

la rivista di soluzioni & innovazioni

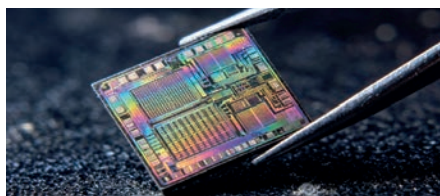
ELETRONICA



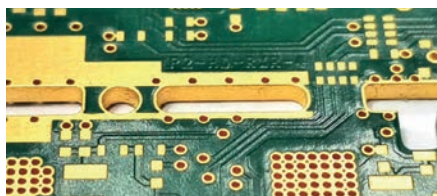
Progettazione | Produzione | PCB

www.elettronica-tech.it

Anno I | 1



SPECIALE ANTI-CONTRAFFAZIONE:
STRATEGIE E TECNICHE PER DIFENDERSI



PROGETTARE IL PCB: GESTIRE I VINCOLI
E LA QUALITÀ NELLA PRODUZIONE



EMBEDDED: AX-E0 DI AROX | DEV-KIT
CHE ACCELERANO I PROGETTI



IL LABORATORIO CHE LAVORA AL RITMO DELLA TUA PRODUZIONE



24H

Tempo di risposta medio

27

Procedure di test

125M+

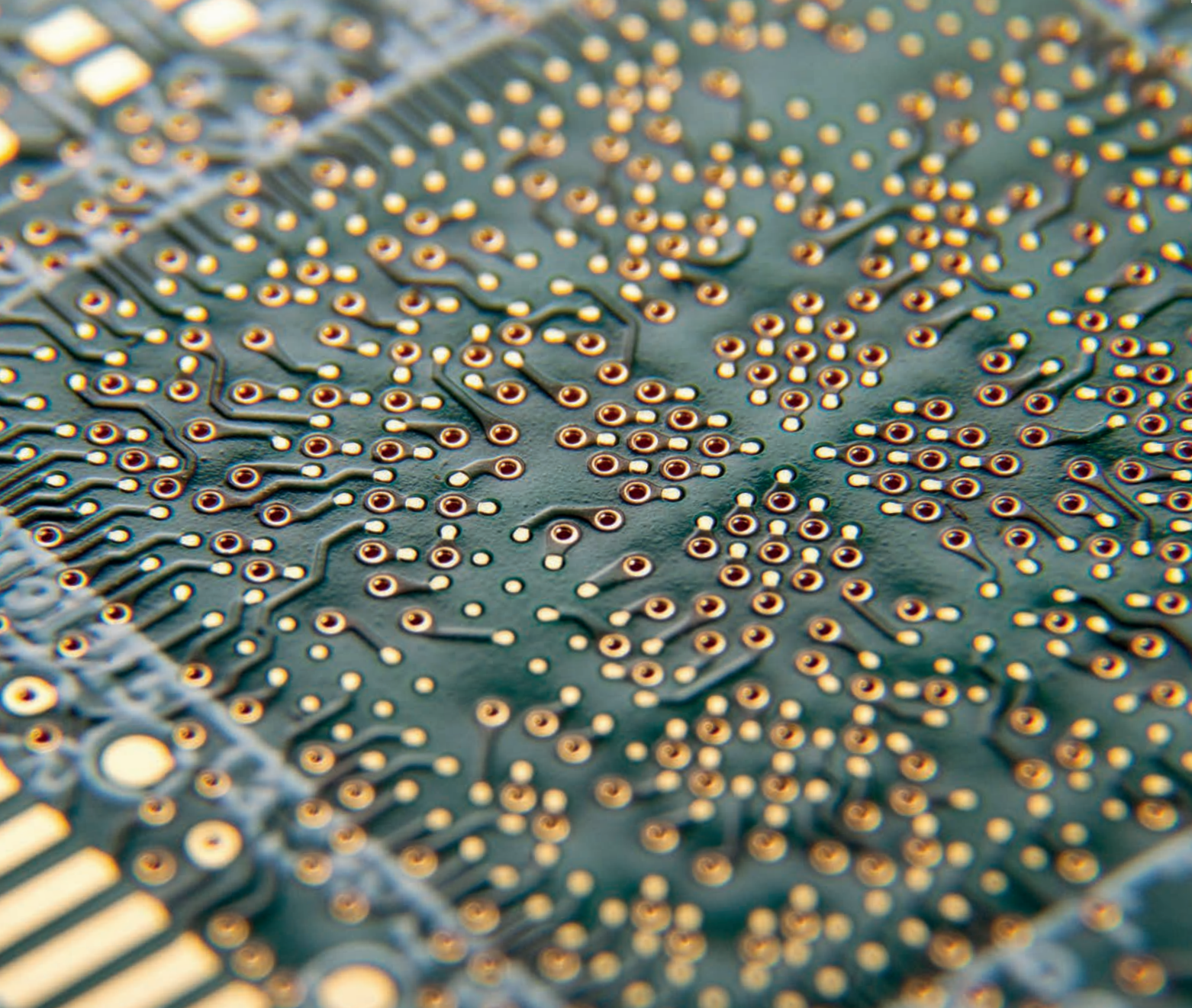
Componenti verificati

www.chip1.com

ISO 9001 · AS6081 · AS9120 · ERAI · ESD



FW Communication



ASSICURIAMO LE FORNITURE DI PCB GRAZIE ALLA SUPPLY CHAIN MADE IN ITALY



Il **plant produttivo** hi-tech di Mogliano Veneto, ci permette di intervenire con **piani di emergenza che ti evitano fermi produttivi**. Questo è il vantaggio di avere una **supply chain non completamente dipendente dal far-east**.

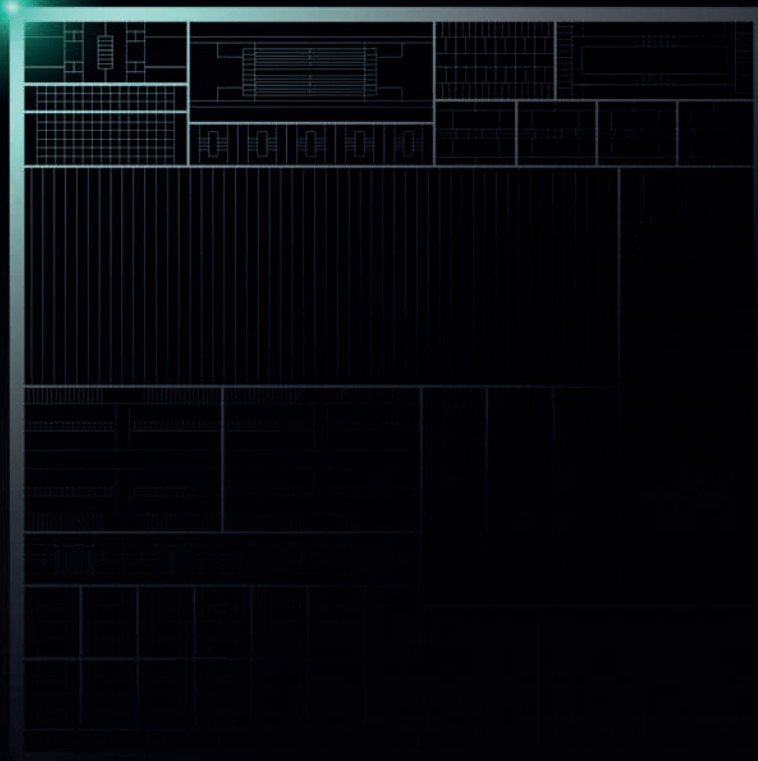
www.albapcb.com

SCOPRI I 10 MOTIVI

per cui Alba PCB Group può soddisfare ogni tua richiesta



AROX



Embrace the new era
of microcontrollers

AROX.COM

SOMMARIO

PRESENTAZIONE

5

122 anni e non sentirli

di Fritz Walter

EDITORIALE

7

Overture, si alza il sipario

di Piero Todorovich

SPECIALE ANTI-CONTRAFFAZIONE

8

**Componenti contraffatti:
conoscere i rischi
per evitare disastri**

di Piero Todorovich

SPECIALE ANTI-CONTRAFFAZIONE

13

**Acquistare online
evitando i passi falsi**

Redazione



27

AUTOMOTIVE



8

SPECIALE ANTI-CONTRAFFAZIONE

SPECIALE ANTI-CONTRAFFAZIONE

19

**Usare al meglio le
informazioni per evitare
i componenti contraffatti**

Redazione

SPECIALE ANTI-CONTRAFFAZIONE

23

**Tecniche attrezzature e
servizi per riconoscere i chip
contraffatti**

Redazione

AUTOMOTIVE

27

**L'evoluzione delle reti a
supporto dell'automobile
"software defined"**

Redazione

AEROSPACE

31

**Sistemi d'antenna ESA:
le soluzioni per fare i test
e le validazioni**

di Reggie Rector

COMPONENTI

37

**L'impiego delle connessioni
a compressione
nei sistemi critici**

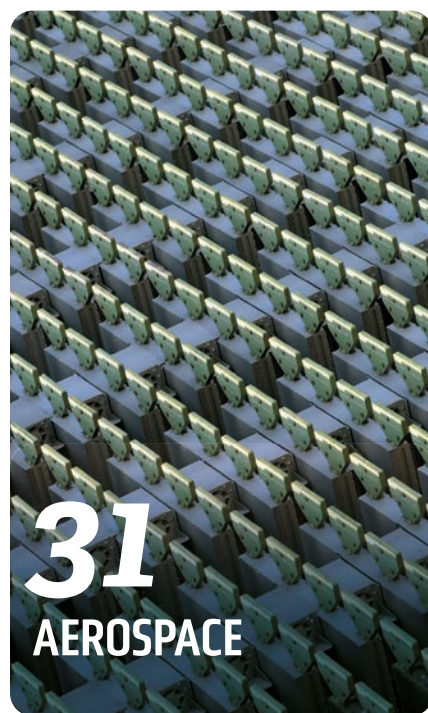
di Jerry Metcalf

EMBEDDED

44

**Le schede "rugged"
per gli ambienti ostili**

di Filippo Fossati



31

AEROSPACE

EMBEDDED

48

Scegliere il kit di sviluppo su misura per ridurre i costi e accelerare il delivery del prodotto

di Daniel Ford

EMBEDDED

55

AX-Eo: il microcontrollore riscrive le regole del basso consumo

Redazione

TEST & MISURA

57

Misure precise in corrente: come farle bene, non solo in DC

di Horst Bezold e John Burk



SICUREZZA

61

Cyber Resilience Act: l'impatto della normativa sulla progettazione elettronica

di Alessandro Curioni

SENSORISTICA E CONTROLLO

65

Sensori smart intelligenti: dal monitoraggio continuo l'opportunità per decisioni migliori

di Ivan Scordato

PRODUZIONE: PCB

69

Progettare il PCB: come disegnarlo bene e facilitare la produzione

Redazione

PRODUZIONE: PCB

73

Qualità degli stampati: tutti i parametri per valutarla

di Steve Mansfeld-Devine


NEWS

Huawei Microchip LAPP	40
RohM TDK	41
Cyient Renesas	43
Qualcomm Mouser	52
Hilscher Sysgo	53
Keysight Rohde & schwarz Siglent	60
Panasonic industry Heidenhain Murata	68
Nortech Elettronica FAE Technology Alba PCB	79



REDEL

Nuova serie SP

IP68 [2 m / 2 h] 

Design straordinario per prestazioni eccellenti

Design unico - sistema flessibile di inserti di contatto.

Sistema Push-Pull interno brevettato: protegge i vostri progetti e preserva l'integrità del sistema contro le imitazioni.

Resistenza meccanica agli urti rinforzata per garantire un'eccezionale durata e una maggiore vita utile del prodotto.

Elevata densità di contatti - fino a 22 pin in un ingombro compatto di \varnothing 15,5 mm.

Modelli **IP68** disponibili (quando accoppiati).

Leggera ma robusta, progettata per resistere agli ambienti più impegnativi.



122 anni e non sentirli

Il concetto di componentistica elettronica moderna ha origine in un arco di tempo che si può far iniziare ai primi del Novecento, ma con due momenti di svolta fondamentali.

*Il primo è la nascita dei **componenti attivi a vuoto**. Nel 1904 **John Ambrose Fleming** inventa il diodo a tubo a vuoto (la "valvola di Fleming"), e nel 1906-1907 **Lee de Forest** aggiunge un terzo elettrodo creando il triodo (l'Audion). È proprio il triodo a segnare la nascita dell'elettronica vera e propria, perché per la prima volta un componente è in grado di amplificare un segnale, non solo di raddrizzarlo. Da qui parte l'era dei tubi a vuoto, che domina radio, telecomunicazioni e primi calcolatori fino agli anni '60.*

*Il vero passaggio alla componentistica moderna, però, coincide con l'avvento dello **stato solido**. Il 1947 è una data chiave: ai **Bell Labs, John Bardeen, Walter Brattain e William Shockley** realizzano il primo transistor. Il transistor sostituisce il tubo a vuoto con un dispositivo a semiconduttore molto più piccolo, affidabile, economico e a basso consumo, aprendo l'elettronica miniaturizzata.*

*Ci sarebbe un terzo grande salto; arriva tra il 1958 e il 1959 con il **circuito integrato**, sviluppato in modo indipendente da **Jack Kilby** (Texas Instruments) e **Robert Noyce** (Fairchild Semiconductor): l'idea di integrare più componenti su un unico chip di silicio è il fondamento di tutta l'elettronica contemporanea.*

Infine, arriviamo al 2026, 122 anni dopo, nell'era dell'intelligenza artificiale, dei computer quantistici, di battaglie per il dominio del silicio e di battaglie per le terre rare finalizzate alla produzione di componenti elettronici di ultima generazione.

*Arriviamo quindi al 2026 e all'uscita del primo numero di **Elettronica TECH**, il nuovo magazine di soluzioni e innovazione della **FW Communication**. Un contenitore editoriale che coinvolge e coinvolgerà un gruppo di oltre 10 professionisti con più di **300 anni di esperienza** nel mondo dell'editoria specializzata del settore.*

***Elettronica TECH** nasce dal desiderio di colmare un vuoto editoriale che, come imprenditore, ho prima provato a coprire tramite il coinvolgimento di storiche testate tecniche di settore che ero pronto a rilevare (con l'acquisto) al fine di rivitalizzarle, partendo dal presupposto che l'elettronica ti entra nel sangue e non può essere solo una figurina per poter dire "ho anche la rivista di elettronica" o facendo richieste economiche fuori da ogni logica.*

*E allora eccoci qui. Ecco a voi **Elettronica TECH**. Grazie a chi ha collaborato alla realizzazione di questo primo numero. Grazie ai clienti che ci hanno dato fiducia in questo nuovo progetto editoriale complementare a quanto già fatto con successo con la rivista sorella Elettronica AV. Grazie alle imprese che vorranno contribuire alla realizzazione dei prossimi numeri della rivista fornendoci contenuti tecnici di qualità. Ed infine, grazie all'electronic community che da oggi torna ad avere uno spazio di confronto tecnico per tutte le dinamiche collegate al modo della produzione elettronica, dei pcb e della progettazione.*

Buona lettura e... ad maiora!

Fritz Walter

IL SUMMIT DELL'ELETTRONICA INDUSTRIALE

TERZA EDIZIONE

MILANO · LUNEDÌ 30 NOVEMBRE 2026 · A PARTIRE DALLE 15:30

SAVE THE DATE

30 - 11 - 26

Strategie e visioni per il futuro dell'elettronica industriale in Italia.



■ FOCUS 2026 – LA DISTRIBUZIONE DI COMPONENTI ELETTRONICI

IES
INDUSTRIAL
ELECTRONIC
SUMMIT

LA NUOVA SEDE

Centro Congressi Gadames 57

Via Privata Gadames 57
20151 Milano

L'APPUNTAMENTO

Dopo il successo delle prime due edizioni, il team di **ELETTRONICA AV** annuncia la data del prossimo **Industrial Electronic Summit**: la giornata più importante dedicata all'elettronica industriale in Italia. L'edizione 2026 dedica un focus speciale alla **distribuzione di componenti elettronici**.

Contattaci per partecipare o per il coinvolgimento della tua azienda come sponsor.

www.ies-milan.it · info@ies-milan.it · Tel. 0331 1423622

ORGANIZZAZIONE A CURA DI
Periodico indipendente di informazioni e opinioni
ELETTRONICA
mercati | imprese | innovazione

Sappiamo bene che fare elettronica, al giorno d'oggi, non è saper simulare un circuito o scrivere un codice elegante per un microcontrollore, bensì tutt'altra musica: combattere quotidianamente con componenti che non si trovano, difetti che emergono in fase di produzione e normative sempre più stringenti da rispettare.

Proprio per questo apriamo il primo numero di Elettronica-Tech con un ampio **Speciale sulla contraffazione**. Non fate l'errore di pensare che i falsi siano un problema dell'ufficio acquisti o della produzione: un progetto basato su componenti di nicchia, prossimi all'obsolescenza o disponibili presso un unico fornitore è vulnerabile in partenza. Per questo presentiamo una mappa ragionata dei rischi, delle risorse online per valutare l'affidabilità delle controparti. A chi questo non basta parliamo anche delle attrezzature di

Ouverture, si alza il sipario

laboratorio per smascherare i chip fasulli. Rimanendo sul terreno della concretezza, affrontiamo il mondo della **produzione dei PCB**. Passare dal CAD alla realtà fisica nasconde molte insidie. Ecco quindi i suggerimenti su come gestire la planarità con i multistrato, come calcolare le sezioni e prevedere le aree di rispetto. Sveliamo inoltre il significato di dati tecnici nei report di qualità, fondamentali per valutare le produzioni e la compatibilità con l'ambiente operativo del prodotto finale. Spostandoci sui sistemi, esploriamo con Filippo Fossati le **schede embedded rugged**, vere e proprie macchine di sfondamento per portare l'AI sull'edge. E se le pressioni sul time-to-market vi tolgono il sonno, non perdetevi l'articolo dedicato ai Dev Kit.

A completare il quadro, troverete le panoramiche su alcuni ambiti di punta. A cominciare dall'auto, sempre più software defined, per scoprire l'**evoluzione delle reti "on board"** e del bus audio A2B. In ambito aerospace affrontiamo invece il tema dei test e delle validazioni dei sistemi che impiegano gli **array di antenne ESA**. Specialista dell'ambito industriale, Ivan Scordato ci parla dei sensori smart per il monitoraggio. Dimenticatevi i vecchi trasduttori che vomitano dati grezzi e le dashboard con grafici incomprensibili. I **nuovi MEMS** acquisiscono, elaborano e classificano dati on-chip, vi toccano sulle spalle e vi dicono qual è il cuscinetto guasto.

Infine, un tema che nessuno di noi può più ignorare: la sicurezza. Alessandro Curioni ci spiega cosa comporta il **Cyber Resilience Act (CRA)** europeo e perché, se progettate una scheda I/O, un pannello HMI, un dispositivo qualsiasi con software e interfacce di rete, siete già in prima linea. E attenzione al calendario, perché non c'è tempo da perdere.

Buona lettura e, soprattutto, buona progettazione!

Piero Todorovich



Componenti contraffatti: conoscere i rischi per evitare disastri

di Piero Todorovich

La contraffazione non colpisce soltanto i chip obsoleti o introvabili sul mercato, ma segue la domanda, si adatta alle tensioni della supply chain e assume forme sempre più sofisticate: dai componenti rimarcati ai lotti riciclati e fuori specifiche. Conoscere il fenomeno, le fragilità del sourcing e le risorse per la difesa è oggi importante per garantire la qualità dei prodotti, fin dalla progettazione.

La contraffazione dei componenti elettronici non è un problema confinato ai broker opachi o alle emergenze di approvvigionamento: è una vulnerabilità strutturale della supply chain moderna, che si manifesta ogni volta che prezzo, disponibilità e time-to-market prevalgono sulla tracciabilità. Oggi i falsi non si presentano più soltanto come copie grossolane, ma come componenti sempre più credibili: chip recuperati e rimarcati, lotti non conformi rivenduti come RoHS, parti fuori specifiche che

diventano versioni qualificate per applicazioni industriali o automotive, fino a dispositivi apparentemente identici agli originali, ma privi dei requisiti elettrici, termici o di affidabilità richiesti. In questo scenario buyer, progettisti e laboratori qualità si trovano a condividere una stessa responsabilità: riconoscere i segnali di rischio prima che il componente entri in linea. Difendersi dalla contraffazione non è facile, richiede tecnologie sofisticate ed è un impegno chiave per chi lavora nella filiera della componen-

tistica elettronica. Non è estraneo nemmeno chi progetta, primo responsabile delle scelte che possono determinare, presto o tardi, dei rischi nell'approvvigionamento.

I numeri della contraffazione

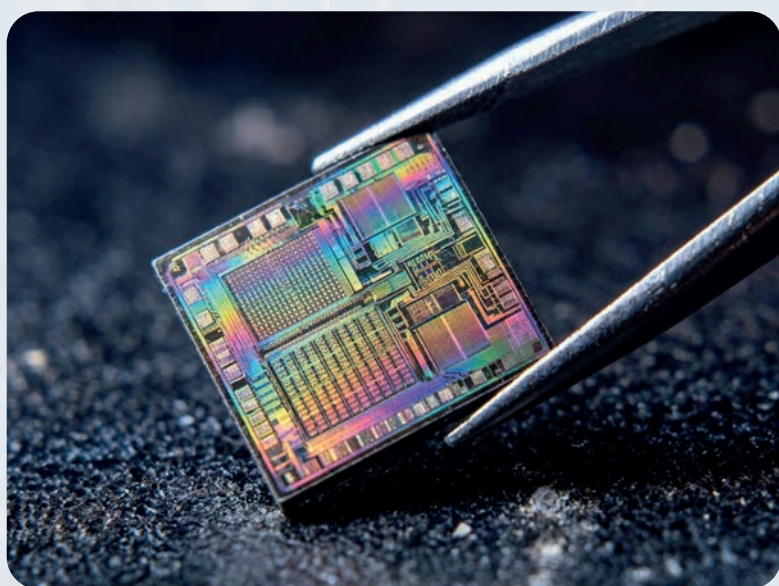
Secondo l'ultimo rapporto **ERAI - l'Electronics Resellers Association International**, tra gli organismi di riferimento mondiali per il monitoraggio sulla filiera dei componenti - il 2025 ha segnato un'inversione di tendenza nella piaga della contraffazione, con una diminuzione delle segnalazioni: 748, in calo del 29% rispetto all'anno precedente. Il 2024 si era infatti caratterizzato negativamente come "anno di picco" del fenomeno, con ben 1.055 casi.

Nonostante l'aumento significativo delle vendite globali di semiconduttori registrato nel 2025 (del 25,57% rispetto al 2024, secondo la **Semiconductor Industry Association**) non si è osservata una corrispondente crescita dei componenti contraffatti. La spiegazione più ovvia di questo apparente miracolo è che circa il 35% della crescita registrata nello scorso anno sia stata sostenuta dalla domanda dei componenti di fascia alta per l'intelligenza artificiale: chip troppo complessi per essere contraffatti e soggetti ai controlli di conformità normativa.

Le tipologie di componenti colpiti dalla contraffazione sono, nell'ordine, gli IC logici programmabili, gli IC analogici, i microprocessori e le memorie, con una quota del 60% rappresentata da chip obsoleti e fuori produzione. Una quota significativa delle segnalazioni all'ERAI (36%) riguarda comunque i componenti in produzione, smontando il mito che sia la scarsità a creare le condizioni per la contraffazione. I falsificatori inseguono la domanda e, in testa ai prodotti presi di mira, ci sono marchi noti - **Xilinx, Analog Devices, Altera e Texas Instruments**. Un target che si allarga: nel 2025 il 23,37% dei marchi citati nelle segnalazioni a ERAI era nuovo alla contraffazione; nel 2024 era il 21%.

Quali sono i componenti soggetti a contraffazione

La contraffazione si esprime con modalità molto diverse con danni che vanno dalla necessità di dover riacquistare una partita, alle perdite economiche e reputazionali se i componenti falsi sono scoperti troppo tardi, all'interno del ciclo di produzione. Accanto ai chip vuoti - package apparentemente normali ma che all'interno non contengono alcun die - sono diffusi i componenti rigenerati, recuperati da schede dismesse, ripuliti e rivenduti come nuovi. Spesso con pin rilavorati per nascondere l'ossidazione e nuove marcature laser o a tampone per connotarli come lotti recenti. Altra categoria ricorrente è quella dei chip datati contenenti piombo, riciclati e rivenduti come conformi con la normativa RoHS. Si può incorrere inoltre in scarti di produzione o versioni a bassa prestazione rimarchiati con le sigle dei modelli più richiesti, oppure qualificati per le classi automotive/industrial a cui non erano originariamente destinati. Il fenomeno riguarda anche transistor di potenza, relè, connettori, pulsanti e cavi che vengono contraffatti sostituendo i materiali (rame con alluminio o acciaio ramato) riducendo spessori, falsificando le certificazioni e i marchi di conformi-





Daniel Tamanini, Director of Global Quality Assurance & Quality Control di Chip1 Exchange

Quando ha avuto a che fare per la prima volta con i componenti contraffatti?

Ho avuto il mio primo contatto nel 2008, poco dopo aver completato gli studi in ingegneria con specializzazione in microelettronica. All'epoca ero responsabile della gestione operativa di un laboratorio esterno specializzato nell'individuazione delle contraffazioni e nell'analisi delle cause dei guasti. Io e il mio team ed io eravamo coinvolti nelle indagini sui componenti sospetti. Molti dei casi erano, per gli standard odierni, piuttosto semplici: dispositivi rietichettati, riconfezionati, package senza il die oppure non funzionali che imitavano l'aspetto del componente. Queste contraffazioni erano facili da identificare mediante ispezione visiva delle marcature del package e con le tecniche d'analisi di base, cosa ben diversa dalle sofisticazioni di oggi.

Come ha visto evolvere nel tempo la contraffazione?

Il rilevamento delle contraffazioni richiede oggi conoscenze approfondite della tecnologia dei semiconduttori e dei processi di

L'opinione dell'esperto

produzione rispetto a 15–20 anni fa. Mentre le prime contraffazioni potevano essere individuate con ispezioni visive, analisi a raggi X o decapsulazione semplice, i componenti contraffatti moderni replicano con accuratezza le marcature esterne, le caratteristiche del package e persino alcune funzionalità elettriche di base. Per difendersi serve oggi un approccio di autenticazione multilivello.

Quello che noi abbiamo adottato prevede l'esame di 65 parametri differenti per stabilire se un componente è autentico, tra questi ci sono: caratteristiche fisiche, materiali, elettriche, costruttive e di tracciabilità. Solo combinando i risultati di più metodi analitici — come caratterizzazione elettrica avanzata, imaging a raggi X, microscopia acustica, decapsulazione, ispezione del die, analisi dei materiali e verifiche della supply chain — si possono avere risultati affidabili.

Quali sono attualmente le tecniche e i processi efficaci per identificare i componenti contraffatti?

Partiamo sempre da un'ispezione di controllo qualità (QC) standard. Lo screening iniziale comprende misure dimensionali dei componenti, ispezione microscopica dettagliata delle superfici del package e delle finiture dei terminali, oltre a un esame interno mediante imaging a raggi X. Viene inoltre eseguito di routine un test con acetone sul package per identificare operazioni di blacktopping o rietichettatura. In base ai riscontri di questa ispezione iniziale, l'analisi può essere approfondita con tecniche investigative più avanzate. Queste possono comprendere la caratterizzazione dei materiali,

test di saldabilità e rilevamento di "ghost markings" tramite Scanning Acoustic Microscopy (SAM). I ghost markings indicano che le marcature originali del componente sono state rimosse e sostituite. A seconda del livello di sospetto e criticità dell'applicazione, si va su decapsulazione, ispezione del die, caratterizzazione elettrica e confronti comparativi con campioni autentici.

Oltre alla raccomandazione di acquistare da canali e distributori affidabili, cosa è importante per mitigare i rischi?

Approvvigionarsi di componenti elettronici a livello globale richiede rapporti solidi e trasparenti con i fornitori. L'affidabilità e le prestazioni del fornitore sono fondamentali per mitigare i rischi e non far entrare componenti contraffatti nella supply chain. Per questo motivo valutiamo il fornitore sulla base di ogni consegna per qualità, conformità, tracciabilità, capacità di reazione e risultati delle ispezioni in ingresso. Il monitoraggio continuo ci permette d'identificare i trend e mantenere una rete di fornitori affidabile.

Le capacità d'ispezione sia dal lato del fornitore sia lato cliente sono fattori chiave, assieme all'adozione di processi strutturati per la qualifica del fornitore. Audit regolari, revisioni delle prestazioni, gestione delle azioni correttive e impegno tecnico continuativo garantiscono il mantenimento degli standard richiesti. La mitigazione del rischio di contraffazione richiede una combinazione di capacità analitiche avanzate, rigorosa gestione dei fornitori e partnership a lungo termine basate su trasparenza e fiducia.

tà, con effetti critici sulla sicurezza e sulla loro durata nel tempo.

Progettisti in prima linea

Quando un componente contraffatto finisce in magazzino, o peggio nell'elettronica di un prodotto finito, il problema non è soltanto della produzione. Spesso ha origine nelle scelte di progetto che hanno privilegiato componenti vulnerabili agli umori societari o commerciali dei loro produttori, alle tensioni geopolitiche o ad altre vicissitudini che ne hanno causato problemi di disponibilità e costretto i buyer ad avventurarsi fuori dei circuiti abituali di fornitura. Chi progetta i circuiti conosce molto bene i componenti e le loro caratteristiche, ma raramente ha contezza su supply chain e logistica. Le scelte che compie possono però essere determinanti nel lavoro degli uffici acquisti e di produzione, per garantire la disponibilità delle parti nelle quantità, nei tempi e con la flessibilità utile al time-to-market. Ecco perché è importante che nella progettazione ci sia grande trasparenza e collaborazione tra i reparti interni aziendali. Dal lato della progettazione è importante la trasparenza e la condivisione delle motivazioni alla base delle scelte dei componenti. Serve un processo di valutazione allargato quando queste vanno a incidere sulle dinamiche e la flessibilità del sourcing. Anche questo può contribuire a ridurre l'esposizione ai rischi causati dal fenomeno della contraffazione.

Le regole d'oro per cautelarsi

La responsabilità del progettista nel prevenire i rischi aziendali derivanti dall'impiego di chip contraffatti è più concreta di quanto normalmente si pensi, anche se indiretta. Dalle scelte fatte in fase di progetto deriva la "pressione" che l'ufficio acquisti o la produzione dovranno sostenere per trovare sul mercato i componenti necessari nell'arco di vita del prodotto.

Evitare componenti obsoleti o prossimi all'EOL nella concezione del progett-

to è la misura più semplice ed efficace. I componenti fuori produzione o classificati NRND (Not Recommended for New Designs) sono sistematicamente i più colpiti dalla contraffazione: chi li cerca sul mercato aperto lo fa per necessità, e chi li vende sa che le alternative sono poche. Il progettista che sceglie deliberatamente un componente ancora disponibile, con roadmap lunga e almeno due fonti alternative qualificate, riduce drasticamente il rischio a valle.

Progettare in funzione dell'approvvigionamento significa inserire nella BOM, fin dal concept, le alternative pin-to-pin già qualificate, non come varianti di fallback, ma come parte integrante della strategia di design. Un progetto con un unico fornitore possibile su un componente critico è un progetto vulnerabile in partenza.

Evitare componenti di nicchia non necessari è un'altra leva. Specifiche troppo stringenti e componenti poco noti, scelti per ottimizzazioni marginali delle prestazioni, tendono a esporre inutilmente ai falsificatori, perché il mercato di riferimento è ristretto e la verifica difficile. Quando è possibile scegliere tra un componente mainstream e uno più sofisticato, ma che in quel progetto non dà un valore aggiunto percepibile, la scelta del mainstream ha un valore che va oltre il risparmio sui costi.

Segnalare attivamente i rischi all'ufficio acquisti è un cambio di prospettiva culturale che poche aziende hanno adottato sistematicamente. Il progettista ricerca continuamente informazioni e sa quali componenti della BOM sono più critici e potenzialmente esposti al rischio della contraffazione. Questa conoscenza, se non è condivisa con i reparti che fanno procurement, è inutile.

Per approfondimenti
inquadrare
questo QR code





**ONE MISSING CHIP
can stop everything.
We don't let that happen.**

**FRANCHISED. OPEN-MARKET. OBSOLETE.
CHIP 1 KEEPS YOUR LINE ALIVE.**

SECURE YOUR SUPPLY LINE
→ www.chip1.com

Acquistare online evitando i passi falsi

a cura della Redazione

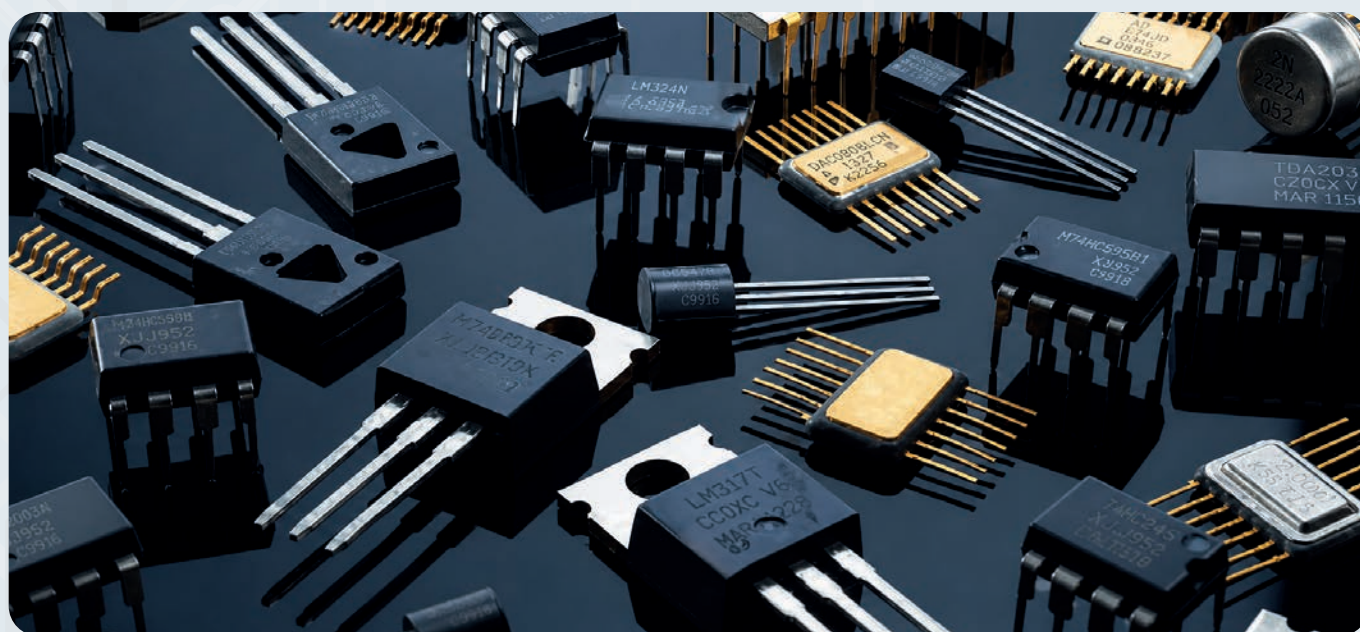
Motori di ricerca specializzati e marketplace online aiutano i progettisti e gli uffici acquisti a trovare i componenti meno reperibili – perché esauriti a causa dell'eccessiva domanda oppure esclusi dai canali ufficiali per obsolescenza – senza dare garanzie sull'affidabilità delle controparti e nei confronti di partite contraffatte o difettose. Vediamo quali risorse utilizzare per costruire una prima linea di difesa.

L'approvvigionamento dei componenti non segue sempre binari lineari e percorsi prevedibili. Sotto il pressing delle esigenze di reworking o di shortage improvvisi, chi acquista si trova spesso costretto a uscire dall'autostrada del canale primario autorizzato per imboccare vie molto più tortuose. Nelle nuove produzioni l'obiettivo è selezionare componenti aggiornati e facilmente reperibili, ma nella vita reale esistono situazioni d'emergenza – manutenzioni su apparati installati, modifiche su sistemi legacy, workaround per componenti a fine vita o introvabili – che richiedono una gestione differente del sourcing. Quando un chip non è più disponibile nei canali ufficiali, buyer e progettisti si affidano a motori di ricerca globali per

setacciare il mercato, accettando però un rischio maggiore di incorrere in componenti contraffatti o fuori specifiche. Di seguito analizziamo i motori più usati, distinguendo tra aggregatori "aperti" (che includono i broker e il mercato secondario) e portali "trusted", focalizzati sul solo canale autorizzato, oltre alle garanzie che possono mitigare i rischi per chi acquista componenti online.

Gli aggregatori aperti: disponibilità con qualche rischio

Octopart (Gruppo Altium) è tra gli strumenti di ricerca e procurement più popolari tra i progettisti hardware. Offre un'interfaccia curata e un database ricco di dati tecnici, modelli CAD e footprint, oltre a informazioni su prezzi,



disponibilità, stato del ciclo di vita (attivo, obsoleto, NRND) e sulle conformità ambientali (RoHS, REACH). Il suo punto di forza è l'integrazione nativa con Altium Designer: il progettista può controllare disponibilità e prezzi direttamente dall'ambiente ECAD, mentre disegna lo schema o il PCB. Octopart aggrega sia i grandi distributori di componentistica (Mouser, DigiKey, Arrow e altri) sia broker indipendenti e distributori del mercato secondario; va da sé che la qualità dei componenti dipende dalle garanzie offerte dal fornitore delle parti scelte, da valutare già in fase d'ordine.

FindChips (Gruppo Supplyframe / Sie-

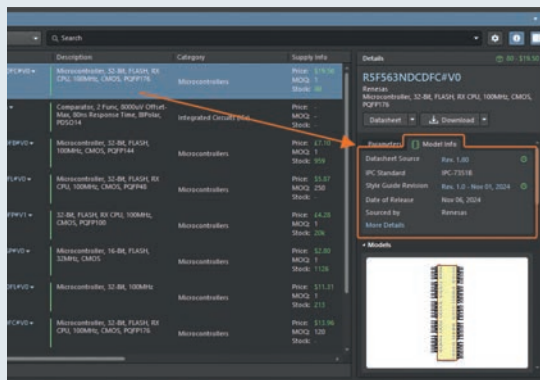


Figura 1: Il Manufacturer Part Search di Altium Designer con cui le informazioni contenute nel database Octopart sono rese immediatamente fruibili al progettista nell'ambiente di ECAD.

mens) è un altro nome ricorrente sulle scrivanie dei reparti acquisti dell'industria italiana. Le sue risorse online sono apprezzate per essere snelle ed

Garanzie anti-contraffazione: SAE AS6081, AS6496, AS5553

Quando si è costretti a uscire dai canali autorizzati e ricorrere a broker o mercato secondario, diventa essenziale appoggiarsi a fornitori che adottino standard per il contrasto alla contraffazione. SAE AS6081 è lo standard di riferimento per gli independent distributors che acquistano dal mercato aperto: richiede un sistema qualità certificato (es. ISO 9001 o AS9120), politiche formali anti-contraffazione, valutazioni di rischio dei fornitori, ispezioni e test obbligatori sui lotti ad alto rischio, tracciabilità documentata e procedure di segregazione e gestione dei componenti sospetti. Scegliere broker certificati AS6081 o che dimostrino l'adozione sostanziale delle sue pratiche riduce sensibilmente il rischio di componenti falsi o alterati. Per gli operatori del canale autorizzato, SAE AS6496 definisce i requisiti per prevenire l'ingresso di componenti fraudolenti nella distribuzione in franchising: il distributore autorizzato deve acquistare solo dall'OCM o da fonti da esso approvate, mantenere una tracciabilità completa lungo tutta la catena logistica,

documentare processi di controllo in ingresso e in uscita e disporre di procedure per identificare, isolare e gestire le parti sospette. Portali come TrustedParts richiedono l'adesione a questi requisiti come condizione di partecipazione, offrendo così un ulteriore livello di garanzia sulla filiera. Chi progetta e integra sistemi (OEM/EMS) dovrà tenere come riferimento lo standard SAE AS5553 che definisce i requisiti per la prevenzione dei componenti elettronici fraudolenti/contraffatti, con focus su qualificazione dei fornitori, ispezioni, test e gestione dei casi sospetti. Gli standard SAE nascono in ambito statunitense e aerospaziale, ma oggi sono

adottati in modo crescente anche in Europa, soprattutto nei settori avionico, difesa, medicale e automotive per le parti safety-critical. In questi contesti vengono spesso resi di fatto obbligatori dai requisiti di qualifica dei clienti o dagli schemi di certificazione (es. AS9100/AS9120) più che da norme esplicite. In Asia il quadro è eterogeneo: grandi player giapponesi, coreani o taiwanesi nell'elettronica avanzata solitamente adottano gli stessi standard SAE per operare sulle catene globali, mentre in altri segmenti della manifattura elettronica l'attenzione alla contraffazione è demandata alle policy interne e ai controlli di qualità in fabbrica.



essenziali, capaci di offrire una visione immediata dei codici (MPN) e delle relative disponibilità. La versione avanzata, FindChips Pro, è diventato uno standard tra i professionisti del procurement che devono gestire distinte base (BOM) complesse, monitorare lead time e oscillazioni di prezzo sui mercati globali. Come Octopart, FindChips è un motore che aggrega un network ampio di fornitori sia dai canali ufficiali sia non ufficiali quindi senza alcuna funzione di filtro rispetto a conformità e autenticità dei componenti. Per evitare di incorrere in parti contraffatte o inaffidabili, resta centrale verificare le credenziali del fornitore finale e le condizioni contrattuali di consegna e reso.

DigiPart.com non è un portale istituzionale o un marketplace in senso stretto, ma un motore di ricerca lineare e gratuito, pensato per controlli rapidi di stock e prezzi su oltre un centinaio di distributori globali. L'interfaccia è ridotta all'essenziale, senza fronzoli grafici, e facilita molto la ricerca parametrica e la consultazione di datasheet e alternative (cross-reference) quando un componente è obsoleto. DigiPart attinge anche a magazzini asiatici o non convenzionali che altri motori tendono a escludere, rendendolo utile nei casi estremi di reperibilità. Come aggregatore aperto include distributori autorizzati, broker indipendenti e mercato secondario, senza controlli autonomi di autenticità. Offre degli utili rating storici sui fornitori che però non sostituiscono una reale qualifica strutturata. La responsabilità di valutare l'affidabilità del singolo venditore,

dello stock e dei test di accettazione da eseguire in ingresso ricade interamente sull'acquirente.

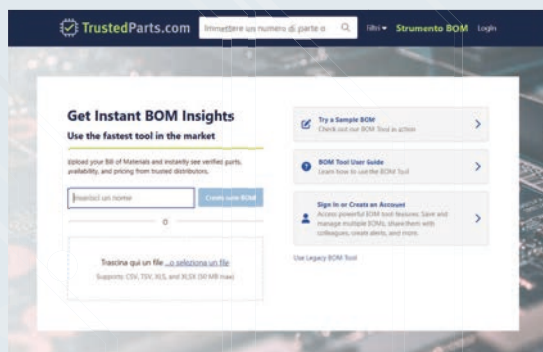
netCOMPONENTS e **Broker Forum** sono aggregatori chiusi a cui si ricorre quando i canali ufficiali o gli altri motori non offrono soluzioni. Si tratta di mercati B2B globali storici, con servizi a pagamento o accessibili tramite account aziendali verificati, dove broker e distributori di tutto il mondo pubblicano stock di eccedenze o componenti di difficile reperibilità. Per queste caratteristiche sono diventati punti di riferimento soprattutto per chi si occupa di manutenzione industriale o per i buyer che devono gestire crisi di fornitura. Su queste piattaforme il rischio di contraffazione cresce sensibilmente, perché l'origine del materiale è spesso remota o poco trasparente. Per contenere i rischi è essenziale basarsi su procedure interne di controllo qualità rafforzate, possibilmente ispirate a standard come SAE AS6081, pensato proprio per chi acquista da fonti ad alto rischio e definisce requisiti di qualifica dei fornitori, ispezioni e test di autenticità dei componenti.

I portali "trusted" per gli acquisti sul mercato primario

La via maestra per evitare di incorrere in componenti contraffatti o difettosi rigenerati venduti "come nuovi" resta l'acquisto attraverso portali che operano esclusivamente con i canali ufficiali dei costruttori. Piattaforme qualificate o collegate ad associazioni di settore, come l'ECIA, offrono un filtro molto efficace per minimizzare i problemi in produzione, ovviamente nei casi in cui le parti siano ancora a listino o in produzione. Di seguito i motori più usati.

TrustedParts è l'evoluzione diretta di ECIAauthorized.com, una piattaforma creata oltre quindici anni fa dall'ECIA (Electronic Components Industry Association, una delle principali associazioni del settore elettronico mondiale, con sede negli USA). Nel 2020 il portale è stato rinominato TrustedParts.com

Figura 2: Il form di caricamento della distinta base (BOM) di TrustedParts permette di ottenere risposte immediate sulla disponibilità dei componenti presso centinaia di distributori autorizzati, confrontare i prezzi e le condizioni d'acquisto.



per rafforzare il marchio anche fuori dalle Americhe, in particolare in Europa e Asia.

Il sito aggrega in tempo reale prezzi, giacenze e disponibilità dei componenti di centinaia di distributori autorizzati; quando l'utente cerca un codice, viene reindirizzato direttamente alla pagina d'acquisto del fornitore. L'uso è gratuito per gli acquirenti, mentre i distributori pagano per pubblicare il proprio inventario. TrustedParts accetta esclusivamente inventari di distributori che abbiano un contratto di franchising diretto e formale con il produttore originario (OCM) per quello specifico componente e per la relativa area geografica; l'ammissione è aperta anche a distributori non membri ECIA, purché superino controlli stringenti di autorizzazione e compliance.

OEMsecrets è un aggregatore nato nel 2010 nel Regno Unito che si è ritagliato uno spazio rilevante in Europa, apprezzato soprattutto da PMI ed EMS per gli strumenti di gestione della BOM. La piattaforma permette di caricare file Excel con centinaia di codici e calcolare rapidamente il "mix" di acquisto più conveniente tra soli distributori autorizzati, ottimizzando costi di spedizione e tempi di consegna dai magazzini europei. OEMsecrets è un'azienda privata che seleziona i partner esclusivamente tra i distributori autorizzati (niente broker, niente mercato grigio) e compete con TrustedParts sul piano della sicurezza; se il distributore non ha un contratto ufficiale di franchising con il produttore, il relativo inventario non viene mostrato. Per un ufficio acquisti italiano, OEMsecrets offre un livello di sicurezza della filiera paragonabile a TrustedParts, con in più la disponibilità di strumenti di comparazione sui prezzi particolarmente flessibili per il mercato europeo.

TrustedParts e OEMsecrets si posizionano come strumenti per il procurement sul solo mercato primario. Non offrono garanzie legali o assicurative di-

Come evitare sorprese

- *Nella ricerca online tramite portale, selezionare i fornitori dotati di tracciabilità documentata, certificazioni o almeno di rating positivi da più fonti.*
- *Prevedere piani di test all'arrivo (ispezioni visive, analisi X-ray/XRF, test elettrici di accettazione) per i lotti ad alto rischio o provenienti dal mercato secondario.*
- *Formalizzare una policy interna anti-contraffazione che definisca come scegliere i fornitori, come gestire i casi sospetti e come segregare e segnalare eventuali componenti falsi.*

rette sui prodotti venduti né effettuano test di laboratorio sui componenti, ma forniscono una forte garanzia "di processo": assicurano che i prodotti provengano dal canale autorizzato, riducendo drasticamente il rischio d'incorrere in partite contraffatte per il buyer.

I fornitori presenti su TrustedParts devono inoltre conformarsi allo standard internazionale SAE AS6496 ("Fraudulent/Counterfeit Electronic Parts: Avoidance, Detection, Mitigation, and Disposition – Authorized/Franchised Distribution"), che definisce requisiti specifici per i distributori autorizzati, compresi l'acquisto solo tramite canali ufficiali, la tracciabilità continua del componente dalla fabbricazione alla spedizione e documentazione dei processi di gestione dei casi sospetti. Questi portali si distinguono dagli altri motori commerciali proprio per la governance rigorosa sull'ammissibilità dei venditori, un elemento cruciale per buyer e progettisti di sistemi critici, nei settori aerospaziale, medicale e automotive.

Per approfondimenti
inquadra
questo QR code



Usare al meglio le informazioni per evitare i componenti contraffatti

A cura della redazione

I portali di ricerca online sono una risorsa insostituibile per individuare gli stock di componenti irreperibili presso canali abituali e fornitori di fiducia, ma espongono al rischio di acquistare componenti difettosi o falsi. Per ridurlo è utile incrociare le informazioni che si trovano in rete – directory, bollettini dei costruttori, segnalazioni dalle community o ricorrere a servizi specifici.

Quando reperire un componente diventa difficile, perché le code di attesa sono troppo lunghe, oppure è obsoleto e non più disponibile su canali primari, chi acquista è costretto a rivolgersi sul mercato aperto, cercare altre fonti. Questo comporta dei rischi e un impegno che va oltre la creazione del rapporto con un nuovo fornitore. Serve la capacità di leggere i “segnali deboli” che accompagnano lo specifico codice di prodotto: lo storico degli shortage, le anomalie di prezzo, le segnalazioni

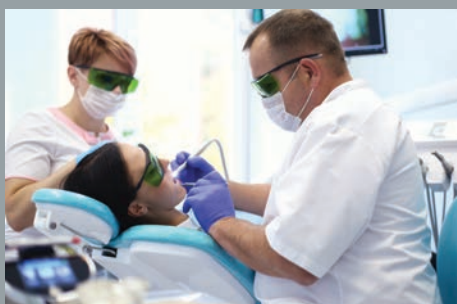
di precedenti contraffazioni, gli avvisi tecnici, le modifiche nel corso tempo e, ovviamente, la reputazione delle fonti. A questo servono i servizi specifici di data intelligence, che non servono a cercare chi abbia a magazzino un determinato componente, ma a misurare quanto quel componente sia esposto alla contraffazione. **SiliconExpert**, per esempio, mette a disposizione un sofisticato algoritmo di “counterfeit risk” che valuta la probabilità con cui una certa parte sia stata presa di mira dai



Il “giusto” equilibrio tra lavoro e famiglia



Gruppo RTS, attraverso l'adesione a EBITEN, supporta i piani di Welfare Aziendale che sostengono il lavoratore e la sua famiglia aumentando la competitività aziendale



Salute e sicurezza, servizi per la famiglia, rimborso spese di istruzione, sconti su beni e servizi sono alcuni degli esempi dei vantaggi disponibili per i dipendenti delle aziende iscritte ad Ebiten.



Contattaci per avere maggiori informazioni sui piani di Welfare Aziendale

www.rts-srl.it

800 010 333

info@rts-srl.it

falsari. Questo pesando fattori quali i precedenti eventi di falsificazione, il tipo di tecnologia, gli shortage passati, il ciclo di vita, la permanenza sul mercato e le discrepanze di prezzo.

Le risorse per avere alert e notifiche su partite sospette

Una delle risorse più utili per chi compra e gestisce BOM critiche è l'accesso agli alert su componenti sospetti o non conformi. **GIDEP, Government-Industry Data Exchange Program**, raccoglie e diffonde report su componenti problematici, compresi i casi di diffusione di parti contraffatte, substandard o discontinue, ed è usato da grandi imprese industriali e governative per evitare che gli stock, già segnalati, possano rientrare nella supply chain.

Il limite pratico è che questi alert diventano utili solo quando possono essere incrociati, in modo rapido, con le parti elencate in un nuovo ordine, arrivate a magazzino oppure già utilizzate. Su questo aspetto i tool commerciali più evoluti fanno valore aggiunto. **SiliconExpert** organizza le informazioni del GIDEP a livello di part number e questo consente di filtrare automaticamente la mole dei dati contenuti nell'archivio in base ai componenti realmente usati o acquistati dall'azienda. Una capacità

che permette d'integrare la gestione del BOM con i PCN (Product Change Notification), le informazioni sul fine vita, l'aggiornamento dei datasheet e report sulla contraffazione.

Per chi progetta e per l'ufficio acquisti il vantaggio è concreto: scoprire le criticità prima di ritrovarsi con componenti a rischio in magazzino. I dati disponibili permettono di realizzare una watchlist aziendale dei codici più sensibili, ricevere notifiche tempestive sulle variazioni di disponibilità, sugli aggiornamenti tecnologici, su possibili phase out e non conformità. Questo risulta particolarmente utile per i componenti che hanno longevità applicativa o che sono necessari per la manutenzione dei sistemi legacy, almeno per le parti che hanno già subito tensioni a livello del mercato.

Database e directory di settore

Accanto agli alert formali esistono directory e database che aiutano in alcuni compiti complementari: verificare il profilo del fornitore e controllare se una parte o un operatore di mercato risultano già associati a casi problematici. In quest'ambito **ERAI (Electronic Resellers Association International)** resta uno dei riferimenti del settore, un'organizzazione internazionale rico-

Figura 1: Un chip originale può essere riconosciuto dalle marcature laser di buona qualità rispetto al clone realizzato con un differente sistema di stampa



nosciuta dall'industria di settore che raccoglie informazioni su componenti sospetti, contraffatti o non conformi per proteggere le supply chain.

L'associazione a ERAI è aperta a qualsiasi azienda coinvolta nell'acquisto, nella vendita o nell'utilizzo dei componenti elettronici, e non occorre essere membri per condividere le informazioni su parti sospette o non conformi. Per questo specifico scopo l'ERAI mette a disposizione anche un form per denunciare in modo confidenziale (anonimo) la ricezione di parti non conformi, sospetti di contraffazione o i cattivi comportamenti commerciali dei vendor. Ovviamente il segnalante dovrà fornire prove efficaci all'Associazione perché questa possa provvedere con le necessarie misure.

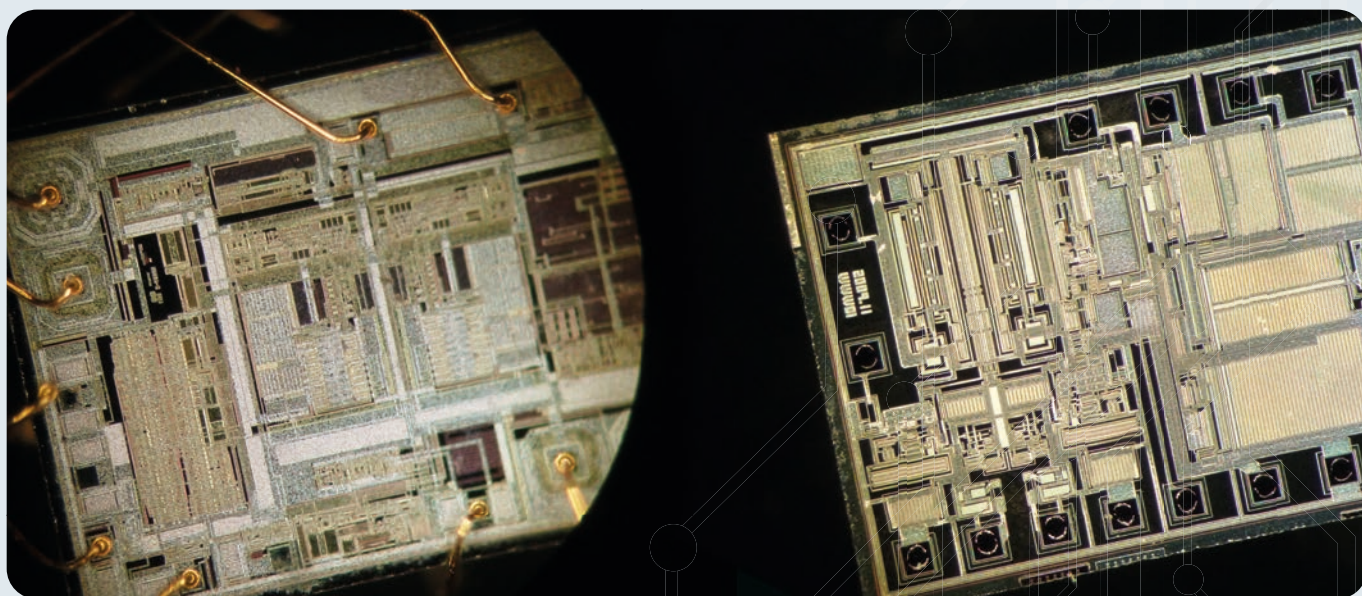
Per i buyer questo significa poter usare il database ERAI non solo come fonte di consultazione, ma anche come canale attivo di difesa. La cultura della segnalazione è infatti un pezzo essenziale dell'anticontraffazione: più i casi sono condivisi, più si abbassa la probabilità che materiale a rischio o contraffatto entri nelle supply chain.

Utilizzare social network, forum e community tecniche

I social non sono una fonte affidabile e

non possono sostituire né gli audit né i test di laboratorio, ma stanno assumendo un ruolo crescente come sistema di early warning sulla contraffazione elettronica. LinkedIn, forum tecnici e community specialistiche vengono sempre più spesso utilizzati per condividere esperienze su lotti sospetti, marcature incoerenti, packaging anomali, fornitori problematici e casi di non conformità in accettazione o durante i test. Questa fonte d'informazione ha un difetto evidente: non è formalizzata, è esposta a rumore e valutazioni soggettive. Ha però un pregio operativo importante: spesso anticipa i canali ufficiali e consente ai buyer più attenti d'intercettare i segnali deboli di pericolo, soprattutto quando più fonti indipendenti convergono sullo stesso codice, brand, fornitore o tipo di anomalia riscontrata. Per essere davvero utile, l'uso professionale dei social va disciplinato nell'organizzazione. Non si tratta di seguire genericamente le discussioni, ma di costruire un vero e proprio presidio informativo di quanto viene pubblicato online, monitorando i gruppi social più rilevanti, i profili dei distributori, dei laboratori e degli specialisti della qualità. Tutto questo archiviando i casi ricorrenti e trasformando le segnalazioni in verifiche strutturate su part number, codici dei lotti, date di

Figura 2: Il chip originale ha internamente connessioni in oro, a differenza di quelle del chip fake che si sciolgono in acido nitrico. Anche il die appare diverso nelle dimensioni e nel layout.



produzione e provenienza del materiale. Solo così è possibile avvantaggiarsi delle community online come sensori d'allarme di primo livello, non come semplici chat d'intrattenimento.

Confrontare le immagini

Un altro mezzo utile per difendersi dalle parti contraffatte consiste nell'esercizio dell'osservazione e del confronto dell'aspetto dei componenti. SiliconExpert offre immagini di marcatura e strumenti che aiutano a confrontare e autenticare più facilmente le parti. Nella stessa logica sono utili gli archivi fotografici interni o condivisi con cui le figure professionali coinvolte nell'acquisto e nell'impiego possono riconoscere le difformità presenti nelle serigrafie, nei codici del lotto, nel package

o nella finitura superficiale. L'osservazione risulta particolarmente utile quando il rischio non riguarda un componente difficile da reperibile, ma componenti comuni e diffusi. Dati recenti, riportati dall'ERAI, mostrano infatti che una quota significativa delle segnalazioni di contraffazione riguarda oggi i componenti in produzione e disponibili attraverso i canali autorizzati, a dimostrazione del fatto che la reperibilità sul mercato non serve, da sola, ad escludere il rischio di falsi.

Per approfondimenti
inquadra
questo QR code



Quattro semplici passi per non rischiare

Per i buyer della componentistica il punto non è accumulare fonti di informazioni, ma inserirle in un processo semplice e ripetibile. L'approccio non elimina il rischio, ma lo rende più gestibile attraverso la creazione di una rete di controllo che unisce motori di ricerca, alert strutturati, database collaborativi, monitoraggio delle community e procedure interne di qualifica e test. Una possibile processo si articola in quattro passi:

- creare una watchlist interna dei componenti critici,

obsoleti, ad alto valore o già esposti in tempi precedenti a situazioni di shortage;

- associare alla watchlist uno o più servizi dati capaci di incrociare lifecycle, PCN, rischio di contraffazione e alert esterni;
- verificare i fornitori anche attraverso database di settore e segnalazioni di terze parti;
- usare social e community come radar preliminare, ma validare sempre i segnali con documenti affidabili, tracciabilità e test in ingresso.



IL FUTURO DELLA LOGISTICA È OGGI

Le scelte che facciamo oggi, definiscono il nostro futuro



Guardare al futuro della logistica significa comprendere l'impatto di ogni singola spedizione. Agire rispettando l'ambiente è un dovere verso le prossime generazioni a cui dobbiamo lasciare una logistica pulita, efficace sostenibile



A Freight Forwarding Company

www.gminternational.net

GM INTERNATIONAL - via J.M. Fangio 11 Edificio C5 - Comparto D 20045 Lainate (MI)
tel +39 02 66227787 mail: info@gminternational.net www.gminternational.net



Tecniche, attrezzature e servizi per riconoscere i chip contraffatti

A cura della redazione

Dall'impiego dei raggi X alla microscopia acustica fino alla decapsulazione: i controlli sui chip assomigliano oggi sempre più a un'indagine forense. Vediamo insieme le tecniche, le attrezzature e i servizi di laboratorio che permettono di individuare i componenti falsi prima che arrivino in linea.

L'approvvigionamento di componenti sul mercato aperto ha trasformato i reparti di controllo qualità in veri e propri laboratori d'investigazione forense. Se un tempo l'analisi visiva esterna e dei pin potevano bastare a intercettare i falsi grossolani, la sofisticazione dei contraffattori richiede di guardare dentro i package. Tecniche di blacktopping avanzate, rimarcature laser a fibra e di rigenerazione dei componenti usati impongono il ricorso a metodologie diagnostiche strutturate, governate da standard internazionali come il SAE AS6171. Di seguito analizziamo le tre tecnologie di diagnostica avanzata.

Le risorse per vedere l'invisibile: radiografia X e spettrometria XRF

L'ispezione a raggi X rappresenta il primo vero sbarramento non distruttivo all'ingresso dei chip in magazzino. Consente di verificare l'omogeneità di un lotto confrontando la struttura interna dei campioni (metodo del Golden Sample). Cosa rivela l'analisi a raggi X? Innanzitutto può evidenziare la totale assenza del die di silicio (i cosiddetti chip vuoti), le discrepanze geometriche nell'architettura dei fili di bonding o la presenza di die di dimensioni diverse all'interno dello stesso lotto e comunque le differenze rispetto a



quanto specificato nei datasheet. Con la spettrometria XRF (X-Ray Fluorescence) si ottiene l'impronta chimica dei pin senza dover prelevare materiale. Molti casi documentati riguardano componenti di vecchia produzione (pre-2006) che contengono piombo e non sono conformi con la normativa RoHS. Se un componente viene venduto come "RoHS Compliant" ma l'analisi XRF rileva piombo nelle finiture, allora c'è prova di contraffazione o di re-tinning, ossia di un rifacimento dei pin per nascondere l'ossidazione. L'analisi può inoltre rilevare delle discrepanze nella composizione delle leghe dichiarate dal vero produttore.

La microscopia acustica a scansione (SAM)

Se i raggi X leggono le variazioni di densità atomica dei materiali, la microscopia acustica (SAM) mappa le variazioni di impedenza acustica. Utilizzando onde sonore ad altissima frequenza, fino a 400 MHz per i dettagli microscopici (non è un errore, i trasduttori raggiungono e superano davvero queste frequenze), il SAM è lo strumento elettivo per misurare lo stato di "salute fisica" del package. Cosa rivela l'analisi? I chip recuperati da schede elettroniche dismesse possono subire stress termici violenti durante la dissaldatura. Il SAM rileva con precisione le delaminazio-



Figura 1: L'analizzatore Oxford Hitachi XRF X-MET 7000 utilizzabile per identificare attraverso l'analisi dei pin i componenti rilavorati o venduti in violazione delle normative RoHS.

ni interne, ovvero i micro-distacchi tra il die di silicio, la resina epossidica e il lead frame. Rileva inoltre, vuoti d'aria interni o micro-crepe dovute a cattivo stoccaggio o a processi di lavaggio aggressivi, volti a far apparire come nuovi i componenti usati.

Decapsulazione chimica: la prova regina

Quando i test non distruttivi lasciano margini di dubbio, si passa all'analisi distruttiva su campioni statisticamente significativi del lotto. La decapsulazione è l'esame autoptico del chip. Attraverso l'uso di acidi forti riscaldati (acido nitrico o solforico tra i 100°C e i 150°C), la resina viene sciolta esponendo direttamente il die di silicio senza danneggiare le strutture interne. Sotto il microscopio ottico ad alto ingrandimento o SEM (Microscopio Elettronico a Scansione), l'ingegnere può verificare il die marking: la presenza del logo originale del produttore (OCM), l'an-

I laboratori per i servizi anti-contraffazione

Per molte realtà d'impresa, specie PMI, la via più semplice per eseguire test approfonditi è rivolgersi a laboratori esterni, dotati di attrezzature e personale specializzato. Con strutture all'avanguardia (storicamente a servizio dei distretti automotive e industriali del Nord Italia) **Tecne e le divisioni di TÜV Rheinland** offrono servizi completi di failure analysis e di electronic component testing. Sono in grado di eseguire ispezioni X-ray, cross-sectioning, e test di conformità RoHS tramite XRF, rappresentando uno dei partner istituzionali più solidi per la validazione dei componenti. Attraverso la rete di **centri accreditati ACCREDIA** è possibile accedere ai laboratori diversi per analisi microscopiche e metallurgiche sui materiali della filiera elettronica. Altra realtà focalizzata

sul testing avanzato, **Anatech / Microtest** ha le competenze e le strumentazioni micro-analitiche per effettuare decapsulazioni chimiche, analisi al microscopio elettronico a scansione (SEM) ed esami ottici ad alta risoluzione per il die marking. **Serma Technologies** (Francia/Europa) è un riferimento europeo per la sicurezza e la qualità dei componenti elettronici con laboratori dislocati in Francia e Germania, ma ampiamente utilizzati dalle grandi aziende e contoterzisti italiani nei settori space, defense ed automotive. Altro pilastro europeo nel testing, **Alter Technology (Gruppo TÜV Nord – Spagna/Francia)** è specializzato nella qualifica delle parti per i mercati critici e offre servizi per smascherare frodi commerciali e componenti rimarcati.

no di progettazione e il codice esatto inciso sul silicio. Qualsiasi discrepanza con i datasheet ufficiali decreta la falsità del lotto.

La via dell'outsourcing

L'allestimento di un laboratorio aziendale interno in grado di soddisfare i requisiti dello standard SAE AS6171 richiede investimenti nell'ordine di centinaia di migliaia di euro, tra l'acquisto di sistemi radiografici microfoc, microscopi acustici SAM, spettrometri XRF e cappe chimiche per il wet etching. Costi proibitivi per la stragrande maggioranza delle PMI e EMS (Electronic Manufacturing Services) a cui si aggiunge la complessità di dotarsi di personale specializzato. In questo scenario è vantaggioso ricorrere a laboratori

di prova esterni e indipendenti, affrontando i relativi costi quando si è costretti ad acquistare lotti critici da canali non garantiti. Delegare le analisi distruttive e strumentali a strutture accreditate non offre solo un vantaggio economico, ma garantisce l'imparzialità del test: i report rilasciati da un laboratorio terzo indipendente fungono da vera e propria "perizia legale" in caso di controversie commerciali con i fornitori.

Per approfondimenti
inquadrare
questo QR code



Il mercato dei sistemi di test e analisi

Sistemi X-ray e XRF per l'elettronica

I sistemi a raggi X sono tra i più usati per osservare l'interno dei chip, grazie a tubi microfoc e nanofoc che permettono le risoluzioni sub-micrometriche necessarie. Tra i fornitori di questa tecnologia, **Comet Yxlon** (Germania) offre i sistemi di radio e tomografia computerizzata (CT) della serie Cougar e Cheetah che sono utilizzati nei laboratori per le ispezioni di qualità dei semiconduttori e l'analisi dei nodi di bonding. Altro nome del settore è **Nordson DAGE** (Regno Unito) che realizza sistemi d'analisi e controllo qualità per le linee di produzione. La serie Quadra si segnala per la precisione estrema nell'ispezione 2D e 3D dei bond wire. Citiamo inoltre, tra i produttori che hanno distributori in Italia, **Sciencescope** (USA) che propone i sistemi X-ray adatti all'uso da banco e per l'ispezione su nastri trasportatori. Nell'ambito della spettrometria XRF, **Hitachi High-Tech / Oxford Instruments** è un riferimento storico per gli analizzatori portatili e da banco, fondamentali per fare rapidi screening RoHS sui terminali del chip per rilevare composizioni metalliche non conformi.

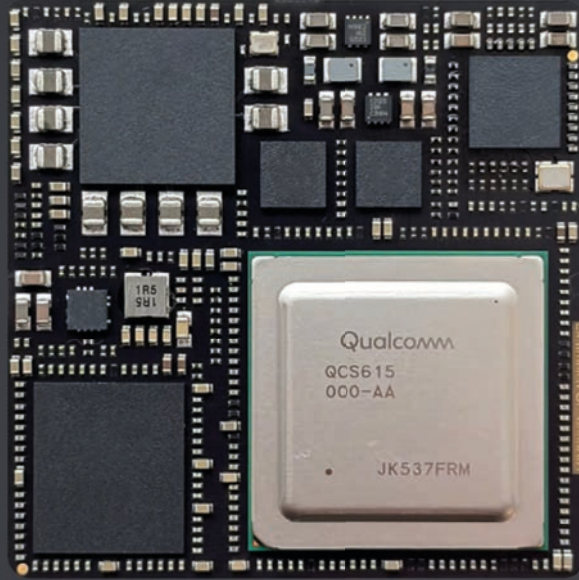
Sistemi ultrasonici SAM

Per osservare internamente un chip è possibile usare gli ultrasuoni, applicando vibrazioni ad altissime frequenze attraverso un fluido, solitamente acqua deionizzata. Tra gli operatori del settore, **PVA TePla Analytical Systems** (Germania) si connota come

azienda specializzata nel campo della microscopia acustica ad alta risoluzione. I suoi sistemi SAM 300 e SAM 400 sono progettati per l'analisi non distruttiva dei semiconduttori in ambito industriale e automotive. **Sonoscan Nordson T&F** (USA) è un altro fornitore di apparati per diagnostica acustica su chip. La sua gamma di sistemi C-SAM è ampiamente utilizzata nei laboratori di certificazione per identificare difetti latenti dei componenti.

Macchine per decapsulazione

L'esposizione del die è un processo complesso che va eseguito in ambiti protetti per evitare rischi per la persona. Per questo i laboratori moderni preferiscono utilizzare dei decapsulatori automatici acidi (jet etchers) che garantiscono sicurezza e precisione micrometrica. Tra i fornitori che offrono presenza e supporto in Europa c'è **Nisene Technology** (USA) con il sistema Total Etch in grado di gestire acidi miscelati in sicurezza. Una alternativa alla decapsulazione acida è offerta da **BSET EQ** con i sistemi Plaser che usano il plasma in ambiente sottovuoto. Si tratta di una tecnologia emergente nel settore, adatta ai chip di ultima generazione che usano bond wire in rame o argento al posto dell'oro e che verrebbero attaccati dagli acidi usati nei processi tradizionali.

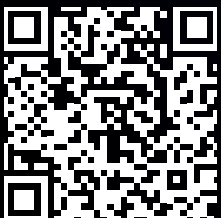


NARI OSM

Based on the Qualcomm Dragonwing™ IQ-615 processor, designed for always-on machine vision in extreme operating conditions.

Features:

- **CPU:** 8-core Kryo Gen 4, 2× 1.9 GHz + 6× 1.6 GHz
- **AI & Vision:** Hexagon DSP HVX + Spectra 230, 3× MIPI-CSI
- **Connectivity:** 3× GbE, 2× PCIe Gen3, USB 3.1, 40× GPIO
- **Memory:** Up to 8GB LPDDR4, Up to 256GB eMMC/UFS 3.1
- **Security:** Secure Boot, TrustZone, Crypto Engine v5
- **Operating range:** 5V single supply, fanless, -40/+85°C
- **Form factor:** OSM-L 45X45 mm



A FAE TECHNOLOGY COMPANY



Qualcomm branded products are products of Qualcomm Technologies Inc. and/or its subsidiaries.



L'evoluzione delle reti a supporto dell'automobile "software-defined"

A cura della redazione

Dai primi bus multiplexati per l'interconnessione dei servizi di bordo alle dorsali di rete capaci di trasportare flussi audio digitali e alimentazioni. Così stanno evolvendo le infrastrutture di comunicazione in campo automotive, in vista di servizi sempre più sofisticati basati sul software.

Per anni il cablaggio dell'auto è stato affidato a fasci di collegamenti punto-punto tra centraline, sensori e attuatori, con costi materiali molto elevati, aggravati di peso e complessità di progetto. L'introduzione dei primi bus multiplexati – in primis CAN – ha rappresentato una svolta. L'utilizzo di un'unica dorsale seriale in grado di collegare più ECU ha consentito di ridurre in modo drastico numero di fili e connettori. Oggi il passaggio verso la motorizzazione ibrida/elettrica ed esigenze di flessibilità "software-defined" stanno portando verso un'ulteriore evoluzione, dove ai bus storici si affiancano l'automotive Ethernet e soluzioni specializzate per l'infotainment e audio, chiamate a gestire quantità crescenti di dati con requisiti stringenti di latenza e determinismo.

I bus standard CAN, LIN e FlexRay

Controller Area Network (CAN) resta la spina dorsale

dei sistemi di controllo powertrain, chassis e body. È robusto, tollerante ai guasti, con topologie flessibili e velocità che, nelle versioni **CAN-FD**, arrivano a diversi Mbit/s. Intorno a CAN si è sviluppato un ecosistema di tool di sviluppo e misura che ne fa tuttora lo standard di riferimento per funzioni real-time di sicurezza veicolo. Accanto a CAN troviamo **Local Interconnect Network (LIN)**, pensato come soluzione low-cost per nodi periferici non critici, come alzacristalli, sedili e sensori semplici. Un protocollo master-slave, uno stack ridotto e transceiver economici consentono a LIN di supportare architetture gerarchiche dove una piccola rete locale si appoggia a una Electronic Control Unit (ECU) collegata a sua volta a CAN. Per le applicazioni x-by-wire, ossia dove un comando meccanico viene sostituito da un comando elettronico, c'è invece **FlexRay**, con una banda fino a 10 Mbit/s e doppio canale ridondante o aggregabile, adatto a funzioni steer-by-wire o brake-by-wire in

Audio Architecture Evolution



Figura 1: L'evoluzione delle connessioni audio di bordo, dall'era analogica a quella digitale. A confronto le funzionalità rese disponibili tramite doppino differenziale dall'Automotive Audio Bus (A2B) nel collegamento dei vari nodi all'interno del veicolo.

cui il determinismo temporale è fondamentale. Gli attuali sviluppi negli ambiti di **Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)** e dei sistemi di guida assistita, tuttavia, stanno portando sempre più spesso a preferire Ethernet ad alte prestazioni e link SerDes specifici, relegando FlexRay a un numero limitato di piattaforme.

Multimedia in auto: da MOST all'Ethernet

Con lo sviluppo dell'infotainment in auto, prima con CD/DVD e sistemi di navigazione, poi successivamente con supporto streaming e schermi multipli, CAN ha raggiunto i propri limiti in termini di banda e gestione sincrona dei segnali audio/video. Per questo molti costruttori europei hanno adottato **Media Oriented Systems Transport (MOST)**, un bus multimediale con capacità fino a 150 Mbit/s che usa topologie ad anello o daisy-chain e supporta connessioni sia in fibra ottica sia in rame. MOST ha offerto per anni un buon compromesso tra costo, immunità ai disturbi e capacità di trasportare flussi audio/video sincroni, diventando la dorsale dei sistemi di infotainment di fascia alta dagli anni 2000 in poi con velocità di 25, 50 e 150Mbit/s. Oggi però la convergenza verso Ethernet come backbone comune – spinta dagli standard **BroadR-Reach** e dalle specifiche

AVB/TSN – rende più interessante migrare anche il multimedia su reti IP native, semplificando l'architettura complessiva e favorendo aggiornamenti OTA e funzioni di logging centralizzate.

Il ruolo dei bus nelle moderne applicazioni audio

Se per i contenuti video e dati “best effort” l'adozione di Ethernet con meccanismi TSN è relativamente efficace, l'audio in abitacolo ha vincoli più stretti per **latenza, jitter e sincronizzazione di fase** tra i canali. Funzioni come la road-noise-cancellation, personal sound zone, e-call e l'allerta acustica per veicoli elettrici sono estremamente sensibili alla coerenza temporale, in particolare quando concorrono l'utilizzo di microfoni distribuiti con elaborazioni DSP centralizzate. Per questo motivo, accanto a MOST e a Ethernet, si sono affermati bus specializzati in grado di distribuire più canali PCM, alimentazione e segnali di controllo su un singolo doppino, con topologie lineari pensate per semplificare il cablaggio. L'obiettivo dei progettisti è abilitare un numero crescente di altoparlanti e microfoni mantenendo costi e peso sotto controllo e garantendo al tempo stesso un comportamento deterministico, sfruttando dove possibile i vantaggi dei transceiver automotive dedicati.

Automotive Ethernet e SDV: verso un backbone unificato

La trasformazione del veicolo in piattaforma "software-defined" comporta un progressivo **passaggio da architetture ECU-centriche a strutture zonali**, con pochi controller ad alte prestazioni collegati via Ethernet a domini specifici (ADAS, powertrain, chassis, infotainment). In questo scenario l'uso dei bus tradizionali resta importante, ma tende a concentrarsi sugli edge node, mentre verso il centro veicolo domina una dorsale IP comune, più facile da aggiornare e integrare con funzioni cloud e servizi digitali. Le varianti di Automotive Ethernet – da 100BASE-T1 fino alle versioni multi-gigabit – associano cablaggi bipolari economici a meccanismi di traffic shaping e time-sensitive networking, consentendo di veicolare sullo stesso mezzo fisico traffico critico, infotainment e diagnostica. Un tema progettuale chiave diventa quindi l'integrazione efficiente di bus specializzati, come quelli audio, con la rete Ethernet di bordo, senza perdere le proprietà di determinismo e le ottimizzazioni sul cablaggio che ne hanno favorito l'adozione.

Gli scenari per la progettazione

Dal punto di vista di chi progetta, la situazione attuale vede un panorama a più livelli. In periferia continuano a convivere bus ottimizzati per costo (LIN), affidabilità e robustezza (CAN, FlexRay) e altri per le applicazioni multimediali e audio specializzate; al centro si afferma Ethernet come tessuto connettivo del veicolo. Le decisioni architetturali non riguardano più solo la scelta del transceiver, ma l'intero percorso del segnale: dal sensore all'edge-compute, con implicazioni su sicurezza funzionale, cybersecurity e possibilità di aggiornamento OTA.

I fornitori di semiconduttori hanno un ruolo nel proporre transceiver e switch integrati, in grado di unire le funzioni di bridging, diagnostica, alimentazione su bus e interfacce standard come **I²S/TDM, SPI e I²C**, riducendo il costo dei componenti e spazio sui PCB. Per l'industria automotive questo significa scalare facilmente le piattaforme dai modelli d'ingresso a quelli premium riutilizzando gran parte di cablaggi, toolchain e componenti software. Questo aspetto è cruciale in un contesto in cui i cicli di aggiornamento delle funzioni digitali sono molto più rapidi di quelli relativi alla meccanica.

Audio in auto: gli atout della gen. 2.0 dell'A²B

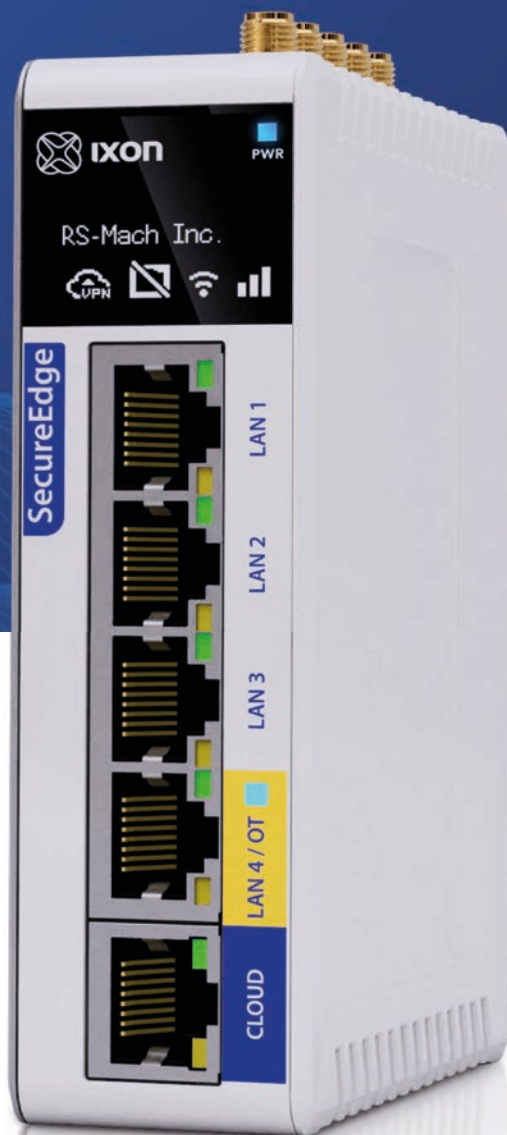
Analog Devices ha annunciato la piena disponibilità della seconda generazione della propria tecnologia **Automotive Audio Bus, A²B 2.0**, basata sulla nuova **famiglia di transceiver ADAA245x**. La piattaforma, già adottata nella versione 1.0 da oltre 35 costruttori con centinaia di milioni di nodi installati, nasce per distribuire audio digitale, controllo e alimentazione su un singolo doppino UTP con configurazione main-sub in daisy-chain: una soluzione che consente di ridurre cablaggio e peso fino al 75%. Con A²B 2.0 la banda disponibile viene quadruplicata, arrivando a 98,3 Mbit/s full-duplex e fino a 119 canali audio upstream e altrettanti in downstream a 48 kHz, mantenendo una latenza minima deterministica dell'ordine di 62 µs fra nodo e nodo. Questo consente di supportare in un'unica rete funzionalità di noise-cancellation, personal sound zones, e-call, avvisi acustici e amplificazione DSP distribuita, garantendo coerenza di fase tra i vari trasduttori dell'abitacolo. Un aspetto chiave per l'integrazione nei veicoli software-defined è il supporto al tunneling di Ethernet tramite l'interfaccia Open Alliance SPI (OASPI). Questa permette ad A²B 2.0 di connettersi direttamente al backbone SDV pur continuando a gestire in modo dedicato l'audio in real-time. I dispositivi ADAA245x sono inoltre compatibili con l'infrastruttura di cavi e connettori A²B 1.0, offrendo un percorso di aggiornamento che può portare fino al 30% di riduzione dei costi di sistema, grazie al maggior livello di integrazione e alla diminuzione di componenti esterni. Oltre al core transceiver A²B 2.0, il modello di punta ADAA2457 integra una porta Ethernet Layer-2 a 10 Mbit/s, memoria OTP a disposizione del nodo, diagnostica avanzata del link e fino a 8 linee di I/O configurabili per interfacce audio standard come I²S, TDM e PDM. Per i progettisti ciò si traduce in una piattaforma scalabile plug-and-play, supportata dall'ambiente SigmaStudio+, che semplifica il deployment di architetture audio immersive anche su veicoli di fascia media, mantenendo la compatibilità con le reti esistenti.

Per approfondimenti
inquadra questo
QR code





Accesso Remoto Certificato **IEC 62443**



[ixon.cloud](https://www.ixon.cloud) >

Sistemi d'antenna ESA: le soluzioni per fare i test e le validazioni

di Reggie Rector*

I sistemi Electronically Scanned Array (ESA) stanno rimodellando le capacità operative in campo aerospaziale in applicazioni che vanno dalle costellazioni in orbita bassa (LEO) alla difesa ipersonica. ESA è una tecnologia adatta a molte situazioni, ma che pone grandi sfide negli ambiti di progettazione, integrazione e validazione.

Gli array di antenne ESA sono oggi sempre più importanti per applicazioni radar, guerra elettronica, comunicazioni e sensori; la loro rapida evoluzione riflette l'accelerazione che stanno vivendo i settori di applicazione. Con la convergenza digitale, lo sviluppo delle funzionalità cognitive (AI) e l'adattabilità in tempo reale che diventano caratteristiche distintive delle applicazioni, le tecnologie ESA sono chiamate a svolgere più funzioni, entro vincoli meccanici sempre più stringenti, in condizioni operative via via più complesse.

Questa trasformazione introduce sia opportunità sia sfide per gli ingegneri aerospaziali, in particolare nell'ambito della progettazione, integrazione e validazione. Comprendere le tendenze che guidano questa evoluzione – attraverso l'architettura delle antenne, la trasformazione digitale, l'operatività multifunzione e l'emulazione del mondo reale – offre una visione della direzione verso cui

andranno le future esigenze di misura e validazione.

Frequenza, dimensioni e prestazioni negli ESA

L'architettura ESA è determinata dai requisiti prestazionali richiesti: frequenze operative, potenza in uscita e attenuazione. Le dimensioni fisiche dell'antenna sono determinate dallo spazio tra i moduli di trasmissione e ricezione, tipicamente posizionati a intervalli di mezza lunghezza

d'onda. Di conseguenza, le dimensioni dell'antenna variano in modo inversamente proporzionale alla frequenza operativa. Gli **array attivi a scansione elettronica (Active Electronically Scanned Arrays - AESA)** in banda-S a bassa frequenza, usati nei PAVE PAWS o Cobra Dane – radar impiegati per "early warning" e sorveglianza dei lanci in orbita –, possono estendersi per decine di metri e occupare l'intera facciata di un edificio. Array a frequenze millimetriche in **banda Ka (26,5 - 40 GHz)** o superiori possono essere abbastanza compatti da essere integrati in UAV (droni) o CubeSat (piccoli satelliti).

A frequenze prefissate, aumentare il numero di moduli di trasmissione/ricezione (TRM) migliora le prestazioni del sistema. La larghezza del fascio è inversamente proporzionale alla dimensione dell'apertura, mentre il guadagno è direttamente proporzionale a quest'ultima. Array più grandi riducono i lobi laterali, migliorano la soppressione degli echi indesiderati e offrono una migliore risoluzione angolare. Queste caratteristiche sono



Figura 1: Electronically Scanned/Steerable Array (ESA) è una tipologia di antenne multi elemento che permette di ottenere i fasci d'irradiazione desiderati senza spostamenti fisici.

cruciali per la sorveglianza a lungo raggio e il monitoraggio dei bersagli. Tuttavia, l'utilizzo di più moduli TRM aumenta la complessità del sistema, la richiesta di potenza, il carico termico e il costo complessivo, inclusi il tempo e le risorse per validare centinaia o migliaia di percorsi del segnale.

Il DTRM e le interfacce ad alta velocità

Per far fronte ai problemi che abbiamo citato serve introdurre un cambiamento tecnico. Viene d'aiuto, in particolare, una importante modifica architetturale costituita dall'adozione dei **TRM digitali (DTRM)**, che integrano la conversione analogico-digitale e digitale-analogico all'interno di ciascun modulo. Anziché avvalersi di porte RF analogiche, questi moduli trasmettono **dati I e Q [componenti in-fase e quadratura]** digitalizzati tramite interfacce seriali ad alta velocità come **JESD204C, 100 Gigabit Ethernet o Aurora**. La digitalizzazione semplifica l'integrazione con architetture di beamforming incorporate e di elaborazione del segnale digitale, migliorando la fedeltà dei dati e la sincronizzazione. Tuttavia, modifica profondamente i flussi di collaudo tradizionali. Strumenti RF tradizionali come gli analizzatori di segnali vettoriali e gli analizzatori di rete non sono in grado di misurare dispositivi solo digitali. Per soddisfare questa esigenza, gli ambienti di test devono integrare piattaforme nativamente digitali, come gli strumenti basati sull'architettura PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) che offrono un approccio flessibile. Un esempio è dato dal **vector signal transceiver**



Figura 2: Il controllo delle rilevazioni e la modellazione dei test attraverso il software LabView

PXIe-5842 – che copre da 30 megahertz a 54 gigahertz e supporta fino a 4 gigahertz di banda istantanea – che consente la misura di metriche critiche come l'intensità del vettore di errore, la potenza nei canali adiacenti, il punto di intercetta del terzo ordine, il fattore di rumore e l'efficienza di potenza aggiunta. Queste misure sono fondamentali per riuscire a verificare le prestazioni del DTRM, in particolare nelle applicazioni radar o di comunicazione satellitari.

Antenne agili e capacità di trasmissione satellitari

I cambiamenti nelle strategie di comunicazione satellitare hanno reso le tecnologie ESA centrali per la nuova onda di sistemi satellitari. Le **costellazioni in orbita terrestre bassa (LEO)** stanno sostituendo i sistemi geostazionari tradizionali con flotte di piccoli satelliti posizionati a 500–1200 chilometri dalla Terra. Questi satelliti offrono latenza più bassa, una maggiore larghezza di banda e una copertura globale, specialmente in regioni remote o non servite dalle infrastrutture locali. I sistemi di

bordo dei satelliti LEO beneficiano delle nuove antenne guidate elettronicamente. Gli array possono formare fasci multipli, tracciare dinamicamente terminali in movimento e supportare architetture spot beam che ottimizzano la resa. Con frequenze operative in **banda Ku e Ka**, questi sistemi richiedono una strumentazione di test molto precisa e a larga banda. La piattaforma basata sullo standard PXI sfrutta la sincronizzazione di più strumenti modulari, come **PXIe-5842 e PXIe-7903**, consentendo l'elaborazione in tempo reale di segnali modulati oltre all'emulazione e all'analisi delle intere catene di comunicazione a banda larga, come richiesto dai collegamenti satellitari. Queste funzionalità supportano la verifica dell'efficienza spettrale, del beamforming digitale e dei protocolli. Poiché i satelliti LEO si integrano con le reti 5G e con le future reti 6G, gli ambienti di test devono anche supportare la conformità con le versioni 17 e 18 dello **standard 3GPP** per il funzionamento della rete non terrestre nella gamma di **frequenze FR2**.

Testare gli array con piattaforme modulari

Per rispondere più efficacemente ai vincoli di bordo, i sistemi ESA montati sulle moderne piattaforme aerospaziali devono essere flessibili e svolgere molteplici funzioni. Un singolo array può essere utilizzato per funzioni radar aria-aria, per attacchi elettronici, comunicazioni satellitari e navigazione basata su GPS. Le diverse funzioni possono operare in parallelo, sia su sub-array separati sia condividendo temporalmente l'intera apertura.

Questa multifunzionalità richiede strategie di test flessibili e ad alta efficienza. Le piattaforme modulari come PXI offrono vantaggi significativi in questo contesto. Una combinazione di rice-trasmittitori di segnali vettoriali (Vector Signal Transceiver - VST), analizzatori di reti vettoriali, unità sorgente/misura (Source Measurement Unit - SMU) e moduli di temporizzazione consente agli ingegneri di configurare dinamicamente i test e di valutare tutte le modalità operative senza dover ricablare o riallineare i sistemi. L'analizzatore di rete **PXIe-**

5633, per esempio, consente di effettuare misure del parametro S a onda continua e pulsata e può essere abbinato a un VST per supportare test spettrali e di modulazione. Le unità SMU possono fornire alimentazione programmabile sia in regime stazionario sia in funzionamento impulsivo, consentendo la caratterizzazione in condizioni di carichi termici ed elettrici reali. La temporizzazione coordinata attraverso il backplane PXI garantisce misure deterministiche allineate alle fasi su tutti gli strumenti.

Anticipare i test con l'hardware-in-the-loop

Gli aspetti descritti comportano difficoltà pratiche crescenti nel collaudo dei sistemi ESA durante le fasi avanzate di integrazione, a causa della loro complessità e della stretta interdipendenza con gli altri sistemi. Per ovviare a ciò, gli ambienti Hardware-in-the-loop (HIL) consentono di iniziare la validazione in anticipo, portando le condizioni del mondo reale in laboratorio, permettendo agli sviluppatori di simulare profili di missione

completi e valutare il comportamento del sistema in condizioni realistiche. Le moderne configurazioni HIL sono in grado di emulare più emettitori, ricevitori, piattaforme e variabili ambientali. Gli strumenti basati su PXI, come PXIe-5842, consentono misure sincronizzate su più strumenti per l'analisi di bande istantanee estese su più canali. Ciò consente di testare il comportamento dei sistemi di **sistemi (SoS)**, come il tracciamento radar cooperativo, la protezione elettronica e la condivisione dello spettro. Le piattaforme PXI svolgono un ruolo chiave, offrendo sincronizzazione temporale, generazione di segnali a bassa latenza e supporto per librerie avanzate di misure RF, come **RFmx**. Queste funzionalità aiutano a validare la flessibilità di puntamento del fascio, la commutazione della forma d'onda e il monitoraggio dello spettro in tempo reale.

La validazione degli ESA con capacità adattive e AI

Le capacità intelligenti stanno diventando una caratteristica distintiva dei sistemi aerospaziali di nuova generazione. Le piattaforme che operano nello spettro elettromagnetico, come ESA, possono imparare dalle condizioni ambientali, ottimizzare le proprie catene di trasmissione e adattare le forme d'onda ai requisiti di missione. Per esempio, un sistema di guerra elettronica potrebbe utilizzare l'apprendimento automatico per classificare gli emettitori e scegliere le tecniche di interferenza elettromagnetica in tempo reale.

La validazione di questi sistemi richiede ben più delle semplici misure di prestazioni. Serve

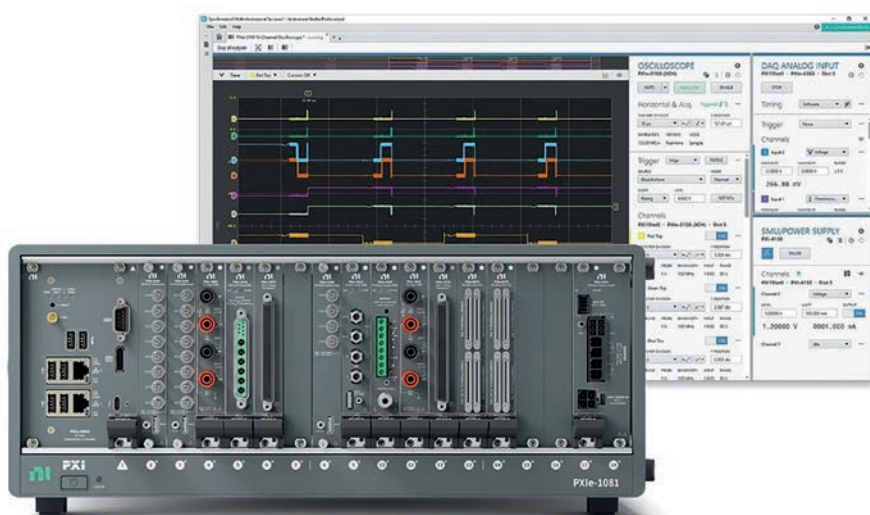


Figura 3: La nuova piattaforma NI PXI di Emerson per i test automatizzati, realizzati attraverso l'orchestrazione al computer di strumenti di misura differenti.



ALO Ceramic Bolt Type

ALO Resin Axial Bolt Type

ALO Ceramic Bottom Bolt Type

[Accesso alla scheda tecnica completa:](#)



ALO – Fusibile per veicoli elettrici ad alte prestazioni

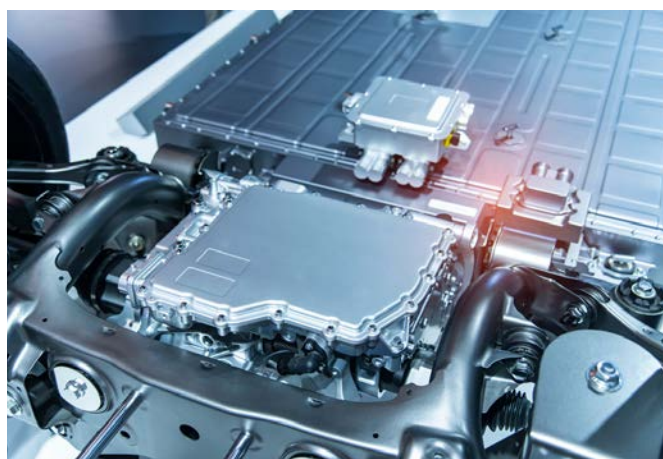
Dati tecnici

Tensione nominale	250/500/750/1000 VDC
Corrente nominale	10 - 900 A
Capacità massima	Fino a 50 kA
Caratteristica	EV Fuse
Montaggio	Bolt-on
Temperatura ambiente ammessa	-40°C to 125°C
Materiale dei terminali	Lega di rame stagnato
Materiale tappi dei terminali	Lega di rame

Applicazioni

Unità di distribuzione dell'alimentazione (PDU)
Unità di scollegamento della batteria (BDU)
Sezionatori manuali (MSD)
Controller multifunzione
Motori elettrici 2 in 1

La serie ALO è stata sviluppata appositamente per applicazioni su veicoli elettrici ad alta tensione e copre tensioni fino a 1000 V CC e correnti fino a 900 A. Grazie all'elevata capacità di interruzione, che raggiunge i 50 kA, e alla possibilità di montaggio assiale o con bulloni inferiori – disponibile con involucri in ceramica o in resina – offre la massima flessibilità di progettazione.



valutare il comportamento in base a input variabili, determinare se l'apprendimento si sta verificando come previsto e verificare che gli adattamenti non compromettano funzionalità mission-critical. Ciò richiede test ripetuti in diversi scenari utilizzando l'emulazione RF, la sintesi del segnale e la registrazione del comportamento. In sintesi, le strategie di test devono evolvere e trattare i sistemi cognitivi più come decisori che come catene di segnali statiche. Le piattaforme di misura dovrebbero supportare la tracciabilità, l'analisi a circuito chiuso e la capacità di riprodurre e modificare gli scenari di missione. Proprio come i piloti umani devono essere addestrati e rivalutati in condizioni di stress, i sistemi cognitivi ESA devono essere valutati continuamente in ambienti RF differenti.

La sfida rappresentata dalle velocità ipersoniche

Lo sviluppo delle piattaforme ipersoniche rappresenta oggi una sfida per la costruzione di radar e di sistemi di tracciamento basati su ESA. Veicoli che viag-

giano a velocità superiori a Mach 5, spesso superando Mach 10, con estrema manovrabilità e sezioni radar molto ridotte, comportano **spostamenti Doppler** che possono superare i 30 megahertz, richiedendo sistemi radar con banda istantanea estesa, elevate velocità di aggiornamento e di riconfigurazione. Per soddisfare questi requisiti, i sistemi radar ESA stanno adottando architetture a banda larga e multicanale e stanno integrando amplificatori al **nitruro di gallio (GaN)** per ottenere una maggiore potenza ed efficienza di uscita. Tuttavia, i dispositivi al GaN richiedono test altamente accurati a causa del loro comportamento non lineare, dell'elevata densità di potenza e della sensibilità agli stress termici ed elettrici. Per testare e validare questi sistemi sono impiegati ambienti simulati che utilizzano **l'emulazione radar** basata su FPGA, la generazione di segnali a banda larga e sistemi di misura sincronizzati. Questi sistemi sono un'alternativa efficace ai più costosi test "sul campo", consentono agli ingegneri di validare la definizione delle for-

me d'onda, la rapidità di riconfigurazione del fascio e la risposta del sistema con bersagli ad alta velocità in modo ripetibile, supportando requisiti in evoluzione.

In sintesi

I sistemi ESA impiegati nelle applicazioni aerospaziali stanno diventando più compatti, intelligenti e multifunzionali. Sono anche più difficili da caratterizzare a causa delle interfacce digitali integrate, delle funzionalità intelligenti e dei profili di missione complessi. Il successo dei test e delle validazioni richiede un approccio nuovo, basato su flessibilità, coordinamento e realismo. Un contesto in cui la strumentazione PXI fornisce la modularità e le prestazioni necessarie per affrontare queste sfide, supportando sia la validazione a livello di dispositivo sia l'emulazione a livello di sistema. Grazie agli strumenti basati su piattaforma PXI è possibile accelerare i cicli di sviluppo, ridurre il rischio di integrazione e garantire l'idoneità operativa. Questo adattandosi a domini di frequenza, modalità funzionali e ambienti operativi diversi per stare al passo con esigenze in continua evoluzione.

ESA e PXI, in breve

*Un **Electronically Scanned/Steerable Array (ESA)** è un tipo particolare di antenna phased-array costituito da un gruppo di elementi radianti disposti opportunamente per funzionare insieme, producendo il diagramma di irradiazione desiderato. Con gli **Active Electronically Scanned Array (AESAs)** il fascio di emissione viene orientato variando elettronicamente la fase (e l'ampiezza) sui singoli elementi, senza muovere meccanicamente la struttura.*

***PXI (PCI eXtensions for Instrumentation)** è uno standard aperto per sistemi di test e misura automatizzati, derivato da CompactPCI, in cui lo chassis fornisce alimentazione, bus e linee di sincronizzazione comuni ai moduli. Invece di tanti strumenti singoli, si usano schede plug-in sincronizzate tra loro e controllate da un PC, per realizzare sistemi di test compatti e facilmente espandibili.*

**Reggie Rector è Vice President of Aerospace, Defense and Government for Emerson's Test and Measurement Group di Emerson. Vanta 18 anni di esperienza nell'industria aerospaziale e difesa, in cui ha ricoperto ruoli di leadership globale orientati alla crescita e alla competitività sul mercato.*

Per
approfondimenti
inquadrare
questo
QR code





ARBoard
PCB Prototyping and
Repairing... Augmented!

IL TOOL PCB DA BANCO • AI AGENTICA • 100% LOCALE

Ogni scheda ha una storia. ARBoard la conosce a memoria.

ARBoard è il **visualizzatore PCB pensato per il banco di rework**: layout, schemi, net e componenti in un'interfaccia immediata. In qualsiasi momento, un collega da remoto può **guidare chi è al banco**: ogni selezione si illumina in tempo reale sullo schermo dell'altro. L'agente AI integrato, eseguito interamente in locale, risponde in linguaggio naturale su progetto e storico guasti. **Più riparate, più impara. Su tutti i banchi.**

Importa i formati standard

ODB++

GERBER

IPC-2581

Cosa sai dirmi dei fallimenti di diodi e resistenze? Perché falliscono di solito?

Documentazione
Database
Ragionamento

Sulla base dei dati del database di riparazione, ecco i principali motivi per cui diodi e resistenze hanno fallito nei test:

Diodi (inclusi LED e Diodi standard):

- **Polarità Inversa/Inversione:** È la causa più frequente. Il diodo è stato montato al contrario rispetto alla marcatura sul silkscreen (es. **D21**) o l'anodo non viene alimentato correttamente perché il transistor driver non commuta (es. **D11**, dove il LED non si accende).
- **Problemi di Illuminazione:** In alcuni casi (**D5**), il LED risulta debole o non si accende, spesso dovuto a un

Chiedi qualcosa...

01 Storico guasti interrogabile

Report AOI e ICT, log e note dei tecnici diventano conoscenza interrogabile da tutto il team, per sempre.

02 Operativi dal primo giorno

Niente CAD complessi da imparare: l'interfaccia bench-oriented mostra solo ciò che serve al banco.

03 Report pronti per ERP/MES

Ogni azione, net fail e sostituzione tracciata in tempo reale. Export in CSV, Word ed Excel.

Mettilo alla prova sulle tue schede

Inquadra il QR code per richiedere una **demo tecnica** o una **licenza di prova**.



L'impiego delle connessioni a compressione nei sistemi critici

di Jerry Metcalf*

Le esigenze applicative in contesti come l'aerospazio e la difesa richiedono ai progettisti di comprimere i circuiti in alloggiamenti compatti, interconnettendo più schede in maniera affidabile. Un contesto in cui le tecnologie di connessione senza saldatura possono offrire la migliore combinazione di resistenza a urti, vibrazioni e cicli termici.

I circuiti stampati sono oggi alla base di produzioni su larga scala anche nei settori critici dell'aerospazio, dove si richiedono montaggi ad alta densità e un uso efficiente dei volumi disponibili. Sistemi in cui si fa spesso affidamento su architetture PCB impilate verticalmente per integrare i differenti sottosistemi e farli stare negli spazi sacrificati dei corpi avionici o satellitari.

L'impilamento consente di ottenere percorsi di segnale molto brevi tra i blocchi funzionali,

con particolari vantaggi per i segnali digitali e radio che utilizzano alte frequenze e che risentono negativamente della lunghezza delle tracce. Le connessioni verticali tra le schede sono quindi un fattore importante per consentire l'impilamento, un elemento da cui dipendono direttamente sia le prestazioni elettriche sia la robustezza meccanica dell'insieme.

L'impiego dei connettori tradizionali e le criticità nelle situazioni difficili

Con l'aumento della densità dei PCB, le connessioni tradizionali scheda-scheda rivelano dei limiti. Mentre i componenti elettronici diventano nel tempo sempre più piccoli e integrati, i connettori si ritrovano a occupare spazi relativamente sempre più grandi sui PCB. I carichi meccanici derivanti da urti, vibrazioni e dilatazioni termiche esercitano sollecitazioni sui giunti di saldatura dei connettori, mentre l'elevato numero di pin aggiunge complessità al routing delle tracce. Va da sé che nei sistemi impilati ad alta

densità, l'accesso per l'ispezione e la rilavorazione risulti molto limitato, e la ricerca di un banale giunto di saldatura difettoso diventi difficile e costoso da riparare. Ecco perché è importante ridurre al minimo il margine d'errore relativo ai connettori, scegliendo le modalità di collegamento scheda-scheda più adatte.

L'opzione dei connettori intermedi rigidi

I connettori intermedi rigidi realizzano contemporaneamente il collegamento elettrico e il fissaggio meccanico di due PCB mantenendoli secondo una geometria prefissata. In ambienti controllati, l'impiego dei connettori rigidi si rivela, di norma, efficace.

Tuttavia, nei sistemi soggetti a urti o a rapidi cicli termici, la rigidità imposta dai contatti saldati può costituire un limite. Quando le schede sono soggette a dilatazioni differenziali o accelerazioni, le sollecitazioni vengono trasferite sui pin e sulle giunzioni saldate. Nel tempo questo può causare **affaticamento dei materiali, con la creazione di cricche e possibili guasti intermittenti.** Il connettore rigido è un elemento strutturale all'interno dell'assemblaggio. Durante il lancio dei veicoli, nelle sollecitazioni delle operazioni di recupero e dai rapidi cicli termici, l'uso di giunzioni saldate può compromettere l'affidabilità.

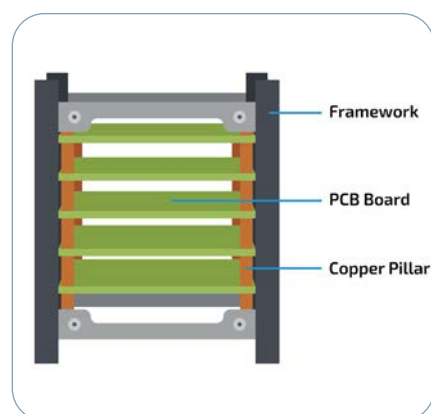


Figura 1: La disposizione con PCB paralleli impilati è adottata in molte applicazioni, in particolare aerospaziali, che richiedono la massima compattezza dei circuiti.

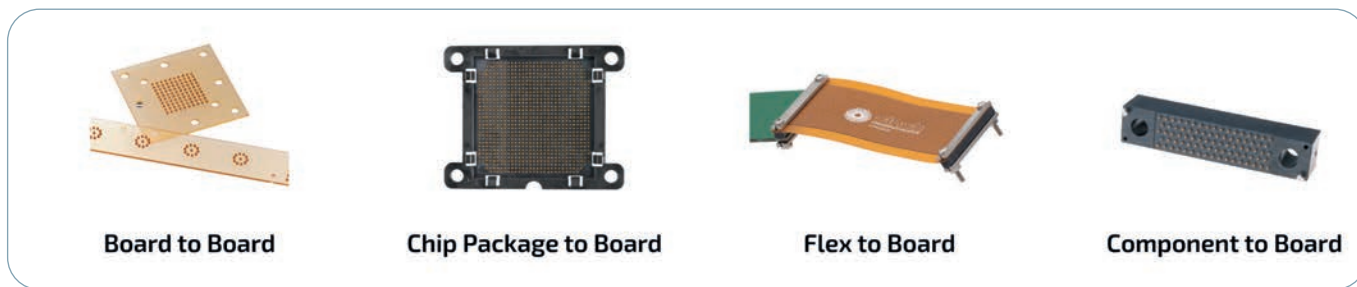


Figura 2: Le varie tipologie di connessioni che sono oggi disponibili per interconnettere elettricamente, e in alcuni casi anche bloccare meccanicamente tra loro o nella loro sede, schede, componenti e package.

L'uso di assemblaggi flessibili e di cavi jumper

Laddove non c'è una geometria fissa, o le diverse parti devono poter essere spostate, i progettisti ricorrono a cavi jumper e assemblaggi flessibili. Questa soluzione fornisce un disaccoppiamento meccanico tra le schede, riducendo le sollecitazioni sulle giunzioni saldate, consentendo di assorbire tutti gli spostamenti tra circuiti. Tuttavia, i cavi **aggiungono peso e consumano volume prezioso**. L'instradamento dei segnali diventa più complesso poiché le connessioni devono spesso arri-

vare al bordo dei PCB. La protezione dei cavi dalle sollecitazioni deve inoltre essere gestita con attenzione. In ambienti soggetti ad accelerazioni (G) elevate, un cavo libero di muoversi può introdurre a sua volta problemi di affidabilità. L'integrità del segnale può essere influenzata da percorsi di interconnessione più lunghi, che aumentano le perdite di inserzione. L'utilizzo di circuiti flessibili può complicare ulteriormente il controllo dell'impedenza alle frequenze più elevate.

Le connessioni a compressione, senza saldatura

Con i sistemi citati, i progettisti sono costretti a scegliere tra connessioni rigide che comportano rischi di stress fisici o flessibili che introducono maggiore complessità. Un'alternativa è costituita dalle interconnessioni

ni a compressione senza saldatura. Invece di saldare connettori e flessibili alle schede, i sistemi a compressione stabiliscono il contatto elettrico mediante l'applicazione di un carico meccanico controllato. In un sistema a compressione, gli elementi di contatto sono posizionati tra piazzole contrapposte. La continuità elettrica si ottiene quando viene applicata una forza di compressione sullo stack di schede e connettori. In questo modo **non è necessaria alcuna terminazione saldata e non sono presenti pin rigidi** che collegano le schede. L'interconnessione elettrica si attiva quando l'insieme viene accoppiato meccanicamente.

Progettare con le connessioni a compressione

I collegamenti a compressione sono adatti a realizzazioni con impilamento verticale diretto.

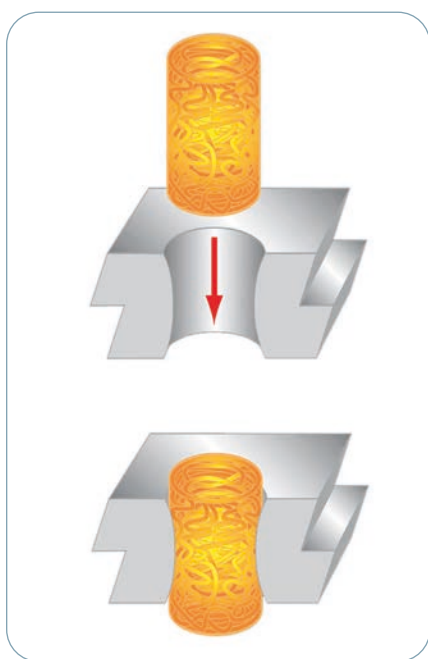


Figura 3: Posizionamento sul supporto e dinamica dei pin elastici utilizzati nelle connessioni a compressione.

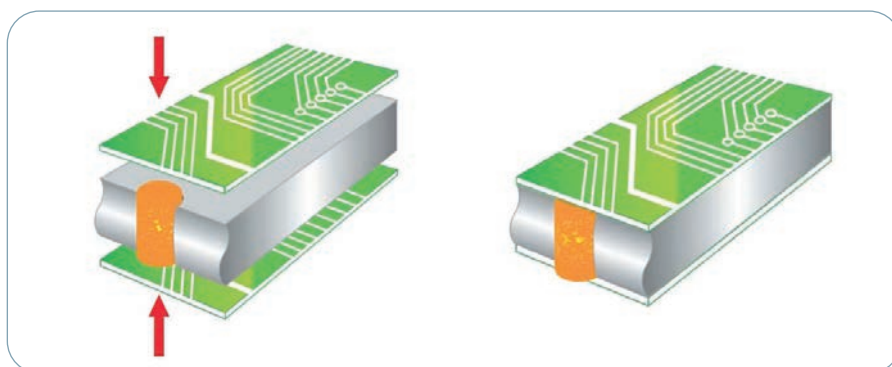


Figura 4: La connessione di due circuiti stampati mediante connettori a compressione

Le schede possono essere allineate in parallelo e collegate attraverso un breve percorso controllato lungo l'asse Z. Gli elementi di contatto devono essere progettati per adattarsi alle tolleranze, per assorbire le vibrazioni e per rispondere elasticamente alle dilatazioni termiche differenziali. L'interconnessione non è né rigidamente fissata, né liberamente fluttuante all'interno dell'invo-

lucro, ma lavora all'interno di un volume controllato.

Nelle applicazioni più dinamiche le connessioni a compressione offrono **vantaggi in termini di stabilità**, prestazioni e affidabilità. Poiché l'interfaccia di contatto si basa sulla compressione controllata piuttosto che su terminazioni permanenti, gli assemblaggi possono essere smontati, ispezionati e riassemblati senza interventi

di rilavorazione. Ciò facilita gli interventi di manutenzione sul campo durante il ciclo di vita del prodotto.

**Jerry Metcalf è responsabile sviluppo aziendale presso Cinch*

Per approfondimenti inquadra questo QR code.



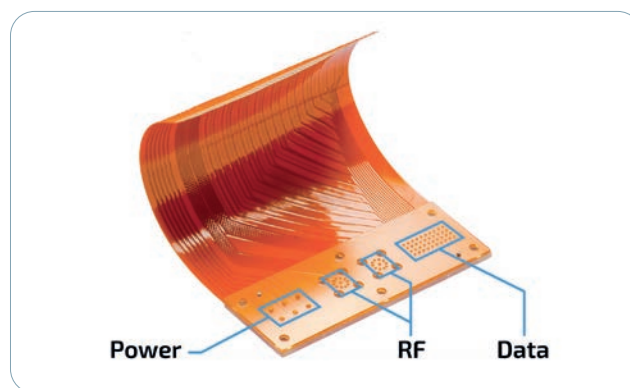
CIN::APSE: connessioni a compressione per il settore aerospaziale

Progettato da **Cinch** per applicazioni aerospaziali e difesa ad alta affidabilità, CIN::APSE rappresenta una delle evoluzioni mature delle tecnologie d'interconnessione a compressione, adatto per operare in presenza di urti, vibrazioni e cicli termici in architetture elettroniche ad alta densità. Il sistema, certificato NASA Technology Readiness Level 9, utilizza isolanti di precisione come dorsale strutturale ed elementi multifilo comprimibili disposti ad array per i contatti.

Ogni contatto è alloggiato in una cavità a forma di clessidra con estremità svasate che consente l'auto-allineamento durante la compressione, oltre a garantire l'isolamento dielettrico tra connessioni adiacenti e il controllo della pressione da cui dipende la resistenza di contatto.



La configurazione microscopica dei pin CIN::APSE è ottimizzata per offrire elasticità meccanica, oltre a minima induttanza e bassa resistenza di contatto.



Il possibile impiego degli array di connettori CIN::APSE per la connessione di cavi flessibili, con trasferimento contemporaneo di alimentazioni, segnali digitali e radiofrequenza.

L'anima del contatto è costituita da un fascio di fili in molibdeno con rivestimento esterno in oro in grado di offrire elevata conducibilità e resistenza all'usura in un ampio intervallo di temperature. Quando è compressa tra le piazzole di accoppiamento, l'anima di fili stabilisce numerosi micro-punti di contatto, garantendo bassa resistenza elettrica e prestazioni stabili per l'intera vita utile del sistema. La geometria non elicoidale dei fili riduce al minimo gli effetti induttivi, risultando efficace sia per i segnali digitali ad alta velocità, sia per le applicazioni in radiofrequenza. CIN::APSE può essere configurato con altezze e passi scheda-scheda personalizzati, flessibili e di tipo LGA. Il sistema è disponibile sia in array quadrati, ottimizzati per i segnali digitali, connessioni d'alimentazione e miste, sia in forma esagonale e spaziature uniformi per offrire isolamenti adeguati ai progetti che impiegano RF e microonde.

Huawei sfida Moore: l'evoluzione è nella propagazione dei segnali

Al congresso IEEE ISCAS di Shanghai, il colosso cinese Huawei ha lanciato la Tau Scaling Law un'alternativa "made in China" alla nota legge di Moore, e che propone di sostituire lo scaling fisico dei transistor — fondamento storico dell'industria dei chip — con uno scaling, basato sul tempo di propagazione dei segnali. La proposta nasce da una constatazione difficile da ignorare: dopo anni d'indiscussa validità, la Legge di Moore ha raggiunto i limiti fisici ed economici. Ridurre le geometrie dei processi di produzione è diventato esponenzialmente più costoso, con rendimenti decrescenti. Il nuovo approccio toglie il focus dalla miniaturizzazione dei transistor, considerando invece il tempo di propagazione dei segnali. Più basso è il tempo (Tau), più veloce e densa può diventare l'architettura, indipendentemente dai nodi di processo. La traduzione della Tau Scaling Law sul silicio si incarna per Huawei nell'architettura di layout LogicFolding, sviluppata per abbreviare i percorsi critici dei segnali, riducendo i carichi resistivi e capacitivi. Un'ottimizzazione che si estende su quattro livelli — dispositivo, circuito, chip e sistema — fino alla ridefinizione dei protocolli d'interconnessione, con lo UnifiedBus. La Tau Scaling Law nascerebbe dall'esperienza acquisita da Huawei negli ultimi sei anni in cui ha avviato la produzione su scala industriale di 381 nuovi chip. I nuovi processori Kirin (previsti per l'arrivo nel prossimo autunno) saranno i primi ad adottare in modo completo l'architettura LogicFolding. Entro il 2031, Huawei promette che riuscirà a realizzare tutti i chip di fascia alta con la propria architettura e ottenere, con questa, densità equivalenti alle produzioni da 1,4 nanometri. La gara nella produzione di chip sempre più innovativi e potenti a servizio delle nuove applicazioni digitali e AI è appena iniziata. Se le premesse Huawei reggeranno la verifica industriale, molte roadmap tecnologiche cambiano in futuro, contenente gli altri tre.



Microchip aggiorna i Trust Shield a misura della crittografia post-quantistica

Microchip ha esteso la gamma di controller progettati per la crittografia post-quantistica (PQC), ovvero per garantire elevati livelli di sicurezza dei sistemi anche quando gli attaccanti potranno disporre di più potenti sistemi di calcolo quantistico. Il nuovo controller esterno della Platform Root of Trust (PRoT) TS1800 si interpone fra il processore host e le periferiche critiche per gestire secure boot, autenticazione firmware, aggiornamenti sicuri e gestione delle chiavi, riducendo al minimo le modifiche al design della scheda. Il dispositivo fa parte della famiglia Trust Shield di Microchip e introduce il supporto agli schemi ibridi di crittografia post-quantistica, combinando algoritmi classici e algoritmi resistenti agli attacchi quantistici secondo le raccomandazioni del NIST, con l'obiettivo di mitigare gli scenari in cui i dati cifrati di oggi possano essere violati in futuro con computer quantistici. Il TS1800 permette di innalzare il livello di sicurezza senza sostituire il microcontrollore o il processore applicativo. Il controller implementa funzioni di root-of-trust indipendenti dalla CPU principale, come la validazione delle immagini firmware tramite firma digitale, il controllo dell'integrità del codice in esecuzione e la gestione sicura di credenziali, certificati e chiavi crittografiche, proteggendo l'ambiente di esecuzione anche in presenza di vulnerabilità nel software di sistema. Sul piano dell'integrazione, Microchip supporta i progettisti con reference design, stack software e con tool di configurazione che semplificano l'aggiunta del TS1800 in progetti nuovi o esistenti, inclusi quelli basati su microcontrollori e FPGA della stessa casa. Le applicazioni riguardano i sistemi industriali, le infrastrutture di comunicazione, le applicazioni automotive connesse e, in generale, a tutti i dispositivi destinati a rimanere sul campo per molti anni, per i quali la migrazione graduale verso la crittografia post-quantistica è già oggi un requisito progettuale più che un tema di ricerca.



LAPP Project Business: l'esperienza nel cablaggio

La gestione dei cablaggi in grandi impianti industriali, infrastrutture energetiche e sistemi di comunicazione critici non si riduce alla scelta dei cavi in un catalogo. La complessità di normative, logistica e integrazione impone un approccio di progetto, un piano su cui vuole collocare il modello Project Business di LAPP, pensato per trasformare i cavi e i connettori in un sottosistema ingegnerizzato, coordinato fin dalle fasi di definizione dell'impianto.

L'aspetto tecnologico centrale è l'integrazione: i LAPP Expert entrano in gioco già in fase di concept, analizzando requisiti elettrici, ambientali e normativi per selezionare — o progettare — le soluzioni di connessione più adatte.

Questo su un portafoglio prodotti di oltre 40.000 articoli: dai cavi di potenza per distribuzione e azionamenti ai cavi per bus di campo e trasmissione dati, dalla fibra ottica ai connettori industriali, fino a pressacavi e componenti attivi, creando una "toolbox" completa per cablaggi misti power/data. Quando la combinazione di prodotti standard non è più sufficiente, gli ingegneri possono sviluppare varianti custom e sistemi preassemblati, riducendo gli interventi manuali in campo e il rischio di errori. LAPP Project Business promette di alleggerire le complessità dei deployment. La presenza di numerosi siti produttivi e sedi commerciali consente di avvicinare fisicamente la produzione ai cantieri, accorciando

la catena logistica e migliorando la disponibilità dei materiali nelle fasi critiche del progetto. Il supporto sulle certificazioni — dalle omologazioni dei cavi alle specifiche locali di posa e sicurezza — permette di scegliere fin dall'inizio le soluzioni conformi ai diversi contesti nazionali, evitando rielaborazioni o sostituzioni in corso d'opera.

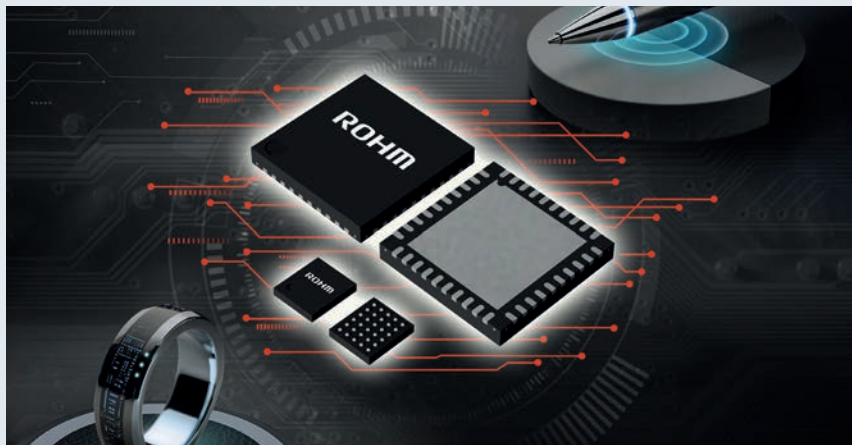
Il risultato, per chi progetta sistemi complessi, è la possibilità di considerare il cablaggio come un modulo funzionale integrato: un unico interlocutore tecnico per cavi, connettori, accessori e preassemblaggi, capace di seguire il progetto dall'ingegneria di base fino alla messa in servizio, con coerenza di specifiche, documentazione e modifiche lungo tutto il ciclo di vita dell'impianto.

Da Rohm un chipset progettato per la ricarica degli smart ring

Il mercato degli smart ring e di altri dispositivi utilizzati per il monitoraggio biometrico sta vivendo una crescita esponenziale. Per i progettisti hardware, tuttavia, l'integrazione dei sistemi di alimentazione in form-factor miniaturizzati rappresenta una sfida complessa: la ricarica cablata è impraticabile per motivi di design e impermeabilità, mentre lo standard Qi tradizionale si scontra con i limiti geometrici e d'ingombro delle bobine. La risposta tecnologica più efficace risiede nel trasferimento di energia a corto raggio tramite tecnologia NFC, operante sulla banda dei 13,56 MHz, che consente una drastica riduzione delle dimensioni dell'antenna. Per rispondere a queste specifiche esigenze di spazio ed efficienza energetica, ROHM ha annunciato il lancio sul mercato del nuovo chipset di ricarica wireless ML7670 (ricevitore) e ML7671 (trasmettitore). Evoluzione diretta delle precedenti soluzioni da 1W (ML7660/ML7661), questa nuova famiglia di semiconduttori riduce la potenza massima trasferibile a 250 mW, configurandosi come la soluzione ideale per i micro-wearable. Dal punto di vista dell'architettura di sistema, il chip ricevitore ML7670 integra a bordo i MOSFET di commutazione necessari per pilotare l'IC di ricarica della batteria, abbattendo la lista dei componenti da aggiungere. Il dispositivo vanta un'efficienza di trasferimento energetico del 45%, un valore alto per questa classe di po-

tenza ridotta, ottenuto ottimizzando il matching della bobina, la circuiteria del raddrizzatore e riducendo al minimo le perdite di commutazione. Un ulteriore e significativo vantaggio per i progettisti risiede nel software: tutto il firmware necessario per la gestione e il controllo della potenza wireless è pre-programmato e integrato nell'IC. Questa architettura elimina la necessità di allocare risorse esterne o un pin del microcontrollore, riducendo drasticamente lo spazio occupato sul PCB, i consumi statici complessivi e i tempi di sviluppo del firmware di sistema. Il chipset

rispetta pienamente le specifiche NFC Forum WLC 2.0, garantendo interoperabilità e coesistenza con l'ecosistema di ricarica esistente. Il chipset ha dimensioni del package estremamente ridotte (2,28 x 2,56 x 0,48 mm per il ricevitore ML7670) ed è già in produzione. Viene impiegato nel recente SOXAI RING 2, smart ring giapponese avanzato per il monitoraggio del sonno. ROHM supporta i team di progettazione e R&D mettendo a disposizione schede di valutazione dedicate e reference design per accelerare le fasi di prototipazione dei prodotti.



Nuovi convertitori DC-DC isolati da 15 e 30 W da TDK.

TDK-Lambda ha introdotto nuovi convertitori DC-DC isolati da 15 e 30 W progettati come moduli "all-in-one" per ridurre la complessità di progetto e l'ingombro dei sistemi di automazione, test e comunicazione. La nuova serie CCGS deriva dai moduli CCG, per montaggio su PCB, con cui condivide la piattaforma e le caratteristiche di affidabilità,

aggiungendo versioni pronte per il montaggio su chassis o guida DIN, con terminali a vite o connettori JST per cablaggio rapido.

I modelli CCGS coprono le principali tensioni di uscita single-output (3,3, 5, 12 e 15 V), con opzioni di ± 12 V e ± 15 V per alimentare sezioni analogiche e logiche simmetriche. In ingresso accettano un am-

pio range di tensioni: le versioni da 15 W accettano 9-36 V o 18-76 V, mentre i modelli da 30 W sono certificati sull'intero intervallo 9-36 V o 18-76 V.

Dal punto di vista elettrico, i moduli single-output includono un trimmer di regolazione che consente di impostare un intervallo di tensione attorno al valore nominale (ad esempio 2,97-3,63 V per l'uscita 3,3 V, 4,5-5,5 V per 5 V, 10,8-13,2 V per 12 V e 13,5-16,5 V per 15 V), utile per compensare cadute su linee lunghe o per adattarsi a esigenze specifiche del carico. Un LED verde frontale indica la presenza della tensione di uscita, semplificando le verifiche in campo, mentre l'ingresso remoto on/off permette di inibire il convertitore per funzioni di sequenziamento o di isolamento di sottosistemi durante le operazioni di manutenzione.

L'efficienza tipica si colloca tra l'84% e l'87% a seconda del modello, con un campo di temperatura operativa da -20 a +70 °C in raffreddamento naturale, adatto a quadri e sistemi compatti senza ventilazione forzata. Dal punto di vista normativo, l'intera serie CCGS è certificata IEC/EN/UL/CSA 62368-1 per altitudini fino a 5000 m, con tenuta dielettrica di 1500 Vdc ingresso-chassis, 1500 Vdc ingresso-uscita e 1000 Vdc uscita-chassis, requisiti che la rendono adatta a impieghi industriali, ferroviari, di test e misura e nelle comunicazioni.



Evolute e su misura

Le busbar di EC&C sono la risposta per chi cerca soluzioni di progettazione avanzate e personalizzate

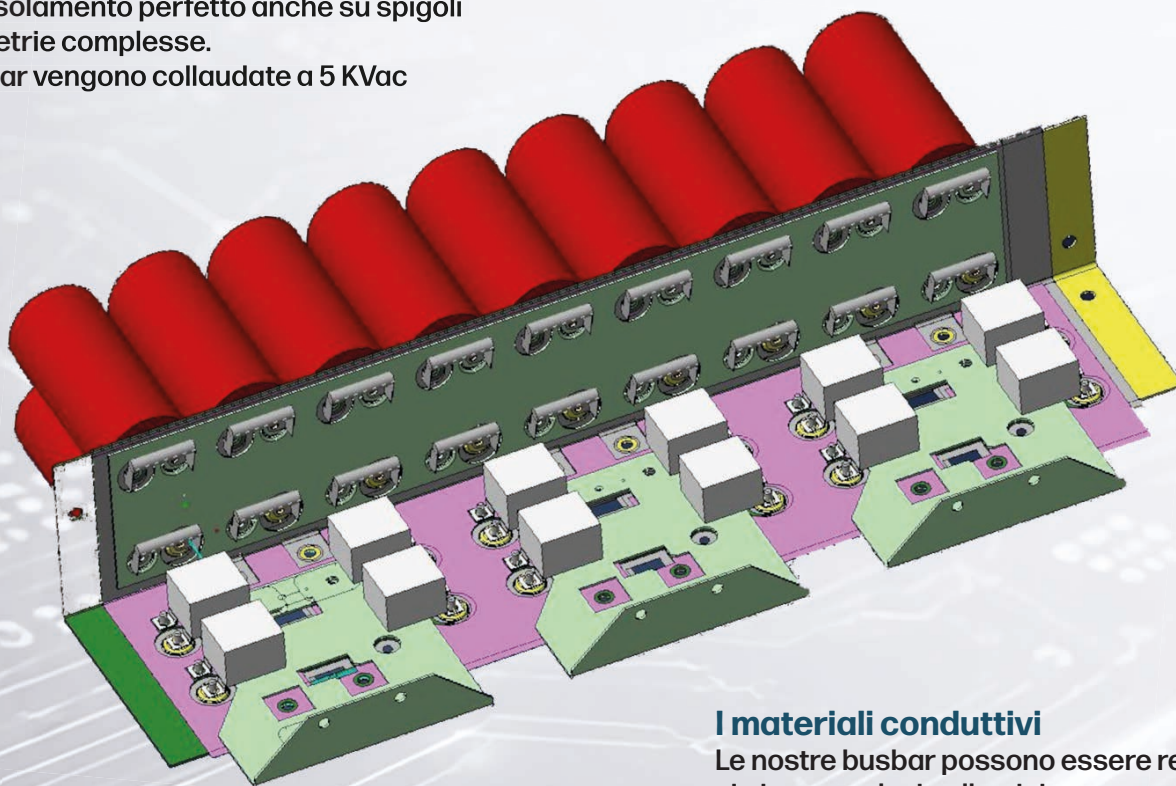
Elevato isolamento fra i layer

Rivestimento integrale in poliammide per un isolamento perfetto anche su spigoli e geometrie complesse.

Le busbar vengono collaudate a 5 KVac

Struttura integrata

La busbar diventa struttura portante collegando elettricamente e meccanicamente i dissipatorie i componenti, riducendo tempi e costi di assemblaggio



Gestione termica ottimizzata

La finitura opaca aumenta l'emissività, inoltre è possibile integrare nella busbar alette di raffreddamento

I materiali conduttivi

Le nostre busbar possono essere realizzate sia in rame che in alluminio.

L'uso dell'alluminio garantisce una notevole riduzione dei costi e dei pesi.

Busbar EC&C performance senza compromessi



EC&C srl

Energy Components and Consulting

via Santa Petronilla 7 • 23889 Santa Maria Hoè (LC)

039.5971061 • info@ecec.it • www.ecec.it

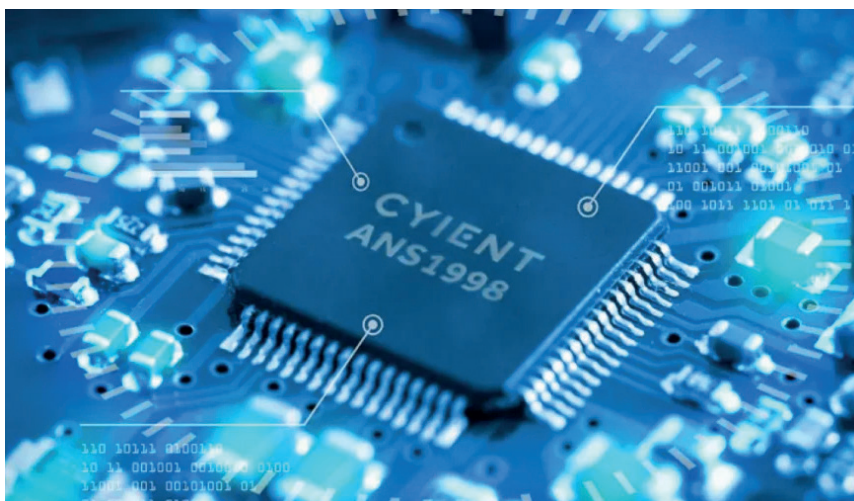
Cyient entra nei GaN di potenza per AI, telecom e automotive

Cyient Semiconductors debutta nel campo dei semiconduttori di potenza al nitruro di gallio con una prima famiglia di sette circuiti integrati da 700 V in package DPAK, sviluppati sulla tecnologia Navitas e pensati per alimentatori ad alta efficienza fino a 650 V. I nuovi dispositivi combinano in un singolo componente il transistor GaN, il driver di gate e le funzioni di controllo e protezione, offrendo una

piattaforma integrata per caricabatterie USB-PD, adattatori notebook, alimentatori AC/DC per data center e telecomunicazioni e sistemi di ricarica per la mobilità elettrica leggera. Rispetto alle soluzioni a silicio tradizionali, il GaN consente frequenze di commutazione nettamente più elevate, minori perdite sia in conduzione sia in switching e una migliore gestione termica, con un impatto diretto su dimensioni

ed efficienza complessiva. La famiglia Cyient Navitas mira a sfruttare questi vantaggi offrendo dispositivi "application ready" per le principali topologie di conversione: alcune versioni sono ottimizzate per schemi quasi-risonanti (QR) tipici dei flyback ad alta densità, altre per stadi PFC e half-bridge destinati a front-end di potenza più spinti. La gamma copre resistenze $R_{ds(on)}$ da 120 a 330 milliOhm a 700 V, con driver integrato e funzioni di gestione EMI e rilevamento corrente pensate per semplificare il loop di controllo e la protezione. L'integrazione del driver accorcia il percorso gate-switch, riduce gli anelli di corrente critici e aiuta a contenere gli overshoot dovuti alle elevate dV/dt tipiche del GaN, facilitando il rispetto dei limiti EMC senza dover ricorrere a layout estremamente complessi.

Dal punto di vista del progettista, il vantaggio è la disponibilità di building block GaN già pronti, con un livello di integrazione sufficiente a ridurre il numero di componenti discreti e il tempo di design, mantenendo però la flessibilità sulle topologie adottate. Cyient prevede di rendere disponibili i primi campioni entro questo mese di giugno, con una roadmap che punta a estendere la piattaforma verso potenze e configurazioni più spinte, sfruttando partnership locali per accompagnare lo sviluppo delle applicazioni basate sui GaN.



GaN compatti per adattatori USB-C EPR da Renesas

Renesas ha presentato una nuova piattaforma di conversione AC/DC Half-Wave LLC (HWLLC) basata su tecnologia SuperGaN d-mode, capace di raggiungere e superare i 500 W con densità di potenza fino a 3 W/cc e un'efficienza di picco del 96,5%. La topologia HWLLC è pensata per coprire un ampio intervallo di potenza, dai 100 ai 500 W, indirizzando caricatori USB-C EPR da 240 W, utensili elettrici, e-bike, TV/monitor di grande formato e alimentatori industriali e per illuminazione outdoor, dove ingombro, dissipazione e rendimento sono parametri chiave di progetto.

Il cuore della soluzione è il controller RRW11011, che combina un PFC interleaved a controllo di sfasamento con il controller HWLLC in un unico dispositivo. Questa integrazione riduce il ripple, consente l'uso di magnetici più compatti, bilancia le correnti tra le fasi e migliora la robustezza complessiva dello stadio front-end, mantenendo alta efficienza su tutto il range di tensione d'uscita da 5 a 48 V richiesto dalle applicazioni USB Extended Power Range. A valle, il controller RRW30120 implementa il protocollo USB-PD e il controllo ad anello chiuso fino a 240 W, mentre il gate driver GaN half-bridge RRW40120 e il raddrizzatore sincrono "intelligente" RRW43110 completano la catena di potenza.

La scelta del GaN è centrale per le prestazioni dichiarate: la tecnologia SuperGaN in configurazione cascode offre velocità di commutazione elevate e minori perdite, mantenendo però una tensione di soglia e un'interfaccia di pilotaggio compatibili con i driver in silicio esistenti, facilitando il redesign di progetti legacy. La topologia HWLLC proposta da Renesas elimina avvolgimenti e componenti rispetto agli LLC tradizionali, semplificando il layout,

riducendo l'EMI e permettendo di riutilizzare lo stesso progetto su più famiglie di prodotto con potenze e fattori di forma differenti. La scheda di valutazione EBC10293 per adattatori USB-PD EPR da 240 W integra già PFC, stadio AC/DC HWLLC e controllo USB-PD in un design compatto, fornendo ai progettisti un riferimento concreto per sviluppare alimentatori di nuova generazione ad alta densità e bassi consumi in standby.





Le schede “rugged” per gli ambienti ostili

Di Filippo Fossati

Inizialmente progettate per garantire un funzionamento affidabile in ambienti difficili, le schede embedded rugged si stanno trasformando in soluzioni di edge computing basate sull'intelligenza artificiale, in grado di fare inferenze in tempo reale, anche nelle condizioni d'impiego più estreme.

Le schede embedded di tipo rugged sono una particolare tipologia di soluzioni di elaborazione espressamente progettate per operare in maniera affidabile in ambienti particolarmente ostili, preclusi alle schede standard che invece operano in ambienti controllati. Si tratta di soluzioni progettate per uso embedded, ovvero devono essere integrate in

sistemi o apparati di dimensioni maggiori, che devono garantire, tra l'altro, lunghi cicli di vita e un'elevata resistenza a sollecitazioni ambientali e meccaniche e ad agenti esterni di varia natura. Queste schede rugged condividono alcune caratteristiche comuni che qui di seguito analizziamo in dettaglio. **Intervallo di temperatura esteso:** realizzate l'uso in ambienti estremi, queste schede devono

operare in un intervallo di temperatura compreso tra -40 e $+85$ °C (o superiore).

Raffreddamento passivo: il raffreddamento delle schede deve essere di tipo passivo (per conduzione o mediante dissipatori di calore) per evitare guasti di natura meccanica che possono interessare le ventole e prevenire l'ingresso di polvere, sporcizia e detriti. Lo scorso anno **Congatec** ha presentato la propria soluzione di raffreddamento basata su heat pipe (tubo di calore) da utilizzare in condizioni ambientali estreme che utilizza acetone come fluido di lavoro al posto dell'acqua. In questo modo si impedisce il congelamento del fluido di trasferimento termico a temperature estreme inferiori allo zero, evitando danni alla soluzione di raffreddamento, al modulo elettronico e all'intero sistema. Tra le applicazioni tipiche del nuovo sistema di raffreddamento basato su heat pipe si possono annoverare tutti i mezzi, sia autonomi sia

convenzionali, che devono operare in condizioni estreme, come i veicoli logistici nei porti, negli aeroporti e nei depositi frigoriferi.

Elevata resistenza a sollecitazioni e vibrazioni: queste schede sono realizzate con componenti robusti (industrial-grade) e saldati su di esse, mentre i substrati del PCB sono opportunamente rinforzati per assicurare stabilità meccanica in applicazioni mobili o laddove siano previsti impatti di elevata intensità. Per la memorizzazione si utilizzano solitamente SSD (Solid State Storage) al posto dei tradizionali HDD per garantire un adeguato livello di resistenza contro le vibrazioni.

Lunghi cicli di vita: per le schede devono essere garantita la disponibilità per un periodo esteso (tra i 7 e 10 anni o superiore) Lunga durata:

Schede rugged: le principali tipologie

Le più importanti tipologie di schede embedded rugged sono essenzialmente tre: SBC (Single Board Computer), COM (Computer on Module) e SOM (System on Module). La scelta tra queste tre architetture è senza dubbio

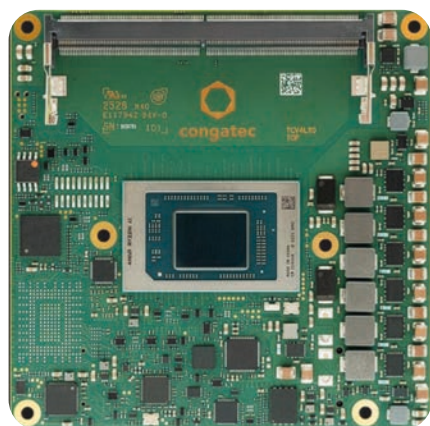


Figura 1: Il modulo Congatec conga-TCRP1 in formato COM Express 3.1 Compact con pinout Type 6 assicura la massima scalabilità e flessibilità in fase di design.

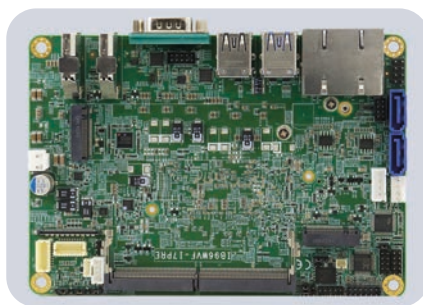


Figura 2: L'SBC IB96W di iBase Technology in formato 3.5" garantisce elevate prestazioni nelle applicazioni di edge computing industriale della prossima generazione.

una decisione critica per progettisti e OEM. Un SOM è un modulo di elaborazione integrato che include alcuni componenti essenziali come processore, (CPU o SoC), memorie RAM e di archiviazione e interfacce di I/O. Si tratta in sintesi di una soluzione compatta particolarmente adatta per l'uso in applicazione con severi vincoli in termini di ingombri ed efficienza energetica, come ad esempio dispositivi medicali portatili e sistemi avionici e automotive.

Con l'acronimo COM si identifica un modulo sostanzialmente simile al SOM (spesso i due termini sono intercambiabili) che è vincolato a standard industriali come **COM Express**, **SMARC**, **Qseven** e, più recentemente, **COM-HPC**. Entrambe le tipologie richiedono una scheda carrier per instradare i segnali dal modulo e rendere disponibili connessioni aggiuntive e integrare caratteristiche custom. Si tratta di soluzioni modulari che assicurano elevati livelli di scalabilità e semplicità di aggiornamento, in quanto è possibile sostituire il modulo indipendentemente dalla scheda carrier.

Un SBC, invece, è un computer completo integrato in un'unica scheda che include processore, memorie RAM e di archiviazione

e interfacce di I/O. A differenza dei moduli COM e SOM, non richiede una scheda carrier e può quindi operare in maniera autonoma.

Le nuove applicazioni nell'edge computing e nell'AI

Da dispositivi in grado di garantire un'elevata affidabilità in condizioni operative particolarmente difficili, le schede embedded rugged si stanno trasformando in piattaforme intelligenti e ad alte prestazioni per l'edge computing. Le odierne schede rugged stanno diventando sempre più smart grazie all'integrazione di GPU e NPU, particolarmente utili, tra l'altro, per l'analisi in tempo reale alla periferia della rete, la manutenzione predittiva e la navigazione autonoma. Un altro trend significativo è il crescente utilizzo di **fattori di forma modulari come COM-HPC**, che assicurano un'elaborazione periferica ad alta velocità e sono ampiamente utilizzati nell'ambito dei trasporti, nei campi industriale e medicale e **OpenVPX (3U/6U)** utilizzato principalmente in applicazioni nel settore aerospazio/difesa. Secondo recenti studi, l'adozione di piattaforme modulari consente di ridurre del 30% i tempi di sviluppo, nonché di migliorare la flessibilità in termini di gestione del ciclo di vita. I produttori di schede embedded rugged stanno integrando in misura sempre maggiore interfacce ad estesa ampiezza di banda come PCIe Gen4/5 e porte 10GbE, oltre a collegamenti per telecamere ad alta velocità (GMSL2 e CSI-2) per migliorare la velocità effettiva di trasferimento dati e ridurre la latenza. La convergenza tra le tecnologie

5G e TSN è un altro aspetto cruciale per garantire comunicazioni estremamente affidabili, a bassa latenza e deterministiche. Nelle release 16/17 del 5G viene standardizzato il supporto a TSN, consentendo alle schede rugged di gestire dati "time sensitive" e non sulla stessa rete, una caratteristica cruciale in applicazioni nell'ambito dell'automazione industriale e dei trasporti smart. La cybersecurity integrata a livello hardware è divenuta prassi comune per rispondere in maniera efficace alle continue minacce che hanno come obiettivo infrastrutture critiche. Un numero via via crescente di schede ora integra moduli **TPM (Trusted Platform Module) 2.0** per archiviare le chiavi crittografiche e autenticare i sistemi.

L'efficienza energetica e la sostenibilità, infine, sono altre due elementi che riscuotono una sempre maggiore attenzione.

Uno sguardo al mercato

Di seguito una sintetica panoramica di alcune delle schede rugged introdotte recentemente sul mercato, alcune delle quali sono state esposte all'ultima edizione di Embedded World.

CONGATEC ha migliorato prestazioni e scalabilità dei propri moduli in formato COM Express 3.1 Compact con pinout Type 6 che utilizzano i processori Ryzen AI Embedded P100 di AMD con l'introduzione dei nuovi **conga-TCRP1**, ora disponibili in sei nuove versioni equipaggiate con otto, dieci o dodici core di CPU. La GPU Radeon RDNA 3.5 integrata e la NPU XDNA2 con potenza di calcolo fino a 50 TOPS per l'elaborazione AI permettono di incrementare ulteriormente le prestazioni. Questa

avanzata architettura di elaborazione permette di accelerare lo sviluppo di applicazioni edge AI con requisiti deterministici e che richiedono elevata potenza di calcolo destinate a settori quali trasporti, tecnologia medica, infrastrutture per smart city, robotica e automazione industriale. Per le applicazioni che richiedono molta memoria sono disponibili fino a 96 GB di RAM DDR5-5600 con ECC opzionale per le implementazioni di tipo "mission critical". Sono anche previsti fino a 8 canali (lane) PCIe Gen4 completamente configurabili e 1 porta PEG x4 Gen 4 per assicurare un trasferimento dati veloce e la connessione con periferiche "low-lane" (ovvero che non richiedono molti canali PCIe) come ad esempio Industrial Ethernet, adattatori per bus da campo o moduli wireless. Per l'archiviazione dei dati, i moduli mettono a disposizione un SSD NVMe con capacità massima di 512 MB integrato a bordo oppure 2 interfacce SATA con velocità di trasferimento di 6 Gb/s per supporti di memorizzazione esterni.

Progettato per soddisfare le esigenze di edge computing industriale della prossima generazione, l'**SBC IB96W** in formato 3.5" di **iBASE Technology** è equipaggiato con processori Intel Core di 13ma generazione, memoria DDR5 fino a 32 GB con IBECC, 2 porte 2,5 GbE LAN e un set completo di I/O (interfacce per display, USB, SATA e porte seriali), oltre a 3 slot di espansione M.2. Realizzato per operare in ambienti gravosi, si propone come una valida soluzione per applicazioni di controllo intelligente ed elaborazione dei dati in tempo reale in fabbriche, si-

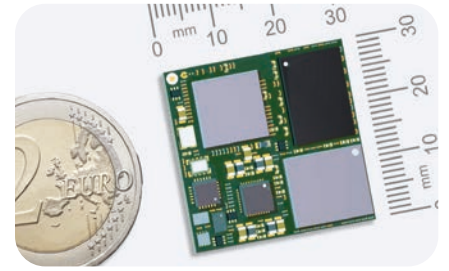


Figura 3: Le due famiglie di moduli COM OSM e Lino di Toradex sono piattaforme di elaborazione compatte per applicazioni edge AI industriali.

stemi di trasporto, infrastrutture smart e installazioni all'aperto.

Le due nuove famiglie **OSM** e **Lino** di **Toradex** prevedono quattro moduli COM equipaggiate con processori i.MX 93 e i.MX 91 di NXP. Progettate per l'uso in dispositivi IoT industriali, come ad esempio controllori, gateway, sensori smart e sistemi portatili, si distinguono per il fattore di forma ultra-compatto (30x30mm), il costo competitivo, il funzionamento nell'intervallo di temperatura tra -40 e +85 °C e la garanzia della disponibilità fino al 2038. Per le applicazioni edge AI, il processore i.MX 93 è disponibile in versione con NPU integrata (0,5 TOPS) che consente di accelerare la fase di apprendimento automatico a bordo dispositivo, utile in applicazioni quali rilevamento smart,

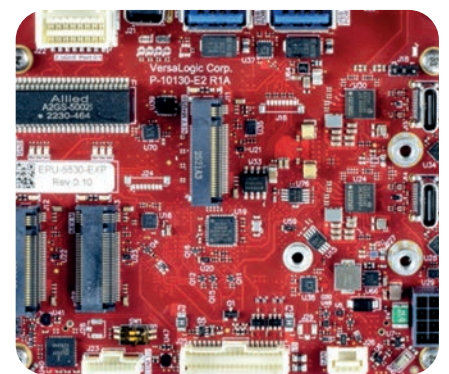


Figura 4: VL-EPU-5530 Raptor è un computer embedded compatto ottimizzato per applicazioni SWaP sviluppato da VersaLogic.

analisi e, più in generale, “industrial intelligence”.

VL-EPU-5530 Raptor è un computer embedded compatto di **VersaLogic** equipaggiato con processori Intel di 13ma generazione (i5 a 10 core oppure U300E a 5 core) con GPU Xe integrata. Disponibile in un fattore di forma compatto proprietario (80x95x36 mm), Raptor prevede fino a 64 GB di RAM con ECC saldata a bordo e 3 zoccoli di espansione M.2. Il ricco corredo di I/O prevede 2 porte USB 4 Type-C, 2 porte USB 3.2 Type-A e 2 interfacce 2.5 Gb Ethernet con supporto TSN. In grado di operare nell'intervallo di temperatura compreso tra -40° e +85°C, VL-EPU-5530 soddisfa le specifiche dello standard MIL-STD-202H per quanto riguarda la resistenza alle sollecitazioni e alle vibrazioni e può essere utilizzato ad altezze fino a 15.000 metri. Progettato per garantire la disponibilità a lungo termine e l'integrazione in sistemi rugged e mission-critical, il **SOM-COMe-BT6-PTL**, in formato COM Express Type 6 di **Seco** è equipaggiato con processori Intel Core Ultra Serie 3 (in versioni fino a 16 core) e con la nuova NPU 5

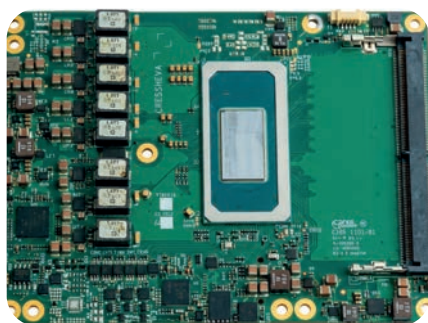


Figura 5: Grazie alle sue caratteristiche, il modulo SOM-COMe-BT6-PTL di Seco rappresenta una valida soluzione per applicazioni quali sistemi basati sull'AI, automazione industriale avanzata, imaging medicale e apparati di visione che prevedono più telecamere

Intel in grado di fornire una potenza di calcolo fino a 50 TOPS di accelerazione AI dedicata (per un totale di 180 TOPS a livello di piattaforma). La GPU in architettura Xe3 assicura significativi miglioramenti di prestazioni a livello di grafica e di imaging.

Advantech ha di recente introdotto due moduli conformi a RTXe basati su piattaforme Rockchip. RTXe è l'evoluzione dello standard RTX, un insieme di specifiche per schede di elaborazione embedded progettate per l'uso in ambienti gravosi rilasciato nel 2015 da Advantech in collaborazione con altri partner tra cui Arm, NXP e TI. RTXe utilizza i medesimi connettori scheda-scheda di COMe e soddisfa le normative EIA-364 relative alla resistenza a sollecitazioni e vibrazioni. La possibilità di resistere a livelli di energia vibrazionale fino a 3,5 Grms rende le schede conformi a questo standard le soluzioni ideali per applicazioni a bordo veicolo e industriali. Il nuovo **AOM-3821** prevede un processore RK3588 con 4 core Cortex-A76 e 4 core Cortex-A55 con NPU da 6 TOPS. Sono disponibili 2 porte MIPI-CSI e un ingresso HDMI che permettono di acquisire video ad altissima definizione e gestire scenari complessi in modo estremamente semplice. L'altro modulo rilasciato da Advantech è **AOM-3841**, dotato di processore RK3576 che prevede più interfacce per display (DP, HDMI e MIPI-DSI), oltre a 3 porte MIPI-CSI e 2 per bus CAN. Esso si propone come una soluzione completa a basso consumo e alte prestazioni per numerose applicazioni smart e industria-



Figura 6: I nuovi SOM basati su processori Rockchip e conformi allo standard RTXe assicurano prestazioni affidabili in un gran numero di applicazioni industriali.

li della prossima generazione. Entrambi i prodotti sono compatibili a livello di piedinatura e possono essere usati con la stessa scheda carrier. Grazie alle loro caratteristiche, questi nuovi SOM sono già stati impiegati in numerosi progetti di treni ad alta velocità e di sistemi di monitoraggio ferroviari.

Filippo Fossati



Laureato in ingegneria elettronica con specializzazione in bio-ingegneria e reti neurali ha ricoperto

per oltre 25 anni il ruolo di direttore responsabile di riviste di elettronica, semiconduttori, embedded. Autore di articoli/blog su AI e nuove tecnologie vanta grande esperienza come responsabile di siti Web specializzati in elettronica, semiconduttori, elettronica di potenza, elettronica medicale, embedded, e-mobility ed energie rinnovabili.

Per approfondimenti inquadra questo QR code





Scegliere il kit di sviluppo su misura per ridurre i costi e accelerare il delivery del prodotto

di Daniel Ford*

Successi e insuccessi della progettazione elettronica dipendono oggi, in gran parte, dalla rapidità con cui i prodotti finiti possono essere portati sul mercato: una sfida complicata da requisiti sempre più stringenti, da ostacoli normativi e di budget. Un contesto in cui i kit di sviluppo possono rappresentare una valida soluzione; a patto di non sbagliare la scelta.

I kit di sviluppo hanno cessato d'essere semplici strumenti per l'apprendimento diventando dei presidi preziosi per la progettazione. Secondo un recente sondaggio di Farnell, ben il 44% degli OEM utilizza i kit di sviluppo nel proprio workflow di progettazione. Ancora più sorprendente è che quasi l'84% degli stessi OEM utilizzi le componenti software del kit anche nel prodotto finito. Da semplici strumenti di valutazione, i kit sono diventati un asset strategico in grado di determinare il successo dei prodotti. Grazie a blocchi costruttivi hardware e software pre-validati, questi kit permettono agli ingegneri di evitare frustrazioni e concentrarsi sulla realizzazione di ciò che dà valore aggiunto. Tuttavia, la potenza di un DevKit si concretizza solo attraverso scelte informate. È solo valutando con attenzione le

esigenze applicative, il supporto dell'ecosistema e riuscendo a sfruttare le risorse tecniche disponibili che i progettisti possono ridurre significativamente il rischio e accelerare l'innovazione.

La sfida di progettare il circuito partendo da zero

La progettazione elettronica si trova oggi ad affrontare una tempesta perfetta. Man mano che nei settori consumer e industriali la domanda si orienta verso dispositivi sempre più intelligenti, aumenta di pari passo la complessità dei sistemi sottostanti. Progettare da zero un PCB personalizzato significa affrontare problemi di integrità dei segnali, rischi legati alla gestione dell'alimentazione e alla reperibilità dei componenti. La progettazione risente di una sorta di dipendenza circolare: il software non

Perché i kit di sviluppo sono importanti

Prototipazione rapida e proof of concept

I kit consentono di ottenere un prototipo funzionante nel giro di poche ore. Questo permette ai team di convalidare i proof of concept (PoC) con gli stakeholder nelle primissime fasi del ciclo di sviluppo, garantendo la fattibilità del progetto prima di dover investire nella realizzazione del prodotto.

Riduzione della complessità e dei rischi di progettazione

I kit consentono ai progettisti di evitare tentativi ed errori nella realizzazione dell'hardware. Gli ingegneri possono concentrarsi su ciò che conta davvero, ossia che il prodotto soddisfi le esigenze dell'applicazione, senza perdere tempo sulle problematiche di base.

Accesso a ecosistemi pre-validati

I kit di sviluppo includono SDK testati, driver e middleware, garantendo un'integrazione fluida con l'hardware a bordo e consentendo agli ingegneri di evitare problemi di compatibilità e concentrarsi sullo sviluppo della propria applicazione. Questo riduce le barriere d'accesso a tecnologie complesse come Bluetooth Low Energy (BLE), Wi-Fi 6 ed Edge AI.

può essere sviluppato senza un hardware disponibile, mentre l'hardware non può essere finalizzato senza che i requisiti software siano ben definiti. Questo lascia pochissimo margine per la rapida iterazione di cui si avrebbe bisogno per sviluppare soluzioni efficaci in settori in evoluzione come l'AI, l'IoT e l'automazione industriale. I kit di sviluppo aiutano a mitigare questi rischi consentendo agli



Figura 1: La scheda STM32MP135F dotata di SoC Arm Cortex-A7 e supporto OpenSTLinux costituisce una valida opzione per le semplici applicazioni Linux embedded.

ingegneri di validare fin da subito architetture di sistema, stack software e progetti, prima di impegnarsi nella realizzazione di PCB personalizzati.

Il nuovo ruolo dei kit di sviluppo

Un kit di sviluppo può essere considerato un ponte tra un'idea e un prodotto finito. È una scheda pre-assemblata che integra un processore centrale (MCU, MPU o FPGA) e un set di periferiche di supporto, come sensori, moduli di comunicazione e interfacce di alimentazione. Il suo scopo principale è quello di fornire un ambiente stabile e già validato in cui sperimentare codice, configurazioni hardware e funzionalità, senza la necessità immediata di avviare produzioni personalizzate. Nella scelta della piattaforma più adatta, gli ingegneri dovrebbero dare priorità ai kit che offrono espandibilità modulare, interfacce standardizzate e documentazione completa. La presenza di codici d'esempio, progetti di riferimento e note applicative può ridurre drasticamente la curva di apprendimento e accelerare la convalida del progetto. Da semplice strumento di valutazione, i kit di sviluppo sono diventati un asset strategico per il successo della progettazione e dei prodotti finiti, accelerando i delivery sul mercato e riducendo i rischi.

Come scegliere il kit più adatto

Non tutti i kit di sviluppo sono uguali. Sceglierne uno inadatto può portare alla dipendenza da un fornitore specifico o limitare la scalabilità. Per evitare questi errori, gli ingegneri dovrebbero valutare i kit da impiegare sulla base di cinque criteri fondamentali: requisiti applicativi, specifiche hardware, ecosistema software, compatibilità e budget. Il **caso d'uso** previsto è il primo filtro. Un nodo

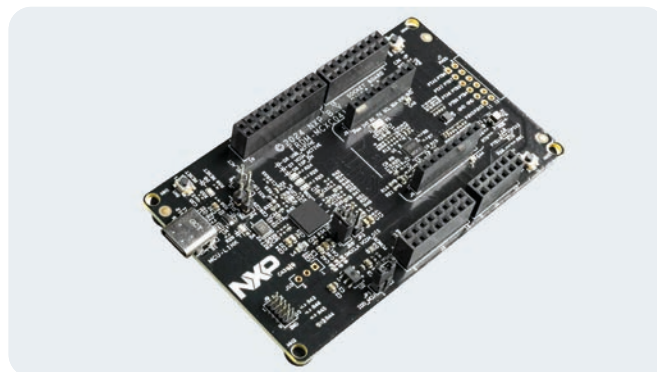
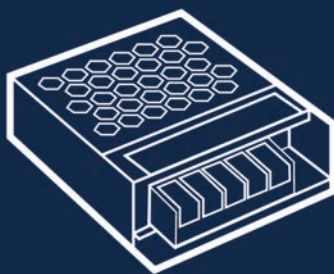
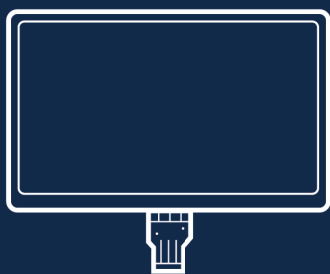


Figura 2: Basata su microcontrollore Arm Cortex-M33 a 96 MHz, la piattaforma NXP FRDM-MCXA153 è ottimizzata per applicazioni in ambiti IoT industriali che richiedono basso consumo.

DIGIMAX

Power. People. Solutions.

Consulenza e distribuzione
per progetti di
industria & automazione
e illuminazione professionale



www.digimax.it



sensores IoT necessita di basso consumo e connettività specifica (come LoRaWAN o NB-IoT), mentre un sistema industriale di AI Vision richiede unità di elaborazione ad alte prestazioni (come NPU) e interfacce per telecamere ad alta velocità.

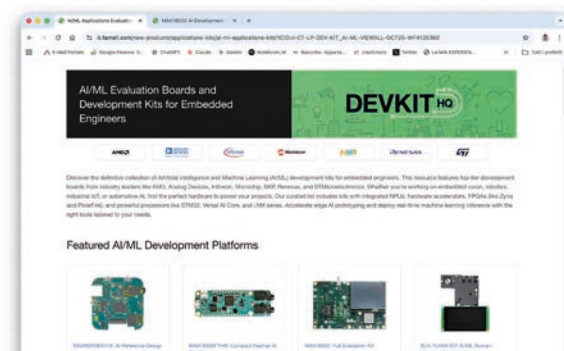
Gli ingegneri devono guardare oltre la CPU e valutare, per esempio, se la piattaforma supporta i protocolli wireless che sono necessari; se c'è abbastanza **memoria Flash e RAM** per lo stack software previsto e infine se dispone di header standard (come Arduino Uno o mikroBUS™) per aggiungere shield o click board. Un hardware potente è inutile senza un buon software. Bisogna chiedersi se il kit è supportato da un **valido IDE** e se dispone delle librerie per i sensori utilizzati. Un kit con una community molto ampia (come Raspberry Pi o STM32) offre spesso una risoluzione dei problemi più rapida, grazie a forum e repository open-source, rispetto a una scheda proprietaria di nicchia.

Gli errori più pericolosi da evitare

Un errore comune è scegliere un kit di sviluppo che non può evolvere perché manca di interoperabilità. I kit di alta qualità sono progettati con un percorso di migrazione chiaro, che permette una transizione agevole dall'evaluation board al PCB personalizzato definitivo. È essenziale scegliere un **kit che supporti l'evoluzione durante tutto il ciclo di sviluppo**, consentendo a hardware e software di passare senza frizioni, ad esempio, da una piattaforma di valutazione a un design di produzione. Un altro errore frequente è scegliere un kit di sviluppo basandosi solo sul processore, senza considerare **disponibilità a lungo termine**, supporto software e opzioni di migrazione. Spesso si sottovaluta anche l'importanza delle risorse della community, la cui assenza può portare a tempi di debug più lunghi e ritardi nelle fasi successive. Meglio adottare una visione olistica fin dall'inizio, per evitare rifacimenti e rallentamenti. Anche se un DevKit è meno costoso rispetto a un design personalizzato, occorre comunque considerare il costo a lungo termine dei componenti. Inoltre, in un'epoca di volatilità delle catene di fornitura, è fondamentale verificare che i componenti del kit siano disponibili per le produzioni su larga scala.

**Daniel Ford è Vice President Sales & Service EMEA Farnell Global*

DevKit HQ: l'aiuto arriva online



Per consentire ai progettisti scelte informate, **Farnell** ha affiancato il proprio portafoglio di kit di sviluppo multimarca con DevKit HQ (<https://it.farnell.com/devkit-hq>) una risorsa online, punto di raccolta per tutte le informazioni utili. Un tool pensato per aiutare il progettista a scegliere e a sfruttare al meglio le risorse tecniche. Un modo con cui Farnell intende dare valore aggiunto, sia come partner tecnico nel processo della progettazione sia portando la propria conoscenza del prodotto ed esperienza.

Cosa offre DevKit HQ:

- Una piattaforma completa per valutare, prototipare e costruire, che permette agli ingegneri di confrontare rapidamente i kit di sviluppo per applicazione, tecnologia e famiglia di prodotto.
- Riduzione del tempo e del costo dei progetti dando priorità ai kit con interfacce standard, facilitando l'integrazione e la migrazione verso design personalizzati e più semplici.
- Documentazione dettagliata con accesso immediato a schede tecniche, note applicative e progetti di riferimento. Riduce il tempo che si perde nella ricerca delle informazioni.
- Panoramiche applicative e sezioni curate per AI, IoT, sensori, controllo motore e gestione dell'alimentazione. Un aiuto per trovare rapidamente gli strumenti più pertinenti.

Per approfondimenti inquadra questo QR code

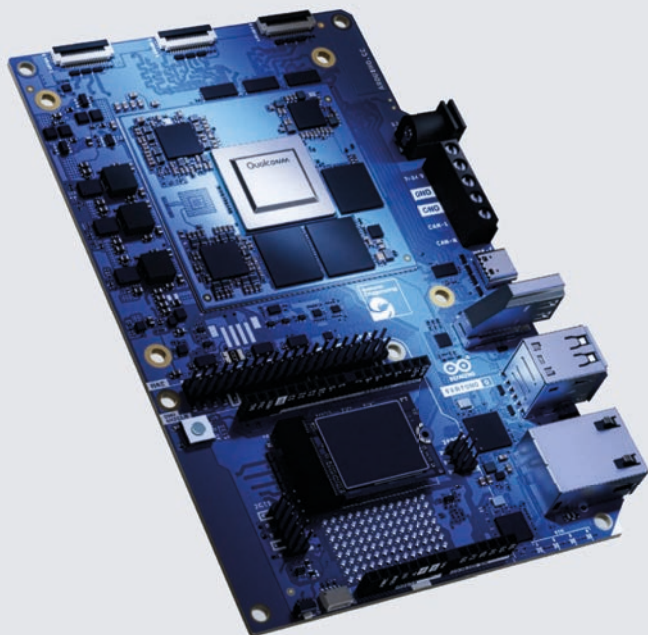


Arduino Ventuno Q: la nuova piattaforma Qualcomm dual-brain che porta l'AI sull'edge

La nuova board di fascia alta Arduino Ventuno Q è il primo vero frutto dell'integrazione di Arduino in Qualcomm: una piattaforma "dual-brain" pensata per applicazioni di edge AI e robotica in cui convivono sulla stessa scheda percezione, decisione e azione. Al centro c'è il SoC Qualcomm Dragonwing IQ-8275, con CPU octa-core (cluster ARM ad alte e basse prestazioni), GPU Adreno e NPU dedicata che raggiunge fino a 40 TOPS in Int8, sufficiente per eseguire in locale modelli di visione, LLM compatti e modelli multimodali senza passare dal cloud. Su questo "cervello AI" gira nativamente Linux (Ubuntu/Debian), che fornisce l'ambiente di sviluppo e inferenza per workload complessi, incluso il supporto a ROS 2 per applicazioni robotiche evolute. A fianco del processore principale, la scheda integra un microcontrollore STM32H5 (Cortex-M33 con 4 MB di flash e 1,5 MB di RAM) dedicato al controllo deterministico di motori, attuatori e interfacce real-time. I due domini – AI-brain e action-brain – comunicano tramite un bridge RPC integrato, che permette di suddividere in modo pulito i compiti: il Dragonwing si occupa di percezione e pianificazione ad alto livello, mentre l'STM32 garantisce tempi di risposta sub-millisecondo verso il mondo fisico. Per il progettista significa poter orchestrare pipeline di visione, path planning o voce offline in contesti user Linux, mantenendo loop di controllo stabili e isolati sul microcontrollore.

Dal punto di vista hardware, Ventuno Q mette a disposizione una dotazione tipica di un edge computer più che di una classica board maker: 16 GB di LPDDR5, 64 GB di eMMC espandibili tramite slot M.2/NVMe, Wi-Fi 6 tri-band, Bluetooth 5.3, Ethernet 2,5 GbE, tre interfacce MIPI per telecamere, USB-C con DisplayPort, porte USB-A e uscita HDMI. Il tutto mantenendo compatibilità meccanica ed elettrica con gli shield Arduino UNO e HAT Raspberry Pi, così da sfruttare l'ecosistema esistente di espansioni e carrier. Sul fronte software, oltre a Linux e ROS 2, la scheda è integrata nell'App Lab di Arduino, che fornisce strumenti di sviluppo orientati a creare le applicazioni dei modelli nel mondo fisico.

Ventuno Q è la dimostrazione concreta dell'investimento sulla piattaforma Arduino dopo l'acquisizione del 2025: l'uso del Dragonwing IQ-8275 e l'integrazione stretta con l'ecosistema Arduino collocano la board in una fascia in cui prototipazione rapida, edge AI e robotica industriale si incontrano. Per i progettisti significa disporre di un supporto integrato per i proof-of-concept o piccole serie in ambiti come robotica collaborativa, ispezione visiva, assistenti vocali offline, edge gateway intelligenti e sistemi embedded che richiedono sia potenza di calcolo AI sia un controllo real-time rigoroso.



Mouser introduce il SoC tri-radio NXP IW610 per applicazioni IoT sicure

Mouser ha annunciato la disponibilità del nuovo SoC IW610 di NXP che integra in un singolo dispositivo tre radio – Wi-Fi 6, Bluetooth LE 5.4 e 802.15.4 – offrendo una piattaforma di connettività compatta per gateway, dispositivi smart home, terminali POS, colonnine di ricarica EV e nodi IIoT. La sezione Wi-Fi 6 introduce meccanismi di efficienza di rete (OFDMA, miglior gestione della congestione, latenze ridotte) che permettano di supportare un numero più elevato di nodi con throughput stabile, requisito chiave per applicazioni domestiche e industriali dense. In parallelo, il Bluetooth Low Energy 5.4 abilita collegamenti a basso consumo ma con velocità e portata estese, adatti a sensori, interfacce utente wireless e provisioning dei dispositivi. Il terzo blocco radio, conforme a IEEE 802.15.4, abilita reti mesh Thread e quindi l'integrazione nativa con lo standard Matter, semplificando la progettazione di prodotti interoperabili nel contesto smart home multi-ecosistema. A livello di sicurezza, l'IW610 integra la tecnologia EdgeLock di NXP, che mette a disposizione primitive hardware per secure boot, aggiornamenti firmware autenticati e gestione sicura del ciclo di vita del dispositivo, riducendo la superficie di attacco rispetto a implementazioni puramente software. Il SoC include inoltre funzioni di gestione energetica come modalità deep-sleep e low-power, un convertitore DC-DC buck ad alta efficienza integrato e wake-up tramite GPIO, attività sull'interfaccia host o timer, caratteristiche che aiutano a contenere i consumi nei nodi alimentati a batteria. L'IW610 è pensato per lavorare in abbinamento con le piattaforme applicative NXP – i.MX, i.MX RT e MCX – tramite diversi bus di interfaccia, ed è già disponibile in forma di moduli Wi-Fi 6 tri-radio forniti da partner terzi, riducendo l'effort RF e di certificazione per il progettista. Per lo sviluppo rapido Mouser ha reso disponibile anche la scheda FRDM-IMX91, che combina il processore applicativo i.MX 91 con il SoC IW610, offrendo un ambiente di valutazione a basso costo per applicazioni wireless sicure basate su Linux embedded o RTOS.



Da Hilscher un modulo di comunicazione multiprotocollo per l'industrial IoT

Hilscher ha ampliato la famiglia di moduli embedded con comX 90, un'interfaccia di comunicazione industriale che unisce capacità multiprotocollo, sicurezza integrata e funzionalità IIoT in un form factor compatto (30 x 70 mm), compatibile pin-to-pin con il precedente comX 51. Il cuore del modulo è il controller di comunicazione netX 90, che permette di gestire la comunicazione "device level" come slave per i principali bus e Industrial Ethernet.

Dal punto di vista tecnico, grazie all'architettura multiprotocollo di netX 90, comX 90 consente il cambio di stack (PROFINET, EtherCAT, EtherNet/IP, Modbus/TCP, CC-Link IE Field Basic, Powerlink, Sercos) via firmware, senza modifiche dell'hardware. Si aggiungono i supporti per i protocolli IIoT OPC UA e MQTT, che permettono di esporre dati di campo verso sistemi cloud, MES o piattaforme di analisi, riducendo lo sforzo di integrazione tra OT e IT.

Un altro elemento centrale del nuovo comX 90 è l'attenzione alla cyber-security e alla conformità normativa. Il modulo sfrutta le funzioni di sicurezza del netX 90 per implementare meccanismi di protezione di dati e canali di comunicazione a livello di dispositivo, in linea con i requisiti emergenti del Cyber Resilience Act, ma senza costringere il costruttore della macchina a progettare ex-novo una infrastruttura di sicurezza. Il supporto nativo di MQTT e OPC UA facilita inoltre la creazione di canali IIoT sicuri tra sensori/attuatori, controllori e servizi cloud.

Dal punto di vista funzionale, comX 90 introduce miglioramenti concreti rispetto al comX 51. Il consumo energetico è ridotto fino al 65%, contenendo la generazione del calore, con benefici per il layout dei quadri e, in molti casi, la possibilità di evitare sistemi di raffreddamento aggiuntivi. L'estensione del range di temperatura d'esercizio fino a -20 °C ne abilita l'uso negli ambienti industriali più gravosi. Per facilitare il progettista, Hilscher mette infine a disposizione una evaluation board dedicata e servizi di pre-certificazione e test di laboratorio per PROFINET, EtherNet/IP ed EtherCAT, con l'obiettivo di ridurre i cicli di sviluppo e accelerare l'accesso alle certificazioni di rete necessarie.



SYSGO: sicurezza by design per CRA su PikeOS ed ELinOS

Fornitore di soluzioni embedded per lo sviluppo di sistemi critici, destinati ad avere una lunga vita operativa, SYSGO sta oggi proponendosi come partner di sistemi resilienti e sicuri, in accordo con quanto richiesto dal Cyber Resilience Act (CRA). Al centro dell'offerta ci sono il sistema operativo real-time e hypervisor PikeOS e la piattaforma embedded Linux ELinOS, progettati per fornire già a livello architetturale i mattoni richiesti dal nuovo quadro normativo europeo. PikeOS è costruito attorno a un'architettura che segrega funzioni critiche e non critiche, con capacità d'isolamento delle partizioni che riducono le superfici d'attacco e consentono di verificare e certificare i singoli componenti software in modo indipendente. Questo approccio supporta i principi di security by design di CRA e la certificazione Common Criteria EAL5+, che offre un livello di sicurezza adatto a contesti industriali, ferroviari, aerospaziali e automotive. Sul fronte dell'embedded Linux, ELinOS fornisce supporto alla crittografia integrata, secure boot, meccanismi di aggiornamento sicuro e configurazioni hardenizzate. Questo consente di unire servizi come HMI, connettività, edge analytics con requisiti di sicurezza e tracciabilità rigidi. Uno dei pilastri del CRA è la gestione del ciclo di vita: capacità di monitorare vulnerabilità, distribuire patch e mantenere la sicurezza dei prodotti nel tempo. SYSGO affronta questo tema con programmi di manutenzione a lungo termine, processi strutturati di vulnerability handling e incident response e una documentazione dettagliata (security bulletin, note di rischio) pensata per aiutare gli OEM a dimostrare conformità nelle proprie analisi di rischio e dossier di valutazione. A ciò si aggiunge l'attenzione alla supply chain: la modularità delle piattaforme e le pratiche di Software Bill of Materials facilitano l'inventario e il controllo delle componenti software di terze parti, permettendo decisioni di integrazione basate sul rischio, in linea con le aspettative del CRA.

PikeOS consente di far coesistere sullo stesso hardware workload eterogenei, ad esempio loop di controllo hard real-time accanto a stack di comunicazione connessi o interfacce grafiche, mantenendo confini rigidi tra domini con diversi livelli di criticità. L'azienda affianca alla tecnologia un'offerta di servizi di consulenza e supporto che promette di aiutare OEM e Tier-1 a progettare architetture conformi, definire processi di aggiornamento e ridurre tempi e rischi nella certificazione dei sistemi rispetto alle nuove norme europee.



**Disegna
il tuo circuito,
corriamo insieme
verso il futuro!**

**ELETTRONICA, INDUSTRIA,
AUTOMOTIVE, SICUREZZA
E AEROSPAZIALE...**

**I CIRCUITI STAMPATI
SONO LE PISTE
SU CUI SI CORRE
LA SFIDA DEL PROGRESSO
TECNOLOGICO.**

SAFE-PCB è un riferimento unico e d'esperienza in tutto il processo di **produzione di circuiti stampati**, realizzati in prototipi e **serie di alta qualità**.

La **fabbrica ultra-moderna**, nel cuore della più grande area al mondo di produzione PCB, garantisce **innovazione e precisione**.

Grazie al nostro **configuratore online**, potrai personalizzare facilmente i tuoi circuiti stampati, secondo le tue esigenze.

Le **consegne rapide, in 8 giorni standard**, e un team di commerciali e tecnici italiani, sempre pronto ad assisterti, rendono **SAFE-PCB la scelta ideale** per chi cerca qualità ed efficienza.



QUALITY, SERVICE, PRICE...
WHAT ELSE?
www.safe-pcb.com

SAFE®

Microcontroller AX-E0 IoT al minimo consumo

L'innovativa Demand Driven Logic Architecture di Arox per i dispositivi IoT che non sprecano l'energia delle batterie

Un sensore fissato a una infrastruttura tecnica, un contatore in un pozzetto, un dispositivo da indossare: in gran parte delle applicazioni IoT, il consumo di energia è determinante per il successo del prodotto. In particolare quando quest'ultimo non è accessibile, ha una batteria che non si ricarica o non si cambia e la sua vita operativa dipende dall'energia disponibile. Queste sono le esigenze che hanno portato **Arox, azienda di semiconduttori italiana**, fondata nel 2022 da Davide Toschi, allo sviluppo del microcontrollore AX-E0.

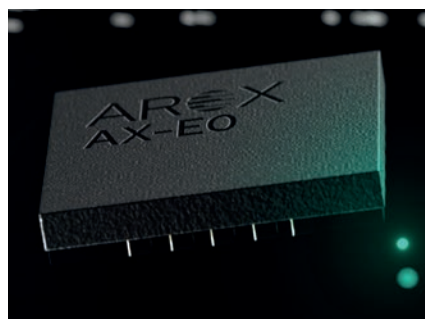
Una architettura "ad hoc"

Un microcontrollore convenzionale dispone di un circuito attivo che spegne ciò che in quel momento non serve. Un'operazione di gestione che richiede un controller, logica dedicata e che agisce tipicamente a livello di blocchi o sottosistemi. AX-E0 fa l'opposto: invece di spegnere ciò che non serve, **attiva soltanto ciò che usa**. Una differenza non solo semantica, che incide molto sul bilancio energetico. L'architettura di Arox, denominata **Demand Driven Logic Architecture (DDLA)**, si basa su circuiti che si attivano in funzione dello stimolo che devono gestire. Non solo per un'istruzione, un interrupt, ma per un qualsiasi

segnale esterno. La selezione di che cosa attivare non è decisa nel runtime da un controller che sorveglia il resto, ma è "scritta" nel circuito. I risultati sono apprezzabili su entrambi gli assi che rappresentano il consumo. Sull'asse dinamico c'è il vantaggio della riduzione dei circuiti attivi. Sull'asse statico, l'assenza della logica di sorveglianza e dei circuiti di power gating che si traduce in una minore impronta sul silicio e meno leakage.

Le caratteristiche di AX-E0

La logica di AX-E0 si basa su blocchi analogici e digitali che sono stati interamente progettati da Arox. Al cuore c'è il **processore proprietario Leonardo**, dotato di oscillatore multifrequenza fino a 32 MHz, timer, watchdog e interfacce UART, SPI e I2C. Si affianca il supporto DMA a bassissima latenza, un ADC custom a 12 bit a bassissimo consumo, una SAI con oscillatore dedicato per l'audio e la sicurezza **AES-128, SHA-256 e TRNG**. L'alimentazione (da 1,62V a 3,63V)



è gestita internamente da un regolatore di tensione ad alta efficienza proprietario. Il tutto è contenuto in circa 1,2 mm² di silicio: il chip più piccolo e a minor consumo della famiglia. Nei test **ULPMark-CM**, lo standard EEMBC per l'efficienza energetica, AX-E0 ottiene il punteggio di 69,4. La DDLA è l'elemento che fa differenza: a pieno carico AX-E0 assorbe appena 8 μ A/MHz e, a parità di lavoro, consuma fino a dieci volte meno energia dei concorrenti diretti. In deep sleep, il consumo scende a 150 nA con full retention, e il budget energetico è così basso da permettere il funzionamento con la sola energia raccolta dall'ambiente, senza batterie da dimensionare, sostituire o smaltire.

Applicazioni e prospettive

Subito dopo il lancio, avvenuto nel marzo 2025, un progetto congiunto con **JSW Steel Italy** di Piombino ha visto l'integrazione di AX-E0 nelle rotaie ferroviarie per compiti di monitoraggio infrastrutturale predittivo. Si tratta di un'applicazione ideale per AX-E0, nei sensori distribuiti che devono operare per molti anni senza interventi. AX-E0 rappresenta il primo esponente di una famiglia di dispositivi progettati per spingere l'efficienza energetica a livelli finora difficilmente raggiungibili. Quasi tutta l'ingegneria del basso consumo ruota attorno a sistemi che gestiscono l'energia – che misurano, decidono e spengono – aggiungendo ulteriore silicio. AX-E0 dimostra la validità dell'approccio opposto, in cui il sistema di limitazione dei consumi non si aggiunge al circuito attivo ma è, di fatto, una proprietà intrinseca dell'architettura.

Dai più **valore**
al tuo **Studio**
puntando sulla
formazione
delle **persone**



Il tuo partner ideale

info@rts-srl.it • www.rts-srl.it

Numero Verde
800-010333

Sede centrale: Piazza M. Ruini 29/A - 43126 Parma

Siamo presenti anche a Milano, Busto Arsizio, Crema, Genova, Venezia,
Pisa, Ascoli Piceno, Roma, Napoli, Reggio Calabria, Trapani e Cagliari

FORM Azienda®

FONDO PARITETICO INTERPROFESSIONALE
NAZIONALE PER LA FORMAZIONE CONTINUA

Gruppo RTS sviluppa e favorisce le competenze dei Consulenti del Lavoro e delle Aziende
loro clienti sostenendone la crescita tramite attività di formazione e consulenza finanziate

Misure precise in corrente: come farle bene, non solo in DC

di Horst Bezold e Jörn Burk*

Gli sviluppi più recenti nel campo dei Direct Current Current Transducer (DCCT) permettono di fare oggi misure ultra precise di corrente nelle situazioni più difficili, per esempio, in presenza di AC e disturbi. Un passo avanti per le misure di efficienza su moderni convertitori e sistemi di azionamento.

Nel mondo degli azionamenti elettrici e dell'elettronica di potenza, l'accuratezza delle misure è un fattore determinante per la corretta progettazione e il test dei sistemi. Gli apparati di ultima generazione, basati su commutatori veloci a semiconduttori, mettono alla prova gli strumenti di misura tradizionali, soprattutto quando si tratta di valutare perdite e rendimento su un ampio intervallo di frequenze. Una sfida che le nuove generazioni di trasduttori di corrente ultra precisi, Direct Current Current

Transducer (DCCT) promettono di affrontare con successo, estendendo la qualità delle misure in DC anche ad ambiti più difficili, come i test di inverter e i banchi prova per batterie ad alta tensione. Vediamo di seguito come tutto questo si realizza sia a livello della tecnologia dei trasduttori sia nella pratica di chi necessita di misure accurate di potenza.

Misurare la potenza con precisione

I misuratori di potenza di precisione a banda larga funzionano digitalizzando i segnali di ten-

sione e corrente. I valori campionati $u(t)$ e $i(t)$ vengono moltiplicati insieme. La media aritmetica della curva di potenza risultante $p(t)$, mediata su uno o più periodi fondamentali, fornisce la potenza attiva P . L'accuratezza nella misura della potenza dipende dall'accuratezza e dall'ampiezza delle campionature di tensione e corrente, dal ritardo tra questi campioni e dalla precisione dell'intervallo di misura, o zero-crossings, utilizzati per determinare la lunghezza del periodo. I primi convertitori di frequenza apparvero alla fine degli anni '60. Ci sono voluti oltre 20 anni prima che fossero disponibili dispositivi di misurazione in grado di gestire i fronti di tensione estremamente ripidi e i segnali di corrente distorti dei convertitori. Nei primi anni '90 la misura della corrente veniva eseguita utilizzando shunt coassiali a banda molto larga e la cosiddetta tecnica GUARD che riduceva al minimo le interferenze common-mode. Le correnti common-mode sono generate nel percorso dal canale di misurazione all'alloggiamento del dispositivo in presenza di fronti di tensione molto ripidi ad alto potenziale, con conseguenti errori di ampiezza e angolo di fase.

Le sfide più comuni nelle misure di efficienza

L'elevata efficienza dei moderni convertitori di frequenza e dei motori elettrici pone oggi forti sfide nel campo della misura. Il calcolo delle perdite per questi

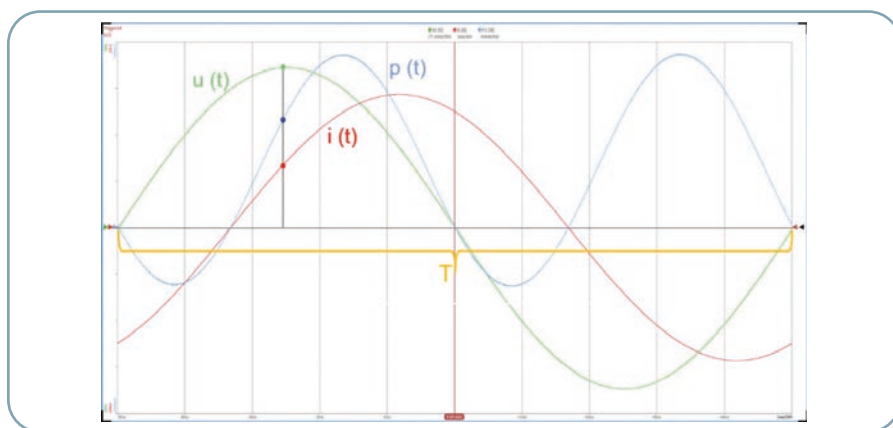


Figura 1: I rapporti tra potenza attiva, tensione e corrente. La precisione nella misura della potenza attiva dipende dalla precisione d'ampiezza dei valori campionati, dal ritardo tra campionamento di tensione e corrente (errori di fase) e dagli errori nella determinazione dell'intervallo di media T .

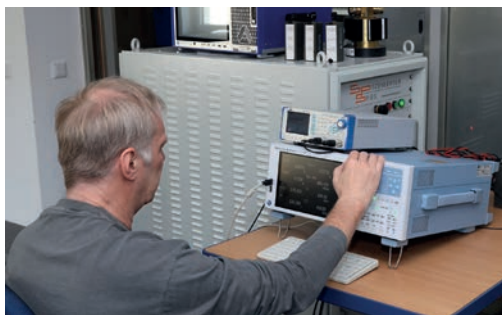
componenti si basa sempre sulla potenza in ingresso e in uscita. Per un inverter questo significa la misura della potenza elettrica DC in ingresso e della potenza AC in uscita. Per un motore elettrico, la potenza elettrica in ingresso e la potenza meccanica in uscita. Mentre i singoli valori di potenza attiva possono essere misurati con una precisione ragionevolmente elevata, la misurazione delle perdite deve tener conto del fatto che gli errori di misura sull'ingresso e sull'uscita possono essere di segno opposto, inficiando la precisione. Per un inverter dotato di un'efficienza vicina al 99%, gli errori di misura possono comportare deviazioni superiori al 100% nelle rilevazioni. Per questo, per il calcolo delle perdite nei componenti degli azionamenti, è necessario utilizzare misuratori di potenza e sensori dotati della massima precisione. Gli shunt coassiali esterni erano adatti per misure di precisione dell'ampiezza e della fedeltà di fase, ma non delle piccole cadute di tensione all'uscita su segnali molto distorti. Il dispositivo di misurazione collegato doveva avere una reiezione common-mode eccezionalmente alta. Inoltre, i resistori coassiali esterni ad alta corrente risultavano molto costosi.

L'evoluzione dei DCCT

Da anni sono disponibili trasduttori di corrente DCCT ultra precisi e galvanicamente isolati dal segnale di misura. Questa tecnologia, originariamente sviluppata per le regolazioni di sorgenti lineari DC ad alta corrente negli acceleratori di particelle, ha trovato le prime applicazioni nella tecnologia medica negli scanner per risonanza magnetica (MRI). L'elevata precisione della cor-

Le misure di precisione nella pratica del lavoro

Produttore globale specializzato nelle tecnologie per la misura di grandezze elettriche, **LEM** sviluppa trasduttori **DCCT (Direct Current Current Transducer)** ultra-precisi, galvanicamente isolati, impiegati in azionamenti elettrici ed elettronica di potenza. Si tratta di componenti utilizzate dagli OEM in alimentatori DC ad alta stabilità, simulatori di batterie, apparecchiature medicali e molto altro. Con una precisione centinaia di volte maggiore dei trasduttori di Hall di tipo standard, i trasduttori LEM estendono il campo di misura dei power analyzer. La nuova generazione di DCCT serie IN di LEM, dotata di compensazione digitale dell'errore, portare la precisione DC a poche unità di ppm. Sviluppi recenti estendono queste prestazioni anche alle misure AC su un ampio intervallo di frequenze. Partner esperto di LEM nel test & measurement con specializzazione nell'analisi dell'efficienza dell'elettronica di potenza e azionamenti, **Signaltec** offre supporto ai team di ingegneri di tutta Europa con il proprio laboratorio di misurazione e collaudo, attrezzato per le misure di precisione. Per l'integrazione pratica dei sensori, Signaltec ha sviluppato sistemi di trasduttori **Single-/Multi-Channel Transducer Systems (MCTS)** con canali di alimentazione galvanicamente isolati e accessori per adattare il segnale di uscita del trasduttore ai vari ingressi (corrente o tensione) degli strumenti di misura. Nei banchi prova batterie e nei test end-of-line, Signaltec è in grado di gestire anche la digitalizzazione del segnale tramite convertitori EtherCAT ad alta precisione e velocità. I sistemi recenti, come **Powerlens di Redcur**, sviluppati in collaborazione, permettono misurazioni complete di corrente e tensione con uscite EtherCAT e CAN. Le componenti LEM, integrate nelle soluzioni proposte Signaltec e Redcur, vanno a costituire una catena completa di risorse con cui poter affrontare le esigenze di test e misura di potenza ad alta precisione in un gran numero di contesti.



Al banco di prova ad alta frequenza, le deviazioni di ampiezza e fase dei trasduttori possono essere misurate fino a una frequenza di 500 kHz. Gli standard di riferimento sono shunt coassiali e trasformatori di corrente a impulsi.



Utilizzando una sorgente di corrente a impulsi da 1000 A, viene misurato il ritardo temporale attraverso il trasduttore.

Al banco di prova ad alta potenza è possibile simulare la potenza DC e la potenza CA a bassa frequenza con un fattore di potenza variabile fino a 1200 V e 2000 A.

rente continua, da sola, non è sufficiente per calcolare con altrettanta precisione le perdite in un inverter. I trasduttori devono mantenere la precisione dell'ampiezza su un ampio intervallo di frequenze, fino a diverse centinaia di kHz e non devono introdurre sfasamenti tra i segnali di tensione e corrente. Tali spostamenti altererebbero il fattore di potenza e porterebbero a errori nei calcoli di potenza attiva e di perdita.

Vecchie e nuove generazioni di trasduttori a confronto

I primi trasduttori DCCT prodotti in serie non erano ottimizzati per la misurazione delle correnti AC a frequenza più elevata. Questo

switch veloci a semiconduttore. In questi casi, le frequenze di commutazione possono avvicinarsi ai 100 kHz e, con carichi d'induttanza molto bassi, le armoniche della frequenza di commutazione possono estendersi nella gamma dei MHz. Per le misurazioni tipiche di potenza e di perdita, non è necessario un intervallo di frequenza così ampio. L'impedenza nel circuito di misurazione attenua in modo significativo la maggior parte delle componenti ad alta frequenza. E senza queste ultime non ci sono nemmeno le componenti di potenza attiva, perché solo le componenti di tensione e corrente alla stessa frequenza generano potenza attiva o perdite.

dal primo induttore nel nucleo principale. Questi induttori dovevano essere fabbricati con estrema precisione e uniformità. Nello sviluppo dell'ultima generazione di trasduttori DCCT la **compensazione degli errori è controllata da microprocessore** e il secondo induttore per la soppressione del rumore è stato eliminato. Le variazioni introdotte dall'induttore utilizzato per la misurazione DC vengono "apprese" durante il processo di produzione, digitalizzate, memorizzate nel processore e quindi compensate tramite un convertitore D/A, un amplificatore analogico e un avvolgimento di compensazione nel nucleo principale. Nel trasduttore non sono

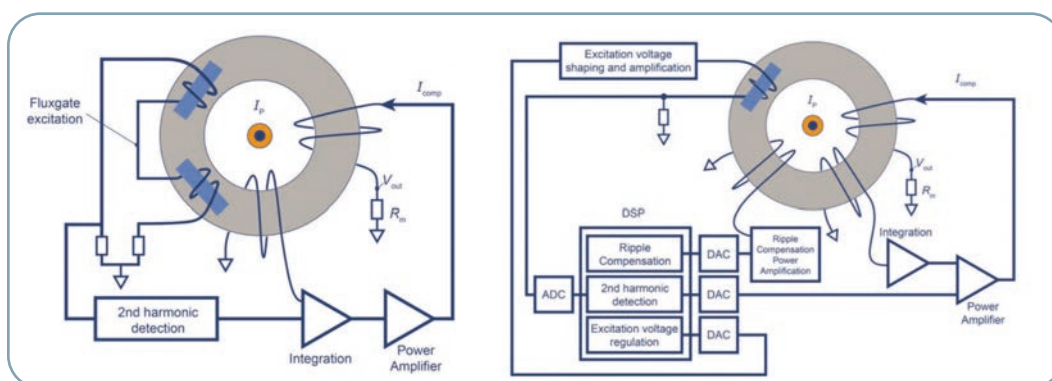


Figura 2: A confronto un DCCT convenzionale analogico e uno basato sulla tecnologia con compensazione digitale a FPGA.

è probabilmente uno dei motivi per cui questi sensori hanno impiegato molto tempo per guadagnare terreno nella misura di potenza. La vecchia generazione di trasduttori aveva una sensibilità relativamente elevata ai campi AC esterni. Oggi, tuttavia, sono diventati standard e i trasduttori specializzati coprono gamme di frequenza che vanno dalla DC fino a diversi MHz.

Questi trasduttori sono in genere necessari solo per le applicazioni a frequenza molto alta, come nell'analisi dei segnali nei nuovi

Dalla compensazione analogica a quella digitale

I trasduttori di corrente DCCT sono centinaia di volte più precisi dei trasduttori a effetto Hall standard comunemente utilizzati per il controllo della corrente nei convertitori di frequenza. Purtroppo, sono anche molto più complessi a livello della progettazione. In passato, per misurare la componente CC della corrente erano necessari due induttori identici. Il secondo induttore veniva utilizzato esclusivamente per compensare i disturbi causati

quasi più necessari i componenti analogici e anche la regolazione dell'offset è memorizzata nell'FPGA. La tipica precisione DC dei trasduttori più recenti è dell'ordine della cifra singola in ppm. I trasduttori DCCT vengono oggi sviluppati anche tenendo conto dell'ottimizzazione per l'AC,

aspetto che permette di mantenere contenute le differenze rispetto ai trasduttori standard ad effetto di Hall con compensazione di corrente.

*Horst Bezold è CEO di Signaltec; Jörn Burk è Head of Industrial Sales per l'area DACH e Eastern Europe di LEM

Per approfondimenti inquadra questo QR code



Sale a 4 GHz la banda per gli analizzatori RF Pro Series di Keysight

Keysight ha presentato due nuovi analizzatori di segnale RF da banco della serie Pro, pensati per accelerare la progettazione e la validazione di sistemi wireless wideband di nuova generazione. I nuovi strumenti estendono la copertura in frequenza fino alla banda millimetrica e offrono fino a 4 GHz di banda d'analisi, consentendo la cattura simultanea di più segnali e la caratterizzazione di modulazioni ad ampia larghezza di banda tipiche del 5G avanzato, Wi-Fi evoluto, radar automotivi e link backhaul multi-carrier. L'architettura RF/microonde utilizza convertitori ottimizzati per ridurre distorsione e rumore di fase, mentre l'opzione di noise floor extension permette di abbassare ulteriormente il rumore di fondo per l'osservazione di segnali deboli nascosti. La combinazione di bassa rumorosità, ampia dinamica e

alta purezza spettrale mira a semplificare misure critiche come ACPR, EVM su modulazioni complesse, analisi di spurie e verifica delle emissioni fuori banda su front-end RF e amplificatori di potenza wideband. I nuovi analizzatori Pro sono compatibili con oltre 75 applicazioni software Keysight, tra cui Vector Signal Analysis (VSA), strumenti per analisi di modulazione, noise figure, time-domain e misure specifiche per 5G NR e altri standard wireless avanzati.

L'integrazione con flussi di lavoro automatizzati e strumenti per monitoraggio dello spettro e classificazione dei segnali consente di usare la stessa piattaforma sia in fase di ricerca e sviluppo sia in validazione di sistema, con la possibilità di riutilizzare script e setup lungo il ciclo di progetto. Le nuove unità ampliano così la famiglia di analiz-

zatori di segnale, spettro e interferenze di Keysight, posizionandosi come soluzione di fascia alta per laboratori che lavorano su comunicazioni wireless di prossima generazione, radar wideband e applicazioni RF/microonde dove servono analisi su ampia banda senza sacrificare sensibilità e precisione delle misure.



Rohde & Schwarz aggiorna la gamma degli analizzatori per RF/microonde

Al recente International Microwave Symposium Rohde & Schwarz ha mostrato le novità nel campo della misura RF/microonde con soluzioni adatte ad affrontare le nuove sfide. Tra i nuovi strumenti spicca l'analizzatore di segnale e spettro R&S FSWX, definito game-changing dall'azienda, grazie a una nuova architettura con ingressi multipli e tecniche di cross-correlation, che consente scenari di misura inediti nel test di sistemi RF complessi, migliorando dinamica e sensibilità su una banda più ampia. La società ha inoltre mostrato l'analizzatore di rumore di fase R&S FSWP che offre un'estensione di frequenza fino a 56 GHz e nuove funzioni per le misure di phase noise additivo e residuo, con supporto all'uso di sorgenti esterne ad alte prestazioni come oscillatori locali.



Sul fronte delle reti, il VNA R&S ZNB3000 – già riferimento per applicazioni general-purpose da 9 kHz a 54 GHz – viene esteso alle bande sub-millimetriche fino a 330 GHz tramite i convertitori mmWave R&S ZCxx e convertitori di terze parti, offrendo un'opzione economica per caratterizzare dispositivi e antenne.

Completano il quadro i nuovi amplificatori a stato solido broadband R&S BBA300: la versione standard fornisce fino a 90 W da 380 MHz a 18 GHz in 4U, mentre i modelli R&S BBA300-DE500 e R&S BBA300-DE1000 coprono rispettivamente 500 W e 1000 W da 1 a 6 GHz senza necessità di switching di banda. Tutte queste soluzioni sono state dimostrate da Rohde & Schwarz al Menino Convention and Exhibition Center di Boston durante il recente evento IMS 2026.

Da Siglent i nuovi generatori di segnali per i test RF più complessi

Siglent ha presentato la nuova serie di generatori di forme d'onda arbitrarie SD-G8000A, una piattaforma di generazione segnale pensata per applicazioni RF avanzate, comunicazioni wireless, semiconduttori ed elettronica digitale ad alta velocità. La famiglia integra in un unico strumento generazione di forme d'onda arbitrarie broadband, sintesi diretta di segnali RF, generazione vettoriale IQ e funzioni di sequenziamento evolute, riducendo la necessità di usare più sorgenti separate in banchi di test complessi. Dal punto di vista prestazionale, i nuovi modelli offrono fino a quattro canali analogici indipendenti, risoluzione verticale a 16 bit, frequenza di uscita massima di 5 GHz, banda di modulazione fino a 2 GHz e profondità di memoria fino a 4 Gpts per canale, consentendo la riproduzione di sequenze molto lunghe senza penalizzare la banda disponibile. La piattaforma raggiunge un sample rate fino a 12 GSa/s (con interpolazione) e supporta la tecnologia TrueArb di Siglent, che garantisce la riproduzione punto-a-punto delle forme d'onda mantenendo un basso jitter e fedeltà del segnale anche su impulsi con larghezze fino a 250 ps e configurazioni multi-pulse. In modalità IQ, la serie SDG8000A genera di-

rettamente segnali vettoriali fino a 5 GHz, con modulazioni standardizzate e scenari complessi gestiti tramite il software SigIQPro (Bluetooth, Wi-Fi, LTE, ecc), mentre il supporto a pattern per High-Speed Serial permette di produrre codici di test per interfacce digitali ad alta velocità. Le funzioni di sequenza multi-livello (multi-tone, chirp, dual-pulse, pattern personalizzati) consentono di costruire scenari di test realistici per validare front-end RF, ricevitori e sistemi misti RF/digitale con un'unica sorgente programmabile.





Cyber Resilience Act: l'impatto della normativa sulla progettazione elettronica

di Alessandro Curioni

Il Cyber Resilience Act (CRA) segna la “fine dell’innocenza” nella progettazione. Non basta fare sistemi che funzionano; serve renderli capaci di resistere ad abusi, vulnerabilità e attacchi. Un cambiamento culturale destinato a trasformare profondamente il mondo dell’ingegneria.

Per anni, nell’industria, la parola sicurezza ha evocato immagini molto concrete: una protezione, un interblocco, un riparo, un componente affidabile, una macchina che non tradisce. Era una sicurezza fatta di metallo, distanze, procedure e buon progetto. Tutto giusto. Il problema è che, nel frattempo, dentro gli oggetti sono entrati software, firmware, interfacce di rete, funzioni di comunicazione. E quando in un prodotto entra il digitale, entra anche il suo lato oscuro. Non basta più che una macchina funzioni: bisogna anche chiedersi quanto sia difficile farla funzionare contro di noi. È in questo punto preciso, quasi all’incrocio tra l’officina e il server, che si colloca il Cyber Resilience Act, il Regolamento (UE) 2024/2847. Al netto del linguaggio normativo, che spesso sembra scritto apposta per far rimpiangere il latino delle medie, il messaggio è semplice: l’Europa non vuole più

prodotti digitalmente ingenui. Non vuole oggetti facili da compromettere e difficili da aggiornare.

L’impatto sulla filiera

Il punto riguarda da vicino chi progetta o integra elettronica industriale, perché il regolamento non si ferma al costruttore della macchina completa. Guarda anche ai componenti immessi separatamente sul mercato: schede, moduli, apparati di controllo, interfacce, sottosistemi digitali. In altri termini, non basta più pensare che il problema appartenga a “quello dopo” nella filiera. Il software non è la vite elegante di una carpenteria elettronica. È una parte sostanziale del prodotto e, come tale, porta con sé obblighi, responsabilità e una diversa idea di qualità. **La vera novità del CRA, infatti, non è tecnica ma culturale.** Dice ai progettisti una cosa piuttosto scomoda: non basta chiedersi se il dispositivo faccia bene ciò che



promette, occorre chiedersi anche se lo faccia senza offrire il fianco troppo facilmente ad abusi, errori, sfruttamento di vulnerabilità e configurazioni dissenate. È un cambio di sguardo.

Tre esempi pratici d'impatto

Prendiamo una **scheda I/O**. Per anni la si è pensata soprattutto in termini di segnali, isolamento, robustezza elettrica, diagnostica, magari temperatura di esercizio. Tutte cose essenziali, ma se quella scheda espone un'interfaccia di configurazione, monta firmware aggiornabile o comunica su rete, allora il progettista deve porsi domande diverse. La password di default è uguale per tutti gli esemplari o viene forzato il cambio al primo avvio? L'interfaccia di manutenzione è davvero necessaria sempre, o può essere disabilitata quando non serve? Il firmware può essere caricato da chiunque abbia accesso fisico, oppure gli aggiornamenti sono firmati e verificati? Una scheda I/O pensata bene, oggi, non è solo una scheda che legge e scrive segnali: è una scheda che non scambia la comodità del collaudo con una vulnerabilità permanente.

Prendiamo poi una interfaccia uomo macchina (Human-Machine Interface – HMI), che per defini-

zione sta nel punto più delicato: il confine tra persona, impianto e rete. Qui il rischio di progettare con leggerezza è ancora più evidente. Una HMI con credenziali banali, servizi inutili attivi, porte USB senza controllo, sessioni che non scadono mai e privilegi amministrativi usati come default è un invito, non un dispositivo. Il progettista non deve trasformarsi in un investigatore forense, ma deve fare alcune scelte molto concrete: separare i profili utente, limitare i privilegi, registrare eventi rilevanti, proteggere l'accesso alle funzioni critiche, evitare che la comodità dell'operatore si traduca nella nudità del sistema. In fondo, una buona HMI dovrebbe comportarsi come una reception ben gestita: far entrare chi deve entrare, accompagnarlo dove serve, e non consegnare a chiunque le chiavi del piano. Il terzo esempio è il **gateway industriale**, che forse è il caso più istruttivo di tutti perché vive esattamente sul ponte tra mondi diversi. Da una parte i protocolli OT, dall'altra le reti IP, il cloud, l'accesso remoto, la teleassistenza. Un gateway progettato male può diventare il punto in cui l'intero impianto smette di avere porte e comincia ad avere crepe. Qui il CRA si traduce in scelte molto leggibili anche per un non giurista: ridurre i servizi esposti al minimo, autenticare in modo robusto gli

accessi remoti, cifrare le comunicazioni quando ha senso, separare le reti, documentare con chiarezza dipendenze software e modalità di aggiornamento. Soprattutto, sapere esattamente che cosa c'è dentro. Perché uno dei grandi vizi del digitale industriale è l'opacità: componenti software di terze parti infilati nei prodotti come oggetti messi in fretta in uno zaino, utili il giorno uno e dimenticati dal giorno due.

La gestione delle vulnerabilità

Per ottime ragioni il CRA insiste molto sulla gestione delle vulnerabilità. Non si limita a chiedere prodotti pensati meglio; **pretende anche che il fabbricante sappia cosa fare quando emergono problemi** dopo l'immissione sul mercato. Questo cambia parecchio le domande da porsi. Il prodotto può essere aggiornato? Gli aggiornamenti sono autenticati, tracciabili, gestiti con chiarezza? È definito chi ne risponde? I componenti software di terze parti sono conosciuti oppure inseriti dentro il progetto come si riempie in fretta uno zaino prima di partire, sperando di non essersi dimenticati nulla? Esiste una documentazione minima che dica cosa mantenere, per quanto tempo e in che modo? C'è poi il tema, decisivo, del **periodo di supporto**. Chi compra o integra tecnologia altrui non potrà più limitarsi a guardare il prodotto al momento della consegna. Dovrà capire anche quanto il fornitore intenda seguirlo nel tempo. Questa logica investe l'intera catena del valore. Gli integratori dovranno prestare maggiore attenzione alla provenienza dei componenti, alla documentazione disponibile, alle modalità di aggiornamento, alla ripartizione delle responsabilità.

Gli obblighi di segnalazione

Molto importante è anche il capitolo delle segnalazioni. Il CRA prevede che i fabbricanti notificano vulnerabilità attivamente sfruttate e incidenti gravi che

incidono sulla sicurezza del prodotto, con un **early warning entro 24 ore** dalla presa di consapevolezza, una notifica entro 72 ore e successive relazioni secondo i casi. A prima vista può sembrare un tema da ufficio legale o da compliance. In realtà riguarda l'organizzazione tecnica in modo diretto. Senza processi interni chiari, ruoli assegnati, visibilità sul comportamento del prodotto sul campo, questi obblighi rischiano di diventare una trappola mortale.

Affrontare il problema della conformità rispettando il poco tempo a disposizione

Sul calendario, poi, conviene non raccontarsi favole consolatorie. Il Cyber Resilience Act è in vigore, ma le principali disposizioni si applicheranno **a partire dall'11 dicembre 2027**. Le norme relative agli obblighi di segnalazione sopra citati, previsti dall'articolo 14 scatteranno invece dall'**11 settembre 2026**. Sembra ci sia tempo. In realtà non è così, perché ciò che va cambiato non riguarda soltanto un documento o una dichiarazione di conformità: tocca progettazione, supply chain, documentazione, supporto, manutenzione, ruoli interni. E le organizzazioni, quando cambiano davvero, si muovono con la grazia di un elefante che può essere affascinante, ma di certo non è rapida. In definitiva, il CRA non chiede ai tecnici industriali di diventare giuristi, né di trasformarsi in analisti di intelligence. Chiede qualcosa di più sobrio e, proprio per questo, più impegnativo: **progettare un prodotto digitale sapendo che è esposto a rischi prevedibili**.

Per approfondimenti
inquadra questo
QR code



Alessandro Curioni

Divulgatore scientifico e docente a contratto del corso "Sicurezza dell'Informazione" presso l'Università Cattolica di Milano - Facoltà di Giurisprudenza - è fondatore delle aziende DI.GI. Academy e SecureQuest, specializzate nella formazione e nella consulenza nell'ambito della protezione dei dati e della sicurezza informatica. In qualità di relatore formatore ha tenuto conferenze e corsi in ambiti aziendali, universitari, e associativi d'impresa. È autore di numerosi saggi: "Hacker@tack", "Come pesci nella

rete: guida per non essere le sardine di internet", "L'utilizzo consapevole del web - Linee guida per insegnanti di nativi digitali", "La protezione dei dati: guida pratica al Regolamento Europeo", "Cyberwar: la guerra prossima ventura", "Hacker: storie di uomini e macchine". Nel campo della narrativa ha pubblicato "Il giorno del Bianconiglio" e "Certe morti non fanno rumore", editi da Chiarelettere.



PROBLEMI DI UMIDITÀ?

GARANTIAMO LE MIGLIORI PERFORMANCE SUL MERCATO, LIVELLI DI UMIDITÀ CHE RASENTANO LO 0, CON TEMPI DI RIPRISTINO RAPIDISSIMI (MENO DI 6 MINUTI). ORA HAI LA CERTEZZA DI UNO STOCCAGGIO IMPECCABILE.



**RISCALDATORE
FINO A 60° PER
EFFETTUARE
SOFT BAKING**



**RACCOLTA
DATI**



**READY
TO USE**

CONTATTACI SUBITO

Tel. +39.049.895.2300
commerciale@itronik.it



Sensori smart integrati: dal monitoraggio continuo l'opportunità per decisioni migliori

di Ivan Scordato

L'evoluzione dei sensori consente oggi di comprimere la "catena di misura" in package delle dimensioni di pochi millimetri. I sensori sono capaci di acquisire, elaborare e classificare i dati, rendendo meno netto il confine tra trasduttori e sistemi di diagnostica. Ecco che cosa è cambiato per chi progetta i sistemi di diagnostica e di controllo in ambiti industriali

In un impianto manifatturiero di medie dimensioni ci sono centinaia di macchine con organi rotanti, sistemi di trasmissione e attuatori meritevoli di monitoraggio.

Non tutti i componenti meritano la stessa attenzione e profondità nel controllo, ma grazie al salto tecnologico alla disponibilità di nuovi sensori, il costo per punto di misura si è abbassato, al punto che è possibile estendere il monitoraggio continuo anche ai sistemi meno critici.

Quello che cambia davvero è la struttura della catena di misura. Nell'Industrial IoT l'intelligenza si era già spostata verso l'edge. Nel condition monitoring la catena si è compressa ancora di più, arrivando fino al sensore. Questo significa che la progettazione non parte più soltanto dalla scelta del trasduttore, ma dalla definizione di una catena specifica pensata in funzione del "failure mode", delle finestre temporali e delle decisioni da supportare.

Le funzionalità del sensore, dall'acquisizione alla classificazione

Vibrazioni, temperature e correnti non raccontano la stessa storia e raramente degradano tutte nello stesso momento. Un difetto su un cuscinetto può comparire inizialmente sotto forma di vibrazioni impulsive ad alta frequenza accompagnato da asimmetrie negli assorbimenti di corrente, molto prima che si evidenzino anomalie nella macchina. Mettere in correlazione più grandezze riduce i falsi allarmi e migliora le diagnosi. Costringe anche a definire meglio che cosa va campionato, con quale accuratezza e tempi di sincronizzazione.

L'approccio più efficace è quello multi-modale. L'elettronica che abilita questo approccio segue un'architettura a stadi integrati nel medesimo die. Il primo stadio è il front-end di acquisizione: l'elemento sensibile MEMS seguito da un ADC con risoluzione tra 16 e 20 bit e filtri anti-aliasing configurabili. Il secondo stadio è il motore di feature extraction: il segnale digitalizzato viene elaborato per produrre parametri statistici (velocità RMS, valore di picco, fattore di cresta, kurtosis) su finestre temporali programmabili. Il terzo stadio è la classificazione: macchine a stati finiti e alberi decisionali confrontano le feature con soglie di severità derivate dalla ISO 20816, producendo in uscita uno stato operativo anziché un segnale grezzo.

Tornando alla vibrazione, che resta la grandezza

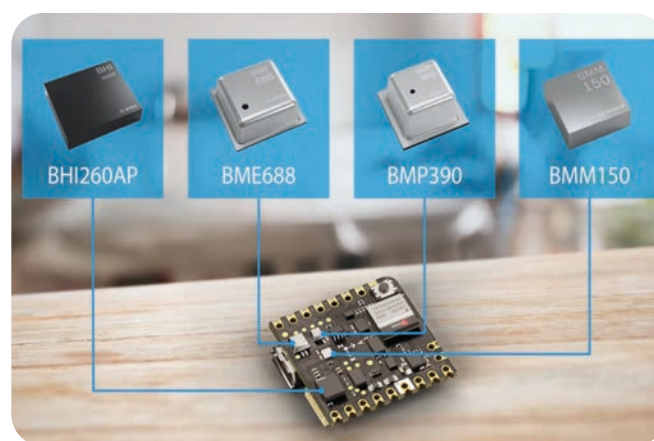
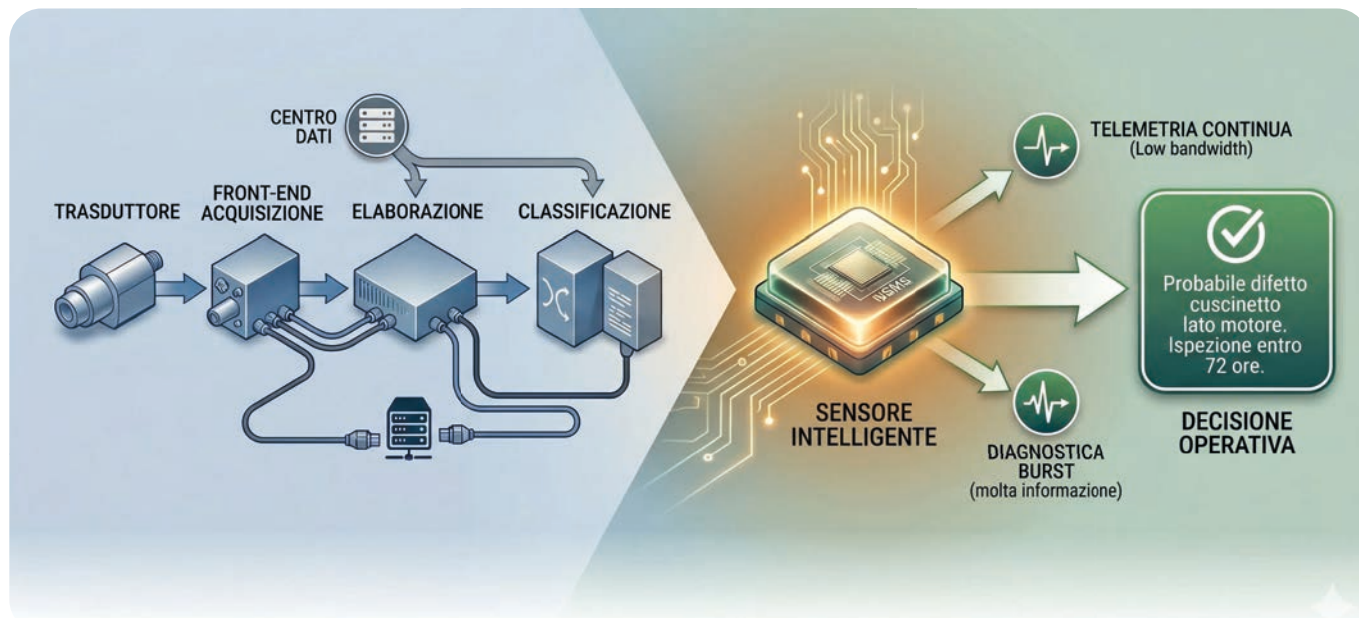


Figura 1: una scheda di sviluppo basata su sensori Bosh Sensortec: BHI260AP (accelerometro e giroscopio), BMP390 (sensore di pressione), BMM150 (sensore geomagnetico, BME688 (sensore combinato di gas, pressione, temperatura e umidità).



discriminante nelle macchine rotanti, i parametri che decidono la qualità reale della misura sono almeno cinque: densità di rumore, banda passante piatta, full scale, stabilità di fase e deriva termica. La norma ISO 20816-3 è un riferimento utile per valutare molte macchine industriali accoppiate, con potenze superiori a 15 kW e velocità comprese tra 120 e 30.000 giri/min. Ma in un progetto non basta “seguire la norma”: bisogna capire se il difetto cercato si trova all’interno della banda utile e sopra il rumore del front-end.

Qui il confronto MEMS versus piezoelettrico va affrontato in modo meno ideologico di quanto avvenga spesso. Sul mercato esistono già MEMS industriali low-noise da circa 25 $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$ con banda utile intorno a 11 kHz, oltre a sensori digitali triassiali con risposta piatta fino a circa 6 kHz. Questo li rende molto competitivi su una grande quantità di applicazioni industriali. I piezoelettrici mantengono un vantaggio quando occorre operare con una banda più alta, in ambienti difficili, con temperature elevate o con catene di misura più avanzate. Il punto non è decretare la fine dei piezoelettrici: è capire quando una catena integrata batte una catena separata.

Vincoli e compromessi nel ripartire il carico computazionale

La classificazione on-chip è il livello più vincolato: alberi decisionali con poche centinaia di nodi, addestrati offline, budget energetico in μA , memoria in decine di kilobyte. I vincoli sono severi, ma il vantaggio è netto: il nodo non trasmette se non

c’è nulla da segnalare, abbattendo traffico dati e consumo. Il sensore può limitarsi alle operazioni che migliorano davvero il rapporto tra informazione utile e byte trasmessi.

Il secondo livello è il microcontrollore edge. Qui entrano in gioco FFT complete, envelope analysis, tracking degli ordini quando è disponibile l’R-PM, correlazione tra canali e classificazione multi-classe. È un livello molto più flessibile, ma che richiede anche dati più strutturati.

Il terzo livello — gateway, server locale o cloud — gestisce ciò che l’edge non può fare: training e re-training dei modelli, correlazione tra macchine, analisi storica e integrazione con digital twin o CMMS. La ripartizione del carico non è statica: ogni livello fa ciò che gli compete, con il budget di risorse che ha.

Dal sensore alla rete: che cosa cambia quando il dato è già elaborato

Un sensore CbM (Condition-based monitoring) che classifica on-chip non genera lo stesso traffico di un sensore tradizionale. Nel funzionamento continuo produce pochi byte di stato, severità e confidenza; nella diagnosi produce waveform, spettri, feature avanzate e log di contesto.

La rete deve quindi essere progettata per due piani diversi: telemetria continua a basso bitrate e diagnostica burst ad alto contenuto informativo. Confondere i due piani porta o a reti sovradimensionate o, peggio, a sistemi privi del livello di dettaglio necessario quando serve.

Per questo, nel CbM non basta trasportare “allar-



Figura 2: Il sensore digitale triassiale IIS3DWBG1 di STMicroelectronics. Il supporto del Machine Learning Core (MLC) rende possibile implementare alberi decisionali on-chip.

me sì/no”. Devono viaggiare anche i metadati che rendono interpretabile la misura (es: velocità di rotazione, stato di carico, frequenza di campionamento, versione del modello di classificazione, e così via). Senza contesto operativo, il dato è ambiguo. Sul piano dell’interoperabilità conviene separare chiaramente modello informativo e trasporto. Ad esempio, IO-Link con Smart Sensor Profile e BLOB transfer è molto utile dove servono parametrizzazione coerente e trasferimento strutturato di dati e blocchi firmware. A livello superiore, OPC UA con PubSub — anche su MQTT — è oggi una scelta per far arrivare il dato al MES, al sistema di manutenzione o al digital twin senza perdere coerenza. Per il retrofit wireless, BLE mesh e LoRaWAN restano opzioni interessanti.

Dalla manutenzione programmata alla manutenzione informata

Il cambiamento non è solo tecnologico, riguarda il modello decisionale. La manutenzione programmata interviene a scadenza fissa, indipendentemente dallo stato della macchina. La manutenzione condition-based interviene quando il dato dice che serve. In Italia il mercato della manutenzione predittiva valeva già 305 milioni di dollari nel 2023 e potrebbe raggiungere i 1,8 miliardi entro il 2030: per chi progetta l’elettronica di questi sistemi, la domanda è concreta.

La ISO 13381-1:2025 ha consolidato la prognostica come pratica ingegneristica corrente. Il front-end MEMS ha raggiunto la parità con i pie-

zoelettrici nella banda che conta, l’elaborazione on-chip consente classificazioni locali dei dati con assorbimenti minimi di corrente, i framework ML comprimono modelli in pochi kilobyte, il wireless elimina il cavo. Eppure la maggior parte delle macchine industriali resta esclusa da un monitoraggio continuo degno di questo nome. Il collo di bottiglia non è più il sensore, ma l’ultimo miglio della decisione. Un grafico FFT non è un’informazione operativa. Una segnalazione come: “Probabile difetto sul cuscinetto lato motore, severità media, ispezione entro 72 ore, acquisire waveform completa al prossimo cambio carico” lo è. La differenza tra le due frasi è il vero terreno su cui si gioca il valore dell’elettronica di condition monitoring.

Per chi progetta elettronica embedded per l’industria, la sfida si è spostata. Il problema non è più comprimere un modello in meno kilobyte. È costruire la catena completa, dal trasduttore alla decisione operativa, in modo che il risultato finale sia comprensibile e concretamente utilizzabile da chi gestisce l’impianto. L’elettronica del sensore è pronta; l’architettura distribuita funziona. Quello che spesso ancora manca è la progettazione dell’ultimo miglio: il punto in cui il dato smette di essere un dato e diventa decisione.

Per
approfondimenti
inquadra questo
QR code



Ivan Scordato

Laureato in ingegneria cibernetica ha da sempre rivolto i suoi interessi e svolto attività professionale nei campi dove si incontrano elettronica, software e persone. Scordato è l’autore di numerosi articoli tecnici sulle maggiori riviste del settore, ha lavorato a progetti di elettronica di potenza, sistemi embedded e IoT. Per conto di una software house italiana, Scordato segue direttamente clienti e progetti negli ambiti della raccolta dati, dell’automazione industriale, dell’Industria 4 e 5.0, occupandosi insieme di prodotto, business e comunicazione.



Al debutto le piattaforme Motion GM e MINAS di Panasonic Industry

Panasonic Industry ha rinnovato il portafoglio di soluzioni per l'automazione industriale con i motion controller GM1P e GM5, che inaugureranno la nuova piattaforma Motion GM, evoluzione dell'architettura GM1 per le macchine a elevata complessità. I controller integrano funzioni di motion control multiasse, logica PLC e gestione dati, con connettività nativa verso reti Industrial Ethernet e servizi OT/IT, in modo da poter avere un unico nodo di controllo per assi elettrici, I/O di macchina e scambio dati con supervisione e cloud. A Motion si affiancano i nuovi servoazionamenti MINAS E7/A7 (con l'estensione di potenza della serie MINAS A6, ora disponibile fino a 15 kW per applicazioni che richiedono coppie elevate). MINAS E7 e A7 introducono funzioni avanzate come il supporto a Safety over EtherCAT (FSoE) per implementare funzioni di sicurezza direttamente sul bus, oltre a algoritmi di auto-tuning e funzioni di rigenerazione energetica utili per ridurre consumi e dissipazioni sulle macchine a cicli dinamici. Sul fronte della

sensoristica, Panasonic Industry amplia la gamma con sensori NoSpace ultracomatti per integrazioni ad alta densità, oltre a componenti specifici per biomedicale, laboratory automation e packaging. Le nuove piattaforme GM e MINAS, insieme alle soluzioni di sensing, sono state presentate in dimostrazioni applicative durante SPS Italia 2026.



Le novità Heidenhain nel rilevamento di posizione e motion control

HEIDENHAIN ha presentato a SPS Italia 2026 alcune novità nei campi del rilevamento di posizione, motion control e per l'automazione avanzata, affiancate dalle tecnologie dei marchi del gruppo AMO, ETEL, LEINE LINDE, LTN, NUMERIK JENA, RENCO e RSF. Tra le maggiori novità ci sono nuovi encoder lineari induttivi per ambienti ostili. L'ILC 3019 ha il suo punto di forza nella robustezza intrinseca della scansione induttiva che garantisce affidabilità di misura anche in presenza di contaminazioni o forti campi magnetici, condizioni che mettono in crisi i sistemi ottici tradizionali. Il campo applicativo è ampio: misura di corsa per motori lineari, sistemi di trasporto, assi robotici, lettini per tomografia, macchine da taglio, sistemi di presa e serraggio. L'integrazione nei controllori avviene tramite l'interfaccia digitale EnDat, che semplifica il cablaggio e garantisce trasferimento dati veloce e sicuro. La serie LEINE LINDE 600 offre ora sia funzionalità assolute sia incrementali sulla stessa piattaforma, ovvero si connota come una famiglia più completa di encoder in grado di fornire un feedback affidabile di velocità e posizione in applicazioni industriali impegnative, dove la continuità operativa è fondamentale: contesti industriali gravosi: acciaierie, segherie, impianti per la lavorazione di cellulosa e carta, gru, turbine eoliche e installazioni marine. Le novità sono state dimostrate insieme alle soluzioni FSI (Functional Safety Integrated) e trasduttori rotativi induttivi ECI ed EQI con interfaccia dati digitale in configurazioni applicative complete in occasione di SPS Italia 2026, in catene di automazione coerenti, pronte per l'impiego in macchine utensili, sistemi di movimentazione e linee produttive ad alte prestazioni.



Murata rafforza la Zencross Alliance per gli sviluppi dell'IoT a basso consumo

Murata estende l'ecosistema Zencross Alliance aggiungendo partner di ingegneria e sviluppo qualificati con l'obiettivo di offrire ai progettisti un percorso più lineare dal concept alla produzione di soluzioni IoT a basso consumo. Il focus non è solo sui componenti, ma su una piattaforma coordinata che copre sensori, RF, connettività cellulare globale, servizi cloud e sicurezza, riducendo il rischio di integrazione che spesso blocca i progetti nella fase "dal demo al prodotto". Alla base dell'alleanza ci sono le tecnologie Murata in ambito sensori, radio e moduli – come i moduli Type 1SC, Type 2GD e le soluzioni LTE Cat.1bis con Sequans – ottimizzate per efficienza energetica e affidabilità in applicazioni come smart city, tracciamento asset, energy & utility, building automation e monitoraggio ambientale. Su questo layer hardware si innesta la connettività cellulare globale, fornita tramite la piattaforma IoT Accelerator di Aeris e operatori come Telenor IoT e Ooredoo, che mettono a disposizione piani di connettività localizzati e gestione fleet-scale dei dispositivi. L'integrazione con IoT Bridge di Tartabit gestisce l'ingestione dei dati,



e l'orchestrazione e il bridging verso i principali cloud (AWS, Azure, Google Cloud), offrendo un percorso già tracciato per portare i dati "pronti all'uso" nelle applicazioni enterprise. Un punto chiave per chi progetta sistemi è la gestione della sicurezza e della conformità normativa: l'alleanza include il monitoraggio continuo tramite soluzioni come Watchtower/IoTA, con l'obiettivo di supportare gli obblighi emergenti del Cyber Resilience Act e delle linee guida NIST su vulnerability management e visibilità lungo la supply chain software. In parallelo, l'ingresso di partner di design come Professional Software Associates e Grinn porta competenze su architettura di sistema, firmware, integrazione applicativa e industrializzazione, mentre Thales contribuisce con eSIM e reference design per l'identità sicura del dispositivo. Il messaggio ai team di R&D è chiaro: invece di assemblare da zero un mosaico di fornitori, Zencross Alliance offre un ecosistema certificato per ridurre i colli di bottiglia dei progetti IoT complessi: dalla scelta del modulo e della rete, alla gestione del ciclo di vita del dispositivo.

Progettare il PCB: come disegnarlo bene e facilitare la produzione

a cura della redazione

Il circuito stampato è molto più di un mezzo fisico per il collegamento elettrico tra i componenti più diversi. Provvede infatti al buon fissaggio meccanico, alla dissipazione del calore e al supporto della produzione in serie. Di seguito vediamo che cosa considerare per evitare i problemi di affidabilità e di montaggio.

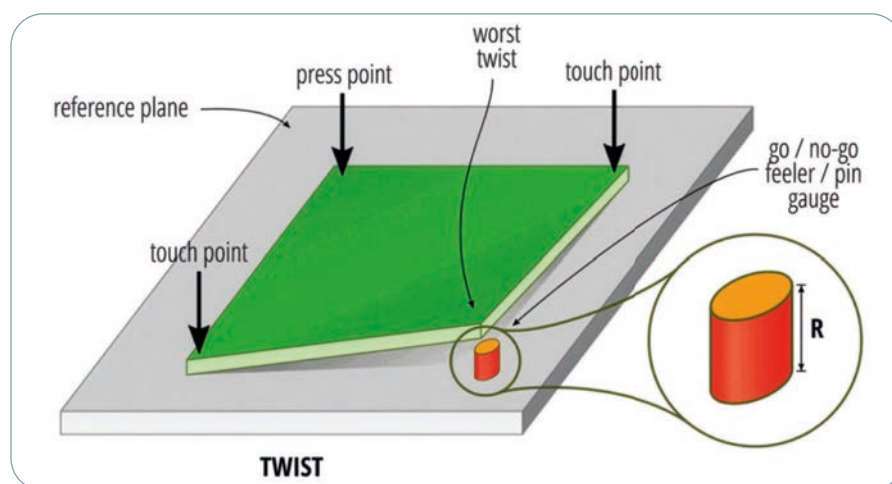
Passare dal modello digitale del circuito alla realtà fisica impone di tenere conto di una vasta gamma di variabili, tolleranze meccaniche e comportamenti dei materiali che incidono sulla qualità del lavoro. Comprendere a fondo questi elementi permette di evitare onerosi aggiustamenti in sede di produzione, garantendo la creazione di schede elettroniche affidabili, assemblabili senza imprevisti e ottimizzate dal punto di vista dei costi.

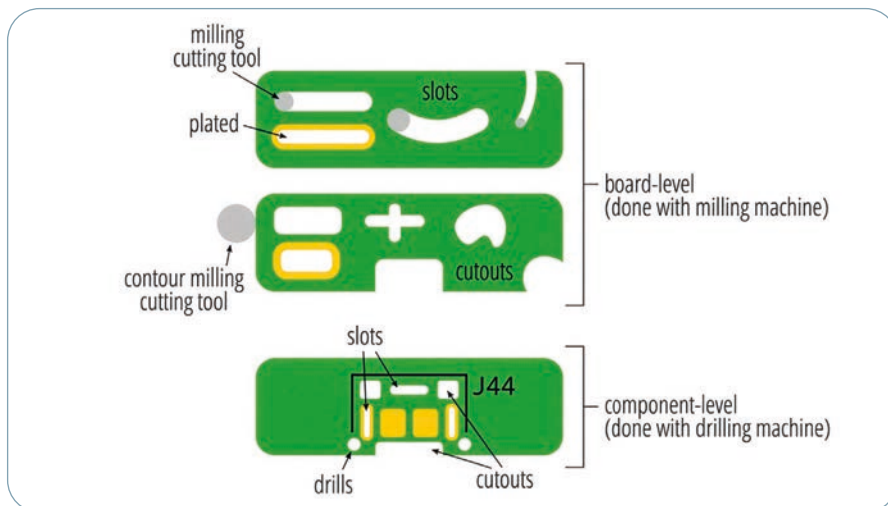
Spessore e planarità: due variabili da non trascurare

Spesso si tende a considerare lo spessore del circuito stampato come un valore assoluto, ma la realtà produttiva è molto più sfaccettata. Lo spessore nominale indicato in fase di progetto è di fatto solo un'etichetta convenzionale. Lo spessore calcolato rappresenta invece la somma matematica degli spessori di ogni singolo strato di materia

prima, includendo i fogli di laminato e le lamine di rame interne ed esterne. A questo si aggiunge lo spessore misurato, che quantifica la scheda reale prodotta, a cui però mancano ancora strati cruciali come la metallizzazione dei fori, la finitura superficiale, il soldermask e la serigrafia. L'aggiunta di questi ultimi strati può aumentare lo spessore finale del pannello in modo significativo. Le tolleranze dei fornitori di laminati si aggirano generalmente intorno al 10%, e lo spessore effettivo dipende anche dal design: uno strato interno con poco

rame assorbirà molta più resina durante la fase di pressatura rispetto a un piano di massa continuo, influenzando l'altezza finale. Oltre allo spessore, è un requisito importante la planarità del circuito stampato, le cui deviazioni vengono classificate in "arco" e "torsione". L'arco è una curvatura cilindrica o sferica del pannello, mentre la torsione è una deformazione lungo la diagonale che solleva uno degli angoli rispetto al piano contenente gli altri tre. Secondo gli standard IPC, le deformazioni massime accettabili sono dello 0,75% per le schede con componenti a montaggio superficiale, e dell'1,5% per tutte le altre. Il mantenimento della planarità è vitale durante l'assemblaggio per garantire una stesura accurata della pasta saldante e il corretto posizionamento di componenti più piccoli. Deviazioni minime dello stampato possono causare inceppamenti nelle macchine di produzione o disallineamenti fatali. La causa principale di arco e torsione risiede nell'asimmetria del design, ovvero in uno squilibrio nella distribuzione del rame o in uno stackup non simmetrico rispetto al centro orizzontale della scheda. Per ridurre al minimo il



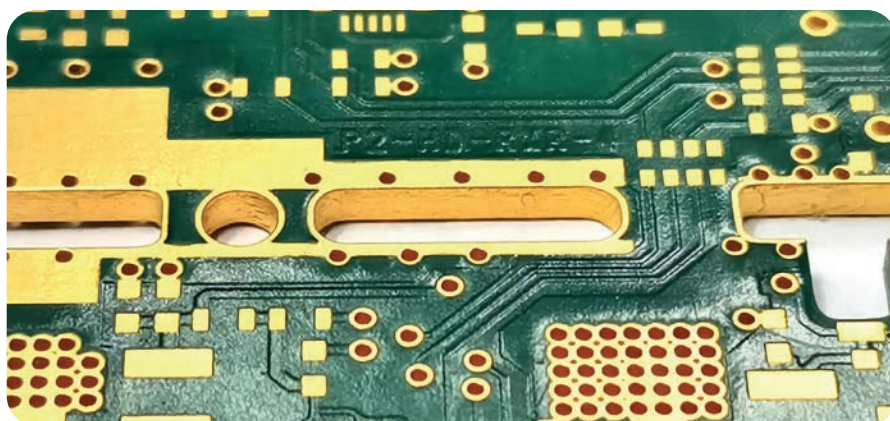


problema, chi progetta lo stampato deve bilanciare la distribuzione delle aree in rame e optare per configurazioni di strati che siano il più possibile speculari.

Gestire i contorni e la precisione dei ritagli

Il contorno della scheda definisce il suo confine fisico, ma la sua interpretazione in fase di produzione nasconde diverse insidie. Negli strumenti di progettazione, la forma è tracciata da una linea di un certo spessore, e per convenzione è il centro geometrico di questa linea a rappresentare l'effettivo bordo di taglio. È fondamentale che questo tracciato sia continuo e chiuso, poiché micro-interruzioni nascoste o elementi spuri inseriti per errore

nel livello del contorno generano notevole confusione e blocchi in produzione. Per separare le singole schede dai pannelli di produzione si ricorre prevalentemente a due metodi: il "taglio a V", che consiste nell'incidere in modo rettilineo i lati del pannello consumando pochissimo spazio, oppure la fresatura, che utilizza un utensile rotante per tagliare qualsiasi forma arbitraria. L'impiego della fresa, tipicamente con un diametro di due millimetri, introduce la problematica degli angoli interni, che risulteranno inevitabilmente arrotondati con un raggio pari alla metà dell'utensile. Qualora fosse necessario un angolo perfettamente netto, il progettista deve prevedere un foro non metalliz-



zato posizionato nell'angolo per rimuovere il materiale in eccesso lasciato dalla fresa. Quando la scheda viene tenuta ancorata al pannello tramite linguette perforate a strappo, occorre prestare estrema attenzione a non posizionarle sotto i componenti che sporgono dal bordo, come i connettori micro-USB o SMA. La rimozione successiva di queste linguette, infatti, potrebbe spingere meccanicamente il componente dal basso verso l'alto, indebolendo irreparabilmente le giunzioni saldate o staccandolo del tutto. Rimanendo in tema di lavorazioni meccaniche, è fondamentale distinguere le forature rotonde dai ritagli di forma complessa. Le normali forature godono di tolleranze strettissime poiché vengono eseguite all'inizio del ciclo di produzione, prima ancora della fotoincisione del rame. Le fresature per i ritagli interni, al contrario, avvengono nelle fasi finali del processo su macchine che operano con margini di posizionamento più tolleranti. Per ottenere la massima precisione possibile su fori non circolari o fessure, il trucco consiste nel definirli come metallizzati o nell'includerli direttamente a livello di footprint del componente nel file di foratura, costringendo così il produttore a realizzarli nella fase iniziale ad alta precisione.

Anatomia delle connessioni: fori, piazzole e sezioni anulari

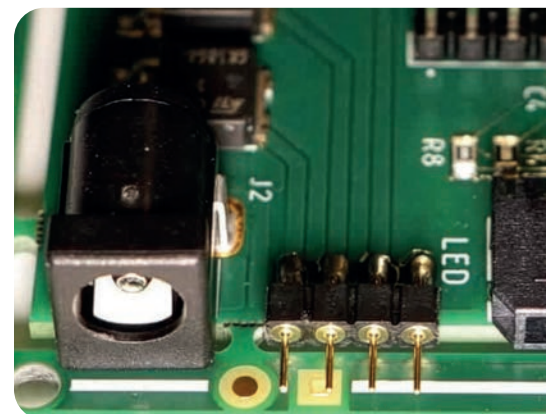
I fori passanti metallizzati sono il cuore delle connessioni tra gli strati del circuito. Il substrato in vetronite è un isolante, quindi per rendere conduttivo il foro i produttori vi applicano uno strato di carbonio seguito da una

placcatura in rame elettrodeposto, che accresce lo spessore delle pareti interne restringendo progressivamente la luce del foro. Questo significa che il produttore deve necessariamente utilizzare una punta da trapano di diametro superiore rispetto alla dimensione finale desiderata dal progettista, in modo da compensare lo spessore che verrà aggiunto dalla metallizzazione e dalla finitura superficiale. Intorno a questo foro giace la piazzola in rame. La porzione di rame che rimane tra il bordo esterno della piazzola e la parete del foro sovradimensionato prende il nome di sezione anulare. Questa corona di rame è essenziale non solo per garantire la resistenza meccanica del foro e impedire crepe durante le sollecitazioni termiche della saldatura, ma soprattutto per assorbire i micro-disallineamenti di registro che si verificano inevitabilmente durante la foratura e il trasferimento dell'immagine sui layer. Anche in presenza di piazzole non circolari, come quelle oblunghe usate nei componenti a foro passante a passo fine, la larghezza del rame deve essere sufficiente affinché eventuali

disallineamenti non distacchino elettricamente le aree della piazzola dalla traccia in ingresso, garantendo così una connessione affidabile a valle della saldatura.

Prevedere gli ingombri con i keepout e i courtyard

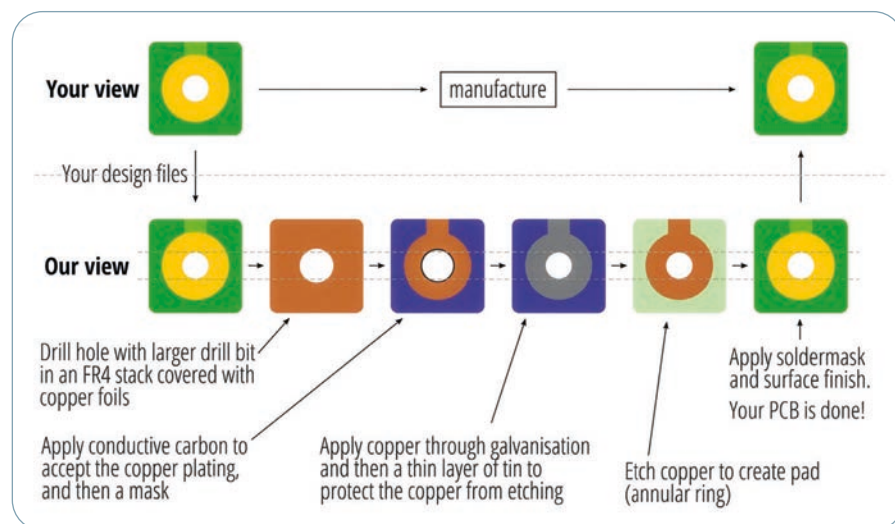
Garantire le giuste distanze è un aspetto vitale che nel disegno viene gestito attraverso due aree virtuali distinte: i keepout e i courtyard. I keepout sono restrizioni applicate a livello di scheda che impediscono il posizionamento di tracce, piani di rame, fori o componenti in un'area specifica. Vengono impiegati, per esempio, per creare spazi liberi attorno ad antenne stampate per non degradarne il segnale, per garantire l'isolamento dalle alte tensioni, o per impedire che piccoli componenti vengano collocati sotto gli ingombri sospesi di interruttori, connettori ad angolo retto o grandi dissipatori di calore. Un errore comune è quello di utilizzare elementi della serigrafia per simulare un keepout. La serigrafia ha un limite di risoluzione piuttosto ampio e il software non è in grado di interpretarla per identificare gli erro-



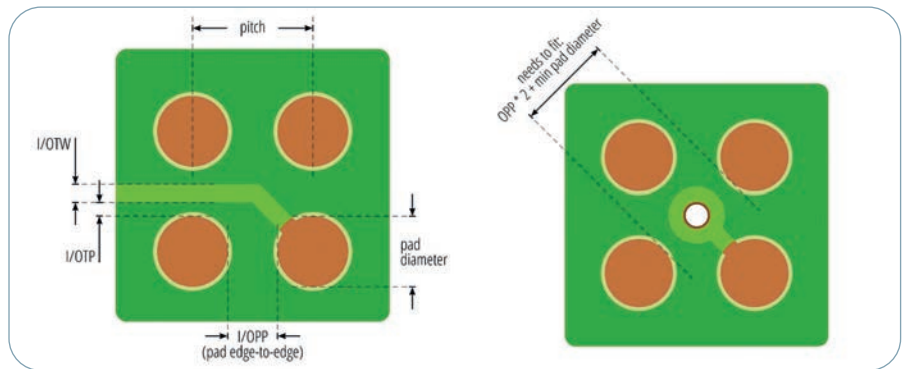
ri di progettazione. I courtyard, invece, servono a garantire lo spazio fisico esterno attorno al componente, definendo la distanza meccanica minima combinata necessaria tra un corpo e l'altro. Avere un corretto spazio di rispetto permette alle teste delle macchine pick-and-place di calare i componenti ad alta velocità senza urtare elementi già saldati, agevola la successiva ispezione ottica dei giunti di saldatura e favorisce la circolazione dell'aria per smaltire il calore. Inoltre, distanziare i componenti ingombranti dagli altri previene la formazione di "punti freddi", ovvero zone in cui i componenti più alti creano ombre termiche che ostacolano la corretta fusione della pasta saldante nei forni a rifusione. L'impiego di forme poligonali al posto di semplici rettangoli per delimitare queste zone permette di recuperare spazio vitale preziosissimo nelle schede a più alta densità.

Circuiti ad alta densità: come trattare i package BGA

Con la miniaturizzazione spinta, i package di tipo BGA introducono le sfide progettuali più complesse, poiché il posizionamento molto fitto dei pin nella parte inferiore del compo-



nente complica la gestione dei segnali in uscita, un processo noto come fanout. La fattibilità e il costo della scheda dipendono direttamente dal passo tra i contatti e dalle dimensioni delle piazzole, in combinazione con i vincoli del produttore sulle larghezze minime delle tracce e le tolleranze di isolamento. Esistono due tipi di definizione delle piazzole BGA: la piazzola definita dal soldermask (SMD), dove la vernice copre parzialmente il rame, e la piazzola non definita dal soldermask (NSMD), dove l'apertura della vernice è più larga del rame esposto. Il



mercato predilige fortemente quest'ultimo metodo. Se il passo del componente lo permette, l'obiettivo ideale è tracciare le linee di segnale passando tra le piazzole, evitando l'uso di vias

(connessioni multistrato via fori passanti). Questo richiede che lo spazio tra due pad adiacenti sia sufficientemente ampio da contenere la larghezza della traccia più le distanze minime di isolamento necessarie. Quando l'instradamento di superficie non basta e l'inserimento di fori risulta imprescindibile, occorre verificare se l'ingombro del foro e della sua relativa sezione anulare possa essere inscritto nella diagonale tra quattro piazzole BGA. Operare a questi livelli di miniaturizzazione richiede una precisione estrema negli strumenti di disegno, basando il posizionamento e l'instradamento su griglie appositamente calcolate. Per aggirare i colli di bottiglia più severi si può ricorrere alla tecnica del foro passante riempito direttamente sulla piazzola, sebbene questa soluzione aumenti considerevolmente le complessità tecnologiche e i costi di produzione associati, richiedendo valutazioni molto attente in fase preventiva.

A questo articolo ha collaborato Eurocircuits

I trucchi per ottimizzare la produzione e contenere i costi

- **Analisi dei componenti BGA e sbrogliatura:** È sempre preferibile avviare il layout selezionando il package del componente fisicamente più grande e con il passo meno fine disponibile, facilitando enormemente l'instradamento. Prima di tracciare, occorre estrapolare dai datasheet tutte le strategie di fanout raccomandate dal costruttore e utilizzare griglie multiple estremamente restrittive per allineare le tracce esattamente al centro degli spazi ristretti tra le piazzole. Si sconsiglia vivamente la riduzione autonoma del diametro delle piazzole BGA rispetto alle direttive del costruttore, in quanto comprometterebbe l'affidabilità della saldatura in fase di assemblaggio.
- **Gestione accurata dei courtyard:** Disegnare sempre i confini fisici di rispetto fin dall'inizio, direttamente nell'impronta (footprint) del componente, evitando di delegare la funzione di distanziamento ai livelli della serigrafia. Utilizzare contorni poligonali complessi invece di sagome rettangolari per risparmiare area preziosa sul circuito stampato senza intaccare le sicurezze meccaniche richieste dalle macchine di posizionamento. Valutare attentamente i controlli del software: se la sovrapposizione di due aree di rispetto uguali viene segnalata come errore logico, valutare se a livello fisico i vincoli d'interasse del costruttore siano comunque rispettati.
- **Controllo dello spessore:** Va sempre considerato che le etichette di spessore nominali sono convenzionali e raramente riflettono i micrometri effettivi del pannello finito, poiché la finitura superficiale e il solder mask non sono quasi mai conteggiati nel calcolo dei materiali di base. Ove il design sia strettamente vincolato da inserimenti in alloggiamenti meccanici ristretti, è necessario calcolare gli spessori prevedendo la tolleranza più severa indicata dal fornitore.

Per approfondimenti inquadra questo QR code



Qualità degli stampati: tutti i parametri per valutarla

di Steve Mansfield-Devine*

Il successo di un buon prodotto dipende, per buona parte, dal progetto e dall'impiego di PCB di alta qualità. Ecco come interpretare e servirsi in fase progettuale dei dati caratteristici e delle tolleranze riportate nei report dei fornitori, per evitare sorprese nelle fasi di produzione e di utilizzo sul campo.

Per quanto si possano fare test di design e di prototipi di un circuito elettronico, molti fattori restano esclusi dalle possibilità di un controllo diretto. Nel caso dei PCB, questo ha spesso implicazioni importanti sulla producibilità industriale, sull'efficienza, sull'affidabilità e sulla vita operativa del prodotto. I fornitori di PCB promettono controlli di qualità, di aderenza agli standard industriali e normativi. Tuttavia non sempre forniscono report affidabili sui controlli effettuati e, quando presenti, possono essere difficili da leggere. Vediamo di seguito quali sono i dati più significativi dei test e come interpretarli per ottenere la qualità desiderata.

L'affidabilità termomeccanica

La gestione del calore è un aspetto critico per l'elettronica, riguarda il comportamento delle schede sia durante la fase di assemblaggio sia durante l'uso operativo. La temperatura di transizione vetrosa (T_g) è la specifica del laminato più importante da considerare per gli ingegneri che progettano sche-

de destinate alla saldatura con i processi lead-free o destinate a operare con temperature elevate. T_g è la temperatura alla quale la resina legante nel laminato cessa di essere rigida come il vetro e passa allo stato viscoelastico. Questo passaggio avviene all'interno di un intervallo di transizione, ma i risultati dei test vengono solitamente riportati come valore medio. Più è alta la temperatura di T_g , meglio è, poiché il superamento di questa soglia può causare la perdita

di stabilità dimensionale della scheda, rendendola suscettibile alla delaminazione e ai danni meccanici. Il valore tipico di T_g per le schede FR4 standard nel settore è di 130-140°C.

Un ulteriore valore, indicato con sigle come T260, T288 e T300, mette insieme l'aspetto temporale, indicando per quanto tempo un laminato può resistere a una specifica temperatura prima che i layer si separino. Si tratta di un valore indicativo dell'effettiva sopravvivenza del PCB, più significativo rispetto alla sola T_g . La specifica più comune, la T288, certifica un tempo di delaminazione a 288°C superiore ai 5 minuti, che diventano 10 minuti per schede ad alta affidabilità. Le alte temperature sono inoltre causa di decomposizione della resina nella scheda, con conseguente



Figura1: I test su PCB riguardano la qualità dei materiali e dei processi di produzione. Si fanno in genere con la metallografia microscopica, l'ispezione a raggi X dei layer interni, il controllo delle placcature, di impedenza, resistenza, bagnabilità dei pad per la saldatura.



Casi reali, domande scomode, risposte concrete → migliori decisioni per te

L'unico evento riservato ai decisori della
produzione elettronica italiana.

16.09.2026

📍 Villa Ottoboni, Padova | 14.00 - 19:00

Cosa ti porti a casa

- ✓ **Osservatorio:** un'Analisi esclusiva del mercato
- ✓ **Intelligenza Artificiale:** come le aziende EMS e OEM la stanno integrando
- ✓ **Cybersecurity:** confronto sulla sicurezza informatica nella supply chain e i rischi legati alla direttiva NIS2
- ✓ **Finanza agevolata:** finanziamenti attivi per le pmi elettroniche per la transizione tecnologica
- ✓ **Guida all'acquisto:** sulle soluzioni presenti, con schede vantaggi orientate ai bisogni di chi produce

PROD DAY È PENSATO PER:

- titolari e direzione generale
- operations, produzione e plant manager di EMS, OEM e aziende che producono schede, sistemi, apparati o prodotti elettronici



Scansiona
il QRCode e scopri
i dettagli dell'evento

perdita di massa e indebolimento strutturale. La maggior parte dei produttori di PCB segnala temperature di decomposizione (Td) uguali o maggiori di 325°C. Alla temperatura si collega anche il coefficiente di espansione termica lineare (CTE), ovvero l'entità dell'espansione o contrazione della scheda per ogni grado di variazione. Poiché il laminato è rinforzato con tessuto di vetro, l'espansione lungo gli assi planari X e Y è ampiamente vincolata. Tuttavia, l'espansione lungo l'asse Z (lo spessore) può esercitare sollecitazioni significative sui fori metallizzati (PTH, plated through-holes), sulle vie e sui giunti durante la saldatura (reflow) e i cicli termici, provocando fessurazioni nelle metallizzazioni dei fori (barrel cracking), sollevamento delle piazzole e aperture intermittenti del circuito. Per temperature inferiori alla Tg, il valore tipico del CTE è di 50–70 ppm/°C.

La precisione dimensionale

Sono molti gli aspetti meccanici e fisici che incidono sulla qualità del PCB. Parliamo della planarità della scheda (bow and twist), dell'integrità dei piani interni, delle interconnessioni e dell'adesione del solder mask. Nel caso

del bow and twist, per esempio, qualsiasi scheda con componenti SMD che presenti distorsioni superiori allo 0,75% può causare il tombstoning, (sollevamento a "pietra tombale" del componente) o il cedimento dei giunti di saldatura sui BGA.

Parlando di dimensioni, le tolleranze nei processi di produzione devono rientrare nei limiti accettabili. Un report dimensionale valuta le misure della scheda finita, la posizione dei fori, il ritiro/espansione del pattern e la registrazione layer-to-layer. Questo garantisce che la scheda si adatti ai vincoli meccanici, ai connettori, ai moduli di alloggiamento e che le zone di montaggio corrispondano ai componenti. L'accuratezza garantisce dai problemi con i case, la viteria di montaggio e altri dispositivi presenti. Gli standard industriali tipici prevedono $\pm 0,1$ mm per il profilo della scheda, $\pm 10\%$ per lo spessore e ± 50 – 75 μm per la posizione di foratura, le tolleranze dimensionali dei fori finiti e di registrazione dei layer.

Le prestazioni elettriche e chimiche

Un parametro chiave è la capacità delle schede di resistere alle alte tensioni. Il test di rigidità dielettrica, o hi-pot test, verifica che il laminato del PCB (o il solder mask sulle coppie di conduttori) sia in grado di sopportare una tensione di 1.000 VDC, con una rampa controllata di 100 V/s per la durata di un minuto, senza che si verifichino effetti distruttivi, archi voltaici o forti correnti di fuga. Si tratta di un semplice test pass/fail fondamentale per la certificazione di apparecchiature collegate alla rete elettrica. Nel caso dei dispositivi medici, è

essenziale la conformità ai requisiti MOPP (Means of Patient Protection) e MOOP (Means of Operator Protection). Al campione in esame viene applicata una tensione AC con una rampa di 500 V/s fino a quando non si verifica un brusco aumento della corrente di fuga o una scarica ad arco. Questo test fornisce il limite superiore assoluto della rigidità dielettrica del laminato sotto eccitazione AC. Per i progetti di elettronica di potenza – come motori, gruppi di continuità (UPS), inverter e altre applicazioni in cui i conduttori ad alta tensione devono essere isolati sulla superficie del PCB –, è critica la tensione di breakdown del solder mask. Un progettista può utilizzare questi dati per derivare la massima intensità del campo elettrico ammissibile sotto il solder mask e la spaziatura minima di sicurezza tra i conduttori.

La stabilità dei diversi strati

Un PCB è un sandwich di substrati laminati e rame. Di conseguenza è cruciale la capacità di questi layer di rimanere uniti. La forza di legame (bond strength) è una misura della qualità di adesione tra il laminato e la lamina di rame. Una scarsa adesione rappresenta un rischio latente che si manifesta con il sollevamento delle piazzole durante la saldatura manuale o le operazioni di rework, con delaminazioni sotto shock termico e con il distacco delle tracce in presenza di vibrazioni meccaniche; fattori che rappresentano una delle principali cause di guasto. Il test misura la forza richiesta per ottenere il distacco di una lamina di rame, e il risultato è la media di molteplici prove. Per le sche-

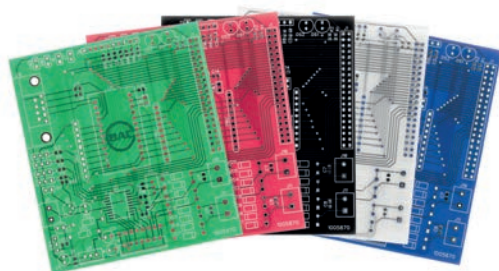


Figura2: Alcuni stampati con solder mask di differenti colori. Nei controlli di qualità sono importanti il corretto posizionamento e l'adesione al circuito sottostante.



Figura 3: Dopo la fase di laminazione sono importanti gli esami delle microsezioni per conoscere l'esatto spessore degli strati isolanti interni, la resistenza agli shock termici e alla trazione applicata alla lamina di rame (peel test).

de FR-4 standard, lo standard generale è di 100-120 N. Poiché la forza di legame si degrada con le alte temperature è altrettanto importante disporre di un elevato valore di Tg.

Un altro aspetto riguarda l'assorbimento di umidità del PCB. L'umidità intrappolata nel laminato può trasformarsi repentinamente in vapore durante la saldatura, creando pressione interna e quindi un effetto popcorn, con delaminazioni e vescicature. In alcune realizzazioni per RF/microonde, l'assorbimento dell'acqua è un criterio primario di se-

Come utilizzare i report di qualità e i numeri di PCBWay

I report sulle caratteristiche dei PCB sono strumenti fondamentali a supporto della progettazione, prima ancora che per la selezione dei fornitori. I dati relativi a Tg, Td, CTE, spessore, proprietà dielettriche e così via servono per scegliere i giusti laminati, simulare e verificare le ipotesi progettuali su tematiche di dissipazione, impedenza, vita utile e collocazione fisica degli stampati. Tolleranze dimensionali, micro-sezioni, CTE/Tg, forza di legame e pulizia forniscono dati essenziali per qualificare i fornitori di PCB, specialmente nei settori critici dell'automotive e dell'aerospaziale. La possibilità di condividere report tra i team di progettazione, responsabili della qualità e ufficio acquisti consente di mantenere uno storico documentale da sfruttare per decidere cambiamenti di materiali e fornitori, oltre che a supportare gli audit normativi.

"I report di ispezione qualitativa sono uno strumento importante con cui i produttori di PCB supportano i clienti", spiegano i responsabili di **PCBWay**. "Non si tratta solo di avallare le dichiarazioni di qualità, ma di fornire agli ingegneri le informazioni per rendere la progettazione e la produzione più rapida e priva di sorprese." A questo scopo PCBWay ha finora pubblicato 14 report d'ispezione qualitativa, realizzati dal laboratorio indipendente del **Centre Testing International (CTI)**. I test eseguiti sono direttamente applicabili per dimostrare la conformità agli standard di accettabilità IPC e

possono essere usati per confrontare produzioni PCB a livello globale, avere garanzia che i prodotti finiti offrano l'affidabilità, la sicurezza e la longevità necessarie.

Dai test effettuati da CTI, la produzione PCBWay supera significativamente molti parametri standard di resistenza alle temperature; a cominciare dal parametro Tg, che ha valore pari a 169,61°C. Le schede PCBWay si collocano all'estremità più alta della scala anche per quanto riguarda le temperature di delaminazione e di decomposizione della resina. Quest'ultima (Td), risulta superiore a 345°C nei test più recenti, migliorativa rispetto ai range standard, così come il CTE, pari a 37,4 ppm/°C, offre più ampi margini di sicurezza, sia nei contesti di produzione sia nell'utilizzo finale. Per quanto riguarda l'integrità dimensionale, i test effettuati sui prodotti PCBWay segnalano deformazioni twist dello 0,16% e bow dello 0,12%, molto inferiori ai parametri di rischio. La resistenza alla delaminazione, pari a circa 220 N, dimostra una solidità superiore rispetto ai valori tipici di 100-120 N. L'igroscopicità dei materiali mantiene l'aumento di peso in presenza d'acqua entro l'0,08%: quattro volte migliore dello 0,32% previsto da FR-4. Nell'ultimo report di CTI non si segnalano difetti nelle dorature nel prodotto PCBWay e la presenza di residui è contenuta in 0,19 µg/cm² (IPC accetta valori fino a 1,0 µg/cm²), testimonianza di un processo di lavaggio ben controllato.

lezione del materiale, anche in base alle condizioni operative previste. Quando un PCB assorbe acqua, la sua massa aumenta: il limite massimo previsto da IPC-4101 per l'FR-4 è un incremento dello 0,32%.

Placcature e pulizia

Altri parametri di test riguardano la porosità, fattore importante per qualsiasi scheda con finitura superficiale in oro esposta in ambienti difficili. Micro-fori invisibili sulla superficie d'oro possono esporre il nichel o il rame sottostante, aprendo la strada alla corrosione e portando alla sindrome del "black pad", con giunti di saldatura difettosi e guasti alle interconnessioni dei BGA nell'utilizzo. I campioni delle schede vengono esposti ai vapori di acido nitrico e poi immersi in una soluzione reagentente. Quest'ultima reagisce con l'eventuale rame o nichel esposto, producendo punti di corrosione visibili. Questi punti vengono contati e raggruppati in tre categorie di diametro: $\leq 0,05$ mm, $0,05-0,51$ mm e $\geq 0,51$ mm. Minore è il numero, migliore il risultato.

Infine, il test di pulizia misura la quantità totale di contaminanti ionici sulla superficie del PCB. Si tratta dei residui dei flussanti, dei prodotti chimici per l'elettrodeposizione, delle soluzioni d'incisione e contaminazione della manipolazione. Possono provocare la migrazione elettrochimica (ECM), con formazione di filamenti conduttivi (crescita dendritica). In presenza di umidità e di un campo DC, gli ioni disciolti si muovono sotto l'effetto della forza elettromotrice e formano filamenti metallici conduttivi tra conduttori



Figura 4: L'AOI (automated optical inspection) è realizzata dopo la placcatura. La camera scorre come uno scanner sopra il circuito rilevando i minimi difetti nella produzione.

adiacenti, causando correnti di fuga, cortocircuiti intermittenti e guasti permanenti. La scheda viene lavata con una miscela di solventi di cui viene poi misurata la conduttività; il risultato viene normalizzato come massa di sali per unità di area della scheda. Il requisito IPC prevede un valore inferiore a $1,0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$.

Conformità normativa e certificazioni

Uno degli utilizzi più significativi dei report è lo snellimento dei processi di conformità normativa e certificazione. Lo standard UL 796 (lo standard di Underwriters Laboratories per i PCB) richiede ai produttori di documentare Tg e legame (bond strength). I progetti automotivi e aerospaziali necessitano di prove oggettive per i cicli termici, le vibrazioni, l'esposizione all'umidità e lo stoccaggio ad alta temperatura, includendo i parametri di CTE a livello di PCB, Tg, Td, forza di legame, bow/twist, tensione e pulizia come elementi chiave nei report di qualifica e nei piani di controllo. I report di pulizia sono obbligatori per i dispositivi medici di Classe II/III ai sensi della norma ISO

13485. La contaminazione ionica può infatti portare a correnti di fuga in grado di interferire con biosegnali sensibili o, in casi estremi, compromettere la sicurezza del paziente. Allo stesso modo, gli standard di sicurezza come la IEC 62368-1 (Audio/Video e ICT), la IEC 60601-1 (in ambito medico) e le controparti UL si basano su dati certi relativi a parametri quali la resistenza/rottura della tensione, l'accuratezza dimensionale e altro ancora, per garantire che la sezione PCB del progetto sia robusta. Infine, il report della micro-sezione costituisce la prova primaria che una scheda soddisfa i requisiti di Classe 3 (come il copper wrap-around dei fori) per la certificazione AS9100 nei settori aerospaziale e della difesa.

**Steve Mansfield-Devine è un giornalista, scrittore e autore di articoli su testate specializzate e blog tecnici come Machina Speculatrix o Substack. L'articolo è stato offerto da PCBWay.*

Per
approfondimenti
inquadra
questo
QR code



Prototipazione PCB veloce e affidabile in 24 ore

PCBWAY - IL TUO PARTNER IDEALE PER LA PROTOTIPAZIONE PCB

Vantaggi:

- **Alta qualità:** PCB multistrato fino a 16 layer
- **Consegna rapida:** Prototipazione in 24 ore
- **Prezzi competitivi:** Prezzi accessibili per tutte le esigenze
- **Supporto online 24/7:** Siamo sempre qui per aiutarti

PCBWay

Informazioni su PCBWay:

PCBWay è un'azienda leader nella prototipazione di PCB che offre servizi di alta qualità a prezzi competitivi. Con la nostra consegna rapida in 24 ore, potrai avere i tuoi prototipi PCB nelle tue mani più velocemente che mai. Siamo impegnati a fornire ai nostri clienti il miglior servizio possibile, con supporto online 24/7.

Non esitare a contattarci oggi stesso per ricevere un preventivo gratuito!



Scansionate il QR e scoprite il nostro strumento online



Nortech Elettronica: R&D integrata per soluzioni elettroniche su misura



Nortech Elettronica rafforza il posizionamento come partner R&D per la progettazione e l'industrializzazione di soluzioni elettroniche custom, affiancando al ruolo di EMS un'offerta completa di sviluppo hardware e software. L'azienda opera come laboratorio di progettazione in grado di seguire il cliente dallo studio di fattibilità fino alla produzione in serie, comprendo schede digitali e analogiche, sbroglio PCB, firmware embedded e banchi di collaudo dedicati.

La progettazione hardware si basa su architetture a microcontrollore da 8 a 32 bit e dispositivi logici programmabili, con servizi che includono analisi dei requisiti, stesura degli schemi, routing PCB e integrazione delle analisi DFM, DFA e DFT per ottimizzare producibilità, assemblaggio e test. Sul fronte software, Nortech sviluppa firmware su piattaforme Microchip, Atmel, ST, NXP/Freescale e ARM, oltre ad applicativi su Windows e Linux, consentendo di realizzare apparecchiature di diversa complessità mantenendo un unico riferimento tecnico.

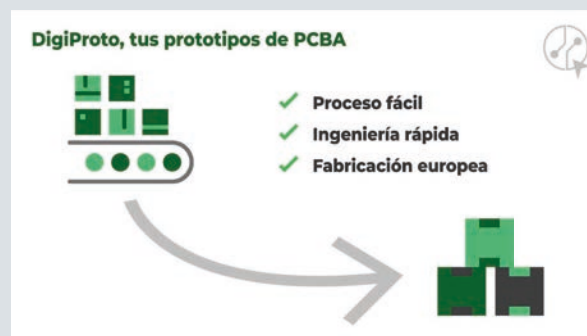
Tra i servizi distintivi rientrano co-design con il cliente, reverse engineering, supporto alla certificazione di prodotto, test funzionali, prove EMC e di sicurezza elettrica in collaborazione con enti notificati, oltre alla progettazione di banchi di collaudo personalizzati. L'obiettivo è fornire una soluzione progettuale chiavi in mano, in cui l'esperienza produttiva EMS e le competenze di R&D convergono per ridurre i tempi tra concept e industrializzazione, mantenendo sotto controllo costi e qualità lungo l'intero ciclo di vita del prodotto.

FAE Technology mostra DigiProto, tool europeo per configurazione, quotazione e realizzazione di schede

La partnership strategica di FAE Technology con la società spagnola Digi-proces sta dando i primi frutti con DigiProto, una piattaforma digitale dedicata alla configurazione, quotazione e realizzazione di prototipi di schede elettroniche assemblate. L'applicazione inizialmente destinata ai mercati di Spagna e Portogallo mira a rendere più rapido e strutturato l'accesso ai servizi di prototipazione elettronici.

Consente al progettista di configurare online il prototipo attraverso un ambiente integrato, con strumenti per l'upload dei file di progetto, la selezione e la validazione dei componenti e la verifica della producibilità. A partire da questi dati, DigiProto genera quotazioni in tempo (quasi) reale e attiva le attività di produzione dei prototipi, svolte sulla linea dedicata di FAE Technology in Italia in coordinamento con Digi-proces per gli aspetti logistici e di supporto locale.

Secondo FAE, la piattaforma consente di integrare sviluppo hardware, software e realizzazione di architetture complesse, riducendo passaggi manuali tra ufficio tecnico, acquisti e produzione. DigiProto incorpora inoltre sistemi certificati di qualità e pratiche di tracciabilità lungo la supply chain, con output dichiarati "EU-manufactured", e costituisce la base per futuri sviluppi congiunti fra le due aziende in ambito servizi digitali per la progettazione e prototipazione elettronica.



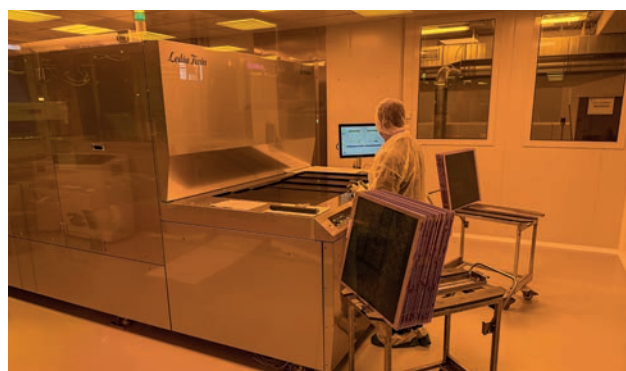
Nuovo sistema di direct imaging Ledia ad alta precisione per Alba PCB

Alba PCB Group ha installato nel proprio stabilimento di Mogliano Veneto un secondo sistema di direct imaging (LDI) Ledia della giapponese Screen, all'interno di una nuova cleanroom in classe 10.000 dedicata ai processi di stampa dei circuiti stampati. L'investimento amplia la capacità produttiva sul fronte dell'imaging diretto di photoresist e soldermask, con l'obiettivo di supportare geometrie sempre più spinte e tempi di consegna più stretti su multistrati fino a 12 layer e PCB ad alta complessità.

Il sistema Ledia utilizza una sorgente UV-LED multi-lunghezza d'onda, in grado di combinare tre diversi range spettrali tra 350 e 440 nm, modulabili in potenza per adattarsi ai diversi tipi di resist e inchiostri soldermask. Questa tecnologia, rispetto ai sistemi LDI basati su laser singola lunghezza d'onda, consente una polimerizzazione più uniforme lungo tutto lo spessore del rivestimento fotosensibile, ottenendo linee più nette, dams di soldermask stretti (fino a 50 µm) e un'adesione ottimale al substrato con minore undercut.

Ledia è in grado di esporre con rapidità e alta precisione sia gli strati interni ed esterni del PCB sia il soldermask, con risoluzione fino a 10.160 DPI (circa 2,5 µm) e funzioni di auto-focus e correzione delle distorsioni del pannello grazie ad algoritmi di allineamento avanzati. L'adozione di sorgenti UV-LED riduce inoltre il consumo energetico e la generazione di calore rispetto ai sistemi laser, contenendo i costi

operativi e prolungando la vita utile del sistema di esposizione. Il nuovo impianto di direct imaging, inserito nella seconda camera bianca dell'unità produttiva italiana, si affianca al sistema già esistente e rientra nella strategia di Alba PCB di mantenere un elevato livello tecnologico interno, con particolare attenzione alla qualità di imaging e al controllo della contaminazione nei processi fotolitografici per PCB.



n° 1 - 2026 | www.elettronica.tech.it

Supplemento a Elettronica AV N° 38

DIRETTORE RESPONSABILE **Laura Elisabetta Reggiani**
DIRETTORE EDITORIALE **Vittorio Basso Ricci**
DIRETTORE TECNICO **Piero Todorovich**
SEGRETERIA DI REDAZIONE **redazione-tech@elettronica.cloud**

HANNO COLLABORATO **Horst Bezold | John Burk
Alessandro Curioni
Daniel Ford | Filippo Fossati
Steve Mansfeld-Devine
Jerry Metcalf | Reggie Rector
Ivan Scordato**

IMPAGINAZIONE **Paolo Carraro**

IMMAGINI **Adobe Stock**

PROPRIETARIO ED EDITORE **FW Communication
divisione di Fritz Walter srl**



SEDE LEGALE **Borgo Regale, 7 | 43121 Parma**

SEDE OPERATIVA **c/o RTS | P.zza M. Ruini, 29/A
43126 Parma [Italia]
Tel. 0521 1511514**

PROJECT MANAGER **Antonio Cirella
a.cirella@elettronica.cloud**

MARKETING E PUBBLICITÀ **Giorgia Generali | Primiana Iaculli
marketing@elettronica.cloud
Tel. +39 339 5352111**

DIFFUSIONE **abbonamenti@fwcommunication.it
Costo a copia 10,00 €**

STAMPA **CALEIDOGRAF
Via Milano, 45
23899 Robbiate (LC)**

**Registrazione al Tribunale di Parma
n° 1 dell'11 giugno 2020**

**Iscrizione al ROC n° 31664
del 15 giugno 2018**

Responsabilità | La riproduzione delle illustrazioni e degli articoli pubblicati, nonché la loro traduzione è riservata e non può avvenire senza autorizzazione della Casa Editrice. I testi e le illustrazioni inviati alla redazione non saranno restituiti, anche se non pubblicati. La Casa Editrice non si assume responsabilità in caso di errori contenuti negli articoli.

Privacy | Ai sensi del D.Lgs 196/03 garantiamo che i dati forniti saranno da noi custoditi e trattati con assoluta riservatezza e utilizzati esclusivamente ai fini commerciali e promozionali della nostra attività. I dati potranno essere altresì comunicati a soggetti terzi per i quali la conoscenza dei suoi dati risulti necessaria o comunque funzionale allo svolgimento dell'attività della nostra società. Il titolare del trattamento è: Fritz Walter srl - Borgo Regale 7 - 43121 Parma. Al titolare del trattamento lei potrà rivolgersi al numero 340 3362710 per far valere i suoi diritti di rettifica, cancellazione, opposizione a particolari trattamenti dei propri dati, esplicitati all'art. 7 D.Lgs 196/03.

Gli inserzionisti

ALBA PCB www.albapcb.com	II COP.	IES www.ies-milan.it	6
ARBOARD www.arboard.com	36	INFINEON www.infineon.com	IV COP.
AROX www.arox.com	1	ITRONIK www.itronik.it	64
ASSODEL www.prodday.assodel.it	74	IXON www.ixon.cloud	30
CHIP 1 EXCHANGE www.chip1.com	I COP., 12	LEMO www.lemo.com	4
DIGIMAX www.digimax.it	50	PCB WAY www.pcbway.com	78
EBITEN www.rts-srl.it	18	RTS www.rts-srl.it	56
EC&C www.ecec.it	42	SAFE PCB www.safe-pcb.com	54
FAE TECHNOLOGY www.fae.technology	26	SCHURTER www.schurter.com	34
GM INTERNATIONAL www.gminternational.net	22	TDK www.tdk.com	III COP.

Le aziende citate

ADVANTECH	EUROCIRCUITS	SYSTEMS
AERIS	FAE TECHNOLOGY	QUALCOMM
ALBA PCB GROUP	FARNELL	RASPBERRY PI
ALTER TECHNOLOGY (GRUPPO TÜV NORD)	FINDCHIPS	REDCUR
ALTERA	FREESCALE (NXP)	RENCO
ALTIUM	GRINN	RENESAS
AMD	HEIDENHAIN	ROCKCHIP
AMO GRUPPO	HILSCHER	ROHDE & SCHWARZ
ANALOG DEVICES	HITACHI HIGH-TECH / OXFORD INSTRUMENTS	ROHM
ANATECH / MICROTEST	HUAWEI	RSF
ARDUINO	IBASE TECHNOLOGY	SCIENSCOPE
ARM	INTEL	SCREEN
AROX	KEYSIGHT	SECO
ARROW	LAPP	SECUREQUEST
ATMEL	LEINE LINDE	SEQUANS
BOSCH SENSORTEC	LEM	SERMA TECHNOLOGIES
BROKER FORUM	LTN	SIEMENS
BSET EQ	MICROCHIP	SIGLENT
CHIARELETTERE (CASA EDITRICE)	MOUSER	SIGNALTEC
CINCH	MURATA	SILICONEXPERT
COMET YXLON	NAVITAS	SONOSCAN NORDSON T&F
CONGATEC	NETCOMPONENTS	STMICROELECTRONICS
CTI (CENTRE TESTING INTERNATIONAL)	NISENE TECHNOLOGY	SUPPLYFRAME
CYIENT SEMICONDUCTORS	NORDSON DAGE	SYSGO
D.I.G.I. ACADEMY	NORTECH ELETTRONICA	TARTABIT
DIGIKEY	NUMERIK JENA	TDK-LAMBDA
DIGIPART.COM	NXP	TECNE
DIGIPROCES	OCTOPART	TELENOR IOT
ECIA (ELECTRONIC COMPONENTS INDUSTRY ASSOCIATION)	OEMSECRETS	TEXAS INSTRUMENTS (TI)
EMERSON	OOREDOO	THALES
ERAI (ELECTRONIC RESELLERS ASSOCIATION INTERNATIONAL)	OXFORD INSTRUMENTS	TORADEX
ETEL	PANASONIC INDUSTRY	TRUSTEDPARTS
	PCBWAY	TÜV NORD
	PROFESSIONAL SOFTWARE ASSOCIATES	TÜV RHEINLAND
	PVA TEPLA ANALYTICAL	VERSALOGIC
		XILINX



Attractive IoT

‘Best’ is our starting line.

Only by beating our best can we create new value. IoT, 5G, automated driving and robotics are our fields - where we never cease going beyond “best” in our passive components, sensors and energy units - to innovate the technology the world awaits.

Attracting Tomorrow



Empowering physical AI

The future of robotics is built on chips



Scan the QR code
www.infineon.com/humanoids

