettività wireless è stato possibile incrementare la gamma di potenziali applicazioni. Sebbene molte delle prime installazioni wireless alimentate a batteria fossero di tipo fisso, come ad esempio i contatori di utenze, la possibilità di sviluppare dispositivi IoT per applicazioni di tracciamento ha senza dubbio contribuito ad accelerare l'adozione di questa tecnologia. Come accennato all'inizio dell'articolo, l'applicazione IoT più diffusa è il tracciamento degli asset, dove l'asset (ovvero la risorsa da monitorare) può essere un container caricato su una nave in viaggio dall'Asia all'Europa oppure un lavoratore solitario impegnato in un'area di ricerca di vaste dimensioni. La gamma di applicazioni per il tracciamento degli asset è assai varia e spazia dai macchinari di grandi dimensioni usati nei settori "capital intensive" alle singole spedizioni di forniture di medicinali urgenti. L'agricoltura è un altro esempio di applicazione di tracciamento o monitoraggio che



Figura 1: La posizione delle tre orbite - GEO, MEO e LEO - rispetto alla Terra con l'indicazione delle rispettive distanze e della latenza del segnale di andata e ritorno (Fonte: Mouser)

beneficia dei vantaggi legati all'uso di sensori a basso consumo collegati a reti LPWAN.

Nel momento in cui è necessario scegliere il tipo di connettività wireless da utilizzare, i progettisti devono tenere in considerazione parecchi fattori, tra cui:

**Intervallo geografico:** per quanto concerne questo aspetto, è necessario porsi domande circa il tipo di asset che si sta tracciando (o con il quale si è in comunicazione) e la distanza utile per poterlo seguire (o rimanere in contatto). Potrebbe infatti trattarsi di un asset ubicato a pochi chilometri da una postazione centrale, come ad esempio un'azienda agricola, oppure un container in viaggio attraverso il globo. Un altro fattore da tenere in considerazione nelle applicazioni di tracciamento è l'accuratezza del posizionamento. Il tracciamento di un container su un camion potrebbe richiedere un livello di accuratezza inferiore a 3 chilometri, mentre nel caso di un ricercatore che opera all'interno di laboratorio la precisione richiesta potrebbe essere inferiore al metro. L'attraversamento di confini, sia

regionali sia nazionali, richiederà l'utilizzo del roaming cellulare, con possibilità di attivare la procedura di fall-back nei casi in cui il metodo di comunicazione principale non sia disponibile.

**Sorgente di alimentazione:** anche se l'alimentazione a batteria assicura la massima flessibilità, l'autonomia delle batterie ricaricabili può essere aumentata laddove sia prevista la possibilità di ospitare pannelli solari o di accumulare energia da fonti dirette o dall'ambiente. Il duty cycle del dispositivo determina la durata della batteria: per tale motivo, un dispositivo di tracciamento che deve comunicare una sola volta al giorno risulterà adatto per un container che viaggia via mare, ma non per il monitoraggio delle consegne giornaliere.

**Latenza e dimensioni del pacchetto dati:** la quantità dei dati che deve essere trasferita, la frequenza di trasferimento e la necessità o meno dell'interazione in real-time sono tutti elementi da tenere in considerazione.

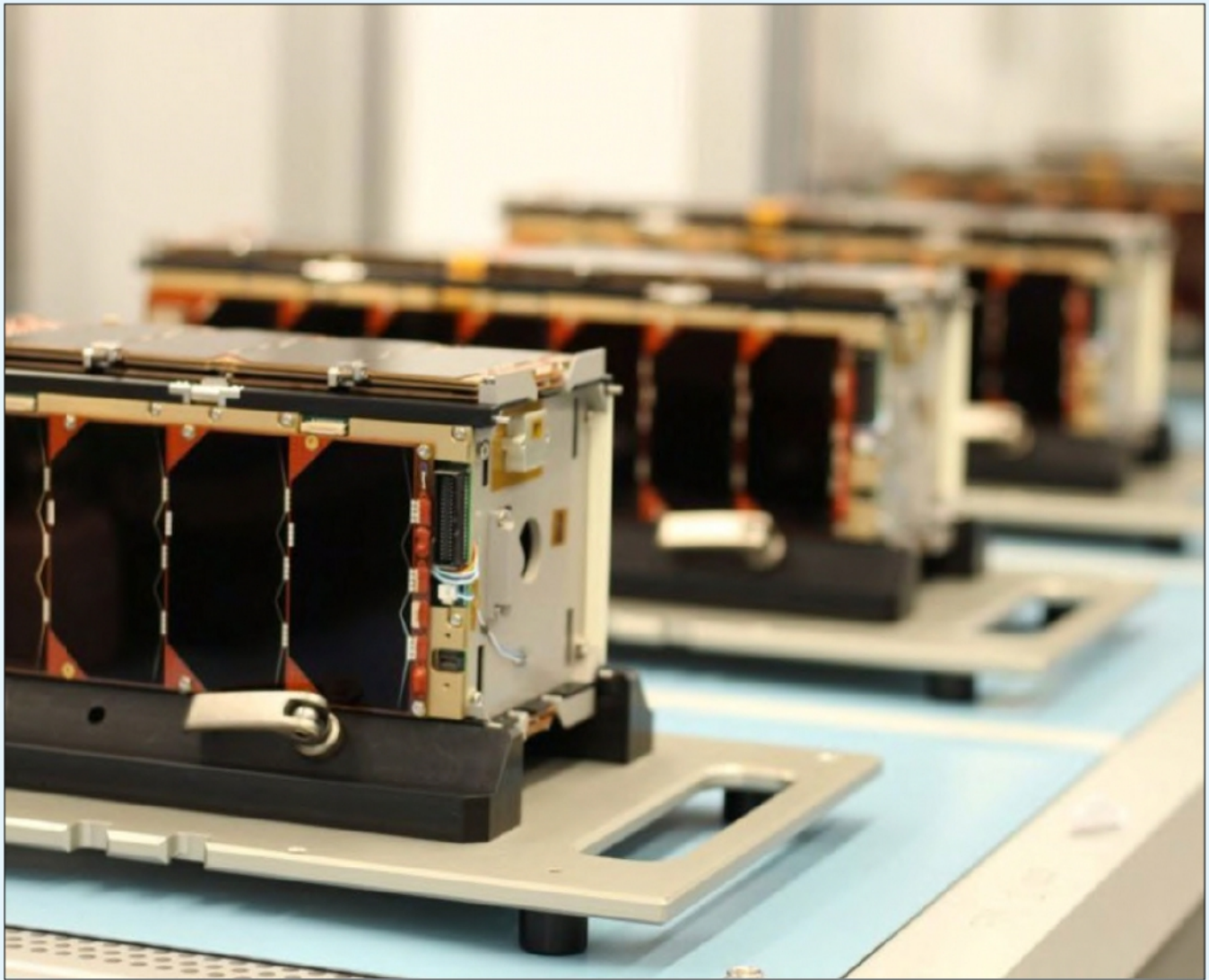


Figura 2: I satelliti CubeSat di Astrocast (Fonte: Astrocast)

Il carico utile (payload) di un semplice sensore di temperatura e umidità può essere minore di 10 byte, di gran lunga inferiore rispetto a quello dei sensori basati sulla visione utilizzati nei processi di controllo industriali.

A causa dell'incremento del numero di applicazioni IoT, in particolare quelle di natura globale come appunto il tracciamento degli asset o la gestione di installazioni geograficamente disperse su larga scala, aumenta la necessità di integrare più metodi di connettività in un singolo dispositivo.

I progressi nel campo delle tecnologie satellitari e la riduzione dei costi connessi alla loro adozione hanno contribuito a rendere la connettività IoT basata su satellite un'opzione decisamente interessante per parecchie applicazioni.

## CONNETTIVITÀ IOT SATELLITARE

La messa in orbita di satelliti di comunicazione non è certamente un fenomeno recente, in quanto può essere fatto risalire agli inizi degli anni '60. Tuttavia, è solo nell'ultimo decennio che si è assistito a un incremento esponenziale del numero di satelliti lanciati: si tratta di dispositivi compatti, di costo contenuto e con dimensioni non superiori a quelle di una scatola di scarpe. Questi satelliti di piccole dimensioni sono stati denominati CubeSat e NanoSat. La loro diffusione è tale che molti di essi sono costruiti persino nei college e nelle università e vengono lanciati dalla NASA o da altre aziende appaltatrici che si occupano della messa in orbita di satelliti commerciali. Un nanosatellite in formato 1U ha dimensioni pari a 10x10x10 cm, mentre il suo peso solitamente non supera 1,3 kg. L'iniziativa CSLI (CubeSat Launch Initiative) della NASA offre un accesso allo spazio a costi contenuti a istituti scolastici, musei e

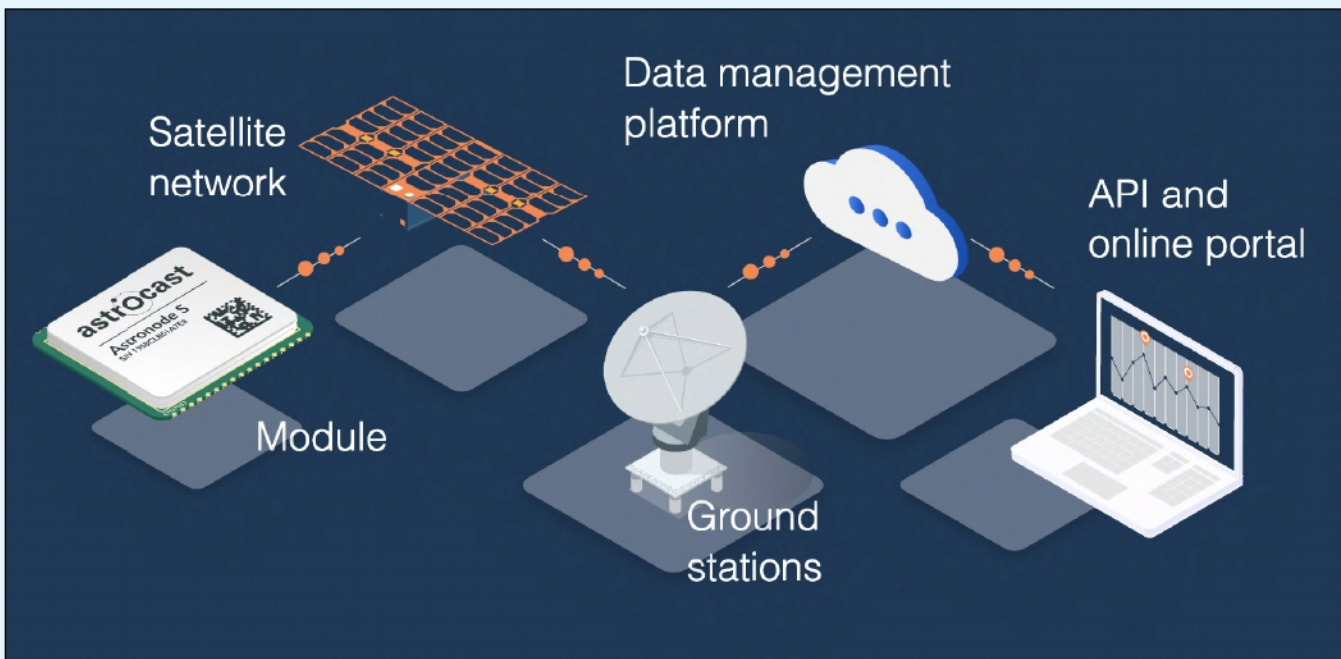


Figura 3: Struttura del servizio SatIoT di Astrocast (Fonte: Astrocast)

centri scientifici. Decine di satelliti CubeSat possono essere lanciati contemporaneamente.

I satelliti, come riportato in **Figura 1**, possono essere collocati in una delle tre orbite terrestri.

Un'orbita geostazionaria consente a un satellite di apparire sempre nella stessa posizione da un punto fisso di osservazione sulla Terra (in altre parole viaggiano alla stessa velocità di rotazione della Terra). Da sottolineare il fatto che, a causa delle distanze coinvolte, la latenza è significativa e può arrivare a 0,6 secondi. I satelliti televisivi come la nota costellazione Astra 1, formata da quattro satelliti, percorrono un'orbita GEO e trasmettono migliaia di canali televisivi, radio e interattivi in Europa da una distanza di circa 35,768 km dalla Terra. La maggior parte dei satelliti GNSS si trovano sull'orbita MEO a una distanza di circa 22 chilometri dalla Terra.

Il posizionamento di una costellazione di satelliti CubeSat per fornire la connettività IoT si sta rivelando un'opzione sempre più interessante per numerose applicazioni. Sebbene ciascun satellite CubeSat sia visibile da un dispositivo IoT posizionato sulla terra per un breve periodo di tempo, ci saranno circa 10-12 passaggi giornalieri, numero ovviamente destinato a crescere per ogni satellite CubeSat che viene aggiunto alla costellazione. Senza dimenticare che la latenza di un satellite CubeSat che sfrutta l'orbita LEO è sensibilmente inferiore rispetto a quella di satelliti posizionati sulle orbite più distanti ed è quindi più che sufficiente per le esigenze della maggior parte delle

applicazioni di tipo non deterministico.

Tra le numerose applicazioni che possono trarre indubbi vantaggi dall'utilizzo della connettività SatIoT si possono menzionare l'agricoltura "smart", il tracciamento di asset su scala globale e il monitoraggio delle prestazioni di macchinari pesanti. Tra gli altri possibili utilizzi da segnalare, l'acquisizione dei dati da boe in acque profonde e l'ottimizzazione del consumo di carburante delle imbarcazioni.

### **ASTROCAST, UN ESEMPIO DI FORNITORE DI CONNETTIVITÀ SATIOT**

Astrocast è un esempio di azienda fornitrice di connettività IoT satellitare, che dal 2019 lancia satelliti CubeSat del peso di circa 5 kg utilizzando prevalentemente razzi di SpaceX. Grazie alla sua più recente missione, che nel gennaio del 2023 ha visto il lancio di altri quattro satelliti CubeSat in formato 3U (di dimensioni pari a 10x10x 34 cm), la società svizzera può ora contare su una costellazione formata da 18 satelliti. Nella **Figura 2** sono riportati i satelliti CubeSat di Astrocast pronti per l'ispezione finale. Oltre alla realizzazione e al posizionamento della costellazione satellitare, Astrocast propone la famiglia di moduli Astronode, dotati di ricetrasmittitore operante in banda L a basso consumo ed elevato grado di integrazione ottimizzati per la comunicazione diretta con la rete di satelliti della società.

La rete Astrocast offre una connessione bi-direzionale caratterizzata da una latenza ridotta, inferiore a 15 minuti per



Figura 4: Il modulo ricetrasmittitore Astronode S per applicazioni SatIoT (Fonte: Astrocast)

l'intera costellazione, e prevede la possibilità di effettuare l'aggiornamento dei dispositivi IoT in modalità OTA (Over-The-Air). La sicurezza dei dati è garantita attraverso la cifratura AES a 256 bit a più livelli. Nella **Figura 3** viene riportata l'architettura ad alto livello del servizio SatIoT di Astrocast.

Il **modulo Astronode S** (**Figura 4**) è stato espressamente ideato per la connessione dei dispositivi con la rete IoT satellitare di Astrocast. Esso integra un microcontrollore ARM Cortex M33 e un ricetrasmittitore radio operante in banda L disponibile sotto forma di ASIC proprietario per la comunicazione con la costellazione di satelliti di Astrocast. La comunicazione con un dispositivo IoT host avviene attraverso un'interfaccia UART a basso consumo e altre porte GPIO. I dati possono essere memorizzati in qualsiasi momento nel buffer dei messaggi di Astronode. È possibile archiviare fino a un massimo di 8 messaggi, con un carico utile per ogni messaggio compreso fra 1 e 160 byte. Tali messaggi saranno inviati automaticamente al successivo passaggio del satellite. I consumi di potenza sono pari a 76 mA (max.) durante la trasmissione e di 320 nA quando il modulo si trova nella modalità "deep sleep", mentre la potenza di uscita in trasmissione può arrivare a +20 dBm.

Il modulo **Astronode S+** integra il modulo ricetrasmittitore di Astronode S e un'**antenna patch Astronode** cera-

mica compatta ottimizzata per il funzionamento in banda L. Estesa ampiezza del fascio, guadagno pari a +3 dBic e impedenza di 50  $\Omega$  sono le altre caratteristiche di rilievo.

### LA CONNETTIVITÀ SATELLITARE APRE LA STRADA AD APPLICAZIONI IOT GLOBALI

Con l'aumentare del numero delle applicazioni IoT/IIoT, una connettività globale che abbini bassi consumi e consumi ridotti è divenuta un elemento cruciale. In passato, l'accesso alle comunicazioni satellitari era riservato alle agenzie governative e alle organizzazioni di ricerca nazionali. Grazie all'IoT satellitare sarà possibile accedere a una connettività veramente globale, economica e a basso consumo da utilizzare in applicazioni commerciali.

La combinazione tra SatIoT e i protocolli wireless esistenti mette a disposizione un approccio estremamente flessibile e versatile per la connettività IoT.

Fonte Immagine in evidenza: Gorodenkoff/stock.adobe.com

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/la-connettivita-iot-va-in-orbita>

# CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 14

di Fulvio De Santis

Nella **precedente puntata** del corso abbiamo parlato del Principio di Sovrapposizione degli effetti descrivendone i vantaggi di utilizzo nel calcolo di circuiti complessi. Utilizzando il metodo di Sovrapposizione degli effetti abbiamo eseguito un esercizio per dimostrare come calcolare correnti e tensioni in un circuito con generatori indipendenti di tensione e un generatore dipendente di corrente controllato in corrente. Poi, abbiamo confrontato il metodo di Sovrapposizione degli effetti con il metodo dell'analisi nodale ricalcolando il circuito constatando la validità del Principio di Sovrapposizione degli effetti nel semplificare il circuito, riducendone la complessità di calcolo mediante l'analisi di sezioni del circuito, seppur più laborioso rispetto al metodo dell'analisi nodale. In questo articolo del "Corso di Elettronica per ragazzi - Puntata 14" riepilogheremo quanto fin qui appreso mediante altre esercitazioni di ripasso degli argomenti fin qui trattati.

## INTRODUZIONE

L'obiettivo di questa puntata è quello di continuare ad approfondire e consolidare mediante esercitazioni gli argomenti fondamentali dell'elettronica: la legge di Ohm, l'analisi nodale, le leggi di Kirchhoff, il teorema di Thevenin, la resistenza equivalente, il modello equivalente di un amplificatore di tensione e i generatori controllati di tensione e di corrente. Nelle puntate 11 e 12 del corso abbiamo studiato l'amplificatore di corrente mediante l'esecuzione di una esercitazione con il circuito riportato in **Figura 1**.

L'amplificatore di corrente che abbiamo analizzato in quelle due puntate è costituito da due generatori, ossia un generatore indipendente di corrente  $I_G$  e un generatore dipendente di corrente controllato in corrente, e alcuni resistori fra cui il resistore di carico  $R_L$ . Il circuito che invece

studieremo in questa puntata è un amplificatore di tensione che mostriamo in **Figura 2**.

Il circuito di **Figura 2** è un modello di circuito equivalente del transistor che abbiamo incontrato nella puntata 10 del corso e che approfondiremo quando parleremo del transistor. Questo amplificatore di tensione è costituito dal generatore indipendente di tensione  $V_g$ , dal generatore dipendente di tensione controllato in tensione  $0,1 V_o$  (deve intendersi come  $0,1 \cdot V_o$ ), da un generatore dipendente di corrente controllato in corrente  $10 I_1$  (deve intendersi come  $10 \cdot I_1$ ) e da due resistori  $R_1$  e  $R_2$  rispettivamente da  $2 \text{ K}\Omega$  e  $1 \text{ K}\Omega$  (ricordiamo che  $\text{K}$  è un moltiplicatore per 1000). Detto questo, normalmente, in pratica, la tensione che viene amplificata viene resa disponibile su un carico esterno, ossia un elemento utilizzatore che usufruisce di questa tensione, nel nostro caso rappresentato dal

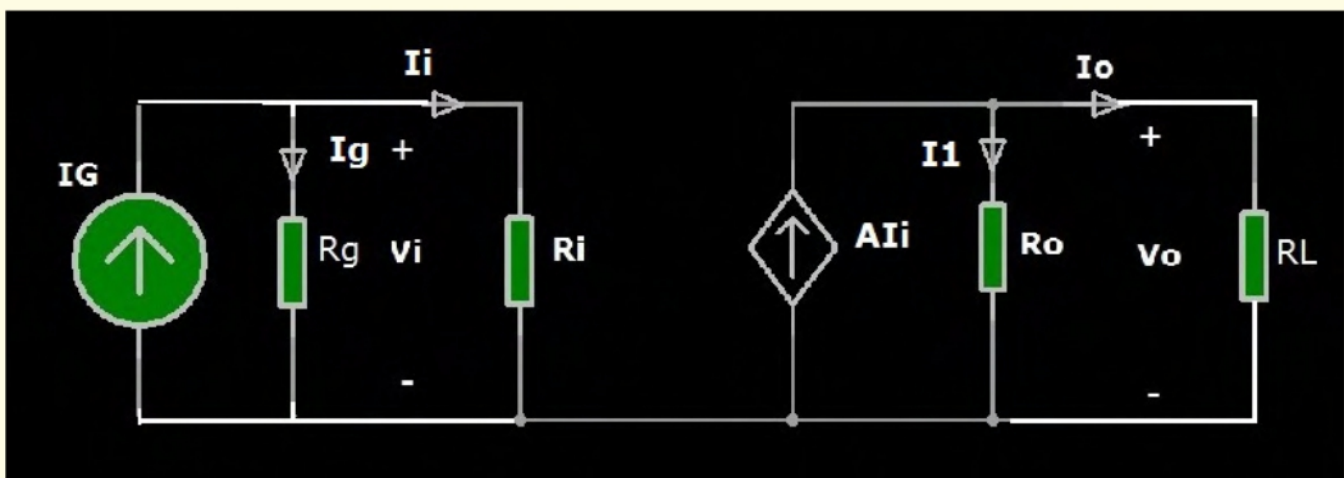


Figura 1: Amplificatore di corrente

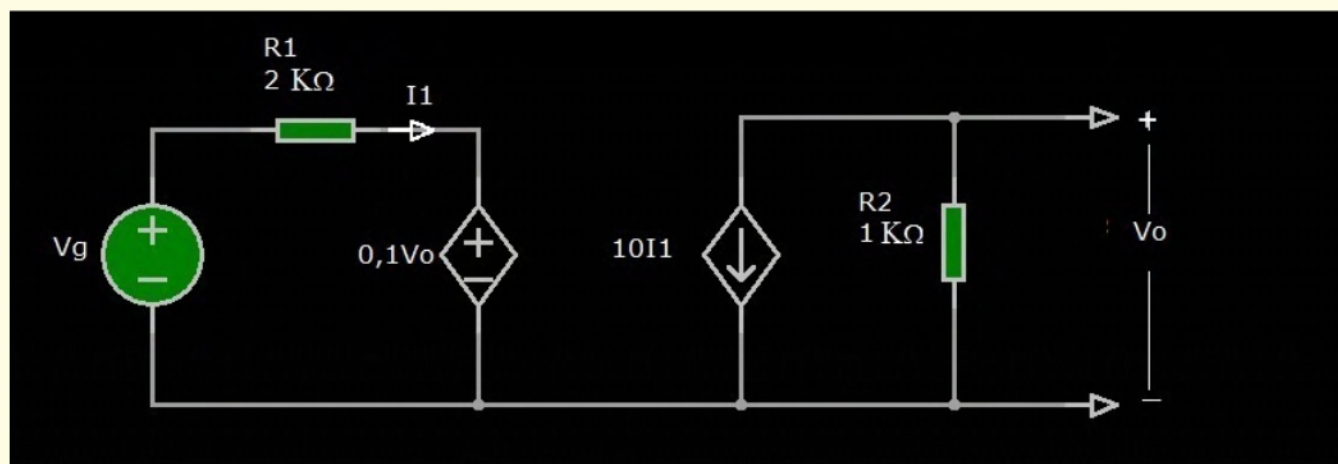


Figura 2: Amplificatore di tensione

resistore  $R_L$  collegato all'uscita dell'amplificatore, come mostrato in **Figura 3**.

Quindi, di questo amplificatore vogliamo calcolare l'amplificazione di tensione  $A_v = V_L/V_g$ , ovvero quanto viene amplificata la tensione del generatore indipendente  $V_g$  trasformata nella tensione di uscita  $V_L$  applicata ai capi del resistore di carico  $R_L$  dell'amplificatore. Ma come facciamo a calcolare l'amplificazione  $A_v$ ? Il circuito sembra piuttosto complesso! Ora, vedremo come semplificare il circuito utilizzando il teorema di Thevenin. Di seguito riportiamo la definizione del teorema di Thevenin:

*Il teorema di Thevenin afferma che un qualsiasi circuito resistivo è equivalente ad un generatore indipendente di tensione e una resistenza in serie. Il valore di tensione del generatore corrisponde alla tensione a vuoto (o a circuito aperto) calcolata ai capi dei due terminali del circuito, mentre il valore della resistenza equivalente è la resistenza del circuito calcolata con tutti i generatori indipendenti spenti.*

generatore indipendente di tensione  $V_T$  con in serie la resistenza equivalente  $R_T$ . Quindi, in definitiva, il circuito dell'amplificatore di **Figura 3** potremo ridisegnarlo come quello mostrato in **Figura 4**.

Da quanto detto sopra, inizieremo calcolando la resistenza equivalente  $R_T$  dell'amplificatore. Innanzitutto, ricordiamo quali sono i metodi da utilizzare per calcolare la resistenza equivalente  $R_T$ . Sappiamo che i generatori dipendenti o controllati sono elementi lineari di tipo resistivo, quindi anch'essi fanno parte della rete resistiva nel calcolo della resistenza equivalente. Prima di procedere, riteniamo utile spiegare in che modo si può calcolare la resistenza equivalente di una rete resistiva. Ci sono due metodi per calcolare la  $R_T$  basati sull'applicazione di un generatore indipendente generico alla rete resistiva: il metodo del generatore di tensione e il metodo del generatore di corrente. Nella **Figura 5** sono schematizzati i due metodi.

Nella **Figura 5a**, il generatore di tensione  $V_o$  fa circolare una corrente  $I_x$  nella rete resistiva il cui valore equivalente  $R_T$  viene calcolato con la legge di Ohm:

**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

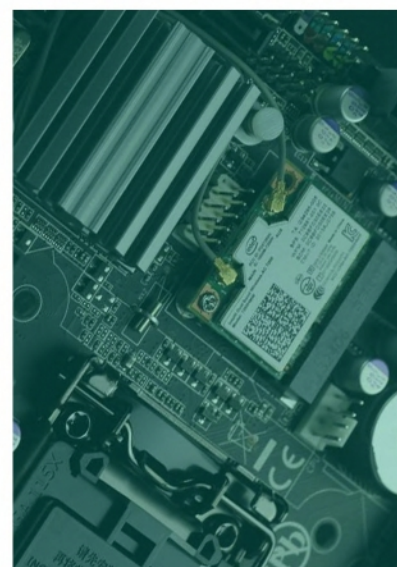
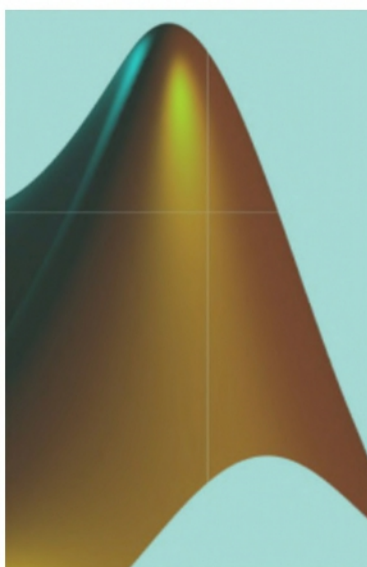


**VOGLIO ABBONARMI!**



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!**



# PROGETTO DI UN ESTENSORE WIRELESS DI POSTO INTERNO CITOFONICO

di Fulvio De Santis

*In questo articolo, viene presentato il progetto di un estensore wireless di posto interno citofonico, ossia un duplicato funzionale del citofono che si trova all'interno di un'abitazione o di un ufficio, facente parte di un impianto citofonico multiutente. Lo scopo di questo progetto è di ottenere la possibilità di utilizzare il citofono quando non si è all'interno dell'edificio e in modo che possa operare anche ad una distanza fino a 1 Km ed oltre nello spazio aperto. L'estensore wireless citofonico di questo progetto s'intende applicabile agli impianti tradizionali analogici 4+N fili con chiamata elettronica della URMET, una tipologia di impianto citofonico residenziale ancora molto diffuso in Italia.*

## INTRODUZIONE

Un citofono è un sistema di comunicazione vocale che viene utilizzato in uno o più edifici. Gli impianti citofonici sono progettati per realizzare servizi come la conversazione tra utenti interni ed esterni dell'impianto, effettuare una chiamata per richiedere l'attivazione della conversazione e l'apertura della porta di accesso ad un edificio o abitazione. Le apparecchiature necessarie per la realizzazione di un impianto citofonico di base sono essenzialmente le seguenti: pulsantiera dotata di posto citofonico esterno audio, noto come "parla-ascolta", postazioni citofoniche interne, alimentatore citofonico e relè di servizio, ove necessario. Il sistema presentato in questo articolo è un citofono basato sulla tecnica di trasmissione e ricezione wireless LoRa di informazioni vocali a cui possono accedere più utenti contemporaneamente sia in full-duplex che in PTT (Push To Talk) alla frequenza desiderata selezionabile dagli utenti. In sostanza, si tratta di un duplicato funzionale wireless del citofono di posto interno collegato in parallelo alle linee di colonna di un impianto citofonico tradizionale analogico 4+N preesistente. Successivamente, dedicheremo una parte dell'articolo per descrivere questo tipo di impianto ancora molto diffuso nel nostro paese. Questo sistema di comunicazione citofonica wireless può essere utilizzato in qualsiasi area applicativa, sia domestica che lavorativa, grazie alla semplicità e flessibilità di utilizzo. Mediante un software dedicato, l'utente può impostare la diversa banda di frequenze per la comunicazione che deve essere la stessa per tutti gli altri utenti dello stesso gruppo. Il trasmettitore LoRa viene utilizzato per generare segnali portanti RF modulati che vengono ricevuti e demodulati dal ricevitore LoRa.

Un citofono wireless è un dispositivo di telecomunicazione che consente la comunicazione vocale senza la necessità di cavi tra le postazioni citofoniche interne (PI) all'edificio (abitazione/ufficio) e tra le postazioni citofoniche interne e le postazioni citofoniche esterne (PE) all'edificio. Un impianto citofonico cablato, come lo schema dell'impianto analogico 4+N, può anche includere elementi citofonici wireless. Ci sono molti tipi di sistemi citofonici wireless sul mercato, ma non si trovano estensori citofonici wireless come quello proposto in questo progetto che possa integrarsi in un impianto preesistente, almeno secondo le nostre ricerche. Esistono anche sistemi che sono pubblicizzati come wireless, ma comunicano tramite il cablaggio elettrico in corrente alternata dell'alimentazione esistente dell'edificio, nota come "powerline".

In generale, nei sistemi citofonici si possono anche integrare connessioni con sistemi di altoparlanti, walkie talkie, telefoni e vari sistemi citofonici in derivazione. I sistemi citofonici possono gestire dispositivi di sicurezza come luci di segnalazione e serrature delle porte. Ci sono citofoni domestici semplici e citofoni sviluppati per diversi tipi di abitazioni collettive. Alcuni sono dotati di monitor video e relativo cablaggio (videocitofoni) e possono essere collegati a postazioni esterne dotate anch'esse di monitor e di pulsantiere con cavi in rame da 4 a 6 coppie. Le ultime generazioni di citofoni funzionano mediante collegamento TCP/IP (noto con impianto a 2 fili) ovvero ogni citofono è individuato attraverso il suo univoco indirizzo IP.

## L'IMPIANTO CITOFONICO 4+N

Il tipo di impianto cui è applicabile l'estensore wireless citofonico del nostro progetto è il sistema citofonico 4+N

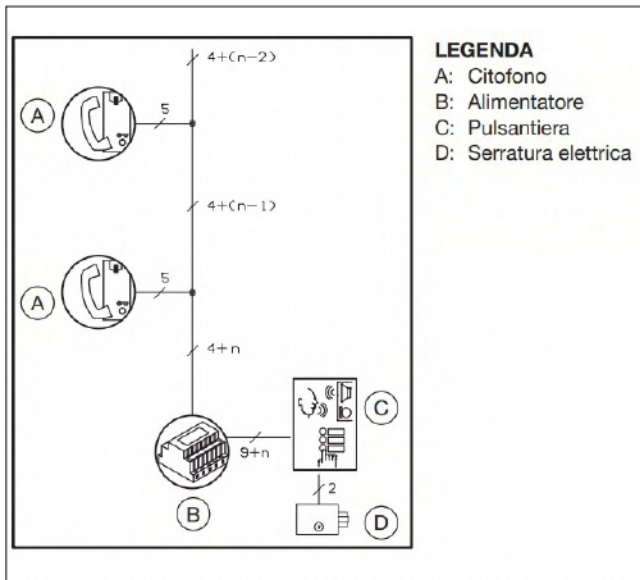


Figura 1: Schema di principio di un impianto citofonico 4+N

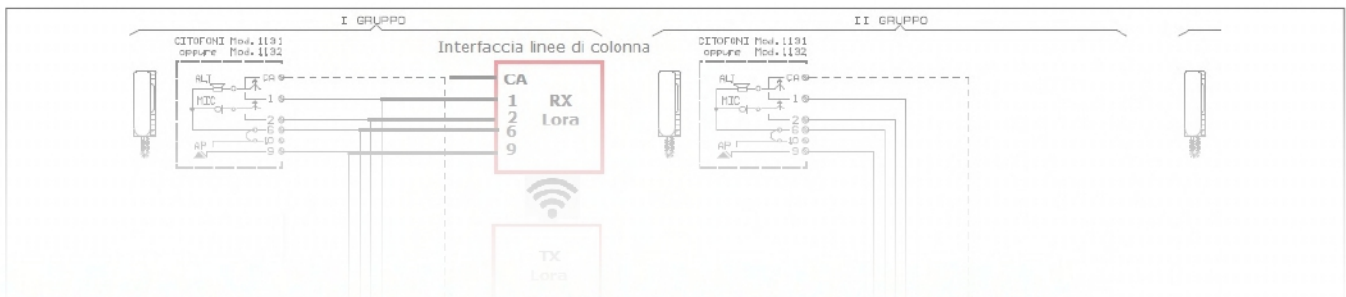
della Urmet. Questo tipo di impianto permette di realizzare il servizio di portiere elettrico impiegando 4 fili comuni a tutti i citofoni interni (2 di andata e 2 di ritorno fonia, ossia, massa di alimentazione citofono, comando della serratura elettrica di apertura della porta, segnale audio microfonico e segnale audio verso l'altoparlante) più N fili di chiamata (N simboleggia le n linee di chiamata verso gli n citofoni dell'impianto).

L'impianto citofonico 4+N può essere realizzato con chiamata tradizionale con buzzer oppure con tono di chiamata elettronica. Il sistema 4+N con chiamata elettronica consente di scegliere tra apparecchi citofonici con design e colori diversi. Tra i vari apparecchi per postazioni interne è inoltre possibile l'impiego di citofoni con funzioni particolari (segretezza della conversazione e led di indicazione dello stato della porta di accesso, tasto di inserzione del circuito fonico, possibilità di aggiunta di altri tasti direttamente nel citofono) e svariati accessori. Estratto da un documento della Urmet, la **Figura 1** riporta lo schema di principio di un impianto citofonico 4+N.

In un impianto citofonico 4+N è possibile connettere i vari citofoni interni, oltre che al posto esterno, anche tra di loro, realizzando così impianti intercomunicanti. I sistemi con chiamata tradizionale (non elettronica) sono adatti per la realizzazione di nuovi impianti con segnale di chiamata su un buzzer dedicato interno al citofono.

### DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Nello schema elettrico di **Figura 2** è riportata una parte dello schema di un impianto citofonico della Urmet denominato "IMPIANTO CITOFONICO - SISTEMA CON CHIAMATA ELETTRONICA", che è proprio lo schema di impianto che utilizzeremo per dimostrare il collegamento dell'estensore wireless citofonico.



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

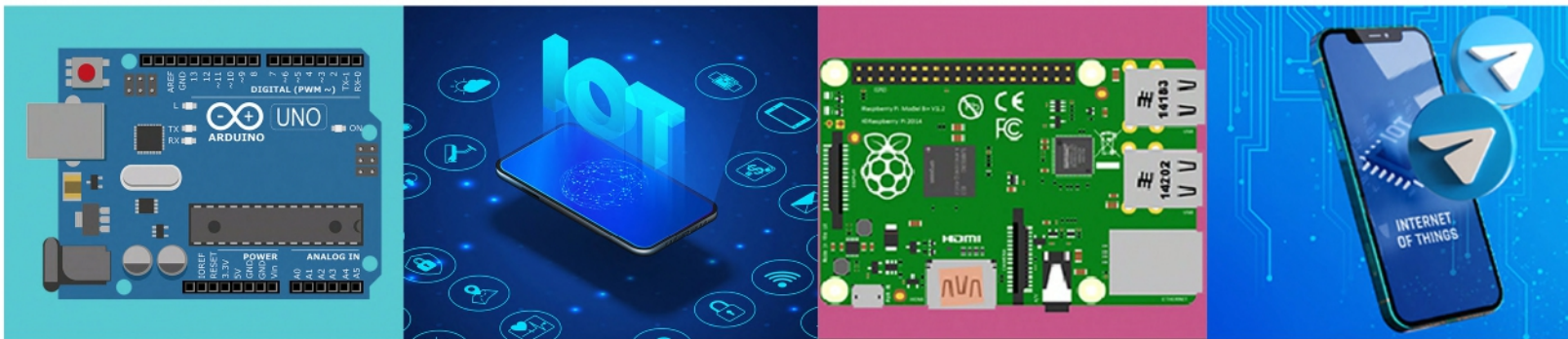
**PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?**

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



**VOGLIO ABBONARMI!!**

# 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**

**MAKERS**  
 **CADEMY**

**SCOPRI I CORSI!**



# + 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 %**

