

# Firmware

it.emcelettronica.com

## SPECIALE AUTOMOTIVE



**ANALOG  
DEVICES**

- Memory barrier, come ottimizzare gli accessi in memoria nei processori Cortex-M
- PCBWay: il partner ideale per la prototipazione elettronica
- Lavorazione CNC di materie plastiche
- Semplificare la progettazione di moduli di ingresso analogici per il controllo dei processi
- Precisione dei sensori di posizione – Un fattore cruciale per l'avanzamento della tecnologia dei veicoli a guida autonoma
- Dalla guida assistita alla guida autonoma: il veicolo a capacità cognitive richiede dati da sensori a elevata integrità
- Blockchain per la prossima generazione di veicoli
- La Blockchain rivoluziona le comunicazioni tra veicoli a guida autonoma
- Nuovo controllore bidirezionale dc-dc 12V-12V per sistemi ridondanti a doppia batteria per automotive



**Transfer Multisort Elektronik**  
distributore globale di componenti elettronici

**tme.eu**



**CAVI UNIPOLARI**

**CAVI MULTIPOLARI**

**CAVI PER TRASMISSIONE DATI**

**CALZE E GUAINA PROTETTIVE**

**ACCESSORI PER CAVI**



Scopri l'offerta completa presente nel nostro catalogo



**TME Italia S.r.l.**  
Via Zanica 19K  
24050 Grassobbio (BG), Italia  
tel. +39 035 03 93 111  
[tme@tme-italia.it](mailto:tme@tme-italia.it)

[facebook.com/TME.eu](https://facebook.com/TME.eu)  
[youtube.com/TMElectroniComponent](https://youtube.com/TMElectroniComponent)  
[linkedin.com/company/1350565](https://linkedin.com/company/1350565)  
[instagram.com/tme.eu](https://instagram.com/tme.eu)  
[twitter.com/tme\\_eu](https://twitter.com/tme_eu)

**[www.tme.eu](http://www.tme.eu)**

# Veicoli a guida autonoma

---

*I progressi nella comunicazione, nei controlli e nei sistemi integrati ora spianano la strada alla rete di veicoli intelligenti. Un'auto è ora una formidabile piattaforma di sensori che assorbe le informazioni dall'ambiente e altre auto che la alimentano per assisterla nella navigazione sicura, nel controllo dell'inquinamento e nella gestione del traffico.*

*È facile tracciare l'analogia delle reti stradali in modo simile ai vasi sanguigni delle nostre città, dando origine alla mobilità e una misura di autonomia all'individuo che può **guidare da un luogo all'altro e soddisfare i bisogni e i desideri della società**. Ci sono circa 1 milione di morti all'anno sulle strade di tutto il mondo che si traducono in una fatalità all'incirca ogni 30 secondi e il 90% delle volte a causa di errori umani. Un veicolo completamente autonomo ha il potenziale per ridurre questa quantità perché eliminerebbe le fallibilità umane nella guida come disattenzione del guidatore, eccesso di velocità, alterazione dell'alcool, errori percettivi, errori decisionali e incapacità del conducente.*

*Altre questioni affrontate dai veicoli autonomi sono il fatto che il 40% della benzina nelle aree urbane viene utilizzato per trovare parcheggio. Inoltre, le auto personali sono inutilizzate per il 95% della loro durata di vita e solo il 5% delle autostrade opera alla massima efficienza. Le auto autonome attenuano questi problemi riducendo gli incidenti del 90%, risparmiando carburante e tempo e riducendo la congestione e l'utilizzo del parcheggio. Il futuro del trasporto automobilistico è strettamente **legato alla tecnologia delle comunicazioni (IoT)** per aumentare l'efficienza e la sicurezza in un modo senza precedenti.*

Maurizio Di Paolo Emilio





**Founder & Publisher**

Emanuele Bonanni

**Editor-in-Chief**

Maurizio Di Paolo Emilio

**CFO**

Lidia Balica

**Editorial Assistant**

Maria Pisani

**Marketing**

Sara Ercolani

**Advertising**

Francesca Ceroni  
 francesca@emceletronica.com

**Graphic Designer**

Marilde Mirra

**Scientific Committee:**

Maurizio di Paolo Emilio  
 Emanuele Bonanni



Giuseppe Ferri - University of L'Aquila

Vincenzo Stornelli - University of L'Aquila

Ubaldo Denni - INFN

Lucio Di Jasio

**Circulation**

Users - 131.025

Social Network - 111.446

**© Copyright**

Tutti i diritti di riproduzione o di traduzione degli articoli pubblicati sono riservati. Manoscritti e disegni sono di proprietà di EMCEletronica Srl.

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.

Autorizzazione alla pubblicazione del Tribunale MI n. 20 del 16/01/2006

**EDITORIALE**

**Veicoli a guida autonoma**

1

**NEWS**

**News Ottobre 2019**

4

**MERCATI**

**Le nuove frontiere del Mercato Automotive**

6

**INTERVISTA**

**Sfide E Soluzioni Per Il Power Management - Intervista A Riccardo Zambon, Key Account Manager @ Analog Devices Italia**

8

**DIGITAL**

**Memory barrier, come ottimizzare gli accessi in memoria nei processori Cortex-M**

13

**DESIGN**

**PCBWay: il partner ideale per la prototipazione elettronica**

19

**Lavorazione CNC di materie plastiche**

22

**ANALOG**

**Semplificare la progettazione di moduli di ingresso analogici per il controllo dei processi**

24

**FOCUS**

**Precisione dei sensori di posizione - Un fattore cruciale per l'avanzamento della tecnologia dei veicoli a guida autonoma**

27

**Dalla guida assistita alla guida autonoma: il veicolo a capacità cognitive richiede dati da sensori a elevata integrità**

31

**Blockchain per la prossima generazione di veicoli**

37

**La Blockchain rivoluziona le comunicazioni tra veicoli a guida autonoma**

42

**Nuovo controllore bidirezionale dc-dc 12V-12V per sistemi ridondanti a doppia batteria per automotive**

47



## Lavori (o vorresti lavorare) nel settore dell'elettronica?

EOS-Academy è l'asso nella manica dei professionisti dell'elettronica che hanno scelto di investire sulle loro potenzialità.



PER MAGGIORI INFORMAZIONI VISITA LA PAGINA  
<https://it.emcelettronica.com/eos-academy>

# News

## Ottobre 2019

*Le news di questo mese riguardano importanti aggiornamenti nel campo Digital e automotive. Un nuovo sensore di temperatura e nuovi sviluppi nel campo dei circuiti integrati.*

### NUOVO SISTEMA DI ISPEZIONE DELLA VISCOM

La Viscom AG ha ampliato la sua vasta gamma di sistemi d'ispezione per l'industria elettronica, includendo una macchina flessibile e compatta per il funzionamento su doppio binario.

**L'S3088 DT si configura come standard con un sistema a doppio binario per l'uso nell'ispezione ottica automatica.** Il sistema d'ispezione S3088 DT della Viscom ha vinto due premi prestigiosi in Cina, durante la fiera internazionale Nepcon China a Shanghai. Il sistema offre una combinazione unica di convenienza, efficienza, velocità e prestazioni tecniche che appaga tutti i requisiti della produzione di massa su larga scala oggi e soddisfa, in pieno, i requisiti dell'industria 4.0 di ultima generazione. Esso si adatta alle diverse larghezze di binario e può anche essere utilizzato in un sistema a binario singolo. Offre il vantaggio di poter ispezionare anche **i circuiti stampati più grandi. Il monitor è dotato di una tastiera pieghevole integrata per risparmiare ancora più spazio:** una soluzione di design innovativo che Viscom ha introdotto in questo sistema. Per quanto riguarda la sua tecnologia di sensori, l'S3088 DT offre una flessibilità eccezionale: oltre alla sua configurazione per le at-

tività 3D AOI più sofisticate sono disponibili le configurazioni per l'ispezione delle paste saldate (3D SPI), l'ispezione del rivestimento conforme (CCI) e l'ispezione sottocopertura (UFI).

### UN NUOVO SENSORE DI CORRENTE INFINEON XENSIV TLI4971 PER APPLICAZIONI INDUSTRIALI

La Infineon Technologies ha lanciato una nuova famiglia di sensori. Essa è composta da sensori Hall coreless precisi e stabili. Offrono un alto livello di flessibilità poiché si possono programmare i suoi parametri come, ad esempio, l'intervallo corrente, la soglia di sovracorrente e la modalità di uscita. **Il dispositivo XENSIV TLI4971 copre campi di misura da +/-25 A a +/- 120 A.** E' rivolto ad applicazioni industriali, quali azionamenti elettrici fino a 50 kW o **inverter fotovoltaici. Molto presto saranno anche certificati per le applicazioni automobilistiche.** Il sensore di corrente fornisce una uscita analogica. L'errore di sensibilità è pari al 2% a temperatura ambiente e può essere ulteriormente abbassato con una calibrazione a singolo punto nel sistema. Inoltre, la misura differenziale con due celle Hall garantisce un'elevata precisione anche in un ambiente rumoroso con linee di corrente adiacenti o campi magnetici. Si possono

## PRODOTTI



■ **La Viscom AG ha ampliato la sua vasta gamma di sistemi d'ispezione per l'industria elettronica.**



■ **La Infineon Technologies ha lanciato una nuova famiglia di sensori. Essa è composta da sensori precisi e stabili.**

**programmare i livelli di soglia dei segnali di sovracorrente** senza la necessità di ulteriori componenti esterni. I segnali possono essere utilizzati per il preallarme e per lo spegnimento del sistema. Il dispositivo fornisce un segnale in caso di sovratensione o sottotensione dell'alimentazione. E' contenuto in un package di tipo QFN senza piombo 8x8x1 mm (TISON-8). Offre le migliori prestazioni termiche per correnti fino a 120 A. Il dispositivo incorpora un isolamento galvanico di kV.

### SMP SINTERMETALLE PROMETHEUS GMBH HA PRESENTATO I SUOI FILTRI CEM "ALL MODE"

La **SMP Sintermetalle Prometheus GmbH** ha presentato i suoi filtri CEM "All Mode". Essi hanno un'elevatissima stabilità in frequenza grazie all'impiego di materiali magnetici sviluppati per questo particolare scopo. I materiali magnetici utilizzati da SMP per la costruzione dei filtri sono efficaci per frequenze che lavorano fino alla gamma dei gigahertz. L'innovativa configurazione "All Mode" attenua sia i disturbi "Differential Mode" che "Common Mode". I materiali compositi HFCM, **ottimizzati per alte frequenze**, soddisfano tutti i requisiti per le moderne applicazioni **SiC e GaN**. Grazie alla combinazione della tecnologia HFCM e della circuitazione "All Mode" si utilizzano circa il 50% in meno di componenti **nei filtri del sistema**. Nei convertitori statici di corrente i filtri CEM All Mode riducono le correnti di disturbo e i picchi di tensione che vengono ge-

nerati da effetti parassitari e da disturbi impulsivi. Rispetto alle tecnologie standard con lamierini, i nuovi filtri presentano fino a 40 dB [µV] in meno per quanto riguarda il rumore e **risultano più leggeri fino al 40%**. Non producono ronzio o rumori, e senza i picchi di tensione, la vita dei motori elettrici aumenta drasticamente. I componenti induttivi **SMP vengono impiegati nell'elettronica di potenza**, nell'automazione, in ambito ferroviario e della navigazione, nel settore aerospaziale e nella produzione di energia rinnovabile nonché nel settore dell'elettromobilità.

### BIFFI ITALIA HA LANCIATO IL NUOVO ATTUATORE ELETTRICO ICON3000

La **Biffi Italia**, uno dei principali produttori al mondo di sistemi di attuazione per valvole a elevate prestazioni, ha presentato **ICON3000**, la nuova generazione di attuatori elettrici multi-giro intelligenti. L'**ICON3000** è equipaggiato con un nuovo encoder assoluto, compatto e ad alta precisione, che permette di rilevare la posizione della valvola anche in assenza contemporanea della **batteria di backup** e dell'alimentazione esterna. L'**ICON3000** è inoltre dotato di un nuovo **display realizzato con tecnologia OLED**, in grado di mostrare informazioni dettagliate, icone e disegni. E' dotato di una pulsantiera non intrusiva e di facile utilizzo e prevede un completo monitoraggio delle condizioni della valvola. **Dispone di un sensore di velocità del motore digitale senza contatto**. Prevede protocolli avanzati di comunicazio-

ne bus aperti come il Lonworks, Profibus DPV0, DPV1 e DPV1 ridondante, Foundation Fieldbus, Modbus e HART. **ICON3000** è disponibile in cinque misure ed è progettato per l'attivazione, la disattivazione o la modulazione (fino a 1200 avviamenti all'ora) delle valvole utilizzate negli impianti industriali, chimici e petrolchimici pesanti. E' perfettamente compatibile con il software di configurazione e diagnostica "A-Manager" di Biffi e con il Gateway intelligente DCM2 e anche con DCMLink per l'integrazione totale con gli standard Emerson.

### LA CISSOID HA LANCIATO I NUOVI CIRCUITI INTEGRATI PER USO AUTOMOTIVE PER ALTE TEMPERATURE

La **CISSOID** ha presentato i nuovi circuiti integrati automobilistici. Questi prodotti fanno parte della nuova serie di componenti per uso automotive, qualificati per un funzionamento compreso tra da -55° C e +175° C. Il basso ingombro consente di utilizzarli in qualsiasi posizione dei veicoli. **La CISSOID ha introdotto un nuovo regolatore di tensione lineare regolabile ad alta temperatura e alta affidabilità**, il **CXT-STA4919**, che genera qualsiasi tensione nell'intervallo compreso tra +3.5 V e +28 V, da un ingresso compreso tra +4.5 V e +35 V. Il componente funziona in modo affidabile a **temperature di giunzione da -55 °C a +175° C**. Esso è auto-protetto con limitatore di corrente integrato e protezione termica. E' disponibile in un contenitore **PSOIC8**, che offre un minimo volume sul PCB e una bassa resistenza termica.



■ La **SMP Sintermetalle Prometheus GmbH** ha presentato i suoi filtri CEM "All Mode".



■ La **Biffi Italia**, ha presentato **ICON3000**, la nuova generazione di attuatori elettrici multi-giro intelligenti.



■ La **CISSOID**, leader nei semiconduttori ad alta temperatura, ha presentato i nuovi circuiti integrati automobilistici.

*Il mercato globale del settore automotive continua ad affrontare sfide importanti. Molte sono direzioni di cambiamento già radicate, altre sono in fase di sperimentazione e prototipazione. Le previsioni sui veicoli elettrici sono ottimistiche, si prevede infatti che la vendita di EV raggiungerà quota 43 milioni entro il 2030. I dispositivi elettronici a bordo auto sono implementati per una maggiore sicurezza senza trascurare i benefici legati al comfort d'utilizzo.*

## LE NUOVE FRONTIERE DEL MERCATO AUTOMOTIVE

Le prospettive di crescita del mercato automotive sono alquanto ottimistiche grazie a tecnologie e funzionalità innovative di sistemi intelligenti che migliorano l'efficienza e ottimizzano le prestazioni del sistema veicolo-conduttore, sia in termini di comfort che in termini di sicurezza. Pensiamo ai sofisticati dispositivi di sistemi di assistenza alla guida **Advanced driver-assistance systems (ADAS)**, sensori di parcheggio, sensori radar, airbag, sistemi di controllo della stabilità, sospensioni elettriche, sistemi anti collisione e tutte le funzionalità connesse all'**elettronica di potenza**. La continua evoluzione dell'industria automotive è basata su una perfetta integrazione tra ingegneria elettrica ed elettronica con l'ingegneria meccanica, che ha portato all'implementazione di sistemi elettromeccanici ad alta efficienza e dotati di dispositivi di controllo. Il mercato globale dell'elettronica implementata

agli autoveicoli registrerà un CAGR del 7,4% nel periodo 2017-2022. Ma non è tutto. Le auto a propulsione elettrica sono probabilmente il focus di un cambio di rotta globale per le aziende automobilistiche perché segnano un punto di transizione rispetto a quella che è stata finora la principale alimentazione delle vetture, i combustibili fossili. Un cambio radicale dei paradigmi di progettazione.

### VEICOLI ELETTRICI

Il settore dei **veicoli elettrici** sta attraversando una crescita importante, per rendersene conto basta analizzare i dati ufficiali che riguardano le vendite degli EV. In Europa, solo nel 2018, la vendita di veicoli elettrici ha raggiunto quota di mercato dell'ordine del 2.5%. Il Nord Europa ha mantenuto costante il suo ruolo di leader di mercato con Norvegia e Germania in pole position.

Precisamente per quanto riguarda le auto elettriche la quo-

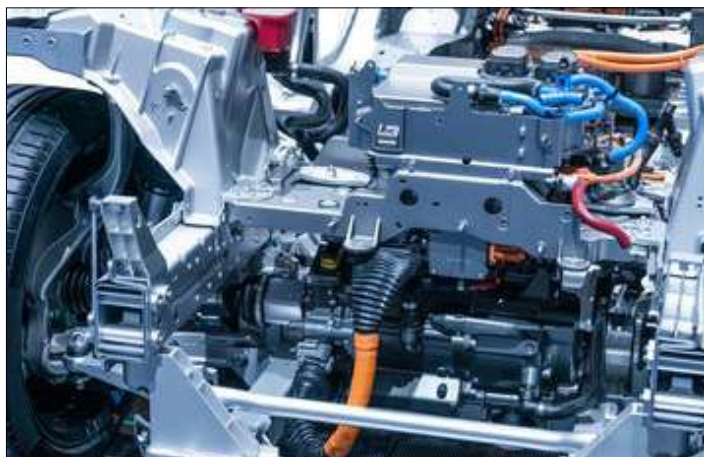


Figura 1. Telaio di veicolo elettrico con collegamenti powertrain e connessioni di potenza closeup



ta di mercato guadagnata è pari al 2.48%, con una ripartizione che ha visto i **veicoli full electric** a quota 1.30% e i **veicoli ibridi** a quota 1.8%. I dati forniti dalla European Automobile Manufacturers Association parlano chiaro. Probabilmente il motivo propulsore del decollo dell'elettrico nel settore automotive è legato in primis alla nuova normativa europea sui limiti di emissioni di CO2 che induce i diversi produttori a mettere a listino i nuovi modelli elettrici, oltre a una maggiore consapevolezza ambientale e di mobilità sostenibile a livello globale per la riduzione dei consumi e dell'impatto emissivo. Le stime del 2019 quantificano il numero di veicoli elettrici in circolazione pari a oltre 5 milioni, con un mercato globale che vede la Cina come leader di mercato con il 45% di auto elettriche, seguita dal 24% dell'Europa e il 22% di US. Le sfide dell'e-mobility sono ancora in fase di definizione, tutto infatti si giocherà sulla disponibilità di infrastrutture elettriche con più punti di ricarica e sulla decarbonizzazione dei sistemi di alimentazione.

### ELETRONICA AUTOMOTIVE

Le finalità principali dell'implementazione di dispositivi elettronici a bordo veicolo sono legate alla maggiore efficienza del sistema e all'aumento della sicurezza. Esistono diverse soluzioni che migliorano l'efficienza del sistema auto. Degno di nota è senza dubbio l'**Adaptive Cruise Control (ACC)**, un sofisticato dispositivo elettronico che consente la regolazione automatica della velocità disimpegnando quindi il piede del conducente dall'acceleratore e in grado di adattare costantemente la velocità del veicolo in base alle circostanze stradali e alla situazione del traffico. Si tratta di un sistema di controllo adattivo della velocità di crociera con funzionalità avanzate e dotato di tecnologia completamente elettronica. Questo sistema permette anche di preimpostare la distanza dalla vettura frontale e di monitorarla attraverso un sensore radar o laser, oltre a garantire accelerazione e frenatura automatica. L'applicazione prevede che qualora la distanza reale di percorrenza sia inferiore al valore limite di sicurezza, viene automaticamente ridotta la velocità della vettura,

per poi ritornare al valore nominale di velocità preimpostata non appena la strada risulti libera. Il sistema di controllo adattivo della velocità è un importante punto di partenza anche per il funzionamento dei veicoli a guida autonoma. Il **sistema ESP di controllo della sbandata e dell'imbardata** opera controllando la trazione della vettura in caso di perdita di aderenza laterale.

### CONCLUSIONI

Il mercato globale dell'industria automobilistica sta cambiando la sua visione in termini di sicurezza e sostenibilità ambientale. L'auto del futuro, così come concepita dalle case automobilistiche emergenti, vedrà implementate tecnologie elettroniche e funzionalità avanzate in grado di migliorare la sicurezza di conducenti e passeggeri, nell'ottica della prevenzione di incidenti, grazie a elevati standard qualitativi dei dispositivi elettronici che garantiscono elevati livelli di reliability. Anche la sostenibilità ambientale sarà un punto cardine della rivoluzione del settore automotive grazie all'adozione e diffusione dei veicoli elettrici e ibridi.



Figura 2. Selettore dell'Adaptive Cruise Control sotto il volante dell'auto

*Le direzioni verso le quali è orientata la ricerca di soluzioni in ambito automotive che risultino sempre più energeticamente efficienti, sono la gestione dell'alimentazione, la progettazione orientata alla riduzione degli ingombri e dei costi attraverso uno studio sul package e sul fattore di forma e un'efficace gestione termica per massimizzare la dissipazione del calore. I requisiti prestazionali richiesti dalle applicazioni nei veicoli elettrici e ibridi spingono i produttori di semiconduttori a ricercare soluzioni competitive dal punto di vista funzionale ed energetico.*

## SFIDE E SOLUZIONI PER IL POWER MANAGEMENT - INTERVISTA A RICCARDO ZAMBON, KEY ACCOUNT MANAGER @ ANALOG DEVICES ITALIA

In questa intervista Riccardo Zambon, Key Account Manager di Analog Devices Italia, ci spiega quali sono le soluzioni tecniche di gestione dell'alimentazione per i **veicoli a propulsione elettrica e ibrida**, analizzando gli aspetti progettuali di un design volto a massimizzare l'efficienza del sistema.

Con il diffondersi dell'elettromobilità, i progettisti e i produttori di semiconduttori devono far fronte a determinate specifiche tecniche e prestazionali richieste dal mercato, implementando anche modelli di gestione aziendali che soddisfino le esigenze dei clienti attraverso una progettazione su misura.

**1. Il mercato dei veicoli ibridi ed elettrici sta crescendo rapidamente. In termini di efficienza energetica, quali sono le sfide che Analog Devices deve affrontare nella gestione dell'alimentazione nel settore automotive?**

Essendo direttamente correlata all'economia di guida e alla generazione del calore, la **gestione efficiente dell'alimentazione** ha sempre rappresentato uno dei fattori chiave nel settore automotive, anche prima della crescita del mercato dei veicoli ibridi ed elettrici.

In ambito automotive, la conversione di potenza ad alta efficienza va di pari passo con altri

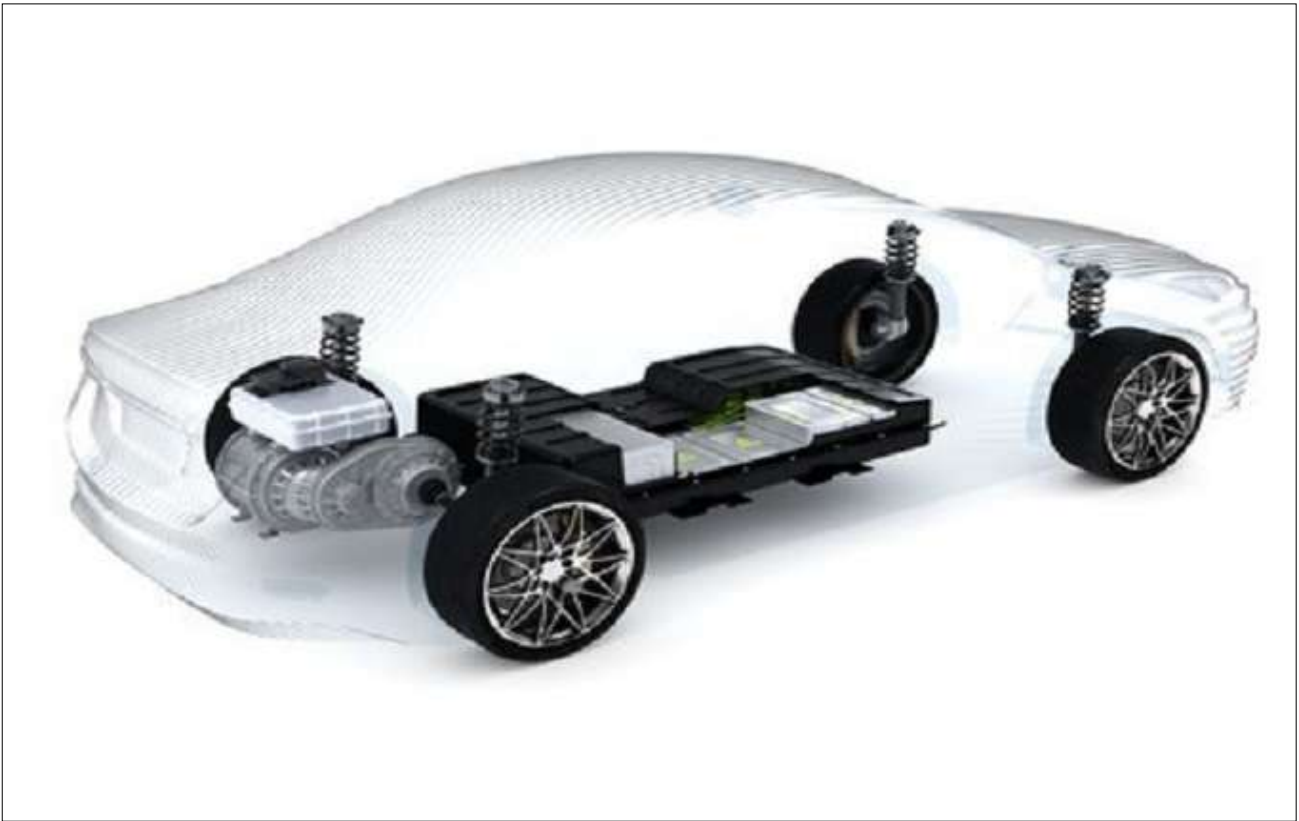
requisiti, quali **il livello minimo di EMI, la robustezza verso i transienti di tensione**, l'affidabilità estremamente elevata e, in molti sistemi ASIL, le prerogative di sicurezza automotive. Soddisfare tutti questi aspetti tecnici, e offrirli a un prezzo altamente competitivo ai nostri clienti, rappresenta la sfida odierna: Analog Devices è perfettamente in grado di risolverli tutti contemporaneamente.

**2. Nella gestione dell'alimentazione, quali sono le soluzioni offerte da Analog Devices per l'ottimizzazione del package?**

Per un produttore di semiconduttori, il packaging del silicio e dei SIP (System in Package) è un fattore di distinzione fondamentale.

Specifiche quali la dissipazione termica e i requisiti d'ingombro del sistema dipendono in larga misura proprio dal **packaging**. La tecnologia di Analog Devices è un vero e proprio "asso nella manica" poiché permette di **umentare la dissipazione termica nei chip con package di dimensioni ridotte**.

Un esempio è rappresentato dalla tecnologia COP "Component On Package", utilizzata nei prodotti  $\mu$ Module, che impiega come dissipatore termico l'induttore necessario al circuito. ADI si avvale anche della tec-



nologia “flip-chip”, per ridurre i componenti parassiti e quindi migliorare l'efficienza.

Combinata alla nostra architettura Silent Switcher, questa tecnologia consente di ottenere un progetto robusto, efficiente e a basso rumore, in un **fattore di forma estremamente compatto**.

**3. Il mercato pretende tempi di progettazione sempre più brevi e consegne del prodotto molto rapide. In che modo Analog Devices risponde a queste esigenze?**

In molti casi Analog Devices aiuta i clienti fornendo supporto a livello di sistema. Oltre ai classici sistemi di supporto che permettono di ridurre

i tempi di progetto del cliente, quali software di simulazione, schede di valutazione e documentazione del prodotto ben dettagliata, sono anche disponibili reference design e un team di supporto che possono aiutare a velocizzare la fase di progettazione dei nostri clienti.

Il modello di supporto utilizzato da

 **ANALOG  
DEVICES**

**AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™**



Figura 1. Riccardo Zambon

Analog Devices è differenziato e ottimizzato per le diverse tipologie di clienti ed è destinato a ingegneri con livelli di conoscenza del tutto eterogenei poiché, a livello globale, abbiamo notato che i tecnici junior hanno esigenze di supporto diverse rispetto ai senior.

La nostra struttura affronta questa diversità con un modello di supporto su misura, fornendo aiuto a ciascun cliente per consentirgli di portare velocemente sul mercato la propria soluzione.

Grazie a una combinazione strategica di processi di fabbricazione interni ed esterni, assemblaggio e collaudo, Analog Devices garantisce una flessibilità elevata nel supportare le diverse richieste dei clienti.

La stretta collaborazione con questi ultimi consente ad Analog Devices di recepire sin dal principio le richieste dell'utente finale.

Tali informazioni sono quindi messe dai nostri sistemi a disposizione dei responsabili di produzione. Gli inventari strategici, come il DIE bank, per esempio, vengono costruiti basandoli su informazioni di questo genere. L'integrazione dei sistemi tra il clien-





te e Analog Devices, ci permette di rimanere costantemente aggiornati sulle richieste produttive del cliente,

permettendo la consegna puntuale dei prodotti. Infine, i programmi avanzati di logistica, come i "Vendor

Managed Inventory", garantiscono piena flessibilità al sito di produzione del cliente.



ROME

# Maker Faire®

THE EUROPEAN EDITION

7<sup>a</sup> edizione  
**18 - 20 OTTOBRE 2019**  
FIERA DI ROMA



**IL PIÙ GRANDE EVENTO EUROPEO  
SULL'INNOVAZIONE**



**MAKERFAIREROME.EU**



#MFR19



Maker Faire Rome

CON IL PATROCINIO DI



CON IL SUPPORTO DI



MAIN PARTNER



PARTNER



MEDIA PARTNER



PROMOSSO  
E ORGANIZZATO DA



# Memory barrier, come ottimizzare gli accessi in memoria nei processori Cortex-M

di Raul Rosa

*Nei vecchi processori ARM l'esecuzione di un determinato programma combaciava esattamente con l'effettivo ordine delle istruzioni, un simile comportamento per quanto possa sembrare lineare e semplice non sempre ottimizzava i tempi di esecuzione. Se per esempio si effettuava una LOAD da una locazione di memoria non presente nella cache, recuperare i dati dalla memoria poteva richiedere diversi cicli d'istruzione, i nuovi processori ottimizzano così l'esecuzione proseguendo con le istruzioni in caso non dipendano dalla precedente. Questa modalità di esecuzione chiamata out-of-order execution può portare ad errori indesiderati nei processori moderni, per cui è necessario modificare il codice per ripristinare l'esecuzione nell'ordine in cui arrivano le istruzioni. In questo articolo cercheremo di capire il motivo di questi errori e i set di istruzioni per evitarli nella famiglia di processori Cortex-M.*

## CORTEX-M E MEMORY BARRIER

**V**i avevamo presentato questa famiglia di processori tempo fa in un [articolo](#), **processori a bassa potenza, economici e ad alta prestazione usati nei microcontrollori**, M0 ed M0+ caratterizzati da piccole dimensioni, M1 ottimizzato per gli FPGA, M3 ed M4 invece sono capaci a livello hardware di eseguire le **MAC** ovvero operazione di moltiplicazione e accumulo nell'**ALU**. Questi processori grazie al **NVIC** (Nested

Vector Interrupt Controller) sono capaci di gestire 240 interrupt esterni gestendo fino a 256 livelli di priorità. In questi processori come già detto è necessaria l'implementazione delle **memory barrier**, necessaria dato che le istruzioni non vengono eseguite in ordine. Le memory barrier sono molto simili alle variabili dichiarate con la keyword **volatile** nel linguaggio C.

Perchè sono necessarie?

Nei processori di ultima generazione abbiamo a che fare

con sistemi **multy-core** come in figura 1 o con più enti capaci di interagire con la memoria centrale, per cui fin quando interagisco con locazioni di memoria con cui sono l'unico ad interagire l'esecuzione fuori ordine non mi darà mai problemi, tuttavia se due core devono accedere alla stessa locazione di memoria, uno per scrivere dentro e l'altro per leggervi, allora l'ordine in cui vengono effettuate le operazioni inizia ad essere rilevanti. Non sappiamo infatti quando avverrà l'effettiva lettura e scrittura del dato, per esempio se i sistemi 1

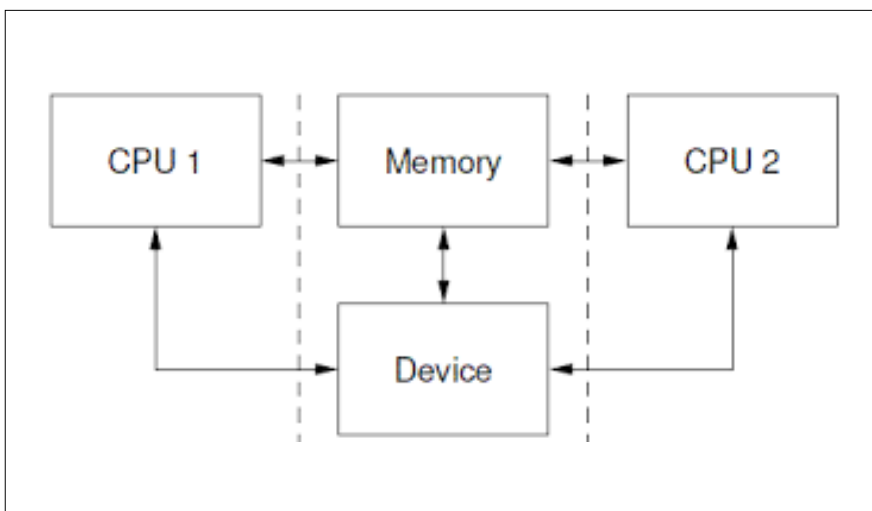


Figura1: Se più CPU o periferiche possono interagire con la memoria centrale è possibile avere errori dovuti ad una mancanza di sincronizzazione

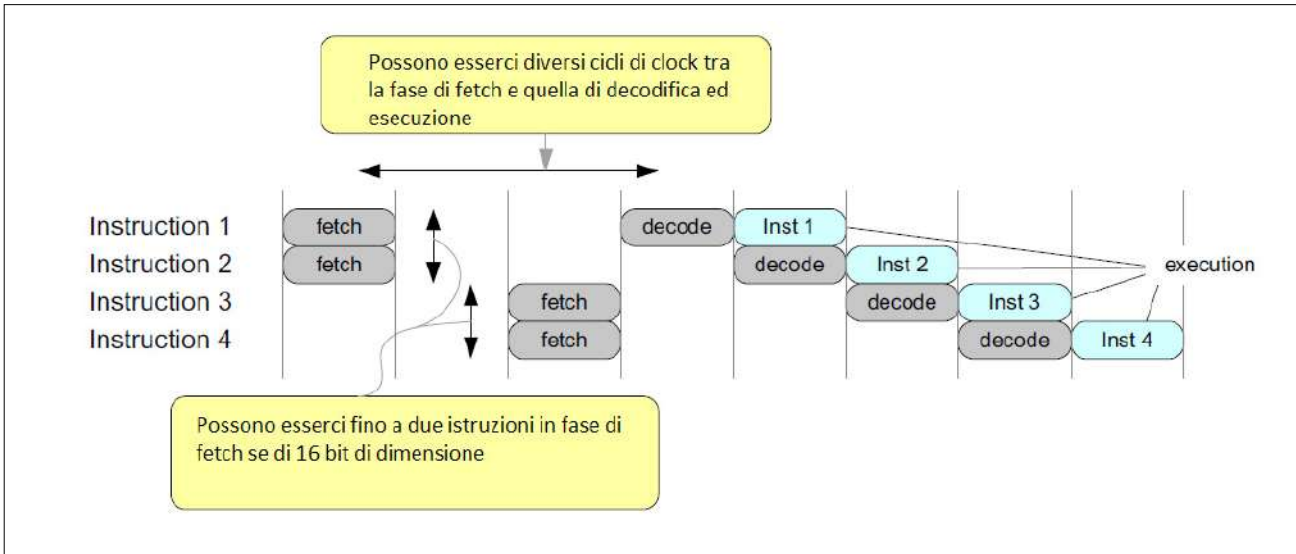


Figura2: La gestione della pipeline nei processori M3 ed M4 è diversa dai classici processori RISC

e 2 accedono alla variabile X, sia X una variabile locale contenente il valore 0, il sistema 1 vuole scrivere il valore 10 all'interno mentre il sistema 2 vuole leggere il dato al suo interno. Se il sistema 2 esegue l'accesso prima del sistema 1 otterrà il valore zero, ma se l'esecuzione fuori ordine mi posticipa questo accesso in memoria allora leggerò il valore 10, **spetta quindi a me programmatore stabilire un giusto ordine di esecuzione per ottimizzare dove necessario senza ottenere errori indesiderati.**

### TIPI DI MEMORY BARRIER

Sia ARMv6-M che ARMv7-M ci forniscono tre diverse istruzioni a seconda del tipo di ordinamento che dobbiamo effettuare, queste sono:

- **Data Memory Barrier (DBM):** Questa istruzione garantisce che tutti gli accessi in memoria espliciti dichiarati prima di questa istruzione siano eseguiti prima di quelli dichiarati dopo il DBM, in generale i processori Cortex-M non riordinano gli accessi in memoria per cui si potrebbe evitare di utilizzare questa istruzione, tuttavia se gli accessi sono effettuati in diversi tipi di memoria come memoria dati e registro di una periferica allora l'ordine non è più garantito e può essere necessario l'uso della DBM, per chi programma in C la funzione definita nello standard CMSIS equivalente è `_DBM()`;
- **Data Synchronization Barrier (DSB):** L'istruzione viene utilizzata per garantire che tutti gli accessi espliciti in memoria prima della DSB vengano eseguiti prima di qualunque istruzione dopo la DSB, quindi stiamo facendo riferimento

ad un tipo di ordinamento più vincolante rispetto a prima, questa istruzione è necessaria quando l'accesso in memoria può modificare un registro di stato, necessario all'esecuzione di un'istruzione successiva. Anche in questo caso abbiamo la funzione corrispondente in C `_DSB()`;

- **Instruction Synchronization Barrier (ISB):** In questo caso abbiamo a che fare con la memory barrier più vincolante di tutte, questa istruzione fa scorrere tutta la pipeline in modo che ogni istruzione dopo l'ISB inizi ad essere eseguita dopo che ogni istruzione prima della ISB sia stata completata. Può essere utile prima di una **CPSIE** ovvero l'istruzione che abilita l'interrupt delle periferiche in modo da garantire la sincronizzazione con le istruzioni. L'istruzione corrispondente nello standard CMSIS è `_ISB()`;

## IMPLEMENTAZIONE NEI PROCESSORI CORTEX-M

### CORTEX M3 ED M4

Questi processori implementano l'**architettura ARMv7-M**, entrambi utilizzano una **pipeline a 3 stadi**, il sistema di riordinamento delle istruzioni di questi processori è il più semplice possibile permesso dalla loro architettura per cui, nonostante ARM consigli di utilizzare sempre le memory barrier ci sono dei casi in cui possiamo evitarne l'utilizzo ovvero:

- Tutte le scritture e letture in memoria vengono effettuate nell'ordine del programma, anche in presenza di buffer.
- Letture e scritture il cui risultato è necessa-



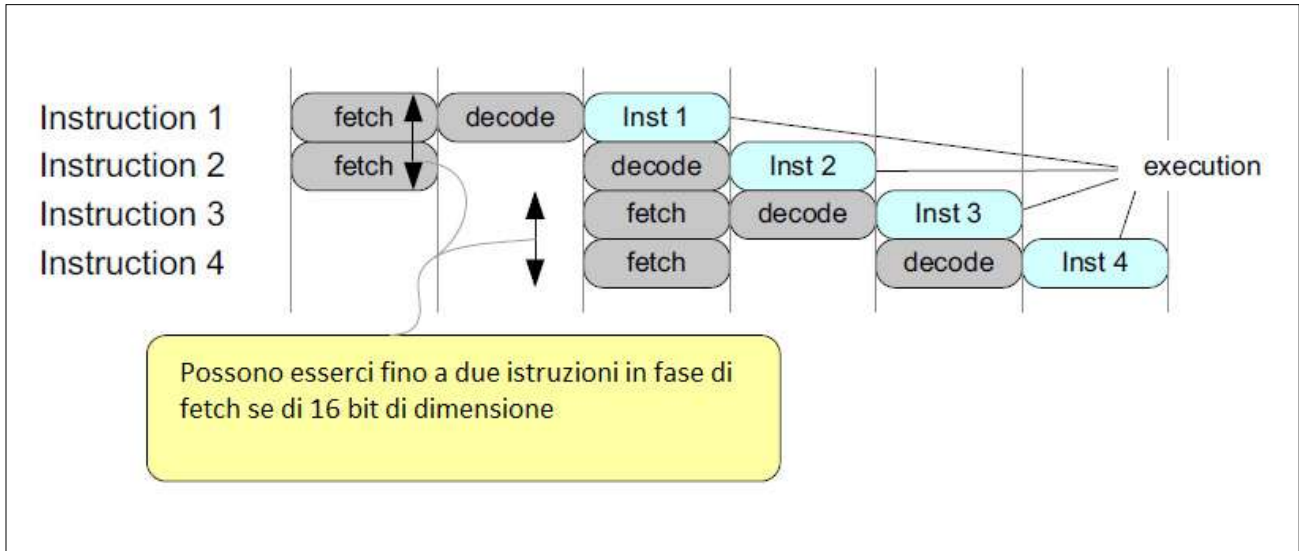


Figura 3: Pipeline del processore M0

rio alle istruzioni successive sono sincronizzate con il flusso istruzioni.

- vengono eseguite al massimo un'istruzione alla volta, con al più un'istruzione **folded IT** (if-then).
- il controllo di un interrupt viene eseguito ad ogni istruzione tranne per l'istruzione **folded IT**.
- il controllo di un interrupt viene eseguito tra l'istruzione **CPSIE** (Attiva l'interrupt delle periferiche) e **CPSID** (Disattiva interrupt da periferica).
- Il risultato di una istruzione **MSR** (spostamento nello special register) è disponibile per l'esecuzione dell'istruzione successiva.

Grazie ai buffer di istruzioni il comportamento della pipeline di questi processori è diverso da quello classico infatti, più istruzioni possono essere in fase di fetch contemporaneamente, questo perché la maggior parte delle istruzioni sono a 16 bit, inoltre tra la fase di **fetch** e quella di **decodifica** possono esserci diversi cicli di clock come mostrato in figura 2:

### CORTEX M0

Il processore implementa un'architettura **ARMv6-M**, implementare un codice secondo questa architettura funzionerà sui processori M0, M0+, M3 ed M4. Così come nel caso di M3 ed M4 abbiamo delle eccezioni in cui è possibile non usare le memory barrier, queste sono le

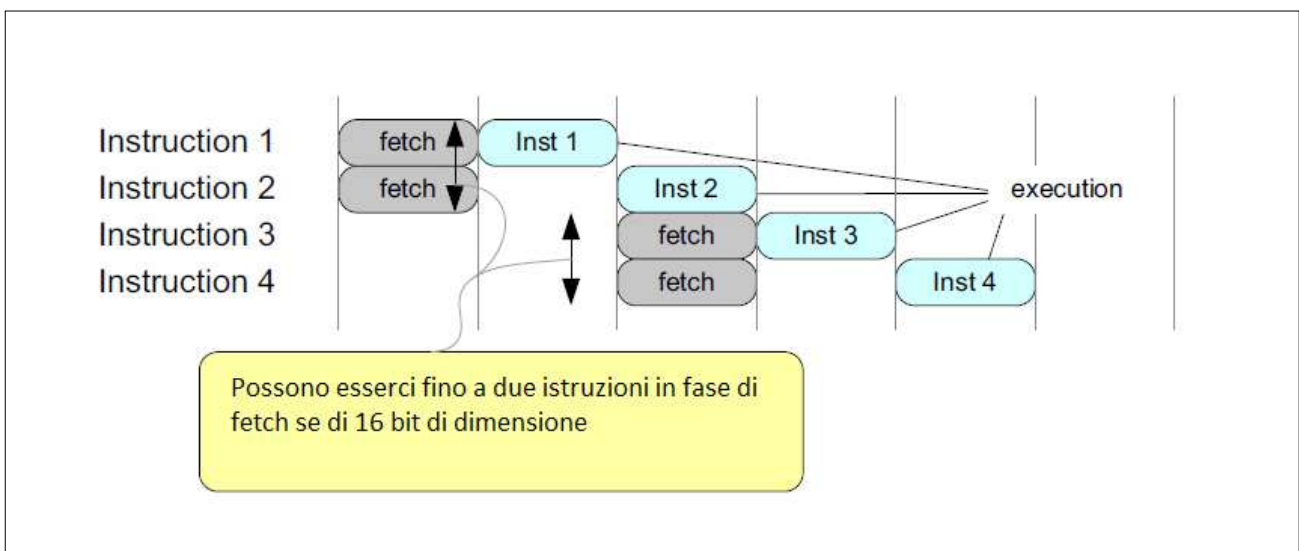


Figura 4: Pipeline del processore M0+

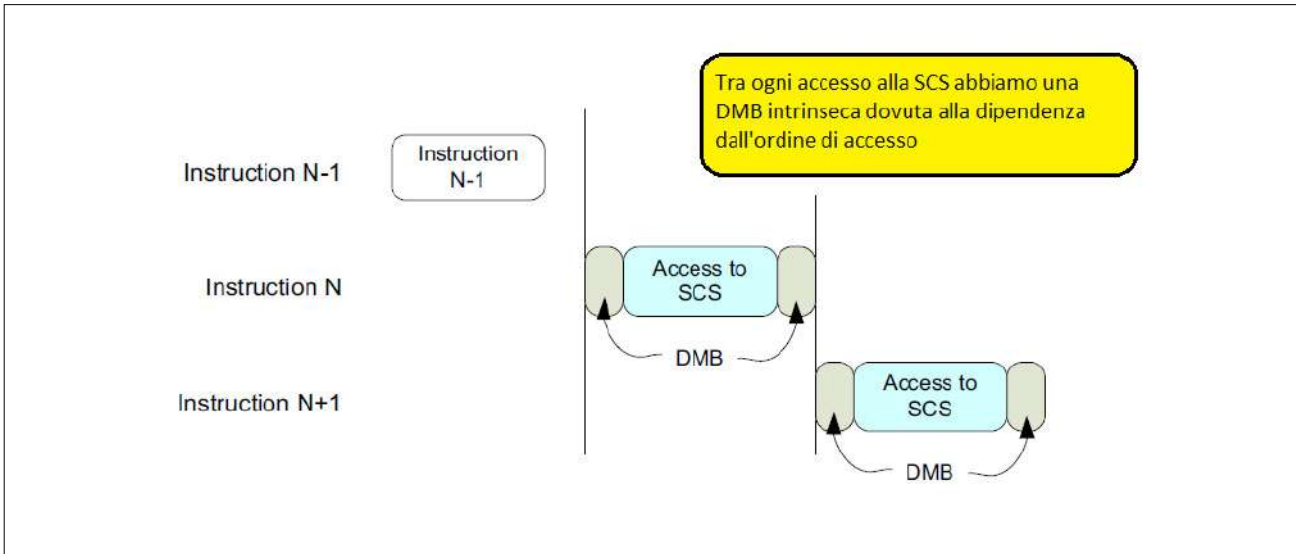


Figura 5: Ciclo di istruzioni durante un accesso al registro SCS di una periferica

stesse di M3 ed M4 tranne per un caso, l'esecuzione di un'istruzione alla volta non garantisce un riordinamento corretto, in questo caso è necessario utilizzare le memory barrier. Il buffer istruzioni di M0 è di dimensioni ridotte rispetto ad M3 ed M4, questo non ci permetterà di avere distanza temporale tra fase di fetch e decodifica, ma saremo comunque in grado di ottenere in fase fetch due istruzioni alla volta come illustrato in figura 3.

### CORTEX M0+

L'architettura di questo processore è **ARMv6-M**, possiede un'interfaccia opzionale **IOPORT** ed a differenza degli altri processori la pipeline è a due stadi, inoltre il buffer istruzioni è il più ridotto tra i processori della famiglia M. I casi in cui si può evitare l'utilizzo delle memory

barrier coincidono con quelli del M0. Come mostrato in figura 4 le differenze di questo processore rispetto agli altri sono evidenti nella pipeline.

### ERRORI DOVUTI ALL'HARDWARE

Come abbiamo visto fin'ora gli errori del riordinamento in memoria sono causati per lo più dall'ottimizzazione dei processori che non eseguono le istruzioni nell'ordine in cui arrivano, tuttavia a livello di sistema possiamo trovare dei fattori che possono richiedere l'utilizzo di memory barrier. La presenza di un **buffer di scrittura** per esempio può portare ad errori, questo buffer ci permette infatti dopo un'istruzione di scrittura in memoria di passare all'istruzione successiva senza aspettare necessariamente il completamento di quella precedente.

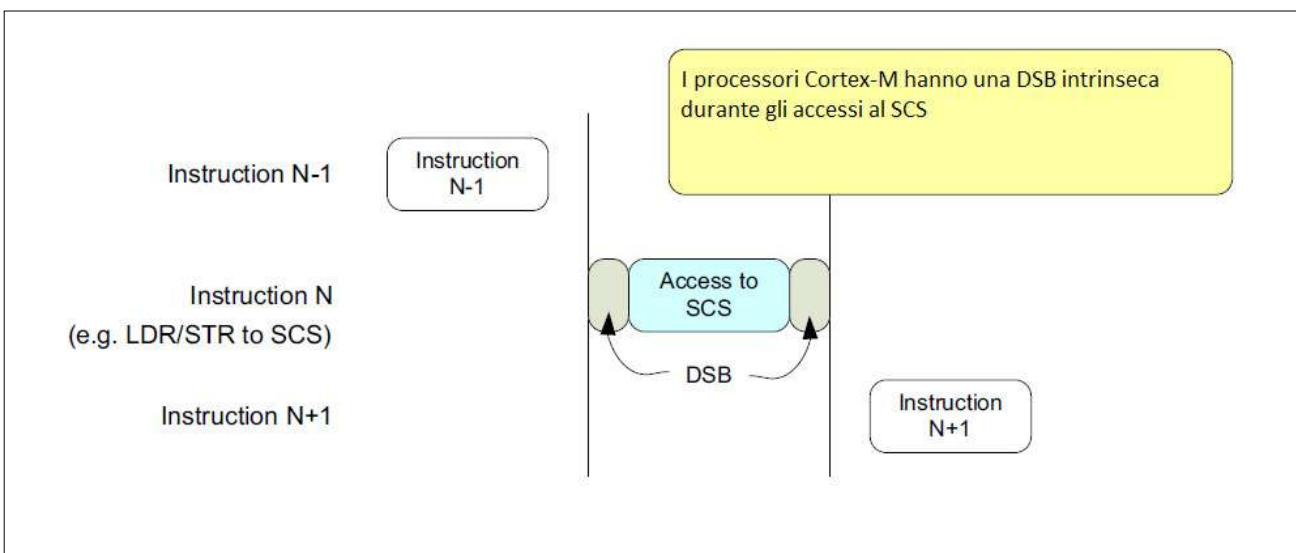


Figura 6: Nei processori trattati in questo articolo non è necessario esplicitare memory barrier di tipo DSB

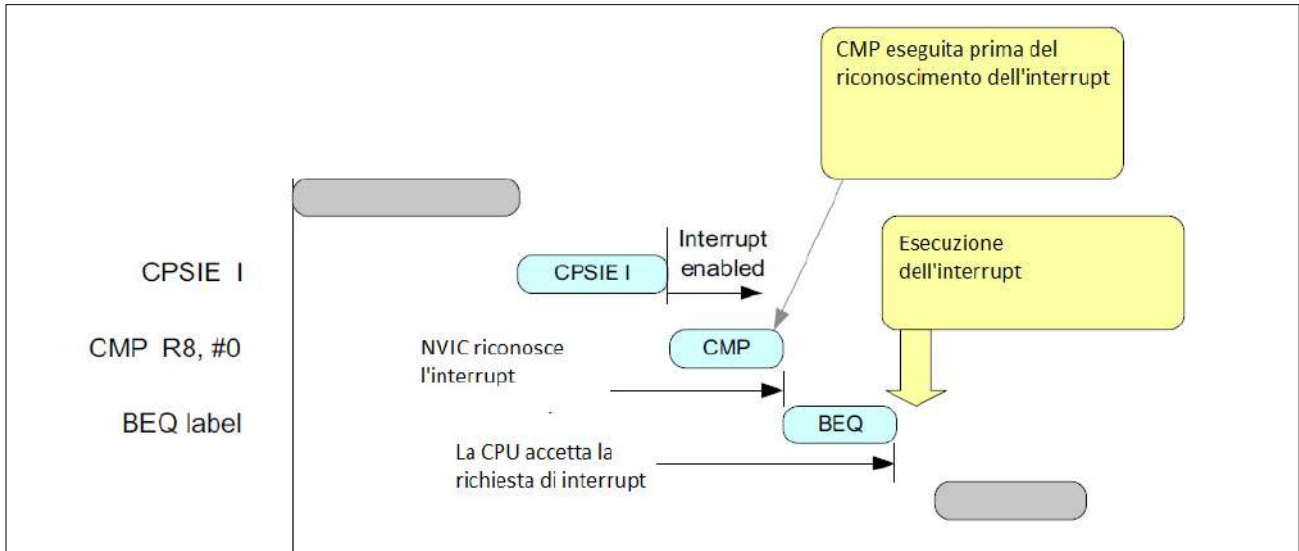


Figura 7: L'attivazione di un interrupt deve essere seguita dalle memory barrier per evitare un flusso del programma indesiderato, la CMP in questo esempio dipendeva dal risultato dell'interrupt ma questa viene riconosciuta soltanto dopo.

Per cui se l'istruzione successiva necessita del dato aggiornato potremmo avere un errore da cui la necessità di una memory barrier, in questo caso **DMB** o **DSB**. Tra i processori di cui abbiamo parlato solo M3 ed M4 possiedono un buffer di scrittura interno. Tutti i processori di cui abbiamo discusso finora non hanno una cache interna ma i sistemisti potrebbero decidere di aggiungerla nel sistema, questa può portare ad errori in quanto la memoria cache può decidere l'ordine in cui aggiornare i dati che devono essere aggiornati, per cui l'effetto è simile ad un riordinamento dell'istruzione di scrittura. Anche la latenza a livello di hardware può portarci ad errori indesiderati, come per esempio il ritardo tra la generazione del segnale di interrupt da una periferica e l'arrivo di questo al processore. **Questi tipi di errore sono assai problematici in quanto non sempre è immediato capirne la causa, l'ideale è riuscire a prevedere dove potrebbero verificarsi in modo da correggerli via software.**

### ACCESSI AL SYSTEM CONTROL SPACE

Il system control space (**SCS**) è un insieme di registri presenti dentro alcuni processori utili in fase di debug, l'accesso a questi registri dipende fortemente dall'ordine in cui vi si legge il contenuto proprio per questo motivo ogni accesso al SCS incluso quello dovuto ad **interrupt annidate** include implicitamente una **DMB** come mostrato in figura 5 permettendoci di omettere una memory barrier.

Tuttavia se l'accesso al SCS è seguito o preceduto da un tipo di memoria il cui accesso potrebbe essere anticipato oppure in caso si voglia essere certi che vi sia un

ordine delle istruzioni eseguite, sarà necessario aggiungere una **DSB** come nell'esempio

```
SCB->SCR |= SCB_SCR_SLEEPDEEP_Msk; /*
Abilita sleep mode */
__DSB(); /* Ci assicuriamo che l'ultima STORE finisca
*/
__WFI(); /* Entra in sleep mode *
```

per i processori trattati in questo articolo tuttavia può non essere necessario in quanto gli accessi al registro SCS hanno una memory barrier implicita di tipo DSB come in figura 6.

Per cui il codice di prima diventa semplicemente

```
SCB->SCR |= SCB_SCR_SLEEPDEEP_Msk; /*
Enable deepsleep */
__WFI(); /* Enter sleep mode */
```

### GESTIONE INTERRUPT

Gli interrupt e la loro priorità vengono gestiti tramite il Nested Vectored Interrupt Controller (**NVIC**), ovvero la tabella che gestisci le priorità degli interrupt. La tabella NVIC fa parte del SCS per cui come abbiamo già detto ha delle memory barrier intrinseche per cui potremmo pensare che aggiungerne ulteriori sia soltanto ridondante. Tuttavia vi sono dei casi in cui è fondamentale. **I processori Cortex M3 ed M4 per esempio possono modificare dinamicamente il NVIC e possono dunque modificare la priorità degli interrupt delle varie periferiche durante l'esecuzione del programma**, sarà dunque necessario aggiungere due memory barrier una di tipo DSB e ISB prima della modifica

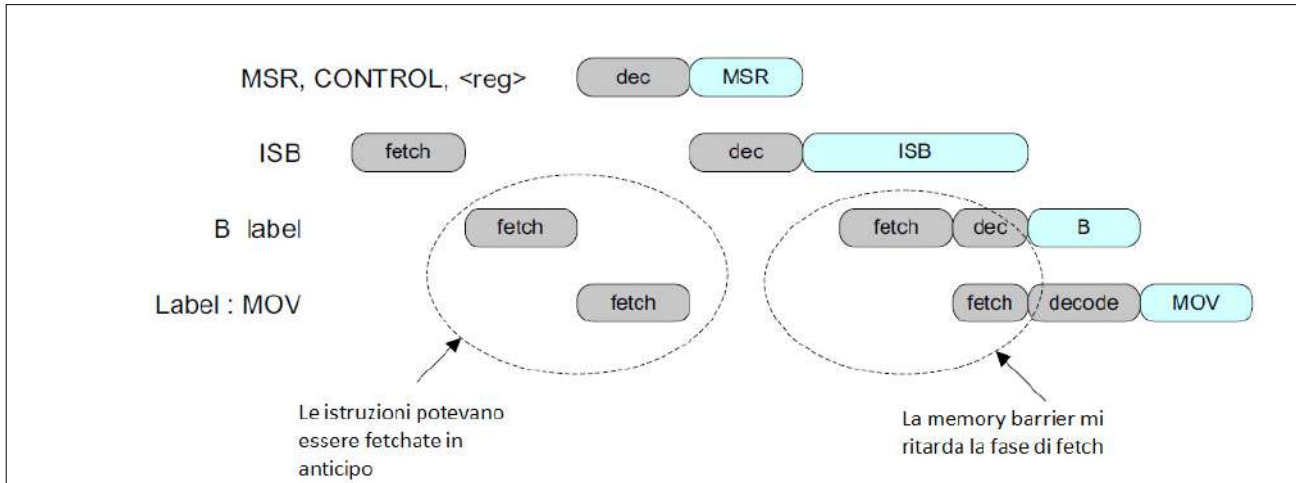


Figura 8: L'aggiornamento del control register necessita una memory barrier per una corretta esecuzione delle istruzioni

delle priorità per assicurarsi che ogni interrupt in attesa venga eseguita con la vecchia priorità. Un altro caso in cui può essere necessario l'uso delle memory barrier è l'attivazione dell'interrupt, la periferica infatti potrebbe avere una richiesta interrupt in attesa che data la natura pipelined del processore potrebbe essere eseguita non necessariamente subito dopo il riconoscimento della richiesta di interrupt, portando ad esecuzione di istruzioni aggiuntive non necessarie o che dipendono dall'esecuzione dell'interrupt, per questo motivo anche in questo caso si utilizzerà una DSB e una ISB dopo l'interrupt come in questo esempio.

```
LDR R0, =0xE000E100 ; indirizzo NVIC_SETENA
MOVS R1, #0x1
STR R1, [R0] ; Abilita IRQ #0
DSB ; Mi assicuro che la scrittura sia completata,
non è strettamente necessario nei Cortex-M in quanto implicito
ISB ; Mi assicuro che IRQ #0 sia completata
CMP R8, #1 ; Il risultato di questa CMP potrebbe variare a seconda dell'interrupt e con le memory barrier sono sicuro che non venga eseguito in anticipo
```

Il mancato uso delle memory barrier può portare agli errori mostrati in figura 7.

Lo stesso discorso è valido anche per la disattivazione degli interrupt, per evitare che prima della disattivazione dell'interrupt vengano eseguite le istruzioni nella pipeline, istruzioni che potrebbero dipendere dallo stato dell'interrupt.

## CONTROL REGISTER

Il control register è uno special register accessibile con le istruzioni **MSR** ed **MRS**, lo stato di questo registro può modificarsi il comportamento del processore e

quindi l'esecuzione del programma per cui in caso di aggiornamento dello special register userò una memory barrier di tipo ISB, utilizzando un codice come segue.

```
MOVS R0, #0x1
MSR CONTROL, R0 ; Modifica lo stato del control register
ISB ; memory barrier
...
```

Il risultato è illustrato in figura 8

## CONCLUSIONI

Questo articolo aveva lo scopo di illustrarci come l'ottimizzazione delle istruzioni pensata per ridurre i tempi morti possa portare ad errori di esecuzione, il tutto dovuto al fatto che il riordinamento eseguito dalle macchine è di tipo meccanico piuttosto che logico, per cui per quanto i compilatori ottimizzino il codice dal punto di vista dei tempi ci sarà sempre bisogno dell'uomo che dia un senso a ciò che il processore deve fare, in molti casi le memory barrier sono facilmente evitabili, bisogna sapere dove metterle e quali usare, proprio per questo è giusto che ognuno di noi conosca i vari tipi di memory barrier e come utilizzarlo nella gestione degli interrupt e special register.

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/memory-barrier-come-ottimizzare-gli-accessi-in-memoria-nei-processori-cortex-m>

# PCBWay: il partner ideale per la prototipazione elettronica

di **Stefano Lovati**

*La progettazione di schede e dispositivi elettronici impone oggi un'elevata flessibilità e tempi di consegna sempre più ristretti. In un mercato caratterizzato da una forte spinta innovativa, con time-to-market sempre più brevi, è essenziale per i progettisti elettronici contare su servizi di **prototipazione** e **assemblaggio PCB** che siano rapidi, affidabili ed economicamente convenienti*

## INTRODUZIONE

Lo sviluppo di nuove applicazioni elettroniche ha ricevuto negli ultimi anni un notevole impulso, determinato principalmente dalla diffusione di nuove tecnologie come Internet of Things (IoT), Industry 4.0 e dispositivi "smart". Come effetto, abbiamo assistito al proliferare di soluzioni innovative in tutti i principali settori dell'elettronica: consumer, industriale, automotive, elettromedicale e mobile. L'esigenza di flessibilità e adattabilità a requisiti in rapida evoluzione ha inoltre de-

terminato il progressivo abbandono di soluzioni interamente hardware, a favore di soluzioni "miste" hardware e software, in cui la presenza di componenti programmabili è sempre più massiccia.

I progettisti hardware, il primo anello della catena di sviluppo del prodotto, sono pertanto chiamati a produrre in tempi brevi un **prototipo** funzionante, che consenta di proseguire successivamente con lo sviluppo firmware e la validazione finale del prodotto. In questo articolo presenteremo i **servizi**, interamente disponibili **online**, offerti da **PCBWay**, il partner ideale per le attività di prototipazione PCB, assemblaggio e altro ancora.

## PROTOTIPAZIONE E PRODUZIONE DEL PCB

Il mercato offre oggi ai progettisti una vasta gamma di **materiali** e tecnologie per la fabbricazione dei **PCB**, tra i quali occorre scegliere in base ai requisiti della specifica applicazione e al budget disponibile. Le soluzioni tradizionali sono rappresentate dalle schede **FR-4** (fiberglass) e dalle schede in **alluminio**. L'FR-4, comunemente noto come vetronite o vetro epossidico, è un materiale composito a base di fibre di vetro disposte ortogonalmente tra due strati in una matrice di resina epossidica.

Il fiberglass è un ottimo isolante, robusto, leggero e resistente alle fiamme. I circuiti stampati in alluminio sono particolarmente indicati per le applicazioni di potenza in cui sia richiesta



Figura 1: PCB in alluminio ad elevata dissipazione termica



Figura 2: un esempio di stencil per montaggio SMD

un'elevata dissipazione del calore, come i sistemi di illuminazione industriale e i fari a led per impieghi automotive.

L'alluminio presenta la caratteristica di essere più leggero, robusto e con una maggiore durata rispetto alla vetronite.

In **Figura 1** è visibile un esempio di circuito stampato in alluminio destinato al settore **lighting**.

Le tipologie più avanzate di PCB comprendono invece le **schede Rogers**, rivolte alle applicazioni RF di elevata frequenza, le schede **HDI** per applicazioni con elevata densità di connessioni (ad esempio gli smartphone), i **PCB flessibili** e una combinazione di PCB rigido e **flessibile**.

Tutte le soluzioni di PCB precedentemente elencate, e altre ancora, sono offerte da PCBWay a un prezzo molto competitivo, con la possibilità di ottenere una quotazione istantanea (per circuiti fino a 14 strati) accedendo all'**apposita sezione del sito**.

I tempi di consegna sono molto rapidi: 24 ore per un PCB a doppio strato e 48 ore per un PCB a quattro strati.

## ASSEMBLAGGIO

Un prototipo completo e funzionante non può prescindere

dall'esecuzione di una corretta ed accurata fase di **assemblaggio dei componenti sul PCB**. PCBWay viene incontro ai progettisti e alle aziende elettroniche fornendo un servizio di assemblaggio PCB di tipo professionale a partire da 30 dollari, sia per componenti con montaggio superficiale (**SMT**) che a foro passante (**THT**) o per soluzioni miste.

La tecnica di **montaggio SMT** viene eseguita utilizzando lamine e telai serigrafici (framed e unframed stencil) che presentano un'ottima stabilità nel tempo ed elevata resistenza all'usura.

In **Figura 2** è mostrato un esempio di PCB stencil, pronto per essere utilizzato durante la fase di assemblaggio con tecnologia SMT.

I componenti richiesti per il montaggio possono essere forniti dal cliente, oppure direttamente da PCBWay che può contare su un ampio e rifornito magazzino. Tramite un'apposita sezione del sito è possibile ottenere una stima relativa ai costi di assemblaggio e alle spese di spedizione.

Per avere una quotazione istantanea è sufficiente inserire la quantità di schede da assemblare e caricare i file Gerber, l'elenco componenti (BOM) e il file in formato centroid (o pick & place).

Il servizio di assemblaggio, in grado di fornire risultati

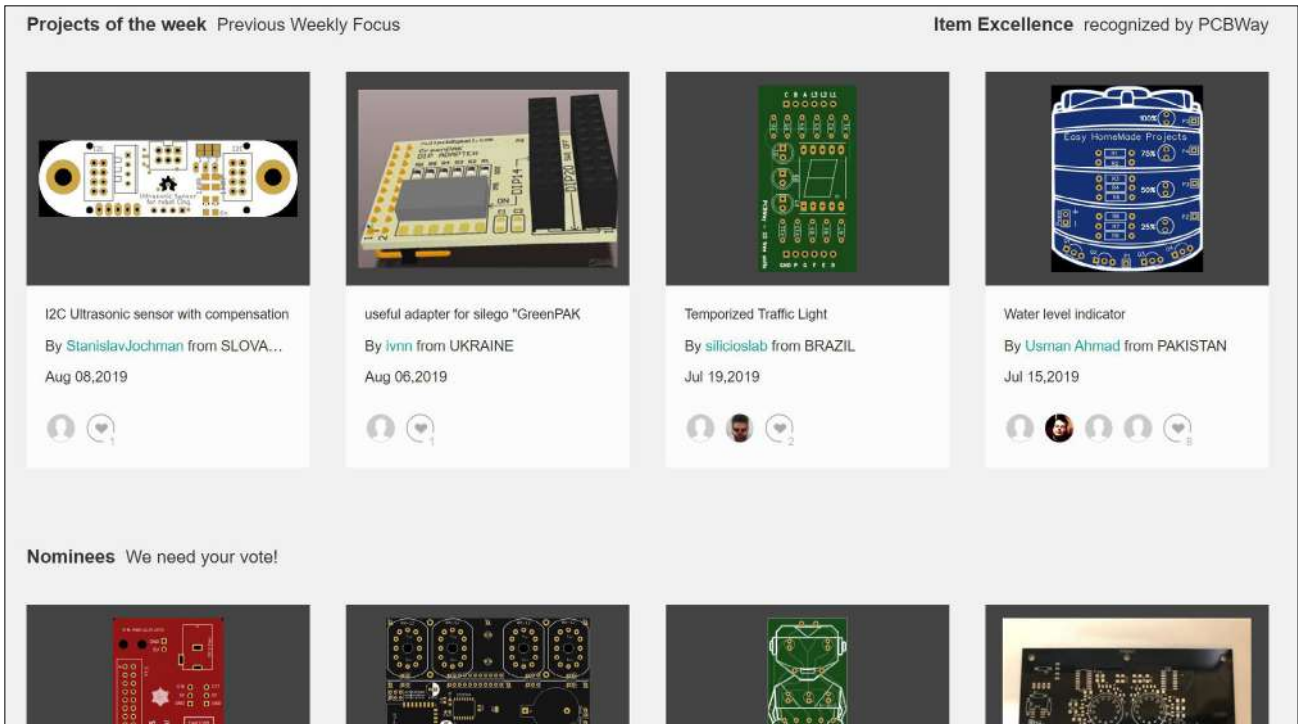


Figura 3: l'ampia collezione di progetti PCB sviluppati dalla comunità di utenti

professionali e accurati indipendentemente dal volume richiesto, include la spedizione in tutti i paesi del mondo.

### PROGETTAZIONE A 360 GRADI

Oltre ai servizi di produzione del PCB e assemblaggio dei componenti, PCBWay è in grado di offrire ai propri clienti un **supporto** completo in tutte le fasi di sviluppo di un circuito elettronico.

Avvalendosi dell'opera di professionisti e aziende terze parti certificate, PCBWay è in grado di assistere i clienti in attività quali: definizione del layout del PCB a partire dallo schema elettrico (sono supportati i principali strumenti software come Altium Designer, Cadence Orcad, Allegro, Eagle e Kicad), progettazione circuitale e meccanica, sviluppo software e firmware per sistemi embedded, stampa 3D.

Una rapida ed efficiente quotazione dei costi relativi ai servizi di progettazione può essere ottenuta **online**. I servizi includono un periodo di assistenza e garanzia con durata fino a 120 giorni.

### COMMUNITY OPEN SOURCE

Il sito web di PCBWay ospita una collezione di oltre cinquecento **progetti di circuiti stampati** sviluppati dalla comunità di utenti, corredati da ampia documentazione di progetto e accessibili nel pieno rispetto della filosofia open source. Un estratto dell'enorme quantità di progetti realizzati è visibile in **Figura 3**.

Questo risultato è reso possibile da un'importante e lodevole iniziativa di sponsorizzazione offerta da PCBWay ai propri clienti, applicabile esclusivamente a progetti senza finalità commerciali (no profit).

Compilando **online** il modulo di richiesta sponsorizzazione (nel quale il cliente accetta di condividere con la comunità di utenti il proprio progetto no profit) studenti, maker ed hobbisti possono facilmente ottenere un coupon per il primo ordine su PCBWay completamente gratuito.

### CONCLUSIONI

PCBWay è il partner ideale per i progettisti elettronici, ai quali può offrire una gamma completa di servizi professionali in grado di coprire tutte le fasi del ciclo di sviluppo di un sistema elettronico.

Tutti i servizi, a cominciare dalla prototipazione e stampa dei PCB, sono comodamente accessibili **online**, con tempi di consegna tra i più bassi in assoluto.

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/pcbway-il-partner-ideale-per-la-prototipazione-elettronica>

# Lavorazione CNC di materie plastiche

di **Redazione**

*Attualmente nell'industria largamente intesa i dispositivi programmabili, caratterizzati da un'elevata ripetibilità e affidabilità, svolgono un ruolo di elevata importanza. Se si desidera eseguire un elemento di precisione (o una serie di tali elementi), ad esempio un profilo angolare o una boccola, sarà necessario non solo progettare con precisione, ma anche eseguirlo. Da qui l'elevata popolarità delle macchine utensili CNC (Computerized Numerical Control), che consentono un'esecuzione rapida e, soprattutto, a buon mercato di questi elementi.*

## CHE COS'È LA LAVORAZIONE CNC

**Q**uesto termine specifica tutte le operazioni relative alla lavorazione del materiale mediante dispositivi a controllo numerico, che comprendono principalmente fresatrici e torni.

L'elemento necessario deve essere prima progettato, a tal fine vengono utilizzati **programmi CAD (Computer Aided Design)**, in cui inoltre possiamo eseguire la simulazione preliminare di tale lavorazione.

Grazie al modulo "Manufacturing", nel programma Siemens NX siamo in grado di scegliere gli utensili appropriati (frese, punte, punte a centrare), per programmare in un determinato ordine il tipo di lavorazione adeguato (taglio, tornitura, foratura), così come la sua precisione (grossolana, fine). Questa simulazione viene quindi salvata nel **linguaggio di programmazione GRIP** e consegnata ai tecnici per preparare la macchina utensile CNC e caricare il programma.

Quando il programma è stato eseguito in modo appropriato, vale a dire in modo conforme agli standard, otterremo l'elemento desiderato realizzato con elevata precisione.

La macchina utensile CNC stessa è costituita da un piano di lavoro sul quale viene posizionato il campione di materiale con cui verrà realizzato il nostro elemento. Proprio sopra il piano di lavoro si trova un braccio controllato in modo automatico, dotato di un portautensili montato sulla parte inferiore.

Quando la simulazione è stata preparata in modo appropriato, il braccio stesso sceglierà l'utensile di cui hai bisogno in un determinato momento ed eseguirà la lavorazione desiderata. Questa zona della macchina è circondata da una protezione che impedisce la fuoriuscita di trucioli e altri residui di materiale lavorato.

La macchina CNC è controllata mediante un pannello installato sulla parte anteriore del dispositivo; **mediante**

**questo elemento inoltre è possibile collegare un disco portatile dotato di interfaccia USB (ad esempio un pendrive) su cui si trova il programma preparato.**

Esistono molte classi differenti di dispositivi che eseguono la lavorazione di materiali, tuttavia la suddivisione più comune è quella in base al numero di assi su cui può operare la macchina utensile.

Le macchine a cinque assi sono attualmente quelle più ricercate, in quanto offrono un'elevata precisione e una vasta gamma di lavorazioni.

## COSA POSSIAMO SOTTOPORRE A LAVORAZIONE CNC?

I materiali su cui possiamo eseguire la lavorazione CNC dipendono in realtà dalle esigenze del cliente; spesso il destinatario non ha esigenze precise in relazione al materiale con cui deve essere realizzato il particolare. Questo elemento deve sopportare carichi meccanici specifici o deve consentire l'esecuzione di un adeguato numero di cicli.

Oltre a tutti i tipi di leghe metalliche, le materie plastiche inoltre stanno acquisendo una crescente popolarità. Tra le materie più popolari possiamo elencare:

- Poliammidi - caratterizzati da un'elevata rigidità e resistenza meccanica, nonché elevata resistenza all'abrasione, caratteristiche che li rendono ideali per l'esecuzione di componenti di riduttori (ingranaggi). Inoltre, grazie alla modifica durante il processo di polimerizzazione con l'impiego di olio minerale, gli elementi realizzati con questo materiale sono autolubrificanti, ciò facilita l'ulteriore funzionamento dell'intero dispositivo. Inoltre, grazie alle sue proprietà, questo materiale è ideale per la lavorazione con macchine utensili.
- PET - gli elementi realizzati con questo mate-



riale sono caratterizzati da un'elevata rigidità e stabilità dimensionale, nonché da un coefficiente di attrito molto basso. Gli elementi realizzati con questo materiale sono ideali per l'impiego in ambienti in cui le dure condizioni ambientali prevedono l'esposizione all'umidità o all'azione di acidi.

- POM-C - questo materiale è ideale per la produzione di elementi che vengono impiegati con carichi variabili, e per via della bassa assorbibilità dell'umidità il materiale può essere impiegato in ambienti umidi, come ad es. pompe. Questo materiale è adatto alla lavorazione con macchine utensili CNC.
- PEEK - materiale termoplastico semicristallino, caratterizzato da elevata efficienza, anche in condizioni ambientali molto ostili. Grazie all'elevata resistenza all'usura da attrito e al basso coefficiente di attrito, cuscinetti radenti, ingranaggi e catene portacavi realizzate con questo materiale plastico potranno operare per molte ore. **Questo materiale è ideale anche per la lavorazione con metodo CNC, di solito questo materiale è disponibile in forma di prodotti semilavorati di forme diverse, in modo che sia facile realizzare un elemento specifico.**
- Policarbonato (PC) - materiale termoplastico amorfo, caratterizzato da un'elevata trasparenza. Spesso inoltre è possibile avere a che fare con materiali come il policarbonato modificato (cosiddetto alveolare), che presenta un'elevata resistenza alle radiazioni UV, proteggendo così l'intero elemento contro l'invecchiamento eccessivo a causa dell'eccessiva irradiazione. Inoltre presenta un'elevata resistenza ai carichi dinamici, pertanto non è friabile e non si scheggia, caratteristiche che rendono questo materiale ideale per la lavorazione con metodo CNC.

Oltre ai suddetti materiali, nell'offerta della TME sono disponibili anche altre materie plastiche come: POM-H, polietilene, PMMA-Plexi e PVC.

### **STAMPAGGIO A INIEZIONE O LAVORAZIONE CON MACCHINA UTENSILE CNC?**

Con lo sviluppo della produzione di materie plastiche, queste sono diventate più economiche e più durevoli, e pertanto la loro usabilità da parte di ingegneri e costruttori è cresciuta notevolmente.

In parallelo alla lavorazione CNC viene sviluppata an-

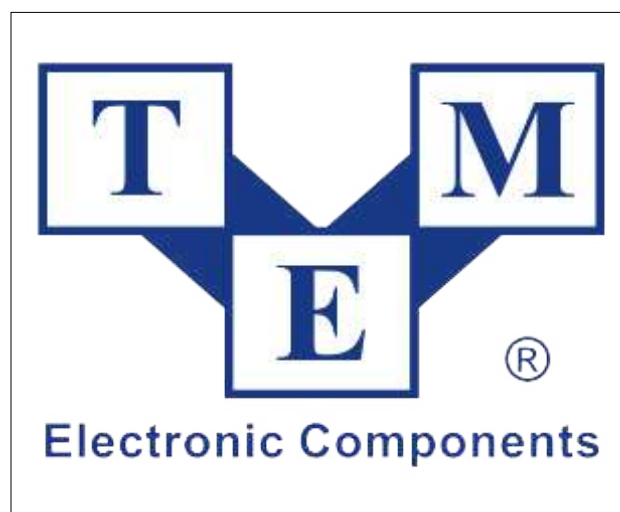
che la tecnica di stampaggio a iniezione, in cui, come anche nel primo di questi metodi, è necessario progettare l'elemento e successivamente programmare la macchina per la sua esecuzione.

Tuttavia questo processo è laborioso e richiede molto più tempo rispetto alla lavorazione con l'impiego di una macchina utensile, inoltre con uno stampo possiamo realizzare un solo particolare.

Disponendo di una notevole quantità di prefabbricati siamo in grado di realizzare un qualsiasi numero di modelli in poco tempo, e durante la produzione su ampia scala potremo adattare rapidamente i nostri prodotti a nuove situazioni, modificando dimensioni, materiale o parametri.

Grazie a questi vantaggi la lavorazione CNC di materie plastiche risulta ottimale anche per l'introduzione sul mercato di nuovi prodotti o elementi, di cui il produttore non è ancora certo.

La ripetibilità della lavorazione con metodo CNC permette di produrre un lotto di prototipi identici e presentarli ad un ampio numero di clienti, e se necessario apportare le necessarie modifiche.



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/lavorazione-cnc-di-materie-plastiche>

# Semplificare la progettazione di moduli di ingresso analogici per il controllo dei processi

di Analog Devices

Quando si progettano moduli di ingresso analogici per applicazioni di controllo dei processi, come i controllori a logica programmabile (PLC, o “Programmable Logic Controller”) o i sistemi di controllo distribuito (DCS, o “Distributed Control System”), il principale compromesso considerato riguarda solitamente il rapporto prestazioni/costi.

## INTRODUZIONE

Nel contesto applicativo del controllo, per alimentare i componenti attivi di front-end utilizzati per attenuare o amplificare i segnali d'ingresso, si utilizzano tradizionalmente alimentazioni bipolari da  $\pm 15$  V. Ciò influenza il costo del “Bill Of Material” (BOM), oltre ad aumentare la complessità di progetto per la creazione di alimentazioni bipolari isolate.

Per risparmiare sui costi, un approccio alternativo consiste nel progettarle con un singolo alimentatore a 5 V. Una linea d'alimentazione unica a 5 V riduce notevol-

mente la complessità di progetto per l'alimentazione isolata del front end analogico, ma potrebbe introdurre altri aspetti critici, portando a una soluzione con un'accuratezza di misura inferiore. L'AD4111 integra quasi tutto il necessario per effettuare misure di tensione e corrente, gestendo i limiti di una soluzione con alimentazione a 5V.

## FRONT-END INTEGRATO

L'AD4111 è un ADC a 24 bit  $\Sigma$ - $\Delta$  che riduce sia i tempi di sviluppo sia i costi di progetto, implementando una cate-

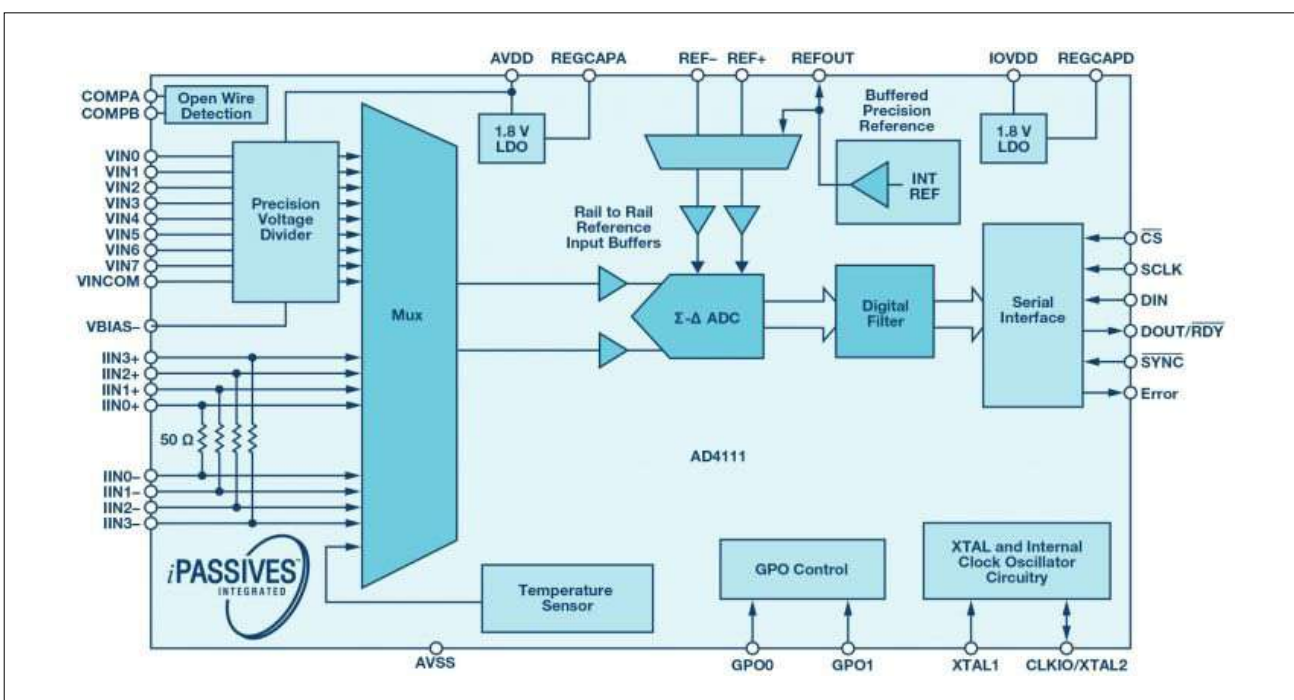


Figura 1: Schema a blocchi dell'AD4111.

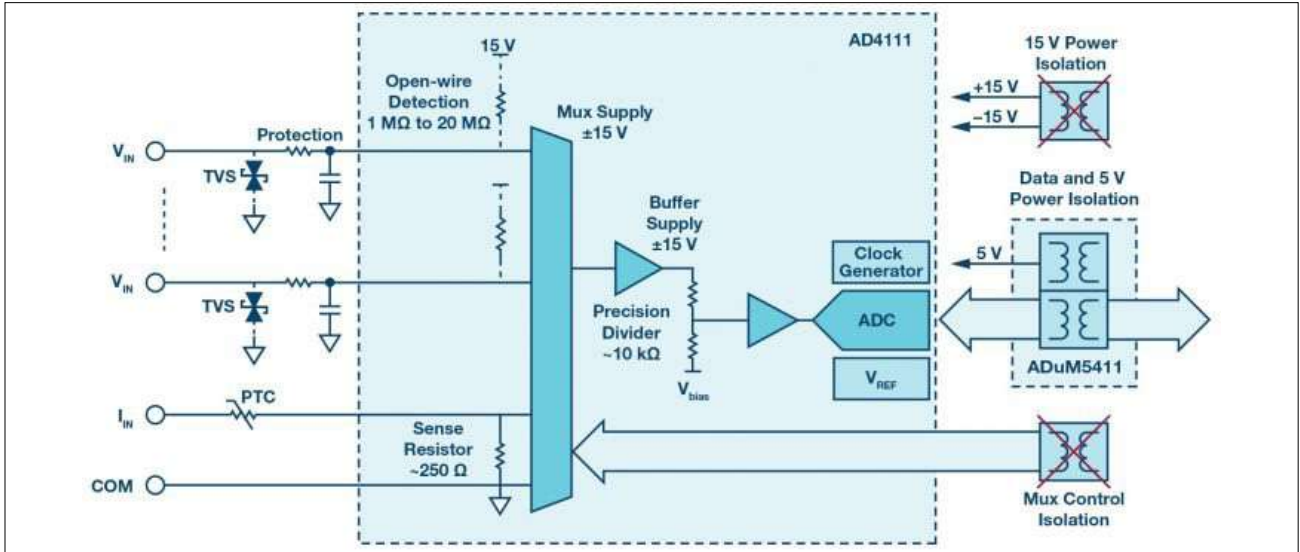


Figura 2: Soluzione standard high-end.

na di segnale innovativa ma semplice che, utilizzando la tecnologia iPassives™ di ADI, incorpora front-end analogico e ADC. Ciò consente all'AD4111 di gestire tensioni di ingresso di  $\pm 10$  V e correnti da 0 mA a 20 mA, utilizzando un'alimentazione singola da 5 o 3,3 V, evitando la necessità di componenti esterni. Le specifiche prevedono un intervallo esteso di tensione d'ingresso di  $\pm 20$  V - entro il quale il componente fornirà comunque una conversione valida - e un valore massimo assoluto di  $\pm 50$  V sul pin di tensione.

Gli ingressi di corrente prevedono un intervallo compreso tra -0,5 e 24 mA, che consente misurazioni accurate di correnti prossime a 0 mA e fornisce conversioni precise fino a 24 mA. Gli ingressi di tensione dell'AD4111

hanno un'impedenza minima garantita di 1M $\Omega$ , che consente la rimozione dei buffer esterni da  $\pm 15$  V, riducendo ulteriormente lo spazio necessario sulla scheda e i costi della BOM. I progetti da 5V sono limitati dal requisito di avere un partitore di tensione ad alta impedenza per ogni ingresso, che utilizza più spazio sulla scheda. **La progettazione di una soluzione discreta diventa un compromesso tra costo e accuratezza delle resistenze di precisione. Per risolvere questo inconveniente, l'AD4111 incorpora un partitore di tensione ad alta impedenza e precisione per ogni ingresso, come illustrato in Figura 3.**

**RILEVAMENTO "OPEN WIRE"**

In genere, un limite dei progetti con alimentazione singola a 5V consiste nella mancanza del rilevamento della condizione di "open wire", di solito implementata collegando una resistenza ad alta impedenza alla linea di alimentazione a 15V, per portare fuori-range la tensione di un collegamento interrotto. Tutto questo viene superato con l'AD4111, che vanta l'esclusiva capacità di rilevamento di open wire utilizzando un alimentatore da 5 o 3,3V, separando il rilevamento di open wire dalla condizione di guasto per fuori-range e semplificando ulteriormente la diagnostica. Come illustra-

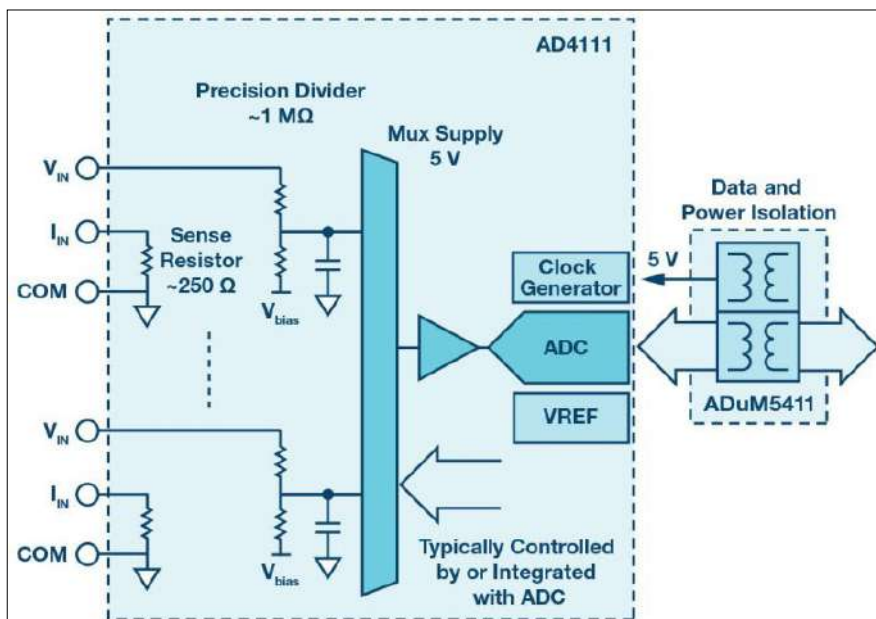


Figura 3: Soluzione standard low-end.

to in Figura 2, con l'inclusione di questa caratteristica all'interno dell'AD4111 si elimina la necessità di una resistenza di pull-up sul front end, nonché quella dell'alimentatore da 15V. Eliminando quest'ultimo, si riducono complessità, ingombri ed emissioni dei circuiti di isolamento. **Per applicazioni dove il rilevamento open wire non è richiesto è disponibile un'alternativa generica: l'AD4112 che, a meno di questa caratteristica, presenta comunque tutti i vantaggi dell'AD4111.**

### SOLUZIONE A LIVELLO DI SISTEMA

L'integrazione di un riferimento di tensione e di un clock all'interno dell'AD4111 contribuisce a ridurre ulteriormente le dimensioni della scheda e i costi della BOM, consentendo comunque l'utilizzo di componenti esterni, qualora venga richiesta una maggiore precisione e un minore errore di conversione in temperatura.

Le figure 2 e 3 mostrano rispettivamente le tipiche soluzioni high-end e low-end: in entrambe le figure sono evidenziate le parti della catena di segnale che possono essere interamente sostituite dall'AD4111.

Le specifiche di accuratezza relative all'errore totale non corretto (TUE) dell'AD4111 sono state concepite per raggiungere i requisiti a livello di sistema. Per molte soluzioni, la precisione può essere sufficiente ad evitare la necessità di ulteriori tarature. Nelle soluzioni esistenti ad elevata accuratezza, i moduli vengono spesso calibrati canale per canale. L'AD4111 è stato progettato con ingressi ad alto livello di corrispondenza per ottenere un livello di precisione simile in tutti gli ingressi, calibrandone soltanto uno.

### TEST EMC

I moduli PLC e DCS operano spesso in ambienti industriali difficili e devono quindi resistere in condizioni di interferenza elettromagnetica (EMI).

Questo aggiunge un ulteriore livello di complessità alla progettazione di un modulo di ingresso EMC-compatibile, dato che la maggior parte dei dispositivi non è garantita per la compatibilità elettromagnetica, per cui progettare la protezione di ingresso e il circuito di filtraggio diventa complesso. Questo può aggiungere tempi significativamente lunghi allo sviluppo, in termini di progetto e collaudo. **I laboratori EMC hanno costi di noleggio onerosi e il fallimento dei test può comportare lunghi ritardi, almeno fino alla riprogettazione e alla ripetizione dei collaudi. L'AD4111 è stato progettato su un circuito stampato (PCB) che dimostra una comprovata soluzione EMC.** La scheda è stata caratterizzata per garantire che le prestazioni del circuito siano permanentemente esenti da disturbi per radio-

frequenza irradiata (RF) o condotta, ed ha dimostrato di possedere un sufficiente livello di immunità alle scariche elettrostatiche (ESD), ai transienti elettrici veloci (EFT) e alle sovratensioni, secondo le normative IEC 61000-4-x. Inoltre è stato valutato per il CISPR 11, dove le emissioni irradiate dalla scheda sono risultate nettamente inferiori ai limiti della classe A.

Ulteriori informazioni sulle caratteristiche EMC della scheda AD4111 si possono trovare sulla nota applicativa **AN-1572**. Questa nota applicativa fornisce tutte le indicazioni sulle procedure di prova utilizzate, nonché schemi e layout per progettare un modulo di ingresso EMC compatibile per l'AD41.

### CONCLUSIONI

L'AD4111 è un ADC altamente integrato, che include un ampio livello di configurabilità.

La sua capacità di accettare tensioni di ingresso di  $\pm 10$  V e correnti da 0 mA a 20 mA, di funzionare con un'alimentazione singola da 5 V o 3,3 V, con rilevamento open wire, unitamente a molte altre caratteristiche, fornisce una soluzione unica per la progettazione di moduli di ingresso analogici. È disponibile in package LFCSP a 40 pin di  $6 \times 6$  mm e consente di sostituire con un unico dispositivo i moduli che un tempo richiedevano un PCB di notevole complessità.

A cura di Cathal Casey, *Applications Engineer, Analog Devices, Inc.*



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/semplificare-la-progettazione-di-moduli-di-ingresso-analogici-per-il-controllo-dei-processi>

# Precisione dei sensori di posizione – Un fattore cruciale per l'avanzamento della tecnologia dei veicoli a guida autonoma

di Mouser Electronics

*Senza ombra di dubbio i veicoli totalmente autonomi saranno una presenza molto importante nella società del futuro e alcuni aspetti della funzionalità di base che renderà possibile tutto questo stanno già iniziando, in una certa misura, a essere inseriti nelle autovetture. Infatti, oggi tecnologie come il sistema di controllo adattivo della velocità di crociera, quello per il mantenimento della carreggiata e il parcheggio assistito sono già disponibili anche su veicoli di gamma media, a dimostrazione di una certa dimensione di autonomia di guida.*

## INTRODUZIONE

**C**io su cui tutte queste funzioni si basano, e che sarà fondamentale per la progettazione di un futuro veicolo completamente autonomo, è la capacità di rilevare la posizione e la traiettoria costantemente e in maniera accurata durante l'intero utilizzo della vettura. La sfida che devono affrontare i progettisti del settore automotive è racchiusa nell'espressione "costantemente". Le tecnologie come il GPS hanno una base installata enorme e solitamente sono molto precise. Tuttavia il segnale su cui si basa il GPS non è garantito al 100% e può scomparire nelle aree urbane in presenza di edifici alti o con condizioni meteorologiche avverse. Se questo aspetto può creare disagi nella navigazione, facendo sbagliare una svolta, le ripercussioni sul controllo e sul posizionamento del veicolo potrebbero essere disastrose, causando incidenti e mettendo a repentaglio vite umane. Invece di affidarsi esclusivamente alla tecnologia GPS, i team di engineering in campo automobilistico hanno iniziato a installare tecnologie di bordo, come il sistema di telerilevamento denominato LIDAR. Già collaudato sulla flotta di Uber, il LIDAR presenta alcuni vantaggi rispetto al GPS. Purtroppo, però, risulta ancora andare facilmente in confusione quando si presentano situazioni complesse, come in caso di traffico congestionato agli incroci.

## SISTEMA DI NAVIGAZIONE INERZIALE CON TECNOLOGIA MEMS

Nella ricerca di una soluzione percorribile che fornisca costantemente un posizionamento preciso del veicolo, i progettisti stanno analizzando le possibilità offerte dai meccanismi di misurazione inerziale. Questa tecnica si basa sulla tecnologia dei sistemi microelettronici (MEMS) e **utilizza accelerometri e giroscopi per misurare il movimento della vettura e, con la successiva elaborazione di questi dati, calcolare un posizione estremamente precisa in ogni istante.**

Oltre a fornire informazioni sulla posizione, questi sistemi possono rilevare l'orientamento del veicolo e anche stabilire se si trova su una superficie in piano o no. Questi dettagli sono molto preziosi nella guida autonoma perché consentono di applicare una maggiore/minore coppia o forza di frenata per far avanzare o fermare il veicolo in una maniera totalmente controllata che garantisca il mantenimento della stabilità.

Se da un lato molti dei sensori a bordo dei veicoli sono essenzialmente costituiti da silicio, dall'altro lato parametri come la forza possono solo essere misurati meccanicamente. I sensori MEMS includono componenti estremamente miniaturizzati che sono abbinati a dispositivi elettronici utilizzando tecniche di micro-produzione per formare un sistema di rilevazione perfettamente integra-

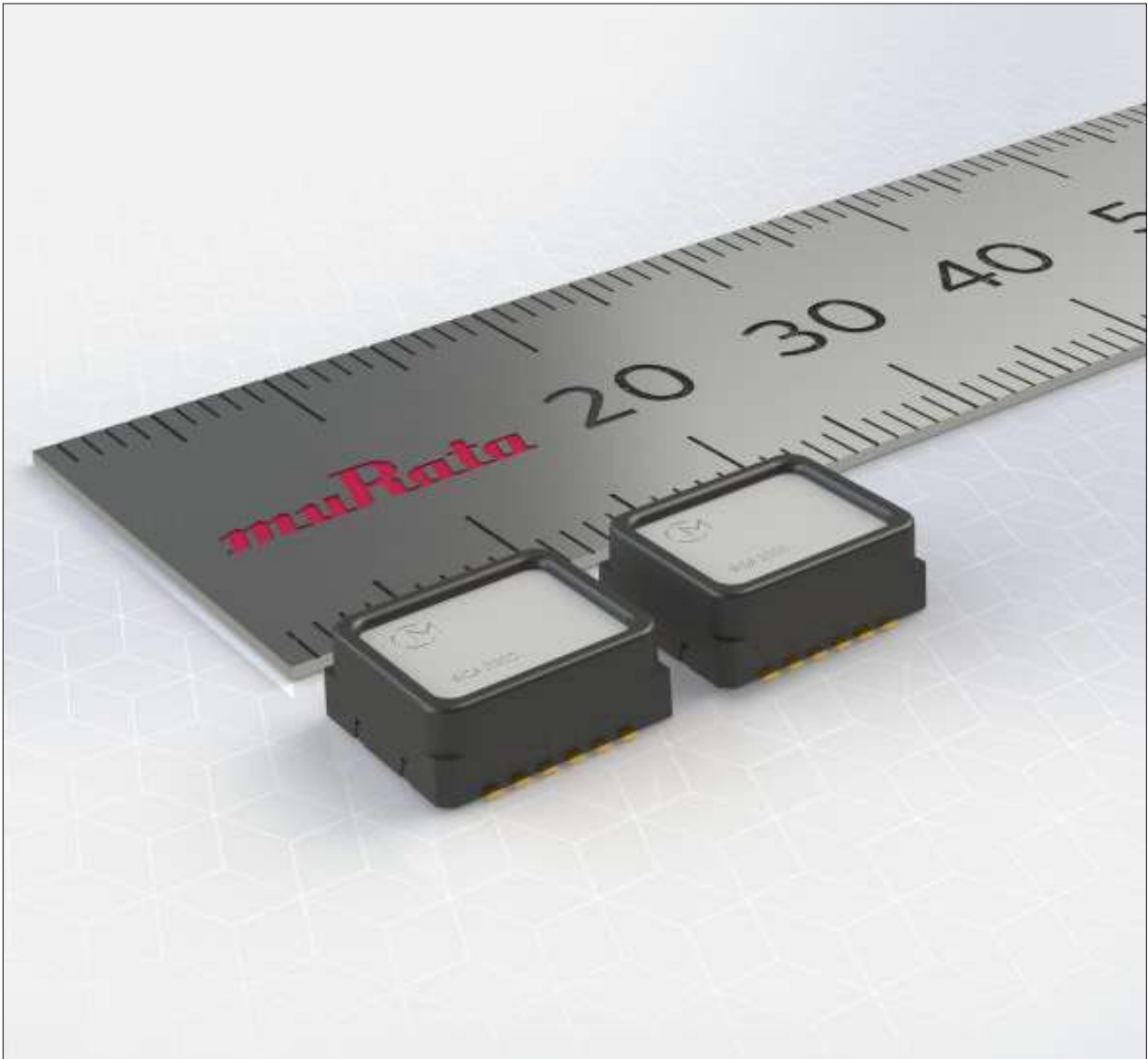


Figura 1: IMU SCA3300 di Murata.

to. Gli accelerometri MEMS di norma comprendono una massa sospesa meccanicamente, simile a un pendolo, che viene mantenuta in posizione tramite tensione elastica. Quando il veicolo si muove, si sposta anche la massa e questo movimento viene tradotto in un segnale elettronico, spesso utilizzando la tecnologia capacitiva o piezoelettrica. In molte applicazioni automotive, un singolo dispositivo MEMS contiene un accelerometro a tre assi che consente di misurare l'accelerazione contemporaneamente su tre piani.

Contrariamente agli accelerometri che misurano la forza lineare, i sensori giroscopici rilevano la velocità angolare in gradi al secondo ( $^{\circ}/s$ ) oppure in giri al secondo (giri/sec) per determinare la velocità di rotazione. Unendoli a un accelerometro a tre assi per formare un'unità di misura inerziale (IMU) si ottiene un'immagine completa

del movimento del veicolo e si rende possibile una serie di funzioni legate a comfort e sicurezza, nonché una precisa indicazione della posizione. Se un IMU rileva che un veicolo sta improvvisamente ruotando intorno al proprio asse, i programmi elettronici preposti alla stabilità possono far accelerare o frenare specifiche ruote per riportare la vettura in una traiettoria stabile ed evitare un potenziale incidente.

Nel caso in cui si verifichi effettivamente un incidente, l'accelerometro e/o il giroscopio possono rilevare l'improvviso aumento di accelerazione derivante (ad esempio) dalla collisione con un altro veicolo o un muro e mettere in atto i provvedimenti necessari a prevenire il ribaltamento. La rapidità di risposta del sistema consente di avviare procedure automatizzate per ridurre al minimo eventuali lesioni, come il tensionamento delle



Figura 2: GYPRO MEMS di TDK.

cinture di sicurezza o l'attivazione degli airbag, quasi istantaneamente. L'alimentazione di carburante e il circuito elettrico possono essere isolati (per diminuire la possibilità di un incendio), ma non prima che il veicolo abbia effettuato una chiamata automatica ai primi soccorritori, indicando l'esatta posizione e chiedendo assistenza.

### **CONSIDERAZIONI SULLA PROGETTAZIONE E LA SELEZIONE DEGLI IMU**

Dato che gli accelerometri e i giroscopi MEMS e gli IMU saranno centrali per tutti sistemi di bordo critici per la sicurezza in ambito automotive, è altrettanto importante che i progettisti scelgano il dispositivo idoneo a qualsiasi singola applicazione. Le valutazioni più basilari riguardano il tipo di dispositivo: per l'applicazione è necessario un accelerometro, un giroscopio o vanno integrati entrambi in un IMU? **L'accelerometro dovrà essere del tipo ad asse singolo o a tre assi?**

Gli elementi chiave da considerare dal punto di vista della performance elettrica sono intervallo di misurazione, risoluzione, linearità, stabilità, larghezza di banda e precisione: si tratta di fattori importanti che devono essere valutati insieme ai requisiti dell'applicazione perché influenzano il livello globale di accuratezza. Non bisogna inoltre trascurare altri parametri, come un eventuale offset (potenza in uscita presente ad accelerazione

zero) o la deriva a lungo termine, sebbene dispositivi più sofisticati includano hardware di calibrazione e condizionamento in modo da non interferire con il segnale in uscita.

L'efficienza energetica e il risparmio di carburante sono questioni prioritarie per le moderne applicazioni in campo automobilistico, ma questi dispositivi consumano circa un milliampere e quindi sono perfettamente in linea con questa esigenza. Tuttavia, dati gli elevati livelli di rumore elettrico presenti in numerose applicazioni automotive, dovrebbe essere attentamente valutata la sensibilità all'interferenza elettromagnetica (EMI) che potrebbe influenzare il funzionamento e la precisione. Ci sono anche vari parametri ambientali da considerare. All'interno di un veicolo le temperature possono essere elevate, soprattutto negli spazi confinati dove vengono installati i sensori. Ne consegue che le temperature di esercizio che i sensori possono sopportare devono chiaramente essere adeguate. I progettisti dovranno anche prestare attenzione ai massimi parametri meccanici assoluti, soprattutto alla resistenza agli urti e alle vibrazioni. La dimensione e il tipo di package offerto sono importanti al fine di garantire che il dispositivo si inserisca nello spazio disponibile e che sia compatibile con i moderni sistemi di produzione (pick and place e saldature a rifusione) per contenere i costi e massimizzare l'affidabilità.

Un altro aspetto su cui sarà necessario concentrarsi è l'interfaccia con il sistema.

Alcuni dispositivi offrono un'uscita analogica mentre altri includono un convertitore analogico-digitale a bordo e sono provvisti di una delle interfacce più diffuse (come SPI o I2C). Ovviamente, il tutto deve essere allineato al resto dell'hardware di sistema per consentire una facile integrazione. Sapere che il segnale in uscita è affidabile è la chiave per evitare potenziali catastrofi.

Alcuni dispositivi di misurazione inerziale dispongono di una funzione integrata di autodiagnostica che offre un'ulteriore garanzia dell'integrità dei dati acquisiti. **Funzionalità di questo genere saranno estremamente preziose per la classificazione dei sistemi all'interno dei livelli di capacità di riduzione del rischio della funzione di sicurezza integrata dei veicoli (ASIL).**

I progettisti, soprattutto quelli che hanno una minore familiarità con questa tecnologia, dovrebbero anche valutare il fornitore del dispositivo e informarsi sull'hardware e software di supporto disponibili per il componente che stanno pensando di inserire nelle specifiche.

I kit di valutazione e le schede di breakout sono utili strumenti che possono ridurre in modo significativo i rischi progettuali e i tempi di commercializzazione.

### **ATTUALI TECNOLOGIE DI MISURAZIONE INERZIALE**

SCA3300 di **Murata** è un IMU dalle elevate prestazioni che si basa su un accelerometro a tre assi che sfrutta la collaudata tecnologia capacitiva MEMS in 3D. Ottimizzato per le applicazioni automotive, può misurare fino a  $\pm 6$  g a una temperatura massima di  $125^{\circ}\text{C}$  e consuma soltanto 1 mA. Il segnale in uscita presenta un'elevata stabilità di polarizzazione con bassi livelli di rumore e fornisce quindi misurazioni accurate. Progettato, prodotto e collaudato per garantire stabilità, affidabilità e qualità elevate, questo dispositivo include di serie avanzate funzionalità di autodiagnostica.

Un ASIC integrato a segnale misto elabora il segnale per la versatile e pratica SPI digitale. Alloggiato in un robusto package SDM a 12 pin stampato che assicura affidabilità nel funzionamento, l'SCA3300 occupa soltanto 7,6 mm x 3,3 mm x 8,6 mm.

Progettato per applicazioni di fascia alta, il giroscopio **GYPRO MEMS** di TDK misura la velocità del movimento angolare intorno all'asse z (velocità di imbardata).

Fornisce un segnale in uscita a 24 bit molto preciso tramite un'interfaccia SPI e offre una stabilità superiore a  $0,8^{\circ}/\text{ora}$  con livelli di rumore inferiori a  $0,1^{\circ}/\sqrt{\text{ora}}$ . Un sensore di temperatura integrato rende possibili compensazioni istantanee mentre una funzione di autodia-

gnosi continua assicura costantemente la correttezza dei dati in uscita.

Sono disponibili numerose varianti che coprono velocità dei dati fino a 1800 Hz e latenze minime di 1 ms.

Le fasi iniziali di progettazione sono supportate da una gamma di schede di valutazione compatibili con Arduino M0 che aiutano a semplificare il processo di prototipazione.

### **SINTESI**

Il rilevamento affidabile e preciso del movimento e della posizione è cruciale per il successo dei veicoli a guida totalmente autonoma ed è importante persino nei modelli di auto odierni che integrano le soluzioni ADAS, dove, in alcune situazioni, la guida è possibile con un minimo intervento umano.

Accelerometri e giroscopi MEMS di nuova generazione forniscono la robustezza, l'affidabilità e l'ampia gamma di funzionalità richieste da queste esigenti applicazioni automotive.

Con un'attenta selezione del giusto dispositivo che soddisfi i criteri dell'applicazione, supportata da strumenti di progettazione messi a disposizione dal produttore scelto, i progettisti oggi sono in grado di utilizzare sistemi di misurazione inerziale altamente avanzati rapidamente e con sicurezza.

*A cura di Mark Patrick, Mouser Electronics - [italia@mouser.com](mailto:italia@mouser.com)*



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

<https://it.emcelettronica.com/precisione-dei-sensori-di-posizione-un-fattore-cruciale-per-lavanzamento-della-tecnologia-dei-veicoli-a-guida-autonoma>



# Dalla guida assistita alla guida autonoma: il veicolo a capacità cognitive richiede dati da sensori a elevata integrità

di **Analog Devices**

*È un grande sogno, la chimera dei nostri tempi. Dai sensori all'intelligenza artificiale (AI), la classica supply chain dell'elettronica ha formato una matrice collaborativa, dedicata alla sicurezza dei veicoli a guida autonoma. A tale scopo, nello sviluppo di hardware e software c'è ancora molto da fare per poter garantire che guidatori, passeggeri e pedoni siano protetti. Anche se machine learning e AI hanno il proprio ruolo da svolgere, la loro efficacia dipende dalla qualità dei dati d'ingresso. In quanto tale, nessun veicolo a guida autonoma può essere considerato sicuro a meno che non sia realizzato sulle basi di una catena del segnale con sensori ad alte prestazioni, alta integrità, che fornisca consistentemente dati il più possibile accurati sui quali basare decisioni vitali.*

## INTRODUZIONE

Come accade per tutti i grandi sogni, il percorso verso la sicurezza dei veicoli a guida autonoma è ancora irto di ostacoli. I recenti, eclatanti incidenti che hanno coinvolto vetture a guida autonoma fomentano le interpretazioni dei pessimisti, secondo i quali i veicoli e gli ambienti in cui si muovono sono eccessivamente complessi, esistono troppe variabili e gli algoritmi e il software sono ancora pieni di banchi. Chiunque conosca i test di conformità allo standard ISO 26262, sulla **Sicurezza Funzionale del Veicolo**, sa che i pessimisti dovrebbero essere perdonati per il loro scetticismo. E lo scetticismo è supportato dai grafici che mettono in relazione le miglia percorse con il numero dei disinserimenti dalla modalità automatica (Figura 1), relativi a test eseguiti nella Silicon Valley nel 2017 da cinque aziende produttrici di veicoli a guida autonoma. I numeri per il 2019 devono ancora essere elaborati, ma i rapporti per le singole società sono disponibili online.

**Tuttavia, l'obiettivo è stato definito e l'imperativo è chiaro: l'autonomia del veicolo è in arrivo e la sicurezza risulta un fattore fondamentale. Di certo, i dati non ufficiali del California Autonomous Vehicle DMV, relativi al 2018, indicano che il numero dei di-**

**sinsiderimenti per miglio è in diminuzione, dimostrando che i sistemi stanno diventando più efficaci.**

Mettendo al primo posto collaborazione e nuove forme

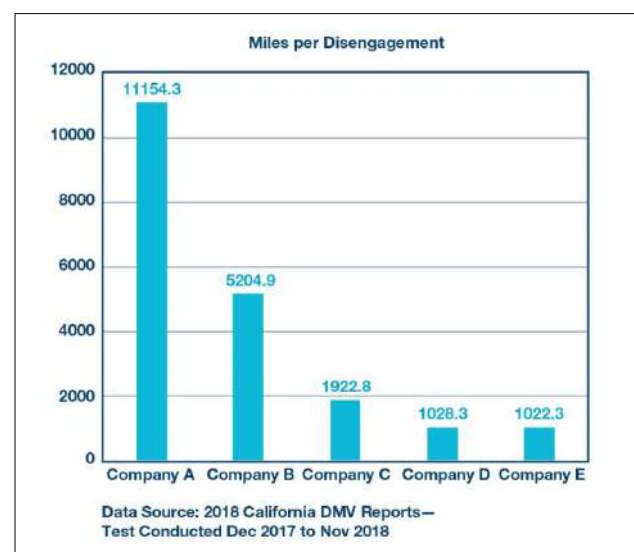


Figura 1: Le miglia percorse in California dai primi 5 produttori di veicoli autonomi (da dicembre 2017 a novembre 2018). In totale, 28 aziende hanno testato attivamente i veicoli in pubblico durante questo periodo in California, per un totale di 2.036.296 miglia percorse in modo autonomo e 143.720 disinsiderimenti.

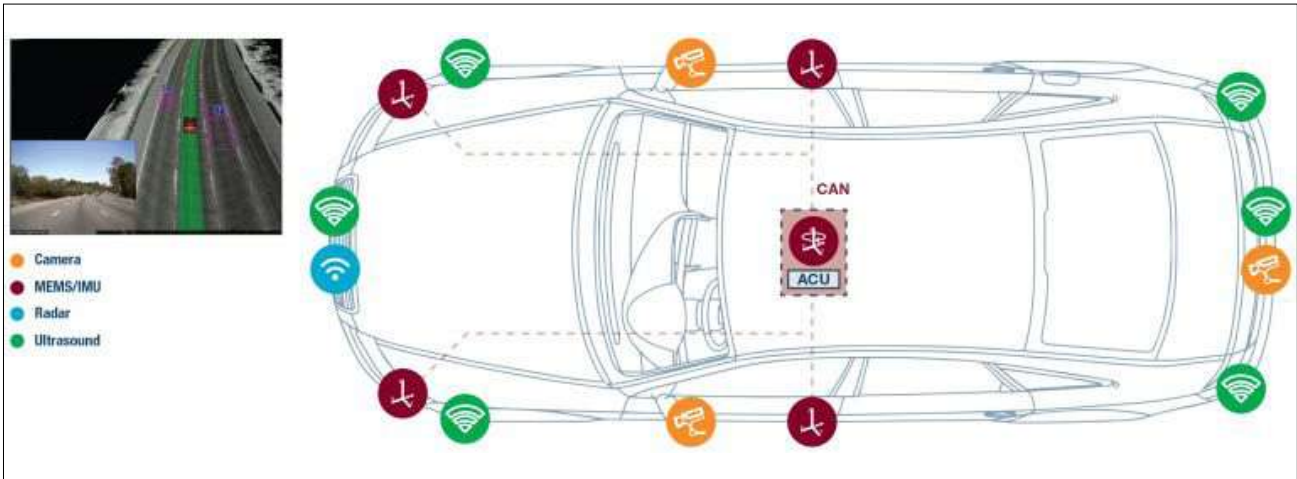


Figura 2: In un sistema ADAS, vi sono diverse modalità di sensing, che vengono utilizzate per la percezione e la navigazione dei veicoli; tendono a lavorare in modo indipendente e forniscono semplicemente degli avvisi ai guidatori, permettendo di reagire di conseguenza.

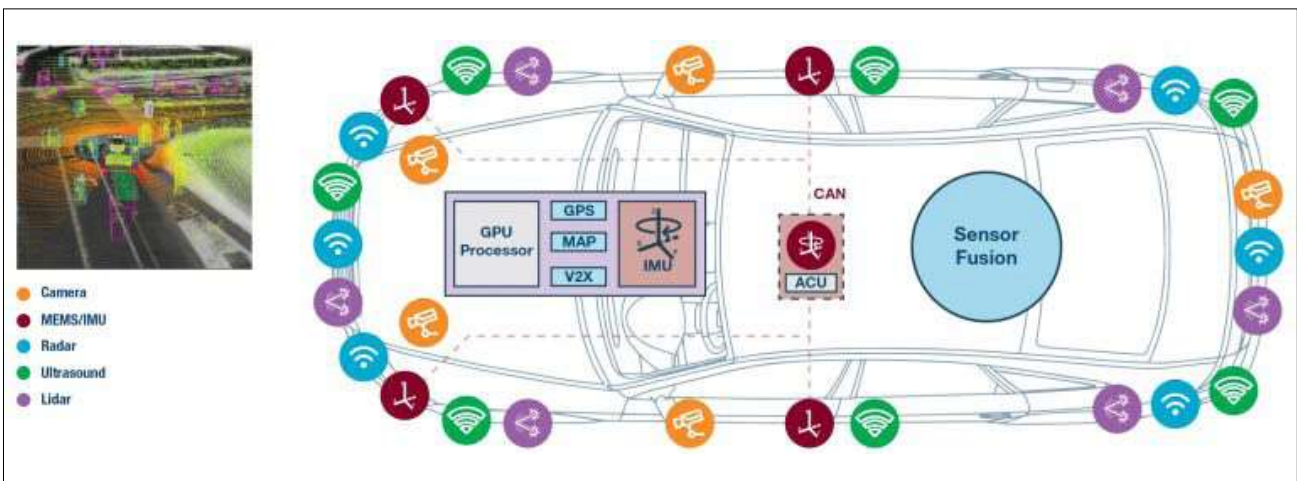


Figura 3: Un veicolo completamente cognitivo, che sia consapevole di tutte le informazioni, sia attuali che storiche e sulla natura dell'ambiente circostante così come sul proprio stato (posizione, velocità, traiettoria e condizioni meccaniche), è necessario per la sicurezza del trasporto autonomo.

di pensiero, i produttori del settore automotive stanno dialogando direttamente con i venditori di silicio; le aziende che producono sensori stanno parlando di sensor fusion con gli sviluppatori di algoritmi di AI; e, finalmente, gli sviluppatori di software si stanno mettendo in contatto con i fornitori di hardware, per trarre il meglio da entrambe le parti. Le vecchie relazioni stanno cambiando, sostituite dai nuovi rapporti che si formano dinamicamente, per ottimizzare la combinazione di prestazioni, funzionalità, affidabilità, costo e sicurezza nella progettazione finale.

Da un capo all'altro, l'ecosistema sta perseguendo i modelli corretti sui quali costruire e collaudare veicoli a guida completamente autonoma, per applicazioni che stanno emergendo velocemente, come nel caso dei robo-taxi e degli autotrasporti a lungo raggio. Lungo il percorso, si sta rapidamente ottenendo un sempre più

elevato livello di automazione, come risultato del miglioramento dei sensori, che sollecita lo stato dell'arte dei sistemi a guida assistita avanzati (ADAS).

Queste tecnologie per sensori includono telecamere, sistemi lidar (light-detection-and-ranging), radar (radio detection and ranging), sistemi microelettromeccanici (MEMS) unità di rilevamento inerziale (IMU) ultrasuoni e GPS; tutti forniscono dati di ingresso critici per i sistemi AI, che guideranno il veicolo autonomo con capacità realmente cognitive.

### **I VEICOLI A CAPACITÀ COGNITIVA SONO UN ELEMENTO FONDAMENTALE PER LA SICUREZZA PREDITTIVA**

L'intelligenza di un veicolo viene comunemente espressa in Livelli di Autonomia. I Livelli 1 e 2 sono perlopiù tipici dei sistemi di avviso, mentre per il Livello 3 e quelli

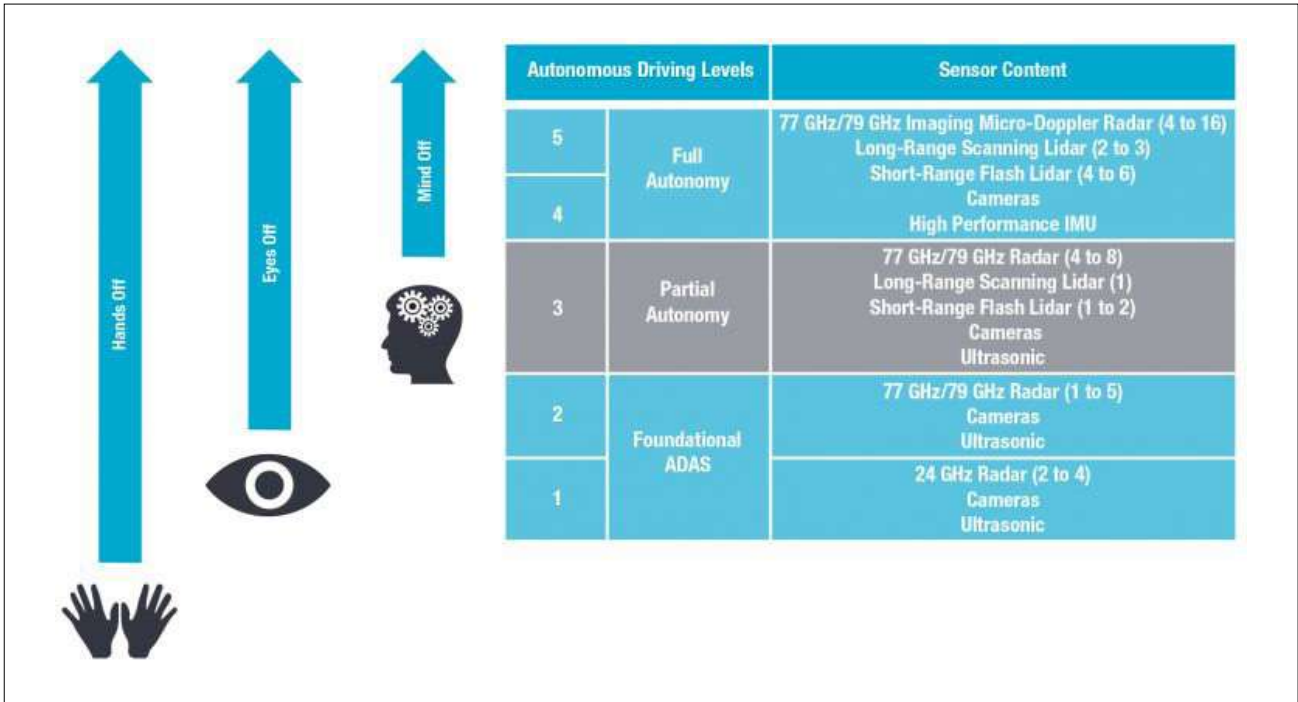


Figura 4: Livelli di guida autonomi e requisiti dei sensori

superiori il veicolo può agire in modo autonomo per evitare un incidente. Salendo al livello 5, il volante viene a mancare e la vettura opera in completa autonomia.

Con l'avvicinarsi dei veicoli alla funzionalità di Livello 2, in queste prime, poche generazioni, i sistemi a sensore funzionano in modo indipendente. Questi sistemi di avviso hanno un'alta percentuale di falsi allarmi e, risultando fastidiosi, vengono spesso disattivati.

Per arrivare ai veicoli a guida autonoma completamente cognitivi, il numero di sensori aumenta in modo significativo. Inoltre le loro prestazioni e i tempi di risposta devono essere fortemente migliorati (Figura 3, Figura 4).

**Integrando nei veicoli un maggior numero di sensori, è possibile anche monitorare e catalogare meglio le condizioni meccaniche correnti, come pressione degli pneumatici o variazioni di peso (ad es. a pieno carico o a vuoto, uno o sei passeggeri), così come i fattori d'usura che possono condizionare la frenata e la gestione del veicolo. Aumentando le modalità di sensing esterno, il veicolo può diventare maggiormente cognitivo, rispetto al proprio stato di salute e all'ambiente che lo circonda.**

Citando i principi sviluppati dal Dr. Joseph Mitola, Chief Technologist, ENSCO Aerospace Sciences and Engineering Division, i progressi conseguiti nelle modalità di sensing permettono al veicolo non solo di riconoscere lo stato attuale dell'ambiente ma anche di essere informato sul suo passato. Ciò può consistere semplicemente nella conoscenza delle condizioni della strada, come la dislocazione delle buche o, più in dettaglio, del tipo di

incidenti verificatisi nel tempo in una certa area e dei motivi che li hanno provocati.

All'epoca dello sviluppo di questi concetti cognitivi, il (modesto) livello di sensing, elaborazione, capacità di memoria e connettività li faceva apparire inverosimili. Oggi è possibile accedere ai dati storici catalogati e combinarli con quelli che provengono, in tempo reale, dai sensori del veicolo, per fornire azioni preventive di livello sempre più accurato, ed evitare incidenti.

Per esempio, una IMU può rilevare un sobbalzo o una sterzata improvvisi, che indicano una buca o un ostacolo. Precedentemente queste informazioni non venivano raccolte ma oggi la connettività in tempo reale permette che i dati vengano immediatamente inviati a un database centralizzato e utilizzati per avvisare altri veicoli della presenza della buca o dell'ostacolo.

Lo stesso vale per telecamere, radar, lidar e altri dati forniti dai sensori.

Questi dati vengono raccolti, analizzati e incrociati in modo che possano informare il veicolo circa l'ambiente in cui opera. Ciò permette al veicolo di agire come una macchina in grado di imparare che potenzialmente potrà prendere decisioni migliori e più sicure di quelle di un essere umano.

**PROCESSO DECISIONALE E ANALITICO MULTIFORME**

Sono stati fatti molti progressi per migliorare lo stato dell'arte della percezione dei veicoli. L'enfasi viene posta sulla raccolta dati dai vari sensori e sull'applicazio-

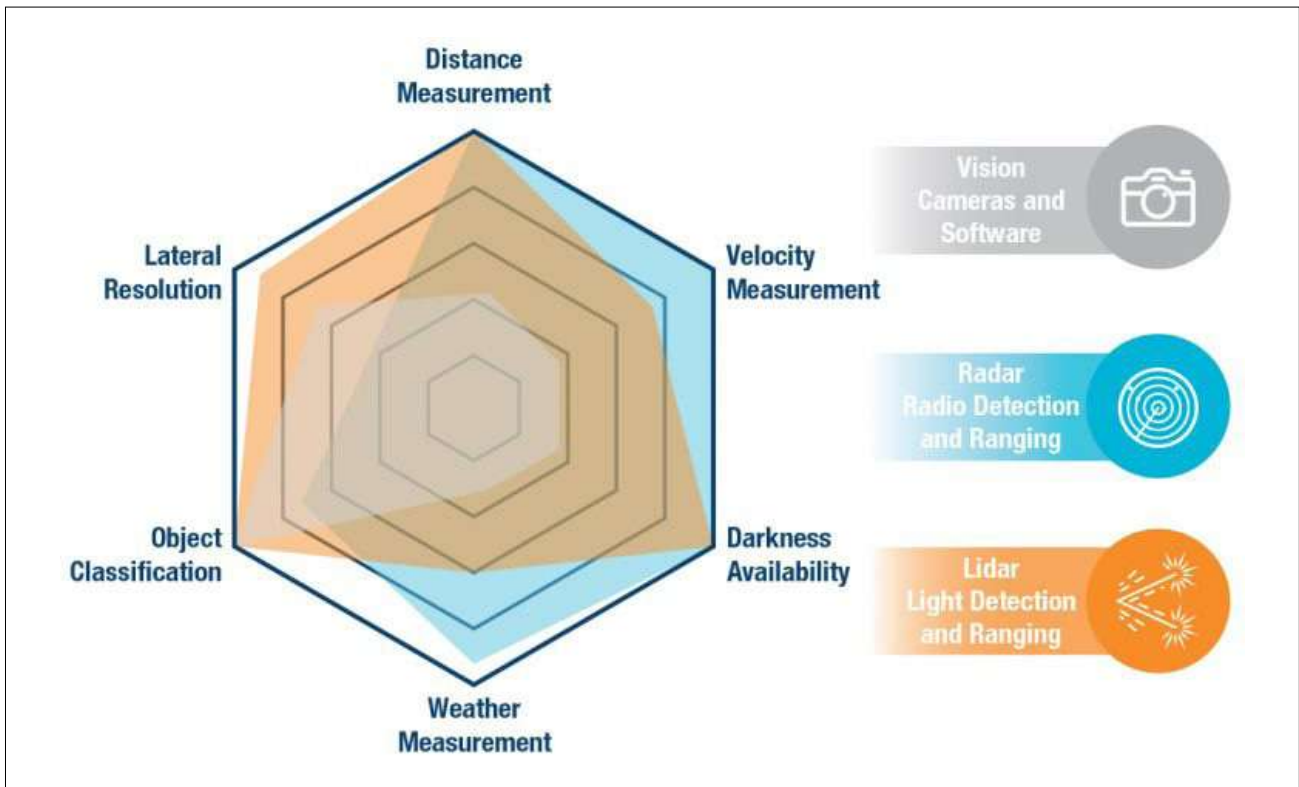


Figura 5: Ogni modalità di sensing ha i propri punti di forza e di debolezza ma, con le opportune strategie di sensor fusion, è possibile rendere complementari i punti di forza e dare supporto a quelli più deboli.

ne delle strategie di sensor fusion, per massimizzarne i punti di forza complementari e dare supporto alle rispettive debolezze, in diverse condizioni (Figura 5).

Considerando i problemi che l'industria sta affrontando, per farle diventare soluzioni realmente percorribili resta ancora parecchio da fare. Per esempio, le telecamere possono permettere il calcolo della velocità laterale (cioè la velocità di un oggetto che viaggia ortogonalmente rispetto al senso di marcia del veicolo), in ogni caso, anche il migliore tra gli algoritmi di machine learning richiede circa 300 ms per rilevare un movimento laterale con un numero di falsi allarmi sufficientemente basso. Per un pedone, che si muove verso un veicolo in marcia a 100 km/h, i millisecondi possono fare la differenza tra ferite superficiali e potenzialmente letali, per cui il tempo di risposta diventa determinante.

Il ritardo di 300 ms è dovuto al tempo richiesto per eseguire i calcoli del vettore delta tramite i fotogrammi video successivi. Per un rilevamento affidabile sono necessari 10 o più fotogrammi in sequenza: per lasciare al veicolo il tempo di rispondere, dobbiamo diminuire la successione ad uno o due fotogrammi. Il radar ha la capacità di raggiungere questo obiettivo.

Similmente, il radar presenta molti vantaggi nel rilevare velocità e oggetti, ad esempio l'alta risoluzione, sia in azimuth sia in elevazione, così come l'abilità di "vedere" attorno agli oggetti ma, a sua volta, deve dare più tempo

al veicolo per reagire.

Con l'obiettivo di determinare senza ambiguità velocità superiori a 400 km/h, pare che i nuovi sviluppi, con funzionamento a 77 e 79 GHz, siano sulla buona strada per raggiungere lo scopo. Tale livello di determinazione della velocità può apparire estremo, ma è necessario per supportare i casi d'uso complessi in autostrade a carreggiate separate, dove i veicoli viaggiano in direzioni opposte a velocità anche superiori a 200 km/h.

Il sistema che colma le distanze tra telecamera e radar è il lidar, le cui caratteristiche lo hanno reso un elemento fruibile ed essenziale del veicolo completamente cognitivo (Figura 6). Ma anche in questo caso si tratta di sfide che dovranno essere risolte in futuro.

Di certo, il lidar sta evolvendo in design compatti, economici e a stato solido che possono essere collocati in più punti, attorno al veicolo, per supportare una copertura a 360°. Il lidar è complementare ai sistemi radar e alla telecamera, e aggiunge una risoluzione angolare e una percezione della profondità più elevate, per fornire una mappa 3D dell'ambiente più accurata.

Tuttavia, operare in area vicina all'infrarosso (IR) (da 850 a 940 nm) può essere pericoloso per la retina, per cui la sua emissione energetica è rigidamente contenuta in 200 nJ, per impulso a 905 nm. Comunque, spostandosi verso gli IR a onda-corta, oltre i 1.500 nm, la luce viene assorbita dall'intera superficie oculare, consentendo il li-

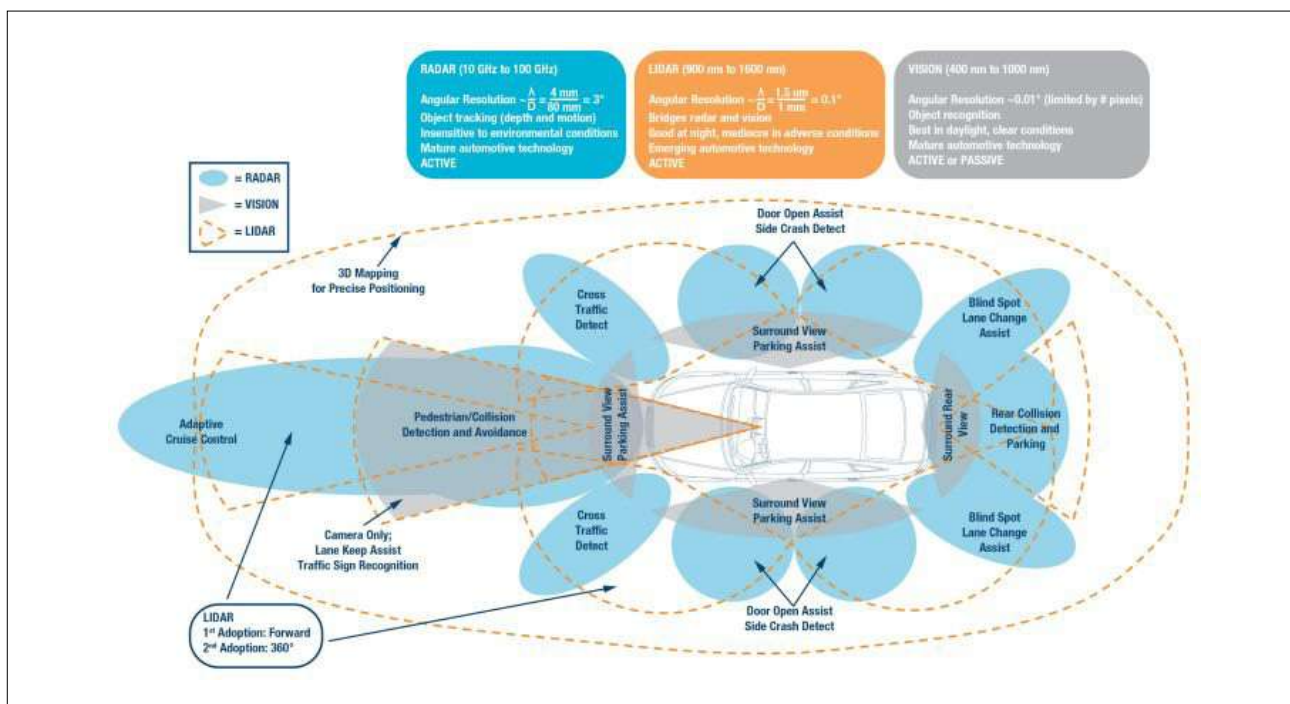


Figura 6: Il veicolo completamente cognitivo sarà abilitato alla visione a 360° utilizzando prevalentemente sistemi radar, lidar avanzati e telecamere, oltre a unità di rilevamento inerziale (IMU) e ultrasuoni.

mite meno restrittivo di 8 mJ, per impulso. Con un livello energetico pari a 40.000 volte quello del lidar a 905 nm, i sistemi lidar pulsati a 1.500 nm forniscono un intervallo di rilevamento quattro volte superiore. Inoltre, i sistemi a 1.500 nm possono risultare più robusti, rispetto a certe condizioni ambientali, come nebbia, polvere e particelle acquose in sospensione.

Con il lidar a 1.500 nm, la sfida è rappresentata dal costo di sistema, condizionato in gran parte dalla tecnologia del fotosensore, che attualmente è basata su InGaAs, con wafer da due pollici. Ottimizzare la soluzione ad alta qualità, con sensibilità elevata, bassa capacità e bassa corrente in assenza di luce, rappresenta il principale fattore abilitante per il lidar da 1.500 nm. **Inoltre, con l'evoluzione dei sistemi lidar verso la seconda e la terza generazione, sarà necessario integrare il circuito, ottimizzato sull'applicazione, per ridurre dimensioni, potenza e costo complessivo del sistema.**

Oltre ad ultrasuoni, telecamere, radar e lidar, esistono altre modalità di sensing che possono svolgere un ruolo critico nell'abilitazione di un mezzo di trasporto autonomo completamente cognitivo. Il GPS permette di conoscere la posizione di un veicolo in ogni momento. Detto questo, ci sono dei luoghi dove il segnale GPS non è disponibile, come nelle gallerie e tra grattacieli. Questi sono casi in cui le unità di rilevamento inerziale (IMU) possono giocare un ruolo importante.

Anche se è un aspetto spesso trascurato, le IMU dipen-

dono dalla gravità, che è costante, indipendentemente dalle condizioni atmosferiche. Come tali, sono molto utili nelle zone d'ombra. In caso di assenza temporanea del segnale GPS, in queste zone vengono utilizzati i dati provenienti da fonti come tachimetro e IMU per ricavare distanza e direzione percorse, sovrapponendo questi dati alle mappe ad alta definizione. Ciò consente di mantenere un veicolo cognitivo sulla traiettoria corretta, finché non viene ripristinato il segnale GPS.

### **DATI DI ALTA QUALITÀ PERMETTONO DI RISPARMIARE TEMPO E SALVARE VITE UMANE**

Per quanto queste modalità di sensing possano essere importanti, nessuno dei dati in arrivo da questi sensori critici avrebbe importanza se gli stessi sensori non fossero affidabili e se i rispettivi segnali d'uscita non venissero catturati accuratamente per essere inviati a monte come dati di alta precisione: raramente l'espressione "garbage in, garbage out," è stata più pertinente.

Per raggiungere questo risultato, anche le più avanzate catene di segnale analogiche devono essere migliorate di continuo per rilevare, acquisire e digitalizzare i segnali in uscita dai sensori, di modo che i loro livelli di accuratezza e precisione non derivino col tempo e con le variazioni di temperatura. Con i componenti corretti e una progettazione eseguita a regola d'arte, gli effetti di problemi notoriamente critici, come deriva in temperatura, rumore di fase, interferenze e altri fenomeni che causano instabilità, possono essere ampiamente attenuati.

I dati di alta precisione e alta qualità sono fondamentali per far sì che machine learning e processori AI vengano istruiti in modo appropriato e perché possano prendere le decisioni corrette quando si trovano in funzione, in queste occasioni ci sono poche “secondo opportunità”. Una volta garantita la qualità dei dati, i diversi approcci di sensor fusion e gli algoritmi AI possono reagire in condizioni ottimali verso una reazione positiva. È un dato di fatto, per quanto sia ben addestrato un algoritmo AI, una volta che il modello è compilato e distribuito ai dispositivi della rete, per la loro efficacia dipendono completamente da dati dei sensori affidabili e altamente precisi.

Questa interattività tra modalità del sensore, sensor fusion, elaborazione del segnale e AI ha effetti marcati sia sul progresso dei veicoli autonomi intelligenti e cognitivi, sia sulla fiducia con cui possiamo garantire la sicurezza di guidatori, passeggeri e pedoni. Tuttavia, tutto diventa irrilevante in assenza di dati dai sensori altamente affidabili, accurati, di alta precisione, assolutamente fondamentali per i veicoli a guida autonoma sicuri.

Esattamente come accade con qualsiasi tecnologia avanzata, più si lavora su questo tema, maggiore è il numero dei casi d'uso complessi che vengono identificati e che richiedono una soluzione. Questa complessità continuerà a destabilizzare la tecnologia attuale per cui, per affrontare a viso aperto questi problemi, dovremo attendere la prossima generazione di sensori e di algoritmi di sensor fusion.

Tuttavia, come spesso accade quando si parla di grandi innovazioni, l'aspirazione e l'intraprendenza umana verso i veicoli autonomi avrà un impatto positivo, rivoluzionario e di lunga durata sulla società. Il passaggio dalla guida assistita alla guida autonoma non solo migliorerà in modo drastico la sicurezza dei trasporti, ma porterà

anche enormi aumenti della produttività. Questo futuro dipende da una base solida di sensori ad alta integrità. Analog Devices si occupa di sicurezza Automotive e di ADAS da 25 anni. Oggi, ADI sta spianando il terreno per un futuro autonomo. Coordinato con centri di eccellenza nella navigazione inerziale e nel monitoraggio e nei sistemi radar & lidar ad alte prestazioni, il gruppo di lavoro per il trasporto autonomo di Analog Devices offre soluzioni per sensori, catene del segnale e alimentazione ad alte prestazioni, destinate a migliorare drasticamente capacità e prestazioni di questi sistemi, accelerando il nostro viaggio verso il futuro.

*A cura di Chris Jacobs*

*Vice President, Autonomous Transportation and Safety, Analog Devices, Inc.*



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/dalla-guida-assistita-alla-guida-autonoma-il-veicolo-a-capacita-cognitive-richiede-dati-da-sensori-a-elevata-integrita>

**THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY**

**SOCIAL CONNECTIONS**  
 + 83.000 (Facebook)  
 + 23.000 (LinkedIn)

**CATEGORIES**  
 COMPANIES/CONSULTANTS: 53 %  
 ACADEMICS/STUDENTS: 25 %  
 MAKERS/HOBBYISTS: 22 %

**+ 130.000 REGISTERED USERS**

**5.752 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS**  
**932.061 2018 ANNUAL VISITORS**

**Electronica Open Source**

# Blockchain per la prossima generazione di veicoli

di **Giordana Francesca Brescia**

**Gli Autonomous Driving Vehicles sono in grado di percepire il loro ambiente e gestire la navigazione senza la necessità di ricevere input umani. La tecnologia che è alla base dei veicoli a guida autonoma sta rivoluzionando il trasporto di merci e persone. In questo articolo esaminiamo come la blockchain technology può essere implementata alla guida autonoma.**

## INTRODUZIONE

La guida automatica rappresenta una delle sfide più importanti per il settore automotive. I veicoli a guida autonoma sono caratterizzati da un alto livello di efficienza ma anche da un aumento del **volume di dati prodotti** e del **numero di dispositivi intelligenti collegati ai veicoli**. La progettazione di infrastrutture decentralizzate basate sulla logica blockchain sta cambiando il settore dei trasporti, le spedizioni e la logistica. In questo articolo esaminiamo in dettaglio come la blockchain può rendere più efficienti sistemi automatizzati come gli Autonomous Vehicles, sistemi che presentano già molti vantaggi ma che necessitano di un know how per gestire la sicurezza legata al loro utilizzo. Una possibile soluzione ai problemi di sicurezza degli

AV risiede nell'uso della tecnologia blockchain che offre un registro decentralizzato e distribuito non decifrabile perché protetto da crittografia. Attraverso la blockchain i tentativi di accesso non autorizzato ai sistemi di controllo per gli AV o ai dati da essi raccolti sarebbero riconosciuti e respinti quasi istantaneamente, mantenendo al sicuro sia i conducenti che i pedoni. Anche se la sicurezza della blockchain venisse in qualche modo attaccata, gli effetti sarebbero minimi rispetto a un server centralizzato che potrebbe fornire l'accesso a tutti i veicoli contemporaneamente. Per operare in sicurezza in un sistema di traffico imprevedibile, gli AV devono essere in grado di **raccogliere e analizzare enormi quantità di dati in tempi molto brevi, dell'ordine dei millisecondi**. In caso di incidenti stradali, la velocità di reazione del

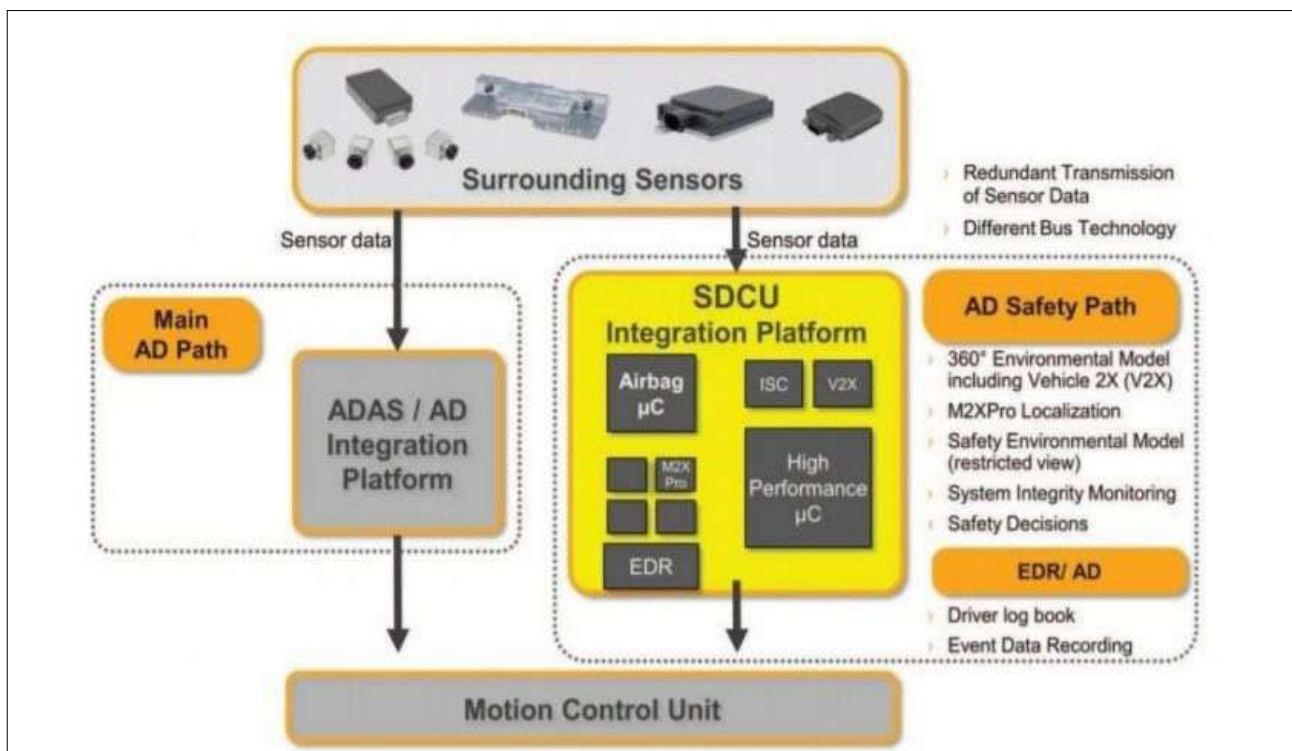


Figura 1. Architettura di un EDR per veicoli a guida autonoma

sistema può rappresentare la differenza tra la soglia di sicurezza e gli effetti irreversibili. Sebbene su un qualsiasi sistema AV possano verificarsi incidenti, un metodo efficace e rapido di gestione dei dati potrebbe ridurli al minimo. Blockchain può essere la soluzione che gli AV richiedono al problema della velocità di reazione e di analisi dei dati. Infatti la tecnologia blockchain potrebbe fornire agli AV la capacità di interpretare centinaia di informazioni al secondo, consentendo loro di reagire costantemente agli eventi e pronti ad agire più velocemente di quanto qualsiasi umano possa fare. Sebbene la maggior parte della ricerca che orbita attorno agli AV esalti le virtù dei loro sistemi di intelligenza artificiale, sensori altamente avanzati e processi di apprendimento automatico, potrebbe essere una blockchain a facilitare la loro definitiva diffusione su larga scala e l'implementazione tecnologica. La trasparenza e la facilità d'uso di blockchain potrebbero favorire un enorme ecosistema di veicoli autonomi ed essere da spinta per l'innovazione e la maggiore fiducia tra produttori e utenti della strada.

### **BLOCKCHAIN NEI SISTEMI DI TRASPORTO**

Come funziona esattamente blockchain nella gestione dei trasporti? Innanzitutto blockchain permette a piloti e passeggeri di comunicare direttamente tra loro senza l'intervento di intermediari. Per quanto riguarda il trasporto urbano blockchain permette di accedere al trasporto nella propria città e guadagnare token utili per caricare i mezzi di trasporto come auto, moto e scooter. Anche la logistica risulta fortemente innovata grazie alle consegne decentralizzate che permettono di inviare e ricevere colli con la semplice pressione di un pulsante. I veicoli autonomi comunicano tra loro e con i fornitori di servizi per consegne, addebiti e gestione della manutenzione. Tramite blockchain è anche possibile condividere la propria auto sulla rete e guadagnare token. La blockchain consente di avere un registro verificabile di dati storici, oltre a un sistema completamente decentralizzato che non è controllato da alcuna autorità centrale, banca o società. Si crea così uno standard di pagamento globale tra i veicoli e la loro infrastruttura di supporto, basato su un contratto intelligente che consente una cooperazione tra più veicoli e fornitori di servizi.

### **LA GESTIONE DEGLI INCIDENTI NEGLI AUTONOMOUS DRIVING VEHICLES**

Nel caso si verificano incidenti nei sistemi a guida autonoma, sono gli stessi veicoli a fornire le informazioni necessarie. La dinamica della gestione degli incidenti nei veicoli a guida autonoma si basa su un sistema di registrazione di eventi ispirato alla blockchain. Il veicolo

a guida autonoma può essere dotato di un dispositivo antimanomissione e un sistema di registrazione degli eventi verificabile. Anche utilizzando un banco di prova sperimentale si possono raggiungere risultati notevoli implementabili su larga scala. I veicoli autonomi adottano una varietà di tecnologie sensoriali, come fotocamera e ultrasuoni, per rilevare la propria posizione e utilizzare un sistema di controllo per interpretare informazioni al fine di identificare percorsi di navigazione appropriati o per evitare gli ostacoli e seguire i segnali stradali pertinenti. Può verificarsi che dei **veicoli** autonomi vengano coinvolti in incidenti che possono essere collisioni tra gli stessi veicoli autonomi o incidenti che coinvolgono anche veicoli convenzionali, o, ancora, incidenti con pedoni. Si pone il problema della registrazione e della verifica dell'evento per determinarne le responsabilità. Nel **sistema di registrazione degli eventi** gli incidenti sono registrati come transazioni recanti data e ora, che vengono salvate in un blocco in tempo reale a sua volta salvato su un registro distribuito. La blockchain protegge l'integrità e l'affidabilità dei dati degli incidenti in modo tale che gli eventi registrati forniscano delle vere e proprie prove rintracciabili e utilizzabili se necessario in indagini forensi. Utilizzando la tecnologia blockchain gli eventi vengono confermati e salvati in un nuovo blocco in modo rapido ed efficace senza la necessità di un'eccessiva potenza computazionale, permettendo così agli eventi di essere registrati in modo flessibile e affidabile. Un Event Data Recorder, comunemente chiamato EDR, è un registratore di dati di eventi dotato di un sistema di memorizzazione dei dati completamente innovativo e utilizzato per registrare informazioni sullo stato del veicolo in caso di collisione. I dati forniti da un EDR possono essere di varia natura: dati GPS relativi a tempi e posizioni assunte dal veicolo, dati ambientali, stato del sistema di guida e delle infrastrutture stradali, dati forniti dai sensori del veicolo, dati dei sistemi di sicurezza attivi. Gli EDR registrano continuamente dati fino all'arresto del veicolo o il verificarsi di un incidente. Un EDR registra dati sulla tipologia dell'impatto, il livello di severità, velocità, accelerazione, azioni di sterzo e frenata. Vengono registrati anche eventi simili a un crash, come un'improvvisa diminuzione della velocità del veicolo. Le informazioni fornite da un Event Data Recorder sono suddivise in cinque classi di appartenenza: Early pre-crash phase, da 30 secondi fino a 5 secondi prima che si verifichi la collisione, Near pre-crash phase, da 5 secondi prima della collisione fino all'impatto, Crash, dal momento della collisione fino a 0,25 secondi successivi, Near post-crash, dall'impatto fino a 5 secondi successivi, Far post-crash, da 5 secondi fino a 10 secondi dopo



l'impatto. A causa della sua installazione individuale e indipendente, una volta che l'EDR viene danneggiato o subisce un malfunzionamento, non c'è possibilità di ripristinare o verificare le informazioni memorizzate.

Gli eventi accidentali sono così archiviati in modo affidabile, verificabile e a prova di manomissione. L'implementazione della blockchain alla gestione degli incidenti che coinvolgono veicoli autonomi garantisce un sistema autogestito e decentralizzato per distribuire ed eseguire qualsiasi tipo di applicazione su reti veicolari senza un'autorità centrale di controllo. Il meccanismo del consenso è fondamentale per la natura decentralizzata della blockchain. Tutti i veicoli direttamente coinvolti in un incidente formano una rete veicolare basata su un'infrastruttura cellulare. I veicoli sono collegati a una rete cellulare per trasmettere e confermare i dati all'interno della corrispondente rete veicolare in modo da creare nuovi blocchi. Un aspetto importante è la correttezza e l'affidabilità delle registrazioni dei dati, come il numero dei veicoli coinvolti nell'evento, sia direttamente che come veicoli passanti. Pertanto è fondamentale registrare i dati degli eventi autenticati all'ora e nella posizione specifici dell'incidente. Le informazioni registrate potrebbero in seguito essere recuperate e sottoposte a un controllo incrociato. In primo luogo occorre raccogliere direttamente i dati degli eventi provenienti da entrambi i veicoli coinvolti nell'incidente. In seguito i dati relativi all'evento vengono verificati e salvati.

## SCENARI

Uno scenario possibile è quello in cui due veicoli chiamati veicolo A e veicolo B sono entrati in collisione in un incidente. I veicoli non direttamente coinvolti nella collisione sono detti veicoli testimoni che in questo caso, supponiamo, sono i veicoli C, D ed E. Tutti i veicoli, sia quelli direttamente coinvolti nell'incidente che i veicoli testimoni, generano i loro rispettivi dati dell'evento sulla base delle loro posizioni e li trasmettono via cellulare all'interno della rete veicolare. Tutti i dati dell'evento saranno poi verificati e salvati in un nuovo blocco che va a costruire progressivamente la catena di blocchi. Al verificarsi di un incidente viene creato un sottoinsieme di veicoli verificatori. Successivamente, viene generato un nuovo blocco dal veicolo verificatore. I veicoli testimoni generano e trasmettono i dati degli eventi nella rete veicolare, mentre i veicoli verificatori, in questo scenario H, I e J, si occupano della convalida dei dati dell'evento. Riepilogando lo scenario è:

- Veicoli direttamente coinvolti nell'incidente: A, B
- Veicoli testimoni: C, D, E
- Veicoli verificatori: H, I, J

Il lavoro dei veicoli testimoni è quello di generare dati di eventi, mentre i veicoli verificatori convalidano i dati degli eventi e generano un nuovo blocco. I veicoli testimoni sono vicini alla scena dell'incidente. Al contrario, i veicoli verificatori vengono scelti dinamicamente e si trovano in posizioni geografiche casuali anche lontano



Figura 2. Veicoli autonomi su strada con connessione visibile. Rendering 3D

dalla scena dell'incidente, il che li rende più neutrali e indipendenti.

Ad esempio se il veicolo B ha riportato la propria velocità come 90 km/h, mentre altri veicoli testimoni C, D ed E hanno riferito più alte velocità per B, è altamente probabile che il veicolo B disponeva di un sensore di velocità difettoso che lo faceva accelerare e che ha creato la collisione con il veicolo A.

I dati degli eventi registrati nel blocco potrebbero essere sottoposti a ulteriore verifica in seguito per determinare la causa e la responsabilità dell'incidente.

### **UN CASO APPLICATIVO DI GESTIONE DI AUTONOMOUS DRIVING VEHICLES: LA PIATTAFORMA DAV**

DAV è un protocollo di trasporto basato su blockchain, una rete di trasporto globale decentralizzata peer-to-peer. La rete DAV si basa su un protocollo open source e supporta le comunicazioni e le transazioni che coinvolgono i veicoli a guida autonoma. Il protocollo DAV consente a chiunque di poter utilizzare i servizi di trasporto e di mettere i propri veicoli sulla rete, creando un ecosistema di trasporto peer-to-peer decentralizzato.

DAV è un vero e proprio decentralized market in cui chiunque può acquistare e vendere servizi di trasporto autonomi.

Attraverso l'infrastruttura di rete di DAV, le persone che possiedono veicoli e le stazioni di ricarica sulla rete sono pagate per i servizi che possono fornire. Sfruttando questo sistema peer-to-peer, gli utenti della rete hanno accesso a un ampio sistema di AV e a un'infrastruttura di rete. DAV applica il principio dello scambio di valori peer-to-peer al trasferimento di cose fisiche connesse al settore dei trasporti, sfruttando sia la blockchain che la tecnologia emergente dei contratti intelligenti per consentire interazioni sicure dove nessuna parte ha bisogno di preoccuparsi della fiducia. Una rete decentralizzata può essere quindi utilizzata come un ecosistema di parti connesse, in particolare il protocollo DAV si riferisce a una serie di sistemi interconnessi che creano un'infrastruttura di trasporto open source.

L'intera rete è basata su questi protocolli che la rendono altamente scalabile.

Si genera il decentramento dei protocolli sulla comunicazione e le transazioni.

Ogni partecipante, sia esso cliente o veicolo, sulla rete ha un ID univoco che consente al sistema di tracciare le transazioni e creare contratti intelligenti che rimangono nella cronologia di quello stesso ID.

Tutti i membri della rete comunicano in modo decentralizzato in due differenti modi possibili: on blockchain

e off blockchain. La comunicazione on blockchain è il luogo in cui tutti i contratti intelligenti sono firmati e dove tutti i pagamenti e le altre transazioni avvengono. La comunicazione off blockchain è il luogo in cui i veicoli, le infrastrutture e i fornitori di servizi comunicano.

Un AV potrebbe inviare un messaggio che dice che sta cercando una stazione di ricarica, un parcheggio o una stazione di servizio e le stazioni vicine risponderanno con le offerte. Il veicolo poi procederà quindi a scegliere l'offerta migliore per ottenere il servizio richiesto. I fornitori di veicoli sono le società che forniscono veicoli per servizi su richiesta, i fornitori di infrastrutture forniscono alla rete stazioni di ricarica e parcheggio, mentre i fornitori di servizi offrono la manutenzione necessaria all'infrastruttura e ai veicoli.

Per la rete è importante la categoria finale dei membri di DAV, i fornitori di software e hardware che sviluppano la piattaforma open source di servizi personalizzati accessibili a tutti sulla rete.

### **CONCLUSIONI**

Grazie a blockchain viene creato un servizio sicuro e decentralizzato di sistemi di trasporto intelligenti e autonomi.

E' necessario realizzare sistemi adeguati e saper gestirli in modo da determinare la causa di eventuali malfunzionamenti e difetti o incidenti. Una delle soluzioni implementabili per avere completa autonomia sono i veicoli interconnessi.

Sebbene la comunicazione tra veicoli autonomi sia indubbiamente necessaria per la continua evoluzione della tecnologia, porta con sé una serie di problemi.

I dati comunicati tra AV possono assumere molte forme diverse, con veicoli che analizzano i dati in base alle abitudini di viaggio degli utenti per garantire un livello di servizio costantemente elevato. Tuttavia i protocolli di comunicazione wireless come Wi-Fi e Bluetooth presentano entrambi degli entry points di semplice accesso per gli hacker, se non adeguatamente protetti.

Resta aperta la sfida che si giocherà tutta sulle **tecnologie di connessione dei veicoli autonomi** e sulla gestione dei dati in totale sicurezza.

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/blockchain-per-la-prossima-generazione-di-veicoli>



## Analogica di Classe Mondiale da un Leader dei Microcontroller?

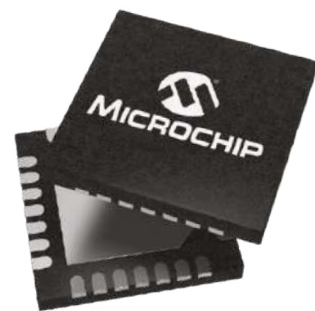
Se conosci Microchip solo come fornitore di MCU, stiamo per sbalordirti

La storia di successo di Microchip non potrebbe essere completa senza menzionare anche le nostre soluzioni analogiche. La nostra storia, come fornitore leader di soluzioni ma che offre anche un supporto completo alla progettazione ed un ampio portfolio di prodotti non include solo i nostri microcontroller.

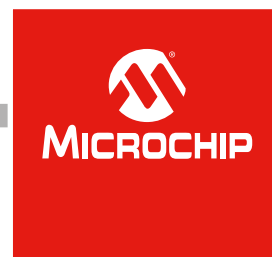
Offriamo infatti anche prodotti lineari, mixed-signal, per power management, termici e interfacce facili da implementare e di elevate prestazioni.

Quando utilizzati in combinazione, l'ampio portfolio Microchip può essere utilizzato in numerose applicazioni con i più vari requisiti di performance.

Avrai la possibilità, la flessibilità e la sicurezza di scegliere sempre la soluzione giusta per il tuo progetto, indipendentemente dai vincoli di progettazione. Approfitta della nostra esperienza e delle soluzioni di sistema complete per risparmiare tempo e semplificare la tua attività di progettazione.



**Inizia ora la tua storia di successo su:**  
[www.microchip.com/Real-Analog](http://www.microchip.com/Real-Analog)



# La Blockchain rivoluziona le comunicazioni tra veicoli a guida autonoma

di **Giordana Francesca Brescia**

*Grazie ai progressi legati all'apprendimento automatico e in seguito alla diffusione su larga scala delle smart city, molte aziende tecnologiche e case automobilistiche stanno investendo in ricerca e sviluppo nel settore dei veicoli a guida autonoma. Al contempo si rende necessario pianificare come i veicoli autonomi comunicheranno tra loro e altre infrastrutture. In questo articolo analizziamo il funzionamento delle comunicazioni Vehicle to Vehicle e Vehicle to Infrastructure, comunemente chiamate V2V e V2I. Si tratta di sistemi di comunicazioni che avvengono all'interno di una rete veicolare composta da Self Driving Vehicles e altre infrastrutture partecipanti.*

## INTRODUZIONE

La tecnologia blockchain ha raccolto attorno a sé una grande attenzione negli ultimi anni. Basandosi su una rete peer to peer nella quale i nodi comunicano tra loro direttamente, e sull'assenza di un controllo da parte di un'autorità centrale, blockchain apporta benefici come integrità, sicurezza e privacy nei settori nei quali viene implementata. In questo articolo analizziamo funzionalità e caratteristiche della tecnologia blockchain implementata ai veicoli a guida autonoma in termini di **comunicazioni interconnesse**. Un aspetto fondamentale da considerare è che il costo di produzione e alimen-

tazione dei dispositivi wireless è diminuito notevolmente. Questo ha prodotto una grande crescita nel settore dell'**Internet of Things (IoT)**, con le nuove generazioni di device che stanno acquisendo la connettività Internet. Nuove tecnologie che sono utilizzate per aumentare l'efficienza e la sicurezza nel trasporto su strada si affacciano nel mondo IoT potenziandolo. Blockchain è una tecnologia emergente che sfrutta un registro distribuito per consentire transazioni tra i nodi di una rete, senza la necessità di un controllo centrale o di un server. Inizialmente blockchain veniva implementata come sistema di pagamento elettronico peer to peer con la criptovaluta

Bitcoin che è stata la prima di molte criptovalute digitali attraverso le quali è possibile effettuare transazioni sicure senza l'intermediazione di una banca centrale. La struttura di registro decentralizzato offre vari vantaggi applicativi che non sarebbero disponibili nei classici modelli client server. Sebbene inizialmente le implementazioni più diffuse della blockchain siano state nelle valute digitali, molti altri settori hanno trovato un valore potenziale in questa tecnologia, basti pensare al **settore automotive** e alla **guida autonoma**, ai **sensori industriali** e l'**IoT**. La tecnologia blockchain utilizza il metodo di distribuzione delle informazioni per potenziare e migliorare le industrie e i processi in cui è ne-

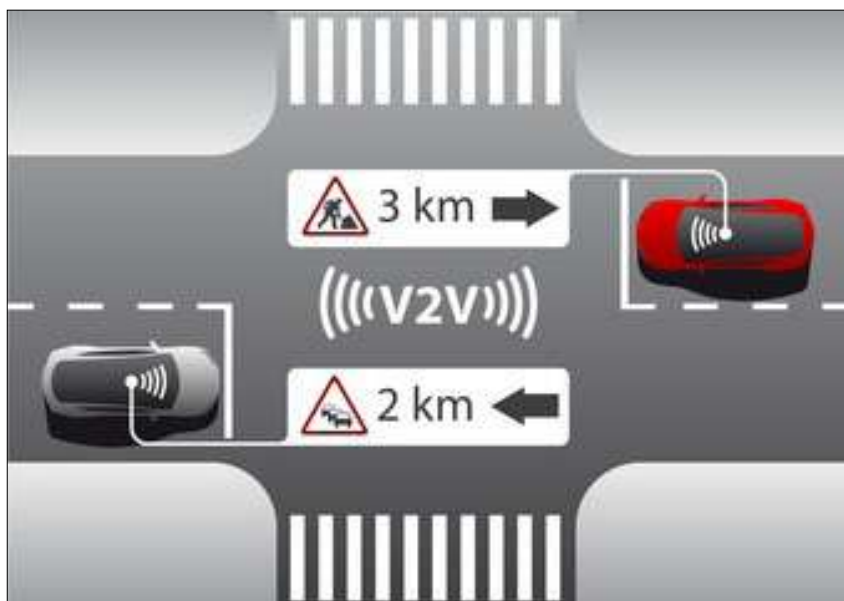


Figura 1. Comunicazione V2V. Scambio di dati tra auto a guida autonoma. Illustrazione vettoriale

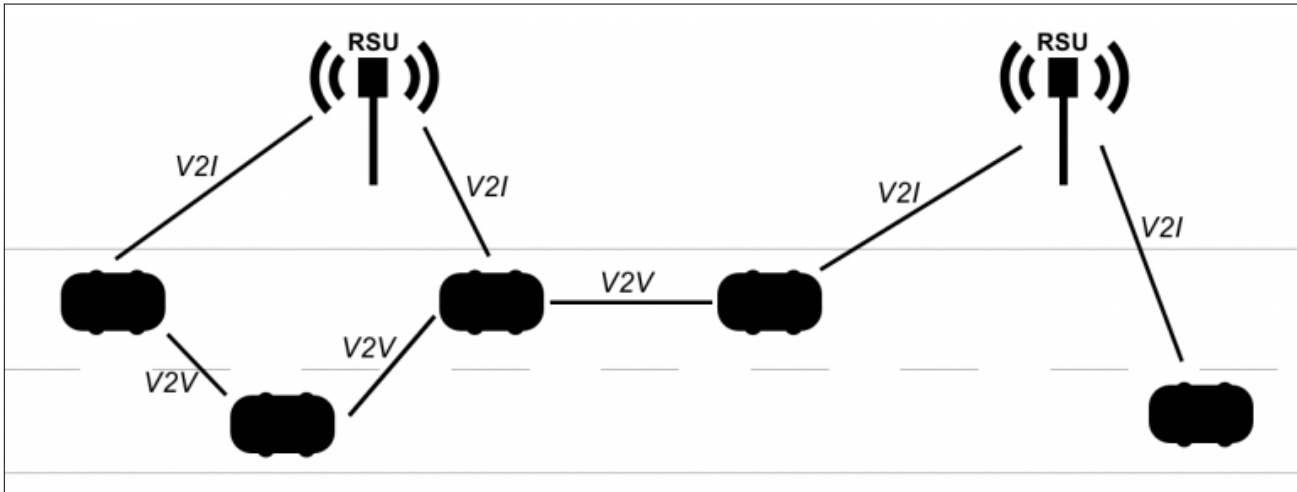


Figura 2. Comunicazioni Vehicle to Vehicle (V2V) e Vehicle to Infrastructure (V2I) in una rete peer to peer

cessario un livello di fiducia condiviso. In una blockchain l'intestazione di ogni transazione include un hash della transazione precedente. L'integrità delle transazioni è garantita dalla crittografia che rende blockchain un metodo di distribuzione delle informazioni sicuro e affidabile, anche grazie al meccanismo del consenso basato sulla firma digitale.

### COMUNICAZIONI TRA VEICOLI

L'intera gamma di tecnologie necessarie per implementare le interconnessioni in un veicolo autonomo e la rete a cui si connettono, spaziano dalla tecnologia di

rilevamento degli oggetti **LIDAR** in tempo reale, che si trovano a bordo del veicolo, per le decisioni di analisi del traffico basate sul cloud in un data warehouse, ai **sensori di rilevamento**.

I veicoli autonomi vengono classificati in base al livello di automazione, al tipo di controllo del veicolo e a come l'interazione umana agisce sulle comunicazioni interveicolari. La **Society of Automotive Engineers (SAE)**, classifica i livelli di automazione in:

- **No Automation**
- **Driver Assistance**
- **Partial Automation**

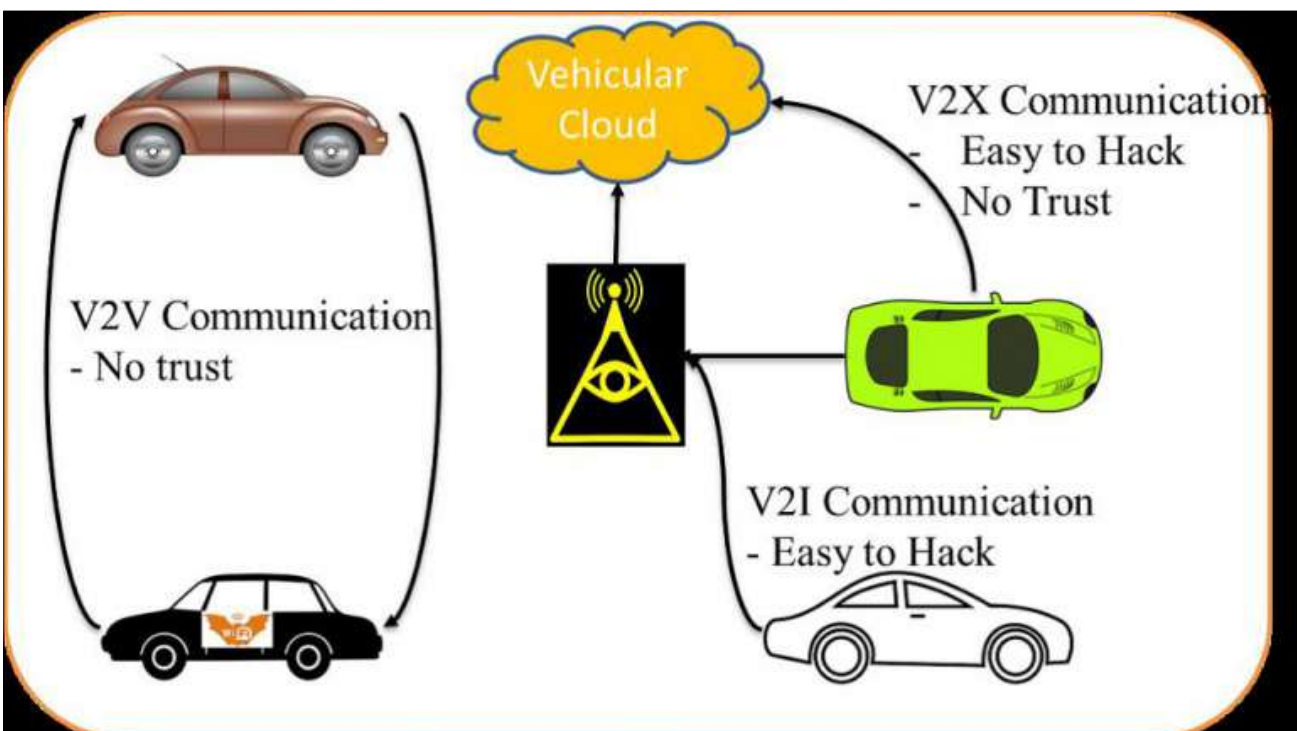


Figura 3. Modalità di connessione e comunicazione interveicolare per veicoli a guida autonoma

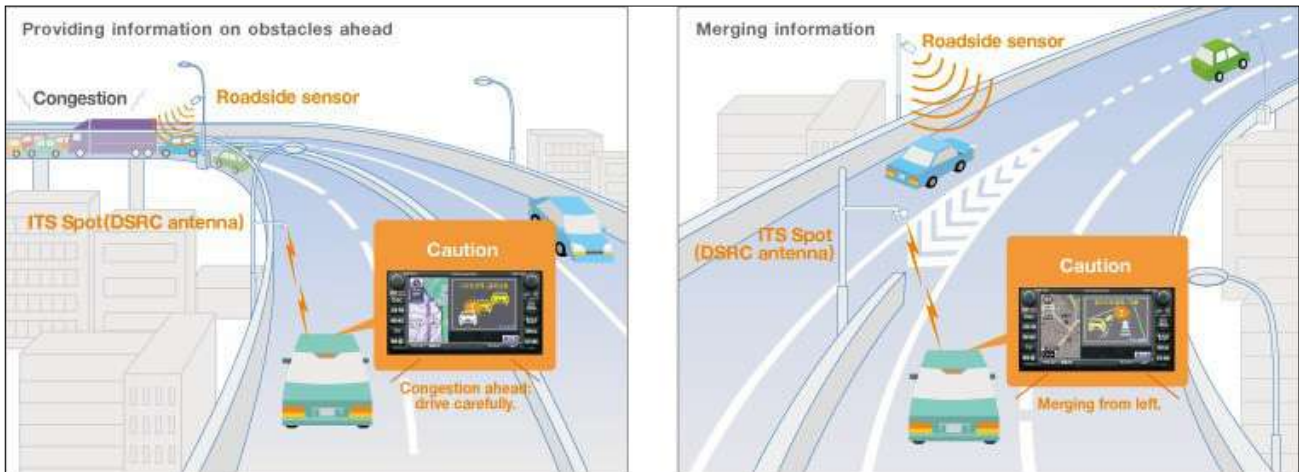


Figura 4. Esempi di applicazioni di sicurezza con l'integrazione di DSRC e sensori su strada

- **Conditional Automation**
- **High Automation**
- **Full Automation**

### **I PROTOCOLLI DI COMUNICAZIONE TRA VEICOLI A GUIDA AUTONOMA**

Ci sono diverse modalità di comunicazione tra i veicoli autonomi. Le principali sono **Vehicle to Vehicle (V2V)**, **Vehicle to Infrastructure (V2I)**, **Vehicle to Pedestrian (V2P)**, **Vehicle to Cloud (V2C)**, e **Vehicle to Everything (V2X)**. Considerata la natura della blockchain utilizzata per le reti peer to peer, possiamo dire con certezza che la blockchain può influire soprattutto sulle comunicazioni V2V e V2I. Vehicle to Infrastructure è un modello di comunicazione che consente ai veicoli di condividere informazioni con i componenti che supportano il sistema autostradale. Tali componenti comprendono **lettori e telecamere RFID** in testa, semafori, indicatori di corsia, lampioni stradali, segnaletica e parchimetri. La comunicazione V2I è in genere wireless e bidirezionale: i dati dei componenti dell'infrastruttura possono essere consegnati al veicolo su una rete ad hoc e viceversa. In modo simile alla comunicazione V2V, V2I utilizza frequenze di **comunicazione a corto raggio dedicate (Dedicated Short Range Communications)** per trasferire dati. Nel modello che esaminiamo ci sono dispositivi fissi chiamati RSU che vengono posizionati lungo le strade o agli incroci e che si connettono con i veicoli in arrivo, facilitano le interazioni e si connettono con altri dispositivi. Le comunicazioni Vehicle to Vehicle vengono eseguite attraverso una rete veicolare costituita da più veicoli autonomi in movimento. La comunicazione V2V permette a due veicoli di comunicare tra loro. Con l'aiuto di questa tecnologia, un veicolo può connettersi agli altri veicoli vicini e alle infrastrutture di supporto. L'o-

biiettivo principale dello sviluppo della tecnologia V2V è migliorare la sicurezza stradale e ridurre il numero di incidenti. E' possibile evitare gli incidenti se il veicolo che precede è in grado di comunicare chiaramente le proprie azioni al veicolo che lo segue. Per qualsiasi sistema di comunicazione V2V ci sono due elementi importanti: il veicolo di comunicazione e l'infrastruttura stradale con la quale avviene la comunicazione. La comunicazione effettiva avviene con l'ausilio di dispositivi di comunicazione wireless Dedicated Short Range Communications (DSRC). Questi dispositivi funzionano nella banda a 5,9 GHz con una larghezza di banda di 75 MHz che è stata assegnata separatamente solo per la comunicazione veicolare. L'intervallo approssimativo di questi dispositivi è 1000m. I dispositivi DSRC comunicano non solo con gli altri veicoli ma anche con l'infrastruttura stradale. Gli oggetti della comunicazione possono essere segnali stradali o nodi informativi installati sul ciglio della strada, la posizione, la velocità, la direzione del viaggio. Inoltre, quando i veicoli dotati di comunicazione V2V si trovano nel raggio di comunicazione reciproco, scambiano informazioni. Il sistema informa anche gli input dello sterzo forniti dal guidatore e improvvisi cambiamenti nelle condizioni di guida come la frenata o il cambio di corsia. Quando un veicolo si connette con le infrastrutture stradali, si verifica lo scambio di dati quali le informazioni sui segnali stradali, le condizioni meteorologiche e le condizioni del traffico nelle vicinanze. Pertanto, le informazioni ricevute da entrambi i modi, vale a dire V2V e V2I, vengono trasmesse con l'ausilio del sistema di interfaccia driver installato nella dashboard.

### **COME OPERANO LE COMUNICAZIONI V2I E V2V**

L'interazione Vehicle to Infrastructure, in modo simile a Vehicle to Vehicle, si basa sulle tecnologie di comuni-

cazione wireless. Vehicle to Infrastructure è lo **scambio wireless di dati critici di sicurezza e operativi** tra veicoli e infrastrutture autostradali, finalizzato principalmente ad evitare o attenuare gli incidenti automobilistici, ma anche consentire un'ampia gamma di altri vantaggi in termini di sicurezza, mobilità e ambiente. Le comunicazioni V2I si applicano a tutti i tipi di veicoli e tutte le strade e trasformano le infrastrutture classiche in infrastrutture intelligenti. Includono algoritmi che utilizzano i dati scambiati tra veicoli ed elementi dell'infrastruttura per eseguire calcoli che riconoscono in anticipo le situazioni ad alto rischio, con conseguenti avvisi preventivi attraverso azioni specifiche. Un vantaggio particolarmente importante è la capacità dei sistemi di segnali stradali di comunicare al veicolo le informazioni sulla fase del segnale e sul tempo a supporto dell'erogazione di avvisi di sicurezza attivi e di avvertenze. Il sistema di comunicazione Vehicle to Infrastructure possiede un'unità di bordo del veicolo, un'unità su strada e un canale di comunicazione sicuro. L'unità di bordo è composta logicamente da un ricetrasmittitore radio, tipicamente DSRC, un sistema GPS, un processore di applicazioni e interfacce con i sistemi del veicolo e l'interfaccia uomo macchina del veicolo HMI. Le unità di bordo forniscono le comunicazioni sia tra i veicoli e le RSU che tra il veicolo e altri veicoli vicini e possono trasmettere regolarmente messaggi di stato ad altre unità di bordo per supportare le applicazioni di sicurezza tra i veicoli. A intervalli, le unità di bordo possono anche raccogliere dati per supportare le applicazioni pubbliche e ospitano l'archiviazione di molte istantanee di dati, a seconda della memoria e della capacità di comunicazione. Dopo un certo periodo di tempo, i dati più vecchi vengono sovrascritti. Assemblano anche i dati del veicolo insieme ai dati GPS come una serie di istantanee per la trasmissione alla RSU. Le RSU possono essere montate in corrispondenza di interscambi, intersezioni e altre posizioni, ad esempio in corrispondenza di stazioni di rifornimento, fornendo l'interfaccia per i veicoli all'interno del loro raggio. Una RSU è composta da un ricetrasmittitore radio, in genere DSRC o WAVE, un processore di applicazioni e un'interfaccia alla rete di comunicazioni V2I, e possiede anche un'unità GPS collegata. Tramite un'interfaccia aggiuntiva, può supportare applicazioni di sicurezza dell'infrastruttura locale. La RSU è collegata alla rete di comunicazione V2I e usando la sua interfaccia con la rete di comunicazione V2I, può inviare dati privati. La RSU può anche gestire le priorità dei messaggi da e verso il veicolo. Sebbene l'unità di bordo abbia priorità definite all'interno delle sue applicazioni, anche la definizione delle priorità deve essere impostata all'inter-

no della RSU per garantire che non venga superata la larghezza di banda disponibile. Le applicazioni di sicurezza locali e da veicolo a veicolo hanno la massima priorità, i messaggi associati a varie applicazioni di reti pubbliche e private hanno una priorità inferiore, i messaggi di intrattenimento hanno la priorità più bassa. In un sistema di trasporto intelligente i sensori V2I possono acquisire dati infrastrutturali e fornire consigli in tempo reale ad esempio su condizioni stradali, congestione del traffico, incidenti, zone di costruzione e disponibilità di parcheggi. Allo stesso modo, i sistemi di supervisione della gestione del traffico possono utilizzare i dati dell'infrastruttura e del veicolo per impostare i limiti di velocità variabile e regolare la fase e la tempistica del segnale stradale per aumentare il risparmio di carburante oltre che regolare il flusso del traffico. L'hardware, il software e il firmware che permettono la comunicazione tra i veicoli e l'infrastruttura stradale, sono una parte importante del progetto dei veicoli senza conducente.

### CONNESSIONI WIRELESS

Le connessioni wireless maggiormente impiegate nelle comunicazioni interveicolari sono il DSRC, il Bluetooth, il WiFi, le reti mobili e short range radio. Per le applicazioni V2I vengono utilizzati gli stessi standard di comunicazione dei sistemi V2V. La tecnologia Bluetooth è una tecnologia di comunicazione wireless semplice, sicura e che può essere trovata quasi ovunque, come in molti dispositivi che vanno dai telefoni cellulari e computer ai dispositivi medici e nel gaming. Nei sistemi V2I, il Bluetooth può essere utilizzato per fornire un canale di comunicazione tra l'auto e i sistemi di segnali stradali. Allo stato attuale diversi produttori offrono dispositivi di controllo del traffico compatibili con Bluetooth. Questi sistemi rilevano i segnali anonimi Bluetooth trasmessi dai dispositivi Bluetooth visibili situati all'interno dei veicoli e trasportati dai pedoni.

I dati vengono quindi utilizzati per calcolare i tempi e i movimenti del traffico. Il Bluetooth è destinato a sostituire i cavi che collegano i dispositivi mantenendo elevati livelli di sicurezza. Il sistema di comunicazione WiFi (Wireless Fidelity) o WLAN (Wireless Local Network) si basa sugli standard 802.11 di IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). La famiglia 802.11 consiste in una serie di tecniche di modulazione over the air half duplex che utilizzano lo stesso protocollo di base. I più popolari sono quelli definiti dai protocolli 802.11b e 802.11g, che sono modifiche allo standard originale. La tecnologia di rete mobile più diffusa è GSM (Global System for Mobile Communications). Le applicazioni di sicurezza mirano a ridurre il numero di incidenti e a no-

tificare ai conducenti le informazioni ottenute attraverso le **comunicazioni tra i veicoli e i sensori installati su strada**.

Le tipiche applicazioni di sicurezza sono: avviso per situazioni pericolose come congestioni, incidenti, ostacoli e assegnazione prioritaria per veicoli di emergenza. Le applicazioni di efficienza garantiscono il migliore utilizzo delle strade e degli incroci. Queste funzioni possono operare localmente in corrispondenza di intersezioni o di una determinata sezione stradale o su una rete di grandi dimensioni.

Le applicazioni tipiche che possono migliorare l'efficienza del traffico sono la notifica di ingorgo, il riconoscimento preventivo di potenziali ingorghi, il controllo dinamico del semaforo, il controllo del traffico dinamico, la navigazione connessa. Il riconoscimento della targa serve come base per le applicazioni di pagamento. Le domande di pagamento potrebbero essere riferite al controllo di parcheggio, la tassa di congestione e il controllo del pedaggio autostradale. I servizi di informazione possono essere tipicamente i segnali stradali convenzionali o segnali stradali temporanei integrati con un segnale DSRC.

**CONCLUSIONI**

I principali vantaggi delle connessioni V2V e V2I sono senza dubbio una maggiore sicurezza stradale, riduzione delle congestioni del traffico e alleggerimento del flusso di veicoli su strada.

La sicurezza di passeggeri e pedoni è fortemente dipendente dalle comunicazioni interveicolari, per cui l'attenta progettazione e realizzazione dei protocolli di rete diventa una fase determinante nel trasporto intelligente che trasformerà la vita in un futuro molto prossimo.

Lo studio e la ricerca sono finalizzati anche a garantire una sempre maggiore sicurezza contro la minaccia dell'hacking, infatti essendo sistemi dipendenti dall'IT, sono vulnerabili agli attacchi.

In tale situazione, l'hacker potrebbe infatti modificare le informazioni visualizzate nel veicolo. Inoltre il costo di installazione del sistema V2V è ancora elevato, pur dipendendo molto dal modello del veicolo.

L'autore è a disposizione nei commenti per eventuali approfondimenti sul tema dell'Articolo. Di seguito il link per accedere direttamente all'articolo sul Blog e partecipare alla discussione:  
<https://it.emcelettronica.com/la-blockchain-rivoluzionaria-le-comunicazioni-tra-veicoli-a-guida-autonoma>

# THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY

CATEGORIES	
COMPANIES/CONSULTANTS	53 %
ACADEMICS/STUDENTS	25 %
MAKERS/HOBBYISTS	22 %

**SOCIAL CONNECTIONS**

**f + 83.000**

**in + 23.000**

**+ 130.000**  
REGISTERED USERS

5.752 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS

932.061 2018 ANNUAL VISITORS

**Elettronica Open Source**



# Nuovo controllore bidirezionale dc-dc 12V-12V per sistemi ridondanti a doppia batteria per automotive

di Analog Devices

La rivoluzione dell'auto a guida autonoma sta raggiungendo nuovi traguardi e lo si percepisce ovunque. Le aziende automotive stanno organizzando joint-venture con i giganti dell'high-tech, quali Google e Uber, e con importanti start-up per sviluppare veicoli autonomi di nuova generazione, che cambieranno le nostre strade e autostrade, ponendo le basi per le smart city del futuro. Per accelerare tale sviluppo, stanno sfruttando innovazioni tecnologiche quali machine learning, Internet of Things (IoT) e cloud computing. Più precisamente, i **veicoli autonomi** contribuiranno alla rivoluzione industriale già innescata dai popolari servizi di ridesharing, quali Uber e Lyft. Le tessere del mosaico si stanno componendo per creare un mondo in cui i veicoli intelligenti e autonomi diventino il futuro dei trasporti.

## INTRODUZIONE

Prima o poi, per raggiungere un certo livello di autonomia, tutte le vetture a guida autonoma saranno dotate di sensori, telecamere, radar, GPS ad alte prestazioni, sistemi LIDAR (light detection and ranging), intelligenza artificiale (AI) e machine learning.

Connettività all'IoT sicura e scalabile, data management e soluzioni cloud sono componenti altrettanto importanti, perché forniscono una base resiliente e prestazioni elevate sulle quali raccogliere, gestire e analizzare i dati dei sensori.

L'avvento del veicolo connesso ha implicazioni sociali

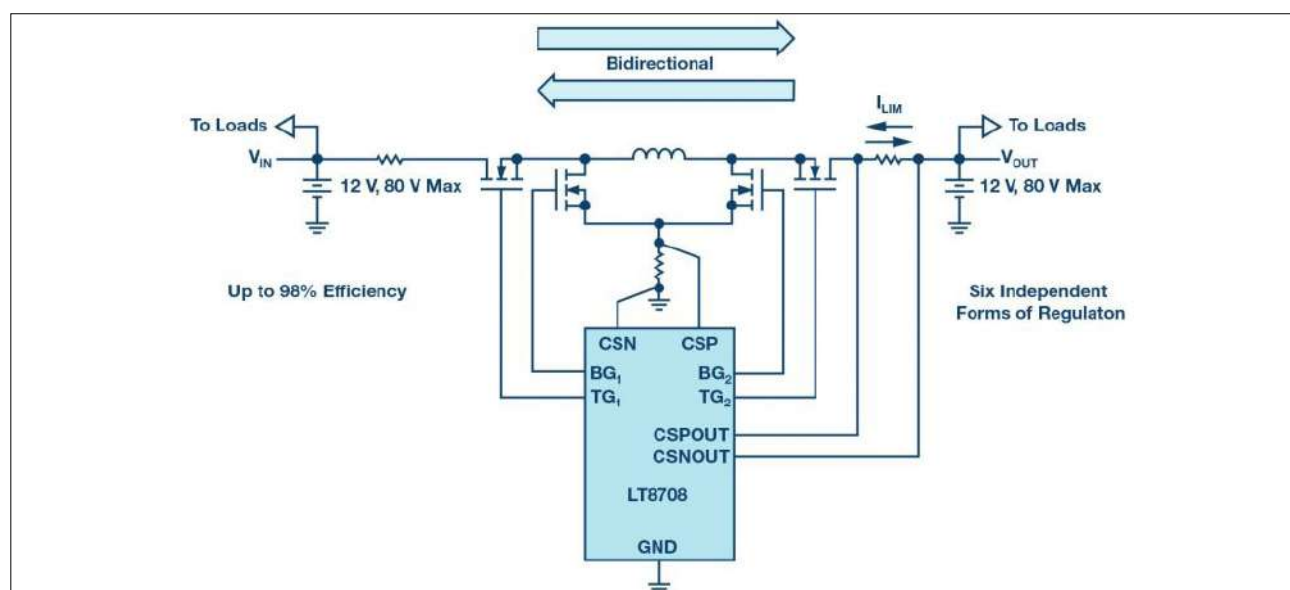


Figura 1: Schema semplificato di un'applicazione bidirezionale, a doppia batteria da 12 V con LT8708.

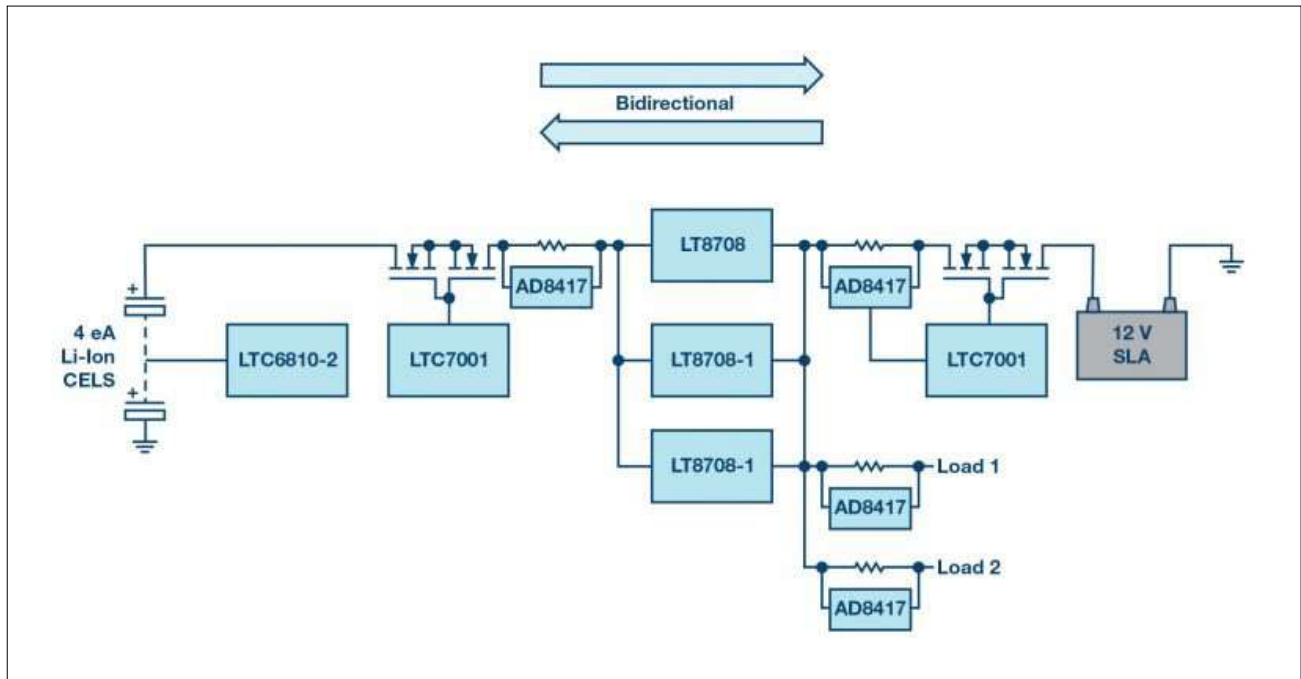


Figure 2: Schema a blocchi della soluzione completa, per un sistema ridondante.

di vasta portata, dai benefici ambientali alla sicurezza aumentata. Avere meno automobili in strada significa anche ridurre i gas che generano l'effetto serra, consentendo un minore consumo energetico e una migliore qualità dell'aria.

**Sia per le auto a guida autonoma sia per le reti stradali intelligenti, telemetria endpoint, smart software e cloud costituiscono fattori di abilitazione essenziali. Le telecamere e i sensori a bordo dei veicoli a guida autonoma raccolgono una grandissima quantità di dati, che devono essere elaborati in tempo reale, per mantenere la vettura nella corsia appropriata e poterla guidare in sicurezza fino a destinazione.**

Il networking basato su cloud e la connettività sono componenti altrettanto importanti. I veicoli a guida autonoma saranno dotati di sistemi di bordo che supporteranno le comunicazioni machine-to-machine, consentendo loro di apprendere da altri veicoli su strada per poter eseguire aggiustamenti che tengano conto delle variazioni meteorologiche e delle deviazioni per lavori in corso e detriti sulla carreggiata. Algoritmi avanzati e sistemi di deep learning sono essenziali per garantire che le vetture a guida autonoma possano adattarsi velocemente e automaticamente agli scenari in evoluzione.

Al di là dei componenti specifici, quali scalabilità dell'infrastruttura di cloud computing e gestione intelligente dei dati, nei sistemi "mission critical" è necessaria la ridondanza, fonti d'alimentazione incluse. Sono già disponibili soluzioni a batteria ridondante rilasciate in pre-

cedenza, come l'**LTC3871** che lavora con due batterie aventi caratteristiche di tensione differenti, una Li-Ion da 48 V e una batteria piombo-acido da 12 V. Tuttavia, la maggior parte di queste soluzioni preesistenti non fornisce ridondanza per tensioni di batteria identiche, come per due accumulatori da 12 V, 24 V o 48 V.

Chiaramente è necessario un convertitore dc-dc buck-boost bidirezionale che possa operare tra due batterie a 12 V. Un convertitore dc-dc di questo genere dovrebbe essere utilizzato per caricare entrambe le batterie e permettere che le medesime forniscano corrente allo stesso carico. Inoltre, in caso di guasto di una di queste batterie è necessario identificarla e isolarla rispetto all'altra, di modo che quest'ultima continui a fornire alimentazione al carico senza alcuna interruzione. La recente introduzione del controllore bidirezionale dc-dc **LT8708** di Analog Devices svolge questa funzione critica, permettendo il collegamento di due batterie della stessa tensione.

### **SOLUZIONE CON UN SOLO IC BI-DIREZIONALE**

L'**LT8708** è un regolatore switching buck-boost bidirezionale con un livello di efficienza del 98%, in grado di operare tra due batterie della stessa tensione, ideale per sistemi ridondanti per vetture a guida autonoma: può funzionare da una tensione di ingresso che si trova sopra, sotto o allo stesso livello di quella d'uscita, rendendolo adatto a due batterie da 12 V, 24 V o 48

Amplificatore	Pin	Definizione
EA1	IMON_INN	IIN Negativa
EA2	IMON_ON	IOUT Negativa
EA3	FBIN	Tensione VIN
EA4	FBOUT	Tensione VOUT
EA5	IMON_INP	IIN Positiva
EA6	IMON_OP	IOUT Positiva

Tabella 1. Amplificatori di errore (da EA1 a EA6)

V, comunemente impiegate in veicoli elettrici e ibridi. L'LT8708 funziona interposto tra le due batterie e previene lo spegnimento del sistema nel caso di guasto di una delle due; può essere utilizzato anche in sistemi a doppia batteria 48 V/12 V e 48 V/24 V.

L'LT8708 utilizza un singolo induttore e funziona in un intervallo di tensione d'ingresso da 2,8 V a 80 V, generando una tensione d'uscita da 1,3 V a 80 V, fornendo una potenza di diversi kilowatt, a seconda della scelta dei componenti esterni e del numero delle fasi.

Semplifica inoltre la conversione di potenza bidirezionale nei sistemi di backup batteria/condensatore, che richiedono la regolazione, sia diretta sia inversa, di VOUT, VIN, e/o IOUT, IIN,. Le sei modalità di regolazione indipendenti di questo dispositivo ne consentono l'utilizzo in numerose applicazioni.

L'LT8708-1 può essere utilizzato in parallelo all'LT8708 per aumentare potenza e numero di fasi.

L'LT8708-1 funziona sempre come slave rispetto al master LT8708, può essere sincronizzato in opposizione di fase ed è in grado di fornire la stessa potenza.

**È possibile collegare fino a 12 unità slave a un singolo master, con l'aumento proporzionale della potenza e della capacità di erogazione di corrente dell'intero sistema.**

La corrente diretta e inversa può essere monitorata e limitata sia in ingresso al convertitore sia in uscita. Tutti i quattro limiti di corrente (diretta di ingresso, inversa di ingresso, diretta d'uscita e inversa d'uscita) possono

essere impostati indipendentemente usando quattro resistenze. Tramite l'utilizzo del pin direction (DIR), il chip può essere configurato per trasferire potenza da VIN a VOUT o da VOUT a VIN, una soluzione ideale per automotive, solare, telecom e sistemi alimentati a batteria. L'LT8708 è disponibile in package QFN da 40 pin di 5 × 8 mm. Sono disponibili tre intervalli termici di funzionamento, due da -40°C a +125°C per i range esteso e industriale e uno automotive per alta temperatura da -40°C a +150°C. La figura 1 mostra uno schema elettrico semplificato dell'LT8708 usato come convertitore bidirezionale 12V-12V.

### SOLUZIONE COMPLETA

Lo schema blocchi in figura 2 mostra gli altri componenti, necessari per completare il circuito per la ridondanza a doppia batteria in un'applicazione automotive.

Come illustrato, l'LT8708 lavora con due integrati LT8708-1 per implementare una soluzione a 3-fasi in grado di fornire fino a 60 A in entrambe le direzioni. Per applicazioni di potenza più elevata è possibile aggiungere ulteriori dispositivi LT8708-1, fino a un numero di fasi pari a 12, o anche superiore. L'AD8417 è un amplificatore bidirezionale a sense di corrente che rileva il flusso della c da-e-verso le batterie.

Quando questa corrente eccede un valore predeterminato, lo switch statico NMOS di high-side dell'LTC7001 apre i MOSFET back-to-back, per isolare entrambe le

batterie dal circuito.

L'LT8708 esegue il monitoraggio delle batterie al litio. La misura della tensione di ogni singola cella della batteria viene eseguita in modo accurato e con un errore complessivo inferiore a 1,8 mV; il dispositivo è anche in grado di effettuare la misura ridondante della tensione di cella.

L'LT8708 è dotato di interfaccia isoSPI™ per le comunicazioni a lunga distanza, ad alta velocità, con immunità RF e il supporto del funzionamento bidirezionale. Il dispositivo include anche un sistema per il bilanciamento passivo di ogni cella con controllo PWM del duty cycle.

### PANORAMICA SUL CONTROLLO

L'LT8708 fornisce una tensione d'uscita che può essere superiore, inferiore o uguale a quella di ingresso.

Permette anche il monitoraggio e la regolazione bidirezionale della corrente sia all'ingresso sia in uscita. L'architettura di controllo ADI utilizza una resistenza di sense di corrente sull'induttore nelle regioni di funzionamento buck, boost o buck-boost.

La corrente dell'induttore viene controllata dalla tensione sul pin VC, il quale rappresenta l'uscita combinata di sei amplificatori di errore interni, da EA1 a EA6, che possono essere utilizzati per limitare o regolare le rispettive tensioni o correnti, come illustrato in Tabella 1. La tensione VC ha un intervallo tipico min-max di circa 1,2 V. La tensione massima VC induce il più elevato valore di corrente positiva dell'induttore, provocando il maggior trasferimento di potenza da VIN a VOUT.

La tensione minima VC induce il più elevato valore di corrente negativa dell'induttore, provocando conseguentemente il maggior trasferimento di potenza da VOUT a VIN.

In un semplice esempio di regolazione di VOUT, il pin FBOUT riceve il segnale di feedback della tensione VOUT, che viene confrontato con la tensione di riferimento interna EA4. Una tensione bassa su VOUT fa salire VC, quindi, una corrente più elevata scorre in VOUT. Al contrario, un livello più alto di VOUT riduce VC, diminuendo così la corrente in VOUT o arrivando anche a prelevare corrente e potenza da VOUT.

Come citato in precedenza, l'LT8708 è anche dotato di capacità di regolazione bidirezionale della corrente sia in ingresso sia in uscita.

La corrente su VOUT può essere regolata o limitata nella direzione diretta e inversa (rispettivamente EA6 e EA2).

**La corrente su VIN può essere altrettanto regolata o limitata nella direzione diretta e inversa (rispettiva-**

**mente EA5 e EA1).**

In un'applicazione comune, VOUT potrebbe essere regolato utilizzando EA4, mentre i restanti amplificatori di errore monitorano la condizione di overcurrent in ingresso o uscita oppure una situazione di undervoltage all'ingresso. In altre applicazioni, come nei sistemi di backup a batteria, è possibile caricare a corrente costante (EA6) una batteria collegata a VOUT fino a una tensione massima (EA4) e, all'occorrenza, è anche possibile invertire il processo per fornire alimentazione a ritroso verso VIN usando gli altri amplificatori di errore per regolare VIN e limitare la massima corrente.

Per ulteriori informazioni su questo soggetto potete consultare le specifiche dell'LT8708.

### CONCLUSIONI

L'LT8708 porta un nuovo livello di prestazioni, controllo e semplificazione nei sistemi automotive dc-dc a doppia batteria con identica tensione.

Sia utilizzandolo per il trasferimento di energia tra due fonti d'alimentazione nei sistemi ridondanti sia per il backup d'alimentazione nelle applicazioni mission critical, l'LT8708 consente agli utenti il funzionamento da due batterie o due super condensatori alla stessa tensione. Questa possibilità rappresenta, per i progettisti di sistemi automotive, un valido aiuto nel tracciare il percorso verso nuovi progressi nell'elettronica delle vetture, permettendo di essere più efficienti e sicure.

*A cura di Bruce Haug*



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/nuovo-controllore-bidirezionale-dc-dc-12v-12v-per-sistemi-ridondanti-a-doppia-batteria-per-automotive>

# + 130.000

REGISTERED USERS

5.752 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS

932.061 2018 ANNUAL VISITORS

THE BIGGEST  
**EMBEDDED**  
**COMMUNITY**  
IN ITALY

SOCIAL CONNECTIONS

 + 83.000

 + 23.000

## CATEGORIES

COMPANIES/CONSULTANTS

**53 %**

ACADEMICS/STUDENTS

**25 %**

MAKERS/HOBBYISTS

**22 %**

