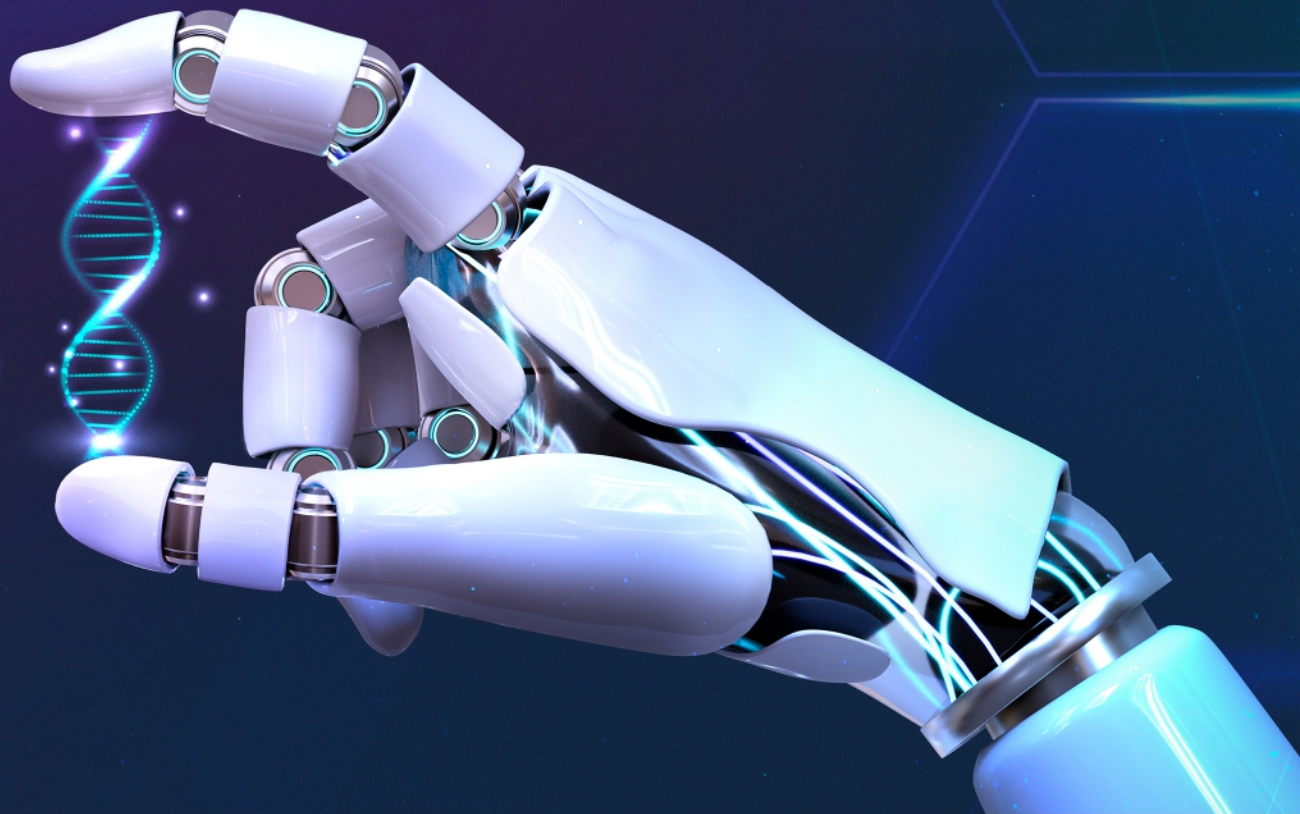


Robotics & Drones Smart Laboratory



IN QUESTO NUMERO:

- IL METAVERSO E LA FUSIONE TRA UOMO E ROBOT
- CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 11
- PROGETTO DI UNA INTERFACCIA ROBOTICA ARDUINO-ROS
- E MOLTI ALTRI ARTICOLI E PROGETTI!



AVB Milan™ Pronto all'Uso

LAN9360 AVB Audio Endpoint

Progetta i tuoi prodotti audio professionali Design Audio Video Bridging (AVB), conformi a Milan in pochissimo tempo e con il minimo sforzo tecnico possibile utilizzando i nostri endpoint audio AVB. Questi dispositivi sono controller Ethernet intelligenti che incorporano protocolli AVB e altre funzionalità.

Con la comprovata conformità agli standard IEEE® e l'interoperabilità con sistemi audio AVB di terze parti, LAN9360 fornisce protocolli AVB pronti all'uso. LAN9360 può trasmettere audio bidirezionale tra le periferiche locali e la rete Ethernet, supportando fino a 16 canali audio in entrata e in uscita e sette flussi AVB. Funziona in altoparlanti digitali, sistemi di audioconferenza, citofoni e sistemi intercomunicanti, convertitori Ethernet-to-analog, mixer e amplificatori.

Utilizzando l'interfaccia grafica di MPLAB® Network Creator, è possibile configurare LAN9360 come AVTP AAF/CRF talker(s) e AVTP AAF/CRF listener(s). Viene anche Offerta la scheda di valutazione EVB LAN9360, che consente di sperimentare la maggior parte dei casi d'uso audio. Il LAN9360 funziona al meglio con i nostri KSZ8081 100BASE-TX PHY, LAN8770 100BASE-T1 PHY o LAN8670/1/2 10BASE-T1S PHY. Può essere utilizzato anche in combinazione con i nostri switch LAN938x TSN.

Aspetti Salienti

- AVB pronto all'uso
- Funzionamento stand-alone
- 16 canali audio bidirezionali
- gPTP – IEEE 802.1AS
- IEEE 1722 AVTP AAF/CRF talker/listener
- Controllo remoto di I2C e GPIO



microchip.com/AVBAudio



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 relativi titolari.
© 2023 Microchip Technology Inc.
Tutti i diritti riservati. MEC2512A-ITA-09-23

COSA LEGGERAI NEL 2023?

TOPICS

MAKERS ZONE

DATA DI PUBBLICAZIONE

Automation

Smart Projects

1 Febbraio

Artificial Intelligence

Edge AI Applications

1 Marzo

Audio/Video - Wireless

Projects Lab

1 Aprile

Aerospace & Defence

Sensors Applications

1 Maggio

Power Electronics

Self Driving Sensors

1 Giugno

IoT/Voice Assistant

Chatbot Projects

1 Luglio

Test & Measurements

Stampanti 3D

1 Settembre

Robotics & Drones

Smart Laboratory

1 Ottobre

LED/Optoelectronics

Smart Lighting

1 Novembre

Energy Harvesting

Wearable

1 Dicembre

Il futuro è dei robot

Cari lettori, siete pronti per sfogliare un nuovo numero del magazine Firmware 2.0? Come avrete notato dalla copertina, in questo numero si parlerà di robotica e delle sue applicazioni. Partiamo subito con dei dati: il numero di robot operativi in tutto il mondo ha superato i 3,5 milioni. Come sappiamo, i robot svolgono oggi un ruolo determinante sia nel rispondere alle mutevoli esigenze dei produttori globali, sia nell'adattarsi ai cambiamenti della società.

Ma quali sono i reali trend che guidano l'irrefrenabile espansione della robotica contribuendo a diffonderne le applicazioni? Il primo dei fattori è la sostenibilità di queste tecnologie: l'efficienza energetica resta infatti uno dei pilastri della robotica per migliorare la competitività delle aziende soprattutto nello scenario attuale che vede un aumento dei costi energetici. L'adozione di robot favorisce la riduzione del consumo energetico nella produzione, infatti, rispetto alle tradizionali catene di montaggio, è possibile avere un grande risparmio energetico. I robot di oggi sono progettati per consumare meno energia e raggiungere gli obiettivi di sostenibilità utilizzando la modalità di risparmio energetico intelligente, con conseguente riduzione dei costi operativi. La robotica poggia anche sul concetto di efficienza, i robot lavorano ad alta velocità e aumentano i ritmi produttivi, rendendo la produzione più efficiente in termini di tempo e di costi.

Un discorso a parte riguarda la semplicità di utilizzo, poiché la programmazione dei robot è oggi diventata molto più accessibile anche ai meno esperti vista l'ampia disponibilità di soluzioni low-code. Pensiamo ad esempio alla semplicità di utilizzo di molte moderne interfacce di programmazione robotica che ne facilitano molto la configurazione, e al basso costo dell'hardware nella robotica di consumo. Anche l'Intelligenza Artificiale, unitamente ai progressi delle tecnologie di automazione, offre migliore velocità e qualità delle nuove applicazioni migliorando anche quelle preesistenti.

I robot funzioneranno sempre più come parte integrante di un mega ecosistema digitale interconnesso costituito da cloud computing, big data e connettività 5G. Consentendo una serie di vantaggi nella produzione, gli algoritmi di Intelligenza Artificiale hanno un grande potenziale per il mondo della robotica, nel quale l'obiettivo principale dell'utilizzo dell'IA è ottimizzare la gestione della variabilità degli eventi fornendo soluzioni in tempo reale per attuare azioni diverse in risposta al contesto. L'ampio dinamismo del mercato delle soluzioni robotiche e di automazione e l'elevato livello di integrazione con altre tecnologie, forniscono la base tecnologica per nuove prestazioni, aprendo a interessanti opportunità di automazione digitale e business che coinvolgono non solo le piccole e medie realtà ma anche le più affermate multinazionali del settore.

Buona lettura!

Giordana Francesca Brescia



Espandi le tue competenze

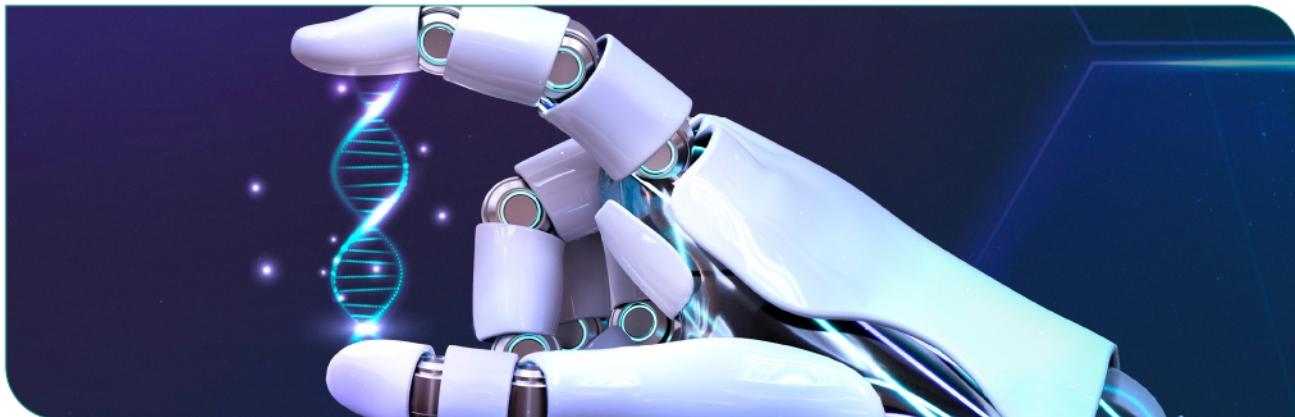
Consigli utili, strumenti e articoli per i professionisti degli acquisti

mouser.it/purchasing-resources



MOUSER
ELECTRONICS

Robotics & Drones Smart Laboratory



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 - 147.331
Social Network - 131.295

© 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

IL FUTURO È DEI ROBOT

2

IL METAVERSO E LA FUSIONE TRA UOMO E ROBOT

6

MICRO:BIT - LA NUOVA TECNOLOGIA DI APPRENDIMENTO DELL'INFORMATICA E DELL'ELETTRONICA

11

CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI - PUNTATA 11

16

MISURE DI PICCOLO E GRANDE SEGNALE

23

STRUMENTI DI MISURA PER IMPIANTI FOTOVOLTAICI

28

PROGETTO DI UNA INTERFACCIA ROBOTICA ARDUINO-ROS - PARTE 1

32

PROGETTO DI UNA INTERFACCIA ROBOTICA ARDUINO-ROS - PARTE 2

35

PROGETTO DI UNA INTERFACCIA ROBOTICA ARDUINO-ROS - PARTE 3

39

AUTOMAZIONE E ROBOTICA PER LA PULIZIA DEGLI OCEANI

44

UN'INDAGINE DI RICERCA SULLA ROBOTICA E L'AUTOMAZIONE IN CLOUD

49

IL LABORATORIO INTELLIGENTE ROBOTICO

55

ARDUINO & LA MUSICA: UN PIANOFORTE A RAGGI LASER

59

GLI STANDARD NORMATIVI DI RIFERIMENTO NELLA ROBOTICA

65

ROBOTICA, TRA SISTEMI DI CONTROLLO E NEURONI ARTIFICIALI

70

IL LEGAME TRA ENERGIA RINNOVABILE E DRONI

75

UTILIZZO DEI DRONI PER L'AGRICOLTURA DI PRECISIONE

79

COSTRUIAMO UN ROBOTINO IN LEGO APPLICAZIONI

88



RISPARMIA TEMPO, USALO MEGLIO



Soluzioni comode per le aziende



Evasione degli ordini a termine



Ordini rapidi da elenchi predefiniti



Possibilità di creare più ordini contemporaneamente



Possibilità di ordini oltre gli stock

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

Find us on the most popular social media:



tme.eu

YOU NEED IT, WE HAVE IT!

■ ■ ■ ■ tme.com ■

IL METAVERSO E LA FUSIONE TRA UOMO E ROBOT

di **Andrea Garrapa**

Il Metaverso è un concetto proposto come "uno spazio virtuale tridimensionale con servizi implementati su computer e reti informatiche". Lo sentiamo nominare sempre più spesso, con aziende globali che cambiano i nomi delle loro società in qualcosa che richiami il concetto. In questo articolo, cercheremo di fornire alcune conoscenze di background sul Metaverso, ma soprattutto cercheremo di introdurre una visione del futuro di questa tecnologia dal punto di vista dell'evoluzione tecnologica, in particolare nell'interazione uomo-macchina.

INTRODUZIONE

Una prospettiva da cui guardare l'evoluzione tecnologica è l'ipotetico asse che collega gli esseri umani e le macchine. Possiamo guardare la nostra storia, dal punto di vista degli esseri umani e delle macchine che acquisiscono le caratteristiche gli uni degli altri e si avvicinano tra loro su questo ideale asse di collegamento. L'industria tecnologica si è sempre sviluppata in modo da facilitare o la "meccanizzazione degli esseri umani" o la "umanizzazione delle macchine" (il termine "macchina" qui include non solo dispositivi meccanici alimentati, ma anche computer e robot intelligenti). Ad esempio, lo sviluppo di Internet e dei servizi di social networking, partendo dal telefono e dal telegrafo in passato, può essere inteso nell'ottica della "meccanizzazione degli esseri umani" nel senso che la comunicazione e le relazioni umane si sono spostate nel mondo digitale. D'altra parte, lo sviluppo dalla rivoluzione industriale fino all'Intelligenza Artificiale possiamo intenderlo come "umanizzazione delle macchine" nel senso che le macchine hanno acquisito il potere, l'intelligenza e altre capacità che gli esseri umani possiedono. Il Metaverso, come comunemente proposto, si inserisce nel filone della "meccanizzazione degli esseri umani" e accelera questo processo trasferendo la coscienza e l'esperienza umana nel mondo digitale. Pertanto, il Metaverso come parola d'ordine può essere inteso come l'ultimo concetto di "meccanizzazione degli esseri umani". D'altra parte, si possono intendere la **robotica** e la **guida autonoma** come l'ultimo concetto di "umanizzazione delle macchine".

ACCOPIAMENTO SPAZIALE

Se continuiamo con il punto di vista di uomini e macchine che si avvicinano l'uno all'altro, l'elemento tecnologico essenziale sia per la "meccanizzazione umana" che per la

"umanizzazione della macchina" è l'accoppiamento dello spazio umano e dello spazio **macchina**. La **Figura 1** illustra graficamente l'idea appena descritta.

Di seguito, vedremo come avviene l'accoppiamento dello spazio sia nella "meccanizzazione dell'essere umano" che nella "umanizzazione della macchina".

ACCOPIAMENTO SPAZIALE NELLA "MECCANIZZAZIONE DELL'ESSERE UMANO"

Fino ad ora, lo "spazio reale dove esistono gli esseri umani" e lo "spazio digitale dove le macchine elaborano" sono stati stabilmente separati. Ad esempio, l'immagine vista dal monitor di un videogioco e lo spazio reale della stanza in cui si sta giocando non sono correlati. Il Metaverso, d'altra parte, combina questi spazi che sono stati storicamente separati per accelerare la "meccanizzazione dell'uomo" attraverso la digitalizzazione delle esperienze di intrattenimento. Ad esempio, in un gioco per computer basato sul Metaverso, attraverso un visore, il mondo in computer grafica del gioco esce dal monitor e offre un'esperienza che fagocita lo spazio reale della stanza in cui si svolge il gioco. Ciò consente all'utente di immergersi nella computer grafica e di guardare e muoversi nel mondo virtuale unitamente ai suoi movimenti nella stanza, dando all'utente la sensazione che lo spazio reale e lo spazio digitale siano connessi. In questo caso, è importante che lo spazio reale (lo spazio reale in cui gli esseri umani si muovono) e lo spazio digitale (lo spazio in computer grafica in cui le macchine elaborano le informazioni) siano sincronizzati in tempo reale; e un'esperienza utente altamente realistica è possibile solo con una tecnologia avanzata di accoppiamento tra i due spazi. Ad oggi, esistono due tipi di Metaverso: uno è chiamato realtà virtuale (VR), in cui lo spazio virtuale sovrascrive completamente lo spazio reale, e l'altro è chiamato realtà aumentata (AR), in cui

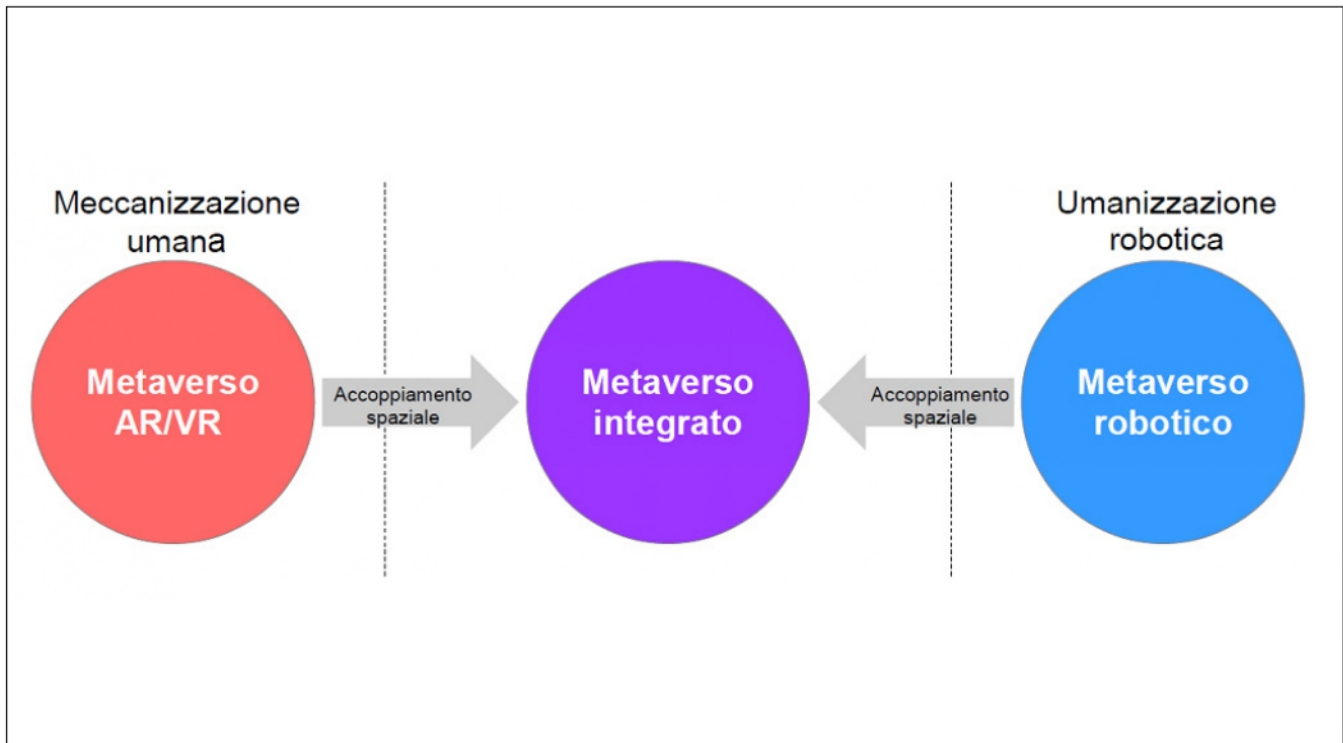


Figura 1: Il Metaverso come integrazione di quello AR/VR e di quello robotico

lo spazio virtuale prevale sullo spazio reale mantenendo parzialmente lo spazio reale. Poiché AR e VR lavorano sullo stesso principio di accoppiamento spaziale, il Metaverso, comunemente proposto, si può definire come un "metaverso basato su AR/VR".

ACCOPPIAMENTO SPAZIALE NELLA "UMANIZZAZIONE DELLE MACCHINE"

Lo stesso tipo di "accoppiamento tra spazio umano e spazio macchina" è essenziale nella "umanizzazione delle macchine" come la robotica e la guida autonoma. Ad

L'accoppiamento spaziale è necessario non solo per le automobili, ma per qualsiasi tipo di robot che si muova in giro. Se un robot guida su una carreggiata, è un'auto autonoma; se si muove in una fabbrica o in un magazzino, è un robot di trasporto automatizzato; se si muove intorno a una struttura commerciale, è un robot di servizio; se vola nel cielo, è un drone. In questo articolo, ci riferiremo a tutti loro collettivamente come robot.

DUE FACCE DI UNA MEDAGLIA

Concentrandoci sull'accoppiamento spaziale, possiamo vedere che robotica e guida autonoma sono concetti

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

PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?

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



VOGLIO ABBONARMI!

ABBONATI A

Firmware 2.0

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



ABBONATI ORA



 Electronica Open Source

CORSO DI ELETTRONICA PER RAGAZZI – PUNTATA 11

di Fulvio De Santis

Nella precedente puntata del “Corso di Elettronica per ragazzi”, abbiamo trattato alcuni aspetti della progettazione elettronica di circuiti, in particolare abbiamo calcolato e poi simulato con il software di simulazione Proteus il funzionamento di un amplificatore di tensione. Durante l'analisi dell'amplificatore di tensione, abbiamo spiegato il ruolo del generatore di tensione controllato in tensione per amplificare la tensione di un generatore indipendente di tensione e l'importanza di selezionare il giusto dispositivo amplificatore con i requisiti di un'elevata resistenza d'ingresso e una bassa resistenza di uscita per la realizzazione di un buon amplificatore di tensione. In questo articolo, undicesima puntata del corso, analizzeremo e calcoleremo correnti e tensioni di un circuito di esempio che include un generatore di corrente controllato in corrente e di cui eseguiremo la simulazione. Un altro importante argomento che descriveremo e spiegheremo è il concetto e il calcolo della resistenza equivalente di un circuito resistivo. Inoltre, daremo la definizione dei teoremi di Thevenin e Norton in cui è coinvolta proprio la resistenza equivalente. Infine, introdurremo l'amplificatore di corrente descrivendone il modello e lo schema completo.

INTRODUZIONE

Nella puntata “Corso di Elettronica per ragazzi - Puntata 9” abbiamo descritto i generatori dipendenti di tensione e di corrente che possono essere controllati da una tensione o da una corrente in un circuito. I simboli grafici di questi generatori dipendenti li riportiamo nuovamente in questo articolo in **Figura 1**.

Come potete notare, la **Figura 1** mostra in alto i quattro simboli CCV, VCV, VCC e CCC utilizzati per rappresentare i generatori dipendenti negli schemi di simulazione, mentre in basso troviamo i due simboli GCV e GCC presenti nei modelli di circuiti equivalenti degli amplificatori e, in generale, nei circuiti elettronici. Nelle due puntate precedenti ci siamo occupati del generatore dipendente di tensione GCV controllato in tensione che abbiamo utilizzato in un circuito equivalente di un dispositivo amplificatore di tensione. In questo articolo, utilizzeremo il generatore dipendente di corrente GCC controllato in corrente per realizzare un amplificatore di corrente, ossia, un dispositivo in grado di amplificare la corrente di una sorgente esterna applicata all'ingresso dell'amplificatore e renderla fluente su un carico esterno applicato all'uscita dell'amplificatore. Prima di andare a descrivere l'amplificatore di corrente, come abbiamo fatto con il generatore dipendente di tensione controllato in tensione, faremo un esempio di analisi e calcolo di un circuito con il generatore di corrente controllato in corrente GCC.

In **Figura 2** viene mostrato lo schema elettrico di un semplice circuito in cui è inserito un generatore di corrente controllato in corrente.

Il circuito è composto dal generatore di corrente indipendente ideale IG1, dal generatore di corrente controllato in corrente GCC1 e dal resistore R1.

Questi tre componenti del circuito sono collegati in parallelo. In questo circuito di esempio ci proponiamo di calcolare la corrente I che scorre nel resistore R1 e la tensione ai suoi terminali, considerando che la corrente I è la corrente di controllo del generatore di corrente controllato in corrente GCC1, ossia, il valore della corrente del generatore GCC1 dipende dal prodotto $3 \cdot I$, in cui “3” è il fattore moltiplicativo (o di amplificazione) della corrente di controllo. Il valore della corrente erogata dal generatore di corrente indipendente IG1 è di 2 A e il valore della resistenza del resistore R1 è di 3 ohm.

Applicando al nodo “a” del circuito la legge di Kirchhoff delle correnti (LKC), assumendo positive le correnti entranti e negative quelle uscenti dal nodo, e ricordando che la somma algebrica delle correnti in un nodo è uguale a 0, otteniamo la seguente relazione:

$$I_g + 3I - I = 0 \quad \rightarrow \quad I_g + 2I = 0 \quad \rightarrow \quad I_g = -2I \\ \text{quindi} \quad I = -I_g / 2 = -1 \text{ A}$$

Si noti il valore negativo della corrente I !

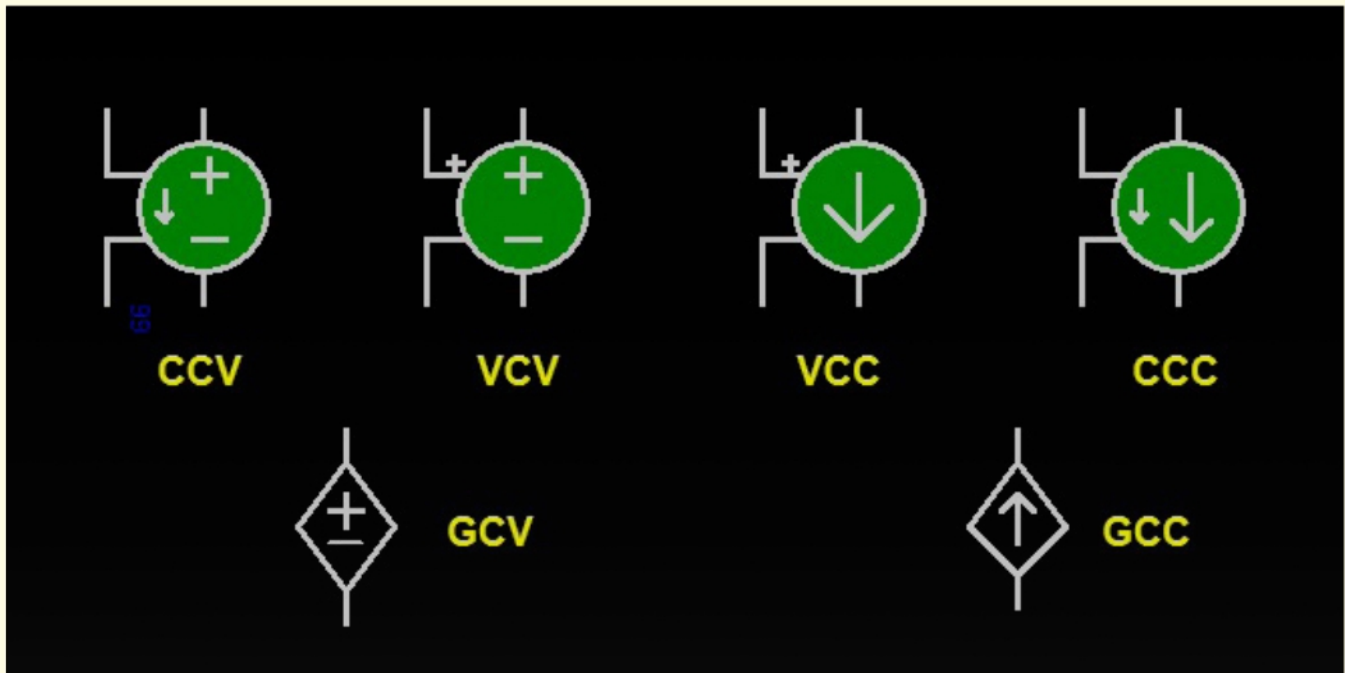


Figura 1: Simboli grafici dei generatori dipendenti

E' facile ora calcolare la tensione ai capi di R1 mediante la legge di Ohm:

$$V=R1*I= 3*(-1)=-3 \text{ V}$$

Anche la tensione V ai capi di R1 è di valore negativo. Da ciò ne deriva che il verso della corrente I che abbiamo ipotizzato graficamente uscente dal nodo "a", in realtà ha verso contrario, ovvero la corrente I effettiva è entrante nel nodo "a". Di conseguenza, i simboli + e - indicati in Figura 2, sono anch'essi invertiti. Come verifica teorica, rifacciamo lo schema di Figura 2 correggendo i versi delle correnti I e di GCC1 e della tensione V e ricalcoliamo il cir-

quindi $I=I_g/2=1 \text{ A}$

$$V=R1*I= 3*1=3 \text{ V}$$

SIMULAZIONE DEL CIRCUITO

Vediamo in simulazione come si comporta il circuito mostrato in Figura 3. Lo schema di simulazione si presenta come in Figura 4.

Notate che la corrente I ricalcolata con il verso giusto, questa volta è positiva come mostra anche il display dell'amperometro virtuale in serie al resistore R1 in cui si legge la corrente di 1 A.


Come detto prima, la corrente I è la corrente di controllo del generatore GCC1 che deve

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!**

MISURE DI PICCOLO E GRANDE SEGNALE

di **Stuart Cording**

Quello dello sviluppatore è senza dubbio un lavoro molto vario e interessante. Un giorno potrebbe essere dedicato all'esame dei dettagli di un'interfaccia seriale, mentre in quello successivo l'attenzione potrebbe essere rivolta all'impostazione di un sistema per l'acquisizione dati di un nuovo progetto e la settimana lavorativa potrebbe terminare con lo studio di una soluzione di alimentazione per un motore da 20 kW. Ognuna di queste attività richiede competenze e conoscenze in settori molto differenti tra di loro, dall'elettronica ai protocolli per la trasmissione dati, dalla programmazione software alla sicurezza elettrica. Molti progettisti sono abbastanza restii a parlare del proprio lavoro, forse perché non vogliono manifestare apertamente la soddisfazione che procura loro. Tuttavia, c'è anche un aspetto del lavoro dello sviluppatore che non va assolutamente trascurato, che è quello di migliorare la vita delle persone e l'ambiente in cui vivono. I progettisti sono costantemente impegnati a ridurre i consumi di energia, minimizzare gli scarti in produzione e aumentare la durata operativa delle apparecchiature mediante una manutenzione attenta e mirata. A questo scopo è essenziale avere accesso ad apparecchiature di elevata qualità in grado di misurare segnali, grandi e piccoli, che consentano ai progettisti di compiere scelte appropriate durante lo sviluppo e il debug dei sistemi, il test di fine linea e l'installazione delle apparecchiature.

MISURE PRECISE DEL CONSUMO DI ENERGIA

Le apparecchiature industriali non sono certo note per l'attenzione verso gli aspetti estetici o per la cura dei dettagli relativi all'interfaccia utente. Non è questo il caso della serie di analizzatori di energia di **Carlo Gavazzi per sistemi bifase e trifase**. Pur disponendo del tipico display LCD retroilluminato, gli analizzatori EM530 ed EM540 (**Figura 1**) sono stati concepiti per garantire sempre la massima usabilità, dall'installazione all'uso quotidiano. Ad esempio, i numeri dopo il punto decimale nel display di misura dell'energia sono più piccoli delle cifre prima del punto decimale. Ciò permette di minimizzare i problemi legati alla difficoltà di lettura dei display numerici. La funzione "presentazione" (slideshow) visualizza le misure desiderate in sequenza senza dover toccare l'unità. Questi dispositivi prevedono anche un sistema a menù molto semplice da navigare azionato da tre tasti meccanici. Con questi analizzatori è possibile ottenere un alto livello di accuratezza grazie a una risoluzione in frequenza di 0,001 Hz e una risoluzione di energia di 0,001 kWh. Tra le altre caratteristiche di rilievo degli analizzatori EM540 e EM530 si segnala un tempo di risposta di 100 ms per le misure di corrente, tensione, potenza e altre variabili a livello di sistema e su singola fase. Ciò rappresenta un indubbio vantaggio nel caso delle installazioni fotovoltaiche (PV) che richiedono una gestione di tipo "zero-fed" (ossia

con impossibilità di reimmissione in rete dell'energia generata) rispetto ad altri analizzatori di energia disponibili sul mercato che risultano troppo lenti per questo scopo.

Gli analizzatori di energia possono anche fornire registrazioni accurate delle ore di funzionamento a supporto della manutenzione predittiva. Questi analizzatori possono funzionare come contaore, semplicemente impostando una soglia superiore rispetto ai consumi in modalità "stand-by" dell'apparecchio collegato. Il tempo di "stand-by" può anche essere determinato sottraendo le ore di funzionamento dal tempo operativo totale. I dati per i sistemi di monitoraggio sono disponibili attraverso l'interfaccia Modbus RTU. Quando abbinato al gateway UWP (Universal Web Platform), i team di supporto possono utilizzare questa connessione dati per rilevare possibili errori di cablaggio e ricevere informazioni sulle azioni correttive da apportare per risolvere il problema da remoto.

Il mod. EM530 è adatto per i quadri elettrici in bassa tensione ed è collegato tramite trasformatori con una corrente sul secondario di 5 A. Ciò ne consente l'installazione in impianti con corrente nominale di 10 kA. Il modello EM540 è un analizzatore per connessione diretta fino a 65 A. Entrambe le unità, ospitate in un alloggiamento per montaggio su guida 3-DIN, sono disponibili con opzione MID (con punto di tenuta), adatta quindi per il rilevamento dei consumi nelle applicazioni residenziali.



Figura 1: Per applicazioni di monitoraggio dell'energia, gli analizzatori EM530 ed EM540 di Carlo Gavazzi permettono di accedere ai dati da remoto, dispongono di un'interfaccia utente "pulita", possono essere utilizzati per sistemi bifase e trifase e vengono proposti in versioni con certificazione MID

GARANTIRE L'EFFICIENZA NEGLI AZIONAMENTI

Da diversi decenni, l'efficienza energetica dei motori elettrici è nel mirino degli Enti normatori. In base ai dati forniti da IEA (International Energy Association), negli anni 2000, i motori hanno contribuito ai consumi energetici dell'intero settore industriale in misura pari al 69%. Oggigiorno, le classi di efficienza energetica delle apparecchiature elettriche rotanti sono definite dallo standard IEC 60024. Quest'ultimo prevede quattro classi, da IE (International Efficiency)-1 (livello 1) a IE-4 (livello 4), anche se i motori IE-1 sono stati vietati in molte aree geografiche del globo, inclusa la Comunità Europea. L'efficienza dei motori elettrici può essere valutata con apparecchiature come il mod. 5335C di B&K Precision, un misuratore di potenza AC/DC compatto monofase (Figura 2). Lo strumento è in grado di misurare tensioni e correnti fino a 600 Vrms e 20 Arms rispettivamente, garantendo un'ampiezza di banda massima di 100 kHz. L'oscilloscopio integrato visualizza le forme d'onda sia di tensione sia di corrente,



Figura 2: Con il misuratore di potenza mod. 5335C di B&K Precision è possibile effettuare misure accurate dell'efficienza di motori e dispositivi pilotati in DC, oltre a collaudi in linea di prodotti

eliminando il ricorso a ulteriori strumenti di misura.

Quando si devono effettuare misure di correnti di valore superiori ai 20 A previsti per questo strumento, è possibile collegare trasduttori esterni (10 A/2 V). Nelle applicazioni in cui il controllo della velocità del motore viene effettuato utilizzando la modulazione PWM, il mod. 5335C è in grado di misurare segnali di ingresso compresi tra 0,5 Hz e 100 kHz (Figura 3). Infine, le interfacce per la connettività, i collegamenti per i test e l'ingresso per un trigger esterno sono disposti in maniera ordinata e razionale nella parte posteriore dello strumento. Dotata di un display a colori da 4,3" di tipo TFT, questa unità può essere configurata mediante nove tasti funzione. Lo strumento consente di visualizzare simultaneamente fino a 12 parametri, tra cui la corrente di spunto di picco e le sovratensioni. Grazie alla possibilità di eseguire misure fino alla 50 ma armonica, questo misuratore viene utilizzato per i test di pre-conformità EMC come previsto dalla normativa IEC 62000-3-2/4-7. Per i test automatizzati, sono disponibili interfacce RS232, LAN e USB (conforme a USBTMC), mentre per l'analisi dei sistemi collegati alla rete, la funzione di integrazione fornisce misure integrali della corrente e della potenza attiva (Wh) con commutazione automatica dell'intervallo di misura.

RACCOLTA DEI DATI ELETTRONICI

Il successo dei nuovi progetti elettronici dipende da un'approfondita comprensione dei dati acquisiti dai relativi sensori. Nel caso si decida di utilizzare tecniche di apprendimento automatico (ML - Machine Learning), è necessaria una mole di dati enorme.

Gli algoritmi di apprendimento automatico consentono agli sviluppatori di software embedded di affrontare problemi estremamente complessi che sarebbero difficili da risol-

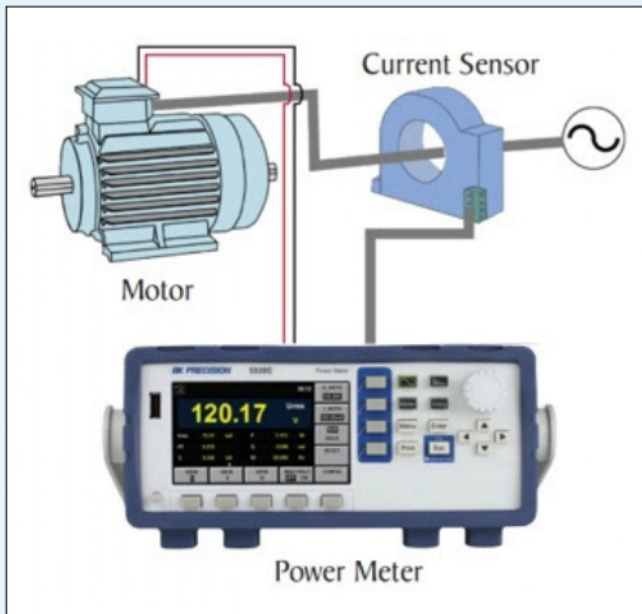


Figura 3: Il misuratore di potenza mod. 5335C è in grado di determinare l'efficienza di motori la cui velocità viene controllata in modalità PWM con tensioni di ingresso fino a 600 V. E' anche prevista la possibilità di utilizzare trasduttori di corrente esterni. (Fonte: B&K Precision Corporation)

vere utilizzando i tradizionali metodi di programmazione basati su regole. Per individuare i problemi che possono presentarsi sul lungo periodo, come ad esempio il deterioramento del funzionamento di un alimentatore o di un motore, è necessario conoscere numerosi parametri, come le temperature locale e ambiente, la corrente assorbita, le variazioni di carico, e le tensioni di ingresso e uscita in

condizioni operative dinamiche.

I tool ispirati al modello "imposta e dimentica", come i **DAQ MCC USB-230 di Digilent** rappresentano l'opzione ideale per acquisire i dati necessari nel modo più economico possibile. Disponibili in due versioni caratterizzate da velocità di campionamento di 50KS/s (USB-231) e 100KS/s (USB-234), queste unità si collegano con un PC o un laptop attraverso una porta micro-USB Tipo B (Figura 4).

Questi DAQ prevedono quattro ingressi differenziali a 16 bit (oppure 8 ingressi a terminazione singola) che supportano tensioni di $\pm 10V$ (con protezione contro le sovratensioni di $\pm 30V$) con ampiezza di banda di 300kHz per le misure analogiche. L'uscita analogica può funzionare con tensioni massime di $\pm 10 V$ e una velocità di campionamento di 5kS/s (max.) per canale. Le unità sono corredate da otto I/O digitali che operano con tensioni fino a 5V e correnti di $\pm 4mA$. Un contatore a 32 bit attivato sui fronti di salita del segnale completa il profilo di questi DAQ.

Ovviamente, i dispositivi di acquisizione dati USB-230 sono supportati da una vasta gamma di **tool software**. DAQami, ad esempio, è un tool visuale da utilizzare per l'acquisizione dati e la generazione del segnale.

L'interfaccia di questa applicazione, di tipo "drag-and-drop", permette di visualizzare i dati in maniera molto semplice e può supportare più dispositivi USB-230 collegati al medesimo PC. La **MCC Universal Library** è destinata ai progettisti che intendono sviluppare software personalizzato per acquisizione dati per soddisfare esigenze specifiche e prevede il supporto di programmazione per

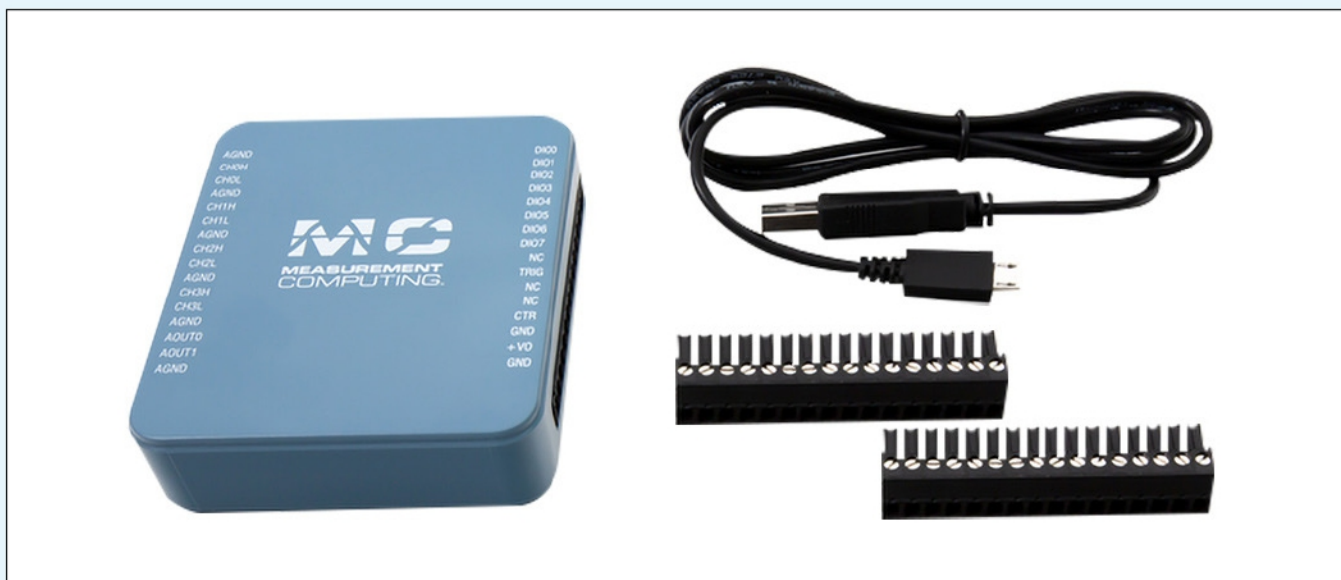


Figura 4: Per l'acquisizione dati è possibile utilizzare il DAQ MCC USB-230 di Digilent, un tool basato su USB. I blocchi terminali semplificano il collegamento dei segnali con unità DAQ



Figura 5: L'analizzatore logico a 8 canali/24 MHz basato su USB di SparkFun è in grado di effettuare in tempi brevi il debug di quasi tutti i tipi di interfacce seriali ed è disponibile a un prezzo estremamente contenuto

Python su Windows. Per gli sviluppatori che operano in ambiente Linux è invece disponibile **uldaq**.

In alternativa, è anche previsto il supporto per i linguaggi di programmazione LabVIEW e MATLAB.

UNO SGUARDO ALLE INTERFACCE SERIALI

Nel momento in cui un progettista decide di utilizzare un nuovo fornitore di microcontrollori, uno dei maggiori problemi da affrontare è il corretto apprendimento del funzionamento delle periferiche. Registri, funzionalità e descrizioni contenute nei datasheet sono infatti sempre differenti rispetto a quelli abituali.

Di conseguenza, la messa a punto delle interfacce seriali si rivela spesso un compito arduo, in quanto gli sviluppatori sono tenuti a verificare se la velocità di trasferimento dati e altre impostazioni siano state interpretate correttamente e configurate nella maniera più appropriata. Per questo motivo un progettista deve dotarsi di un analizzatore logico se, ovviamente, non ne possiede già uno.

In ogni caso, oggi, non esistono scusanti per non avere uno strumento di questo tipo sul banco di lavoro. L'**analizzatore logico USB di SparkFun** è uno strumento a otto canali caratterizzato da una velocità di campionamento di 24 MHz e disponibile a un prezzo assolutamente accessibile (Figura 5). Supportato da **sigrok**, un progetto software open source per l'analisi dei segnali, questo analizzatore mette a disposizione decodificatori di protocollo,

dai più comuni ai meno conosciuti.

Oltre che per quelli tradizionali, come SPI e I2C, è previsto il supporto per la decodifica dei protocolli utilizzati per le memorie EEPROM e i display a 7 segmenti, i protocolli DALI, LIN, CAN, oltre a quelli delle varie interfacce di debug dei processori Arm.

L'hardware è in grado di gestire segnali fino a 5,25 V ed è alimentato attraverso la porta USB alla quale è connesso. I ponticelli femmina-femmina con codifica a colori semplificano i collegamenti con la scheda target: per alcune schede, come ad esempio Arduino, è necessario un connettore (di tipo pin header) maschio aggiuntivo.

Per iniziare a utilizzare questo strumento, SparkFun mette a disposizione un **eccellente tutorial** che descrive l'uso dell'interfaccia utente grafica (GUI) di sigrok e dell'interfaccia a riga di comando (CLI).

MISURARE GRANDI E PICCOLI SEGNALI

Da sempre, i progettisti fanno affidamento su dati di elevato livello qualitativo per prendere le migliori decisioni di progetto, a livello di sistema oppure durante la fase di sviluppo di un sistema.

Poiché attualmente uno dei problemi più critici è l'efficienza energetica, gli analizzatori di potenza stanno attirando sempre più l'interesse di parecchi team di sviluppo. Senza dimenticare che in alcune applicazioni è possibile conseguire ulteriori miglioramenti solo con l'utilizzo di tecniche di apprendimento automatico. Anche se si tratta di una semplice rete neurale, è necessaria una grande quantità di dati per proseguire nella fase di addestramento, ed è in un contesto di questo tipo che entrano in gioco dispositivi come i sistemi di acquisizione dati. Microcontrollori e interfacce seriali sono sicuramente indispensabili per il lavoro dei progettisti, anche se il loro utilizzo pratico crea non pochi problemi.

Grazie alla disponibilità di hardware a basso costo e agli sforzi fatti dalla comunità open source, ora non esistono più scusanti per non avere sul banco di lavoro un analizzatore logico che permetta di vedere ciò che accade in quei fili.

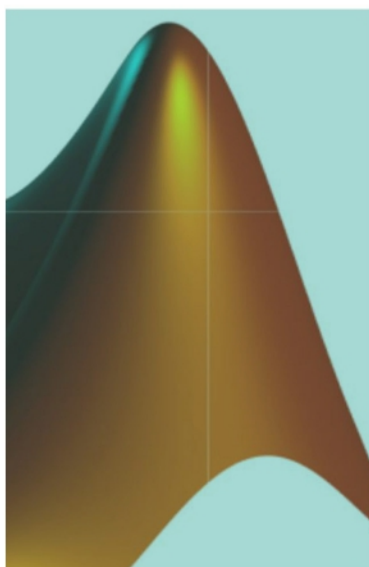
L'autore è a disposizione nei commenti per eventuali approfondimenti sul tema dell'Articolo. Di seguito il link per accedere direttamente all'articolo sul Blog e partecipare alla discussione:

<https://it.emcelettronica.com/misure-di-piccolo-e-grande-segnale>



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!



STRUMENTI DI MISURA PER IMPIANTI FOTOVOLTAICI

di **Redazione**

Gli impianti fotovoltaici hanno raggiunto una popolarità tale che gran parte dei produttori di apparecchi di misura ha ampliato il proprio portafoglio con strumenti e dispositivi specialistici dedicati al settore fotovoltaico.

INTRODUZIONE

L'alimentazione di elementi di illuminazione domestica o persino auto elettriche attraverso l'utilizzo dell'**energia solare**, grazie alle **celle fotovoltaiche**, è oggi una prassi sempre più comune. Il fotovoltaico è una tecnologia consolidata che serve per convertire la radiazione solare in elettricità attraverso l'uso di **pannelli fotovoltaici** e **inverter** da corrente continua (DC) a corrente alternata (AC), per alimentare ricevitori di energia collegati alla rete o immagazzinare energia in batterie per un secondo momento. La tecnologia del fotovoltaico ha dato origine a un significativo campo tecnologico presente nella maggior parte dei paesi altamente sviluppati. Oltre al fotovoltaico, si sono sviluppate molte altre tecnologie legate all'ottenimento di energia da fonti energetiche rinnovabili, anche se, ad oggi, ottenere energia dal sole è il metodo più importante e ancora leader per avere energia gratuita e inesauribile. A livello di principio di funzionamento delle celle fotovoltaiche, possiamo dire che il processo di conversione dell'energia solare in energia elettrica avviene negli strati interni della cella, e inizia sotto lo strato riflettente, dove vi sono due wafer di silicio, di cui quello superiore è un conduttore negativo, realizzato in silicio con una miscela di fosforo. Quello inferiore invece è un conduttore positivo ed è formato da silicio con una miscela di boro. Quando un fotone colpisce un atomo di silicio, fa cadere un elettrone dal suo posto e lo costringe a muoversi, e poiché vi è un numero enorme di fotoni e collisioni, gli elettroni cercano di accoppiarsi con i luoghi liberi di elettroni vicini precedentemente urtati, a seguito dei quali iniziano a circolare tra le piastre, generando il movimento delle cariche elettriche. Il campo elettrico alla giunzione degli strati positivi e negativi del silicio separa le coppie elettrone-lacuna, causando un movimento ordinato degli elettroni e la comparsa di una tensione elettrica. Questo processo viene collegato facilmente alla rete elettrica locale, ma prima è **necessario collegare un inverter all'impianto**, che converta la corrente continua (DC) in corrente alternata (AC). Il silicio viene utilizzato qui

come materiale base per la costruzione di celle fotovoltaiche, poiché l'energia del fotone corrisponde all'energia richiesta per spostare un elettrone in un atomo di silicio. Sebbene il silicio puro non sia un semiconduttore ottimale, combinato con fosforo e boro diventa la soluzione migliore. Sul mercato, sono apparsi anche pannelli realizzati con altri materiali come il cadmio combinato con tellurio, rame, indio, gallio e selenio. Indipendentemente dagli elementi utilizzati, **i pannelli fotovoltaici sono sempre costituiti da celle fotovoltaiche, che sono le unità più piccole e possono essere collegate tra loro in serie o in parallelo**. I pannelli a base di silicio sono i più diffusi sul



Figura 1a: Strumento di misura PVM-1020 (Fonte: WMPLPVM1020 SONEL - Misuratore: impianto elettrico | VAC: 0÷600V; VDC: 0÷1kV; Bluetooth; PVM-1020 | TME - Componenti elettronici)



Figura 1b: Strumento di misura PVM-1020 (Fonte: WMPLPVM1020 SONEL - Misuratore: impianto elettrico | VAC: 0÷600V; VDC: 0÷1kV; Bluetooth; PVM-1020 | TME - Componenti elettronici)

mercato grazie alla loro semplicità costruttiva e all'elevato **rendimento**, che nel caso dei **pannelli monocristallini** raggiunge il 17-23%, e nel caso dei **pannelli policristallini** circa il 14-18%. I pannelli monocristallini presentano il rendimento più alto, ma sono anche i più costosi. Sono realizzati in **wafer di silicio** a forma di cerchio, successivamente tagliati a forma di quadrato con angoli smussati. I **pannelli policristallini** (rendimento del 14-18%) sono realizzati in silicio multicristallino, sotto forma di un blocco compresso con una superficie non uniforme, tagliato in sottili lastre quadrate di colore blu. I **pannelli amorfi** opachi sono realizzati in silicio molto economico e non cristallizzato, il che si traduce in un rendimento inferiore (8 -10%), ma anche in un prezzo notevolmente più basso. Un'altra categoria di celle fotovoltaiche è rappresentata da quelle realizzate con elementi diversi dal silicio. Questi includono celle CdTe e celle CIGS, caratterizzate da uno spessore trascurabile dello strato fotovoltaico e da una minore efficienza rispetto ai pannelli a base di silicio. I pannelli CdTe sono una cella unica con uno spessore di diversi micron, sono realizzati in tellururo di cadmio e raggiungono un rendimento leggermente inferiore (10-12%) rispetto ai pannelli CdTe (12-14%), realizzati sulla base di quattro elementi: rame, indio, gallio e selenio.

STRUMENTI DI MISURA DEL MARCHIO SONEL PER IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La crescente diffusione degli impianti fotovoltaici fa sì che i produttori di strumenti di misura abbiano iniziato a introdurre dispositivi di misurazione dedicati per pannelli solari. Anche il marchio **Sonel**, uno dei principali fornitori di strumenti di misura dedicati, ha introdotto dispositivi specialistici per il settore fotovoltaico e le misurazioni in



Figura 2: Strumento di misura IRM-1 (Fonte: WMPLIRM1 SONEL - Misuratore: insolazione e temperatura | Temp: -20÷100°C; IP65; IRM-1 | TME - Componenti elettronici)

questo ambito. Vediamone ora le tipologie e le caratteristiche. Lo **strumento di misura PVM-1020** è uno dei dispositivi più piccoli e maneggevoli di questa categoria, dotato di un numero elevato di funzioni. Il dispositivo è in grado di misurare tensione del circuito fotovoltaico del pannello fino a 1000V DC, tensione AC RMS fino a 600V, corrente di cortocircuito del pannello fotovoltaico fino a 20A DC, resistenza di isolamento dei pannelli, misurazione simultanea di due valori RISO+ e RISO-, resistenza di isolamento dei circuiti AC, resistenza dei collegamenti di protezione ed equipotenziali con corrente ± 200 mA, potenza AC/DC, test diodi con 200 mA. La commutazione da una funzione all'altra è resa possibile da un interruttore rotante. La modalità AUTO esegue una sequenza di misurazioni multiple dopo aver premuto una volta il pulsante START. Il display grafico retroilluminato semplifica l'utilizzo in luoghi ombreggiati, mentre l'ampia memoria consente di effettuare più misurazioni senza doverle copiare su un computer. Il dispositivo è dotato di grado di protezione **IP65**, caratteristica fondamentale quando si misurano impianti fotovoltaici. I dati di misura che vengono raccolti mediante il modello PVM-1020 possono essere trasferiti a un computer tramite **comunicazione wireless**

Bluetooth. Il software Sonel Reader incluso consente di scaricare i dati e convertirli nei più comuni formati. Completa il modello PVM-1020 un misuratore di temperatura e insolazione IRM-1. Questo, è un piccolo strumento che si rivela indispensabile quando si testano impianti fotovoltaici. Misurando il valore di insolazione e la temperatura dei pannelli e dell'ambiente circostante, fornisce i dati necessari per convertire i risultati in condizioni STC (Standard Test Conditions), ovvero tenendo conto delle condizioni termiche per l'efficienza delle celle fotovoltaiche. Il registratore dispone di una memoria di 5000 record. I risultati delle misurazioni ottenute mediante l'IRM-1 possono essere trasferiti a un computer tramite interfaccia USB o tramite una connessione wireless **LoRa** (Long Range). Questo standard consente lo scambio automatico di dati con lo strumento di misura PVM-1020 su lunghe distanze. Di seguito, vengono mostrati le principali caratteristiche funzionali ed i parametri tecnici, rispettivamente, degli strumenti di misura PVM-1020 e IRM-1.

PVM-1020

Produttore:
SONEL

Tipo di misuratore:
impianto elettrico

Ambito di misurazione della tensione AC:
0...600V

Precisione di misurazione della tensione AC:
 $\pm(2\% + 2 \text{ cifre})$

Ambito di misurazione della tensione DC:
0...1kV

Precisione di misurazione della tensione DC:
 $\pm(0,5\% + 2 \text{ cifre})$

Ambito di misurazione della corrente AC:
(1) misurazione indiretta
0...400A

Precisione di misurazione della corrente AC:
 $\pm(5\% + 2 \text{ cifre})$

Misurazione:
corrente AC, corrente di guasto, potenza, resistenza dell'isolamento, tensione AC, tensione DC

Applicazione degli strumenti di misurazione:
fotovoltaico, per pannelli solari

Interfaccia:
Bluetooth

Conformità con la norma:
IEC 61326-1
IEC 61326-2-2

Dimensioni:
228x102x60mm

Temperatura di lavoro:
-10...40°C

Temperatura di stoccaggio:
-20...60°C

Accessori compatibili:
WAADAMC4, WACEGCPVOKR, WAKROBL20K01, WAKRORE20K02, WAKROYE20K02, WAPRZ1X2BLBB, WAPRZ1X2REBB, WAPRZ1X2YEBO, WASONREOGB1

Ambito misurazione della resistenza d'isolamento:
250k Ω ...2M Ω /250k Ω ...5M Ω /250k Ω ...1G Ω /500k Ω ...9999M Ω

Memoria delle misurazioni:
4059

Risoluzione di misurazione della corrente:
0.1A

Fonte di alimentazione:
batteria AA 1,5V x5
batteria ricaricabile Ni-MH AA 1,2V x4

Equipaggiamento standard:
adattatore
certificato di calibratura
conduttori di misurazione
custodia
fili di rilievo (3 pz.)
pinze a coccodrillo 3 pz.
pinze di corrente
sonda a punta
tracolla

Batteria/batteria ricaricabile:

batteria AA 1,5V x4
batteria AAA 1,5V x2

Peso lordo:

2273.9 g

IRM-1**Produttore:**

SONEL

Tipo di misuratore:

insolazione e temperatura

Ambito di misurazione della temperatura:

-20...100°C

Precisione di misurazione della temperatura:

±(1% + 2 cifre)

Risoluzione di misurazione della temperatura:

0.1°C

Misurazione:

angolo di inclinazione, insolazione, temperatura

Memoria delle misurazioni:

5000

Classe di tenuta:

IP65

Dimensioni esterne:

134x79x28mm

Interfaccia:

LoRa (Long Range)
USB

Proprietà degli strumenti di misurazione:

bussola integrata
sensore di inclinazione

Equipaggiamento standard:

alimentatore
certificato di calibratura
custodia
gancio di montaggio

Batteria/batteria ricaricabile:

batteria ricaricabile Li-Ion 3,7V 1300mAh x1

Peso lordo:

1672.8 g

Gli strumenti di misura sopra citati sono disponibili presso il catalogo della **TME Electronic Components** al seguente link: **Strumenti di misura del marchio Sonel per impianti fotovoltaici | Componenti elettronici. Distributore e negozio online - Transfer Multisort Elektronik (tme.eu)**

IL MARCHIO SONEL

I prodotti del marchio **Sonel** sono caratterizzati da eccellenti parametri di funzionamento e da un ampio campo di misura, e garantiscono la sicurezza e l'ergonomia di utilizzo. Grazie agli investimenti nello sviluppo del reparto di progettazione e allo sforzo di soddisfare i più elevati standard internazionali, ad oggi il marchio Sonel è uno dei maggiori produttori di strumenti di misura in Polonia. Sonel è specializzato in dispositivi per professionisti, principalmente nel campo del controllo di sicurezza, delle condizioni tecniche e del collaudo dei parametri di rete di alimentazione. La maggior parte dei dispositivi del produttore sono alimentati mediante batterie integrate e racchiusi in custodie resistenti a danni meccanici e condizioni ambientali difficili.

Per ulteriori informazioni tecniche sui prodotti disponibili presso la TME si prega di consultare la seguente web page: [Componenti elettronici. Distributore e negozio online - Transfer Multisort Elektronik \(tme.eu\)](#)



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/strumenti-di-misura-per-impianti-fotovoltaici>

PROGETTO DI UNA INTERFACCIA ROBOTICA ARDUINO-ROS PARTE 1

di Fulvio De Santis

Le schede Arduino stanno diventando un elemento essenziale nei robot fai-da-te e nei gadget elettronici. Ci sono molte ragioni per questo, come la semplicità della programmazione, il basso costo e l'ottimo supporto della comunità. Ma, la ragione principale del successo di Arduino è la facilità di prototipazione. Anche se sul mercato sono disponibili alcune schede basate su ARM che possono funzionare meglio di Arduino, non è scontato che possano conquistare hobbisti e fai-da-te. Questo articolo è un progetto/tutorial di una interfaccia che consente alla scheda Arduino di accedere alla robotica complessa mediante l'integrazione del software ROS, il sistema operativo del robot.

INTRODUZIONE

Trattando di robotica, sappiamo già che le schede **Arduino** vengono utilizzate nei robot fai-da-te, ma queste schede, pur essendo abbastanza potenti, non sono in grado di gestire tutte le diverse funzioni in un robot complesso. Chiariamo con un esempio quanto sopra asserito. Immaginiamo di costruire un robot mobile autonomo in grado di mappare l'ambiente circostante e navigare autonomamente. Beh, Arduino non può fare questo lavoro da solo, poiché Arduino è solo una piattaforma di microcontrollore basata sul controller AVR/ARM, ed è fondamentalmente una scheda I/O che può eseguire solo una quantità minima di calcolo da sola. Quindi, ad esempio, solo con Arduino non possiamo utilizzare un'applicazione di visione artificiale. Premesso ciò, come possiamo usare questa scheda in un **robot di fascia alta**? Possiamo usare **Arduino** come scheda I/O fondamentalmente per interfacciare sensori robotici, IMU (Unità di Misura Inerziale) e attuatori come motori in corrente continua, servomotori, ecc. Per eseguire elaborazioni di fascia alta nei robot, potremmo aver bisogno di computer con framework software per programmare i robot. **ROS (Robot Operating System)** è un popolare framework software di robotica per operare con robot complessi come ROSbot, TurtleBot, ecc. Questi robot di fascia alta hanno numerosi sensori, quindi l'elaborazione dei dati è un compito oneroso. ROS fornisce un mezzo intermedio (noto con il termine inglese "middleware") per il passaggio di messaggi (per così dire) che può essere utilizzato per comunicare con diversi processi (nodi). Ad esempio, ROS potrebbe disporre di un nodo per leggere e scrivere su un Arduino e un nodo diverso per ottenere immagini da una fotoca-

mera. Inoltre, ciascuno di questi nodi può comunicare e scambiare dati tra loro. Ma la domanda che ora ci poniamo è: come interfacciare **Arduino** a ROS? Ovvero, come si scambiano i dati dei sensori e i messaggi di controllo da Arduino al framework di comunicazione ROS? Prima di descrivere la modalità d'interfacciamento, è necessario esaminare alcuni concetti di base del ROS, che è proprio ciò che faremo di seguito sinteticamente.

ROS

Come accennato prima, ROS è un meta sistema operativo, il che significa che consente di fornire funzionalità ma necessita di un sistema operativo host per essere eseguito. Le caratteristiche principali di ROS sono:

Middleware di comunicazione: questo mezzo intermedio di comunicazione consente la comunicazione tra processi, tra nodi/processi ROS per lo scambio di dati. La comunicazione viene effettuata da un meccanismo di pubblicazione/sottoscrizione, ovvero un nodo invia dati e l'altro li riceve. I principali paradigmi di comunicazione in ROS sono argomenti, messaggi, servizi e parametri.

Strumenti: ROS ha un'ampia varietà di GUI e strumenti a riga di comando per visualizzare ed eseguire il debug dei dati ROS. Alcuni degli strumenti sono Rviz (ROS Visualizer) e rqt.

Funzionalità: oltre al middleware di comunicazione, ROS dispone di un'ampia varietà di funzionalità che possono essere utilizzate in qualsiasi robot senza la necessità di averne una conoscenza approfondita. Alcune delle

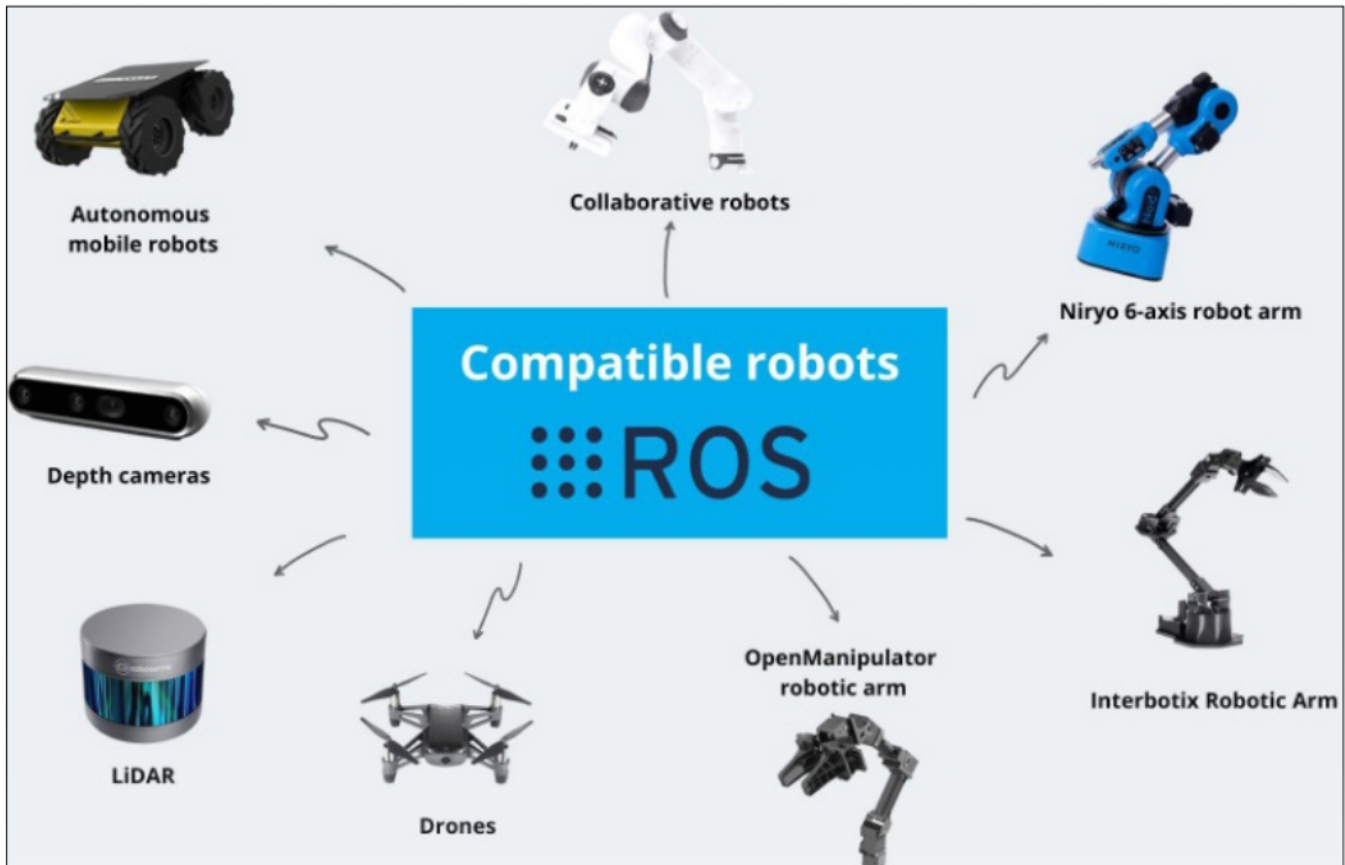


Figura 1: Campi di applicazione del sistema operativo robotico ROS

funzionalità di ROS sono la stima della posizione del robot, la localizzazione, la mappatura e la navigazione.

Ecosistema: esiste una comunità mondiale attiva per lo sviluppo e il supporto di ROS.

In **Figura 1** è riportata una schematizzazione dei campi di applicazione del sistema operativo robotico ROS.

ne la distribuzione ROS Indigo.

Sistema operativo supportato: come affermato in precedenza, il framework ROS necessita di un sistema operativo host per il suo funzionamento; uno dei sistemi operativi preferiti per ROS è lo stesso Ubuntu. L'ultima versione di ROS è compatibile con Ubuntu 16.04 LTS. Il ROS Indigo è supportato principalmente in Ubuntu 14.04 LTS. Collegandoci al link <http://wiki.ros.org/Distributions> possiamo vedere le distribuzioni ROS.

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!

PROGETTO DI UNA INTERFACCIA ROBOTICA ARDUINO-ROS PARTE 2

di Fulvio De Santis

Nell'articolo "Progetto di una interfaccia robotica Arduino-ROS – Parte 1" abbiamo introdotto il progetto di una interfaccia che consente alla scheda Arduino di avere la capacità di realizzare robot anche complessi mediante l'integrazione del software ROS, il sistema operativo del robot. Il meta sistema operativo ROS consente a microcontrollori di non elevata potenza di calcolo (come ad esempio Arduino) di dotarli di funzionalità robotiche di fascia alta. La prima parte del progetto l'abbiamo esclusivamente dedicata al ROS descrivendone la terminologia e i concetti fondamentali. In questo articolo "Progetto di una interfaccia robotica Arduino-ROS – Parte 2", installeremo le prime parti software necessarie per realizzare l'interfaccia Arduino-ROS. Descriveremo le librerie "roserial_client", un'implementazione lato client del protocollo roserial; installeremo Ubuntu su computer e infine, installeremo il sistema operativo robotico ROS in Ubuntu e i pacchetti della libreria roserial su ROS.

COMUNICAZIONE SERIALE DI ARDUINO CON ROS

Nella maggior parte dei robot, i sensori di base saranno interfacciati a schede I/O come STM32, **Arduino** ed altre schede basate su microcontrollore. Quindi, occorre trovare un modo per fornire i dati dei sensori al software ROS in esecuzione su un computer che dovrà elaborarli per generare le funzionalità robotiche secondo l'applicazione desiderata. Questo è il ruolo dei pacchetti "roserial" che è possibile esplorare nel sito <http://wiki.ros.org/roserial>. Il meta-pacchetto roserial consiste in insiemi di pacchetti adibiti a ricevere dati seriali da un microcontrollore, o da qualsiasi altro dispositivo seriale, utilizzando il protocollo roserial standard. Il funzionamento del protocollo roserial è descritto di seguito. Roserial è un protocollo standard per la comunicazione tra ROS e un dispositivo seriale. La comunicazione avviene su una linea di trasmissione seriale e utilizza tecniche di serializzazione / deserializzazione per la trasmissione di messaggi ROS. Il dispositivo seriale invia messaggi ROS sotto forma di pacchetto che ha un'intestazione e una coda che consentono più argomenti e servizi generati da un singolo dispositivo hardware. Il pacchetto contiene anche flag per sincronizzare la comunicazione tra il computer e il dispositivo e viceversa.

La **Figura 1** mostra il formato del pacchetto utilizzando il protocollo roserial.

Il primo byte è chiamato "Sync Flag" che viene utilizzato

per sincronizzare la comunicazione tra ROS e dispositivo. Il suo valore sarà sempre 0xff. Il secondo byte "Sync Flag/ Protocol Version" indica la versione ROS che viene utilizzata. Il terzo byte (Low byte) e il quarto byte (High byte) rappresentano la lunghezza del messaggio contenuto nel pacchetto.

Il quinto byte è un checksum della lunghezza del messaggio. Il sesto byte (Low byte) e il settimo byte (High byte) "Topic ID" sono dedicati all'ID dell'argomento. L'ID argomento da 0 a 100 è riservato alle funzioni di sistema.

I byte rimanenti vengono utilizzati per i dati seriali e i relativi checksum. Il checksum della lunghezza del pacchetto e dei dati viene calcolato utilizzando la seguente equazione:

$$\text{checksum} = 255 - ((\text{Topic ID Low Byte} + \text{Topic ID High Byte} + \text{valori byte di dati}) \% 256)$$

La comunicazione tra il dispositivo seriale e il computer inizierà dal lato computer che invierà un pacchetto di query per ottenere il numero di argomenti, nomi e tipi di argomenti da Arduino/dispositivo seriale.

Quando Arduino riceve questo pacchetto di query, risponderà al computer con una serie di pacchetti di risposta.

Il pacchetto di risposta sarà composto dalle seguenti righe di codice:

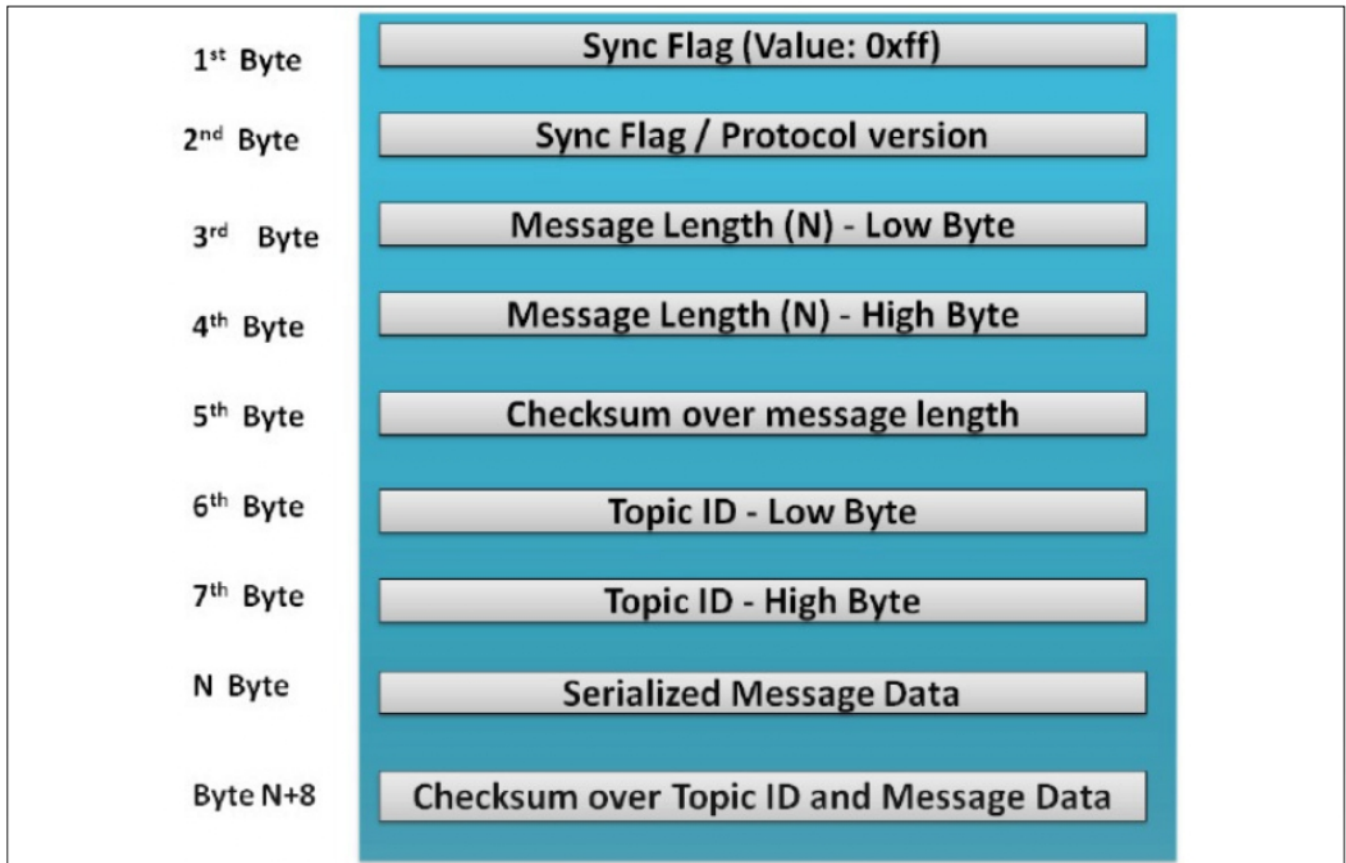


Figura 1: Formato del pacchetto del protocollo rosserial

```
uint16 topic_id
string topic_name
string message_type
string md5sum
int32 buffer_size
```

Questa serie di risposte sarà nei messaggi "rosserial_

un'interfaccia seriale con un computer che esegue ROS. Esistono diversi pacchetti di librerie rosserial_client disponibili per piattaforme specifiche. Di seguito alcune delle librerie rosserial_client:

rosserial_arduino: questo pacchetto aiuta a costruire una libreria Arduino chiamata "ros_lib" che può funzionare come libreria rosserial_client per Arduino. Possiamo includere questa libreria per scrivere nodi client Arduino-ROS.

creare un client rosserial

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!!

PROGETTO DI UNA INTERFACCIA ROBOTICA ARDUINO-ROS PARTE 3

di Fulvio De Santis

Nel precedente articolo “Progetto di una interfaccia robotica Arduino-ROS – Parte 2”, abbiamo installato le prime parti software necessarie a realizzare l’interfaccia Arduino-ROS. Prima abbiamo fatto una panoramica sulle librerie “rosserial_client”, poi abbiamo installato Ubuntu 16.04 LTS sul computer e infine, abbiamo installato il sistema operativo robotico ROS su Ubuntu e i pacchetti della libreria rosserial in ROS. In questo articolo, vedremo come impostare l’IDE di Arduino e la libreria rosserial; installeremo la libreria ros_lib nell’IDE di Arduino, definiremo il nome della scheda del dispositivo seriale nell’IDE di Arduino. In alternativa all’installazione di ROS in Ubuntu installato sul computer, vedremo come installare ROS in Ubuntu installato sulla VirtualBox per chi volesse lavorare da Windows, in cui imposteremo il nome della scheda, mentre nell’IDE di Arduino inseriremo il nome della porta seriale. Infine, eseguiremo il test dell’interfaccia Arduino-ROS sulla VirtualBox.

IMPOSTAZIONE DELL’IDE DI ARDUINO E DELLA LIBRERIA CLIENT ROS

In questa parte dell’articolo, imposteremo l’IDE di Arduino su Ubuntu 16.04. Gli Arduino possono essere facilmente programmati usando il loro semplice IDE. Questo IDE può essere scaricato dal sito Web ufficiale di Arduino <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>. Disponibile per i sistemi operativi più diffusi, possiamo installare l’IDE anche tramite il gestore di pacchetti software di Ubuntu. Il download diretto dal sito Web fornisce la versione più aggiornata. Per installare l’IDE di Arduino dal gestore di pacchetti software di Ubuntu, digitate sul terminale questo comando:

```
$ sudo apt-get install arduino
```

Dopo l’installazione, potete eseguire il comando “arduino” nel terminale, o se state lavorando con binari scaricati dal sito web, estraete l’archivio e vedrete un eseguibile chiamato “arduino”.

```
$/arduino
```

Se tutto funziona correttamente, verrà visualizzato l’IDE di Arduino, come mostrato in **Figura 1**. Bene! Avete impostato correttamente l’IDE di Arduino in

Linux. La prossima procedura è impostare la libreria rosserial per Arduino.

IMPOSTAZIONE DI ROS_LIB NELL’IDE DI ARDUINO

Dopo aver impostato l’IDE di Arduino, occorre creare una libreria in Arduino per la scrittura di nodi Arduino-ROS. Di seguito la procedura da seguire: Nell’IDE di Arduino, da **File -> Preferenze**, cercate la posizione dello sketchbook e trovate la cartella chiamata “libraries”. Se non è presente, potete crearne una nuova. In questa cartella creeremo la libreria Arduino-ROS. Per costruire la libreria Arduino-ROS, aprite nuovamente il terminale ed eseguite il seguente comando:

```
$ roscore
```

Nel terminale, ora digitate il percorso dove si trova la cartella “libraries” e poi inserite il comando seguente:

```
robot@robot-pc:~/Arduino/libraries
```

poi di seguito il comando

```
rosrun rosserial_Arduino make_libraries.py
```

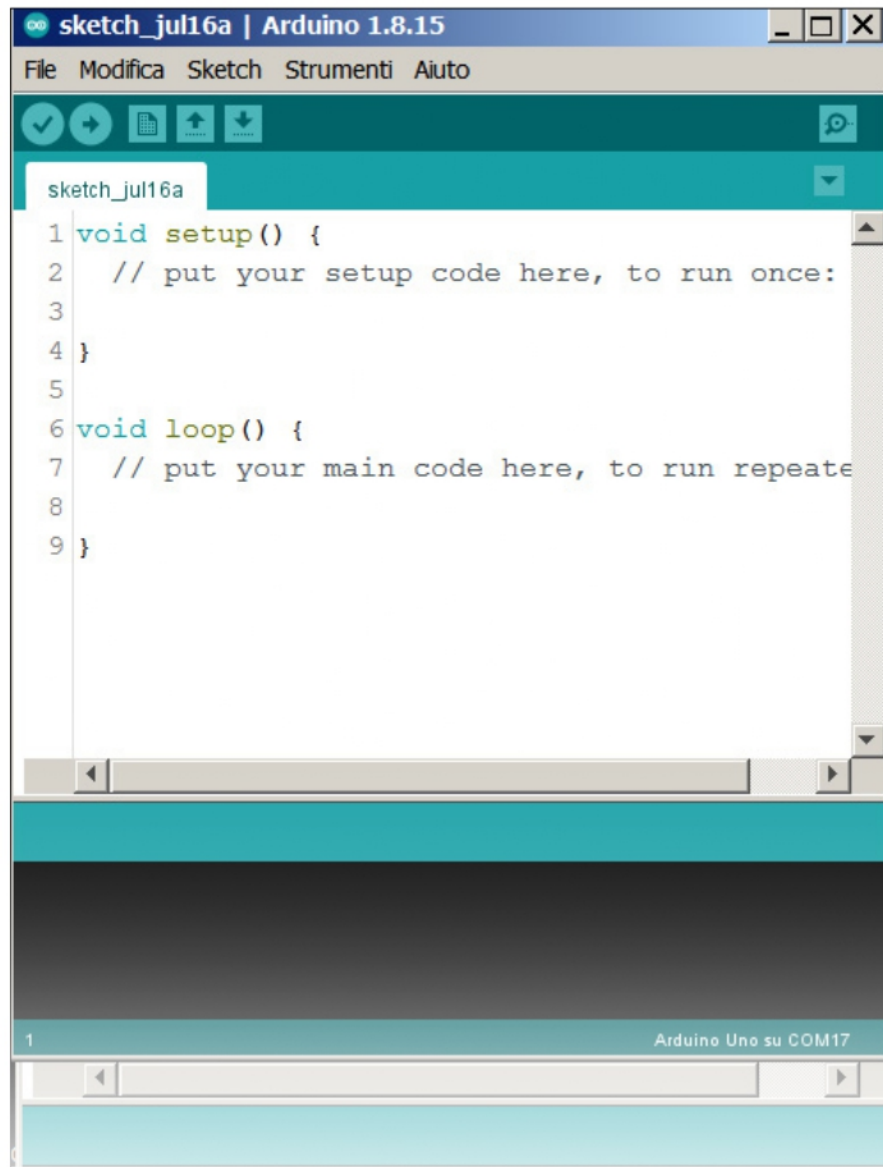


Figura 1: IDE di Arduino

Questo comando genererà la libreria "ros_lib" che consistiamo iniziare con l'esempio "Blink", un semplice codice

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

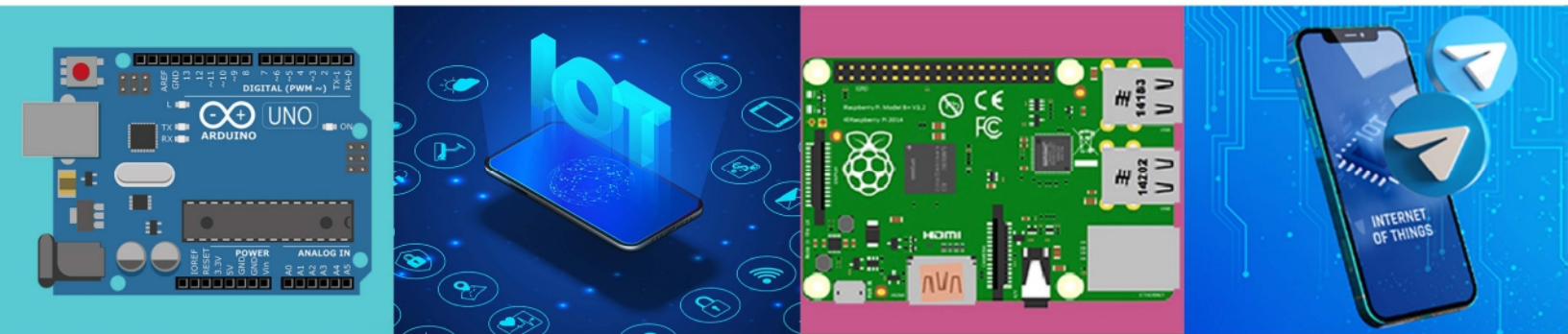
PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?

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



VOGLIO ABBONARMI!!

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



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

The logo for MAKERS ACADEMY features the word 'MAKERS' in a blue, stylized font where the letter 'A' is formed by an orange compass. To the right of 'MAKERS' is a blue gear icon. Below 'MAKERS' is the word 'ACADEMY' in an orange, sans-serif font.

SCOPRI I CORSI!



+ 145.000

REGISTERED USERS

7.414

 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (FEB2020)

830.610

 2020 ANNUAL VISITORS

THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY

CATEGORIES

PROFESSIONALS

53 %

ACADEMICS/STUDENTS

25 %

MAKERS/HOBBYISTS

22 %

SOCIAL CONNECTIONS

f + 83.000

in + 23.000

