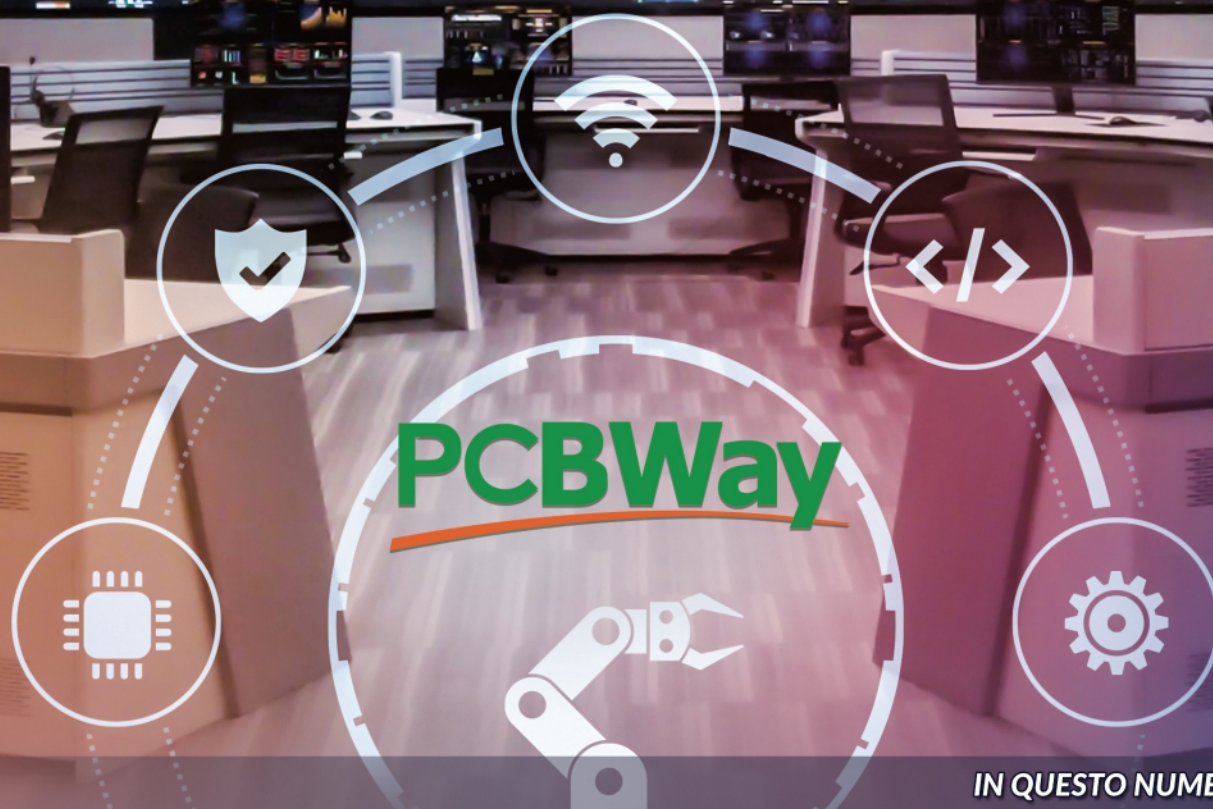


Industry 4.0 Remote control



IN QUESTO NUMERO:
**PROGETTO DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO E CONTROLLO REMOTO DI CARICHI
ELETTICI BASATO SUL MODULO IOT ESP32 LORA**
CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 22
UNA RETE LORA PER USI DOMESTICI
E MOLTI ALTRI ARTICOLI E PROGETTI!



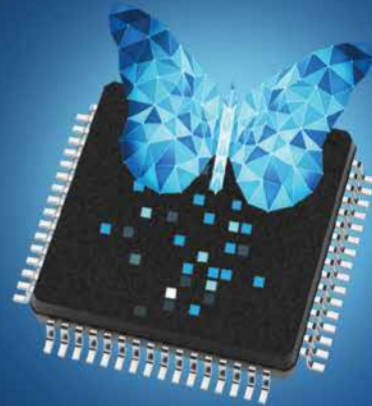
dsPIC33F
40 MHz



dsPIC33E
70 MHz



dsPIC33C
100 MHz



dsPIC33A
200 MHz
32-bit CPU with FPU
10x Faster Analog

Digital Signal Controller dsPIC® di Prossima Generazione

Guida l'Innovazione e la Precisione nel Controllo Real-Time

I sistemi di controllo progressivo in tempo reale richiedono una maggiore ottimizzazione, una maggiore efficienza computazionale e più ampie funzionalità. Il nuovo DSC dsPIC33A di Microchip affronta le complessità dell'esecuzione di progetti di sistemi ad alte prestazioni. Questo avanzato controller vanta una maggiore efficienza e capacità di integrazione, consentendo l'esecuzione di più funzioni attraverso un unico dispositivo. Facilita l'integrazione del codice da strumenti di progettazione basati su modelli con una maggiore attenzione alla sicurezza. I primi dispositivi dsPIC33AK "MC1" rilasciati in questo portfolio includono le seguenti caratteristiche chiave:

- Set di istruzioni completo a 32-bit
- Co-processore FPU (Floating-Point Unit) a singola e doppia precisione
- Fino a 128 Kbytes di Program Flash Memory (ECC)
- Fino a 16 Kbytes di RAM Memory (ECC e MBIST)
- Fino a 2.5 ns PWM Resolution
- Due ADC a 12 bit ad alta velocità fino a 40 Msps (latenza di conversione 25 ns)
- Tre Comparatori Analogici 5ns
- Tre Operational Amplifier 100 MHz
- ISO 26262/IEC 61508/IEC 60730 Functional Safety Readiness
- Security Access Control
- Package con 28-64 pin
- Qualificazione Automotive Q100



microchip.com/dsPIC33A



Il nome e logo Microchip e il logo Microchip sono marchi industriali registrati di Microchip Technology Incorporated negli U.S.A. e in altri Stati. Tutti gli altri marchi appartengono ai rispettivi titolari.
© 2024 Microchip Technology Inc. Tutti i diritti riservati.
MEC2584A-ITA-09-24

COSA LEGGERAI NEL 2024?

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

Occhi puntati sul futuro Monitoraggio e controllo remoto per l'industria e la domotica

Cari lettori,
nel cuore della quarta rivoluzione industriale, la connessione tra dispositivi e sistemi, siano essi domestici o industriali, non è più un'opzione possibile ma una necessità strategica. Il paradigma dell'**Industry 4.0** ha portato ad un'interazione sempre più stretta tra macchine, infrastrutture ed operatori, rendendo possibile una gestione remota capillare di processi produttivi, apparecchiature industriali e, persino, sistemi domestici. In questo numero di Firmware 2.0, troverete articoli tecnici, tutorial e approfondimenti sugli strumenti che stanno rivoluzionando l'industria e le nostre abitazioni, dall'implementazione di reti di sensori wireless a basso consumo all'integrazione di **tecnologie open source per la casa intelligente**. In particolare, in queste pagine esploreremo come la tecnologia sta evolvendo per consentire il monitoraggio e il controllo a lunghe distanze, concentrandoci su soluzioni a basso consumo energetico e quelle basate su hardware open source. Prosegue all'interno della rivista il **Corso di Elettronica per ragazzi**, giunto alla Puntata 22. La serie di articoli didattici è pensata per introdurre i lettori all'affascinante mondo dell'elettronica. Il corso, strutturato in modo da fornire una comprensione graduale dei concetti fondamentali partendo dalle basi, fino ad arrivare a progetti più complessi, è corredato di esempi pratici, illustrazioni e schemi, e si propone di stimolare la curiosità e la creatività permettendo a tutti voi lettori di applicare quanto appreso nella realizzazione di circuiti e piccoli progetti fai-da-te, offrendovi una base solida per futuri studi o hobby legati a questo affascinante settore. Come già anticipato in apertura, il numero 48 di Firmware 2.0 è focalizzato su "Industry 4.0/Remote Control". Il monitoraggio ed il controllo da remoto di apparecchiature, sia industriali che domestiche, rappresenta oggi un aspetto chiave dell'innovazione tecnologica contemporanea. Basta un modulo Bluetooth connesso ad uno smartphone per controllare un robot, registrare le presenze o gestire dispositivi di automazione domestica direttamente da un'app installata sul nostro telefono. Nell'ambiente domestico, la creazione di una smart home diventa sempre più accessibile potendo fare affidamento su soluzioni open source e hardware modulare, pensiamo ad esempio alle più comuni piattaforme Arduino, Raspberry Pi, ESP32 ed ESP8266. Un sistema basato sui microcontrollori permette di monitorare e gestire luci, riscaldamento, elettrodomestici e dispositivi di sicurezza tramite sensori remoti e interfacce web intuitive. Tra i componenti chiave che permettono una transizione verso l'automazione domestica intelligente, troviamo sensori ambientali per il rilevamento di temperatura, umidità e qualità dell'aria, attuatori per il controllo di luci, serrature, prese elettriche e interfacce web, che forniscono agli utenti la possibilità di controllare ogni aspetto della casa da remoto, tramite smartphone o PC. Grazie all'uso di software open source come Home Assistant, è possibile integrare diversi dispositivi in un'unica piattaforma, ottenendo un ecosistema altamente connesso, personalizzabile e facilmente scalabile. Le applicazioni sono praticamente illimitate, basta dare spazio alla propria immaginazione. In ambito industriale, sensori intelligenti e attuatori integrati in macchinari consentono il controllo in tempo reale e da distanze impensabili fino a pochi anni fa. Grazie a protocolli di comunicazione robusti ed efficienti, unitamente a dispositivi a basso consumo energetico come i microcontrollori, è possibile raccogliere e analizzare una quantità incredibile di dati senza compromettere l'efficienza operativa. Elementi fondamentali di un ecosistema connesso e automatizzato sono i protocolli di comunicazione che garantiscono l'interconnessione fluida e sicura tra i diversi dispositivi, coprendo lunghe distanze spesso con un consumo energetico minimo nella trasmissione e ricezione di dati wireless. Un altro aspetto che non può essere trascurato nella trattazione è la sostenibilità energetica.

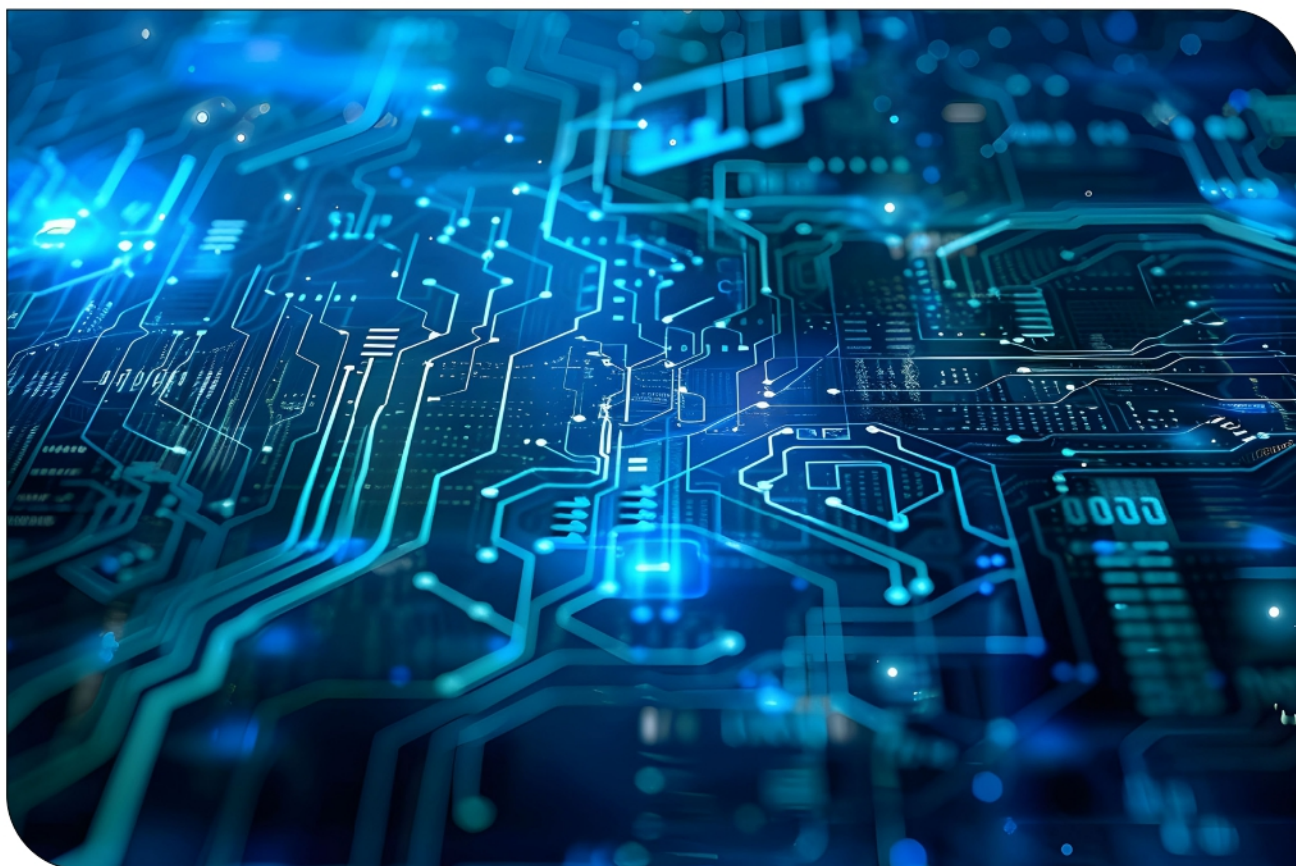
In un'epoca in cui la riduzione dei consumi energetici è percepita sempre più come una necessità, oltre che come un obiettivo strategico, l'efficienza dei dispositivi diventa una priorità assoluta. I microcontrollori ed i sensori di ultima generazione consumano meno energia, e sono anche in grado di autoalimentarsi in parte, utilizzando fonti energetiche alternative come celle fotovoltaiche, consentendo il monitoraggio costante dello stato di apparecchiature senza incorrere in costi energetici eccessivi.

*Un evento imperdibile per chiunque voglia approfondire le numerose tematiche inerenti gli sviluppi tecnologici dei nostri tempi è **electronica 2024**, che si terrà in Germania, a Monaco di Baviera, dal 12 al 15 novembre. Attrahendo aziende tecnologiche e professionisti da tutto il mondo, electronica rappresenta oggi uno degli appuntamenti internazionali più importanti per il settore elettronico, e non solo.*

Durante l'evento, verranno presentate soluzioni innovative in moltissimi ambiti (automazione industriale, robotica, domotica, Intelligenza Artificiale, guida autonoma, energie, connettività, PCB, sistemi embedded, sensoristica, e molto altro). La presenza di leader del settore e di start-up promettenti renderà questa edizione particolarmente interessante per chiunque desideri essere al passo con le ultime tendenze e sviluppi. Il futuro dell'Industry 4.0 è già tra noi, e la possibilità di controllare e monitorare tutto, ovunque ci troviamo, è ormai una realtà consolidata.

Buona lettura!

Giordana Francesca Brescia



Industry 4.0

Remote control



Founder&Editor

Emanuele Bonanni

CFO

Lidia Balica

Editorial Assistant

Maria Pisani

Maker in Chief

Giordana Francesca Brescia

Advertising & Marketing

Cristian Balica
cristian@contangosl.com

Graphic Designer

Marilde Mirra

Circulation

Users - 147.638
Social Network - 129.356

© 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

OCCHI PUNTATI SUL FUTURO
MONITORAGGIO E CONTROLLO
REMOTO PER L'INDUSTRIA
E LA DOMOTICA

3

PROGETTO DI UN SISTEMA DI
MONITORAGGIO E CONTROLLO
REMOTO DI CARICHI ELETTRICI
BASATO SU ESP32 LORA

7

TECNOLOGIE AVANZATE
PER L'AFFIDABILITÀ DELLE
SCHEDE ELETTRONICHE

18

ELECTRONICA 2024:
APACER NEL PADIGLIONE
B4, STAND 419

21

SCOPRIAMO LE
TECNOLOGIE DEGLI SSD
PER DATA CENTER

23

ESPHOME: CONTROLLARE
IN REMOTO DISPOSITIVI ESP

27

PROGETTO DI UN
CONTROLLO ACCESSI
DA REMOTO TRAMITE
IMPRONTE DIGITALI RILEVATE
DA SMARTPHONE

34

CORSO DI ELETTRONICA PER
RAGAZZI - PUNTATA 22

40

COME UTILIZZARE LA
TECNOLOGIA DEL
NITRURO DI GALLIO NEGLI
ALIMENTATORI SWITCHING

50

LE TECNOLOGIE
DELL'INDUSTRIA 4.0 PER
L'ACCESSO REMOTO
ALL'IMPIANTO DI PRODUZIONE

53

L'ELETTRONICA E
L'INNOVAZIONE SI
INCONTRANO AD
ELECTRONICA 2024

57

ARDUINO NICLA SENSE
ENV, LA NUOVA FRONTIERA
DEL MONITORAGGIO
AMBIENTALE INTEGRATO

61

COME PROGETTARE
UNA SMART HOME
CON HARDWARE OPEN
SOURCE - PARTE PRIMA

64

COME PROGETTARE
UNA SMART HOME CON
HARDWARE OPEN SOURCE
- PARTE SECONDA

70

DEEP LEARNING PER I
DATI DEI SENSORI REMOTI

89

PROGETTO PER IL
MONITORAGGIO DELLE
RISORSE DELLA CATENA
DEL FREDDO

93

AI E IOT PER UN FUTURO
CONNESSO CON LA NUOVA
SERIE 3 DI SILICON LABS

97

DIGITAL TWIN OPEN SOURCE
PER RIVOLUZIONARE
L'INDUSTRIA 4.0

99

L'IMPATTO DELL'INDUSTRIA
4.0: DALLA
TRASFORMAZIONE DIGITALE
ALLA PRODUZIONE INTELLIGENTE

106

NUOVI SENSORI MMWAVE
DI SEED STUDIO PER IL
RILEVAMENTO DELLE
CADUTE ED IL MONITORAGGIO
DELLA SALUTE

112

UNA RETE LORA PER USI
DOMESTICI: ARCHITETTURA
E HARDWARE

113

UNA RETE LORA PER USI
DOMESTICI: IL SOFTWARE

121

L'INNOVATIVA PRODUZIONE
DI WAFER GAN DA 300 MM
DI INFINEON

127

I SENSORI INTELLIGENTI
RENDONO PIU' EFFICIENTE
IL CONTROLLO REMOTO

129

IL FUTURO DELLA
PRODUZIONE DI CHIP
NEGLI EMIRATI ARABI
UNITI?

132

La chiave per l'accesso illimitato

Esplorate milioni di componenti per il vostro prossimo progetto



Potreste non accedere mai agli archivi segreti Vaticani, ma con noi avete accesso illimitato a milioni di componenti elettronici. Da Mouser siete sempre liberi di controllare i componenti che desiderate.

mouser.it



**MOUSER
ELECTRONICS**

ABBONATI A

Firmware 2.0

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



 Elettronica Open Source

PROGETTO DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO E CONTROLLO REMOTO DI CARICHI ELETTRICI BASATO SUL MODULO IOT ESP32 LORA

di Fulvio De Santis

Nell'era dell'Industria 4.0, il monitoraggio e il controllo di apparecchiature elettriche domestiche e industriali da lunghe distanze con dispositivi a basso consumo energetico resta un'ardua sfida. Questo articolo descrive il progetto di un sistema di automazione che utilizza la tecnologia di comunicazione a lungo raggio LoRa. Il sistema a basso consumo energetico basato su moduli LoRa specializzati nella trasmissione e ricezione dati wireless a lungo raggio alimentati a batteria, è in grado di operare a distanze fino a 12 km. Il sistema stabilisce una connessione tramite protocollo LoRa, senza la necessità di utilizzare la rete Wi-Fi, tra una unità trasmittente e una unità ricevente basate sulla scheda di sviluppo "TTGO ESP32 LoRa32 PAXCOUNTER OLED", che per brevità chiameremo TTGO LoRa32.

INTRODUZIONE

Le persone nel mondo degli affari e dell'industria utilizzano strumenti e tecnologie moderni per monitorare e controllare le loro attività quotidiane. Nei prossimi anni, quasi tutte le aziende si rivolgeranno all'automazione per costruire una città intelligente, un ufficio intelligente, una casa intelligente, un'industria intelligente e così via. Tuttavia, la limitazione principale dei sistemi esistenti è l'elevato consumo di energia della batteria che alimenta i **dispositivi IoT** elettronici.

Pertanto, alcune sfide chiave dell'Industria 4.0 sono la riduzione del consumo di energia e l'aumento della distanza di comunicazione dei sistemi intelligenti. Il crescente mercato dei sistemi di automazione basati su LoRa è dovuto a vari fattori: industrie che devono controllare le operazioni di elaborazione da remoto, miliardi di smartphone nel mondo utilizzati per controllare i dispositivi da remoto, persone interessate a monitorare e controllare i propri elettrodomestici con un basso costo e con poca energia, con precisione e da luoghi distanti dall'abitazione. Il sistema di automazione basato su LoRa offre una soluzione conveniente e semplice a queste richieste del mercato globale. I dispositivi basati su LoRa, come il modulo TTGO LoRa32, adottano una tecnica di modulazione che consente la trasmissione dati wireless a lungo raggio ma a bassa velocità, che può andare da 300 a 19.200 bps, ad una potenza di trasmissione da +5 a +20 dBm fino ad una distanza massima di 12 km nello spazio aperto senza ostacoli. Al con-

trario, le tecnologie a corto raggio ampiamente diffuse come Bluetooth, Wi-Fi e ZigBee, non sono le più adatte in applicazioni che necessitano di coprire un'ampia area consumando poca energia utilizzando una connettività wireless poco costosa, capacità che invece possiedono i dispositivi LoRa.

Un sistema di automazione basato su LoRa è in grado di controllare apparecchi elettrici come luci, ventilatori, TV, climatizzatori, automobili e così via. Il sistema di automazione presentato in questo articolo è gestito da due moduli TTGO LoRa32 che comunicano con protocollo di comunicazione LoRaWAN sfruttando lo spettro di radiofrequenze senza licenza nella banda industriale, scientifica e medica (ISM), superando la sfida della comunicazione a bassa energia ed a lungo raggio operativo. Inoltre, LoRaWAN può gestire le perdite di dati quando i diversi nodi della rete LoRa vengono aumentati o diminuiti.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto, come accennato nell'anteprima, è costituito da due unità: l'unità trasmittente e l'unità ricevente.

L'unità trasmittente è il sistema che interconnette tramite rete wireless LoRaWAN gli utenti all'unità ricevente. E' costituita da un modulo TTGO LoRa32 alimentato a batteria impiegato come trasmettitore per la trasmissione di messaggi verso il ricevitore. L'unità trasmittente include due pulsanti utilizzati per l'accensione o lo spegnimento del rispettivo carico elettrico. Il trasmettitore può



Figura 1: Schema di principio del sistema di monitoraggio e controllo remoto delle utenze elettriche

controllare fino a due utenze elettriche mediante l'invio di messaggi testuali di comando all'unità ricevente.

L'unità ricevente è costituita da un modulo ricevitore TTGO LoRa32 collegato ad un modulo relè a due canali di cui ogni canale controlla l'accensione o lo spegnimento della rispettiva utenza elettrica su comando inviato dal trasmettitore. Il ricevitore può gestire, tramite due canali di un modulo relè, due apparecchiature elettriche che si desidera monitorare e controllare da remoto. Lo schema di principio semplificato del sistema di monitoraggio e controllo remoto delle utenze elettriche è illustrato nella **Figura 1**.

Il modulo TTGO LoRa32 trasmettitore svolge la funzione di trasmettere messaggi gestiti dagli utenti. In sostanza, l'utente che si interfaccia all'unità trasmittente seleziona l'utenza da controllare cliccando sul corrispondente pulsante, ma può anche controllare due utenze elettriche

in tempo reale dello stato dei carichi elettrici. Quindi, utilizzando i pulsanti presenti sull'unità trasmittente, gli utenti possono controllare da remoto, ad esempio, l'apertura e la chiusura elettrica di porte e finestre, l'accensione/spegnimento di elettrodomestici, luci, ventilatore, climatizzatore, ed altri sistemi elettrici ancora.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DELL'UNITÀ TRASMITTENTE

Il modulo TTGO LoRa32 dell'unità trasmittente ha il ruolo di interfaccia wireless a radio frequenza a lunga distanza con l'unità ricevente, insomma, l'unità trasmittente è una sorta di telecomando RF a lungo raggio di controllo senza utilizzare una rete Wi-Fi per connettersi al modulo ricevitore TTGO LoRa32.

La scheda di sviluppo TTGO LoRa32 del trasmettitore utilizza il modulo transceiver LoRa in grado di comunicare con le apparecchiature RF a lungo rag-

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!

TECNOLOGIE AVANZATE PER L’AFFIDABILITÀ DELLE SCHEDE ELETTRONICHE

di **Daniele Valanzuolo**

Da appassionato di tecnologia e ingegneria elettronica, so bene quanto sia cruciale garantire l'affidabilità dei componenti nei sistemi integrati, soprattutto quando si lavora su PCB in ambienti estremi. Recentemente, mi sono imbattuto in due tecnologie straordinarie che hanno rivoluzionato la produzione dei PCB: il corner bond e l'underfill. Queste tecniche, insieme al conformal coating, sono diventate fondamentali per migliorare la resistenza e la durata dei dispositivi, specialmente in condizioni di elevato stress termico e meccanico. In questo articolo, andremo ad esplorare come queste soluzioni possano fare la differenza nella qualità e affidabilità dei nostri progetti elettronici, esplorando in dettaglio i loro benefici e le applicazioni. Dunque, se siete ingegneri elettronici, o semplicemente appassionati di tecnologia, questo articolo che tratta dei rivestimenti avanzati per PCB può fornirvi spunti utili per i vostri lavori.

Progettare prodotti elettronici per applicazioni mission-critical è una sfida affascinante che richiede attenzione a ogni minimo dettaglio. Da ingegnere elettronico, mi trovo spesso a dover considerare come i componenti possano resistere a stress termici e meccanici estremi. Immaginate un dispositivo che deve funzionare in condizioni estreme, come quelle spaziali o militari: ogni singolo componente deve essere perfettamente affidabile. Un'ottima definizione del termine è riportata in [un articolo sul blog della Microsoft](#) che vi ripropongo di seguito:

“Il termine mission-critical si riferisce a una scala di criticità che copre costi finanziari significativi (business critical) o costumi umani (critici per la sicurezza) associati a indisponibilità o sottoperformance.

La **produzione PCB svolge un ruolo chiave** in tutto questo, e qui entrano in gioco tecnologie come il corner bond, l'underfill e il conformal coating. Queste soluzioni avanzate sono fondamentali per migliorare l'affidabilità dei circuiti stampati. Infatti, ogni volta che lavoro su un progetto, tengo sempre a mente quanto sia vitale l'affidabilità. Non si tratta solo di far funzionare un dispositivo, ma di garantirne il funzionamento continuo in condizioni difficili. Qualsiasi progettista elettronico saprà quanto sia importante integrare nel processo produttivo specifiche tecnologie per rendere il prodotto più robusto. Le sfide sono molteplici, ma **soluzioni avanzate come il corner bond, l'underfill e il conformal coating facilitano il raggiungimento dei risultati desiderati.** Nei

prossimi paragrafi andremo ad approfondire queste tre tecniche.

IL CONFORMAL COATING PER PROTEGGERE DALLE CONTAMINAZIONI AMBIENTALI

Nell'ambito dell'ingegneria elettronica, il processo di conformal coating rappresenta una fase chiave nella protezione e nell'affidabilità dei circuiti stampati (PCB) assemblati. Questa procedura avanzata mira a fornire un rivestimento protettivo uniforme e isolante sulla scheda elettronica, al fine di preservarla da vari agenti ambientali e migliorare la durata nel tempo.

Il processo inizia con una rigorosa preparazione della scheda elettronica già assemblata. Prima dell'applicazione del conformal coating, è essenziale assicurarsi che la superficie del circuito stampato sia completamente pulita e priva di contaminanti, il che viene tipicamente ottenuto attraverso una serie di passaggi di pulizia e, in alcuni casi, l'uso di agenti chimici delicati per rimuovere residui di saldatura, grasso o altre impurità che potrebbero compromettere l'adesione del rivestimento e le prestazioni di protezione dello stesso.

Una volta preparata la scheda elettronica, si procede con l'applicazione del conformal coating. Esistono diverse tecniche di applicazione, tra cui l'immersione, la verniciatura a spruzzo, il passaggio con il pennello o anche la deposizione selettiva. La scelta del metodo da utilizzare è funzione di molteplici fattori quali le specifiche del prodotto, i requisiti di protezione richiesti, la quantità di schede da lavorare, il costo totale del servizio. Ogni me-

todo riportato ha ovviamente le sue peculiarità anche in termini di precisione, uniformità dello strato e adesione alla superficie del PCB.

Ad esempio, durante l'immersione, l'assieme elettronico viene completamente sommerso in un bagno di materiale liquido (il materiale effettivo utilizzato può essere differente anche in funzione dei risultati che si vogliono ottenere). **Questo metodo è efficiente per coprire uniformemente tutte le superfici, inclusi i bordi e le aree difficili da raggiungere.** D'altra parte, la deposizione a spruzzo del materiale per il conformal coating è la soluzione ideale per applicazioni più precise, in cui è necessario controllare lo spessore dello strato e minimizzare il consumo dello stesso.

Tuttavia, indipendentemente dal metodo scelto, è fondamentale assicurare che lo strato di conformal coating sia uniforme e privo di bolle d'aria o imperfezioni che potrebbero compromettere l'isolamento e la protezione delle parti del PCB e dei componenti elettronici. Dopo l'applicazione, il materiale viene fatto asciugare e indurire completamente, solitamente attraverso processi di esposizione al calore controllato o catalizzatori chimici, a seconda del tipo di coating utilizzato. Al termine del processo di asciugatura e indurimento, l'assieme elettronico viene sottoposto a rigorosi test di qualità e controllo per verificare l'aderenza del coating, la resistenza agli agenti atmosferici, la protezione contro l'umidità e la durabilità nel tempo. Questi test sono fondamentali per garantire che la scheda elettronica possa operare in condizioni ambientali sfidanti senza comprometterne la funzionalità e l'affidabilità.

UNDERFILL E CORNER BOND PER AUMENTARE LA ROBUSTEZZA AGLI STRESS MECCANICI

Un altro aspetto fondamentale nelle applicazioni mission-critical è la robustezza a stress termici e mecca-

portatili che devono superare rigorosi test di caduta. Questi dispositivi sono spesso soggetti a cicli ripetuti di riscaldamento e raffreddamento, durante i quali i chip BGA si espandono e si contraggono a velocità diverse rispetto al substrato, a causa della differenza nei coefficienti di dilatazione termica dei materiali coinvolti.

Questa differenza genera stress meccanico sui giunti di saldatura, che può portare a guasti nel tempo. Tale tecnica agisce come un agente antistress, distribuendo gli effetti dell'espansione e contrazione termica, e aumentando così l'affidabilità del dispositivo. Distribuendo lo stress tra il chip e l'interfaccia PCB, si riduce la sollecitazione sui giunti di saldatura, prevenendo guasti e migliorando la longevità del dispositivo.

Il corner bond è particolarmente utile nelle applicazioni che utilizzano Ball Grid Array (BGA) e nei dispositivi portatili, i quali devono spesso superare rigorosi test di caduta. I dispositivi BGA sono soggetti a cicli ripetuti di riscaldamento e raffreddamento, durante i quali i chip BGA e il substrato si espandono e si contraggono a velocità diverse a causa dei differenti coefficienti di dilatazione termica. Questo differenziale genera stress meccanico sui giunti di saldatura, che può portare a guasti nel tempo. Il corner bond agisce come agente antistress, distribuendo uniformemente gli effetti di espansione e contrazione e aumentando così l'affidabilità del dispositivo. Creando un legame meccanico tra il chip e l'interfaccia PCB, il corner bond riduce la sollecitazione sui giunti di saldatura, prevenendo guasti e migliorando la longevità del dispositivo.

Transcend, come riporta anche espressamente in ogni specifica tecnica, ha standardizzato e ottimizzato il processo di underfill per garantire la massima durabilità e affidabilità ai suoi prodotti destinati all'utilizzo in ambienti estremi. Oltre all'underfill, Transcend offre anche la tecnologia corner bond per una resistenza di grado superiore.


Transcend, come riporta anche espressamente in ogni specifica tecnica, ha standardizzato e ottimizzato il processo di underfill per garantire la massima durabilità e affidabilità ai suoi prodotti destinati all'utilizzo in ambienti estremi. Oltre all'underfill, Transcend offre anche la tecnologia corner bond per una resistenza di grado superiore.

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!**

ELECTRONICA 2024: APACER NEL PADIGLIONE B4, STAND 419 – SOLUZIONI DI STORAGE INDUSTRIALE PER APPLICAZIONI AUTOMOTIVE E DI AUTOMAZIONE ESIGENTI

di **Apacer**

Apacer presenterà le sue ultime soluzioni di storage industriale ad *electronica 2024* nel padiglione B4, stand 419. Sfruttando tecnologie all'avanguardia, questi prodotti innovativi sono progettati per soddisfare l'elevata domanda di storage affidabile di big data in applicazioni quali automotive, automazione, e altre.

I PV180- μ SSD offre tutti i vantaggi tecnologici delle soluzioni di storage basate su NAND abbinata a un'interfaccia PCIe Gen4 x4 ultraveloce in un fattore di forma BGA incorporato delle dimensioni di un chip IC. È conforme allo standard JEDEC PCIe M.2 1620 e offre prestazioni di lettura fino a 3.745 MB/sec e di scrittura fino a 3.015 MB/sec. IC di livello industriale meticolosamente selezionati garantiscono un'elevata stabilità della temperatura.

Un'ampia gamma di **eMMC** compatti per sistemi **embedded** soddisfa le esigenze di una varietà di dispositivi, dall'edge al cloud. Con capacità che vanno da 8 GB a 128 GB e un'ampia gamma di temperature opzionali, offrono una straordinaria flessibilità di progettazione.

La **serie SSD Enterprise** offre capacità elevate, pre-

stazioni elevate, affidabilità eccezionale e bassa latenza. Tecnologie a valore aggiunto come DWPD>1 (Drive Writes per Day), crittografia dei dati e protezione da guasti di alimentazione aiutano a ottimizzare le operazioni di data center e server edge. Gli Enterprise SSD ora supportano anche interfacce SATA e PCIe in fattori di forma da 2,5", U.3, M.2 2280, M.2 22110 ed E1.S, con capacità che vanno da 240 GB a 30 TB.

I primi moduli di memoria al mondo completamente privi di piombo sono conformi alla direttiva **RoHS 7(c)-V** dell'UE RoHS. Quindi, non è richiesta alcuna nuova convalida quando le esenzioni per il piombo scadono il 21 luglio 2026. Le serie DDR5 4800 e 5600 sono disponibili dotate di questi elementi resistori completamente privi di piombo.

Per proteggere efficacemente i moduli DRAM da urti e vibrazioni, Apacer ha sviluppato **robuste cinghie di fissaggio**. Con tre punti di connessione, offrono maggiore stabilità rispetto alle clip convenzionali a doppio punto di connessione. Queste cinghie di fissaggio sono compatibili con tutte le schede madri moderne e possono resistere a temperature



fino a 200°C.

La **tecnologia CorePower** protegge da interruzioni di corrente impreviste, assicurando l'integrità dei dati e la stabilità del trasferimento dati. Ora è disponibile anche nella serie SSD SLC-liteX, consentendo alle applicazioni che richiedono una resistenza eccezionale fino a 100K cicli P/E di trarre vantaggio dalla tecnologia CorePower. È inoltre integrata nella serie SSD BiCS5 3D TLC.

electronica 2024, Messe München, Monaco, Germania
Data: 12-15 novembre 2024

Apacer: Padiglione B4, Stand 419

INFORMAZIONI SU APACER

Fondata nel 1997, Apacer (TWSE:8271) è un marchio globale leader nello storage digitale con capacità complete di ricerca e sviluppo, progettazione, produzione e marketing. Con anni di tecnologia di archiviazione digitale brevettata e una profonda esperienza di successo nella ricerca e sviluppo, Apacer offre una gamma competitiva di prodotti e servizi personalizzati. Le nostre linee di prodotti sono diversificate e coprono soluzioni per moduli di memoria, SSD industriali, prodotti di consumo per il digital storage e applicazioni integrate Internet of Things. Apacer si dedica all'implementazione del nostro valore fondamentale "Becoming Better Partners": manteniamo le nostre promesse, ci impegniamo per il miglioramento costante e sviluppiamo soluzioni reciprocamente vantaggiose per noi e per i nostri clienti. Creiamo continuamente soluzioni di archiviazione innovative e diversificate e servizi di integrazione hardware/software per vari settori. Ci sforziamo di diventare un partner migliore nell'ecosistema industriale e offrire vantaggi sostanziali a tutti gli stakeholders. Ulteriori informazioni sui prodotti Apacer per applicazioni industriali sono disponibili qui: <https://www.apacer.com/>

THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY

CATEGORIES

COMPANIES/CONSULTANTS

53 %

ACADEMICS/STUDENTS

25 %

MAKERS/HOBBYISTS

22 %

SOCIAL CONNECTIONS

f + 83.000

in + 23.000

+ 145.000

REGISTERED USERS

7.414 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (FEB2020)

830.610 2020 ANNUAL VISITORS



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!

SCOPRIAMO LE TECNOLOGIE DEGLI SSD PER DATA CENTER

di **Daniele Valanzuolo**

Nel mondo dell'elettronica e della tecnologia, la durabilità dei dispositivi di archiviazione è sempre più importante. Infatti, il trend dell'archiviazione dei dati si trova in una continua e rapida evoluzione per poter rispondere alle sempre crescenti esigenze di storage delle moderne applicazioni come il computing ad alte prestazioni (HPC), i data center, l'analisi dei big data, il processo di transazioni online (OLTP), lo streaming di immagini ad alta risoluzione e le applicazioni di Intelligenza Artificiale (AI). Ognuna di queste applicazioni appena citate richiede soluzioni di archiviazione specifiche che siano veloci e affidabili, e capaci di gestire enormi quantità di dati in modo efficiente. In questo articolo, andremo ad approfondire alcune tecnologie alla base degli SSD U.2 di Transcend, concepiti appunto per applicazioni specifiche ad alte prestazioni.

I grandi sistemi di elaborazione della tecnologia moderna richiedono specifiche esigenze di prestazioni e robustezza per i dispositivi di archiviazione. Per questo motivo, il trend dell'archiviazione dei dati sta cambiando per rispondere alle esigenze delle applicazioni moderne, con un focus crescente su velocità, efficienza energetica e capacità di gestione di grandi volumi di dati. Ad esempio, nel computing ad alte prestazioni (HPC), la necessità di elaborare grandi volumi di dati con velocità straordinarie richiede dispositivi di archiviazione estremamente veloci ed a bassa latenza.

Gli SSD con tecnologia NVMe (*Non-Volatile Memory Express*) sono diventati dunque lo standard per tali applicazioni, grazie alla loro capacità di offrire elevate velocità di lettura e scrittura, riducendo i colli di bottiglia nelle prestazioni. Ad esempio, nei supercomputer utilizzati per simulazioni scientifiche o modelli climatici, l'accesso rapido ai dati è fondamentale per eseguire calcoli complessi in tempi ridotti. Anche i data center, che ormai costituiscono il cuore delle infrastrutture digitali, hanno adottato soluzioni di archiviazione a stato solido per aumentare l'efficienza energetica e ridurre l'ingombro di archivi sempre più grandi. Un esempio pratico è l'adozione di SSD U.2 in data center hyperscale, che consente una maggiore densità di archiviazione e una gestione del calore più efficace.

Un ulteriore esempio sono i sistemi di analisi dei big data, i quali richiedono la capacità di gestire e analizzare rapidamente grandi quantità di informazioni provenienti da diverse fonti. Le soluzioni di archiviazione basate su architetture distribuite, come *Hadoop Distributed File System* (HDFS) e *Amazon S3*, sono essenziali per supportare questi carichi di lavoro. Tali sistemi permettono

di distribuire i dati su più nodi, garantendo scalabilità e resilienza. Ad esempio, aziende come Netflix utilizzano questi sistemi per analizzare i dati degli utenti e ottimizzare le raccomandazioni dei contenuti in tempo reale. Il processo di transazioni online (OLTP) richiede soluzioni di archiviazione con elevate prestazioni di IOPS (Input/Output Operations Per Second) per gestire un grande numero di operazioni simultanee. Le applicazioni di Intelligenza Artificiale (AI) e Machine Learning (ML) richiedono soluzioni di archiviazione capaci di gestire dataset enormi e complessi. Gli SSD NVMe, in combinazione con le tecnologie di archiviazione scalabile come Ceph e GlusterFS, permettono una rapida accessibilità ai dati necessari per l'addestramento e l'implementazione dei modelli AI.

L'innovativo SSD U.2 UTE210T di Transcend rappresenta una significativa evoluzione dei dispositivi di archiviazione a prestazioni elevate. Progettato con flash NAND 3D a 112 livelli e un controller ad 8 canali, questo SSD sfrutta l'interfaccia PCIe Gen 4x4 per offrire velocità di trasferimento dati senza precedenti. La cache DRAM integrata consente elevate velocità di lettura e scrittura randomica, migliorando l'efficienza operativa in scenari di utilizzo intensivo.

La struttura a 112 livelli della NAND flash non solo aumenta la densità di archiviazione, ma migliora anche la durata e l'affidabilità del dispositivo. Con una capacità che varia da 512 GB fino a 8 TB, l'UTE210T è in grado di soddisfare le esigenze di applicazioni critiche come il computing ad alte prestazioni (HPC), i data center, l'analisi dei big data, e l'elaborazione delle transazioni online (OLTP). La velocità di lettura sequenziale può raggiungere i 7000 MB/s, mentre la velocità



di scrittura arriva fino a 6300 MB/s. Di seguito, andremo ad osservare le principali tecnologie (**Figura 1**) che Transcend adotta in questo dispositivo top di gamma per garantire le prestazioni e la robustezza necessaria ad applicazioni come datacenter e HPC. In particolare, approfondiremo:

- tecnologia antizolfo
- garbage collection
- wear leveling
- bad block management
- early move
- TTD- Thermal Throttling Dinamico

TECNOLOGIA ANTIZOLFO

Uno dei principali nemici dei dispositivi di archiviazione è lo zolfo, un elemento che può compromettere seriamente la funzionalità dei circuiti integrati. Infatti, lo zolfo

l'infiltrazione di zolfo. La tecnologia antizolfo sta emergendo come una soluzione innovativa per proteggere i componenti elettronici, migliorando la longevità e l'affidabilità dei dispositivi di archiviazione. L'adozione di queste tecniche rappresenta un passo avanti significativo per l'industria dell'archiviazione dei dati al fine di garantire una maggiore affidabilità dei dispositivi, riducendo i costi di manutenzione e i rischi di perdita di dati.

GARBAGE COLLECTION

Per mantenere alte prestazioni nel tempo, gli SSD utilizzano un processo chiamato "garbage collection", ossia un processo di gestione della memoria che permette agli SSD di ottimizzare lo spazio di archiviazione. Vediamo nel dettaglio come funziona.

Quando i dati vengono scritti su un SSD, essi sono

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**

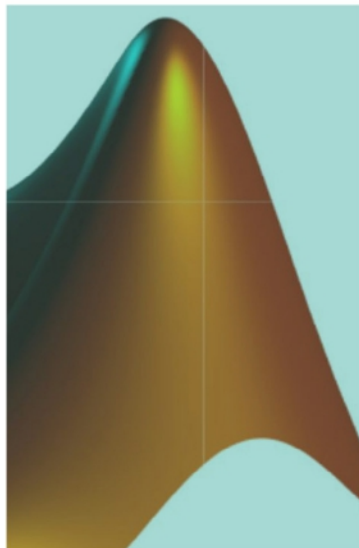


VOGLIO ABBONARMI!



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!



CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI – PUNTATA 22

di Fulvio De Santis

In questa puntata, ci occuperemo ancora di amplificatori operazionali eseguendo il calcolo di alcuni circuiti in cui, in un caso l'operazionale è configurato come amplificatore non invertente, e in un altro caso come amplificatore invertente. In questi esercizi, vedremo che i circuiti saranno un po' più complessi rispetto alle configurazioni invertenti e non invertenti di base. L'amplificatore operazionale in questi circuiti sarà considerato ideale. Ciò ci semplificherà notevolmente i calcoli, d'altronde, come abbiamo constatato nella precedente Puntata 21, l'errore di calcolo di un circuito con operazionale ideale rispetto all'operazionale reale è irrilevante. Infine, tratteremo l'argomento "Amplificatori operazionali in cascata" di cui faremo anche un'esercitazione in cui vedremo come calcolare la tensione di uscita e l'amplificazione di tensione di un circuito costituito da due stadi operazionali in cascata.

ESERCITAZIONE 1 - CALCOLO DELLA TENSIONE DI USCITA DI UN AMPLIFICATORE NON INVERTENTE

Nel circuito descritto nello schema elettrico di **Figura 1** vogliamo calcolare la tensione di uscita V_o dell'amplificatore operazionale in configurazione non invertente. All'ingresso dell'amplificatore è collegato un generatore indipendente di tensione V_{in} .

IL CIRCUITO EQUIVALENTE DELL'AMPLIFICATORE OPERAZIONALE IDEALE

Prima di iniziare il calcolo del circuito, faremo un riepilogo sul circuito equivalente di un amplificatore operazionale ideale mostrato in **Figura 2**.

Notiamo che il circuito d'ingresso è aperto, ossia ai terminali + e - dell'operazionale non è presente alcun elemento, quindi possiamo dire che la resistenza d'ingresso è infinita, mentre è presente una tensione V_i .

Riguardo al circuito di uscita, in serie al generatore controllato $A \cdot V_i$ la resistenza è nulla, quindi, applicando la LKV alla maglia $A \cdot V_i - V_o$ si ottiene l'espressione seguente:

$$A \cdot V_i - V_o = 0$$

Da cui ricaviamo $V_i = V_o / A$

Essendo ideale l'operazionale, l'amplificazione di tensione ad anello aperto A è infinita, ossia $A = \infty$, pertanto:

$$V_i = V(+)-V(-) = V_o / \infty = 0$$

Quindi, la tensione V_i ai terminali + e - dell'operazionale

è nulla.

Da quanto fin qui esposto, scaturiscono le seguenti affermazioni:

- 1) non può scorrere corrente nei terminali d'ingresso + e - dell'operazionale;
- 2) dato che la tensione d'ingresso dell'operazionale $V_i = 0$, allora i terminali + e - sono allo stesso potenziale, quindi è come se fossero in cortocircuito fisico, ma noi diciamo che sono in cortocircuito virtuale, ovvero qualsiasi cosa collegata al terminale positivo si considera che sia collegata anche al terminale negativo dell'operazionale.

Abbiamo voluto riportare questi passaggi relativi al circuito equivalente per ribadire due importanti concetti da considerare nell'analisi del circuito di **Figura 3** in cui sono stati indicati i versi delle correnti e delle tensioni. Per giungere alla soluzione dell'esercitazione, ossia al risultato del calcolo della tensione di uscita V_o dell'amplificatore, utilizzeremo l'analisi nodale tenendo presente quanto segue:

- 1) la corrente $I_1 = 0$, quindi, dalla legge di Ohm, $V_{R1} = R_1 \cdot I_1 = 0$.

Non essendoci caduta di tensione su R_1 , il generatore di tensione V_{in} risulta applicato direttamente fra il terminale positivo (+) dell'operazionale e terra (GND).

- 2) il generatore di tensione V_{in} collegato fra il terminale positivo (+) dell'operazionale e terra (GND), per il cortocircuito virtuale dei terminali + e -, si trova applicato anche fra il terminale negativo (-) dell'operazionale e terra, ovvero la tensione V_{in} è presente ai capi del resistore R_2 .

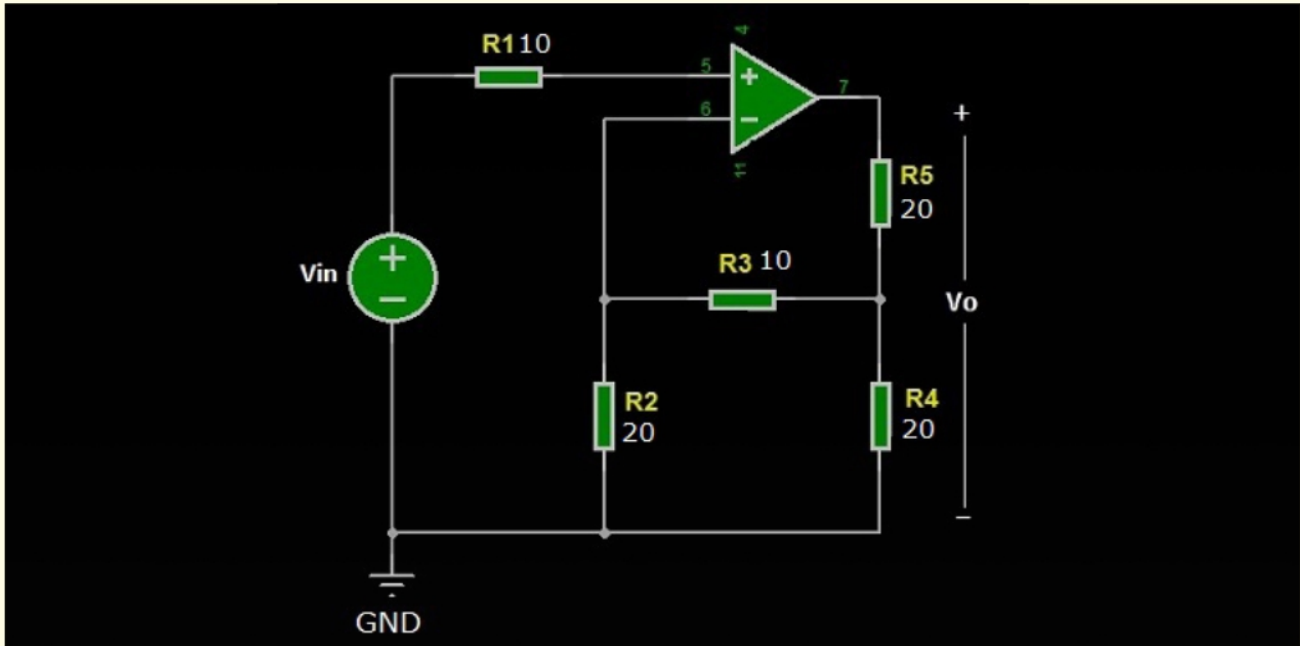


Figura 1: Schema dell'amplificatore operazionale non invertente

Premesso quanto esposto sopra, innanzitutto applichiamo la LKC al nodo "a" e consideriamo positive le correnti uscenti dal nodo:

$$I_2 + I_3 = 0$$

Con la legge di Ohm calcoliamo la corrente I_2 indicando con " V_a " la tensione fra il nodo "a" e terra:

$$I_2 = V_a / R_2$$

Calcoliamo la corrente I_3 applicando la LKV alla maglia $V_a - R_3 - V_b$ in cui " V_b " è la tensione fra il nodo "b" e terra:

$$V_a - R_3 I_3 - V_b = 0 \Rightarrow R_3 I_3 = V_a - V_b \Rightarrow I_3 = (V_a - V_b) / R_3$$

Sostituiamo I_2 e I_3 nell'espressione delle correnti:

gliamo $R_4 - R_5 - V_o$, tenendo conto del verso delle correnti e delle tensioni:

$$V_b - R_5 I_5 - V_o = 0 \Rightarrow R_5 I_5 = V_b - V_o \Rightarrow I_5 = (V_b - V_o) / R_5$$

Sostituiamo I_3 , I_4 e I_5 nell'espressione delle correnti:

$$2) -(V_a - V_b) / R_3 + V_b / R_4 + (V_b - V_o) / R_5 = 0$$

Dalle precedenti considerazioni sappiamo che V_a coincide con V_{in} : $V_a \equiv V_{in}$, quindi andiamo a sostituire V_a con V_{in} nelle precedenti espressioni 1) e 2) calcolate delle correnti:

Per il cortocircuito virtuale, $V_i = V(+)-V(-) = 0$, ossia $V(+)=V(-)$,
 $V(-)=V_a=V_{in}$.

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!

COME UTILIZZARE LA TECNOLOGIA DEL NITRURO DI GALLIO NEGLI ALIMENTATORI SWITCHING

di **Analog Devices**

Questo articolo riguarda le considerazioni e le sfide uniche connesse all'utilizzo degli switch GaN negli alimentatori a commutazione. Presenta una soluzione sotto forma di driver GaN specializzato, che fornisce le funzioni necessarie ad un progetto robusto e affidabile. Inoltre, l'articolo suggerisce l'utilizzo del tool LTspice®, adatto all'implementazione efficace degli interruttori GaN.

INTRODUZIONE

I nitruro di gallio (GaN), un semiconduttore III-V, possiede caratteristiche eccezionali per gli alimentatori switching (SMPS, Switch Mode Power Supply). Grazie all'elevata rigidità dielettrica, alle basse perdite di commutazione e all'elevata densità di potenza, la tecnologia GaN è diventata sempre più diffusa. Oggi sono disponibili numerosi switch basati sulla tecnologia GaN. Tuttavia, il loro utilizzo è in parte limitato dalla necessità di implementare un approccio di pilotaggio diverso rispetto ai tradizionali MOSFET al silicio.

La **Figura 1** mostra lo stadio di potenza di una configurazione half-bridge comunemente utilizzata nei convertitori a commutazione step-down (tecnologia buck). Quando si utilizzano gli switch GaN in questa configurazione, è fondamentale considerare che in genere tollerano una tensione massima di gate inferiore rispetto ai

loro omologhi al silicio. Pertanto, durante il processo di pilotaggio è essenziale rispettare rigorosamente il limite massimo di questa tensione.

Inoltre, è importante tenere conto della rapidità di reazione del nodo di commutazione, che collega gli switch high-side e low-side. Questa alta velocità di commutazione non deve provocare la conduzione accidentale degli switch GaN, una condizione di malfunzionamento non comune negli switch al silicio convenzionali. Il problema può essere attenuato implementando linee di controllo del gate separate per i fronti ascendenti e discendenti.

Inoltre, nelle topologie a ponte, gli switch GaN presentano perdite di linea maggiori durante i tempi morti. Di conseguenza, quando si utilizzano gli switch GaN in un'applicazione bridge, è necessario ridurre al minimo il dead time per garantire prestazioni ottimali.

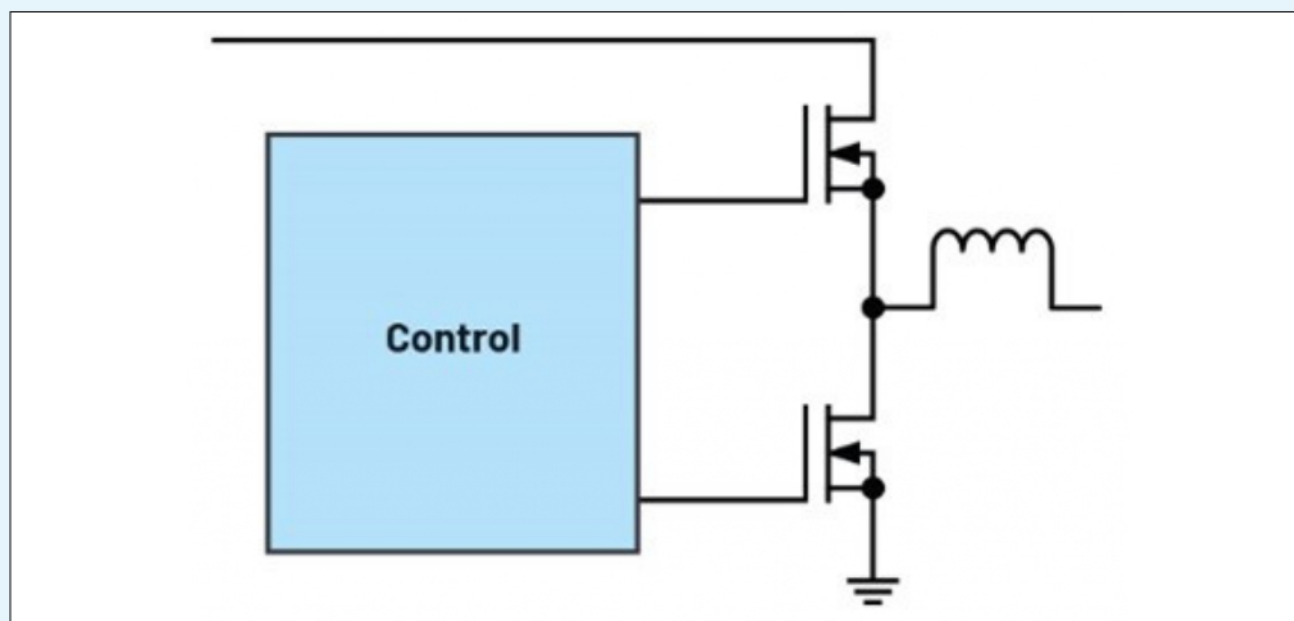


Figura 1: Azionamento degli switch di potenza in un SMPS

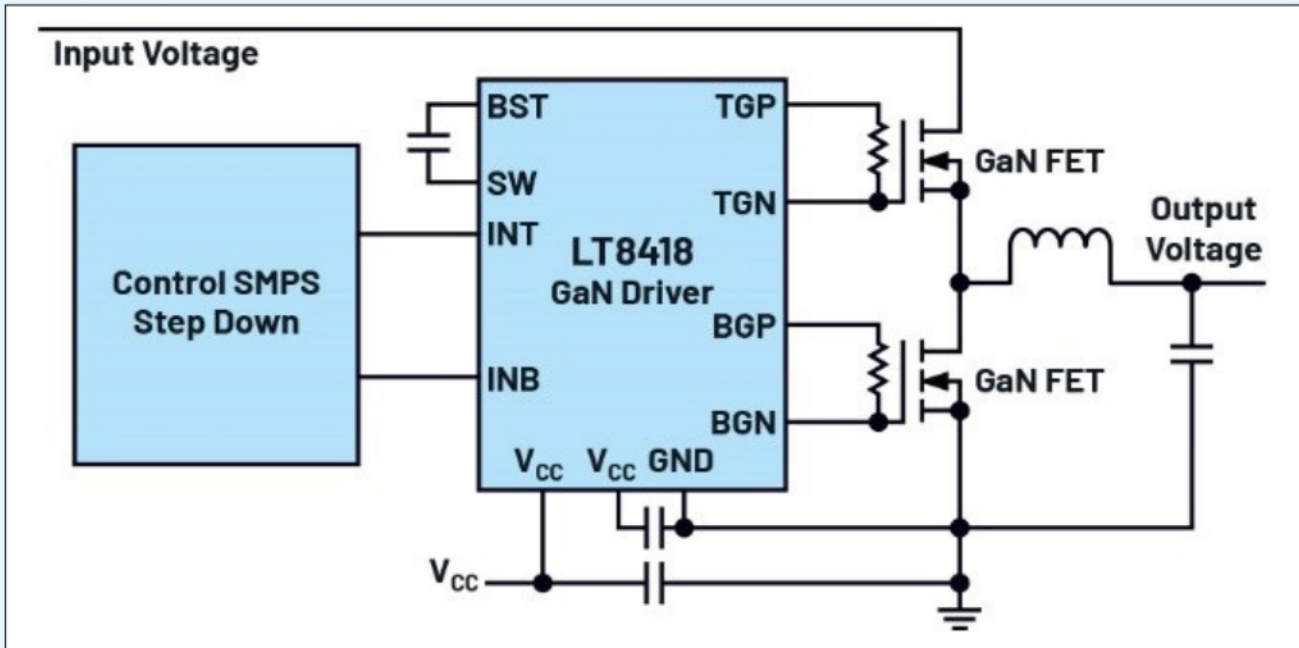
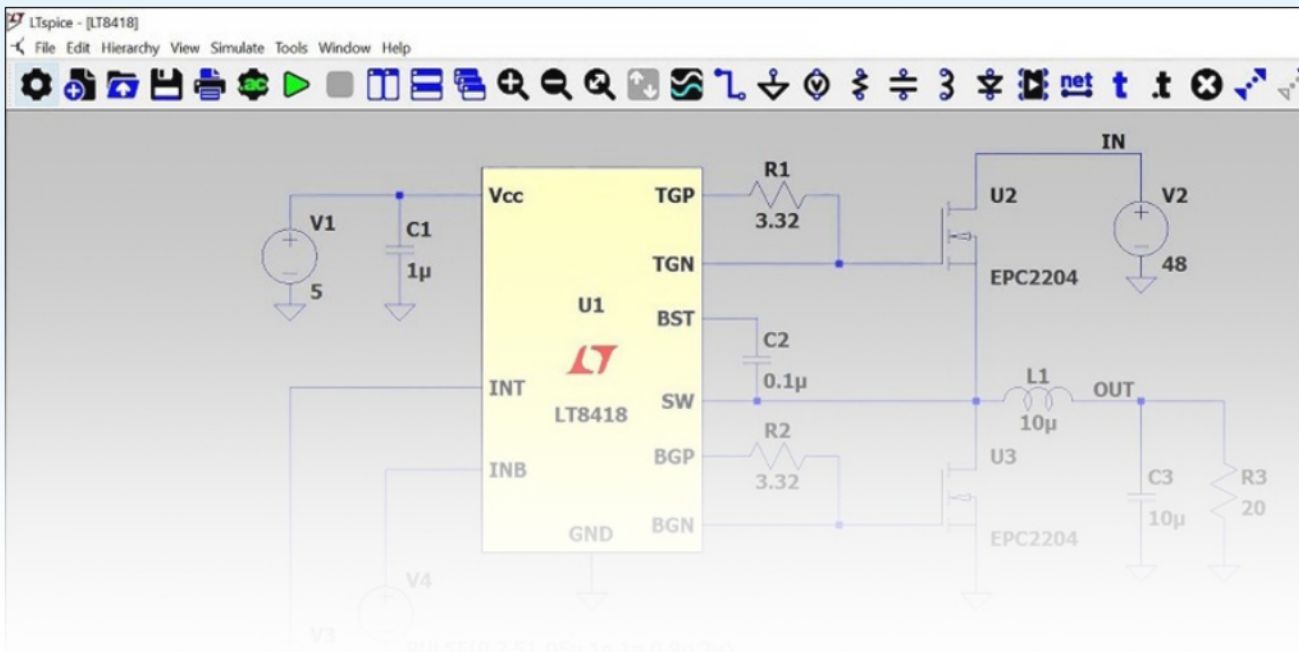


Figura 2: L'LT8418, un driver half-bridge da 100 V per switch GaN



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**

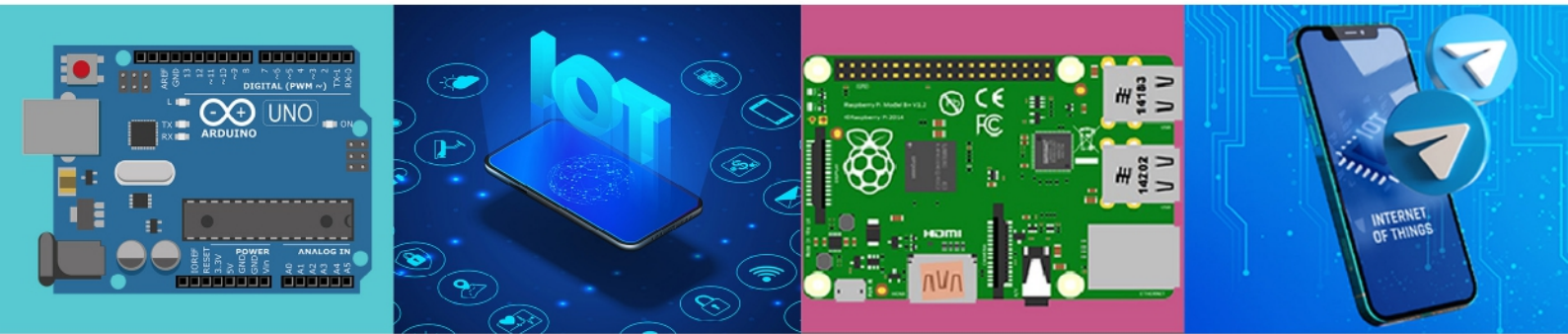


VOGLIO ABBONARMI!!



La piattaforma di Elettronica Open Source dedicata ai corsi

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



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



SCOPRI I CORSI!



UNA RETE LORA PER USI DOMESTICI: ARCHITETTURA E HARDWARE

di Remo Riglioni

In questo articolo, andremo a vedere come progettare e realizzare una semplice rete LoRa per usi domestici. Nella trattazione, suddivisa in due parti, si inizierà con illustrare brevemente che cosa è l'IoT e cosa sono le reti LPWAN basate su tecnologia LoRa. Continueremo poi con la parte più tecnica relativa alla progettazione dell'hardware necessario al funzionamento della rete. Nella seconda parte dell'articolo, saranno sviluppati gli sketch per il controllo dei dispositivi e implementeremo un semplice web server a cui accedere per visualizzare i dati provenienti dai terminali remoti.

ECOSISTEMA IOT

Prima di addentrarci negli aspetti pratici, descriviamo di seguito il contesto di riferimento e diamo alcune definizioni che ci permetteranno di capire meglio i meccanismi che stanno alla base di questa tecnologia. Per **IoT (Internet of Things)** o **Internet delle Cose** si intende un vasto insieme di tecnologie integrate, nuove soluzioni e servizi, che permettano agli "oggetti" (cose) di comunicare e di essere controllati da remoto, andando a combinare le infrastrutture di internet già esistenti con moderni sistemi di comunicazione wireless. In questo contesto, gli "oggetti" possono essere qualsiasi cosa, come ad esempio: macchinari industriali, celle frigorifere, sistemi di controllo in campo agricolo, zootecnico o meteorologico. Ma anche oggetti di uso quotidiano come gli elettrodomestici di casa o il sistema di irrigazione dei vasi del proprio balcone e quant'altro ci possa venire in mente.

In generale, le molteplici applicazioni di questa tecnologia, se utilizzate a livello industriale, necessitano di molti sensori, distribuiti su aree molto vaste e capaci di comunicare tra loro. In sostanza, si tratta di implementare delle soluzioni scalabili, economiche, capaci di permettere collegamenti a lungo raggio e soprattutto energeticamente efficienti. Proprio l'efficienza energetica gioca un ruolo fondamentale perché la maggior parte dei sensori soprattutto in ambito extraurbano è alimentato da batterie; ciò comporta diversi problemi, soprattutto di carattere economico legati ai costi di manutenzione e sostituzione delle fonti di alimentazione. La parziale soluzione di questo problema passa attraverso diverse strade, spesso combinate assieme e che riguardano sia specifici interventi hardware che migliorino l'efficienza dei dispositivi sia software, andando a programmare accensioni e spegnimenti e/o riducendo il numero di

pacchetti dati inviati.

LPWAN E LORA

Tra le tecnologie IoT che in questi ultimi anni stanno avendo grande diffusione ci sono le reti **LPWAN (Low Power Wide Area Network)**. Si tratta di reti wireless caratterizzate da dispositivi a bassissima potenza (**Low Power**) ma capaci di coprire vaste aree di territorio.

Per ottenere le prestazioni sopra descritte, sono stati sviluppati dispositivi e protocolli di comunicazione estremamente efficienti, caratterizzati appunto da consumi energetici particolarmente ridotti a fronte spesso di una forte riduzione del bit rate. La riduzione della quantità di informazione trasmessa per unità di tempo è sicuramente uno degli elementi che ha contribuito allo sviluppo di queste reti. Effettivamente, a pensarci bene, l'IoT si basa proprio sulla trasmissione di dati elementari con frequenze temporali poco elevate e/o in occasione di eventi particolari. Il più delle volte, si tratta di trasmettere dei semplici valori analogici (temperatura, umidità, velocità del vento, etc.) e molto spesso l'elementare stato ON/OFF di un sensore sollecitato da qualche evento esterno (ad esempio, il passaggio di una persona, l'apertura di una porta o di una finestra).

Nell'ambito delle reti LPWAN sono state individuate e sono tuttora allo studio diverse tecnologie, tra queste le reti basate su architettura **LoRa** e protocolli **LoRaWAN**. Come visibile in **Figura 1**, una rete è costituita da più **terminali remoti (end device)** detti anche "**nodi**" collegati tramite link radio a dei dispositivi di acquisizione dati detti **gateway**, i quali a loro volta risultano connessi ad un server di rete che permette di rendere disponibili le informazioni raccolte su una qualsiasi rete IP o sull'intero cloud. È facile intuire che una rete del genere

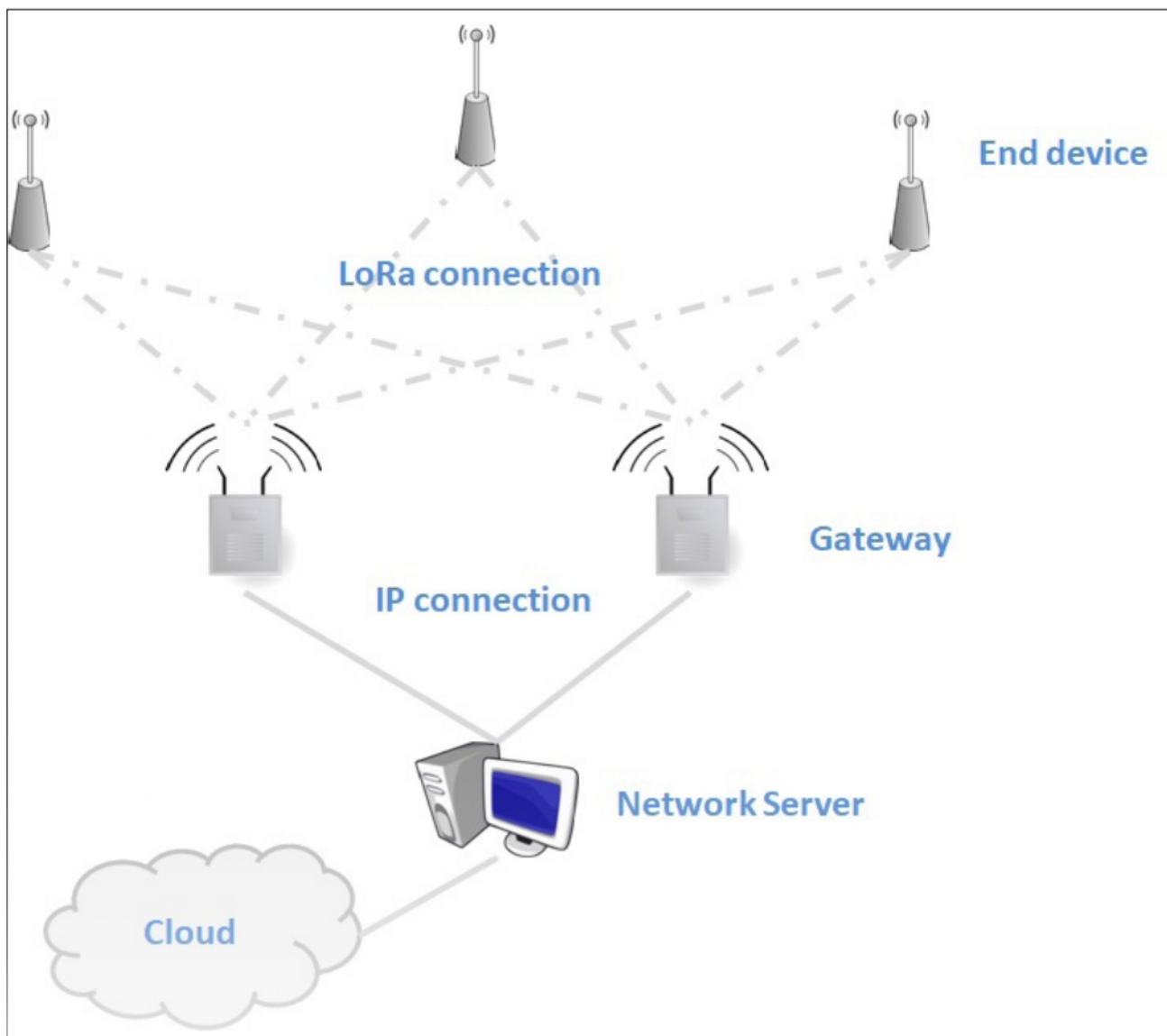


Figura 1: Esempio di rete LPWAN

permette la telegestione e la supervisione di oggetti ovunque dislocati tramite semplici applicazioni web fruibili da pc o da smartphone.

PROGETTAZIONE DI UNA RETE LPWAN "DOMESTICA"

L'obiettivo di questo articolo è quello di progettare una rete domestica che permetta l'utilizzo di disposit...

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!

UNA RETE LORA PER USI DOMESTICI: IL SOFTWARE

di Remo Riglioni

Dopo aver disegnato la nostra rete LoRa e progettato i dispositivi necessari al suo funzionamento, in questa seconda parte dell'articolo imposteremo gli sketch che daranno forma alla relazione tra terminali remoti e gateway, e vedremo come rendere fruibili i dati acquisiti su una rete IP.

UNA RETE LORA PER USI DOMESTICI

Come anticipato nella [prima parte dell'articolo](#), lo scopo di questa trattazione è quello di impostare le basi dello sviluppo di una rete LPWAN di tipo LoRa senza però entrare nel dettaglio dei protocolli a più alto livello (**LoRaWAN**), ma limitandoci a stabilire delle regole di base per la comunicazione tra i nodi terminali e il gateway. Quindi, ci limiteremo a lavorare sullo strato fisico dei collegamenti radio introducendo però degli elementi di riferimento essenziali per far funzionare la nostra rete. La prima cosa da definire è un nome univoco per ogni dispositivo della nostra rete, sostanzialmente una sorta di indirizzo a cui recapitare i messaggi con i dati o, nel caso di ricezione, appunto il destinatario delle informazioni trasmesse. La seconda cosa che dobbiamo stabilire è il tipo di relazione che vogliamo impostare tra i vari elementi che compongono la rete.

Potremmo, ad esempio, decidere che ogni nodo terminale alla rilevazione di un determinato evento, acquisito da qualche sensore, informi immediatamente il gateway trasmettendo tale informazione, ad esempio il superamento di una soglia impostata su qualche grandezza fisica. Oppure, si potrebbe impostare una rilevazione con frequenza periodica in cui i nodi terminali inviino lo stato dei sensori ciclicamente, o ancora si potrebbe pensare invece ad un gateway attivo che su base richiesta selezioni un nodo terminale della rete e si faccia inviare lo stato dei sensori, e così via.

Quindi, dipende tutto da cosa vogliamo far fare alla nostra rete domestica. Nel nostro caso, come anticipato nella prima parte dell'articolo, avremo un gateway dotato di un web server tramite il quale potremo interrogare i singoli nodi terminali.

In **Figura 1** è visibile la home page del web server installato sulla board **ESP32**, l'indirizzo IP a cui connettersi sarà visualizzato sul display OLED una volta che il gateway si sarà registrato sulla rete. La schermata è molto semplice e ci viene chiesto di selezionare uno dei nodi della rete, una volta selezionato quello che ci interessa si avvia la comunicazione radio LoRa e il nodo

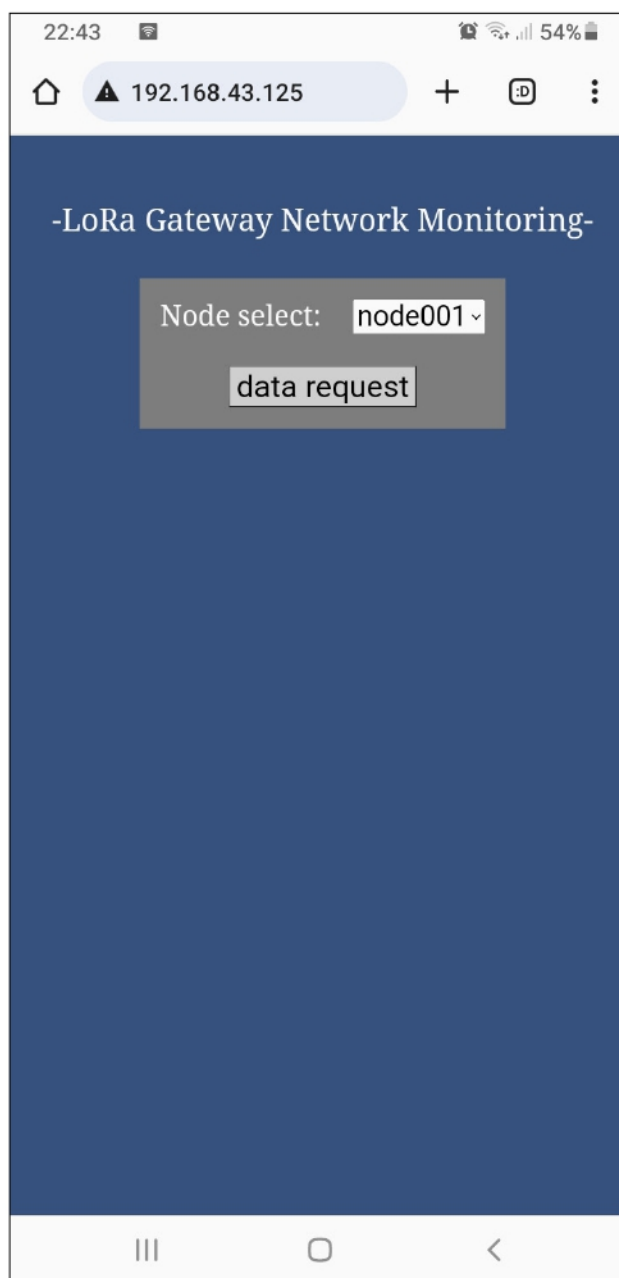


Figura 1: Web server home page

trasmette lo stato dei sensori collegati. Nel nostro caso, per semplicità, abbiamo ipotizzato di collegare dei sensori di prossimità che possono trasmettere alle porte del microcontrollore (Atmega328p) solo un stato ON/OFF, ma potenzialmente potremmo collegare diversi tipi di

22:42 192.168.43.125/node00

-LoRa Gateway Network Monitoring-

NODE #001	
node status	OK
Connections	
Sensor	Status
#0001	ON
#0002	OFF
#0003	ON
#0004	ON
#0005	OFF
#0006	OFF
LoRa node power	
OK	3220 mV
LoRa node RSSI	
OK	-48 dbm

Figura 2: Dati trasmessi dal nodo terminale #001

"node status" e il livello della tensione di alimentazione applicata al dispositivo "LoRa node power". Nella pagina web, viene anche pubblicata l'intensità del segnale ricevuto da gateway "LoRa node RSSI".

IL GATEWAY

Vediamo ora nel dettaglio lo sketch che è stato sviluppato per far funzionare il gateway (Figura 3). Per la scrittura del codice si è fatto uso dell'IDE di Arduino (versione 1.8.19) e per poter lavorare con la board LOLIN32 lite occorre scaricare ed installare nell'ambiente "board manager" il pacchetto "ESP32 Arduino", selezionando successivamente la board "WEMOS LOLIN32". Installata la board, avremo a disposizione una serie di librerie utili per la creazione e la gestione di un semplice web server locale.

Dando un'occhiata allo sketch del gateway (`lora_gateway_ver1.0.ino`) possiamo vedere che le principali librerie utilizzate sono 4 e servono per gestire rispettivamente:

- il display OLED
- il modulo LoRa
- il web server
- il collegamento WiFi alla rete locale

Di seguito, gli "header file" delle librerie utilizzate nello sketch:

```
#include <LoRa.h>
#include <WiFi.h>
#include <WebServer.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
```

Il display OLED è gestito tramite le due librerie Adafruit, in particolare, Adafruit_SSD1306 è il vero e proprio driver del display OLED e il livello sovrintendente che

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

PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?

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



VOGLIO ABBONARMI!

+ 145.000

REGISTERED USERS

7.414

 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (FEB2020)

830.610

 2020 ANNUAL VISITORS

THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY

SOCIAL CONNECTIONS

 + 83.000

 + 23.000

CATEGORIES

PROFESSIONALS

53 %

ACADEMICS/STUDENTS

25 %

MAKERS/HOBBYISTS

22 %

