

Renewable Energy Smart Projects



IN QUESTO NUMERO:

TRACCIAMENTO DEL PUNTO DI MASSIMA POTENZA PER OTTIMIZZARE LE CELLE SOLARI

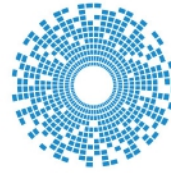
TSEM: UN MINUSCOLO CARICABATTERIE AD ENERGIA SOLARE

CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 21

E MOLTI ALTRI ARTICOLI E PROGETTI!

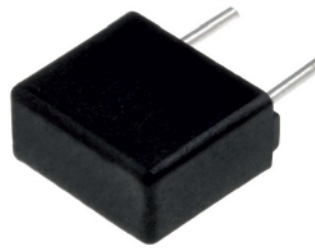
it.emcelettronica.com

**SELECTION OF FUSES
AND COMMUNICATION
CONNECTORS OFFERED
BY BEL FUSE**



bel

POWER | PROTECT | CONNECT



TME Italia S.r.l.
Grassobbio (BG), tme@tme-italia.it

Ci trovi su:

tme.eu

YOU NEED IT, WE HAVE IT!

■ ■ ■ tme.com ■

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

L'energia del futuro

Cari lettori, giunti al numero 47 di Firmware 2.0, ci soffermiamo per un momento sul percorso intrapreso finora, un viaggio che ci ha condotto nei settori più avanzati dell'elettronica e dell'innovazione tecnologica. Sin dalla nascita di Elettronica Open Source, ci siamo dedicati a fornire ai lettori uno sguardo approfondito e aggiornato su un mondo in continua evoluzione, spingendoci anche oltre l'orizzonte della semplice innovazione, verso soluzioni che sappiano coniugare progresso e, al contempo, responsabilità. In un'epoca in cui il ritmo del cambiamento è più veloce che mai, il nostro impegno è quello di mantenere voi lettori sempre aggiornati, ma con **uno sguardo costante alla sostenibilità ambientale**. È proprio in quest'ottica che Elettronica Open Source ha scelto di rendere la rivista disponibile in un formato digitale, pratico e facilmente accessibile, riducendo il nostro impatto sull'ambiente e abbracciando l'efficienza e la versatilità delle nuove tecnologie. Il tema di questo numero, "**Renewable Energy - Smart Projects**", ci conduce direttamente nel cuore di una delle sfide più importanti del nostro tempo: la transizione ecologica verso un'energia pulita e sostenibile. L'elettronica svolge oggi una funzione strategica in questo cambiamento, sia come veicolo di innovazione sia come strumento per migliorare l'efficienza energetica e ridurre gli sprechi. Tecnologie come l'**energy harvesting**, ovvero la capacità di **raccogliere energia dall'ambiente circostante** (pensiamo al sole, al vento, alle vibrazioni, etc.) stanno rivoluzionando l'industria elettronica; grazie a queste soluzioni, i dispositivi elettronici possono funzionare in modo più autonomo, riducendo la dipendenza dalle batterie e contribuendo ad un futuro più sostenibile e pulito. Entrando ora nel dettaglio della rivista, in questo numero esploreremo progetti smart che sfruttano le energie rinnovabili per alimentare **nuove generazioni di dispositivi elettronici** e vedremo attraverso approfondimenti e articoli tecnici come le energie alternative entrano anche nei progetti di elettronica di consumo, dagli smart home ai wearable. Parallelamente, le nuove frontiere della microelettronica stanno aprendo la strada a sensori e dispositivi sempre più efficienti, che possono favorire una **gestione più intelligente delle risorse energetiche** ottimizzando i consumi in tempo reale, anche attraverso l'implementazione di algoritmi di IA, e dell'Internet of Things. Il futuro dell'elettronica passa attraverso un cambiamento che non può ignorare il rispetto per il pianeta, poiché innovare significa anche prendersi cura dell'ambiente in cui viviamo, e in quest'ottica, invitiamo tutti i nostri lettori a riflettere su come ogni piccola rivoluzione tecnologica possa diventare una grande opportunità per un futuro più verde per tutti. Ci auguriamo che i temi trattati in questo numero possano ispirare le vostre nuove idee ed i vostri progetti elettronici.

Buona lettura!

Giordana Francesca Brescia

Tu progetti. Noi consegniamo.™

Prodotti d'avanguardia per progetti innovativi™



[mouser.it/new](https://www.mouser.it/new)



Renewable Energy Smart Projects



Founder&Editor

Emanuele Bonanni

CFO

Lidia Balica

Editorial Assistant

Maria Pisani

Maker in Chief

Giordana Francesca Brescia

Advertising & Marketing

Cristian Balica

cristian@contangosl.com

Graphic Designer

Marilde Mirra

Circulation

Users - 147.552

Social Network - 131.720

© 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

L'ENERGIA DEL FUTURO

3

TRACCIAMENTO DEL PUNTO DI MASSIMA POTENZA PER OTTIMIZZARE LE CELLE SOLARI

6

LA NUOVA SCHEDA ARDUINO NANO MATTER PER L'AUTOMAZIONE E LA DOMOTICA

10

PROGETTO DI UN REGOLATORE DI CARICA CON ARDUINO PER IMPIANTI SOLARI FOTOVOLTAICI

18

DATI AL SICURO IN OGNI MOMENTO: UN VIAGGIO NELLE TECNOLOGIE PLP E PS DI TRANSCEND

26

LA POTENZA DELLA SEMPLICITÀ: SCOPRIAMO LA TECNOLOGIA SLC MODE DI TRANSCEND

30

CONTROLLER DI CARICA SOLARE CON ARDUINO

33

SCOPRI LA NUOVA SEZIONE DI TME ELECTRONIC COMPONENTS - MISURATORI SPECIALIZZATI PER FOTOVOLTAICO E STAZIONI DI RICARICA EVSE

39

UN APPROCCIO ALLA PROGETTAZIONE DI SISTEMI INTEGRATI DI ENERGIA RINNOVABILE PER L'ELETTRIFICAZIONE NELLE COMUNITA REMOTE

42

SHADOW EFFECT: GENERARE ENERGIA DALL'OMBRA

47

INCHIOSTRI TERMoeLETTRICI

50

L'IMPATTO DELLE ENERGIE RINNOVABILI SULL'INDUSTRIA ELETTRONICA

53

RASPBERRY PI PICO 2: IL NUOVISSIMO MICROCONTROLLORE QUAD-CORE CON DOPPIA ARCHITETTURA RP2350

57

NUOVO RASPBERRY PI 5 CON 2 GB DI RAM: STESSA POTENZA CON PREZZO RIDOTTO DI 10 \$

59

IL TREND DELLA GREEN TECHNOLOGY NELL'ELETTRONICA

60

TSEM: UN MINUSCOLO CARICABATTERIE AD ENERGIA SOLARE

64

CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 21

68

ALIMENTIAMO IL NOSTRO PIANETA CON L'ENERGIA RINNOVABILE PER UN FUTURO PULITO E SICURO

78

DESIGN DI SOLUZIONI PER L'ENERGY HARVESTING

82

INFINEON LANCIA I NUOVI CHIP AIROC PER APPLICAZIONI BLUETOOTH 5.4 LOW ENERGY

87



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

TRACCIAMENTO DEL PUNTO DI MASSIMA POTENZA PER OTTIMIZZARE LE CELLE SOLARI

di Andrea Garrapa

La potenza massima erogabile dai pannelli fotovoltaici non rimane fissa nel tempo, ma varia a seconda delle condizioni meteorologiche. Per estrarre la massima potenza è quindi necessario implementare un algoritmo per il tracciamento del punto di massima potenza. In letteratura sono state proposte diverse tecniche per il tracciamento del punto di massima potenza. Queste tecniche variano in complessità, costo, velocità di convergenza, sensori richiesti, implementazione hardware ed efficacia. Questo articolo presenta la teoria del tracciamento del punto di massima potenza e un confronto tra i metodi base che lo implementano.

INTRODUZIONE

L'energia fotovoltaica (PV) è una delle fonti energetiche più importanti poiché pulita e inesauribile. Tuttavia, i sistemi fotovoltaici presentano problemi, come la conversione con basso irraggiamento (in generale inferiore al 17%), nonché la caratteristica non lineare che dipende dall'irraggiamento e dalla temperatura, e che modifica la quantità di energia elettrica generata. Poiché un sistema fotovoltaico è costoso da realizzare, è necessario sfruttare tutta la potenza in uscita disponibile.

Per massimizzare l'energia in uscita dai dispositivi fotovoltaici è importante utilizzare i sistemi di conversione dell'energia fotovoltaica nel **punto di massima potenza (MPP)**. La posizione del punto di massima potenza può essere determinata utilizzando diversi algoritmi. Le tecniche di **inseguimento del punto di massima potenza (MPPT)** vengono utilizzate per mantenere il punto operativo del sistema al suo punto di massima potenza (MPP) ed estrarre così la massima potenza disponibile.

In letteratura sono state proposte diverse classificazioni per catalogare le tecniche MPPT, ma generalmente si distingue tra metodi convenzionali e metodi avanzati. I metodi MPPT convenzionali sono stati proposti molto tempo fa e, quindi, sono molto popolari. I principali vantaggi di questi metodi sono la semplicità e la facile implementazione. Questi metodi sono in grado di tracciare il singolo MPP solo in condizioni di irraggiamento uniforme. I metodi MPPT avanzati sono noti come metodi di soft computing, Bio-inspired (BI) o metodi di **Intelligenza Artificiale (AI)**. Questi metodi sono relativamente complessi e hanno prestazioni di tracciamento superiori rispetto ai metodi convenzionali.

SISTEMA PV

Un **sistema fotovoltaico**, chiamato anche sistema di energia solare, è un sistema per la trasformazione dell'energia solare in energia elettrica mediante la tecnologia del fotovoltaico. Consiste in una disposizione di diversi componenti, tra cui pannelli solari per assorbire e convertire la luce solare in elettricità, un inverter solare per convertire l'uscita da corrente continua a corrente alternata, nonché montaggio, cablaggio e altri accessori elettrici per impostare un sistema funzionante.

Un sistema fotovoltaico può anche essere semplicemente costituito da una singola **cella solare**. Fondamentalmente, **la resa di qualsiasi sistema solare fotovoltaico può essere definita come una funzione della temperatura ambiente, dell'irradianza solare, dell'angolo di incidenza e dello spettro della luce solare**. Esistono due modelli equivalenti che possono rappresentare qualsiasi uscita del modulo fotovoltaico, il modello a diodo singolo (SDM) e il modello a diodo doppio (DDM). Il modello SDM è facile e semplice da implementare perché richiede meno calcoli rispetto al DDM. Pertanto, viene ampiamente utilizzato nella caratterizzazione delle celle fotovoltaiche. Il modello DDM, invece, ha una migliore precisione nel prevedere le prestazioni del sistema fotovoltaico. L'approccio DDM, però, richiede un calcolo complesso e questo lo rende un metodo meno popolare.

CURVA I-V

Le caratteristiche del sistema fotovoltaico possono essere rappresentate da due curve note come curva corrente-tensione (I-V) e curva potenza-tensione (P-V). Le curve sono fondamentalmente una rappresentazione grafica del funzionamento di una cella o modulo solare

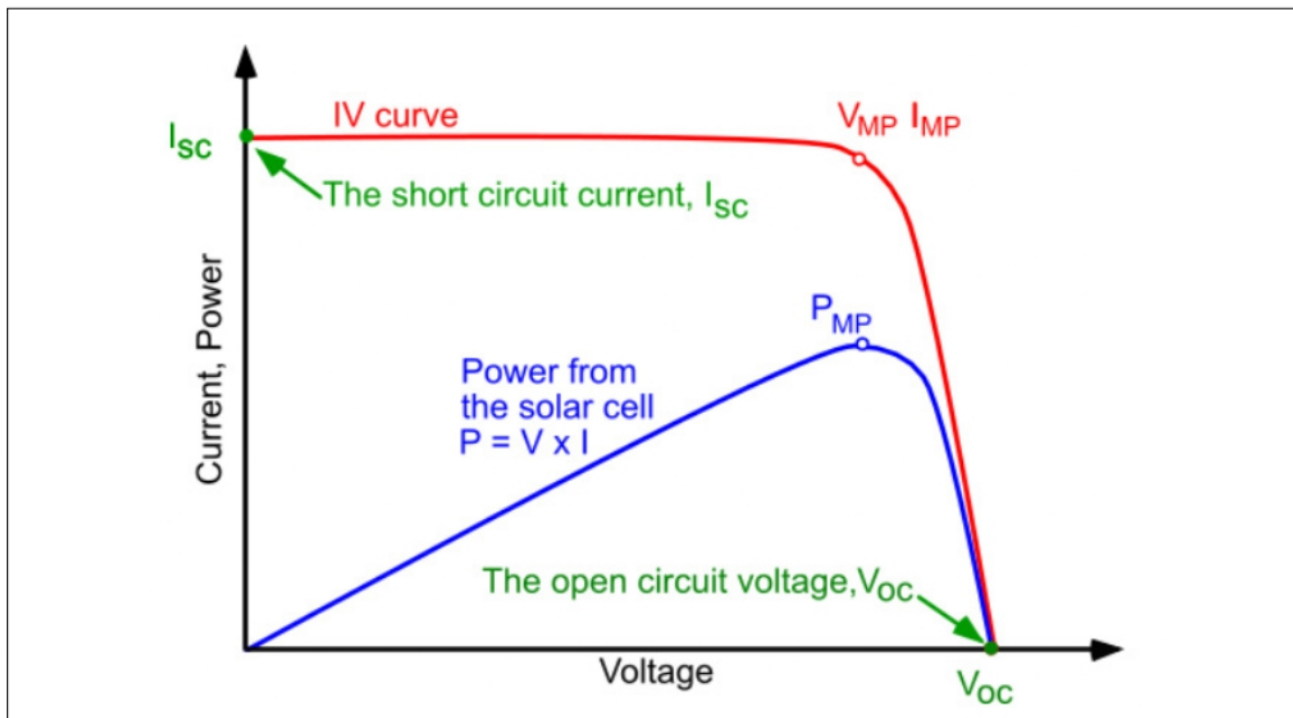


Figura 1: Curva corrente-tensione (I-V) in rosso e curva potenza-tensione (P-V) in blu di una cella solare. Per ottenere la massima potenza erogata da una cella solare è necessario che funzioni nel punto di massima potenza (P_{MP})

che riassume la relazione tra corrente e tensione alle condizioni esistenti di irraggiamento e temperatura. **Sotto irraggiamento uniforme, queste due curve hanno una forma standard con un unico punto massimo.**

Le specifiche delle celle solari di solito indicano una **tensione a circuito aperto (V_{oc})** e una **corrente di cortocircuito (I_{sc})**. La tensione a circuito aperto (V_{oc}) è la tensione massima in uscita da una cella fotovoltaica e si verifica quando la corrente nel circuito è uguale a zero. La corrente di cortocircuito (I_{sc}) è la corrente massima erogata da una cella solare e si verifica quando la cella solare è in cortocircuito e quindi la tensione è zero. Tra questi estremi, la tensione che una cella solare può produrre dipende dalla corrente in uscita. All'aumentare della

celle solari, uno tra I o V è zero, quindi non viene prodotta energia. Tra questi casi limite esiste una potenza massima per un dato irraggiamento. Esistono però vari fattori che possono influenzare le prestazioni dei moduli solari fotovoltaici, tra cui la temperatura e l'irraggiamento. La tensione a circuito aperto di un modulo fotovoltaico varia a seconda della temperatura della cella. All'aumentare della temperatura, a causa di cambiamenti ambientali o del calore generato dalla dissipazione di potenza interna durante la produzione di energia, la tensione a circuito aperto (V_{oc}) diminuisce. Allo stesso modo, anche l'irraggiamento influenzerà le prestazioni del modulo, con una riduzione della luce solare che si tradurrà principalmente in una riduzione della corrente e

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 NUOVA SCHEDA ARDUINO NANO MATTER PER L'AUTOMAZIONE E LA DOMOTICA

di **Fulvio De Santis**

Dall'unione di Arduino con Silicon Labs, sfruttando Matter, il protocollo standard di connettività IoT, nasce Arduino Nano Matter, un nuovo potente hardware di piccole dimensioni. In questo articolo, descriveremo la scheda Arduino Nano Matter, le sue enormi potenzialità tecniche e le possibili applicazioni nel settore della domotica e della gestione degli edifici intelligenti.

INTRODUZIONE

Arduno Nano Matter integra il potente microcontrollore MGM 240S ad alte prestazioni prodotto da Silicon Labs, che include direttamente lo standard avanzato Matter per la connettività Internet of Things (IoT). La struttura compatta e robusta di Arduino Nano Matter è perfetta per progetti che richiedono efficienza energetica e una vasta gamma di opzioni di connettività, come **Bluetooth Low Energy (BLE)** e **Open Thread**. Grazie alla sua semplicità e versatilità, Arduino Nano Matter può interfacciarsi agevolmente con qualsiasi dispositivo compatibile con il protocollo Matter e sfruttare l'ampia gamma di periferiche e I/O dell'ecosistema Arduino per migliorare la connettività dei dispositivi e le capacità di progettazione. Le aree di applicazione di Arduino Nano Matter includono IoT, domotica, automazione professionale, monitoraggio ambientale e climatizzazione. Questa scheda è una porta d'ingresso verso l'innovazione in vari settori, dalla semplificazione dei processi produttivi alla creazione di ambienti di vita e di lavoro reattivi e confortevoli.

Tra le innumerevoli applicazioni, di seguito sono elencati vari casi d'uso della scheda.

Case intelligenti: ovvero la trasformazione degli spazi residenziali in ambienti intelligenti con la tecnologia Nano Matter.

Casa intelligente a comando vocale: Arduino Nano Matter può essere integrata nelle piattaforme di assistenza vocale come Amazon Alexa o Google Assistant, consentendo ai residenti di controllare i dispositivi domestici intelligenti, come le luci, termostati o interruttori, utilizzando semplici comandi vocali, migliorando il comfort e l'accessibilità.

Illuminazione intelligente: questa applicazione automatizza il sistema di illuminazione domestica con

Arduino Nano Matter utilizzato per regolare la luminosità in base all'occupazione, all'ora del giorno o ai livelli di luce ambientale, risparmiando energia e garantendo condizioni di illuminazione ottimali in ogni stanza.

Automazione degli oscuranti: Arduino Nano Matter controlla la motorizzazione di tende e tapparelle della casa per regolarle automaticamente in base all'esposizione alla luce solare, all'occupazione della stanza o ad orari specifici della giornata, creando l'atmosfera perfetta e migliorando l'efficienza energetica e il comfort.

Monitoraggio dello stato ambientale domestico: viene impiegato Arduino Nano Matter per connettere sensori ambientali, monitorare le condizioni ambientali interne come pressione atmosferica, umidità e temperatura, e mantenere un ambiente di vita sano fornendo informazioni utili per il comfort ed il benessere.

Automazione degli edifici: con Arduino Nano Matter, è possibile ottimizzare la gestione degli edifici per migliorare il comfort delle persone e l'efficienza energetica. Ad esempio, la scheda si presta a creare sistemi per controllare e monitorare gli impianti di climatizzazione in diverse zone, regolandone il funzionamento in base alle condizioni ambientali o a impostazioni predefinite.

Gestione dell'energia: in quest'altra applicazione viene utilizzata la connettività di Arduino Nano Matter per il controllo dei misuratori di energia e degli elettrodomestici intelligenti per la gestione ottimale del consumo energetico di un edificio. In questo modo, vengono implementate automaticamente azioni di risparmio energetico, riducendo i costi e l'impatto ambientale.

Rilevamento della presenza e utilizzo dello spazio: con i sensori compatibili con il protocollo Matter gestiti da Arduino Nano Matter, si ottengono informazioni det-

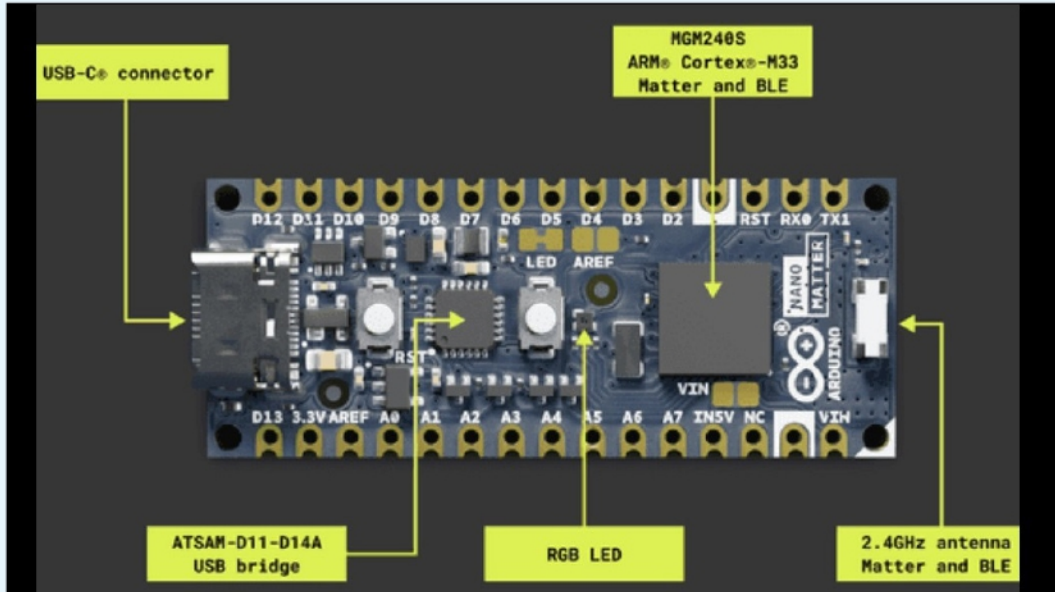


Figura 1: Layout della scheda Arduino Nano Matter

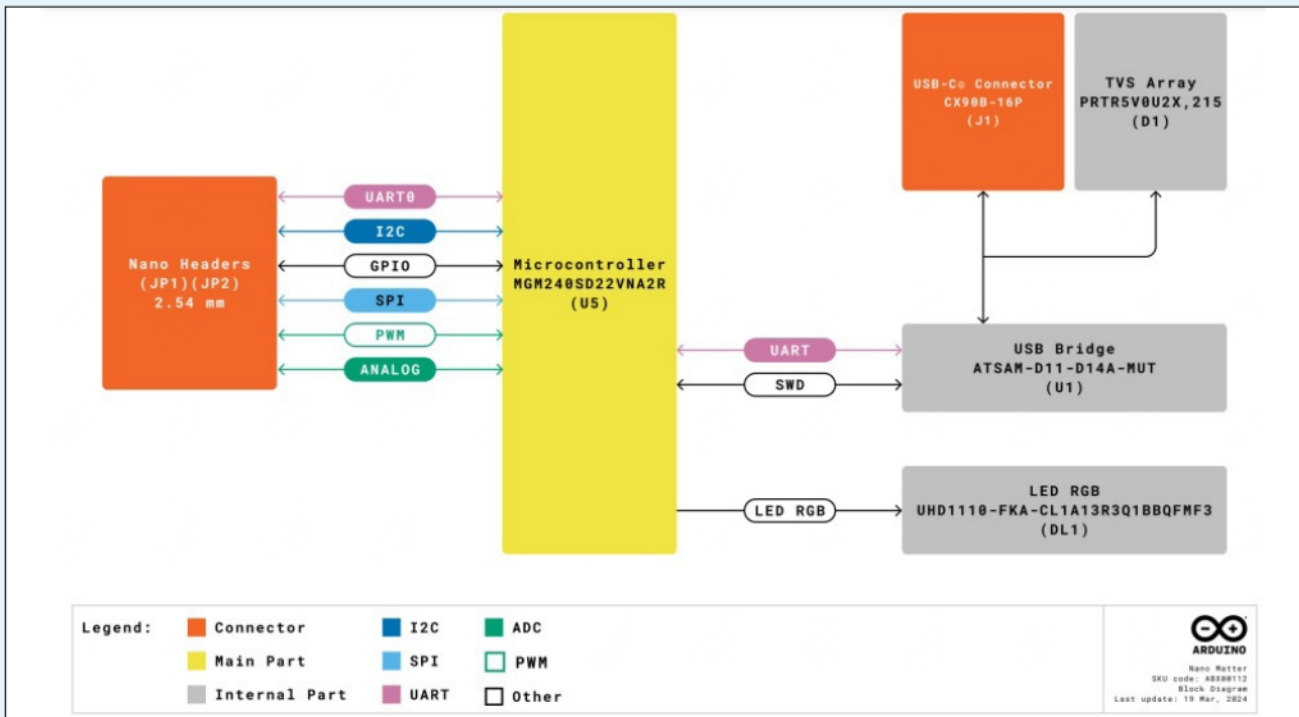


Figura 2: Architettura della scheda Arduino Nano Matter

tagliate sull'effettiva occupazione dell'edificio e si utilizzano questi dati per regolare i sistemi di illuminazione e climatizzazione, garantendo un uso efficiente dello spazio e delle risorse.

Automazione industriale: con **Arduino** Nano Matter viene sfruttato tutto il potenziale della produzione moderna. Progettato per una perfetta integrazione

in ambienti industriali, esso semplifica le operazioni attraverso l'interoperabilità macchina-macchina mediante la quale viene migliorata la produzione attraverso la supervisione dinamica tra le macchine. Se una macchina inizia a produrre parti difettose a causa di un malfunzionamento, le macchine adiacenti vengono immediatamente allertate, interrompendo le operazioni e avvisando un operatore umano, riducendo così sprechi e tempi

Feature	Description
Microcontroller	78 MHz, 32-bit Arm® Cortex®-M33 core (MGM240SD22VNA)
Internal Memory	1536 kB Flash and 256 kB RAM
Connectivity	802.15.4 Thread, Bluetooth® Low Energy 5.3, and Bluetooth® Mesh
Security	Secure Vault® from Silicon Labs
USB Connectivity	USB-C® port for power and data
Power Supply	Various options for easily powering the board: USB-C® port and external power supply connected through the board's Nano-styled header connector pins (I5V, VIN)
Analog Peripherals	12-bit ADC (x20), up to 12-bit DAC (x4)
Digital Peripherals	GPIO (x22 - All exposed I/O can be used as digital), UART (x2), I2C (x2), SPI (x2), PWM (x22) with a maximum of 5 simultaneously operational channels
Debugging	JTAG/SWD debug port (accessible through the board's test pads)
Dimensions	18 mm x 45 mm
Weight	4 g
Pinout features	Castellated pins allow the board to be SMD soldered on a custom carrier

Figura 3: Caratteristiche tecniche della scheda Arduino Nano Matter

di fermo della produzione.

Monitoraggio dello stato della macchina: integrando Arduino Nano Matter nei sistemi industriali, può essere eseguito il monitoraggio in tempo reale di condizioni critiche delle macchine, come temperatura, pressione e umidità, garantendo manutenzione e interventi mirati tempestivi, prevenendo guasti costosi e mantenendo una qualità di produzione costante.

Ottimizzazione della sicurezza dei lavoratori: l'impiego di Arduino Nano Matter negli ambienti operativi eleva gli standard di sicurezza della struttura operativa mediante il monitoraggio in tempo reale delle condizioni ambientali ed il rilevamento della presenza del personale in aree pericolose, migliorando la sicurezza dei lavoratori e impedendo il funzionamento delle macchine quando viene rilevato un essere umano in zone pericolose.

IL PROTOCOLLO MATTER

Uno dei più importanti pilastri su cui si basa la potenza della nuova scheda **Arduino Nano Matter** è il protocollo Matter. Considerando i numerosi standard e protocolli di comunicazione disponibili nel settore della casa intelligente, è difficoltoso decidere quale utilizzare nello sviluppo di un progetto. Con la nascita cinque anni fa dello standard Matter, ora abbiamo a disposizione un protocollo standard supportato dai grandi ecosistemi

come Google, Amazon ed Apple, rendendo possibile l'interoperabilità di tutti i dispositivi intelligenti supportati da Matter.

Matter è un protocollo che consente ai dispositivi intelligenti di diverse aziende di comunicare tra loro. Fondamentalmente, i dispositivi che "parlano Matter" funzionano con gli stessi comandi. È interessante sapere che non si tratta di una nuova tecnologia di rete wireless, ma piuttosto di un **insieme di comandi standardizzati inviati su reti IP locali**. Matter utilizza Thread, Wi-Fi ed Ethernet come tecnologie di rete sottostanti. Può utilizzare BLE per l'accoppiamento o la messa in servizio del sistema. La separazione della tecnologia di rete e del protocollo distingue Matter da tecnologie come Zigbee e Z-Wave.

Tuttavia, dal punto di vista dell'utente, la differenza più grande tra queste diverse tecnologie per la casa intelligente sono i dispositivi supportati. Molti produttori si sono impegnati a rendere alcune parti del loro portafoglio compatibili con Matter, il che è positivo, ma, a volte, è necessario un altro hub Matter. Attualmente, alcuni dispositivi compatibili con il protocollo Matter sono disponibili sul mercato, tra cui la scheda Arduino Nano Matter. Matter è una grande sfida che avrà sempre più dispositivi compatibili per lo sviluppo di progetti della casa intelligente, con Zigbee già dominante nei sistemi di controllo dell'illuminazione, Z-Wave nei sensori e nei moduli, e altre tecnologie ancora in altri campi. I progettisti, teoricamente, dovrebbero essere flessibili nella

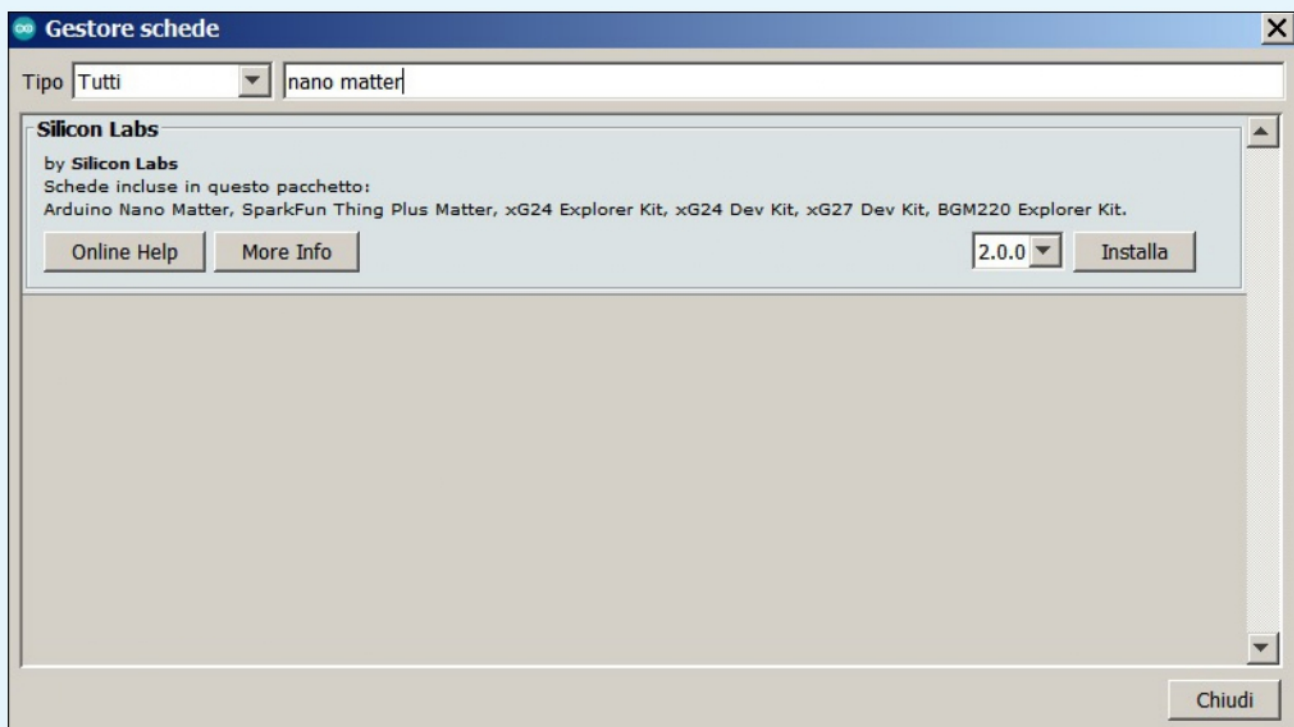


Figura 4: Installazione del core di Nano Matter di Silicon Labs

scelta tra queste tecnologie e dovrebbero progettare un sistema che ne supporti più di una.

I dispositivi **Matter** possono utilizzare diverse tecnologie per comunicare. Queste possono essere cablate, come Ethernet, e wireless, come Wi-Fi e Thread, diversamente da Zigbee o Z-Wave, che combinano il livello fisico, di rete e applicativo in un unico standard. Tutte queste reti sono locali, il che significa che sono governate e controllate all'interno della casa/edificio intelligente. La maggior parte degli hub Matter include un'opzione di bridging a Internet. Alcuni dispositivi Matter basati su Ethernet o Wi-Fi potrebbero tuttavia connettersi al cloud/Internet in modo non Matter e ciò potrebbe essere un rischio per la sicurezza.

LA SCHEDA ARDUINO NANO MATTER

Incentrata sul potente microcontrollore MGM240S, un **Arm Cortex-M33 a 32 bit di Silicon Labs**, la scheda Arduino Nano Matter ha un'architettura compatta ad alta efficienza che integra un modulo wireless ad alte prestazioni ottimizzato per le esigenze di connettività dei dispositivi IoT alimentati a batteria e della rete mesh a 2,4 GHz. La **Figura 1** mostra il layout della scheda Arduino Nano Matter.

Nell'immagine di **Figura 1** sono indicati i principali componenti della scheda.

ARCHITETTURA

Come possiamo rilevare dallo schema a blocchi semplificato illustrato nella **Figura 2**, il nucleo dell'architettura della scheda Arduino Nano Matter è rappresentato dal microcontrollore MGM240SD22VNA.

Al microcontrollore sono collegate diverse periferiche: periferiche di comunicazione UART, SPI e I2C; periferiche I/O, PWM, convertitori ADC e DAC. La scheda integra anche un pulsante e un LED RGB a disposizione dell'utente per i propri test e progetti.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Le caratteristiche tecniche della scheda Arduino Nano Matter, riportate nella tabella di **Figura 3**, si basano sulla potenza e sulle potenzialità di connettività del microcontrollore multiprotocollo MGM240S, che è il cuore di Arduino Nano Matter e controller principale della scheda.

ALIMENTAZIONE

La scheda Arduino Nano Matter può essere alimentata tramite una delle seguenti interfacce:

- **Porta USB-C integrata:** la scheda viene alimentata utilizzando un cavo o adattatore USB-C standard.
- **Alimentazione esterna a +5 VCC:** in questo caso, l'alimentatore deve essere collegato al pin

“+5V IN” o al pin VIN del connettore della scheda, come indicato nella disposizione dei pin. Riguardo al pin VIN, per abilitare l'alimentazione tramite questo pin occorre che il ponticello relativo a VIN sia cortocircuitato. La scheda Arduino Nano Matter assorbe tipicamente una corrente di 16 mA, ma la corrente operativa può variare in funzione dell'applicazione. Inoltre, si consideri che la scheda può essere impostata in modalità “Low-Power”, ossia per un basso consumo energetico, ma per questo tipo di funzionamento la scheda deve essere alimentata esclusivamente tramite il pin “+5V IN”. Le condizioni operative tipiche e i limiti di progettazione della scheda Arduino Nano Matter prevedono una tensione di alimentazione di +5 V al connettore d'ingresso USB e una tensione di alimentazione compresa tra +5 V e +5,5 V in ingresso al pin VIN.

Una interessante caratteristica della scheda Arduino Nano Matter è data dalla sua doppia faccia e dai suoi pin passanti lungo i bordi della scheda, ciò consente di montare e saldare componenti SMD su un supporto personalizzato costituito da una delle facce della scheda. Per scoprire tutti i dettagli tecnici di Arduino Nano Matter, è disponibile la sezione dedicata di **Arduino Docs**, che include lo **User Manual**.

UN ESEMPIO DI APPLICAZIONE CON LA SCHEDA ARDUINO NANO MATTER

In questo esempio, vedremo come utilizzare Arduino Nano Matter come dispositivo smart IoT per controllare con Alexa di Amazon il **LED RGB integrato** nella scheda. Prima di andare all'applicazione, occorre installare la scheda Arduino Nano Matter nell'IDE di Arduino di cui scaricherete l'ultima versione dal sito ufficiale www.arduino.cc. Il core Nano Matter di Silicon Labs contiene le librerie e gli esempi necessari per lavorare con i componenti della scheda, come il protocollo Matter, Bluetooth Low Energy (BLE) e I/O. Per installare il core Nano Matter, aprite l'IDE di Arduino. Selezionate **File > Impostazioni** e nella casella “URL aggiuntive per il gestore schede” aggiungete il link seguente (preceduto da una virgola se ci sono già altre URL): https://siliconlabs.github.io/arduino/package_arduinolabs_index.json. Successivamente, andate su **Strumenti > Scheda > Gestione schede** e nella casella di ricerca digitate “Nano Matter”. Apparirà “Silicon Labs”, come mostrato in **Figura 4**, quindi installate l'ultima versione del core di Silicon Labs.

CONTROLLO DEL LED RGB DELLA SCHEDA ARDUINO NANO MATTER CON ALEXA

In questa applicazione, utilizzeremo la scheda Arduino Nano Matter come lampadina LED mediante il LED RGB integrato nella scheda stessa. Il codice di questa applicazione si trova nei file di esempio dell'IDE di Arduino. Quindi, aprite l'IDE e andate su **File > Esempi > Matter** e aprite lo sketch chiamato “nano_matter_lightbulb_color”. Di seguito, è riportato il codice completo.

```
#include <Matter.h>
#include <MatterLightbulb.h>

#define LED_R LED_BUILTIN
#define LED_G LED_BUILTIN_1
#define LED_B LED_BUILTIN_2

MatterColorLightbulb matter_color_bulb;

void update_led_color();
void led_off();
void handle_button_press();
volatile bool button_pressed = false;

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  Matter.begin();
  matter_color_bulb.begin();
  matter_color_bulb.boost_saturation(51); // Boost
  saturation by 20 percent

  // Set up the onboard button
  pinMode(BTN_BUILTIN, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt(BTN_BUILTIN, &handle_button_press, FALLING);

  // Turn the LED off
  led_off();

  Serial.println("Arduino Nano Matter - color lightbulb");

  if (!Matter.isDeviceCommissioned()) {
    Serial.println("Matter device is not commissioned");
    Serial.println("Commission it to your Matter hub with the manual pairing code or QR code");
    Serial.printf("Manual pairing code: %s\n", Matter.getManualPairingCode().c_str());
    Serial.printf("QR code URL: %s\n", Matter.getOnbo-
```

```

ardingQRCodeUrl().c_str());
}
while (!Matter.isDeviceCommissioned()) {
delay(200);
}

Serial.println("Waiting for Thread network...");
while (!Matter.isDeviceThreadConnected()) {
delay(200);
}
Serial.println("Connected to Thread network");

Serial.println("Waiting for Matter device disco-
very...");
while (!matter_color_bulb.is_online()) {
delay(200);
}
Serial.println("Matter device is now online");
}

void loop()
{
// If the physical button state changes - update the
lightbulb's on/off state
if (button_pressed) {
button_pressed = false;
// Toggle the on/off state of the lightbulb
matter_color_bulb.toggle();
}

// Get the current on/off state of the lightbulb
static bool matter_lightbulb_last_state = false;
bool matter_lightbulb_current_state = matter_co-
lor_bulb.get_onoff();

// If the current state is ON and the previous was
OFF - turn on the LED

```

```

matter_lightbulb_last_state = matter_lightbulb_cur-
rent_state;
Serial.println("Bulb OFF");
led_off();
}

static uint8_t hue_prev = 0;
static uint8_t saturation_prev = 0;
static uint8_t brightness_prev = 0;
uint8_t hue_curr = matter_color_bulb.get_hue();
uint8_t saturation_curr = matter_color_bulb.get_sa-
turation_percent();
uint8_t brightness_curr = matter_color_bulb.get_bri-
ghtness_percent();

// If either the hue, saturation or the brightness
changes - update the LED to reflect the latest change
if (hue_prev != hue_curr || saturation_prev != satura-
tion_curr || brightness_prev != brightness_curr) {
update_led_color();
hue_prev = hue_curr;
saturation_prev = saturation_curr;
brightness_prev = brightness_curr;
}

// Updates the color of the RGB LED to match the
Matter lightbulb's color
void update_led_color()
{
if (!matter_color_bulb.get_onoff()) {
return;
}
uint8_t r, g, b;
matter_color_bulb.get_rgb(&r, &g, &b);
// If our built-in LED is active LOW, we need to invert
the brightness values

```

**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**

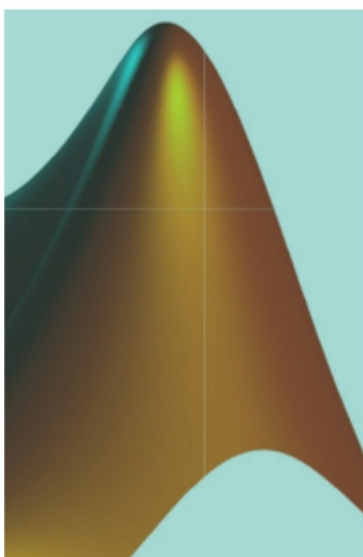
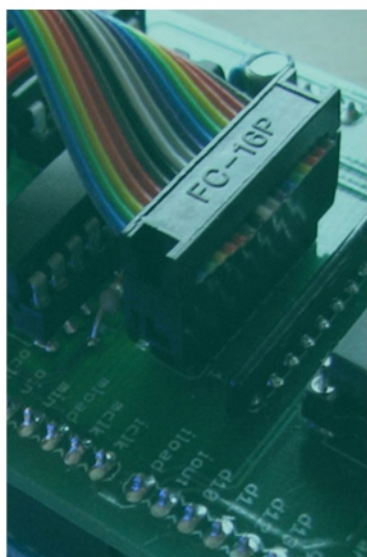


VOGLIO ABBONARMI!



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!



DATI AL SICURO IN OGNI MOMENTO: UN VIAGGIO NELLE TECNOLOGIE PLP E PS DI TRANSCEND

di **Daniele Valanzuolo**

Nel mondo dell'informatica moderna, la necessità di dispositivi di archiviazione ad alta velocità e affidabilità è più critica che mai. Con l'aumento esponenziale della quantità di dati generati quotidianamente e le esigenze sempre crescenti delle applicazioni di elaborazione dati, i dispositivi a stato solido (SSD) hanno guadagnato una posizione di rilievo nel panorama delle tecnologie di archiviazione. Gli SSD offrono vantaggi significativi rispetto ai tradizionali dischi rigidi (HDD), tra cui superiori velocità di accesso ai dati, maggiore resistenza agli urti e consumi energetici ridotti. Inoltre, gli SSD garantiscono prestazioni costanti anche sotto carichi di lavoro intensivi e in condizioni operative difficili, rendendoli ideali per un'ampia gamma di applicazioni, dalle workstation professionali ai server aziendali. Questo articolo esplorerà alcune tecnologie di Transcend fondamentali per garantire funzionalità avanzate degli SSD, i loro principali vantaggi e come stanno trasformando il modo in cui gestiamo e conserviamo i dati nel contesto dell'era digitale.

Nell'ultimo decennio, ormai osanniamo le velocità e le prestazioni degli SSD. Tuttavia, come qualsiasi altra tecnologia, anche gli SSD non sono esenti da problematiche tecniche. Una delle sfide più critiche per questi dispositivi è la **gestione delle perdite di alimentazione improvvise**, che possono portare a corruzione dei dati e perdite irreversibili. Per affrontare questo problema, Transcend, leader nella produzione di dispositivi di archiviazione a stato solido (SSD), ha sviluppato per i propri dispositivi di archiviazione diverse soluzioni, tra cui la tecnologia di **Power Loss Protection (PLP)** e di **Power Shield (PS)**. In questo articolo, andremo ad introdurre queste due tecnologie, comprendendone i meccanismi, i benefici e gli svantaggi che ne derivano.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DEL POWER SHIELD (PS)

Con il termine Power Shield (PS) si intende una tecnologia sviluppata da **Transcend** per proteggere i dati memorizzati nella memoria flash (principalmente in tecnologia NAND) durante un'improvvisa perdita di corrente. **L'elemento principale a supporto di questa tecnologia è il circuito interno per il rilevamento della tensione (spesso indicato come Voltage Detection Circuit, VDT)**, che monitora costantemente la tensione fornita dall'host.

Durante il normale funzionamento, l'host fornisce una

tensione stabile all'SSD. Il circuito VDT ha dunque il compito di monitorare accuratamente questa tensione, garantendo che rimanga entro i livelli operativi accettabili. Nel momento in cui la tensione cala al di sotto di una soglia critica, allora il VDT interviene immediatamente con il suo meccanismo di protezione. Infatti, il calo di tensione può essere indicativo per un'imminente perdita di alimentazione e il VDT attiva di conseguenza il Power Shield per proteggere i dati memorizzati.

La protezione del Power Shield si basa principalmente sulla gestione da parte del controller dell'SSD il quale smette di accettare nuovi comandi di scrittura dall'host. Questo è un passaggio cruciale: bloccando le nuove operazioni di scrittura, il PS garantisce che non si verifichino scritture incomplete o corrotte, che potrebbero compromettere l'integrità dei dati nel flash NAND. Di fatto, il controller dell'SSD entra in una modalità di protezione in cui preserva i dati già presenti, impedendo qualsiasi modifica fino a quando l'alimentazione non viene ripristinata. Il meccanismo del Power Shield si basa su componenti elettronici affidabili e su un firmware ottimizzato. Il rilevatore di tensione (VDT) è progettato per rispondere rapidamente ai cambiamenti di tensione, attivando il PS in una frazione di secondo. Questa rapidità di risposta è essenziale per evitare la perdita di dati, poiché anche un breve intervallo di tempo senza protezione potrebbe causare corruzione dei dati.

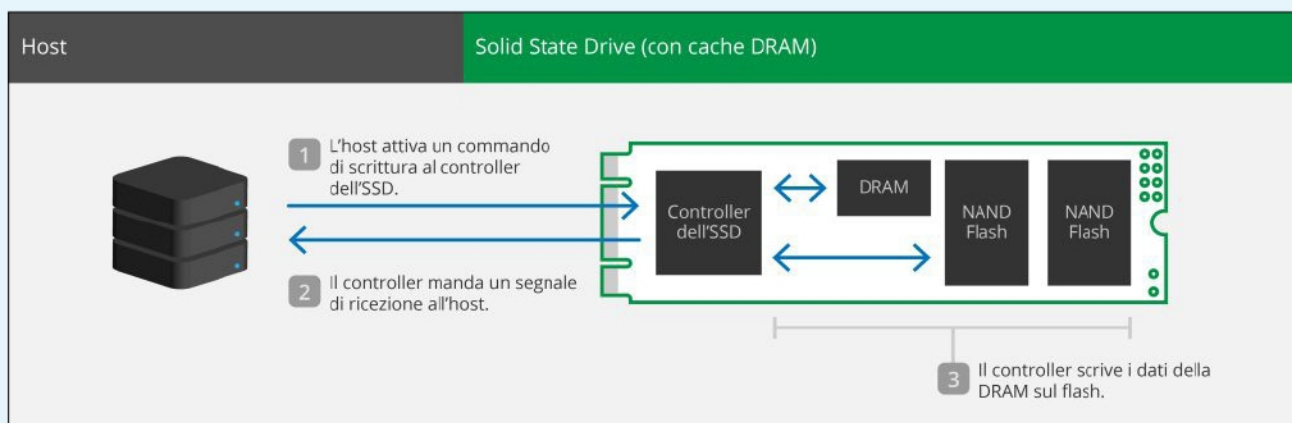


Figura 1: Architettura di principio di un SSD con cache DRAM (Fonte: **Transcend**)

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DEL POWER LOSS PROTECTION (PLP)

Il Power Loss Protection (PLP) è una tecnologia progettata per proteggere l'integrità dei dati nei dispositivi di archiviazione a stato solido (SSD) durante improvvisi blackout o interruzioni di corrente. Questa tecnologia è essenziale in ambienti dove la perdita di dati può avere conseguenze gravi, come nei data center, nei sistemi industriali e **nelle applicazioni mission-critical**. Il PLP utilizza un insieme di componenti hardware e software per assicurare che i dati temporaneamente memorizzati nella cache DRAM vengano trasferiti in modo sicuro alla memoria flash NAND non volatile in caso di perdita di potenza.

Gli SSD con DRAM cache integrata offrono prestazioni superiori grazie alla velocità della memoria DRAM, che consente operazioni di lettura e scrittura estremamente rapide. Un SSD con DRAM cache integrata è costituito principalmente da tre componenti: la **memoria flash NAND**, la memoria DRAM e il controller SSD.

La memoria flash NAND è la componente fondamentale per l'archiviazione dei dati. È organizzata in celle, pagine e blocchi, dove le celle rappresentano l'unità base di archiviazione, le pagine sono l'unità minima di lettura e scrittura ed i blocchi sono l'unità minima di cancellazione. Le diverse varianti di NAND, come SLC (Single-Level Cell), MLC (Multi-Level Cell), TLC (Triple-Level Cell) e QLC (Quad-Level Cell), offrono vari gradi di prestazioni, durabilità e costo, permettendo ai produttori di scegliere la soluzione più adatta per specifiche applicazioni. La memoria DRAM, invece, funge da cache volatile all'interno dell'SSD. Grazie alla sua velocità di accesso estremamente elevata, la DRAM migliora significativamente le prestazioni dell'SSD, riducendo la

latenza delle operazioni di lettura e scrittura.

Durante le operazioni di scrittura, i dati vengono inizialmente memorizzati nella DRAM, il che consente di raggruppare più operazioni di scrittura in una sola, migliorando l'efficienza e riducendo l'usura della memoria flash NAND. La presenza della DRAM è essenziale per mantenere alte prestazioni in scenari di utilizzo intensivo, come l'elaborazione di grandi quantità di dati in tempo reale. Tuttavia, la DRAM è una memoria volatile, il che significa che perde i dati memorizzati quando non è alimentata. **In assenza di una protezione adeguata, un'interruzione improvvisa dell'alimentazione può causare la perdita di dati critici che erano in transito o temporaneamente immagazzinati nella DRAM.** Questo può portare a corruzione dei dati, fallimento del sistema e perdita di integrità dei dati stessi.

Il funzionamento del PLP si basa sull'uso di condensatori e circuiti di rilevamento della tensione integrati nell'SSD. Questi componenti collaborano per rilevare una caduta di tensione e attivare un processo di emergenza che consente il completamento delle operazioni di scrittura in corso.

Dunque, nel meccanismo di protezione PLP, possiamo identificare 4 fasi del suo funzionamento:

- Fase 1: rilevamento della perdita di alimentazione. Utilizzando un circuito di sensing sulla tensione di alimentazione è possibile rilevare perdite della stessa ed attivare le fasi successive del meccanismo di protezione.
- Fase 2: utilizzo dell'energia immagazzinata nei condensatori. I condensatori integrati nell'SSD, precedentemente caricati durante il normale funzionamento del dispositivo, entrano in azione

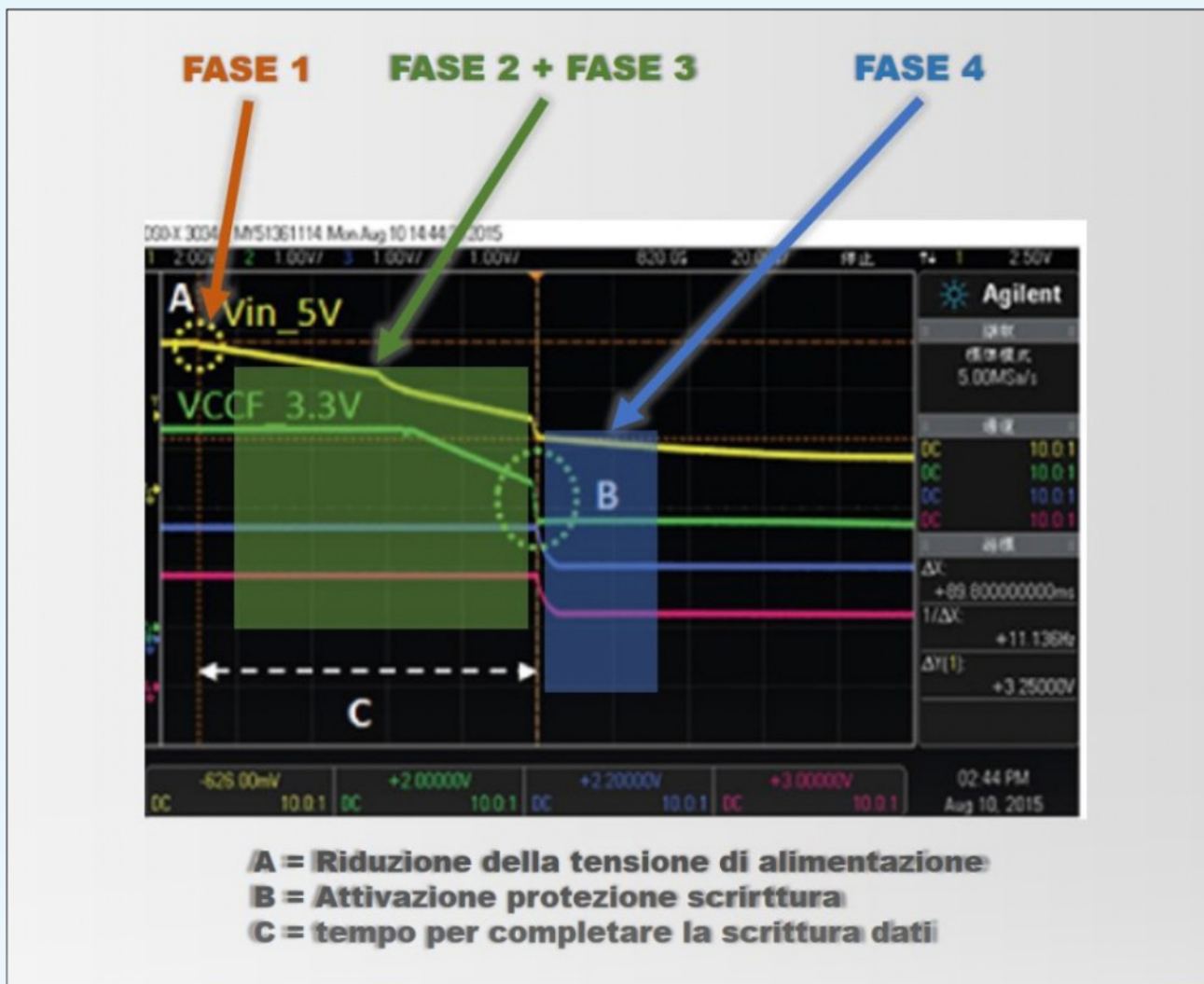


Figura 2: Individuazione delle fasi in funzione della tensione di alimentazione (Fonte: Transcend)

formando l'energia necessaria per prolungare il tempo operativo dell'SSD. Questa energia supplementare è critica per garantire che tutti i dati in transito nella DRAM vengano correttamente trasferiti alla memoria flash NAND non volatile.

Fase 3: trasferimento dei dati. Durante la fase

Nella figura successiva, le quattro fasi appena descritte vengono individuate in funzione della tensione di alimentazione V_{in} pari a 5V ed osservando il comportamento della tensione V_{CCF} (pari a 3.3V) a bordo dell'SSD. Il meccanismo di protezione PLS ha a disposizione il tempo C per effettuare il salvataggio dei dati pre-

**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 POTENZA DELLA SEMPLICITÀ: SCOPRIAMO LA TECNOLOGIA SLC MODE DI TRANSCEND

di **Daniele Valanzuolo**

Una maggiore produzione di big data ha portato alle crescenti esigenze di capacità di storage. Sempre più spesso, le aziende che gestiscono grandi volumi di informazioni, o anche i progettisti di applicazioni embedded, necessitano di soluzioni di memoria che non solo offrano ampie capacità di archiviazione, ma anche alte velocità di lettura, scrittura, e affidabilità del dato memorizzato, il tutto senza perder d'occhio i costi. In questo particolare contesto, le memorie NAND flash con alta densità sono diventate sempre di più un elemento fondamentale dell'infrastruttura tecnologica moderna. In questo articolo, affronteremo nel dettaglio le diverse tecnologie disponibili per le NAND flash, con particolare attenzione alla Single-Level Cell (SLC) e le soluzioni innovative come la SLC Mode introdotta da Transcend nei propri dispositivi.

La tecnologia **Single-Level Cell (SLC)** rappresenta una delle soluzioni di archiviazione più affidabili e performanti disponibili nel mercato degli SSD. Comprendere il funzionamento della tecnologia SLC richiede una conoscenza dettagliata della struttura e delle operazioni delle celle di memoria NAND, nonché delle tecniche specifiche utilizzate da Transcend per ottimizzare le prestazioni e la durata dei loro dispositivi.

LE TECNOLOGIE DISPONIBILI: SLC, MLC E TLC

Per iniziare, andiamo ad esplorare le tecnologie disponibili per le memorie NAND flash. Queste possono essere classificate principalmente in tre categorie (SLC, MLC e TLC), ognuna con caratteristiche distintive in termini di capacità, velocità, durabilità e, ovviamente, costo. La prima di queste è la più semplice, ossia la tecnologia SLC che memorizza un singolo bit di dati per ogni cella. Questo tipo di NAND flash è noto per la sua alta velocità di lettura e scrittura, oltre che per la sua maggiore durabilità e affidabilità. Poiché ogni cella contiene solo un bit, la probabilità di errore è significativamente ridotta, il che rende l'SLC ideale per applicazioni che richiedono elevate prestazioni e affidabilità, come nei server di fascia alta e nei sistemi di storage industriale.

La soluzione successiva è la tecnologia MLC, capace di memorizzare invece due bit di dati per cella, raddoppiando dunque la capacità rispetto all'SLC a parità di celle di memoria. Questo aumento di densità, comporta un compromesso in termini di velocità e durabilità, nonché di complessità della gestione delle operazioni di lettura e scrittura. **Le memorie MLC, infatti, sono più lente delle SLC e tendono a deteriorarsi più**

rapidamente a causa del maggior numero di stati di carica che devono essere gestiti all'interno di ogni cella. Tuttavia, questa soluzione rappresenta anche un buon equilibrio tra costo e prestazioni, risultando una scelta popolare per molti dispositivi consumer e alcune applicazioni enterprise.

La terza soluzione è la tecnologia TLC che consente di aumentare ulteriormente la densità, memorizzando tre bit di dati per ogni singola cella. Ciò consente di avere una capacità molto elevata a un costo inferiore per gigabyte rispetto a SLC e MLC. Tuttavia, le memorie TLC sono più lente e meno durature, con una maggiore probabilità di errori di lettura e scrittura. Queste caratteristiche rendono le memorie TLC adatte principalmente per applicazioni dove la capacità di memoria e il costo sono prioritari rispetto alle prestazioni e alla durabilità, come nei dispositivi di archiviazione consumer.

Tali tecnologie sono specifiche per ciò che vengono indicate come planar NAND, o anche memorie NAND 2D (**Figura 1**). Con l'aumentare della domanda di capacità di archiviazione, la miniaturizzazione delle celle ha portato a problemi di interferenza e affidabilità. Dunque, sono state concepite le memorie NAND 3D che non trattiamo in questo articolo.

LA TECNOLOGIA SLC NEL DETTAGLIO

La semplicità della metodologia alla base della tecnologia SLC permette di ridurre significativamente la complessità delle operazioni di lettura e scrittura, migliorando sia la velocità di accesso ai dati sia la durata della memoria stessa. La semplicità della struttura SLC contribuisce anche ad una maggiore affidabilità, poiché c'è una minore probabilità di errore rispetto ad altre tecno-

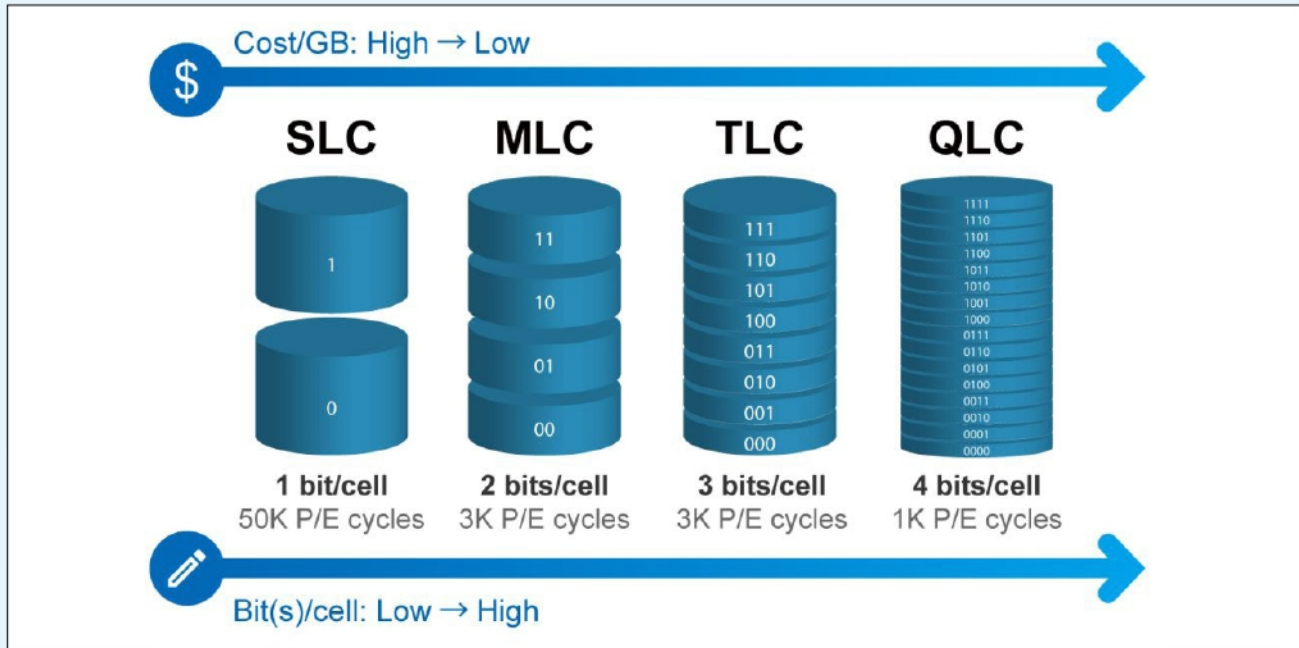


Figura 1: Confronto tra tecnologie SLC, MLC e TLC (Fonte: **Transcend**)

logie di memorizzazione come la MLC (Multi-Level Cell) o la TLC (Triple-Level Cell), che memorizzano rispettivamente due e tre bit per cella.

Uno dei principali vantaggi della tecnologia SLC è la velocità. **Poiché ogni cella deve rappresentare solo due stati, i tempi di commutazione sono più brevi rispetto alle celle che devono distinguere tra più livelli di carica.** Ciò si traduce in tempi di lettura e scrittura più rapidi. In un SSD SLC, il tempo tipico per una lettura casuale può essere di circa 25 microsecondi, mentre il tempo per una scrittura casuale può essere di circa 250 microsecondi. Questi tempi sono significativamente inferiori rispetto agli SSD MLC e TLC, rendendo gli SSD SLC particolarmente adatti per applicazioni che richiedono alte prestazioni, come l'elaborazione in tempo reale, i database ad alta velocità ed i sistemi operativi. Quasi tutti i principali produttori di NAND 2D hanno soluzioni implementate che utilizzano la tecnologia SLC.

di programmazione/cancellazione, rispetto ai 3.000 cicli delle celle MLC e TLC. Tutto ciò è particolarmente importante per applicazioni che prevedono scritture intensive, come i server di database e i sistemi di videosorveglianza, dove la perdita di dati o la degradazione della memoria possono avere conseguenze gravi. Un altro aspetto critico della tecnologia SLC è la resistenza agli errori. La capacità di una cella SLC di mantenere una carica stabile e distinguibile tra i suoi due stati riduce la probabilità di errori di lettura e scrittura. Transcend implementa ulteriori misure di correzione degli errori e tecniche di livellamento dell'usura per garantire che i dati rimangano accurati e l'unità operativa anche dopo lunghi periodi di utilizzo. Queste tecnologie includono la correzione di errori a livello di bit (ECC) e l'allocazione dinamica di blocchi di memoria, che distribuiscono uniformemente le operazioni di scrittura su tutta l'unità per

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!

SCOPRI LA NUOVA SEZIONE DI TME ELECTRONIC COMPONENTS – MISURATORI SPECIALIZZATI PER FOTOVOLTAICO E STAZIONI DI RICARICA EVSE

di **Giordana Francesca Brescia**

Le trasformazioni nel mercato delle fonti energetiche e l'aumento dell'adozione dei veicoli elettrici stanno influenzando significativamente diversi settori correlati. Un esempio rilevante è rappresentato dai produttori di strumenti di misura, che stanno sviluppando soluzioni specializzate per applicazioni nel settore delle energie rinnovabili e dei veicoli elettrificati. Per rispondere all'espansione della gamma di strumenti di misurazione e tester progettati per il fotovoltaico e per gli EV, TME Electronic Components ha aggiornato il suo catalogo. Tutti i nuovi prodotti sono ora disponibili nella sezione dedicata ai tester e misuratori per impianti fotovoltaici e stazioni di ricarica EVSE.

L'utilizzo di strumenti efficienti per la misura dei parametri nel settore dell'energia è un fattore chiave per garantire l'affidabilità, l'efficienza e la sicurezza degli impianti e dei sistemi energetici. Strumenti precisi e avanzati, come possono essere i **misuratori di potenza solare**, permettono di monitorare e ottimizzare il funzionamento di reti elettriche, impianti fotovoltaici, stazioni di ricarica per veicoli elettrificati e altri dispositivi. Grazie all'elevata precisione della misurazione, unitamente alla risoluzione, essi forniscono dati accurati su corrente, tensione, potenza e altri parametri vitali, aiutando a prevenire guasti, ridurre i consumi energetici dei sistemi e migliorare le performance complessive. Inoltre, strumenti di misura efficienti facilitano la diagnostica e la manutenzione, contribuendo alla sostenibilità e alla sicurezza operativa nel settore energetico. Per restare al passo con l'evoluzione del mercato T&M ed offrire il migliore servizio ai clienti, il nuovo catalogo della **TME Electronic Components** include una vasta gamma di strumenti di misura provenienti da diversi produttori di alto profilo. Tra questi fornitori figurano marchi di fiducia nel campo degli strumenti di test e misurazione, come **Fluke** ed Extech. L'assortimento comprende anche dispositivi più accessibili che offrono elevate prestazioni e qualità eccellente, come i prodotti di Lumel, UNI-T e **Sonel**. In particolare, tra i marchi inclusi nell'offerta vi sono anche Beha-Amprobe, Brymen, Gossen Metrawatt, KPS, Megger, Metrel, Sefram, Wiha.

L'assortimento di prodotti comprende diverse soluzioni, tutte accomunate dall'attenzione particolare verso i cir-

cuiti PV (fotovoltaici) e l'EVSE (Electric Vehicle Supply Equipment), ossia i dispositivi per la ricarica dei veicoli elettrici. Nel catalogo TME, l'offerta è stata dettagliatamente parametrizzata e categorizzata, rendendo più semplice individuare l'attrezzatura più adatta a specifiche applicazioni. Di seguito, esamineremo alcuni dei gruppi di prodotti più rilevanti inclusi in questa nuova sezione del catalogo. Sono da annoverare, ad esempio, i dispositivi progettati per l'ispezione e la diagnosi completa di impianti elettrici, inclusi sistemi trifase e quelli alimentati da fonti di energia rinnovabile. La maggior parte di questi prodotti è destinata a specialisti e offre funzionalità avanzate. Degno di nota è il loro adattamento per l'uso sul campo: alta resistenza agli agenti esterni, lunga autonomia grazie alle batterie integrate, e capacità di memorizzare i dati raccolti in file. Si tratta di strumenti che consentono un'analisi approfondita delle installazioni in edifici residenziali e commerciali, oltre che in ambito industriale. Un'altra categoria di prodotti è rappresentata dai misuratori da pannello, che sono progettati per monitorare tutti i principali parametri di rete. Tali dispositivi misurano valori come corrente, tensione, capacità (in riferimento allo stoccaggio energetico nelle batterie), potenza ed energia. Oltre ad un display chiaro, pulsanti per la navigazione nei menu e la regolazione delle impostazioni, sono dotati di una intuitiva interfaccia di comunicazione che permette, inoltre, di monitorare a distanza le condizioni nei punti critici della rete, ad esempio tramite un computer.

La misurazione dell'irraggiamento solare è un aspetto



Figura 1: Misuratore impianto elettrico con ampio display touchscreen; VAC: 0÷500V; $\pm(2\%+3\text{digit})$; IP51 (Fonte: TME)



Figura 2: Misuratore di potenza solare (Fonte: TME)

fondamentale per valutare le prestazioni degli impianti fotovoltaici, sia per determinarne l'efficienza complessiva che per ottimizzare l'orientamento dei pannelli. Questi strumenti sono disponibili in formati progettati per resistere alle condizioni difficili di lavoro su tetti o impalcature. I loro sensori e software spesso analizzano sia le condizioni di esposizione sia i parametri delle celle fotovoltaiche come la temperatura, che influisce direttamente sul rendimento dell'impianto.

L'ampia offerta di TME include anche kit completi di strumenti di misurazione. Ad esempio, il marchio Fluke propone set che comprendono strumenti, sonde, cavi e accessori specifici per elettricisti che operano nel settore fotovoltaico. I kit vengono forniti con custodie e zaini per facilitarne il trasporto. Il misuratore principale del set è progettato per essere indossato al collo, con il display orientato verso l'alto, permettendo al tecnico di avere le mani libere per eseguire i test in modo agevole. Il kit include anche misuratori di irraggiamento solare, un multimetro a pinza, prolunghe, pinze e vari altri accessori. Inoltre, lo zaino fornito lascia spazio sufficiente per trasportare strumenti di base come cacciaviti, piegatrici, e altro ancora.

È importante notare che la sezione PV/EVSE include multimetri universali dotati di funzionalità per misure e test, altamente specializzati. Questi strumenti sono progettati con caratteristiche come sonde e connettori specifici per applicazioni fotovoltaiche, campi di misura ampliati, e la capacità di collaborare con termocoppie adeguate, oltre a essere certificati secondo standard come CAT III 1000V. I multimetri digitali specifici per il fotovoltaico offrono un campo di misura della tensione esteso fino a 1500 V DC. Inoltre, sono disponibili multimetri progettati per resistere a condizioni atmosferiche avverse, con ottime capacità di sigillatura, torce integrate e compatibilità con correnti di frequenze diverse, per soddisfare le esigenze di test sui convertitori.

I misuratori a pinza rappresentano una variante spe-

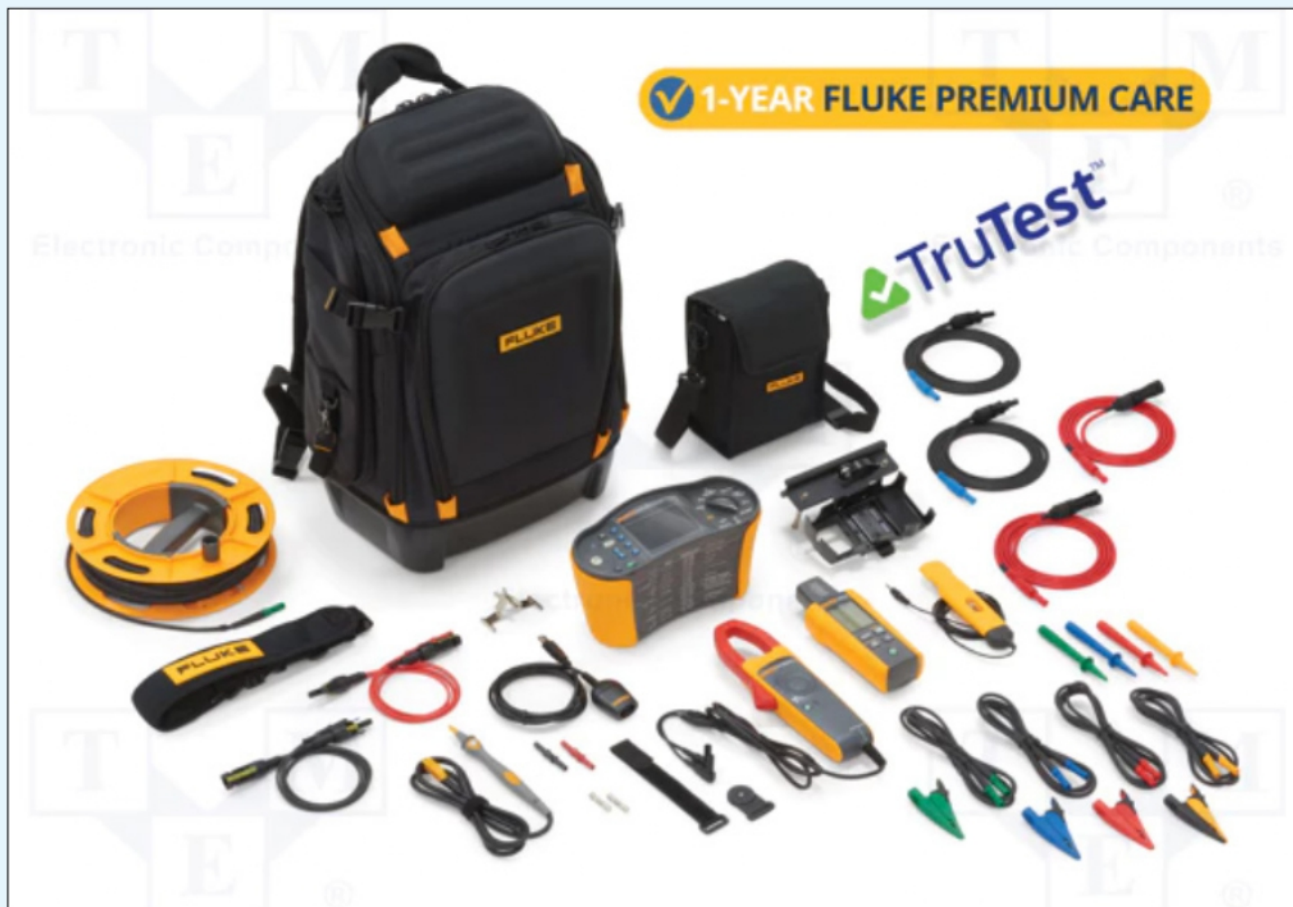


Figura 3: Kit di misurazione - analizzatore per impianti fotovoltaici (Fonte: **TME**)

cializzata dei multimetri, progettati per eseguire diverse misurazioni, comprese quelle di intensità di corrente, utilizzando le sonde tradizionali. A differenza dei multimetri standard, che richiedono il collegamento in serie al circuito per misurare la corrente, i misuratori a pinza impiegano un anello aperto integrato nelle ganasce per rilevare la corrente. Tale metodo si basa sul principio di funzionamento del trasformatore, dove un campo elettromagnetico induce una corrente nella bobina. I misuratori a pinza progettati per il settore fotovoltaico offrono un ampio intervallo di misurazione della tensione DC, fino a 1500 V. Tali dispositivi sono progettati per garantire la sicurezza dell'operatore e permettono di testare circuiti AC/DC con correnti fino a 2 kA.

I prodotti destinati al test dei veicoli elettrici e delle relative stazioni di ricarica includono adattatori di prova EVSE, dispositivi appositamente progettati che consentono di eseguire ispezioni complete in modo efficiente, riducendo al minimo il rischio di errori. Gli adattatori sono dotati di connettori standard EV di tipo 1 o 2, permettendo il collegamento diretto al dispositivo da testare. Inoltre, tutti i pin sono collegati a prese chiaramente contrassegnate sul pannello dei misuratori, faci-

litando il collegamento di qualsiasi apparecchiatura diagnostica direttamente alla stazione di ricarica. Alcuni di questi adattatori sono dispositivi autonomi, integrando funzionalità per il test EVSE, la simulazione di errori e altre operazioni che semplificano ulteriormente il lavoro dei tecnici. Vi invitiamo ad esplorare la nuova selezione completa di prodotti ed a consultare la descrizione dettagliata sulla [pagina web della TME Electronic Components](#).



Electronic Components

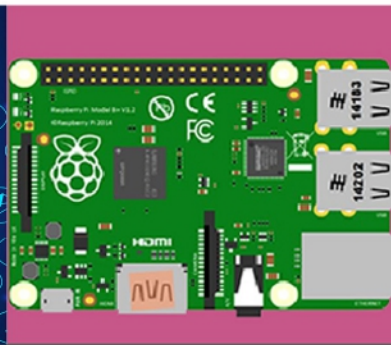
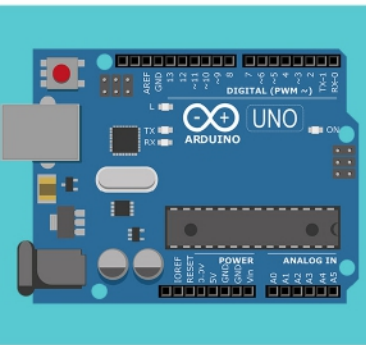
L'autore è a disposizione nei commenti per eventuali approfondimenti sul tema dell'Articolo. Di seguito il link per accedere direttamente all'articolo sul Blog e partecipare alla discussione:

<https://it.emcelettronica.com/controller-di-carica-solare-con-arduino>



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!



TSEM: UN MINUSCOLO CARICABATTERIE AD ENERGIA SOLARE

di **Andrea Garrapa**

L'ingegnere hardware Jasper Sikken ha progettato il Tiny Solar Energy Module (TSEM), un PCB quadrato da un pollice ad energia solare per caricare batterie agli ioni di litio e così alimentare piccoli dispositivi come sensori BLE o LoRa. Gli elementi che rendono questa scheda facile da integrare in altri progetti includono vias castellati, uscite regolate da 1,8 V e 3,3 V che sono attive quando la batteria collegata ha una carica utile e un avviso di batteria scarica che informa l'utente dello spegnimento imminente quando la batteria si sta esaurendo. In questo articolo, andremo a descrivere le caratteristiche di questo progetto open source.

INTRODUZIONE

Il **Tiny Solar Energy Module (TSEM)** è unico non solo perché minuscolo, ma anche per il fatto che si tratta di un modulo facile da produrre e da integrare nei più vari progetti su PCB o breadboard. Il modulo, ad esempio, potrebbe essere una buona soluzione per progetti IoT come il monitoraggio remoto o forse l'automazione dei vivai che dipendono da determinate condizioni di luce per una crescita ottimale.

Si tratta di un modulo PCB dalle dimensioni di 2,54 x 2,54 cm con due minuscole celle solari a montaggio superficiale incluse sulla piccola scheda, un caricabatterie agli ioni di litio ad alta efficienza e due uscite regolate (3,3 V e 1,8 V). Raccoglie energia dalla luce in ambienti interni, sufficiente per alimentare un semplice sensore BLE o LoRa.

La scheda è dotata di vias castellati in modo da poter essere fissata a montaggio superficiale su un PCB madre o su basette da 0,1" per essere utilizzata in una breadboard.

La scheda TSEM è dotata di una coppia di celle solari monocristalline IXYS KXOB22-12X1F-ND in grado di raccogliere in media 0,55 mAh (@ 23 µA) al giorno, con un'uscita di 0,5 V/44 mA per ciascuna cella. **Le celle solari monocristalline hanno un intervallo spettrale molto ampio con un'efficienza del 22%**. Dispone, inoltre, di un IC AEM10941 che offre un avvio a bassissima potenza e trae la maggior parte della sua energia direttamente dalle celle solari attraverso il monitoraggio del punto di massima potenza MPPT ogni 5 secondi. Per l'alimentazione continua o di backup, la scheda consente una batteria agli ioni di litio da 3,7 V.

Ciò rende TSEM adatto per applicazioni interne.

QUANTA ENERGIA RACCOGLIE IL TSEM?

Per quanto riguarda la quantità di energia che la scheda è in grado di raccogliere in ambienti interni, ciò dipende da quanta luce ambientale è presente.

La luce in ambienti interni è circa 1/100 della luce esterna, che si traduce in 10 W/m². A tale potenza, la tensione a circuito aperto della cella solare è di 0,458 V con una stimata V_{mp} (tensione di massima potenza) pari a 0,36 V per cella. Considerando che è presente una coppia di celle solari, il booster funzionerà con una tensione di ingresso di 0,72 V. A tale tensione l'efficienza del boost di tensione è di circa il 75%. L'efficienza di carica delle batterie LiPo è di circa il 95%.

La corrente della batteria è 5,72 volte inferiore alla corrente solare perché la tensione aumenta da 0,72 V a 4,12 V. Supponendo che la luce interna sia disponibile per 10 ore al giorno, ogni giorno vengono raccolti:

$$44 \text{ mA} * 1/100 * 75\% * 95\% * 0,72 \text{ V} / 4,12 \text{ V} * 10 \text{ ore} = 0,55 \text{ mAh}$$

Quindi, un'applicazione, per funzionare, deve avere una corrente media inferiore a 0,55 mAh/24h = 23 µA, sufficiente per un semplice beacon **Bluetooth Low Energy** o una semplicissima applicazione LoRa.

Tuttavia, se il dispositivo è esposto direttamente al sole solo per un'ora al giorno, raccoglie circa 10 volte di più: 7 mAh. Se si ha bisogno di raccogliere di più, è possibile collegare un pannello solare esterno tramite i terminali della scheda. L'energia raccolta può essere immagazzinata in una batteria LiPo.

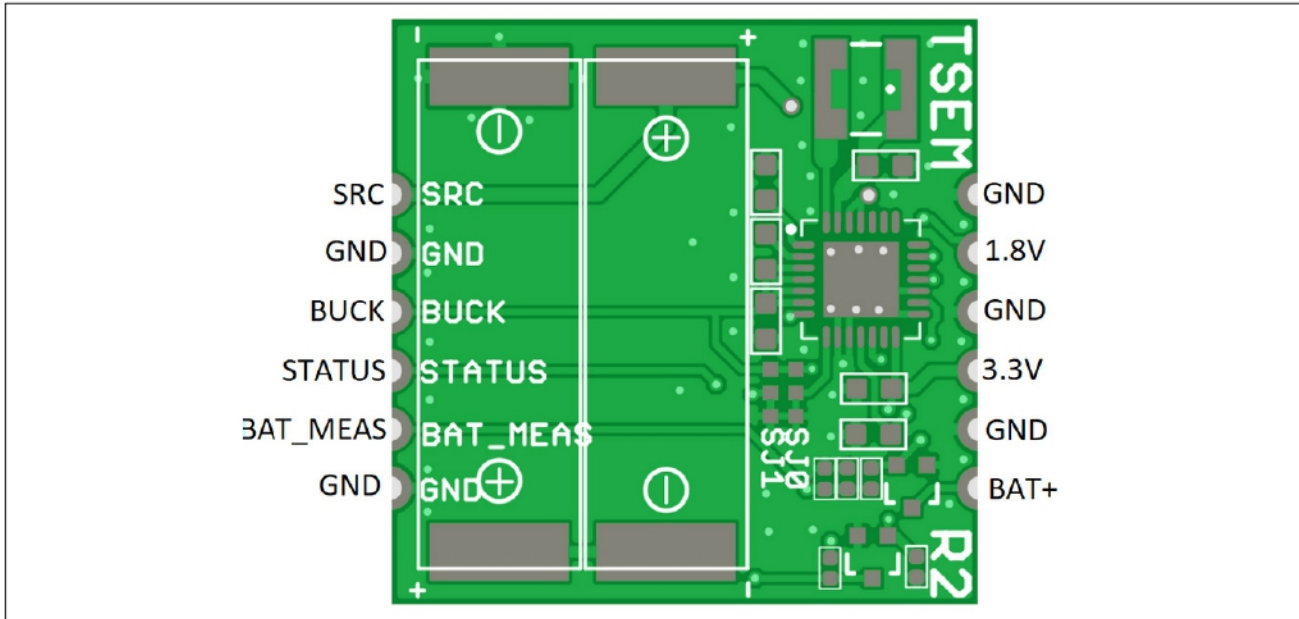


Figura 1: Piedinatura della scheda TSEM

SPECIFICHE DEL TSEM

Vediamo nel dettaglio le caratteristiche tecniche della scheda:

- PCB 2 strati di dimensioni 25,4 x 25,4 x 0,6 mm (1 x 1 pollice)
- 2 celle solari integrate in serie, 0,5 V/44 mA ciascuna, di dimensioni 22 x 7 x 1,8 mm ciascuna
- Tensione di ingresso dell'IC di raccolta da 50 mV a 5 V. Corrente di ingresso massima 110 mA. MPPT ogni 5 secondi, MPPT impostato al 70% (regolabile)
- Batteria: collegare una batteria Li-Po esterna da 3,7 V
- Uscite regolate da 3,3 V/80 mA e 1,8 V/20 mA. Uscite abilitate quando la tensione della batteria è compresa tra 3,60 V e 4,12 V (tensione di carica massima)

GND - terminale negativo del pannello solare, collegare solo quando si utilizza il pannello solare esterno invece delle celle solari integrate.

BUCK - può essere utilizzato per portare SELMPP1 e SELMPP0 in alto, 2,2 V.

STATUS - uscita a drain aperto con pull up da 1 MΩ; quando la tensione della batteria scende al di sotto di 3,6 V si abbassa per 600 ms prima che l'uscita da 3,3 V venga disabilitata. Può essere utilizzato per avvisare l'MCU host di terminare normalmente la scrittura su eeprom/flash e prepararsi all'interruzione dell'alimentazione. Livello di tensione 0/3,3 V.

BAT_MEAS - uscita analogica, fornisce una tensione di uscita della batteria con l'MCU host con rapporto 10/

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

PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?

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



VOGLIO ABBONARMI!

CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI – PUNTATA 21

di Fulvio De Santis

Con il progetto e la simulazione dell'amplificatore differenziale per strumentazione, nella precedente puntata abbiamo completato la fase introduttiva dello studio degli amplificatori operazionali. Nei precedenti articoli abbiamo spiegato il funzionamento dei più diffusi circuiti con amplificatori operazionali, come l'amplificatore invertente e non invertente, inseguitore di tensione, amplificatore sommatore, amplificatore differenziale e amplificatore differenziale per strumentazione. Più avanti nel corso affronteremo di nuovo gli amplificatori operazionali approfondendo lo studio e introducendo altri importanti parametri di questi amplificatori. In questo articolo, faremo un'esercitazione teorica mediante la quale vedremo come calcolare e progettare un amplificatore invertente costituito da un amplificatore operazionale reale.

ESERCITAZIONE - AMPLIFICATORE INVERTENTE CON OPERAZIONALE REALE

Nelle precedenti puntate ci siamo occupati di circuiti con amplificatori operazionali ideali, ossia considerando l'amplificazione (o guadagno) di tensione ad anello aperto "A" di valore infinito, resistenza d'ingresso di infiniti ohm e la resistenza di uscita pari a 0 ohm. In alcuni casi è necessario progettare circuiti considerando l'amplificatore operazionale reale, ovvero tenendo conto dei valori dei suddetti parametri di valore finito, che sono specificati nei datasheet degli operazionali. In questa esercitazione vedremo come calcolare il guadagno di tensione ad anello chiuso e la resistenza d'ingresso e di uscita di un amplificatore invertente con operazionale reale e faremo il confronto dei risultati con l'amplificatore invertente ideale al fine di dimostrare che, nella maggior parte dei casi, i calcoli e i risultati di un progetto sono pressoché gli stessi, a meno di piccole non significative differenze.

IL CIRCUITO EQUIVALENTE DELL'AMPLIFICATORE OPERAZIONALE REALE

Nella puntata "Corso di Elettronica per ragazzi - Puntata 18" avevamo dato la definizione di "amplificatore operazionale reale", ovvero dell'operazionale funzionante in zona lineare in cui ai suoi ingressi sono applicati segnali di tensione molto bassi. In questa modalità operativa il circuito equivalente dell'amplificatore operazionale può essere rappresentato dallo schema mostrato in **Figura 1**.

In questa esercitazione, nello schema del circuito equivalente di **Figura 1**, il circuito d'ingresso è costituito da

una elevata resistenza R_i collegata ai terminali d'ingresso + e - dell'operazionale, mentre nel circuito di uscita è presente un generatore dipendente di tensione AV_d controllato in tensione dalla V_d (il simbolo AV_d deve intendersi il prodotto $A \cdot V_d$ in cui "A" è l'amplificazione di tensione dell'operazionale e V_d è la tensione differenziale $V_d = v_+ - v_-$). In serie al generatore controllato AV_d è collegata una resistenza di uscita R_o di basso valore ohmico (in genere va da pochi ohm a qualche decina di ohm). Sia il circuito d'ingresso che di uscita sono riferiti a terra (GND), quindi tutti i valori di tensioni sono riferiti a GND.

Nel circuito amplificatore invertente di **Figura 2** consideriamo reale l'amplificatore operazionale.

Con riferimento al circuito equivalente di **Figura 1**, la resistenza d'ingresso $R_i = 1 \text{ Mohm}$, l'amplificazione di tensione dell'operazionale $A = 105$ ($M = 100.000$), la resistenza di uscita $R_o = 10 \text{ ohm}$. I resistori R_1 e R_2 hanno rispettivamente la resistenza di 1 Kohm ($K = 1.000$) e 2 Kohm. Tenendo conto di questi dati, vogliamo calcolare l'amplificazione di tensione $A_{vg} = V_o / V_g$, ossia il guadagno di tensione dato dal rapporto fra la tensione di uscita V_o e la tensione V_g fornita dal generatore indipendente di tensione.

Innanzitutto, in **Figura 3** riportiamo lo schema dell'amplificatore invertente sostituendo il simbolo dell'operazionale con il suo circuito equivalente.

Prima di procedere con i calcoli è importante spiegare quanto segue.

Sappiamo che il generatore controllato AV_d ha un valore di tensione corrispondente all'amplificazione della differenza fra la tensione del terminale positivo (v_+) e

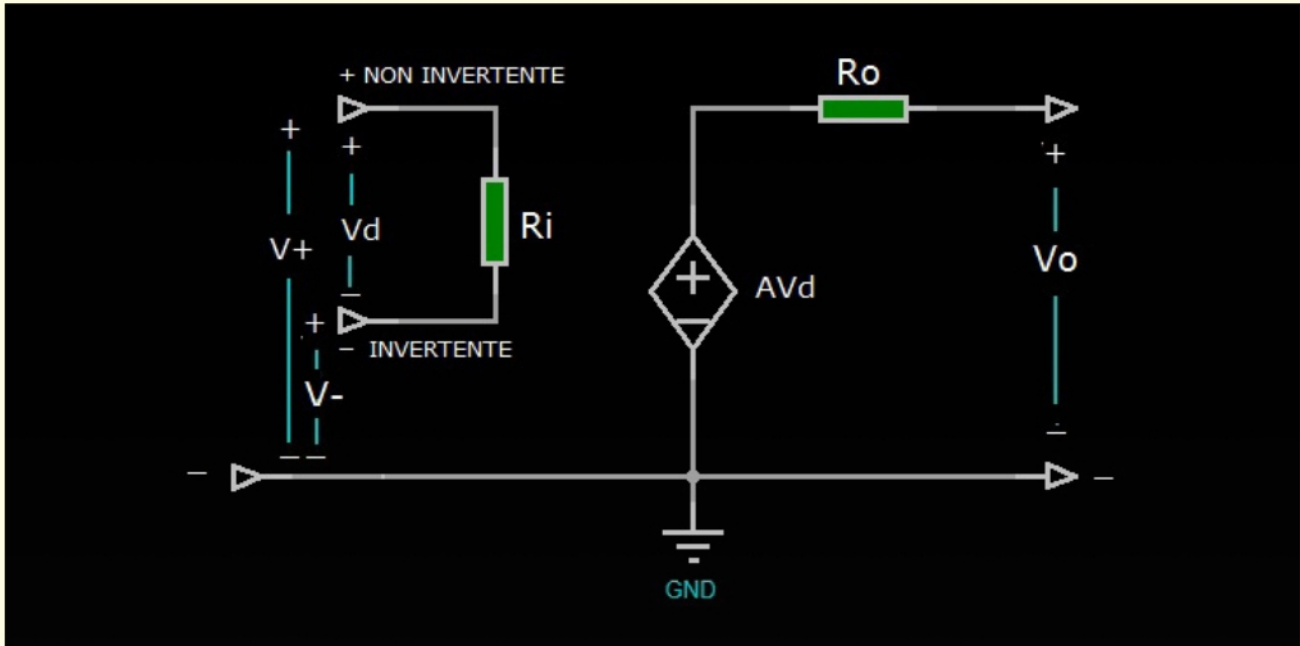


Figura 1: Circuito equivalente dell'amplificatore operazionale reale

quella del terminale negativo (v_-) riferite a terra (GND):
 $A \cdot V_d = A \cdot (v_+ - v_-)$

Dato che nell'amplificatore invertente di **Figura 2** e **Figura 3** il terminale positivo è collegato a GND, ovvero $v_+ = 0$, si ha:

$A \cdot (v_+ - v_-) = A \cdot (0 - v_-)$ e dato che V_d si presenta fra v_- e GND:

$$A \cdot (0 - v_-) = A \cdot (0 - V_d) \Rightarrow AV_d = -A \cdot V_d$$

Pertanto, notiamo che il segno del generatore controllato AV_d è opposto a quello effettivo, quindi, se preferiamo possiamo indicare AV_d come mostrato in **Figura 4**, oppure lasciamo invariato il segno di AV_d in quanto ne

Applichiamo la Legge di Kirchhoff delle tensioni (LKV) alla maglia $V_g - R_1 - V_d$. Ricordiamo che la legge di Kirchhoff specifica che in una maglia la somma algebrica delle tensioni è nulla e che si sommano le tensioni di segno concorde e si sottraggono quelle di segno discorde:

$$V_g - R_1 \cdot I - V_d = 0 \Rightarrow R_1 \cdot I = V_g - V_d \Rightarrow I = (V_g - V_d) / R_1$$

Note I e I_1 possiamo calcolare la corrente I_2 :

$$I_2 = I - I_1 = (V_g - V_d) / R_1 - V_d / R_i$$

In questa espressione sostituiamo I_2 con " $(V_g - V_d) / R_1 - V_d / R_i$ ":

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 %

