

# EO

VERTICAL MAGAZINE  
**EO Power**  
elettronica

## COVER STORY

Mouser Electronics

## TECH FOCUS

Le innovazioni nel campo  
dei microprocessori

in questo numero **uomini & imprese**

**DIGIKEY.IT**  
SPEDIZIONE GRATUITA  
PER ORDINI SUPERIORI A € 65!



**elettronica**  
OGGI

MARZO 2015 - N° 443 - € 4,50

Mensile di elettronica professionale,  
componenti, strumentazione e tecnologie



“Conversione Direct-to-Digital”:  
una valida alternativa ai convertitori a microonde



**MOUSER**  
ELECTRONICS



# LA PIU' GRANDE SELEZIONE

## MONDIALE DI COMPONENTI ELETTRONICI

**IN PRONTA CONSEGNA IMMEDIATE SHIPMENT!®**

**SPEDIZIONE GRATUITA**  
PER ORDINI  
SUPERIORI A € 65!\*



**800 786310**  
**DIGIKEY.IT**



OLTRE 1.000.000 PRODOTTI IN MAGAZZINO | OLTRE 650 FORNITORI LEADER DEL SETTORE | DISTRIBUTORE AUTORIZZATO AL 100%

\*A tutti gli ordini di importo inferiore a € 65,00 sarà aggiunto un addebito per la spedizione pari a € 18,00. Tutti gli ordini vengono spediti tramite UPS, consegna entro 1-3 giorni (secondo la destinazione finale). Nessun addebito per i costi di imballaggio. Tutti i prezzi sono in euro e comprensivi di imposte. Se peso eccessivo o circostanze eccezionali dovessero comportare un addebito diverso, i clienti verranno contattati prima della spedizione dell'ordine. Digi-Key è un distributore autorizzato di tutti i partner fornitori. Nuovi prodotti aggiunti ogni giorno. © 2015 Digi-Key Corporation, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

# L'Intelligent Design

parte dagli Intelligent Analog PIC<sup>®</sup> Microcontroller



La progettazione analogica è difficoltosa, e assorbe prezioso tempo di sviluppo. Gli intelligent PIC<sup>®</sup> MCU di Microchip integrano funzionalità analogiche come un Analog-to-Digital Converter di elevate prestazioni, Digital-to-Analog Converter, e op amp, offrendo interfacce di facile utilizzo che semplificano la progettazione analogica. Una soluzione single-chip che permette di ridurre il rumore di sistema, offre un maggiore throughput, e al contempo riduce drasticamente i tempi e costi di progettazione.

## Applicazioni

- Sensori ambientali di qualità
- Apparecchiature medicali portatili
- Apparecchiature Industriali
- Conversione di potenza
- Efficienza motori
- Illuminazione
- Misurazione e controllo della potenza
- Apparecchiature di energy harvesting
- Controllo di inverter solari



**microchip**  
**DIRECT**  
[www.microchipdirect.com](http://www.microchipdirect.com)

 **MICROCHIP**

[microchip.com/intelligentanalog](http://microchip.com/intelligentanalog)

# IL SEGRETO DI UNA CORRETTA ALIMENTAZIONE

PER LAMPADRE LED WATERPROOF



**RAFI**

Distributore Italia

**MW**  
MEAN WELL

PADOVA



MILANO



TORINO



FIRENZE



NAPOLI



ROMA

APPLICATIONS

STREET LIGHTING



STAGE LIGHTING



EMBEDDED LIGHTING



ARCHITECTURAL LIGHTING



INDOOR LIGHTING



DECORATIVE LIGHTING



POOL LIGHTING



**Voi costruite le lampade più belle, progettate le soluzioni più innovative...  
noi vi diamo i migliori alimentatori che possiate trovare ma ad un prezzo  
molto interessante.**

La **RAFI ELETTRONICA S.r.l.** insieme a **Mean Well** presentano la nuova gamma di alimentatori switching per illuminazione a led da 18 a 240 Watt, sei serie distinte, diversi modelli per svariate applicazioni, sia da INTERNO che da ESTERNO.

Possibilità di customizzazioni su specifiche del cliente, range di ingresso da AC 90 a 264 VAC e tensioni di uscita fino a 48 VDC. Alta affidabilità e costi molto competitivi.

Grado di protezione IP64 / IP65 / IP67 con PFC (Power Function Control) attivo.

Per maggiori informazioni su questi ed altri prodotti non esitate a contattare la **RAFI ELETTRONICA S.r.l.**

**RAFI**

**RAFI ELETTRONICA SRL**  
PIAZZALE EUROPA 9  
10044 PIANEZZA ( TO )  
TEL . 011/96 63 113 - 011/99 43 000  
FAX 011/99 43 640  
SITO WEB : [www.rafisrl.com](http://www.rafisrl.com)  
E-MAIL : [rafi@rafisrl.com](mailto:rafi@rafisrl.com)



Copertina di  
**MOUSER  
ELECTRONICS**  
realizzata da  
Franco Tedeschi



Nel corso del 2015 i produttori di microprocessori annunceranno numerosi nuovi componenti che, oltre a presentare le stesse caratteristiche degli scorsi anni – un aumento del numero di core integrati nei chip, soprattutto per la grafica, la riduzione

**TECH-FOCUS** ne dei consumi, una precisa segmentazione per determinati ambiti applicativi – saranno accompagnati da una naturale evoluzione tecnologica, con lo sviluppo di nuove generazioni di architetture per i core e processi produttivi sempre più raffinati

**8 ADVERTISERS**  
**10 WE SPEAK ABOUT**  
**17 EDITORIAL**

**COVER STORY**

**18** Conversione "Direct-to digital" una valida alternativa ai convertitori a microonde - *Barry Manz*

**TECH INSIGHT**

**22** Modelli termici sempre più accurati - *Tom Gregory, Lorenzo Schnicke*  
**24** I vantaggi dei finFet nello sviluppo di IP - *Leath Schuth*  
**27** Smartphone: la sfida dell'impermeabilità - *Victor Lusvardi, Oliver Teller*

**ANALOG/MIXED SIGNAL**

**30** Semiconduttori per un'efficiente integrazione elettronica in motori elettrici - *Adriano De Rosa*  
**34** Considerazioni di progetto delle terminazioni Lvped - *Phillip Wissel*

**TECH-FOCUS**

**38** Le innovazioni nel campo dei microprocessori - *Francesco Ferrari*

**DIGITAL**

**42** Progettazione di occhiali smart: come regalare un'esperienza visiva coinvolgente - *Carlos Lopez, Dan Morgan*  
**46** Valutare le prestazioni degli Mcu a basso consumo - *Lucio Pellizzari*

**COMM**

**48** Tecnologie 5G sui blocchi di partenza - *Lucio Pellizzari*

**COMPONENTS**

**50** Tecniche di progettazione delle schermature elettromagnetiche resistenti alla corrosione - *Tim Kearvell*  
**54** Tecnica "time of flight" per flussimetri - *Paolo De Vittor*

**EDA/SW/T&M**

**56** Misure vettoriali attendibili sui segnali a banda larga - *Lucio Pellizzari*  
**60** Soluzioni basate su Pcb per il collaudo di sistemi satellitari - *Alfred Fuch*

**63 PRODUCTS&SOLUTIONS**

**III** Mercati/Attualità  
**IV** Individuare la soluzione bidirezionale migliore per il test dell'alimentazione dei satelliti - *Ed Brorein, Carlo Canziani*  
**X** Convertitori DC-DC non isolati: prestazioni più spinte con la topologia Sepic - *Fed Bcuk, Fariborz Musavi*  
**XIII** Come aumentare la durata dei condensatori in alluminio - *Marcin Chelminski*  
**XVI** L'importanza dell'analisi delle prestazioni termiche dei moduli di potenza intelligenti - *Stefano Ruzza, Marco Palma*  
**XVIII** News

# C'è chi imita e chi no



Nessuna copia eguaglia l'originale. Esistono persone, idee e cose uniche nel loro genere, realtà in cui l'originalità trova espressione. È quell'originalità che rompe gli schemi, muove l'innovazione. Le imitazioni cercano di tenere il passo mentre l'originale si perfeziona, ispira nuove idee, è sicuro e affidabile. È con questo spirito di innovazione che **Phoenix Contact ha inventato il primo morsetto da circuito stampato**, la soluzione originale. E mentre il mercato cerca di imitare, Phoenix Contact perfeziona nuovi morsetti e connettori, sempre più compatti e performanti, per circuiti stampati, dispositivi di misura, controllo e regolazione, elettronica di potenza, edifici e telecomunicazioni.

**Phoenix Contact:  
crederci è solo l'inizio**

Per maggiori informazioni:  
Tel. 02 66 05 91  
[info\\_it@phoenixcontact.com](mailto:info_it@phoenixcontact.com)  
[www.phoenixcontact.it](http://www.phoenixcontact.it)

#### DESIGN <http://elettronica-plus.it/design-articles>

- **Strumentazione modulare** - *Maurizio Di Paolo Emilio*
- **La televisione Ultra HD arriva dal Sol Levante** - *Lucio Pellizzari*
- **Tecnologia "Sub-Threshold" per consumi infinitesimali** - *Paolo De Vittor*
- **Integrati per caricabatteria** - *Francesco Ferrari*
- **Per IoT nuovo kit di sviluppo Intel e nuovo OS Arm** - *Gianluca Scotti*
- **Un'economica soluzione ibrida per il controllo motori** - *Paolo De Vittor*
- **Gestione termica: un fattore sempre più importante** - *Maurizio Di Paolo Emilio*
- **Soluzioni circuitali per la protezione dei sistemi elettronici** - *Lucio Pellizzari*
- **Test e misure sulle linee ad alta tensione** - *Massimo Fiorini*

#### KNOWLEDGE/COURSES <http://elettronica-plus.it/knowledge/courses/>

- **Microelettronica in 12 puntate - 2: circuiti raddrizzatori** - *Maurizio Di Paolo Emilio*
- **Alimentazione: alcuni suggerimenti (parte 43) - I dispositivi discreti possono rappresentare una valida alternativa ai driver Mosfet integrati (parte 2 di 2)** - *Robert Kollman*
- **Daq (parte 10) - Scelta di un trasduttore** - *Maurizio Di Paolo Emilio*

#### KNOWLEDGE/CASE STUDIES <http://elettronica-plus.it/knowledge/white-papers/>

- **Prestazioni ottimizzate dello ski cross con sistemi di acquisizione e analisi dati di misura** - *Massimo Mortarino*

#### NEWS/ANALYSIS/MARKET RESEARCH <http://elettronica-plus.it/news-analysis/market-research/>

- **Cina, una nuova politica per i semiconduttori** - *Antonella Pellegrini*
- **Le tecnologie che trasformeranno il mondo** - *Antonella Pellegrini*

#### NEWS/ANALYSIS <http://elettronica-plus.it/news-analysis/>

- **Mouser sponsorizza l'Innovation Challenge Design di Texas Instruments**
- **Cinque miliardi di Mems prodotti da Robert Bosch**
- **Cresce il mercato del controllo degli accessi**
- **Partnership tra Cobham Wireless e National Instruments**
- **Positive in Europa le vendite di semiconduttori**
- **Prototipazione virtuale per i SoC Fpga Altera grazie alla collaborazione con Mentor Graphics**

#### PRODUCTS/FEATURE PRODUCTS <http://elettronica-plus.it/products/featured-products/>

- **Advantech: dispositivi Wise-Node e gateway embedded per un'affidabile acquisizione dei dati nell'era IoT**
- **Linear Technology: nuovo convertitore Ltc2373-18**
- **Sensore di colore per dispositivi mobili ams, più precisione e nuove funzionalità per rilevamento sorgenti luminose**

#### PRODUCTS <http://elettronica-plus.it/products/>

- **Murata: nuova linea di risonatori a cristalli ibridi**
- **RS Components: Raspberry Pi 2 Model B**
- **Toshiba: nuovi Mosfet a canale per applicazioni automobilistiche**
- **Vishay: potenziamento per la serie E/H di resistori thin film**
- **Infineon Technologies: Mmic per radar 24 GHz nei sistemi Bsd**
- **Hbm: nuovo driver per semplificare l'integrazione in LabView**

## TECH FOCUS

**MICROCONTROLLORI  
CONVERTITORI A/D-D/A  
STRUMENTAZIONE T&M  
TECNOLOGIE PER LA CASA INTELLIGENTE**

## MAIN TOPICS

**Terre rare: una sfida  
per l'industria elettronica**

**Generatori termoelettrici  
per l'energy harvesting**

**Integrati per la temporizzazione  
distribuita**

**Array di calcolo riconfigurabili**

**Voce su reti Lte**

**Sensori 3D Hal per applicazioni  
industriali**

## COMING SOON ON

[elettronica-plus.it](http://elettronica-plus.it)

**Daq (parte 11) - Design di Pcb**

**Alimentazione:  
alcuni suggerimenti (parte 44) -  
Gestione dei transistori  
di carico di/dt elevati (parte 1)**

**Microelettronica in 12 puntate -  
3: tecnologia Mosfet**

# VERTICAL MAGAZINE

**EO Medical**  
electronics

mouser.it

Prodotti d'avanguardia per progetti innovativi™



*Più prodotti nuovi  
Più tecnologie innovative  
Aggiornamenti giornalieri*



Distribuzione di semiconduttori e componenti elettronici per ingegneri e progettisti

# EO 443 ADVERTISERS

electronica  
www.elettronica-plus.it

BURSTER	16
CODICO	12
CONRAD ELECTRONIC ITALIA	III COPERTINA
DATA MODUL	10
DIGI KEY CORPORATION	II COPERTINA
ELETTROMECCANICA ECC	15
INTERNATIONAL RECTIFIER EUROPE	68
KEYSIGHT	9/85
MESAGO MESSE	51
MICROCHIP	3
MORNSUN GUANGZHOU SCIENCE & TECHNOLOGY	29
MOUSER ELECTRONICS	I COPERTINA/8/11
NATIONAL INSTRUMENTS ITALY	IV COPERTINA
PHOENIX CONTACT	6
RAFI	4
REICHELTELEKTRONIK	49
RUTRONIK ELEKTRONISCHE	14
TDK LAMBDA	47
TELEDYNE LECROY	13
VARITRONIX	61



# Non ci limitiamo a conformarci agli standard.

Siamo coinvolti nella loro definizione.

Non c'è dubbio che gli ingegneri di Keysight che si occupano di DDR siano tra i migliori nel loro settore. Una prova? Mentre leggete queste righe, i nostri ingegneri stanno contribuendo a sviluppare soluzioni e standard per le memorie DDR della prossima generazione. Ciò vuol dire che in futuro, mentre sarete alle prese con complessi problemi di progettazione delle memorie, saremo pronti a condividere le nostre conoscenze. Ma vuole anche dire che potrete integrare rapidamente le nuove specifiche nel vostro hardware e software. Così potranno funzionare perfettamente nel momento in cui ne avrete bisogno.

## HARDWARE + SOFTWARE + PEOPLE = DDR INSIGHTS

Membri del consiglio direttivo di JEDEC e UFSA

Chairman dei comitati per la conformità alle specifiche UFSA e JEDEC Digital Logic (JC40.5)

Centinaia di ingegneri dislocati in oltre 100 Paesi in tutto il mondo

Migliaia di brevetti depositati da Keysight nel corso degli anni



Unlocking Measurement Insights

Ordinate il nostro DVD sulle risorse disponibili per le memorie DDR ("2015 DDR Memory Resource") all'indirizzo:  
[www.keysight.com/find/HSD-insight](http://www.keysight.com/find/HSD-insight)



Numero Verde 800 599 100

© Keysight Technologies, Inc. 2015

## ULTIME NOVITÀ DAI NOSTRI DESIGN CENTER



### easyTOUCH 3 nuovi modelli easyTOUCH 7.0", 12.1" e 18.5"

- » Front glass 3mm, temperato, AG
- » Optical Bonding
- » Display incollato al sensore touch con vetro
- » Controller maxTouch driverless per una rapida integrazione
- » Disponibilità immediata per le campionature

### eDM-pITX-BT Industrial Pico-ITX

- » Intel® Atom™ E3815 o Celeron J1900
- » fino a 4GB DDR3L di memoria
- » CAN 2.0, 2 x Mini-PCIe (mini formato)
- » 2 x COM, 3 x USB 2.0, 1 x USB 3.0
- » Dual Channel 24 bit LVDS, DisplayPort
- » Gigabit Ethernet
- » +12V DC ingresso



### eDM-CB-Colibri Carrier Board

- » 24x Bit LVDS /24x Bit TTL RGB
- » Power controller interno
- » Moduli scalabili di Toradex
- » Wide Power Input: +9-24V DC
- » USB 2.0, RS232, CAN, ETH
- » microSD-Card, SPI, I<sup>2</sup>C
- » Dimensioni: 115mm x 76mm



**DATA MODUL Italia, S.r.l.**

Viale Cooperazione, 15 | 20095 Cusano Milanino - MI -  
Tel. +39-02-664 098 68 | italy@data-modul.com | www.data-modul.com

AEROFLEX	<a href="http://www.aeroflex.com">www.aeroflex.com</a>	WEB
AFFIDABILITÀ & TECNOLOGIE	<a href="http://www.affidabilita.eu">www.affidabilita.eu</a>	WEB
ALPHA NUMERICS	<a href="http://www.alpha-numerics.it">www.alpha-numerics.it</a>	22
AMBIQ MICRO	<a href="http://ambiqmicro.com/">http://ambiqmicro.com/</a>	WEB
AMD	<a href="http://www.amd.com">www.amd.com</a>	38
ANALOG DEVICES	<a href="http://www.analog.com">www.analog.com</a>	46 - WEB
ARM	<a href="http://www.arm.com">www.arm.com</a>	24-38-46- WEB
ATEL ITALIA	<a href="http://www.atmel.com">www.atmel.com</a>	46- WEB
AVX	<a href="http://www.avx.com">www.avx.com</a>	WEB
BCC RESEARCH	<a href="http://www.bccresearch.com">www.bccresearch.com</a>	WEB
BROADCOM	<a href="http://www.broadcom.com">www.broadcom.com</a>	WEB
CE WEEK	<a href="http://www.ceweekny.com">www.ceweekny.com</a>	WEB
CES CONSUMER ELECTRONICS SHOW	<a href="http://www.cesweb.org">www.cesweb.org</a>	WEB
CHOMERICS	<a href="http://www.chomerics.com">www.chomerics.com</a>	50
CISCO SYSTEMS	<a href="http://www.cisco.com">www.cisco.com</a>	WEB
COMSOL	<a href="http://www.comsol.com">www.comsol.com</a>	WEB
CREE LIGHTING EUROPE	<a href="http://www.cree-europe.com">www.cree-europe.com</a>	XVIII
CROWN EQUIPMENT	<a href="http://www.crown.com">www.crown.com</a>	48
CRYSTEK	<a href="http://www.crystek.com">www.crystek.com</a>	66
CUI	<a href="http://www.cui.com/">http://www.cui.com/</a>	X
CYPRESS SYSTEMS	<a href="http://www.cypress.com">www.cypress.com</a>	46
DELL COMPUTER	<a href="http://www.dell.it">www.dell.it</a>	WEB
DRESDEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	<a href="http://www.tu.dresden.de">www.tu.dresden.de</a>	48
EEMBC	<a href="http://www.eembc.org">www.eembc.org</a>	46
ELECTRONICS.CA	<a href="http://www.electronics.ca">www.electronics.ca</a>	WEB
ERICSSON	<a href="http://www.ericsson.com">www.ericsson.com</a>	XVIII
FAIRCHILD SEMICONDUCTOR	<a href="http://www.fairchildsemi.com">www.fairchildsemi.com</a>	WEB
FCC	<a href="http://www.fcc.gov">www.fcc.gov</a>	48
FRAUNHOFER HEINRICH HERTZ INST.	<a href="http://www.hhi.fraunhofer.de">www.hhi.fraunhofer.de</a>	WEB
FREESCALE SEMICONDUCTOR	<a href="http://www.freescale.com">www.freescale.com</a>	46
FROST & SULLIVAN	<a href="http://www.frost.com">www.frost.com</a>	WEB
FUTURE ELECTRONICS	<a href="http://www.futureelectronics.com">www.futureelectronics.com</a>	XIII
GOOGLE	<a href="http://www.google.com">www.google.com</a>	WEB
GORE & ASSOCIATI W.L.	<a href="http://www.gore.com">www.gore.com</a>	27
HAEFELY TEST	<a href="http://www.haefely.com">www.haefely.com</a>	WEB
HIPOTRONICS	<a href="http://www.hipotronics.com">www.hipotronics.com</a>	WEB
HUBBEL	<a href="http://www.hubbel.com">www.hubbel.com</a>	WEB
IDC	<a href="http://www.idc.com">www.idc.com</a>	WEB
IDT INTEGRATED DEVICE TECHNOLOGY	<a href="http://www.idt.com">www.idt.com</a>	34
IHS TECHNOLOGY	<a href="https://technology.ihs.com">https://technology.ihs.com</a>	WEB
INFINEON TECHNOLOGIES	<a href="http://www.infineon.com">www.infineon.com</a>	XVIII
INTEL	<a href="http://www.intel.com">www.intel.com</a>	38- WEB
INTERNATIONAL RECTIFIER	<a href="http://www.irf.com">www.irf.com</a>	XVI



mouser.it

Prodotti d'avanguardia per progetti innovativi™

# Da noi il servizio clienti non ha barriere linguistiche

Quando si tratta di fornire le tecnologie più avanzate in tempi brevi, possedere le necessarie competenze locali é fondamentale. Tramite la sua presenza mondiale, Mouser é in grado di fornire un supporto alle vendite commerciale e tecnico professionale e sempre a vostra disposizione.



## Italia

Centro Direzionale Milanofiori  
Strada 1 Palazzo E1  
20090 Assago-MI  
02 575 065 71  
italy@mouser.com

Distribuzione di semiconduttori e componenti  
elettronici per ingegneri e progettisti



**MOUSER**  
ELECTRONICS

# Moduli wireless per applicazioni M2M!



**QUECTEL**  
Wireless Module Expert

- Moduli GSM/GPRS
- Moduli UMTS/HSDPA/HSPA+
- Moduli LTE
- Moduli GPS/GLONASS

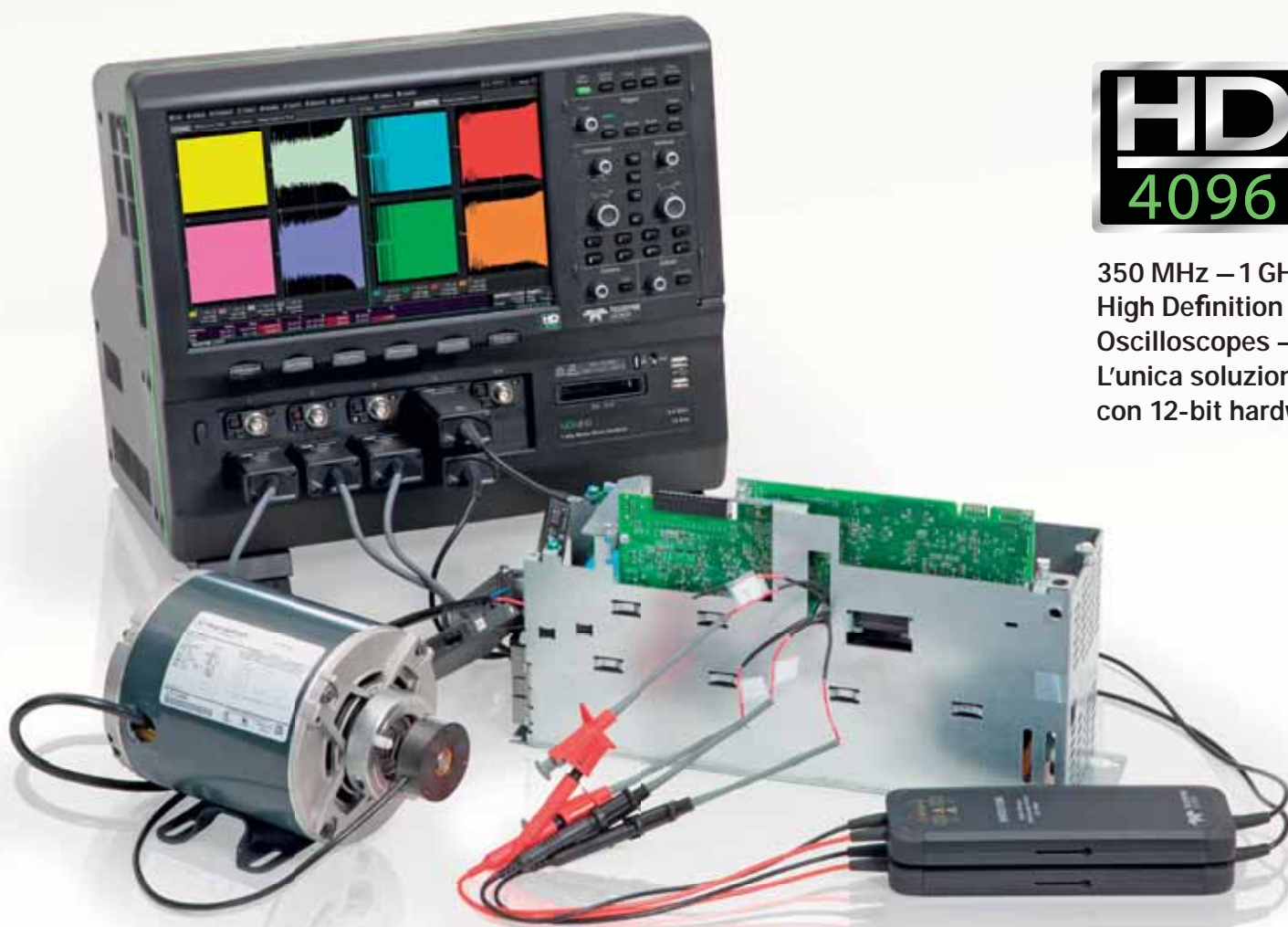
Compatibilità socket tra moduli 2G/3G/4G, protocolli Internet integrati, bassi consumi, formato LCC, certificazioni globali.

Contatto:  
+39 0362 364358 | sergio.rossi@codico.com  
+39 0438 943216 | leonardo.bazzaco@codico.com  
[www.codico.com](http://www.codico.com)

INTERSIL	<a href="http://www.intersil.com">www.intersil.com</a>	WEB
ITU	<a href="http://www.itu.int">www.itu.int</a>	WEB
KEMET	<a href="http://www.kemet.com">www.kemet.com</a>	66
KEYSIGHT TECHNOLOGIES	<a href="http://www.keysight.com">www.keysight.com</a>	IV-WEB
LINEAR TECHNOLOGY	<a href="http://www.linear.com">www.linear.com</a>	63-XVIII -WEB
LITTELFUSE	<a href="http://www.littelfuse.com">www.littelfuse.com</a>	WEB
LUX RESEARCH	<a href="http://www.luxresearchinc.com">www.luxresearchinc.com</a>	WEB
MAXIM INTEGRATED PRODUCTS	<a href="http://www.maximintegrated.com">www.maximintegrated.com</a>	54-XVIII-WEB
MBED	<a href="http://mbed.org">http://mbed.org</a>	WEB
MICROCHIP TECHNOLOGY	<a href="http://www.microchip.com">www.microchip.com</a>	46
MICRONAS	<a href="http://www.micronas.com">www.micronas.com</a>	30
MOUSER ELECTRONICS	<a href="http://www.mouser.com">www.mouser.com</a>	18
MURATA ELETTRONICA	<a href="http://www.murata-europe.com">www.murata-europe.com</a>	63
NATIONAL INSTRUMENTS	<a href="http://www.ni.com">www.ni.com</a>	48-56
NHK	<a href="http://www.nhk.or.jp/corporateinfo/">http://www.nhk.or.jp/corporateinfo/</a>	WEB
NIC COMPONENTS	<a href="http://www.niccomp.com">http://www.niccomp.com</a>	XIII
NICHICON	<a href="http://www.nichicon.co.jp/english/index.html">http://www.nichicon.co.jp/english/index.html</a>	XIII
NVIDIA	<a href="http://www.nvidia.com">www.nvidia.com</a>	38
NYU WIRELESS	<a href="http://www.nyuwireless.com">www.nyuwireless.com</a>	48
ON SEMICONDUCTOR	<a href="http://www.onsemi.com">www.onsemi.com</a>	WEB
PANASONIC ELECTRIC WORKS IT.	<a href="http://www.panasonic-electric-works.it">www.panasonic-electric-works.it</a>	WEB
QUALCOMM	<a href="http://www.qualcomm.com">www.qualcomm.com</a>	38
RENESAS ELECTRONICS EUROPE	<a href="http://www.renesas.com">www.renesas.com</a>	46
RFID GLOBAL	<a href="http://www.rfidglobal.it">www.rfidglobal.it</a>	66
RNRMARKETRESEARCH	<a href="http://www.rnrmarketresearch.com">www.rnrmarketresearch.com</a>	WEB
RS COMPONENTS	<a href="http://www.rs-components.com">www.rs-components.com</a>	63
RUTRONIK	<a href="http://www.rutronik.com">www.rutronik.com</a>	XVIII
SAMSUNG ELECTRONICS	<a href="http://www.samsung.com">www.samsung.com</a>	WEB
SEMI	<a href="http://www.semi.org/en">www.semi.org/en</a>	WEB
SEMTECH	<a href="http://www.semtech.com">www.semtech.com</a>	63-WEB
SES	<a href="http://www.ses.com">www.ses.com</a>	WEB
SHARP ELECTRONICS	<a href="http://www.sharp.it">www.sharp.it</a>	WEB
SIEMENS CONVERGENCE CREATOR	<a href="http://www.convergence-creators.siemens.com/">www.convergence-creators.siemens.com/</a>	60
SILICON LABS	<a href="http://www.silabs.com">www.silabs.com</a>	46-WEB
SONY	<a href="http://www.sony.com">www.sony.com</a>	WEB
STMICROELECTRONICS	<a href="http://www.st.com">www.st.com</a>	46
TEXAS INSTRUMENTS	<a href="http://www.ti.com">www.ti.com</a>	42-46-WEB
TOSHIBA ELECTRONICS	<a href="http://www.toshiba.semicon-storage.com">www.toshiba.semicon-storage.com</a>	WEB
TSMC	<a href="http://www.tsmc.com">www.tsmc.com</a>	38
ULTRA HDTV	<a href="http://www.ultrahd.tv">www.ultrahd.tv</a>	WEB
VISHAY INTERTECHNOLOGY	<a href="http://www.vishay.com">www.vishay.com</a>	XIII
WIND RIVER	<a href="http://www.windriver.com">www.windriver.com</a>	WEB
XILINX	<a href="http://www.xilinx.com">www.xilinx.com</a>	48-56
YOLE DÉVELOPPEMENT	<a href="http://www.yole.fr">www.yole.fr</a>	III

# Sistema complete di Analisi Power per Motor Drives 3 Phase

**NOVITÀ!** Motor Drive Analyzer MDA800 –  
8 Canali, 12-bit HW, sino ad 1 GHz



**HD**  
4096

350 MHz – 1 GHz  
High Definition  
Oscilloscopes –  
L'unica soluzione  
con 12-bit hardware

Who's **doing** that?

teledynelecroy.com  
Tel. 041 5997011





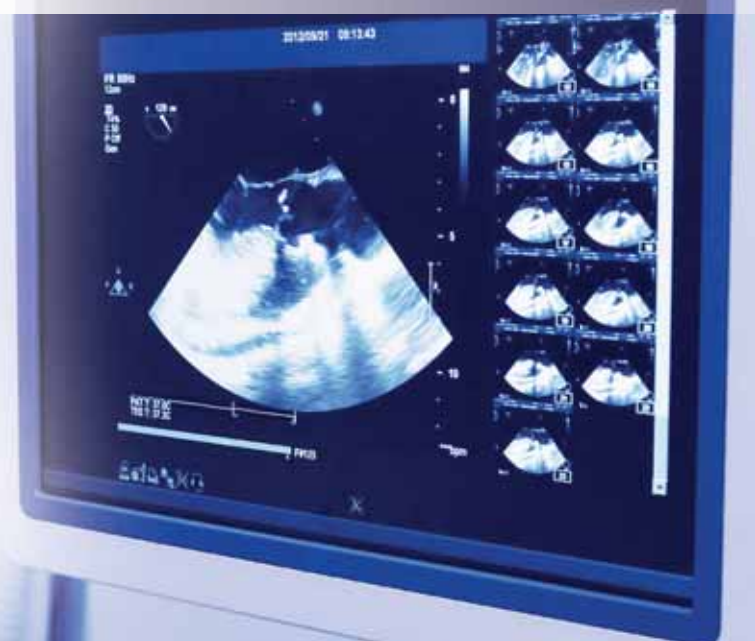


## LAVORIAMO CON I MIGLIORI DA OGGI ANCHE NEL SETTORE MEDICALE

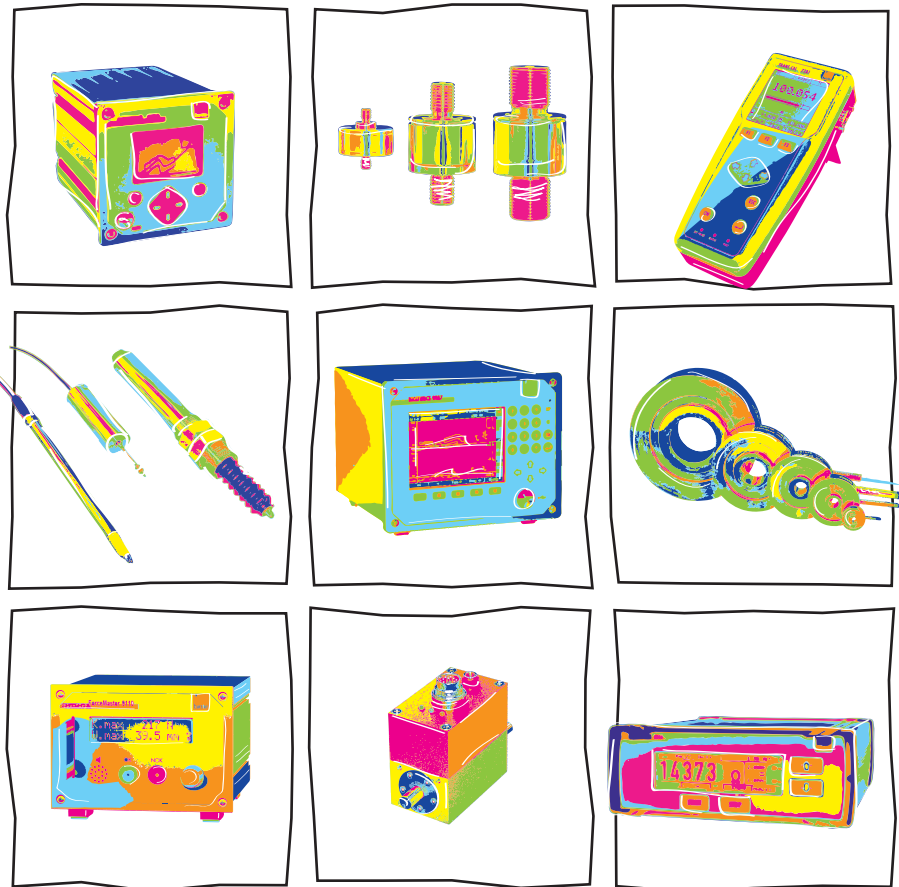
Oltre 25 anni di esperienza. Una consolidata fama di affidabilità, competenza, qualità e sicurezza. La consapevolezza e l'orgoglio di essere scelti da chi, come te, pretende il meglio.

Da oggi Elettromeccanica ECC ti permette di ritrovare tutti questi valori anche in ambito medico con un'offerta di prodotti completa, selezionata, pensata per chi esige il massimo. Perché Elettromeccanica ECC lavora con i migliori.

Vieni a conoscere  
le nostre nuove linee di prodotti su  
[www.eccmec.it/medicale](http://www.eccmec.it/medicale)



ELETTROMECCANICA ECC S.p.A  
Via F.lli Rosselli, 33 - 20090 Trezzano s/N (MI)  
Tel. +39 02 48 44 181 - Fax +39 02 44 50 119  
[vendite@eccmec.it](mailto:vendite@eccmec.it) - [www.eccmec.it](http://www.eccmec.it)



THE ART OF MEASURING  
BY BURSTER SINCE 1961



# EDITORIAL

## 2015: un buon anno per le Mcu



Miglioramento dell'economia globale, deciso recupero del settore delle smart card, diffusione di nuove applicazioni embedded – elettronica “indossabile” e IoT “in primis”: questi alcuni dei fattori alla base delle ottimistiche previsioni di crescita per il settore delle Mcu. Secondo i dati di un recente rapporto di [IC Insights](#) le vendite dei microcontrollori aumenteranno del 6% nel 2015, toccando il livello record di 16,8 miliardi di dollari, dopo il +5% fatto segnare lo scorso anno.

Il 2015 sarà anche l'anno del sorpasso: per la prima volta le vendite di Mcu a 32 bit supereranno quelle dei “fratelli minori” a 4/8 bit, complice soprattutto la richiesta di una maggiore precisione di elaborazione in numerose applicazioni embedded. Molti nuovi progetti basati su Mcu a 32 bit, e non poteva essere altrimenti, supportano connessioni wireless e comunicazioni IP per consentire lo sviluppo di applicazioni IoT. Quest'ultimo acronimo, non certo da oggi, è la nuova parola d'ordine: tutte le categorie di microcontrollori, a 8, 16 e 32 bit (in totale circa 1,4 miliardi di unità) nel 2019 saranno utilizzate per lo sviluppo di nuovi sistemi correlati a in modo o nell'altro a Internet of Things. Di questo andamento dovrebbe approfittarne [Arm](#): secondo un'indagine di [Semicast](#) le consegne di Mcu basate su core Arm sono destinate ad aumentare del 32% su base annua nel periodo compreso tra il 2010 e il 2018.

Le Mcu per smartcard, che rappresentano circa la metà del totale mercato in termini di volumi, nel 2014 hanno fatto registrare un robusto +25% (9,2 miliardi di unità), dopo un calo quasi altrettanto robusto (-22%) dell'anno precedente, imputabile in larga misura ai ritardi dei programmi governativi relativi appunto alle smartcard. Nonostante gli elevati volumi, questo segmento in termini di fatturato rappresenta solo il 20% circa, a causa dei ridotti prezzi medi di vendita.

Buone anche le prospettive per le Mcu destinate alle tecnologie “smart”, che secondo un'indagine di [The Information Network](#) dovrebbe raggiungere i 10 miliardi di dollari entro il 2020, con una quota di mercato prevista del 40% (contro il 20% del 2014).

A proposito di prezzi, buone notizie per i buyer: il prezzo medio di vendita dei microcontrollori nel periodo 2014-2019 è destinato a scendere, passando da 0,85 dollari del 2014 ai 0,72 dollari previsti per il 2019. Entro quell'anno il fatturato globale dei microcontrollori dovrebbe attestarsi a quota 19,5 miliardi dollari, con un tasso di aumento su base annua nel periodo 2014-2019 pari al 4,2%.

Filippo Fossati

# CONVERSIONE "DIRECT ALTERNATIVA AI

**I convertitori A/D sono in grado di digitalizzare i segnali acquisiti a frequenze sempre più elevate, con conseguente progressiva eliminazione dei downconverter a microonde: tale processo, seppure inevitabile, non è destinato a concludersi in tempi brevi**

**Barry Manz**  
Mouser Electronics

**I**mmaginare come sarebbe la nostra esistenza senza la possibilità di convertire le informazioni provenienti dall'ambiente circostante (quindi analogiche) nel dominio digitale è un compito arduo. Facendo uno sforzo di fantasia, il mondo potrebbe essere simile a quello degli anni '50, senza quindi smartphone, TV ad alta definizione, computer oppure orologi "intelligenti" e multifunzione. La lista degli oggetti che non esisterebbero o sarebbero comunque molto più "poveri" di funzionalità, in assenza della conversione analogica/digitale, sarebbe senza dubbio lunghissima.

Parecchi oggetti di questa lista richiedono convertitori A/D operanti a basse frequenze (e completati dai corrispondenti DAC, ovvero convertitori digitale/analogico). Nella parte più alta della regione delle microonde la conversione è ancora oggetto di studio. I benefici che si possono trarre dalla conversione a frequenze particolarmente elevate, attualmente impossibile, sono stati oggetto di approfonditi studi e ricerche da parte del mondo industriale, accademico e militare. Un potenziale beneficio di notevole portata è la possibilità di eliminare i downconverter (ovvero i convertitori verso il basso) a microonde oltre a un numero significativo di componenti analogici (Fig. 1)

Il compito di acquisire e digitalizzare ampiezze di banda istantanee molto elevate ricade sui convertitori A/D, componenti che già integrano un gran numero di funzionalità. A prima vista, la conversione di forme d'onda analogiche nel dominio digitale non è un'operazione più complessa alle alte frequenze. Le

conversioni ad alte velocità di campionamento con risoluzione e range dinamico elevati sono operazioni che rientrano ormai nella normalità.

## **Velocità di campionamento: un fattore critico**

La legge di Moore non è valida per i convertitori: aumenti significativi in termini di velocità di campionamento (e quindi di ampiezza di banda) non sono semplici da conseguire. I dispositivi a più elevate prestazioni sono "custoditi" nei laboratori dei produttori di apparecchiature di test, dei costruttori di dispositivi e di organizzazioni militari. Al momento attuale non è possibile sapere qual è la frequenza più elevata che è stato possibile convertire ed esistono ottime ragioni per mantenere segreta questa informazione. I convertitori sono i dispositivi che più di ogni altro determinano le prestazioni di oscilloscopi, analizzatori di spettro e di segnale e, più in generale, di qualsiasi sistema elettronico destinato a scopi militari che utilizza lo spettro elettromagnetico. Gli altri componenti in ordine di importanza sono gli FPGA, come i componenti della serie **Stratix V GX di Altera** e, in tempi più recenti, le unità di elaborazione grafica di tipo general-purpose preposte all'elaborazione di grandi quantità di dati che sono il risultato della conversione "direct-to-digital" ad alta frequenza.

Un esempio semplificato contribuirà a chiarire il concetto: se un convertitore A/D effettua un campionamento a 20 Gb/s, la sua ampiezza di banda istantanea sarà di circa 10 GHz quando opera nella prima zona di Nyquist. Facendo l'ipotesi che il nu-

# -TO-DIGITAL": UNA VALIDA CONVERTITORI A MICROONDE

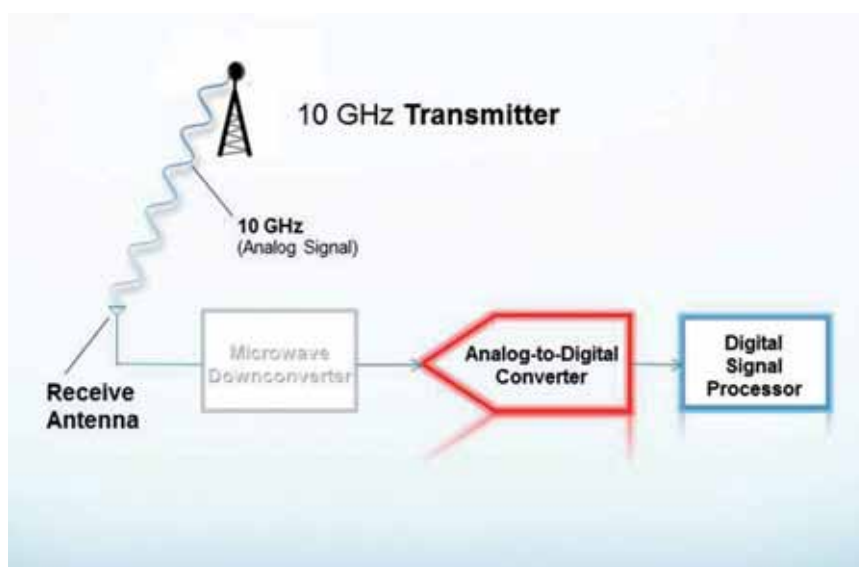
mero effettivo di bit (ENOB – Effective Number of Bit) sia pari a 10 e il range dinamico sia uguale a 70 dB, il convertitore A/D potrebbe eseguire un'acquisizione diretta dalla DC a 10GHz garantendo eccellenti valori di risoluzione e range dinamico, senza quindi ricorrere a downconverter a microonde per ridurre la frequenza a un valore gestibile da parte del convertitore A/D.

I benefici sono di notevole portata: una sensibile riduzione a livello di componenti hardware richiesti, complessità, dimensioni, peso e costi, a fronte di un incremento in termini di velocità e flessibilità, fattori critici in molte applicazioni del comparto militare. Un esempio è la strettissima correlazione tra i radar per la ricerca e il controllo del tiro (search and fire), i ricevitori RWR (Radar Warning Receiver – ricevitori d'allerta radar) e i generatori di disturbi (jammer) presenti negli aerei da combattimento. In uno scenario tipico, in primo luogo un radar acquisisce il bersaglio (jet da combattimento). Il generatore di disturbi del radar del bersaglio deve acquisire il segnale, digitalizzarlo e ritrasmetterlo come forma d'onda il cui compito principale è confondere il radar avversario: il tutto deve avvenire in un tempo inferiore al secondo.

Nei sistemi RWR e EW (Electronic Warfare – guerra elettronica) del jet da combattimento, così come nel radar dell'avversario, il convertitore A/D è il componente che determina la frequenza, la velocità e il grado di "fedeltà" dell'operazione di acquisizione del segnale. Il blocco preposto all'elaborazione del segnale a elevata velocità, l'elemento successivo nella catena del segnale, ha il compito di elaborare e trasformare il suddetto segnale in forma d'onda il cui obiettivo è confondere il radar avversario. Il convertitore D/A, come recita il nome stesso, deve eseguire la conversione opposta del segnale (da digitale ad analogico), dopodiché quest'ultimo è ritrasmesso a una frequenza uguale (o molto prossima) a quella originale. Nel caso i convertitori A/D e D/A non fossero in grado di acquisire direttamente il segnale, sono richieste conversioni verso il bas-

so (downconversion) e verso l'alto (upconversion), per cui risulta evidente l'importanza della conversione "direct-to-digital".

Di tutti questi vantaggi possono beneficiare in egual misura applicazioni quali comunicazioni terrestri o via satellite, misura e collaudo, monitoraggio dello spettro e, più in generale, laddove sia previsto il funzionamento nelle bande di frequenza a microonde. Al giorno d'oggi, i benefici derivati dalla conversione diretta possono essere estesi a sistemi wireless, dalle reti basate su carrier a quelle di pubblica sicurezza, Wi-Fi, apparati di comunicazione M2M (Machine-to-machine), sistemi d'antenna distribuiti e molti altri ancora. L'industria delle microonde non ha ancora completamente assimilato quella che verosimilmente sarà la modalità per la realizzazione dei futuri sistemi a microonde. Una delle ragioni di questa inerzia è rappresentata dalle tensioni di lunga data esistenti tra progettisti analogici e digitali, che solo raramente sono andati oltre i rispettivi confini. Inoltre nell'industria delle microonde i cambiamenti avvengono lentamente (eccezion fatta per i produttori di semicondutto-



**Fig. 1 – Un segnale radio a 10 GHz è prelevato dall'antenna del ricevitore. Il downconverter a microonde permette di ridurre la frequenza a un valore che il sistema è in grado di gestire. Il convertitore A/D converte il segnale in una sequenza di 1 e 0. Sul segnale in formato digitale è possibile effettuare un gran numero di elaborazioni che sarebbero di difficile esecuzione su un segnale analogico. Nel caso il convertitore A/D potesse acquisire direttamente il segnale originale analogico a 10 GHz, si eliminerebbe il ricorso a un ingombrante e costoso downconverter a microonde**

ri) e quelli che si sono verificati sono stati originati da richieste provenienti dal settore militare. Attualmente i produttori di downconverter a microonde si sentono relativamente "al sicuro" in quanto progettano dispositivi operanti a frequenze superiori a 5 GHz, dove la combinazione tra velocità di campionamento, risoluzione e range dinamico è sufficiente a garantire migliori prestazioni nella maggior parte delle applicazioni.

La tecnologia dei convertitori sta rapidamente raggiungendo nuovi traguardi per quel che riguarda velocità di campionamento, ampiezza di banda istantanea, risoluzione e range dinamico. Un esempio di questa evoluzione è rappresentato dal dispositivo **AD9250 di Analog Devices** (la cui scheda di valutazione è riportata in Fig. 2) caratterizzato da un mix ottimale tra velocità di campionamento, risoluzione e range dinamico.

Miglioramenti sensibili in termini di velocità di campionamento permettono di eliminare una discreta

quantità di hardware. I componenti a microonde potrebbero ancora essere richiesti tra l'antenna e il convertitore A/D, ma in numero molto ridotto, con significativi vantaggi per quel che riguarda tempi di reazione, spazio, peso e costo totale del sistema.

### Un'equazione complessa

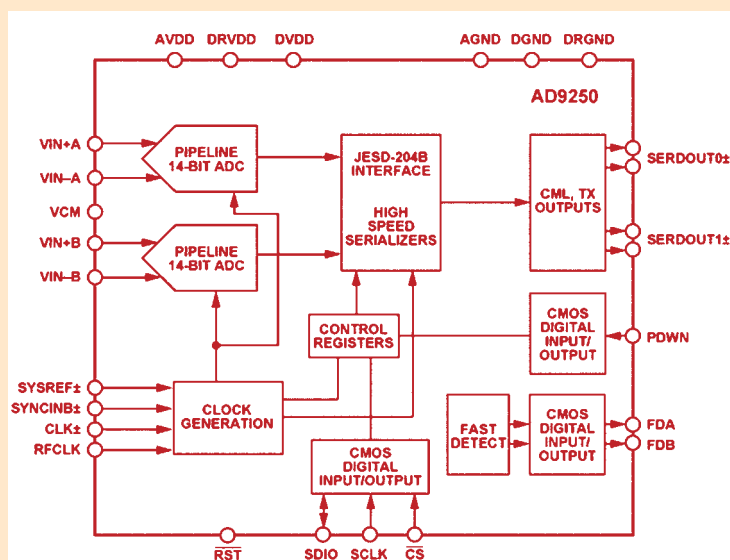
Anche se potrebbe essere forte la tentazione di focalizzare l'attenzione sulla velocità di campionamento e sull'ampiezza di banda istantanea come parametri di riferimento per definire le prestazioni del convertitore, non bisogna dimenticare che questi numeri sono privi di significato se non correlati ad altri parametri quali numero effettivo di bit (ENOB) o range dinamico libero da spurie (SFDR – Spurious Free Dynamic Range). Ma i compromessi da raggiungere in fase di progetto sono tali che le più elevate velocità di campionamento ben raramente sono riscontrabili nei dispositivi caratterizzati dall'ampiezza di banda più estesa e dal maggior

## UN CONVERTITORE "AD HOC" PER CONVERSIONI PRECISE

In grado di garantire velocità di campionamento fino a 250 MSPS, il convertitore A/D duale a 14 bit AD9250 di Analog Devices è stato ideato per l'uso in applicazioni di comunicazione dove basso costo, dimensioni ridotte, banda larga e versatilità sono fattori critici. Il blocco di uscita JESD204B configurabile supporta fino a 5 Gbps per canale. I nuclei ADC

sfruttano un'architettura pipeline differenziale e multistadio, con logica di correzione dell'errore di uscita integrata. Gli ingressi a larga banda dei nuclei ADC sono in grado di supportare una serie di campi di ingresso selezionabili dall'utente. Un riferimento di tensione integrato facilita la fase di design. Uno stabilizzatore del duty cycle permette di compensare le variazioni di clock del duty cycle dell'ADC, permettendo in tal modo ai convertitori di garantire prestazioni eccellenti. L'interfaccia seriale JESD204B ad alta velocità permette di semplificare la fase di routing della scheda e ridurre il numero dei pin del dispositivo in ricezione. Di seguito sono sintetizzate le principali caratteristiche di questo convertitore:

- Uscite digitali seriali codificate sottoclasse 0 o sottoclasse 1 JESD204B
- Rapporto segnale/rumore (SNR) = 70,6 dBFS a 185 MHz (f<sub>IN</sub>) e 250 MSPS
- Intervallo dinamico libero da spurie (SFDR) = 88 dBc a 185MHz (f<sub>IN</sub>) e 250 MSPS
- Consumo di potenza totale: 711 mW a 250 MSPS
- Tensioni di alimentazione da 1,8 V
- Divisore di clock a 1 a 8 ingressi interi
- Frequenze di campionamento fino a 250 MSPS
- Frequenze di campionamento IF fino a 400 MHz
- Riferimento di tensione interna del convertitore analogico-digitale (ADC)



Schema a blocchi del convertitore A/D AD9250 di Analog Devices

range dinamico. Per esempio, sono già stati sviluppati convertitori in grado di raggiungere una velocità di campionamento pari a 64 GS/s, quindi con ampiezza di banda istantanea di 32 GHz. Dispositivi di questo tipo, se producibili in volumi, porterebbero all'eliminazione dell'operazione di conversione verso il basso (downconversion) del segnale analogico fino a una frequenza di 32 GHz, entro quindi la regione delle onde millimetriche. Per contro, il numero effettivo di bit sarebbe probabilmente pari a 5,8 a 10 GHz e a frequenze più elevate potrebbe diminuire drasticamente, mentre il range dinamico dovrebbe attestarsi intorno a 43 dB. A livello di dispositivi di laboratorio, questi numeri sono decisamente interessanti. Per applicazioni pratiche, invece, è necessario un incremento in termini sia range dinamico sia di ENOB.

Per qualsiasi tipo di convertitore, il numero di bit di risoluzione influenza in larga misura il livello di accuratezza con il quale il dispositivo è in grado di rappresentare il segnale di ingresso. L'ENOB rappresenta un mezzo semplice per "riassumere" le prestazioni complessive di un convertitore A/D, con particolare riferimento all'accuratezza del dispositivo in corrispondenza di specifici valori di frequenza e velocità di campionamento. Sfortunatamente, all'aumentare della frequenza il numero effettivo di bit diminuisce a causa della presenza di fenomeni di rumore e distorsione, con conseguente diminuzione del rapporto tra segnale e rumore (SNR) che, a sua volta, si traduce in un'ulteriore diminuzione dell'ENOB (a causa della stretta correlazione che intercorre tra questi due ultimi parametri). Il termine ENOB può generare confusione in quanto esso può riferirsi ai bit di risoluzione che il convertitore A/D è in grado di garantire, come pure al numero totale "effettivo" di bit che si ottengono quando il convertitore è integrato all'interno di un sistema. L'ENOB del singolo dispositivo è sempre maggiore rispetto a quello ottenibile quando il dispositivo è incluso in un sistema. Per lo scopo di questo articolo, ha senso utilizzare l'ENOB a livello di singolo dispositivo.

Poiché nei dispositivi di conversione il range dinamico rappresenta la larghezza delle ampiezze del segnale espressa in decibel che il dispositivo è in grado di risolvere, esso rappresenta un parametro essenziale in applicazioni di comunicazione, EW, radar e comunque laddove l'intensità di un segnale varia rapidamente, spesso su un intervallo molto esteso. Maggiori sono i numeri, migliori sono le prestazioni. ENOB, range dinamico, velocità di



Fig. 2 – Scheda di valutazione del convertitore analogico-digitale (ADC) duale a 14 bit AD9250 di Analog Devices

campionamento e ampiezza di banda sono, nel loro complesso, i parametri che permettono di definire le prestazioni. Le prestazioni conseguibili alle frequenze più elevate e negli ambienti operativi più severi determinano la possibilità di identificare un segnale in ambienti rumorosi, ad alta densità spettrale, e di individuarne le caratteristiche in maniera precisa.

In definitiva, la domanda da porsi è se l'adozione della conversione "direct-to-digital" segni la fine dei downconverter a microonde. Ciò è già avvenuto nella parte più bassa della regione delle microonde. Per le frequenze più elevate, invece, ci vorranno ancora molti anni prima che sia possibile effettuare una conversione diretta (a una frequenza ad esempio di 40 GHz) preservando nel contempo le caratteristiche chiave. La conversione non è il solo elemento da tenere in considerazione. Elevate velocità di conversione generano grandi quantità di dati in tempi estremamente brevi e richiedono risorse di elaborazione in grado di gestire i cosiddetti "big data", che richiedono più hardware, spazio e potenza rispetto alle reali esigenze di un utilizzatore medio. Questo traguardo, un giorno o l'altro, sarà raggiunto.

Ulteriori informazioni sono disponibili nella sezione "Applications & Technologies" del sito web di Mouser: <http://www.mouser.it/applications/>

# Modelli termici sempre più accurati

Tom Gregory  
6SigmaET product specialist  
[Future Facilities](#)

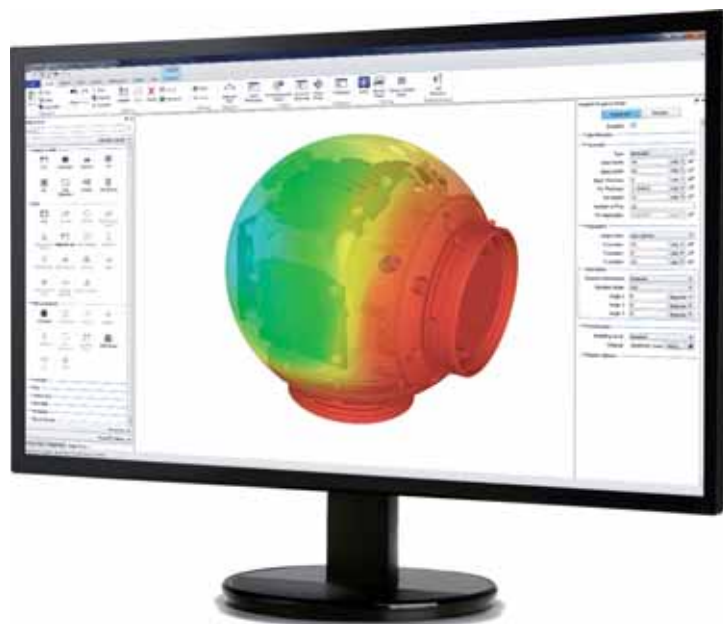
Lorenzo Schnickel  
General manager  
[ALPHA-Numerics](#)  
[info@alpha-numeric.it](mailto:info@alpha-numeric.it)

**Un Solver innovativo permette di effettuare la simulazione termica con un livello di dettaglio senza precedenti**

La simulazione termica nel settore della progettazione elettronica vanta ormai la presenza da oltre un quarto di secolo, tuttavia, sia per le limitazioni intrinseche dei software sia per quelle delle risorse di calcolo, creare un modello termico accurato risulta ancora alquanto impegnativo.

A titolo di esempio, nel 1989, all'inizio della storia della simulazione termica nell'industria elettronica, un modello termico doveva essere rappresentato da non più di qualche migliaio di celle.

Oggi, con il lancio dell'ultima versione di 6SigmaET, viene offerto un solutore che consente finalmente ai progettisti il livello di dettaglio che essi desiderano.

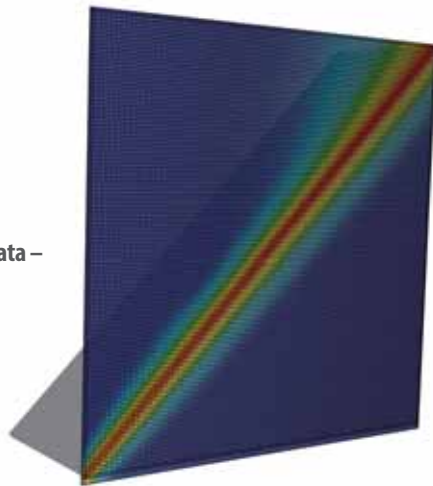
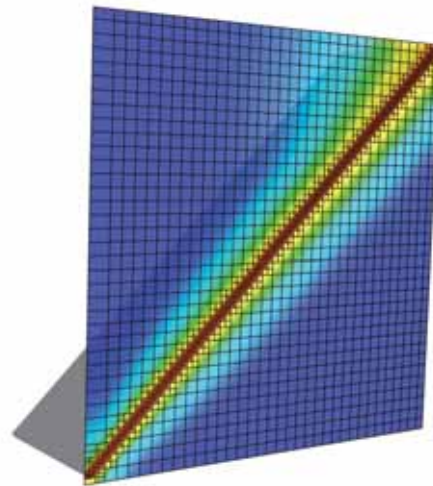


## Alcuni esempi permettono di valutare appieno le potenzialità del nuovo Solver

Apparecchiatura per montaggio a parete - Tracce dettagliate	
Griglia strutturata	940M Celle
Griglia non strutturata	5.8M Celle
Un'evoluzione senza precedenti	
Articolazione robotica	
Griglia strutturata	98.5M Celle
Griglia non strutturata	14M Celle
Soluzione oltre 10 volte più veloce	
Server	
Griglia strutturata	30M Celle
Griglia non strutturata	3.9M Celle
Soluzione circa 4 volte più veloce	

Per maggiori informazioni contattare Lorenzo Schnickel all'indirizzo [info@alpha-numeric.it](mailto:info@alpha-numeric.it)

Un modello per la simulazione termica prevede sempre un compromesso tra prestazioni di calcolo e dettaglio della griglia di meshatura. Più precisamente, una griglia con un dettaglio troppo fine potrebbe richiedere un tempo inaccettabile per il calcolo o addirittura superare la quantità di memoria disponibile anche su workstation di buon livello (Fig. 1). D'altro canto, una griglia troppo rada (a maggiore granularità) può avere un impatto negativo sulla precisione, soprattutto in zone dove la geometria è più minuta o dove maggiore è il gradiente delle variabili calcolate.

**Fig. 1 – Piastra angolata – Griglia strutturata****Fig. 2 – Piastra angolata – Griglia non strutturata**

Per ovviare a ciò, chi si occupa delle simulazioni, altera la risoluzione della griglia attorno a parti del modello considerate termicamente significanti o critiche, ma questo intervento di localizzazione risulta laborioso, piuttosto lungo e non privo di errori.

La chiave per una simulazione efficiente è fornire un metodo migliore per l'ottimizzazione della griglia e offrire quindi simultaneamente migliori prestazioni e grande precisione.

L'ultima versione di 6SigmaET incorpora un sistema di meshatura e un solutore multi livello non strutturato, che offre un nuovo modo per risolvere le equazioni di Navier-Stokes in modo estremamente efficiente.

È importante sottolineare che questo solleva l'utente dall'onere di ottimizzare manualmente la griglia.

A grandi linee, il sistema funziona nel modo seguente: partendo da una meshatura molto dettagliata di tutto il modello, viene costruita una gerarchia di griglie cartesiane a grana sempre maggiore; dopodiché il solutore seleziona solo quelle celle necessarie per risolvere correttamente la geometria del modello (Fig. 2). Questo assicura che le grandi aree che non richiedono griglie molto dettagliate sono trattate a un livello adeguato di risoluzione, ma comunque permette al software di selezionare una griglia più fine per gli oggetti più piccoli. Un buon esempio sono i layer elettrici di una PCB, che hanno tipicamente spessori dell'ordine delle decine di micron.

Il team di sviluppo 6SigmaET ha impiegato tre anni per sviluppare questo nuovo rivoluzionario solutore, in grado di superare le inefficienze tradizionali di altri solutori non strutturati.

Una griglia cartesiana strutturata convenzionale, grazie alla particolare uniformità, offre un'elevata velocità di soluzione cella per cella; tuttavia i prolungamenti delle linee di mesh determinano l'aggiunta di celle in zone dove non sono richieste con il conseguente incremento

## WHO'S WHO

**Future Facilities** è una società con sede a Londra che sviluppa da un decennio soluzioni per l'analisi e l'ottimizzazione termica in vari settori dell'industria elettronica, dai componenti ai Data Center.

La semplicità d'uso e l'innovazione, insieme alla verticalità delle applicazioni e a una rigorosa applicazione delle complesse leggi fisiche della termo-fluidodinamica computazionale (CFD), hanno sancito il loro successo commerciale negli anni recenti.

ALPHA-Numerics distribuisce e supporta i prodotti Future Facilities in Italia e contribuisce al loro sviluppo interpretando le esigenze delle aziende.

del loro numero, quindi tempi di calcolo complessivi più lunghi e un più elevato impiego di memoria. La griglia non strutturata genera celle solo dove richiesto, ma la sua non uniformità aumenta la complessità del calcolo. Il solutore 6SigmaET, tuttavia, è ottimizzato per una griglia non strutturata, quindi il tempo impiegato per risolvere una cella è paragonabile a quello di un solutore per griglie strutturate. L'importante riduzione del numero totale di celle porta inevitabilmente a una soluzione molto più veloce.

Questo nuovo approccio permette di catturare livelli di dettaglio senza precedenti, aumentando notevolmente la precisione e la risoluzione dei risultati della simulazione e riducendo drasticamente la necessità di semplificazione.

I ridotti tempi di soluzione forniscono ancora prima le informazioni essenziali per scelte progettuali corrette e consentono di abbreviare ulteriormente il sempre più critico time-to-market. ■

# I vantaggi dei finFET nello sviluppo di IP

**La tecnologia finFET, che prevede una struttura 3D, rappresenta la chiave per la progettazione dei chip su scala nanometrica della prossima generazione**

**Leah Schuth**  
 Manager technical marketing  
 Physical design

[ARM](#)

L'industria dei semiconduttori sta affrontando un cambiamento di notevole entità, che riguarda le modalità di realizzazione dei circuiti integrati, finalizzate a migliorare prestazioni e densità; un cambiamento di questo tipo può influenzare anche le metodologie di progetto. Le fonderie si stanno preparando alla produzione su larga scala di prodotti realizzati con processi da 14 e 16 nm che utilizzano strutture di transistor tri-dimensionali basate sul concetto di finFET, grazie alle quali è possibile ottenere maggiori prestazioni rispetto a quelle conseguibili utilizzando i transistor planari dei processi da 20 nm.

Aumentando il canale attraverso cui fluiscono i portatori, in modo tale che il gate possa essere avvolto su tre dei suoi lati, il gate stesso assicura un miglior controllo elettrostatico (Fig. 1). Ciò permette di contrastare gli effetti di canale corto (short channel effects) che provocano perdite eccessive e sono causa di altri problemi che

affliggono i transistor planari di dimensioni nanometriche realizzati su wafer di silicio utilizzando la tecnica bulk (ovvero creati direttamente partendo da un substrato comune, il bulk appunto).

Un ulteriore vantaggio della struttura "avvolgente" del gate è rappresentato dalla maggior corrente di pilotaggio per area unitaria rispetto ai dispositivi planari – l'altezza dell'aletta può essere utilizzata per creare un canale con un volume effettivo maggiore rispetto a quello di un dispositivo planare con la stessa lunghezza di gate equivalente. Ciò si traduce in un reale miglioramento delle prestazioni.

Le maggiori prestazioni ottenibili grazie ai transistor finFET possono essere utilizzate per raggiungere valori di frequenze più elevati rispetto a quelli ottenibili con i transistor bulk a parità di budget di potenza. La riduzione dei consumi può derivare da due fattori: ridotta necessità di utilizzare celle standard di ampie dimensioni a elevata capacità di pilotaggio

(drive strength) e possibilità di funzionare con tensioni di alimentazione inferiori in corrispondenza di un livello prestabilito di perdite. Per sfruttare al meglio questo incremento di prestazioni è comunque necessario modificare in modo opportuno le tecniche di progettazione.

## Nuove tecniche di progettazione

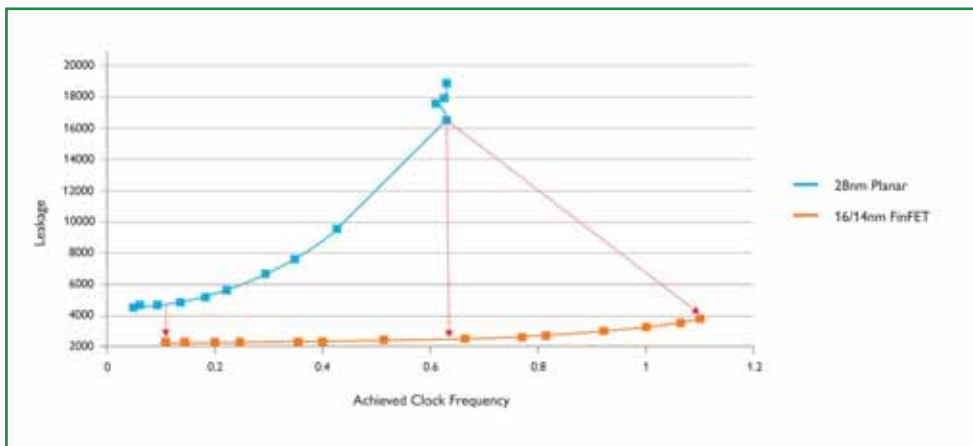
I flussi basati su celle standard (dove la porta logica è l'unità elementare del flusso di progetto) rappresentano ancora il fattore chiave per garantire un'elevata produttività in fase di implementazione di un circuito integrato. L'astrazione della cella ha supportato per diversi decenni il flusso pilotato dalla sintesi (synthesis driven), fornendo la base per la realizzazione automatizzata di circuiti digitali che ha consentito a gruppi di progetto di dimensioni relativamente ridotte di gestire design con molti milioni di gate. Le modifiche alla struttura dei transistor e i relativi effetti sul layout minacciano di "dissolvere" le interfacce tra i diversi livelli del processo di progettazione – fisico, celle e logico – costringendo i progettisti a prendere in considerazione caratteristiche di basso livello durante la ste-

sura del layout del circuito. Apportando un maggior grado di "intelligenza" a livello di cella, è possibile sfruttare i vantaggi propri dell'astrazione delle celle, preservando nel contempo i benefici – in termini di consumi, prestazioni a ingombri (PPA – Power, Performance, Area) – dei processi basati sui transistor finFET.

Il concetto di finFET implica alcune modifiche fondamentali alla struttura del circuito, dovute alla sua forma fisica (Fig. 2). Le alette (fin) di un dato processo sono caratterizzate da un'ampiezza e un passo (ovvero la distanza minima tra alette adiacenti) prestabiliti. Diversamente da quel che accade nei processi planari, dove l'ampiezza dei transistor può essere definita in modo da migliorare la capacità di pilotaggio complessiva, al fine di incrementare le prestazioni in presenza di fanout (numero di porte logiche che è possibile collegare in uscita) di ampie dimensioni o bus a elevata capacità, l'ampiezza effettiva di un transistor finFET può essere modificata solamente tramite l'aggiunta di più alette al transistor. Oltre ad aumentare la complessità di progetto di circuiti analogici e custom, la quantificazione delle alette ha notevoli implicazioni nell'implementazione dei circuiti digitali.

In linea generale, i processi per la realizzazione di transistor finFET traggono significativi vantaggi dal fatto che il passo dell'aletta sia il più ridotto possibile, in quanto ciò comporta significativi vantaggi in termini di densità, flessibilità e prestazioni.





**Fig. 1 – I transistor finFET da 16/14 nm garantiscono un miglior controllo delle perdite sull'intero intervallo di frequenza**

Il processo impiegato per realizzare le alette sfrutta tecniche di auto-allineamento chimico, grazie alle quali è possibile ottenere un passo inferiore del 25% rispetto al passo delle linee relative agli strati più sottili di un'interconnessione metallica, M1 e M2. Questi strati di metallo sono attualmente tracciati utilizzando due maschere indipendenti, che sono sovrapposte mediante un processo di esposizione composito piuttosto che tramite processi di auto-allineamento. Il passo minimo di questi strati di metallo è determinato dall'errore di sovrapposizione, che dà come risultato un passo maggiore rispetto a quello ottenibile con il processo di auto-allineamento impiegato per la formazione dell'aletta. La divergenza tra il passo dell'interconnessione metallica M2 – che convenzionalmente scorre parallela all'aletta – e dell'aletta stessa deve essere tenuta in considerazione nel progetto delle celle standard utilizzate per implementare il substrato (bulk) della logica digitale che sarà utilizzata in

un circuito integrato basato su finFET.

Nel caso dei processi basati sulla tecnologia finFET, vi sono solamente alcune combinazioni possibili tra passi dell'interconnessione metallica e delle alette che possano dar vita a librerie di celle standard utilizzabili, che devono essere realizzate in modo da far corrispondere ciascuna delle loro celle a un numero fisso di piste. Anche in questo caso alcune combinazioni daranno vita a griglie di metallo non modificabili che rendono difficile il trasporto di una quantità di corrente sufficiente alle celle sui percorsi critici. I processi nanometrici sono sensibili in misura sempre maggiore a effetti quali l'elettro-migrazione, che riduce la vita operativa di un circuito integrato assottigliando gradualmente i conduttori soggetti a correnti di elevata intensità fino al momento in cui essi si rompono.

#### **Tool più "intelligenti"**

Per ottimizzare la densità delle connessioni metalliche, le regole del double-patterning

(tecnica che prevede l'uso di due esposizioni successive per ottenere il pattern interno di un singolo strato) impongono non solo il passo delle piste di metallo ma anche la loro ampiezza. Quindi non è sempre possibile tracciare piste di metallo più ampie per il trasporto delle correnti di maggiore intensità necessarie per le celle che devono garantire un'elevata capacità di pilotaggio. Alcune combinazioni tra numero di alette e numero di piste di metallo consentono un uso più flessibile dell'interconnessione di metallo per l'istradamento dei segnali di potenza. In questo modo è possibile utilizzare terminali (rail) di potenza più ampi e più resilienti laddove sono richiesti, unitamente a piste di celle in grado di garantire il miglior compromesso tra maggiore densità di routing logico e potenza erogata.

Per sfruttare in modo adeguato queste strutture, è necessaria una conoscenza più approfondita dell'architettura della cella standard rispetto a quella richiesta quando si utilizzano i tradizionali tool di

piazzamento e sbroglio (placce & route), che sono progettati in modo tale che le celle standard possano essere considerate delle semplici "scatole nere" dotate di un insieme di pin di I/O e di potenza, situate in posizioni ben definite.

I tool che sono in grado di utilizzare la conoscenza dell'architettura interna delle celle standard e di rimappare le celle in funzione dei requisiti della logica possono garantire la flessibilità richiesta per sfruttare al meglio queste nuove strutture, senza richiedere un completo re-tooling del flusso di implementazione di un circuito integrato. Questa conoscenza può essere utile in altre fasi del flusso di progetto, fino alle ultime modifiche di progetto che danno origine all'ECO (Engineering Change Order – ovvero le modifiche effettuate una volta che il prodotto è pronto per la produzione).

Poiché le regole di progetto sono più severe rispetto al passato, l'implementazione di un'operazione di ECO risulta più difficile perché anche solo una piccola variazione può portare all'insorgere di problemi con la colorazione della maschera su strati che utilizzano la tecnica del double-patterning. Un flusso che integra tool capaci di "comprendere" l'ambiente locale delle celle standard può manipolare il progetto più in profondità, per consentire l'implementazione dell'ECO nella maniera più trasparente possibile. Una migliore comprensione dell'architettura

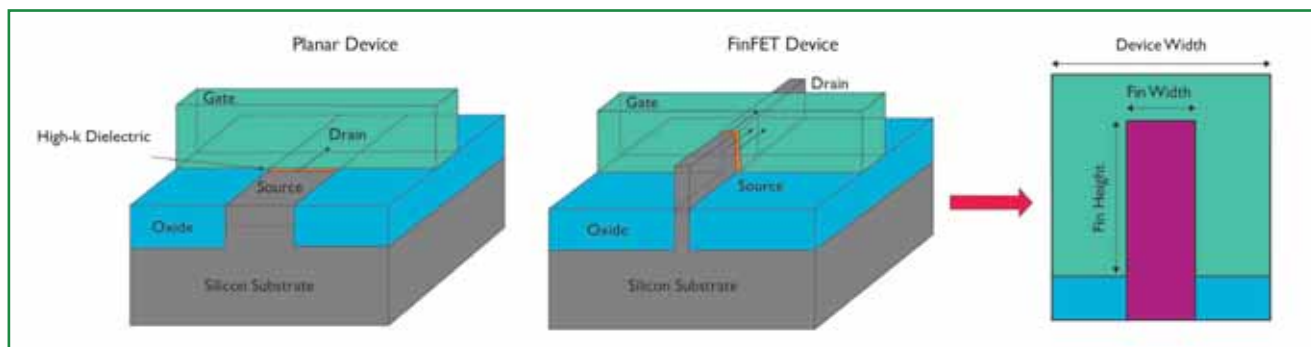


Fig. 2 – Confronto tra un transistor finFET e un transistor planare

interna delle celle standard permetterà di affrontare in maniera più efficace alcuni dei problemi imputabili alla migrazione verso processi nanometrici basati sui finFET. Nel momento in cui i progettisti cercheranno di trarre vantaggi dalle maggiori prestazioni offerte dai transistor 3D e dall'aumento delle velocità di clock, dovranno affrontare problematiche sempre più complesse legate alla variabilità. Sebbene i transistor finFET siano caratterizzati da minori variazioni rispetto ai transistor planari relativamente ad alcuni parametri chiave, la variabilità rappresenta il maggior ostacolo per il signoff (ovvero la verifica) delle temporizzazioni e compare in un certo numero di modalità che interessano sia le celle standard sia lo strato di sbroglio.

Tradizionalmente tali variazioni saranno incorporate all'interno di bande di guardia (guard band) che limitano la velocità di clock, penalizzando in tal modo i vantaggi in termini di prestazioni ottenibili con una struttura finFET. Analisi più approfondite e tecniche di

correzione adeguate permettono di limitare sensibilmente tali perdite di prestazioni, garantendo velocità di clock più elevate e permettendo l'introduzione sul mercato di prodotti più competitivi. Le tecniche di double patterning adottate nei processi basati su finFET con geometrie da 14 e 16 nm hanno evidenziato variazioni significative nei ritardi di percorso (path delay). Per esempio un piccolo spostamento nell'allineamento di una delle due maschere utilizzate per trasferire l'immagine dei pattern di interconnessione può portare a un aumento della capacità di accoppiamento tra l'elettrodo del gate e l'insieme dei conduttori, con conseguente incremento del ritardo di percorso. Poiché questo spostamento sarà coerente per l'intera maschera, il ritardo per i transistor collegati dal pattern su quella maschera saranno correlati; questo fattore deve essere preso in considerazione dai tool di analisi più avanzati capaci di "comprendere" il comportamento e i collegamenti interni di ciascuna cella

standard. Prendendo in considerazione queste correlazioni e adottando misure correttive adeguate, è possibile eliminare gli effetti imputabili alle variazioni della capacità di accoppiamento e incrementare le velocità di clock. Gli effetti parassiti dell'interconnessione, in particolar modo l'elevata resistenza delle piste di metallo presenti nei processi basati sulla tecnologia finFET, limitano le prestazioni della rete di distribuzione del clock (clock tree), che utilizza un gran numero di connessioni su lunga distanza per fornire una temporizzazione coerente per tutto il circuito integrato. Le tecniche tradizionali che prevedono l'adozione di un buffer comportano un incremento del consumo di potenza. Una miglior conoscenza delle celle standard permette di effettuare un'ottimizzazione più "intelligente" della rete di distribuzione del clock e di fornire segnali di temporizzazione a basso skew senza penalizzare il budget di potenza. La diminuzione della geometria dei dispositivi comporta un incremento della probabili-

tà che si verifichino eventi di tipo SEU (Single Event Upset) prodotti da radiazioni ionizzanti che possono causare risultati non corretti o malfunzionamenti del sistema. L'analisi della struttura delle celle all'interno del circuito e la loro sostituzione con versioni "hardened" (ovvero resistenti alle radiazioni) permettono di ridurre la probabilità di comportamenti non corretti in presenza di particelle alfa.

Il passaggio a processi basati su finFET è associato a un certo numero di variazioni a livello di processo che hanno implicazioni sul progetto digitale; se non tenute nella giusta considerazione, esse possono penalizzare le prestazioni del circuito integrato. Sebbene questi effetti fisici potrebbero costituire una "minaccia" per un flusso di progetto ampiamente collaudato come quello basato su celle standard, l'introduzione di tool espressamente ideati per il progetto di SoC a livello di cella assicurano la stabilità di tale flusso, permettendo nel contempo di sfruttare al meglio le prestazioni dei processi basati sui finFET. ■

# Smartphone: la sfida dell'impermeabilità

Gli smartphone stanno diventando sempre più complessi e costosi e per essere affidabili devono essere protetti meglio dai possibili danni causati da elementi esterni

**Victor Lusvardi**  
Global sales leader

**Oliver Teller**  
Product specialist

**Business Unit - Portable Electronic Vents**  
**W. L. Gore & Associate**

[www.gore.com/portableelectronics](http://www.gore.com/portableelectronics)

Gli smartphone si sono ormai affermati come dispositivi praticamente onnipresenti. Nel 2013 ne sono stati venduti quasi 1 miliardo, superando per la prima volta le vendite dei telefoni cellulari<sup>[1]</sup>. Gli smartphone diventano sempre più parte della vita quotidiana, facendo costantemente aumentare la domanda. Sempre più persone li utilizzano nelle più svariate situazioni, confidando nella massima affidabilità delle prestazioni, indipendentemente da dove e come venga usato il dispositivo. Oggi gli smartphone sono utilizzati per inviare e-mail e per i servizi di messaggistica istantanea, per accedere a Internet, fotografare, consultare il GPS, guardare video, eseguire pagamenti e gestire la sicurezza domestica. Oltre a consentire le "tradizionali" telefonate, ovviamente!

I consumatori tendono ad aspettarsi che questi dispositivi sempre più complessi offrano tutte le più recenti innovazioni e che funzionino in modo affidabile in ogni tipo di ambiente e senza compromettere la qualità del suono. Di conseguenza aumentano le esigenze di spazio all'interno dell'involucro dello smartphone, e la necessità di proteggere il dispositivo nel tempo.

## Alla mercé degli elementi

Gore ha individuato diverse fonti di rischio per i componenti di uno smartphone: liquidi e particelle solide possono penetrare all'interno del dispositivo attraverso le aperture audio (microfoni, ricevitore e altoparlante) se non sono adeguatamente protette (Fig. 1). Se i trasduttori acustici vengono compromessi, la qualità del suono può peggiorare considerevolmente, causando guasti al dispositivo.

Il rischio cresce. Gli smartphone si usano negli ambienti più disparati, esponendoli sempre più spesso ai danni causati da elementi esterni: possono essere bagnati dalla pioggia o da un caffè



versato accidentalmente, possono cadere nella sabbia in spiaggia o nell'acqua di una piscina mentre si fotografano i bambini.

All'aumentare della complessità degli smartphone cresce anche la possibilità che questo genere di esposizioni danneggi il dispositivo. Da quando sono state introdotte caratteristiche come il maggiore uso di dati, i touchscreen, le telecamere ad alta risoluzione, i trasduttori acustici multipli e i componenti elettromeccanici (ad es. guarnizioni dell'involucro e connettori flessibili) è diventato ancora più complesso garantire l'affidabilità a lungo termine degli smartphone.

Tipiche cause di guasti e ridotte prestazioni di questi componenti sono:

- Condizioni ambientali
  - Penetrazione di acqua e particelle attraverso le aperture e i connettori
  - Scariche elettrostatiche
- Differenze di pressione



**Fig. 1 – Punti in cui uno smartphone può essere vulnerabile alla penetrazione di particelle e liquidi, nonché alle improvvise variazioni di pressione e di temperatura**

(variazioni di temperatura e/o altitudine)

- Schermi incurvati
- Deformazione permanente dei trasduttori
- Guasti meccanici
  - Urti da caduta accidentale
  - Affaticamento da cicli ripetitivi
- Scarsa o bassa qualità del suono
  - Penetrazione di liquidi e particelle
  - Rumore del vento
  - Particelle metalliche libere sul cono
  - Design acustico.

### Scende la pioggia

Uno dei problemi più comuni è l'esposizione del telefono all'acqua. Può capitare di essere sorpresi da una pioggia improvvisa. Senza un'adeguata protezione delle aperture audio è molto probabile che il telefono si danneggi. Infatti, la casistica delle cause di danneggiamento rivela che in 49 casi su 100 i danni agli smartphone sono causati da penetrazione di liquidi. Il 29% degli utenti ha involontariamente versato una bevanda sul telefono, mentre il 20% lo ha fatto accidentalmente cadere nel water<sup>[2]</sup>.

### Politetrafluoroetilene espanso (ePTFE)

Poiché la complessità degli smartphone è in costante crescita, e di conseguenza anche il loro valore economico, questi dispositivi richiedono un maggiore livello di protezione per garantire prestazioni affidabili. Per rispondere a questa esigenza, Gore ha sviluppato degli sfiati dotati di membrane in politetrafluoroetilene espanso (ePTFE). La struttura a nodi e fibrille consente alle molecole gassose (aria) di passare, mentre respinge l'acqua e le particelle solide. I materiali non tessuti sono in grado di catturare le particelle fini, mentre i pori microscopici delle membrane in

ePTFE sono in grado di bloccare quasi tutte le particelle, indipendentemente dalla loro dimensione o forma. Queste membrane reagiscono rapidamente alle onde sonore, consentendo la conversione dell'energia presente nell'aria in vibrazioni meccaniche. Dall'altro lato della membrana le vibrazioni sono poi riconvertite in suono di alta qualità; tutto ciò garantendo un'impermeabilità del 100%, indipendentemente dal fatto che si tratti di pioggia leggera o di immersione completa nell'acqua. Le membrane in ePTFE sono estremamente sottili: lo spessore di 0,24 mm o inferiore, a seconda del tipo e dell'applicazione, consente di sfruttare al massimo il prezioso spazio all'interno dell'involucro.

### Particelle particolari

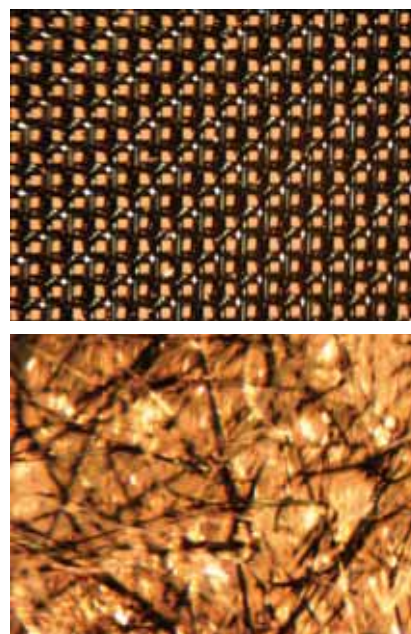
Un'altra causa di danneggiamento che comunemente si manifesta è la penetrazione di particelle solide attraverso le aperture dello smartphone. Non solo in casi limite, come la caduta del telefono nella sabbia in spiaggia, anche la comune polvere e sporcizia possono causare problemi. I produttori di smartphone contrastano questo pericolo inserendo una rete di protezione nelle aperture audio. Ma questa rete a maglie strette è in grado di catturare solo le particelle che superano le dimensioni dei pori del materiale (definite dalla distanza tra le fibre).

La grandezza delle maglie viene solitamente scelta in funzione della dimensione minima delle particelle, per impedire che possano penetrare.

I test interni hanno però dimostrato che la forma e l'area superficiale delle particelle sono più importanti della dimensione dei pori, determinando il vero livello di protezione del materiale. Le particelle come capelli o fibre di metallo ad esempio, con un'area superficiale pari o superiore alla dimensione dei pori specificata, possono comunque penetrare nel tessuto della rete a causa della forma molto sottile e allungata. In più, tutte le particelle catturate si depositano sulla superficie della rete, bloccando il flusso dell'aria e riducendo la ventilazione interna del telefono.

### Vantaggi del materiale non tessuto

Metodi specialistici e test ambientali interni hanno consentito alle aziende di dimostrare che i materiali non tessuti catturano particelle di varie forme e dimensioni grazie



**Fig. 2 – Esempi di materiale tessuto (in alto) e non tessuto (in basso) di Gore**

alla loro struttura tridimensionale. Poiché non sono caratterizzati da una specifica dimensione dei pori, essi offrono anche un maggiore flusso d'aria. Gli sfiati realizzati in questo materiale sono in grado di proteggere i componenti elettronici sensibili dagli elementi contaminanti, pur consentendo all'involucro di respirare. In questo modo possono essere evitati danni o guasti dello smartphone dovuti alle differenze di pressione tra l'interno del dispositivo e alle condizioni ambientali esterne.

Il materiale tessuto (in alto) intrappola le particelle di dimensioni uguali o superiori alla dimensione dei propri pori, mentre i materiali non tessuti (in basso) trattengono le particelle con una maggiore varietà di dimensioni e forme (Fig. 2).

### Sotto pressione

Un altro problema comune ai dispositivi a tenuta stagna è legato alle variazioni di pressione, che possono essere suddivise in due gruppi principali: rapide variazioni di temperatura (spostando il dispositivo dall'interno caldo di un'auto all'esterno freddo) e variazioni di pressione dell'aria (decollo o atterraggio di un aereo). Negli smartphone che utilizzano trasduttori impermeabili le variazioni di pressione interna possono compromettere le prestazioni. Quando si genera pressione in una cavità o camera acustica,

si crea una distorsione delle superfici del trasduttore, ad esempio dei diaframmi dell'altoparlante e/o ricevitore. Ciò può ridurre le emissioni acustiche e anche danneggiare il trasduttore.

In particolare, nel caso in cui un dispositivo sia equipaggiato con trasduttori ermetici, sono necessari dispositivi di sfiato per mantenere un elevato livello qualitativo delle prestazioni audio. Essi impediscono la deformazione del trasduttore ed equalizzano la pressione all'interno dell'involucro senza compromettere la qualità del suono.

Per essere veramente efficaci, gli sfiati acustici e per l'equalizzazione di pressione devono essere progettati in fase iniziale insieme al dispositivo. Solo in questo modo sarà possibile ottenere le massime prestazioni acustiche proteggendo contemporaneamente il dispositivo dall'acqua e dalle particelle. Gli sfiati devono essere progettati specificamente per dispositivi elettronici portatili, utilizzando materiali acusticamente trasparenti, in grado di respingere gli elementi esterni, e contemporaneamente di scaricare la pressione all'interno della scatola, nonché di mantenere inalterate le prestazioni audio. Le dimensioni degli sfiati sono personalizzate in base alle esigenze dei clienti e alle loro richieste. Gli sfiati sono anche disponibili preformati, nelle dimensioni industriali standard per altoparlanti, ricevitori, microfoni e diffusori. ■

# WE POWER YOU UP



AC / DC CONVERTERS 1-120W



DC / DC CONVERTERS 0.25-100W



**MORN SUN® is committed to bringing you highly reliable industrial power supplies, ensure your system operating smoothly and maximize the performance. FROM NOW ON, POWER YOUR SYSTEM UP!**

## MORN SUN®

Email: [info@mornsun.cn](mailto:info@mornsun.cn)  
<http://www.mornsun-power.com>



Per informazioni e richieste, contatta il distributore di MORN SUN in esclusiva per l'Italia:



eMergy Tech Srl  
 via Sant'Adele, 7, 20094 – Corsico (MI)  
 Tel1: +39 339 3493415 Tel2: +39 02 4408403  
 Fax: +39 02 45106691  
 E-mail: [info@emerytech.com](mailto:info@emerytech.com)  
 Web: [www.emerytech.com](http://www.emerytech.com)

# Semiconduttori per un'efficiente integrazione elettronica in motori elettrici

Adriano De Rosa  
IC architect  
R&S Dept  
[Micronas](#)

**L'architettura della nuova generazione HVC di Micronas permette di realizzare sistemi con elettronica di pilotaggio motore altamente integrati, capaci di ottimizzare le prestazioni dei moderni motori in corrente continua a eccitazione permanente**

**L**e numerose possibilità di integrazione dei semiconduttori arricchiscono la gamma di applicazioni che forniscono soluzioni per il pilotaggio di motori sincroni, quali motori brushless DC (BLDC), a magneti permanenti (PMSM) e motori passo-passo. Tali motori trovano applicazione dove, beneficiando dei loro vantaggi, possono sostituire motori "brushed" in applicazioni esistenti, ma anche laddove si tratti di eseguire funzioni difficilmente o per nulla realizzabili con un motore a spazzole. Numerose sono le applicazioni, soprattutto in ambito automobilistico, per le quali PMSM, BLDC e motori passo-passo sono caldamente raccomandati. I componenti per il mercato automobilistico solitamente devono essere ragionevolmente economici, di piccola dimensione, leggeri, affidabili, e presentare un elevato livello di efficienza. Sempre più spesso il mercato richiede delle tecnologie che contribuiscano a ridurre le emissioni dei gas di scarico e il consumo di carburante. L'implementazione del controllo dei differenti tipi di motori che soddisfino tali requisiti, le richieste estreme in termini di efficienza, la progettazione del sistema e le opzioni di comunicazione dei vari moduli si riflettono sull'elettronica di attuazione. Micronas sta ampliando la propria famiglia di servo-drive integrati con speciali controllori ad alta tensione (HVC) per rispondere a tali esigenze di estrema versatilità.

## **L'architettura di un chip che offre massima integrazione di sistema e flessibilità di controllo**

L'architettura della nuova generazione HVC permette di realizzare sistemi con elettronica di pilotaggio motore altamen-

te integrati, capaci di ottimizzare le prestazioni dei moderni motori in corrente continua a eccitazione permanente. L'HVC è un microcontrollore integrato con tutte le periferiche necessarie per l'azionamento diretto di motori PMSM, BLDC e per motori passo-passo bipolari. La programmabilità delle periferiche e gli algoritmi software liberamente definiti dall'utente permettono il miglior adattamento possibile alle proprietà e caratteristiche dei vari sistemi di pilotaggio e controllo motore.

La crescente densità di integrazione nelle applicazioni di pilotaggio motore influenza la dissipazione di potenza (gestione termica e di potenza), la flessibilità del circuito di pilotaggio e di controllo, ma anche le opzioni di diagnosi. L'alta densità di integrazione dell'elettronica richiede l'adattamento alle condizioni operative in temperatura mediante una gestione dedicata della potenza. La nuova famiglia HVC offre molte funzioni che permettono proprio questo adattamento.

La figura 1 mostra che la flessibilità dei sistemi di azionamento dovrebbe essere progettata quanto più possibile in anticipo per assicurare che l'adattamento a nuove richieste del cliente, tramite la configurazione del software e con il minimo di modifiche hardware, rimanga economicamente valido. L'architettura della nuova generazione HVC supporta questo approccio. Per esempio, le prestazioni dei motori possono essere ottimizzate in tutta la loro gamma operativa mediante efficienti algoritmi di controllo e i costi dei componenti meccanici può essere ridotto, ad esempio eliminando stadi di riduzione.

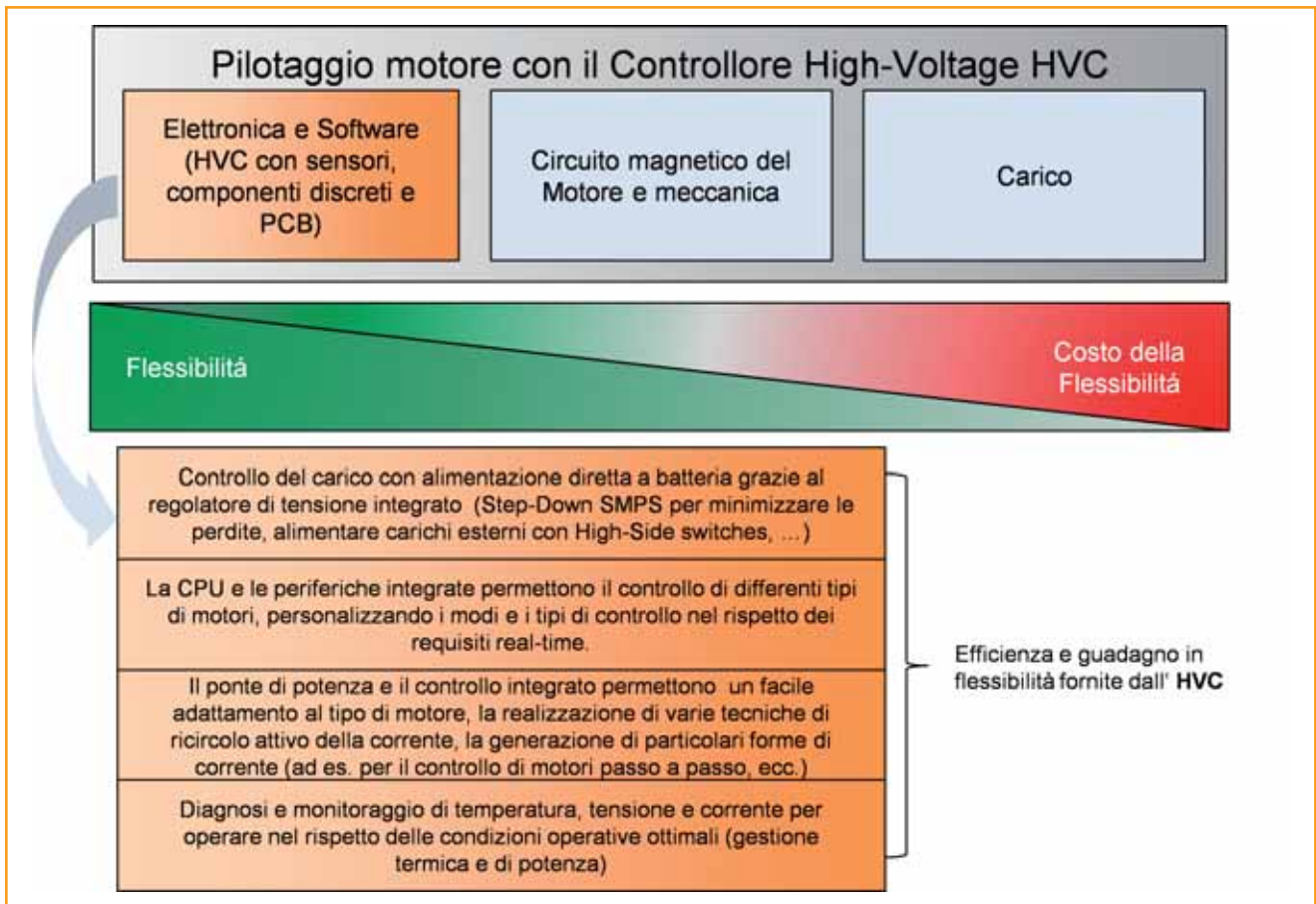


Fig. 1- Flessibilità ed efficienza economica in soluzioni di controllo realizzate con la famiglia Micronas HVC per servomotori

### Pilotaggio del motore adattato alle diverse applicazioni e modalità operative

Le diverse tecniche di controllo degli attuatori, adottate in ambito automobilistico, richiedono facilità di adattamento dello stadio di potenza e della tecnica di pilotaggio. La nuova generazione di controllori HVC (Fig. 2) indirizza espressamente questo requisito, grazie al suo stadio di uscita configurabile, a una periferica integrata dedicata alla generazione di segnali PWM evoluti, completamente programmabile e un potente processore ARM Cortex-M3. Il dispositivo integra sei semi-ponti n/n ("charge-pump" inclusi) che possono essere adattati al tipo di motore con un appropriato collegamento del pin di uscita e un'adeguata configurazione del software. Nella figura 3 sono riportati alcuni esempi di impiego dei controllori HVC nei sistemi di attuazione.

Il modulo EPWM (Enhanced Pulse-Width Modulation) supporta un ricircolo passivo e attivo della corrente (rettificazione sincrona e asincrona) per i diversi modi operativi e tipi di motore (Tab. 1). La misura di corrente integrata e convertitori digitali/analogici consentono di programmare il valore nominale della corrente operativa (ad esempio per micro-stepping controllati in corrente).

Nel motore PMSM/BLDC il segnale di retroazione della posizione del rotore può essere determinato in maniera "sensorless", per mezzo di comparatori e riferimenti integrati a stella, o in alternativa per mezzo di sensori ed "encoders" a effetto Hall. Inoltre, è possibile selezionare la modalità di commutazione per motori passo-passo, ad esempio per raggiungere velocità di rotazione più elevate, e programmarne i diversi modi di funzionamento (full/half-step, wave drive, micro-step e così via).

Algoritmi per il controllo in velocità e corrente possono essere eseguiti rapidamente con la CPU ARM Cortex-M3, con l'ausilio di convertitori A/D ad alta velocità e supporti hardware per la misura di tensioni e di corrente. Lo stadio di uscita comprende la protezione da sovraccarico (sovratensione/sovracorrente) e funzioni di diagnostica. I moduli periferici integrati per il pilotaggio del motore (EPWM, comparatori, riferimento centro stella, convertitore D/A, diagnosi e protezione da sovratensione/sovracorrente, monitoraggio della temperatura ...) possono essere programmati per i modi operativi elencati in tabella 1. Nella figura 3 sono riportati alcuni esempi di sistemi di attuazione che utilizzano la famiglia HVC.

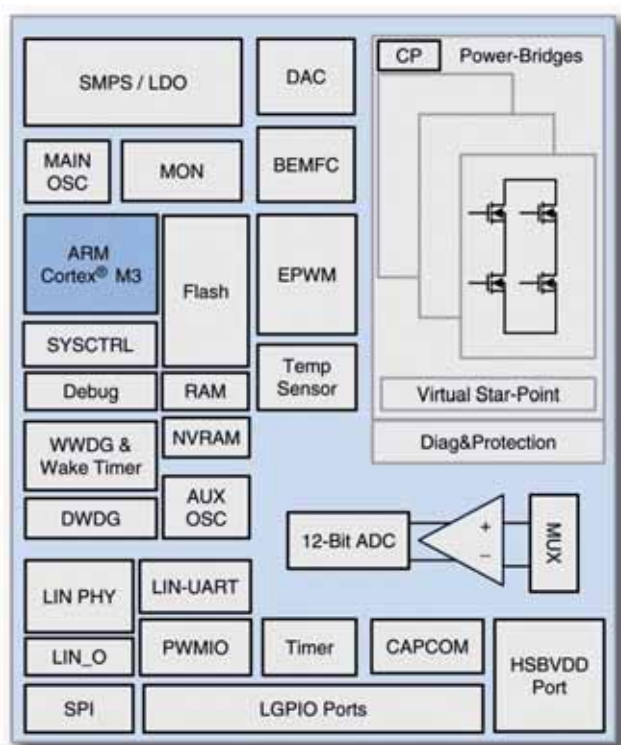


Fig. 2 – La nuova generazione HVC con l'integrato stadio di uscita

### Sistema efficiente con il processore ARM Cortex-M3

Il processore e la memoria flash garantiscono un elevato livello di flessibilità tramite programmazione software, ad esempio per far fronte a requisiti real-time per il controllo della velocità di rotazione e della corrente, la comunicazione in sistemi distribuiti di attuatori (ad esempio in cluster LIN) e funzioni di diagnostica. L'oscillatore principale è integrato, e il ciclo di CPU può essere ridotto per limitare il consumo e la dissipazione in potenza, senza peraltro incidere il funzionamento delle periferiche. Inoltre è incluso un modulo di riduzione EMI (ERM) per diminuire le emissioni elettromagnetiche. Tutti i moduli periferici possono essere programmati tramite il bus AHB/APB e adattati ai requisiti di sistema. La memoria NVRAM integrata permette la memorizzazione di dati di diagnosi e applicativi. La famiglia HVC riceve l'alimentazione direttamente dalla batteria a 12 volt ed è conforme agli impulsi di test previsti dalla normativa ISO 7337. I sistemi "Start & Stop" sono supportati da uno speciale "modo di ritenzione". Rispetto ai regolatori di tensione lineari convenzionali, il regolatore integrato di tipo "switching" (convertitore "buck") riduce al minimo le perdite, e varie modalità di "power-saving modes" consentono il funzionamento con un ridotto

consumo, utili ad esempio per applicazioni KI 30. Carichi esterni, come per esempio sensori a Effetto-Hall, possono essere alimentati tramite un "high-side switch" programmabile.

Una LIN-UART e il LIN "physical layer" sono integrati nel controllore HVC per consentire la comunicazione in architetture distribuite di attuatori intelligenti (ad esempio nei sistemi HVAC). Inoltre, un secondo pin LIN è disponibile per l'utilizzo in cluster LIN con indirizzamento automatico come, ad esempio, in applicazioni di valvole HVAC. L'integrazione di funzioni e le capacità di comunicazione offerte dall'HVC costituiscono un passo importante nell'ottica di un'ulteriore miniaturizzazione e integrazione in motori di piccole dimensioni.

L'affidabilità di un sistema di pilotaggio è estremamente influenzata dall'elettronica usata per l'attuazione. L'architettura della nuova famiglia HVC comprende diagnosi estese e funzioni di protezione con un SPMF superiore al 60% ("ASIL ready").

Queste caratteristiche sono importanti per la decomposizione in accordo alla normativa ISO 26262, cioè per assegnare, a livello di sistema hardware e software, i requisiti di sicurezza ai singoli elementi indipendenti del sistema. L'elevato grado di integrazione di sistema ha un effetto positivo sui FIT rates poiché il numero totale di componenti è ridotto.

Un esempio a dimostrazione della flessibilità in termini di diagnosi è l'implementazione della gestione termica a livello software. Valutando la corrente e la temperatura si possono adottare misure per adattare il profilo operativo, ad esempio riducendo il ciclo della CPU, limitando la corrente del motore, adattando la corrente di ricircolo nel

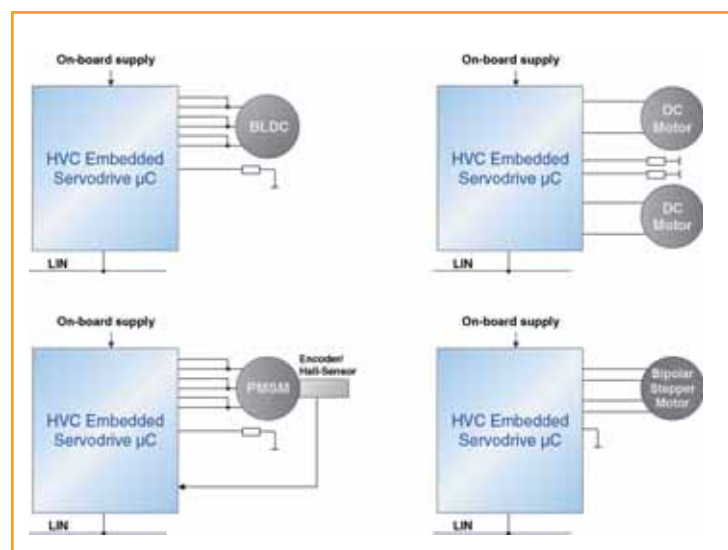
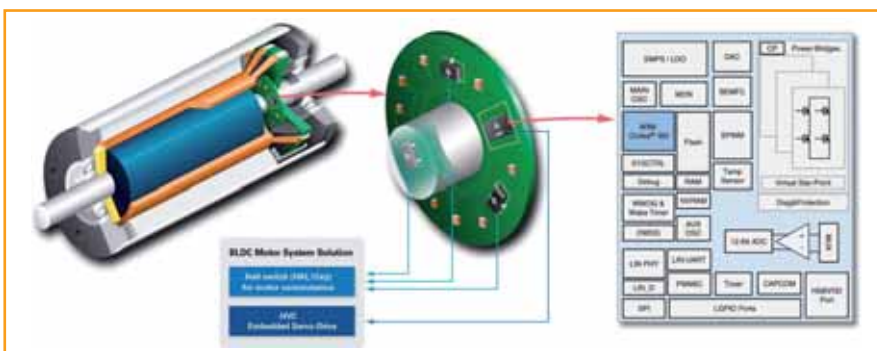


Fig 3 – Esempi di sistemi di attuazione con la famiglia HVC



**Tabella 1 – Panoramica dei tipi di motore e le modalità di funzionamento con il nuovo HVC**

Tipo di motore	Configurazioni Ponte	Esempi di modo di funzionamento	Esempi di applicazioni
Motore 3-fasi PMSM/BLDC	Il ponte è configurato per pilotare le fasi del motore.  Corrente di fase: 0.6 A (effettiva), 1.0 A (picco)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Commutazione trapezoidale con modulazione di PWM, "sensored" e "sensorless"</li> <li>Space Vector Modulation con misura di posizione del rotore, ad esempio tramite sensori Hall</li> <li>Misura della corrente possibile in tutte le modalità operative tramite uno shunt esterno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ventilatore luci anteriori a LED</li> <li>AGM</li> <li>HVAC</li> <li>Pompe piccole/ausiliarie</li> </ul>
Motore bipolare passo-passo	Il ponte è configurato per pilotare le fasi del motore  Corrente di fase: 0.3 A (effettiva), 0.5 A (picco)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funzionamento full e semi-step</li> <li>Pilotaggio wave drive</li> <li>Controllo in commutazione tramite i comparatori di Back-EMF, ad esempio per realizzare velocità di rotazione più elevate.</li> <li>Controllo in micro-stepping ad anello aperto "Voltage Controlled" o ad anello chiuso "Current Controlled" con soglie di corrente programmabili tramite convertitore D / A ("Current-Shaping").</li> <li>Lo stadio di uscita comprende circuiti per la misura integrata di corrente e per la programmazione delle soglie di corrente. Uno shunt esterno non è necessario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Misura ottica della distanza (LiDAR)</li> <li>Regolazione fari</li> <li>Sistema AFS (Adaptive Front-light System)</li> <li>HUD (Head-up display)</li> <li>Regolazione specchietti retrovisori</li> <li>Regolazione del display di navigazione</li> <li>Relè intelligenti</li> <li>e così via</li> </ul>
Motori a spazzola a corrente continua	Secondo la configurazione del ponte, più motori DC possono essere attivati fino ad una corrente di fase di 0.6 A (effettiva)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auto commutazione</li> <li>Misura della corrente del motore per il controllo</li> <li>Per il controllo in posizione lettura di encoder/uscita del sensore</li> </ul>	



**Fig. 4 – Electronics integration in the BLDC motor Integrazione dell'elettronica in un motore BLDC**

ponte e così via. Il piccolo package 40-pin QFN 6x6 del nuovo HVC è adatto per la miniaturizzazione e l'integrazione diretta dell'elettronica nel motore o nell'attuatore (Fig. 4). Inoltre, la tecnologia "exposed-PAD" (ePAD) garantisce un'efficace dissipazione termica. L'estesa gamma di

aturizzazione e consentono soluzioni economiche con i vantaggi e i benefici derivanti dall'impiego di motori moderni. L'alto livello di riusabilità di hardware e software consente di adeguarsi rapidamente ai cambiamenti dei requisiti dei clienti. ■

temperatura di giunzione da -40 °C a +150 °C e il monitoraggio integrato di condizioni di sovratemperatura consentono l'impiego in applicazioni critiche a livello termico.

L'adattamento software permette di indirizzare un gran numero di funzioni e applicazioni. L'utente può efficacemente realizzare una piattaforma completa di attuatori con un solo tipo di controllore.

Il numero ridotto di componenti discreti e l'elevata integrazione forniscono un elevato grado di mini-

# Considerazioni di progetto delle terminazioni LVPECL

**Phillip Wissell**  
Senior applications engineer  
Timing and synchronization  
division  
Integrated Device Technology

**Esaminare i fondamenti della porta LVPECL e analizzare le terminazioni tipiche di ogni specifico driver LVPECL può aiutare i progettisti a dimensionare correttamente terminazioni robuste ed energeticamente efficienti**

**L'**interfaccia tra circuiti logici LVPECL (Low-Voltage Positive Emitter-Coupled Logic) è una tecnologia di I/O che risale al tempo in cui i processi di fabbricazione dei semiconduttori non erano in grado di integrare transistori ad alte prestazioni di tipo P insieme a quelli di tipo N. Di conseguenza, erano necessari componenti passivi esterni per sostituire il ruolo ricoperto dai dispositivi P nelle successive interfacce ad alta velocità, come HCSL e LVDS.

Per questo tipo di logica, la relazione tra le specifiche di controllo della corrente di emettitore e la terminazione delle linee di trasmissione per completare il progetto dello stadio di uscita viene raramente discussa. Esaminare i fondamenti della porta LVPECL e analizzare le terminazioni tipiche di ogni specifico driver LVPECL può aiutare i progettisti a dimensionare correttamente terminazioni robuste ed energeticamente efficienti.

## Il driver LVPECL

Una porta LVPECL semplificata viene tipicamente realizzata con una configurazione di uscita a emettitore flottante (ovvero non vincolato a potenziali fissi), come mostrato in figura 1. I nodi Q e nQ dei transistori di uscita non hanno un percorso verso massa e quindi sono entrambi spenti. Lo stadio di uscita deve essere completato dal progettista con dei componenti esterni.

## La terminazione standard

La figura 2 mostra la terminazione standard accoppiata in continua per linee LVPECL. Le correnti di uscita del driver sono determinate dai resistori esterni  $Z_o$  e dalla tensione della terminazione  $V_{TT}$ . Tali correnti non sono influenza-

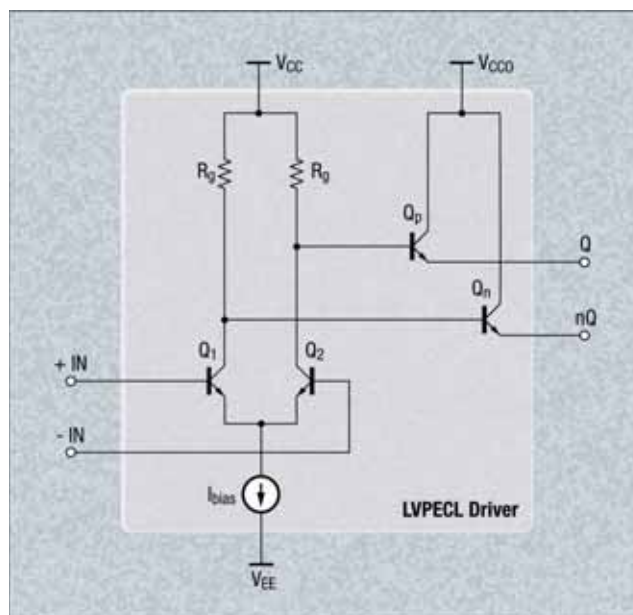


Fig. 1 – Schema di un driver LVPECL a emettitore flottante

te dalle variazioni della tensione di alimentazione  $V_{CCO}$  in quanto anche la tensione di terminazione  $V_{TT}$  è generata da un regolatore da -2 V riferito alla  $V_{CCO}$ . Il difetto principale di questa soluzione è la necessità del regolatore, sebbene questo mantenga la corrente degli emettitori indipendenti, in prima approssimazione, dalle fluttuazioni di  $V_{CCO}$ .

## Terminazioni equivalente tipo Thévenin

Una terminazione alternativa basata sull'equivalente Thévenin, mostrata in figura 3 per tensioni di alimentazione di 3,3V e 2,5V, elimina la necessità del regolatore, generando la ten-

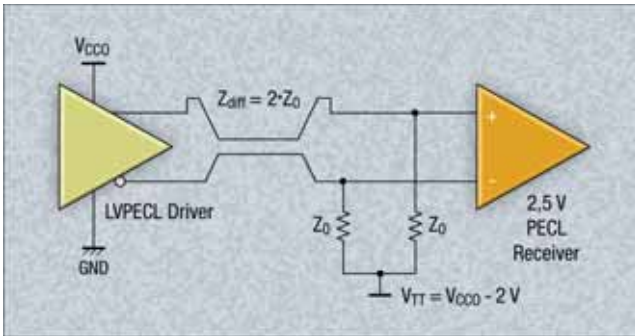


Fig. 2 – La terminazione LVPECL standard

sione  $V_{TT}$  tramite due partitori resistivi. Tuttavia presenta due difetti:

- 1) i resistori del partitore impiegati per generare la tensione di riferimento introducono una penalizzazione dovuta alla dissipazione di potenza significativa. L'impatto di questa dissipazione aggiuntiva dipende dalle tensioni di uscita del driver  $V_{oh}$  e  $V_{ol}$ , come illustrato nell'esempio che segue;
- 2) Una frazione delle fluttuazioni di  $V_{CCO}$  è propagata alla tensione  $V_{TT}$  dell'equivalente Thévenin dal partitore (39%

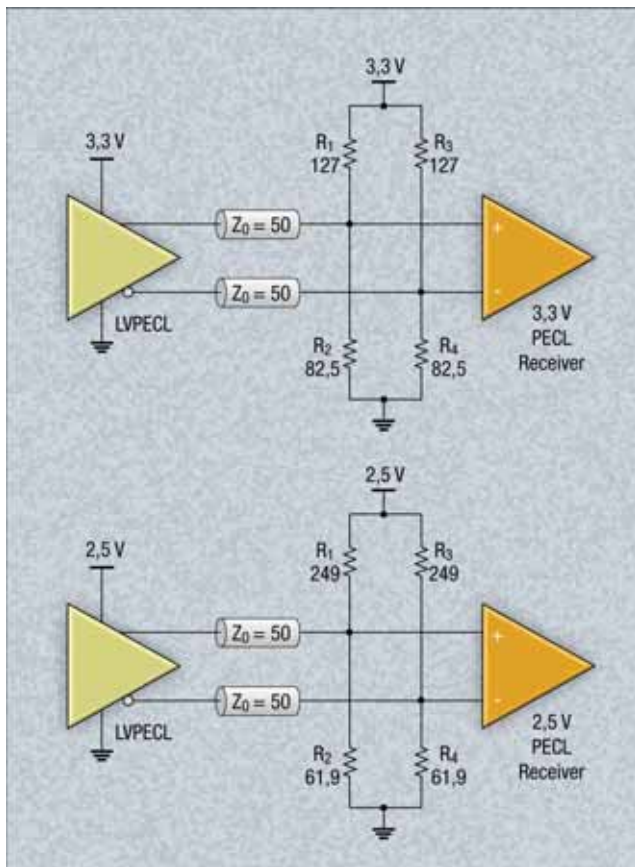


Fig. 3 – Terminazioni con equivalente Thévenin a 3,3V e 2,5V per LVPECL

per  $V_{CCO} = 3,3V$  e 20% per  $V_{CCO} = 2,5V$ ). Di conseguenza la tensione  $V_{TT}$  è corretta solo per il valore nominale di  $V_{CCO}$  e la regolazione delle correnti di emettitore non è così efficace come nel caso della terminazione standard in cui  $V_{TT} = V_{CC} - 2,0V$ .

**Terminazione a T**

Una rete di resistori a T, mostrata in figura 4, può superare molti difetti della terminazione Thévenin. La tensione di modo comune che cade ai capi del resistore  $R_{TT}$  è stata chiamata  $V_{TT}$  per analogia con  $V_{TT} = V_{CC} - 2,0V$ . Si ricordi che il valore di  $V_{TT}$  non è particolarmente rilevante, in quanto  $V_{TT}$  non è mai percepita dal ricevitore LVPECL, a differenza delle tensioni degli emettitori. Il valore di  $V_{TT}$  è importante solo per la terminazione standard, in quanto  $V_{TT}$  trasferisce  $V_{CCO}$  alla terminazione per controllare le correnti di emettitore. Invece, con la terminazione a T si controllano le correnti di emettitore tramite una retroazione negativa. Il valore della tensione  $V_{TT}$  è determinato indirettamente dei livelli di tensione  $V_{oh}$  e  $V_{ol}$  del particolare driver LVPECL e dalla minima corrente di emettitore dimensionata dal progettista per l'uscita che corrisponde al livello logico 0.

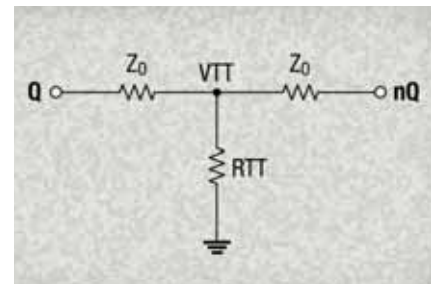


Fig. 4 – Rete a T di terminazione LVPECL

- 1) La terminazione a T è alimentata direttamente dai driver di corrente, evitando così la dissipazione aggiuntiva dovuta al partitore resistivo.

La frazione delle fluttuazioni di  $V_{CCO}$  propagate indietro alla tensione  $V_{TT}$  della rete a T dall'impedenza di modo comune è maggiore di quelle delle rete Thévenin, permettendo un controllo migliore delle correnti di emettitore. Per i dettagli si veda il successivo paragrafo dedicato controllo delle correnti di emettitore.

L'impedenza di modo comune, e quindi la retroazione negativa, possono essere regolate per stabilizzare le correnti del driver rispetto alle variazioni di  $V_{oh}$  e  $V_{ol}$  prodotte da fluttuazioni di  $V_{CCO}$ , della temperatura e da tolleranze di processo nella fabbricazione del dispositivo.

**Terminazione a Pi Greco**

Le ben note relazioni di Wye-Delta per una rete di resistori possono essere utilizzate per realizzare una terminazione a Pi greco equivalente alla terminazione a T. I valori dei componenti della rete a Pi greco in funzione di quelli della rete a T sono riportati in figura 5. La poco utilizzata terminazione

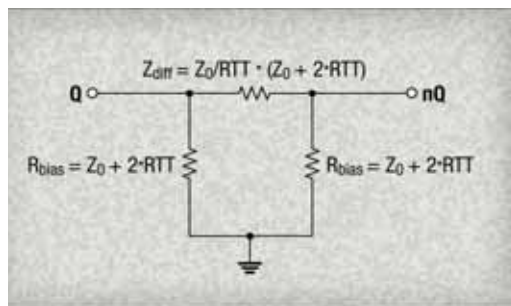


Fig. 5 – Rete di terminazione a Pi greco

a Pi greco presenta un vantaggio di layout rispetto alla terminazione a T: può essere disposta completamente sul

layer superiore. Invece, il resistore di modo comune della T deve essere realizzato su un layer diverso da quello superiore.

### Controllo della corrente di emettitore

La terminazione a T consente un controllo migliore delle correnti di emettitore rispetto alla terminazione Thévenin. Infatti, quest'ultima realizza la stabilizzazione della corrente tramite la propagazione della frazione  $\alpha$  della  $V_{CCO}$  sulla tensione  $V_{TT}$  generata dalla terminazione. Invece, la terminazione a T utilizza la retroazione negativa, misurando la corrente di emettitore attraverso la caduta sulla resistenza di degenerazione, come nel caso di un emitter follower.

Questa differenza di prestazioni può essere compresa disegnando i circuiti equivalenti di entrambe le terminazioni per una variazione di  $V_{CCO}$ , come mostrato in figura 6. Entrambe le reti sono stimulate da un segnale di ingresso pari alla variazione di  $V_{CCO}$  che attraversa  $R_g$  (che rappresenta la resistenza del percorso verso l'emettitore), la giunzione base-emettitore del transistor di uscita e la terminazione. La resistenza di base è stata assorbita per semplicità nella resistenza  $R_g$ , che determina il guadagno. La corrente ICCO Thévenin è la metà della corrente totale, in quanto ci

sono due partitori. Le funzioni di trasferimento di entrambi i circuiti possono essere facilmente ricavate dalla figura 6. La resistenza  $r_e$  è stata trascurata in entrambi i casi, essendo trascurabile rispetto a  $R_g$  e  $Z_0$ . Inoltre, il piccolo valore di  $r_e$  significa che i semi circuiti equivalenti per i transistori che impongono l'1 e lo 0 logici nella terminazione a T sono identici.

Thévenin	$\frac{\Delta I_{CCO}}{\Delta V_{CCO}} = \frac{2 \cdot (1 - \alpha)}{Z_0 + \frac{R_g}{\beta + 1}}$	vedi Fig. 3	$\alpha = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$
Rete a T	$\frac{\Delta I_{CCO}}{\Delta V_{CCO}} = \frac{1}{\frac{Z_0}{2} + RTT + \frac{R_g}{\beta + 1}}$		

Dato che i valori di  $R_g$  e di  $\beta$  dipendono dallo schema interno e dalla realizzazione dello specifico driver LVPECL, queste due funzioni di trasferimento sono rappresentate al variare di  $R_g/(\beta+1)$  in figura 7, dove  $V_{CCO} = 3,3V$  e  $RTT = 77 \text{ ohm}$ , coerentemente con l'esempio discusso sotto.

Si analizzi il grafico: se  $R_g/(\beta+1)=0$ , allora  $b$  è molto grande e  $R_g$  piccola (ovvero  $I_{bias}$  in Fig. 1 è elevata). In questo caso limite, la funzione di trasferimento dipende unicamente dalle resistenze esterne. Più realisticamente, se  $I_{bias} = 0,5 \text{ mA}$ ,  $R_g = 1,6 \text{ kOhm}$  e  $\beta = 100$ , allora  $R_g/(\beta+1) \sim 16$ .

### Un esempio

Si confrontino due diversi driver LVPECL commerciali con diversi valori di  $V_{oh}$  e  $V_{ol}$ , considerando per entrambi una variazione di  $\pm 5\%$  della  $V_{CCO}$  per ciascuna terminazione. La

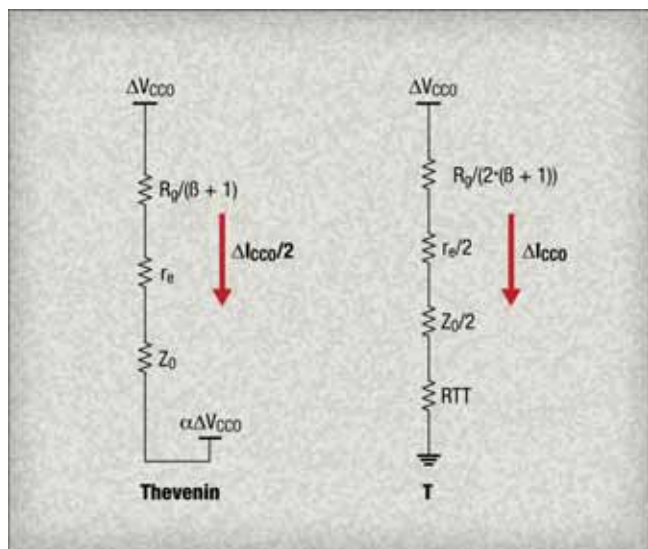


Fig. 6 – Circuiti di controllo della corrente di emettitore nel caso di terminazione Thévenin e a T

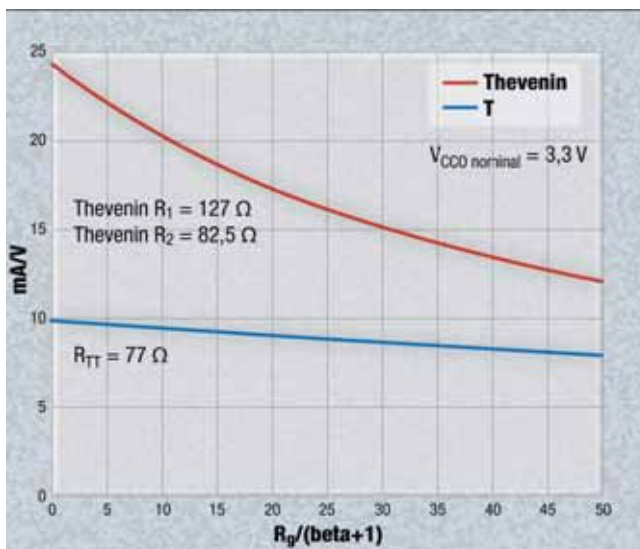


Fig. 7 – Variazione della corrente di emettitore al variare della tensione VCCO con terminazione Thévenin e a T

**Tabella 1 – Confronto tra la terminazione Thévenin e quella a T per due diversi driver**

Terminazione Thévenin	Comp. 1	Comp. 2	Terminazione a T	Comp. 1	Comp. 2
$V_{CCO}$	3.135	3.135	$V_{CCO}$	3.135	3.135
Tensione 1 logico	2.185	1.935	Tensione 1 logico	2.185	1.935
Tensione 0 logico	1.485	1.285	Tensione 0 logico	1.485	1.285
Dinamica logica SE	0.70	0.65	Dinamica logica SE	0.70	0.65
Corrente di pull-up 1 logico	7.48	9.45	$V_{TT}$	1.39	1.19
Corrente di pull-up 0 logico	12.99	14.57	$R_{TT}$	77	70
Corrente di emettitore 1 logico	19.00	14.01	Corrente 1 logico	16.00	15.00
Corrente di emettitore 0 logico	5.01	1.01	Corrente 0 logico	2.00	2.00
Potenza del driver	75	47			
Potenza della terminazione	64	75			
Potenza totale	139	122	Potenza totale	56	53
$V_{CCO}$	3.465	3.465	$V_{CCO}$	3.465	3.465
Tensione 1 logico	2.515	2.265	Tensione 1 logico	2.515	2.265
Tensione 0 logico	1.815	1.615	Tensione 0 logico	1.815	1.615
Dinamica logica SE	0.7	0.7	Dinamica logica SE	0.7	0.7
Corrente di pull-up 1 logico	7.5	9.4	$V_{TT}$	1.6	1.4
Corrente di pull-up 0 logico	13.0	14.6	$R_{TT}$	77	70
Corrente di emettitore 1 logico	23.0	18.0	Corrente di emettitore 1 logico	17.6	16.7
Corrente di emettitore 0 logico	9.0	5.0	Corrente di emettitore 0 logico	3.6	3.7
Potenza del driver	111	80			
Potenza della terminazione	71	83			
Potenza totale	182	163	Potenza totale	74	71
Funzione di trasferimento			Funzione di trasferimento		
Variazione $V_{CCO}$	0.3	0.3	Variazione $V_{CCO}$	0.3	0.3
Variazione livello 1 logico	4.0	4.0	Variazione livello 1 logico	1.6	1.7
Variazione livello 0 logico	4.0	4.0	Variazione livello 0 logico	1.6	1.7
$\Delta V_{CCO}/\Delta V_{CCO}$ (mA/V)	24.2	24.2	$\Delta V_{CCO}/\Delta V_{CCO}$ (mA/V)	9.8	10.6

terminazione a T è ottimizzata per il compromesso migliore tra la velocità di commutazione e la potenza dissipata da ogni dispositivo, imponendo una corrente di emettitore minima di 2 mA per lo zero logico quando  $V_{CCO}$  si riduce del 5%. I valori sono calcolati impiegando le leggi di Kirchhoff. La potenza dissipata è calcolata in entrambi i casi includendo il driver e la terminazione.

Come mostrato in tabella 1, a differenza del caso Thévenin, la libertà di scegliere il valore di  $R_{TT}$  nella terminazione a T offre maggiore versatilità di progetto per ridurre la corrente totale del driver, garantendo al contempo una minima corrente di emettitore adeguata nello stato logico basso. Si notino le elevate fluttuazioni nel valore di tale corrente al variare di  $V_{CCO}$  e tra dispositivi nel caso della terminazione Thévenin a elementi fissi. Se si considerano anche le fluttuazioni dovute al processo e alla temperatura, la differenza fra le due terminazioni diventa ancora più significativa.

Tutte le correnti e le tensioni sono calcolate assumendo i valori tipici di  $V_{OH}$  e  $V_{OL}$  estratti dalle schede tecniche dei componenti per un'alimentazione pari a 3,3V. Le variazioni di  $V_{OH}$  e  $V_{OL}$  con la  $V_{CCO}$  sono assunte di pari entità, dato che le schede tecniche non forniscono altre indicazioni al riguardo. Di conseguenza questi casi corrispondono a  $\beta+1=0$ . La corrente è espressa in mA e la potenza in mW. Il protocollo LVPECL nacque come uno standard di comunicazione ad alta velocità ai tempi in cui le tecnologie microelettroniche erano molto meno avanzate di oggi. Alcuni componenti passivi esterni sono necessari per terminare adeguatamente i driver LVPECL, ma questi devono essere dimensionati opportunamente per adattarsi ai livelli logici di uscita  $V_{OH}$  e  $V_{OL}$ . Le reti di terminazione tradizionali presentano alcuni svantaggi, che sono invece evitabili impiegando reti di resistori a  $\Pi$  greco o a T in circuiti più versatili ed energeticamente efficienti. ■

## LE INNOVAZIONI NEL CAMPO

Francesco Ferrari

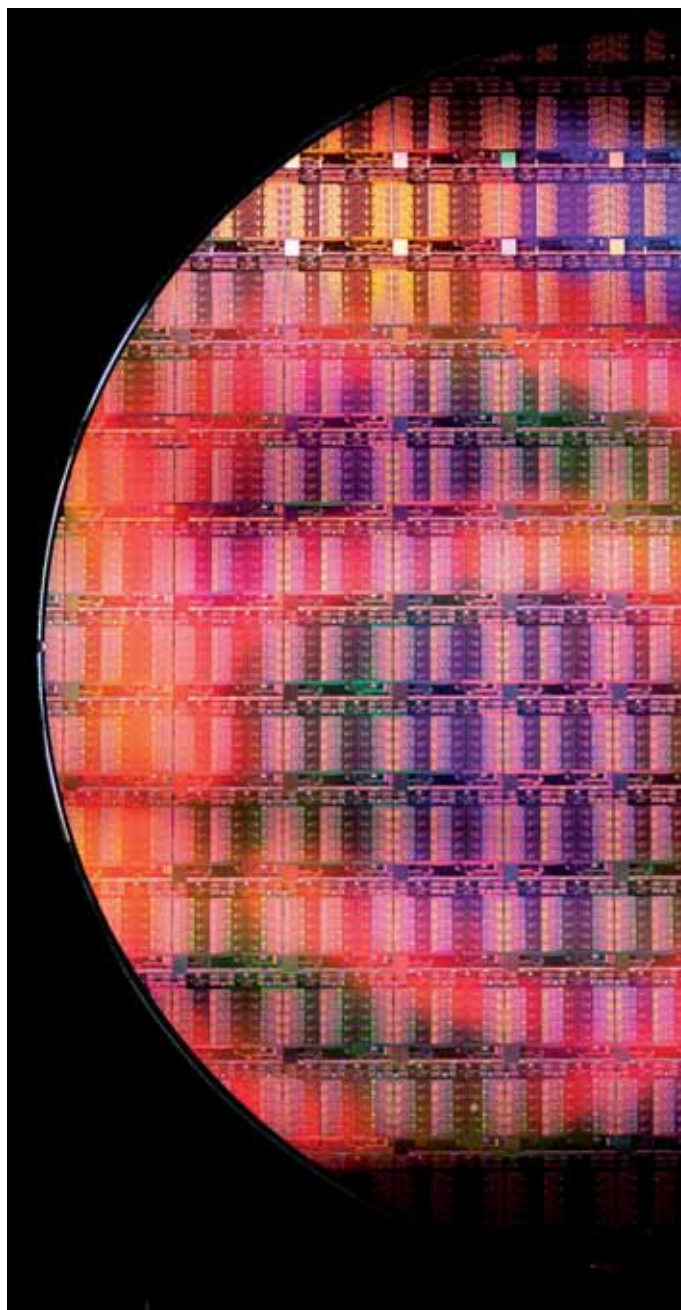
Le roadmap dei principali produttori di microprocessori per il 2015 sono ricche di novità, molte delle quali destinate al segmento mobile

I produttori di microprocessori stanno affrontando il 2015 con numerosi nuovi componenti e nel corso dei prossimi mesi sono previsti ulteriori annunci. In generale, le tendenze tecnologiche sono le stesse degli scorsi anni, cioè un aumento del numero di core integrati nei chip, soprattutto per la grafica, la riduzione dei consumi, una precisa segmentazione per offrire componenti che siano la soluzione migliore per determinati ambiti applicativi. A questi trend si accompagna la naturale evoluzione tecnologica, con lo sviluppo di nuove generazioni di architetture per i core e processi produttivi sempre più raffinati.

### Gli sviluppi di AMD

[AMD](#) ha recentemente annunciato l'aggiunta alla sua roadmap del primo SoC ad alte prestazioni. Questo componente, noto con il nome in codice Carrizo, è destinato ai sistemi mobile e si basa su un nuovo core (il suo nome, sempre in codice, è Excavator) dotato della nuova generazione di grafica Radeon di AMD. Un'altra caratteristica importante è la rispondenza alle specifiche Heterogeneous Systems Architecture (HSA) 1.0. Carrizo avrà, inoltre, fino a quattro core Excavator e una dissipazione compresa fra 15W e 35W. Di fatto il passaggio a quattro core modulari di tipo Excavator dovrebbe permettere di ottenere un interessante salto in termini di performance rispetto all'uso dei precedenti core di tipo Steamroller. Insieme a Carrizo, AMD ha annunciato anche Carrizo-L, un SoC tradizionale basato su core Puma+ e dotato di grafica Radeon R-Series. Entrambe le APU sono inoltre dotate di un Secure Processor per implementare l'ARM TrustZone. Carrizo e Carrizo-L si prevede che saranno in consegna nella prima metà del 2015, mentre i relativi laptop e sistemi all-in-one dovrebbero essere disponibili entro la metà del 2015.

Dal punto di vista delle applicazioni, le nuove APU Mobile 2015 sono progettate come soluzioni complete per il gaming, la produttività e l'intrattenimento



# DEI MICROPROCESSORI

in UltraHD/4K, e questo grazie anche al supporto delle librerie DirectX 12 di Microsoft, OpenCL 2.0, delle API Mantle e di Windows 10. Grazie inoltre all'infrastruttura comune tra Carrizo e Carrizo-L, la famiglia di APU Mobile 2015 di AMD permetterà di semplificare il lavoro di progettazione dei prodotti, sia per il mercato professionale sia per quello consumer, basati su queste soluzioni.

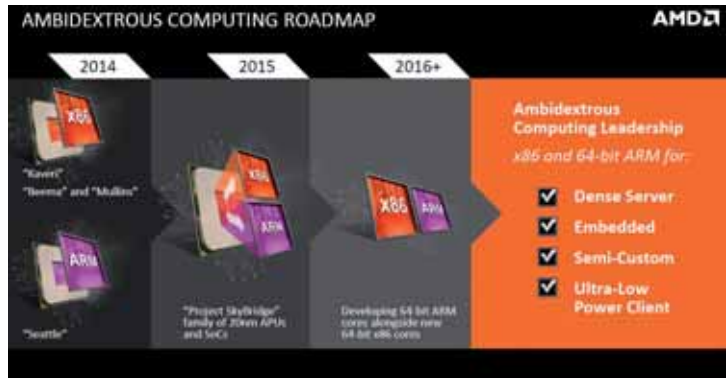
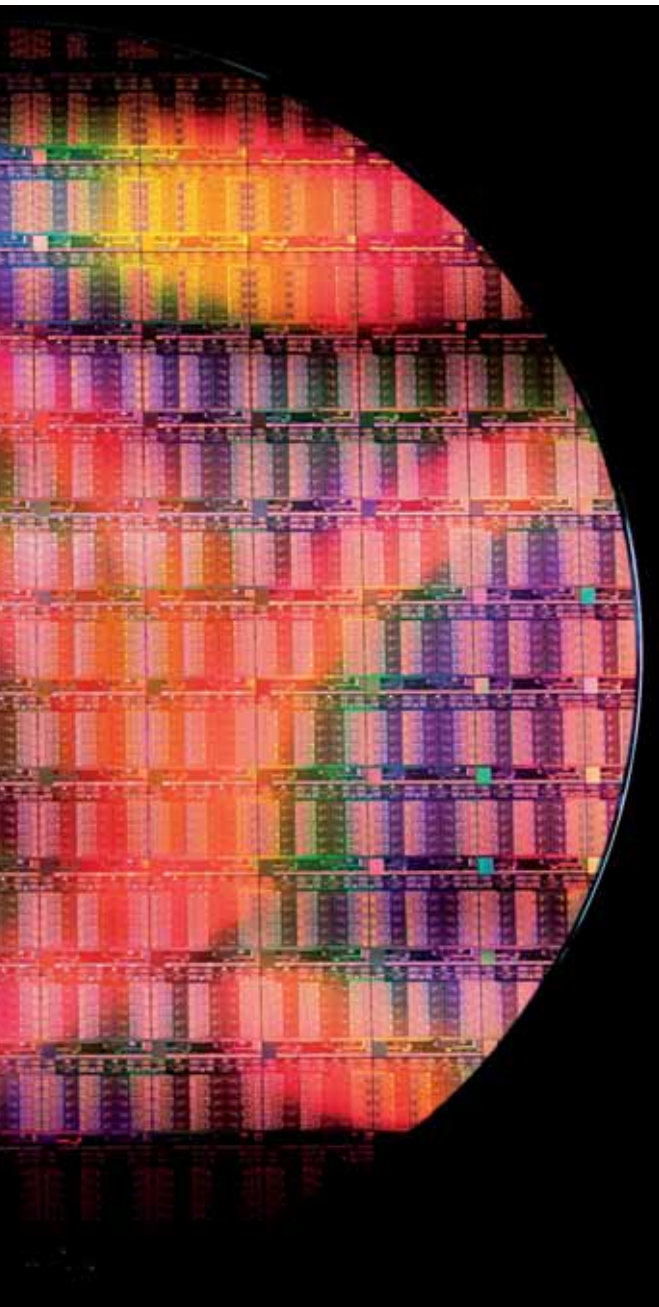


Fig. 1 – AMD ha elaborato una strategia definita “ambidextrous computing” che permetterà di sfruttare al meglio le potenzialità offerte dagli ecosistemi x86 e ARM a 64 bit

Sempre per i sistemi portatili, nel segmento ultra-low power AMD ha previsto di proseguire con le APU Mullins basate su 2-4 core di tipo Puma e SDP di circa 2W.

Più in generale, il 2015 per AMD sarà l'anno delle soluzioni in grado di sfruttare al meglio le potenzialità offerte dagli ecosistemi x86 e ARM, grazie alla strategia denominata “ambidextrous computing”. Alla base della roadmap per questa strategia c'è infatti l'annuncio della licenza per l'architettura ARM a 64 bit destinata allo sviluppo di prodotti ad alte prestazioni per i segmenti di mercato a crescita elevata, come per esempio quelli dei server ad alta densità o dei sistemi embedded.

Lo sviluppo della nuova strategia nel 2015 avverrà tramite il progetto chiamato Skybridge e caratterizzato da una nuova famiglia di APU e SoC realizzati con un processo produttivo a 20 nanometri. Aspetto molto interessante è che sarà la prima con processori ARM e x86 “pin-compatible”. Questo tipo



Fig. 2 – Per il 2015 nel segmento mobile AMD prevede di introdurre due nuove APU chiamate rispettivamente Carrizo e Carrizo-L

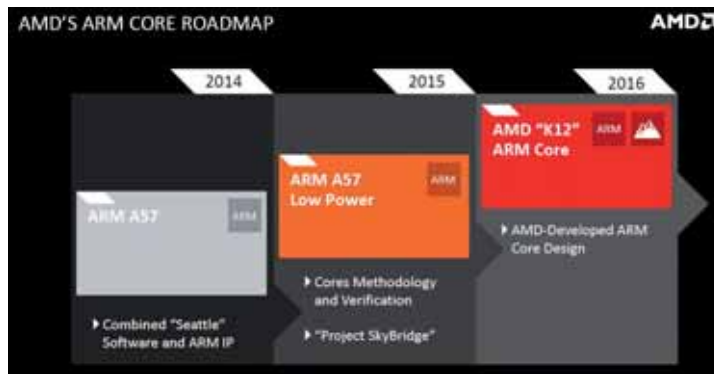


Fig. 3 – La roadmap di AMD prevede per il 2015 e il 2016 rispettivamente "Project SkyBridge" e i core K12

di compatibilità dovrebbe permettere alle motherboard di poter utilizzare sia i SoC sia le APU. Il modello ARM a 64 bit di SkyBridge sarà basato su core ARM Cortex-A57 e costituirà la prima piattaforma AMD per Android basata su architettura HSA (Heterogeneous System Architecture). La versione x86 sarà invece caratterizzata da un core Puma+ di nuova generazione. Un altro elemento cardine della strategia di AMD è costituito dal nuovo core K12, un core ARM ad alte prestazioni e consumo energetico ridotto. I primi prodotti basati su core K12 saranno presentati nel corso del 2016.

### L'avanzata di ARM

L'importanza dei processori con architetture ARM è aumentata progressivamente grazie alla notevole diffusione di questo tipo di componenti negli ultimi anni e all'aumento del numero di produttori che li utilizza.

La novità più recente di ARM nel segmento dei processori è costituita dal Cortex-A72, un SoC a 64 bit con architettura ARMv8-A. Si tratta di una soluzione di fascia alta, nota anche con il nome in codice Maia, realizzata con processo produttivo a 16 nm FinFET di TSMC e i primi prodotti basati su questo chip sono attesi per fine 2015 e inizio 2016. Rispetto ai Cortex A15 e A57, i consumi sono inferiori a parità di prestazioni, o, ribaltando il punto di vista, le prestazioni sono più elevate a parità di consumi. Queste caratteristiche lo rendono particolarmente interessante per i prodotti mobile, tipicamente smartphone di fascia alta.

Il processore può essere implementato singolarmente oppure insieme al Cortex A53 e all'ARM CoreLink CCI (Cache Coherent Interconnect).

Per gli sviluppi futuri, è particolarmente interessante proprio l'annuncio dello scorso

ottobre relativo all'accordo fra ARM e TSMC per i processori ARMv8-A, da realizzare con tecnologia produttiva 10FinFET di TSMC. Questo accordo nasce anche dal successo ottenuto nello scalare il processo produttivo da quello 20SoC a quello 16 FinFET.

### I processori di Intel

Intel ha appena annunciato i processori Core di quinta generazione, quelli con il nome in codice Broadwell, che sostituiranno progressivamente i precedenti Haswell. Tra le novità più interessanti per questa nuova generazione c'è il processo produttivo a 14 nm, già utilizzato comunque per i processori per ultra-mobile Core M. Le prime versioni disponibili sono quelle dual core, mentre per i modelli quad core sarà necessario attendere il secondo semestre dell'anno.

Le roadmap ufficiali di Intel comunque non svelano molto sui prossimi sviluppi. Per esempio, per il mondo embedded, la gamma ufficiale di CPU disponibili nel primo trimestre del 2015 comprende modelli come gli Xeon Romley EP e EN (rispettivamente gli Xeon E5-2600 e E5-2400) a 32 nm, affiancati dalle versioni Crystal Forest/server con il chipset per le comunicazioni. Gli Xeon Carlow, cioè gli E3-1225v2 e 1275v2 che sono invece realizzati con un processo a 22 nm, come gli Xeon Denlow e la versione refresh degli Xeon Romley-EP e EN. Per i microprocessori

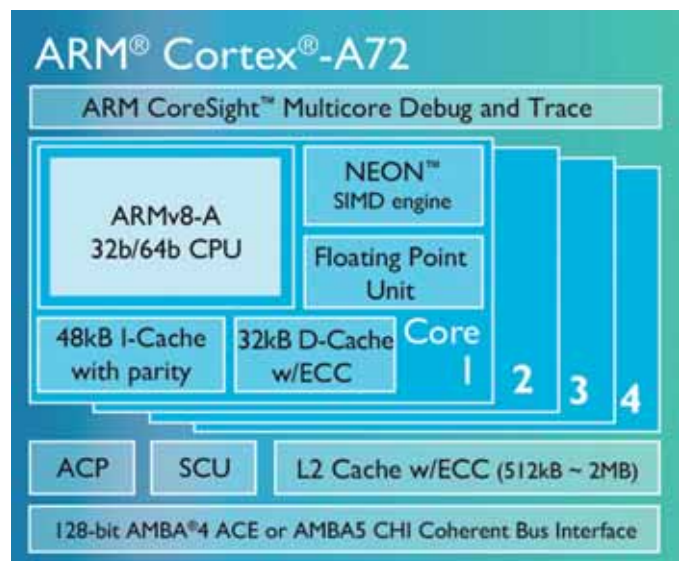


Fig. 4 – La novità più recente di ARM è il Cortex-A72, un SoC a 64 bit con architettura ARMv8-A



della serie Core per applicazioni embedded, sempre per il primo trimestre del 2015 è prevista dalle roadmap ufficiali, fra l'altro, la disponibilità dei Maho Bay (i Core di terza generazione con chipset B75/Q77 Express), degli Shark Bay (i Core di quarta generazione con i chipset Q87/C226), i processori core di terza generazione con il chipset Mobile HM76/QM77 Express (Chief River), gli Shark Bay Mobile (Core Mobile U di quarta generazione). Per gli Atom, le famiglie previste sono quelle Bay Trail e Rangeley.

Stando però alle notizie reperibili da altre fonti, Intel sta preparando per il 2015 il lancio della microarchitettura chiamata in codice Skylake, associata al processo produttivo a 14 nm, che conviverà con i processori Broadwell. Una differenza non irrilevante fra le due famiglie però dovrebbe risiedere nella necessità di piattaforme diverse, quindi con motherboard e memorie differenti. Per il terzo trimestre 2015 si parla, invece, dei processori Skylake-S, versioni in package LGA dotati sia di due sia di quattro core, e degli Skylake-U, modelli dual core per i sistemi a consumo più basso e caratterizzati da package di tipo BGA.

Nel secondo trimestre del 2015 dovrebbero arrivare gli Atom della serie N, basati su architettura Braswell, con versione dual core e quad core, che dovrebbero sostituire progressivamente la famiglia Bay Trail D.

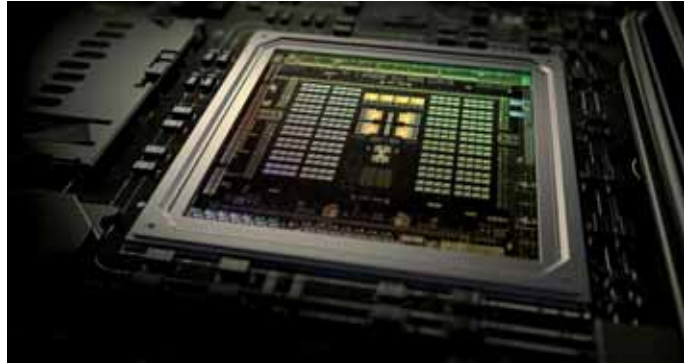
Una delle novità più interessanti del 2016, almeno nel primo trimestre, dovrebbero essere i processori Broadwell-E per la fascia di macchine dalle prestazioni più elevate.

#### Le novità di Qualcomm

Per quanto riguarda i processori più recenti, [Qualcomm](#) ha annunciato il supporto per la Carrier Aggregation LTE Category 9 per il suo Snapdragon 810. Questo processore multi core a 64 bit infatti integra un modem per la nuova generazione di comunicazioni LTE-Advanced, che permette di raggiungere velocità di download fino a 450 Mbps su tre portati LTE a 20 MHz.

Su Internet, inoltre, non è difficile trovare numerose indiscrezioni (quanto attendibili però è da verificare) sulle prossime versioni di processori Snapdragon. Secondo alcune fonti, Qualcomm starebbe infatti lavorando allo Snapdragon 820, basato su otto core TS2 a 64 bit e realizzato con un processo produttivo a 14 nm FinFET. Il processore dovrebbe

utilizzare memorie di tipo LPDDR4 e il modem MDM9x55 LTE-A dovrebbe supportare reti 4G LTE Cat. 10. Snapdragon 815, invece, dovrebbe essere una versione dotata di quattro core TS1i più quattro core TS1 in configurazione big.LITTLE e realizzata



**Fig. 5 – Tegra K1 di Nvidia offre una capacità di calcolo di oltre un Teraflops e si basa sull'architettura Maxwell**

con processo produttivo a 20 nm. Anche per questo processore dovrebbe essere previsto il supporto per memorie LPDDR4 e reti 4G LTE Cat. 10.

Gli Snapdragon 625 e 629 dovrebbero essere, invece, processori destinati alla fascia media, sempre dotati di otto core e realizzati con processo a 20 nm, mentre gli Snapdragon 620 e 616 dovrebbero avere quattro core e supporto per memorie LPDDR3e reti 4G LTE Cat. 10.

Si dovrebbe ritornare a una soluzione a otto core, ma di tipo Cortex A53, con lo Snapdragon 616.

#### Tegra X1

La novità più recente di [Nvidia](#) nel segmento dei microprocessori è il Tegra X1. Questo chip è stato appena annunciato e dovrebbe iniziare a essere disponibile nella prima metà dell'anno.

Questo componente è destinato al segmento mobile e a quello automotive e offre una capacità di calcolo di oltre un Teraflops. Tegra X1 è stato realizzato partendo dall'architettura della GPU Maxwell e mette a disposizione 256 core. Rispetto al predecessore, Tegra K1, basato su architettura Kepler, raddoppia le performance.

Dal punto di vista dell'architettura, Tegra X1 oltre ai 256 core Maxwell integra anche quattro core Cortex A57 con due Mbyte di cache al secondo livello e quattro core Cortex A53 con 512 Kbyte di cache al secondo livello, mentre il processo produttivo è quello SoC a 20 nm di TSMC. ■

# Progettazione di occhiali smart: come regalare un'esperienza visiva coinvolgente

**Carlos Lopez**  
Strategic marketing manager

**Dan Morgan**  
Systems engineer

[Texas Instruments DLP Pico Products](#)

**Un esame di alcune delle problematiche principali della progettazione di soluzioni NED che consentano una visione perfetta e, al tempo stesso, “fondano” il mondo digitale con il mondo reale**

**A**ttualmente si sta sviluppando un'ampia gamma di Near-Eye Display (NED), conosciuti anche come occhiali smart, per realtà virtuale (VR) e realtà aumentata (AR), grazie ai quali crescono le opportunità di offrire esperienze visuali che mescolano contenuti digitali e mondo reale. In questo articolo saranno analizzate alcune delle problematiche principali della progettazione di soluzioni NED che consentano una visione perfetta e, al tempo stesso, “fondano” il mondo digitale con il mondo reale.

Esistono molti casi in cui il perfezionamento tecnico di una soluzione NED non è semplicemente auspicabile, ma fondamentale per l'utilizzo degli occhiali stessi. Si pensi a un chirurgo o un medico del pronto soccorso che indossa gli occhiali smart come ausilio durante un intervento. In quella situazione è fondamentale avere una visione chiara a tutto campo. Oppure si pensi a un giocatore di videogame, per il quale serve un ritardo di visualizzazione estremamente ridotto per garantire un'esperienza di gioco fluida in tempo reale.

In entrambi i casi, per avere un'esperienza visiva efficiente e coinvolgente, bisogna ridurre al minimo la latenza (ritardo) dell'immagine visualizzata, massimizzare il contrasto ottico e allargare il più possibile il campo visivo (FOV) delle informazioni visualizzate,

**Latenza di visualizzazione: la chiave per avere un'esperienza in tempo reale**

Partendo dalla latenza di sistema, molte componenti a livello di sistema possono contribuire alla latenza percepita dall'utente. Ai fini di questa analisi l'attenzione si concentrerà sulla porzione relativa al motore di visualizzazione, che può essere suddivisa in due componenti:

**Latenza di visualizzazione (pixel) = tempo di aggiornamento dati pixel + tempo di commutazione pixel**

Il primo parametro, chiamato “tempo di aggiornamento dati pixel”, è il tempo necessario al dispositivo di visualizzazione per “caricare” un nuovo valore di dati in un pixel. Per molte architetture di motori di visualizzazione, questo tempo è pari a uno o più fotogrammi, misurato dall'ingresso del motore. Supponendo un ritardo di un fotogramma, si tratta di circa 16,67 ms per una fonte a 60 Hz, condizione frequente perché molti display moderni sono dotati di una memoria di fotogramma per facilitare l'elaborazione delle immagini. Per alcuni motori, il tempo di aggiornamento dei dati pixel può essere di due o più fotogrammi.

Il secondo parametro della latenza di visualizzazione è il “tempo di commutazione pixel”, cioè il tempo che il pixel impiega per passare dallo stato corrente (on oppure off) allo

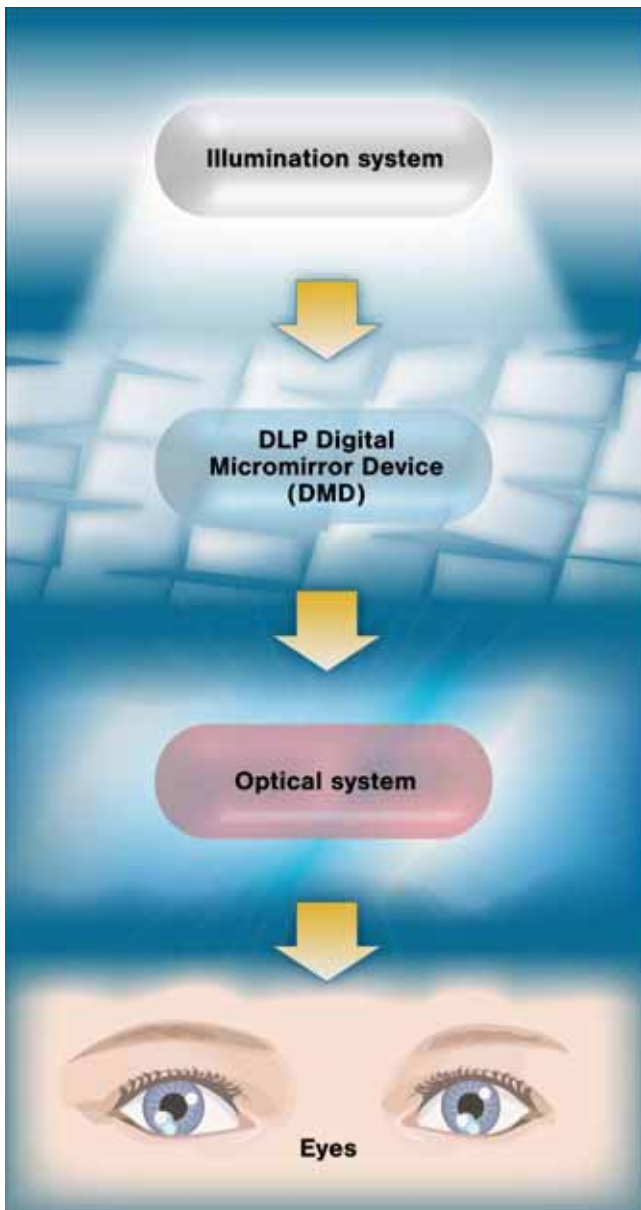


Fig. 1 – Schema a blocchi di un sistema ottico NED basato su DLP

stato opposto. Il tempo di commutazione termina quando il pixel si è stabilizzato quanto basta perché l'occhio umano possa chiaramente percepire il nuovo dato.

La somma del tempo di aggiornamento dei dati pixel e del tempo di commutazione del pixel rappresenta il ritardo totale di visualizzazione percepito dall'occhio umano. Un tempo di latenza di 16,67 ms viene spesso considerato ottimo, ma alcuni display possono arrivare a ritardi di 60 ms o più.

I [chip DLP Pico di Texas Instruments](#) offrono velocità di pixel fra le più elevate in commercio e possono commutare ogni microspecchio digitale (pixel) migliaia di volte al

secondo, riducendo la latenza di visualizzazione e quindi supportando frequenze di visualizzazione (frame rate) fino a 120 Hz, a parità di qualità dell'immagine.

### Contrasto: la chiave per fondere contenuti digitali con il mondo reale

Oltre a offrire un'esperienza in tempo reale con bassa latenza, la soluzione NED ideale dovrebbe mostrare contenuti trasparenti con una nitidezza elevata, per non ostruire all'utente la visione del mondo reale. Ad esempio, se i dati visualizzati usano solo il 20 per cento dell'array di pixel del display/dispositivo, il restante 80 per cento dovrebbe essere praticamente invisibile all'utente, in modo che i contenuti digitali si "fondano" con il mondo reale.

È importante osservare che in un sistema ottico NED trasparente (see-through) l'immagine non viene visualizzata su una superficie semitrasparente (cioè su lenti di vetro). La visualizzazione su una superficie semitrasparente non sarebbe efficace, poiché tale superficie sarebbe necessariamente molto vicina all'occhio, che non è in grado di mettere a fuoco a distanze così ridotte. Invece di creare un'immagine su una superficie, il sistema ottico forma una pupilla ottica e l'occhio umano funge da ultimo elemento della catena ottica, formando così l'immagine finale sulla retina.

Un sistema ottico NED trasparente conterrà normalmente un elemento ottico a guida d'onda che raccoglie la luce all'ingresso e la proietta verso l'occhio dell'utente. Questa disposizione non solo forma la pupilla ottica necessaria, ma consente anche di posizionare il micro-display, le ottiche e l'illuminazione in modo tale da non ostruire la vista dell'utente (Fig. 1).

Ora che abbiamo capito come funziona il sistema ottico, come possiamo assicurarci che le aree trasparenti dell'immagine visualizzata non ostriscano la vista dell'utente? Il modo migliore è aumentare al massimo il rapporto di contrasto del sistema ottico. La figura 2 mostra l'effetto del contrasto sulla visualizzazione dal punto di vista di chi indossa gli occhiali smart.

Numerosi fattori nella progettazione di occhiali NED possono influire sul rapporto di contrasto. I fattori principali sono il valore F dell'ottica e la disponibilità di algoritmi avanzati di elaborazione delle immagini. In alcuni dispositivi micro-display, anche il fattore di riempimento può incidere sul contrasto, ma solitamente in misura minore. Il valore F dell'ottica indica il rapporto fra la lunghezza focale della lente e il diametro della pupilla di ingresso. Un valore F maggiore produce un rapporto di contrasto superiore, oltre a ridurre la complessità ottica e le dimensioni dell'ottica. Se da un lato un valore F superiore restituisce

un maggiore contrasto, dall'altro deve essere bilanciato con il campo di visione richiesto, perché un valore F maggiore, oltre ad aumentare il contrasto, restringe al tempo stesso il campo di visione.

L'elaborazione avanzata di immagini può migliorare il contrasto gestendo in maniera intelligente l'illuminazione RGB (cioè la luminosità dei LED), in combinazione con il guadagno digitale applicato a ogni fotogramma dell'immagine. Ad esempio, i nuovi chipset TRP di TI DLP Products (Fig. 3) utilizzano la suite di algoritmi IntelliBright, che comprende una funzione chiamata Content Adaptive Illumination Control (CAIC). Questo algoritmo regola in maniera intelligente la luminosità dell'immagine in base al suo contenuto e alle condizioni di luce ambiente. Oltre a ottimizzare la lumino-



Fig. 2 – Questa immagine illustra l'impatto del rapporto di contrasto su qualità e leggibilità dell'immagine (l'immagine è una simulazione e non è ricavata da un sistema NED reale)

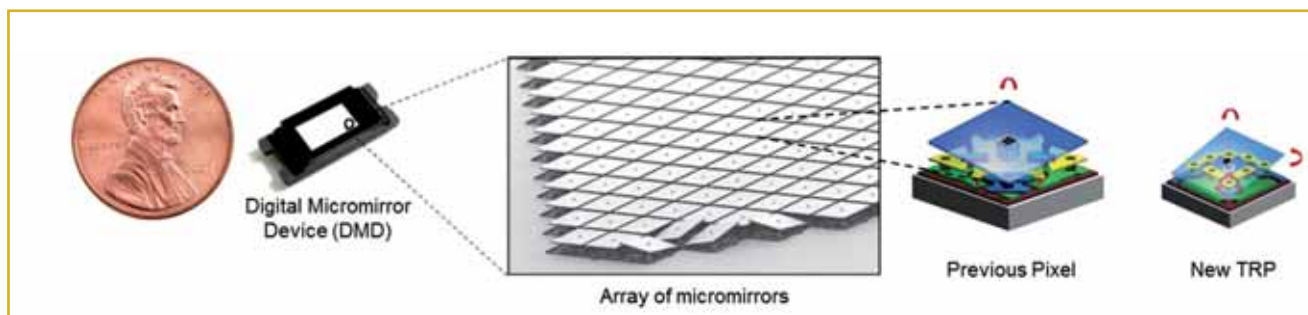


Fig. 3 – Un tipico elemento DLP

sità e il contrasto dell'immagine, vengono ottimizzati anche i consumi di potenza, un altro aspetto importante per gli occhiali smart.

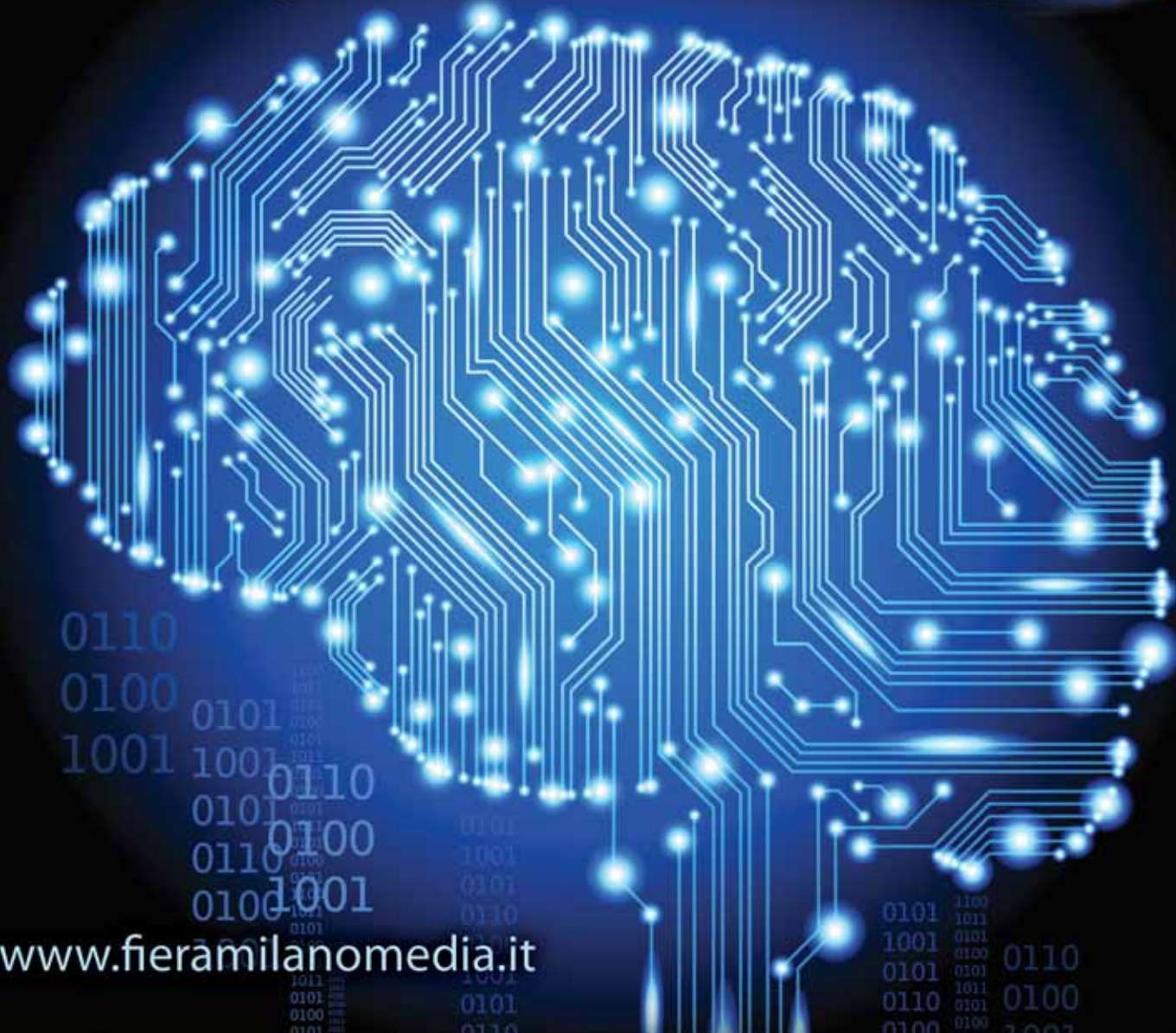
### Offrire un'esperienza di visione naturale con un campo visivo più ampio

L'occhio umano ha un campo visivo orizzontale di quasi 180 gradi. I visori per la realtà aumentata hanno normalmente un campo visivo fra 20 e 60 gradi, sufficiente per offrire un'esperienza di visualizzazione naturale. In confronto, i tipici "smartglass" hanno un campo visivo più stretto, costringendo a volte l'utente a muoversi in maniera innaturale. La maggior parte dei NED trasparenti si sta evolvendo verso un campo visivo più ampio. In tal modo il display si sovrapporrà a una porzione maggiore del campo visivo naturale dell'utente sul mondo reale, regalando quindi un'esperienza di visione di qualità superiore.

Il campo visivo è determinato da tre parametri di progettazione: dimensione della diagonale dell'array di micro-display, valore F dell'ottica e dimensioni della pupilla all'estremità

della guida d'onda. È necessario trovare il giusto equilibrio fra questi fattori. una diagonale maggiore produce un campo visivo più ampio e anche una risoluzione maggiore nella maggior parte dei casi, ma fa aumentare l'ingombro del sistema perché la diagonale si accompagna tipicamente a ottiche più grandi. Un valore F minore si traduce in un campo visivo maggiore, ma aumenta anche le dimensioni dell'ottica e riduce il contrasto. Aumentando le dimensioni della pupilla, infine, il campo visivo si restringe. Ad esempio, una pupilla da 5 mm può generare un campo visivo di 45 gradi, mentre con una pupilla da 10 mm a parità di valore F il campo visivo scende sotto i 25 gradi. In questa fase di sviluppo di molte soluzioni NED trasparenti, è fondamentale offrire esperienze visive che fondano perfettamente i contenuti digitali con il mondo reale. La progettazione richiede alcuni compromessi che hanno un impatto diretto sull'esperienza dell'utente. Per maggiori informazioni su questi aspetti, consultare te il [whitepaper DLP Technology for Near Eye Display](#) e visitare la [E2E community di TI](#) per valutare diverse soluzioni progettuali con gli esperti di TI. ■

# The power of brain



www.fieramilanomedia.it

**EMBEDDED**  
NOVEMBRE 2011 42

**contradict**

LA COPERTINA  
EMBEDDED  
NVIDIA CODE & AMP  
AMD Buntu 11  
in pratica Embedded

**BARRENA**  
Test di setup  
per un hardware  
senza errori

Prima del Parlamento  
e aspettative  
comparative del mercato  
Microchip industriale  
Componenti critici per applicazioni  
a codice da zero

CLASSIFICA 1  
MAGAZINE DI PIU'

**DIGIKEY.IT**

**EO NEWS**

**Sempre più verde l'industria europea**

**+3% per il mercato dei chip analogici**

**Ancora il segno meno per la Digital Technology**

**Nuove APU serie R da AMD**

**MERCATI**  
Borsa e Valori  
Prestazioni  
Settori

**DOSSIER**  
Industria di Conoscenza

**DISTRIBUZIONE**  
Dati e trend del comparto  
in 2011

**ABBONATI ON LINE**  
Non perdere la bussola...  
il servizio sulla carta del business

**Yokogawa**  
Sistemi di test elettronici collegati tra loro ed off

**DIGIKEY.IT**

**EO elettronica OGGI**

**DOSSIER**  
NVIDIA NVIDIA CODE & AMP

**COVER STORY**  
NVIDIA CODE & AMP

**YOKOGAWA**  
Sistemi di test elettronici collegati tra loro ed off

**DIGIKEY.IT**

Per maggiori informazioni: **Giuseppe De Gasperis**  
giuseppe.degasperis@fieramilanomedia.it - tel. +39 02 4997 6527



# Valutare le prestazioni degli MCU a basso consumo

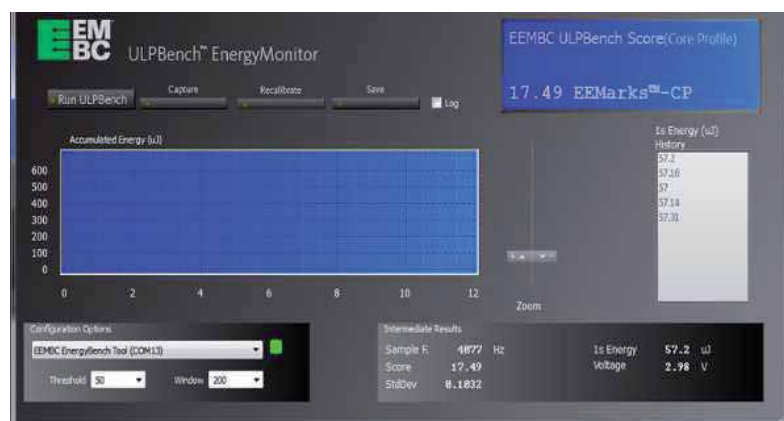
Lucio Pellizzari

**I microcontrollori a consumo ultra basso stanno diventando fondamentali per una crescente varietà di applicazioni e perciò occorre valutarne le prestazioni con criteri intransigenti e indipendenti dai costruttori**

**L'**ente californiano di riferimento per le misure sulle prestazioni dei microcontrollori [EEMBC \(Embedded Microprocessor Benchmark Consortium\)](#) ha introdotto un nuovo sistema di valutazione dedicato ai dispositivi a consumo ultra basso oggi sempre più al centro dell'attenzione in quasi tutti i settori dell'elettronica. Il tool ULPBench-CP (dove CP sta per Core Profile) è stato pensato per la verifica dei microcontrollori con assorbimento in corrente sotto i 28 milliAmpere ed è il primo di una serie di tool che il consorzio ha pianificato nei prossimi mesi proprio per i test sulle applicazioni, nelle quali i consumi sono un parametro prioritario come nei dispositivi per Internet of Things, oppure nei sistemi medicali indossabili destinati a funzionare per anni con un'unica batteria delle dimensioni di un bottone. Il tool è predisposto per i test sulle architetture a 8, 16 oppure 32 bit e può riconoscere la modalità di potenza in esercizio, nonché rilevare l'efficienza dell'RTCC, Real-Time Clock and Calendar, e correlarla alle attività in esecuzione per valutarne il rendimento.

In pratica, il motore di test principale invia delle opportune sequenze di simboli di comando e stringhe di dati alla memoria e poi induce l'unità algebrica a elaborarle seguendo una successione ben precisa, che consente di generare dei risultati utili per verificare il corretto funzionamento del microcontrollore e calcolare l'assorbimento di potenza correlato alla temporizzazione impostata e al tipo di operazione eseguita. In effetti, il modulo EnergyMonitor serve proprio a calcolare almeno cinque volte l'energia media al secondo e poi sceglierne il valore medio, mentre monitorando l'RTCC il tool determina il duty-cycle che consente di stabilire in quale modalità di potenza sta funzionando il dispositivo e conoscere con precisione quando si trova nella modalità a basso consumo.

Inoltre, il tool verifica tutte le modalità di utilizzo delle periferiche, delle interfacce (Ethernet, USB, eccetera) e ne valuta



**Fig. 1 – Il nuovo tool di test ULPBench-CP è stato realizzato dall'EEMBC per offrire ai progettisti un criterio di valutazione sulle prestazioni dei microcontrollori a consumo ultra basso**

l'efficienza. Alla fine, il software esprime tramite una comoda interfaccia grafica (GUI) il parametro di qualità riassuntivo ULPMark, ma se necessario si può anche fare a meno dell'analisi completa e limitare il test al solo tool EnergyMonitor oppure a un'area del circuito ben precisa. Una caratteristica essenziale del tool è che può fare tutto in meno di una decina di secondi, indipendentemente dall'architettura del microcontrollore sotto esame, perché sfrutta parametri di riferimento fondamentali e pertanto assoluti, che consentono valutazioni con tolleranza massima di  $\pm 1\%$  per le correnti sotto 1 mA e di  $\pm 2\%$  per le correnti sopra 1 mA (quando in genere si accetta anche una tolleranza di  $\pm 5\%$  su questo tipo di valutazioni).

## Come scegliere

Per esempio, alcuni componenti assorbono potenza più frequentemente e altri più raramente e perciò nei primi occorre che l'efficienza energetica sia la migliore possibile mentre nei

secondi può invece essere trascurata privilegiando la scelta in base al costo o alle prestazioni. Inoltre, molti moderni prodotti come ad esempio gli smartphone incorporano uno o più convertitori dc/dc e questi sono notoriamente rumorosi nel senso che non è possibile trascurarne l'impedenza parassita, che va piuttosto compensata posizionando adeguatamente qualche condensatore di disaccoppiamento affinché si riduca la caduta di tensione correlata. Lo stesso vale per i circuiti di retroazione in appoggio ai transistor di potenza, che inevitabilmente ospitano induttanze capaci di generare rumore e assorbire dall'alimentazione potenza elettrica, che poi rimane inutilizzata. Similmente, è bene limitare il più possibile il numero dei regolatori lineari, perché di corrente ne consumano un bel po' mentre i regolatori a commutazione hanno un rendimento notevolmente migliore a parità di prestazioni. Un altro "datato" ma pur sempre valido consiglio consiste nell'utilizzare transistor a effetto di campo di tipo P, perché hanno la resistenza di conduzione inferiore e consentono di ridurre la tensione di lavoro, pur offrendo ottime prestazioni sia nei tempi di commutazione sia in termini di affidabilità.

Queste problematiche non sono facilmente risolvibili limitandosi a guardare i datasheet ed è perciò che considerare

il valore dell'ULPBench può aiutare i progettisti a scegliere il dispositivo più adatto per quelle applicazioni, destinate a funzionare per molti anni senza rischio di discontinuità. Va aggiunto che generalmente i costruttori forniscono note tecniche e valutazioni sulle prestazioni, cercando di evidenziare le migliori performance dei propri dispositivi, ma ciò non aiuta a confrontare le loro caratteristiche in funzione delle applicazioni a cui sono destinati. Di conseguenza, ecco che un parametro di qualità obiettivo, perché proposto da un ente indipendente dai costruttori, può essere davvero risolutivo in fase di sviluppo.

Sono molti i costruttori a impegnarsi attivamente sullo sviluppo di questo tool e sulla messa a punto delle sue caratteristiche e fra essi si trovano [Analog Devices](#), [ARM](#), [Atmel](#), [Cypress](#) (che ha acquisito Spansion), [Freescale](#), [Microchip](#), [Renesas](#), [Silicon Labs](#), [STMicroelectronics](#) e [Texas Instruments](#). Le prossime versioni in corso di preparazione permetteranno, inoltre, di eseguire test specifici sull'efficienza energetica delle periferiche più complesse come i convertitori A/D e D/A, i modulatori PWM e le interfacce seriali SPI, nonché di quelle innovative o con funzionalità del tutto inedite, che potranno essere presumibilmente introdotte nei prossimi mesi. ■

## The power to shape your world



DRB

Potenza controllabile, affidabile e sicura è la chiave per disegnare il tuo mondo.

TDK-Lambda è leader mondiale nella produzione di alimentatori AC-DC, convertitori DC-DC e filtri EMC / EMI.

Da più di 60 anni, i nostri alimentatori industriali vengono utilizzati in un'ampia gamma di applicazioni, pertanto sono sperimentati, testati e approvati secondo i più alti standard.

La nuova serie DRB ha un'efficienza ErP compatibile che porta a risparmi energetici sempre maggiori, mentre le dimensioni estremamente compatte offrono ulteriore flessibilità.

Disponibile in versioni 15, 30, 50 e 100W, la gamma ha un costo estremamente ragionevole ed una garanzia di 3 anni.

La serie DRB di TDK-Lambda Vi consente di modellare il vostro mondo, con più spazio di quanto ne abbiate mai avuto.

**TDK-Lambda**



Per saperne di più: [www.it.tdk-lambda.com/drB](http://www.it.tdk-lambda.com/drB)

**TDK-Lambda in Italia +39 02 61293863**

# Tecnologie 5G ai blocchi di partenza

Lucio Pellizzari

**Oltre le comunicazioni 4G si va sulle onde millimetriche e National Instruments sta già preparando le piattaforme di prototipazione per le reti wireless 5G in via di sviluppo presso molti laboratori**

**L**a corsa alle tecnologie di comunicazione wireless appare irrefrenabile. I fornitori di servizi stanno in questo periodo preparando le infrastrutture per implementare sui terminali mobili le comunicazioni 4G che consentiranno una connettività Internet molto più efficiente rispetto alle attuali reti 3G. Per le connessioni 4G Long Term Evolution (LTE) si parla, infatti, di 300 Mbps in downlink e 150 Mbps in uplink contro i 14,4 e 5,76 Mbps dei migliori 3G High Speed Packet Access (HSPA), ossia venti volte meglio. Tuttavia, la [Federal Communications Commission \(FCC\)](#) statunitense registra dal 2009 al 2014 una crescita della richiesta mondiale di banda di ben 35 volte da parte del traffico wireless e ciò ha preoccupato gli esperti del settore e indotto i laboratori a spingere più in avanti le ricerche sulla quinta generazione delle comunicazioni mobili.

D'altro canto, le caratteristiche di qualsiasi canale di comunicazione rispondono al teorema di Shannon, che definisce la capacità di trasporto dei segnali attraverso un mezzo trasmissivo, ossia il massimo ritmo di trasmissione ottenibile come funzione proporzionale al rapporto fra la banda del segnale e il rumore elettromagnetico presente. Ciò significa che nelle comunicazioni mobili per riempire ancor di più l'etere di informazioni bisogna aumentare in proporzione la larghezza della banda, ovvero la potenza di trasmissione. Fino alle tecnologie 4G i ricercatori si sono focalizzati sui segnali con banda sotto i 6 GHz, perché si è pensato che oltre non fosse conveniente e richiedesse energie troppo elevate per una tecnologia con volumi di utilizzo planetari.

La svolta è avvenuta dopo che Ted Rappaport, del centro di ricerca [NYU Wireless](#) dell'Università di New York, ha di-



**Fig. 1 – National Instruments ha già pronta una piattaforma completa per i test sulle comunicazioni 5G e propone il modulo NI 5791 per la prototipazione delle Software Defined Radio su LabVIEW**

mostrato che nelle comunicazioni wireless si possono utilizzare anche le microonde di frequenza più elevate meglio note come onde millimetriche (EHF, Extremely High Frequency) perché hanno lunghezza d'onda di una manciata di millimetri. Rappaport ha sperimentato svariati collegamenti mmWave a 28, 38, 60, 71 e 76 GHz nei quali ha ottenuto velocità di trasmissione da 2 fino a ben 6 Gbit/s. Il passo avanti è dovuto al fatto che con una banda e una velocità di canale di questo livello è possibile perfezionare le tecnologie di trasmissione Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) e aumentare la banda istantanea disponibile per ogni collegamento persino a 2 GHz, ossia cento volte più larga rispetto agli attuali 20 MHz, grazie al trasferimento sincrono di ben 128 segnali in parallelo. Ciò significa spalmare le connessioni su più sottoportanti e moltiplicare l'efficienza spettrale in termini di bit al secondo per ogni Hertz di banda, ottenendo una densità di bit per canale notevolmente

maggiore, proprio perché suddividendo i segnali complessi in più componenti è possibile accrescere la capacità di Shannon disponibile nell'etere di parecchi ordini di grandezza.

Questo approccio consentirebbe di implementare collegamenti Internet confrontabili con quelli terrestri e perciò si capisce perché le comunicazioni 5G suscitino tanto interesse sul mercato. Va detto che l'elevata frequenza può suscitare dubbi sulla salubrità delle onde millimetriche utilizzate molto vicino al cervello ma, secondo la normativa vigente, fino a 300 GHz si parla ancora di onde non ionizzanti, che non hanno energia sufficiente per rompere i legami delle molecole del DNA se non con esposizioni di forte intensità prolungate nel tempo e perciò valgono le stesse precauzioni valide per gli attuali telefonini, che consigliano di mantenere una



distanza dall'orecchio e dal corpo di almeno 1,5 cm per essere immuni da qualsiasi conseguenza.

### Test di quinta generazione

[National Instruments](#) sta dedicandosi da qualche tempo allo sviluppo delle tecnologie 5G, innanzi tutto, in collaborazione con la [Technical University di Dresda](#), in Germania, dove un team studia come riuscire a spalmare la modulazione Orthogonal Frequency-Division Multiplexing (OFDM) su più sottoportanti, ottenendo la nuova General Frequency Division Multiplexing (GFDM), che consente di gestire molti più segnali in parallelo. Inoltre, partecipa al progetto [CROWD \(Connectivity management for eneRgy Optimised Wireless Dense networks\)](#), finanziato dalla Commissione Europea (EU Framework Project 7, FP7), che serve per definire le linee guida sulle caratteristiche delle stazioni cellulari 5G prossime venture. Fondamentale per tutti questi progetti di ricerca è la piattaforma di prototipazione grafica LabVIEW ma, specificatamente per i test sulle onde millimetriche, National Instruments ha già preparato parecchi strumenti nell'ampia famiglia dei prodotti PXI Express, fra cui lo chassis PXIe-1085 con 4 Gbit/s di ampiezza di banda per slot e 12 Gbit/s in totale nei suoi 16 slot PXI Express, il controller PXIe-8135 con processore Intel Core i7-3610QE quad-core con clock di 2,3 GHz, i moduli FlexRIO Fpga PXIe-7975R per PXI Express con trasferimento dati fino a 1,7 Gbit/s per canale, l'adattatore digitalizzatore NI 5771 con campionamento a 3 GS/s, il generatore di segnali AT-1212 con campionamento a 1,25 GS/s e risoluzione di 14 bit, il generatore di segnali a microonde e radiofrequenza PXIe-5652 con banda fino a 6,6 GHz, i sin-

**Tabella 1 – Rappresentazione della banda elettromagnetica con l'utilizzo nelle comunicazioni**

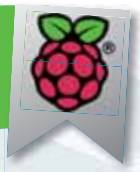
Banda di frequenza e lunghezza d'onda	Denominazione	Utilizzo nelle comunicazioni
3 → 30 MHz 100 → 10 mt	onde corte	radio
30 → 300 MHz 10 → 1 mt	onde radio	TV
300 MHz → 1 ~ 6 GHz 1 mt → 30 ~ 5 cm	radiofrequenza	reti cellulari 2G e 3G
1 ~ 6 → 30 GHz 30 ~ 5 → 1 cm	microonde a bassa frequenza	reti satellitari, cellulari 4G e WLAN
30 → 300 GHz 1 cm → 1 mm	microonde ad alta frequenza onde millimetriche	radar, reti 5G

tetizzatori di segnali Phase Matrix USB con range fino a 10 GHz e a 20 GHz, basati sulla tecnologia brevettata QuickSyn. Particolarmente per i test sulle applicazioni 5G e sulle Software Defined Radio, che sono candidate a esserne la prima applicazione pratica, National Instruments ha pronto il Transceiver Adapter Module NI 5791, che incorpora un modulo NI FlexRIO Fpga ([Xilinx Virtex7](#)) compatibile con la piattaforma PXI e consente di trasmettere e ricevere i segnali con 100 MHz di risoluzione in frequenza su una banda istantanea che va da 200 MHz a 4,4 GHz. Il campionamento avviene a 130 MS/s, con risoluzione di 14 bit in ingresso e 16 bit in uscita su tutti i 12 canali di I/O general-purpose bidirezionali adattati per permettere l'analisi delle applicazioni MIMO. Questo modulo può avvantaggiarsi della programmazione grafica disponibile con l'architettura LabVIEW RIO e in particolare della piattaforma di prototipazione Universal Software Radio Peripheral (USRP) che consente all'utilizzatore di progettare con LabVIEW le SDR composte da segnali multipli MIMO e verificarne le prestazioni ottimizzando il time-to-market. ■

Qualità professionale a prezzi discount

## Mini PCs

E' tempo per il vostro progetto!



Più di 150 articoli

Tutte le schede, i componenti e gli accessori

trovate in [www.reichelt.it](http://www.reichelt.it)

Prezzi in € IVA di legge escluse, spese di spedizione escluse | reichelt elektronik, Elektronikring 1, 26452 Sande (Germany)

**reichelt.it**  
elektronik



Made in UK

RASPBERRY PI B+

**23,95**



Oltre 45 anni di esperienza

Spedizione in 24 ore

Più di 50.000 prodotti



+49 (0)4422 955-360

# Tecniche di progettazione delle schermature elettromagnetiche resistenti alla corrosione

**Tim Kearvell**  
Senior process engineer  
Chomerics Division Europe

**La scelta di guarnizioni e rivestimenti superficiali idonei è fondamentale per limitare la corrosione e mantenere una soddisfacente schermatura elettromagnetica per l'intero periodo di vita dell'apparecchiatura**

È noto che una guarnizione schermante installata fra le flange di accoppiamento dell'involucro di un'apparecchiatura elettronica impedisce alle radiazioni elettromagnetiche (EMI) di entrare e uscire dal contenitore. Ma per una corretta progettazione, occorre tenere in adeguata considerazione la protezione dalla corrosione, in particolare se l'apparecchiatura verrà utilizzata in ambienti marini o molto umidi.

Se non si garantisce un'adeguata protezione, gli effetti della corrosione possono compromettere la schermatura elettromagnetica, permettendo ai livelli di interferenza di aumentare man mano che l'isolamento si degrada. La scelta di guarnizioni e rivestimenti superficiali idonei è fondamentale per limitare la corrosione e mantenere una soddisfacente schermatura elettromagnetica per l'intero periodo di vita dell'apparecchiatura.

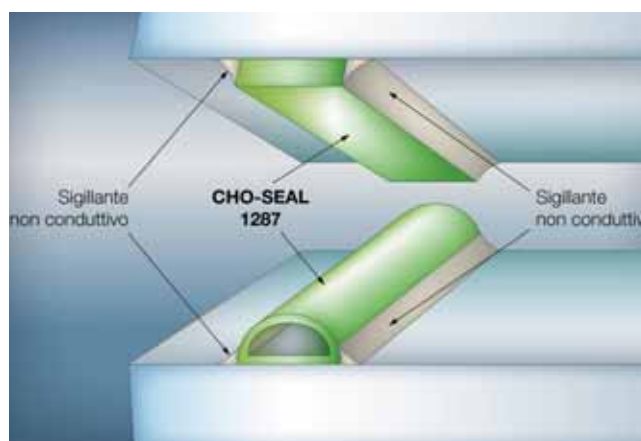
## Corrosione galvanica

Lo scopo di una guarnizione schermante è di garantire la continuità di conduzione elettrica fra punti di unione e giunti imperfetti presenti nell'involucro. La guarnizione potrebbe essere una maglia conduttiva, come una lega di nichel-rame (monel), oppure un elastomero contenente particelle di riempimento conduttive. Il metallo strutturale dell'involucro, tipicamente acciaio o una lega di alluminio, ha un potenziale elettrochimico diverso da quello del materiale della guarnizione o delle particelle di riempimento.

In presenza di un elettrolita come l'acqua salata, due tipi di metallo a diverso potenziale elettrochimico e un flusso di corrente elettrica danno origine a una cella galvanica. Gli elettroni si trasferiscono dal metallo più attivo, a minore potenziale elettrochimico, al metallo a potenziale più alto. Siccome il ferro e l'alluminio hanno un potenziale inferiore rispetto alle particelle di riempimento o all'elemento in rame-nichel della guarnizione (come illustrato nella Tab. 1, che mostra la serie galvanica per i metalli più comuni), l'azione galva-

nica dà origine a un'erosione delle superfici delle flange e all'accumulo di depositi nella guarnizione. Entrambi gli effetti possono compromettere l'isolamento elettromagnetico.

I progettisti devono assicurarsi che la corrosione sia sufficientemente limitata, al fine di prevenire un'inaccettabile riduzione di efficacia della schermatura elettromagnetica nel periodo di vita dell'apparecchiatura. Un'attenta scelta delle guarnizioni può ridurre al minimo la differenza di potenziale elettrochimico con il metallo della struttura, in modo da rallentare la corrosione garantendo una corrente galvanica limitata. Un rivestimento organico conduttivo applicato alle superfici delle flange fornisce un'ulteriore protezione, contribuendo a prevenire l'azione galvanica. Si potrebbe, infine, aggiungere un sigillante ambientale non elettricamente conduttivo per impedire all'umidità di penetrare nei punti di contatto fra flangia e guarnizione, dove agirebbe come elettrolita e favorirebbe l'azione della cella galvanica.



**Fig. 1 – Sistema “guarnizione su guarnizione” con sigillante non conduttivo e resistente all’umidità**

**Sceita della guarnizione**

Quando si sceglie una guarnizione per ridurre al minimo il rischio di corrosione galvanica, è importante comprendere la differenza fra la resistenza alla corrosione della guarnizione in sé e il suo contributo alla corrosione galvanica quando è in contatto con il metallo della struttura. Per esempio, sebbene una guarnizione in maglia di rame-nichel (Monel) sia resistente all'ossidazione nel tempo, il suo contatto con un involucro in alluminio e un elettrolita darà luogo a un elevato flusso di corrente galvanica, generando una corrosione delle superfici di contatto.

Una guarnizione elastomerica contenente particelle di riempimento conduttive può offrire una buona combinazione di isolamento elettromagnetico e resistenza alla corrosione, quando è in contatto con l'involucro metallico. Composizione, dimensione e forma delle particelle vengono strettamente controllate per garantire proprietà ottimali e prestazioni ripetibili. Una dispersione precisa e uniforme nel legante elastomerico permette alla guarnizione di mantenere proprietà stabili e uniformi.

La gamma Chomerics CHO-SEAL comprende diverse compo-

**Tabella 1 – Serie galvanica di una varietà di conduttori, dal meno attivo (nobile) al più attivo (meno nobile)**

Nobile	Oro
Grafite	
Argento	
Acciaio inox	
Nichel	
Monel	
Bronzo	
Rame	
Ottone	
Stagno	
Piombo	
Ferro	
Alluminio	
Zinco	
Meno nobile	Magnesio

sizioni di leganti elastomerici e particelle di riempimento, per soddisfare diversi requisiti applicativi. I tipi di particelle includono argento puro, rame placcato in argento, alluminio placcato in argento o nichel placcato in argento. Le proprietà delle particelle di riempimento conduttive hanno un'influenza importante sulla resistenza alla corrosione. I materiali CHO-SEAL 6502 e 6503, che contengono particelle di alluminio placcate in nichel, sono la scelta migliore per quanto riguarda la resistenza alla corrosione dovuta al contatto con l'alluminio e forniscono anche un'eccellente schermatura, con elevate prestazioni in ambienti difficili.

Il materiale CHO-SEAL 1298, contenente particelle di alluminio placcate in argento, è la scelta migliore per applicazioni militari marine e aeronautiche, combinando buone proprietà fisiche con una resistenza alla corrosione maggiore di qualunque altro elastomero ripieno di particelle in argento. In combinazione con il materiale CHO-SHIELD 2000, il legante silicico del CHO-SEAL 6502 presenta buone proprietà fisiche generali su un'ampia gamma di temperature per applicazioni di vario tipo, mentre i leganti al fluoro-silicone dei CHO-SEAL 6503

# PCIM

EUROPE

International Exhibition and Conference  
for Power Electronics, Intelligent Motion,  
Renewable Energy and Energy Management  
Nuremberg, 19 – 21 May 2015

## Power meets electronics – Join the PCIM Europe!

Your market place for power electronics



More information at +49 711 61946-0  
pcim@mesago.com or pcim-europe.com

**mesago**  
Messe Frankfurt Group

**Tabella 2 – Metalli e materiali per guarnizioni EMI nella serie galvanica**

**Potenziali di corrosione di alcuni metalli e materiali comuni per guarnizioni EMI (dopo 15 minuti di immersione in soluzione al 5% di NaCl a 21 °C)**

Materiale	Ecorr vs SCE* (millivolt)
Argento puro	-25
Elastomero riempito d'argento	-50
Maglia di Monel	-125
Elastomero riempito di rame placcato argento	-190
Elastomero riempito di alluminio placcato argento	-200
Rame	-244
Nickel	-250
Rame-berillio placcato stagno	-440
Maglia di acciaio ricoperta in rame placcato stagno	-440
Alluminio*	-730
Elastomero riempito di alluminio placcato argento	-740

\*Elettrodo di riferimento in calomelano. Leghe di alluminio approssimativamente da -700 a 840 mV rispetto SCE in 3% NaCl.  
Mansfield, F. and Kenkel, J.V., "Laboratory studies of galvanic corrosion of aluminium alloys". Galvanic and Pitting Corrosion – Field and Lab Studies, ASM STP 576, 1976, pp. 20-47

e 1298 offrono una maggiore resistenza ai carburanti idrocarburi, agli acidi diluiti e ai fluidi decontaminanti NBC (nucleari, batteriologici e chimici). La tabella 2 mostra i potenziali di corrosione in millivolt dei metalli e dei comuni materiali per guarnizioni EMI, immersi in acqua salata, illustrando le posizioni dei materiali di riempimento delle guarnizioni nella serie galvanica. Nello scegliere una guarnizione schermante, il progettista deve chiaramente considerare anche altre proprietà chiave del materiale scelto, come l'efficacia schermante, la deformazione plastica, l'intervallo termico e l'invecchiamento, in modo da soddisfare tutti i requisiti applicativi.

### Trattamento superficiale

Nella maggior parte delle applicazioni, l'involucro metallico può essere placcato o verniciato, per migliorarne l'aspetto e impedirne l'ossidazione e la corrosione. Analogamente, le superfici delle flange dovrebbero essere verniciate, per garantire una protezione ottimale dalla corrosione. La vernice, tuttavia, deve essere elettricamente conduttiva per massimizzare l'efficacia della schermatura, non dovrebbe contribuire alla corrosione delle superfici delle flange e dovrebbe mantenere una stabilità meccanica ed elettronica in tutte le condizioni operative. Una buona aderenza a lungo termine è fondamentale e ciò generalmente richiede un'adeguata preparazione della superficie della flangia prima dell'applicazione della vernice.

I componenti della serie Chomerics CHO-SHIELD 2000 sono rivestimenti di uretano a tre elementi con riempitivo in rame, progettati per impedire la corrosione delle superfici di alluminio in ambienti marini e molto umidi. Sono disponibili diverse formule, come i CHO-SHIELD 2001 e 2003, che contengono cromati solubili che minimizzano gli effetti della corrosione galvanica del substrato di alluminio. Tutte le varianti contengono additivi che garantiscono la stabilità elettrica alle alte temperature.

I rivestimenti CHO-SHIELD 2001 e 2003 sono progettati per essere utilizzati su un substrato di alluminio con rivestimento cromatizzato (MIL-DTL-5541 Tipo I, Classe 3), preventivamente trattati con CHO-SHIELD 1091 per favorire l'aderenza.

Lo spessore del rivestimento e la procedura di essiccazione hanno un'influenza significativa sul rendimento delle protezioni dalla corrosione. Un rivestimento umido di spessore 0,175 mm (7 millesimi di pollice) produrrà una pellicola essiccata di spessore 0,1 mm (4 millesimi di pollice), che è lo spessore minimo raccomandato per ottenere un elevato livello di protezione alla corrosione e di prestazioni elettriche. CHO-SHIELD presenta le proprie caratteristiche elettriche ottimali solo dopo l'asciugatura. Il miglior metodo è un'asciugatura per 2 ore a temperatura ambiente seguita da 30 minuti a 120 °C (250 °F). In alternativa, il rivestimento può essere fat-

to asciugare per 2 ore a temperatura ambiente e poi per 2 ore a 60 °C (150 °F), oppure per 7 giorni a temperatura ambiente. Anche se le procedure alternative di asciugatura riducono la resistenza alla corrosione, la protezione ottenuta è comunque valida per un'ampia gamma di applicazioni, in particolare per apparecchiature utilizzate in ambienti controllati.

### Rivestimento secondario

Si potrebbe considerare un'ulteriore protezione dall'umidità, in presenza di nebbie e spruzzi salini, e quindi per impedire i fenomeni elettrolitici che portano alla corrosione. In applicazioni aeronautiche, ad esempio, si potrebbe usare una progettazione del tipo "guarnizione su guarnizione", illustrata in figura 1. Come si vede, guarnizioni dello stesso materiale vengono applicate a ognuna delle flange affacciate, poi ermetizzate ai bordi con un sigillante non conduttivo, per impedire all'umidità di penetrare nell'area compresa fra guarnizione e flangia.

### Una combinazione "ad hoc"

La corrosione galvanica può avere luogo nei punti di contatto fra le flange e le guarnizioni schermanti dopo prolungate esposizioni a fenomeni bruschi come schizzi e vapori salini, in particolare se non si presta un'opportuna attenzione alla scelta delle guarnizioni, al trattamento superficiale delle flange e all'ermetizzazione. Poiché la corrosione è un fenomeno naturale in cui il metallo si adatta a formare un composto stabile nell'ambiente, non è possibile impedirla in modo assoluto e definitivo. Grazie a una appropriata combinazione di guarnizioni schermanti, rivestimenti conduttivi ed ermetizzazioni supplementari, i progettisti possono ridurre al minimo o per lo meno limitare la corrosione e assicurare una appropriata efficacia della schermatura elettromagnetica per tutto il periodo di vita dell'apparecchiatura. ■

# business international magazine

Il Nuovo Portale per la tua Impresa

[www.bimag.it](http://www.bimag.it)

**Business International Magazine**  
Il portale per imprenditori e manager.

- ✓ Conquista i mercati esteri
- ✓ Incontra la tua community



The Executive Network

[www.businessinternational.it](http://www.businessinternational.it)



Fiera Milano Official Partner

[www.fieramilanomedia.it](http://www.fieramilanomedia.it)

# Tecnica "time of flight" per flussimetri

Paolo De Vittor

Grazie a tecniche di digital signal processing, è possibile sfruttare gli algoritmi di calcolo del TOF per misure di flusso con trasduttori a ultrasuoni

In tutti gli impianti industriali, nonché negli impianti di distribuzione di acqua, gas e calore, un elemento fondamentale per il controllo e la misura della quantità di fluido distribuito è rappresentato dai misuratori di flusso, detti anche flussimetri. Dalla loro precisione, affidabilità e durata dipende la natura stessa del monitoraggio continuo del servizio erogato.

Nella stragrande maggioranza dei casi, però, i misuratori di flusso utilizzati sono di tipo meccanico con parti in movimento, per cui sono purtroppo soggetti a usura, e quindi a progressiva deriva delle caratteristiche, con conseguente inaffidabilità delle misure. Parallelamente, non risultano più affidabili le operazioni di monitoraggio non solo dell'erogazione del fluido sotto controllo, ma anche di misura delle eventuali perdite o fughe di materiale.

## Ottime prestazioni con la misura a ultrasuoni

Una tecnica che invece consente di effettuare una misura accurata di flusso senza utilizzare parti meccaniche in movimento è quella ad ultrasuoni. [Maxim Integrated](#) ha recentemente presentato un sistema di misura del flusso che utilizza una tecnica di tipo "time-of-flight" (TOF) a ultrasuoni.

Per realizzare ciò, il Reference Design MXREFDES70# (Fig. 1) provvede a inviare e ricevere dei pacchetti di onde ultrasonore fra coppie di trasduttori piezoelettrici in entrambe le direzioni di mandata e di ritorno della tubazione. Misurando le differenze TOF fra le onde all'interno del flusso di mandata e di ritorno è possibile infatti calcolare con precisione la velocità del fluido, e quindi il flusso.

Il principio della misura del tempo di transito o TOF è mostrato in figura 2, dove si può vedere l'impiego di un breve tratto di tubazione (poco più di 7 centimetri) contenente due superfici riflettenti e due trasduttori a ultrasuoni, un genera-



Fig. 1 – Il Reference Design MXREFDES70 di Maxim, un flussimetro a ultrasuoni che utilizza la tecnica del "time of flight"

tore e un rivelatore, collegati al resto del circuito. I due trasduttori trasmettono e ricevono alternativamente dei pacchetti di onde sonore ad alta frequenza (cioè ultrasuoni), in modo da misurare la velocità di propagazione delle onde dapprima nella direzione del flusso e poi nella direzione opposta, in modo da calcolare la differenza fra i due tempi, che risulta proporzionale alla velocità del fluido e quindi al flusso. Poiché la densità di un fluido varia al variare della temperatura, il processore provvede a monitorare la

temperatura dei liquidi in modo da compensare le eventuali variazioni nella velocità di propagazione delle onde sonore. Tale necessità è resa possibile grazie al fatto che il controller permette di collegare fino a 4 sensori resistivi bifilari RTD al platino del tipo PT1000/500. Il movimento del liquido rallenta infatti la propagazione delle onde se queste si propagano in direzione ad esso contraria, mentre ne facilitano la propagazione nella direzione del moto. È ovvio quindi che, se il processore rileva un'ampia differenza fra le due velocità di propagazione, vorrà dire che la velocità del liquido è elevata, mentre se la differenza è nulla, allora il liquido è fermo, e quindi il flusso è nullo. Nella calibrazione del sistema occorre inoltre tener conto delle turbolenze introdotte dalla presenza dei due specchi per le onde ultrasonore, nonché degli effetti di laminazione legati al diametro della tubatura.

Le prestazioni evidenziate da questo flussimetro di Maxim permettono di ottenere un'elevata precisione (dieci volte superiore ai dispositivi meccanici e quattro volte migliore dei dispositivi a ultrasuoni concorrenti), la possibilità di misurare un ampio range di valori di flusso (anche solo mezzo litro d'acqua al minuto con una precisione migliore dell'1% oppure perdite anche minime, impossibili da rilevare con contatori meccanici), un basso assorbimento di corrente (garantisce

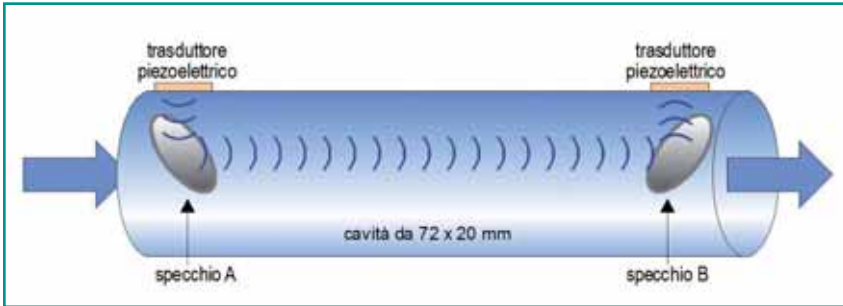


Fig. 2 – L'hardware di misura si compone di un tratto di tubo contenente due specchi riflettenti per le onde ultrasonore e due trasduttori piezoelettrici per la generazione e il rilevamento degli impulsi sonori

infatti fino a 20 anni di durata della batteria), un design compatto e un basso costo. Questo Reference Design – di elevate prestazioni – rappresenta una base di partenza per realizzare strumenti per la misura di flusso personalizzati esigenze di tipo particolare.

Per ottenere la misura della velocità del fluido viene utilizzato un processore in grado di effettuare calcoli piuttosto sofisticati, ricorrendo a tecniche di digital signal processing. Il chip in grado di evidenziare tali prestazioni è il TOF Converter MAX35101, che integra tutte le funzioni richieste per effettuare le necessarie misure automatiche, compresa la generazione ed il rilevamento degli impulsi ultrasonori, il calcolo del "tempo di volo" dell'impulso, la misura della temperatura ed il timing in real-time. MAX35101 può operare in varie modalità configurabili (ad esempio modificare la frequenza degli impulsi a seconda delle condizioni di flusso), con una minima interattività con il microcontroller.

### Il sistema di misura

In figura 3 è visibile lo schema a blocchi del flussimetro MAXREFDES70#. Il cuore del sistema è costituito dal Time to Digital Converter MAX35101, che integra un front-end analogico, amplificatore di segnale e un comparatore. Gra-

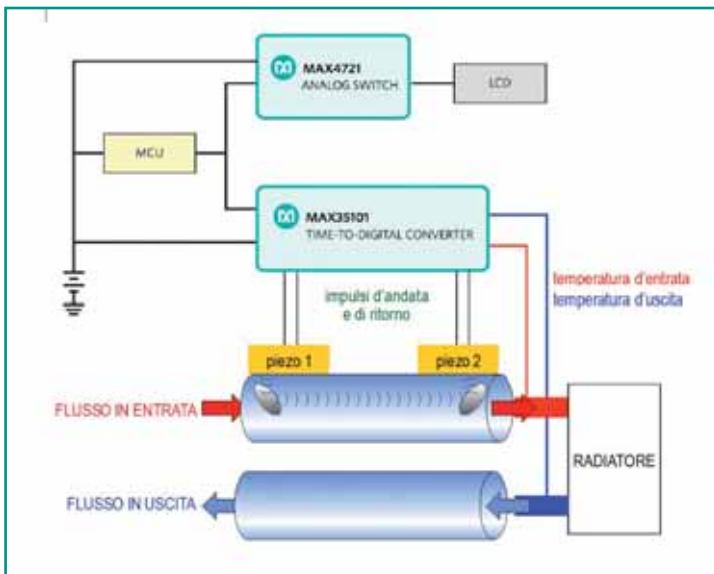


Fig. 3 – Schema a blocchi interno del sistema di misura di flusso MAXREFDES70#

zie alla possibilità di effettuare una misura differenziale TOF automatica, questo converter semplifica notevolmente le misure di flusso; inoltre, per garantire la massima precisione ed eliminare possibili errori, il converter deve provvedere a effettuare una veloce ed efficiente "edge detection" in relazione a ogni tipo di pattern d'onda.

MAX35101 dispone di una modalità di "event timing" di tipo configurabile e utilizza algoritmi ciclici che permettono di minimizzare l'interattività con il microprocessore e quindi di risparmiare l'assorbimento di corrente e aumentare la durata della batteria. Il timer RTC integrato permette di effettuare una temporizzazione di monitoraggio giornaliera, e la disponibilità di un semplice codice operativo basato su bus SPI a 4 fili permette l'interfacciamento con un'ampia varietà di microcontroller, al fine di configurare lo strumento in base alle particolari esigenze applicative. Il sistema è equipaggiato

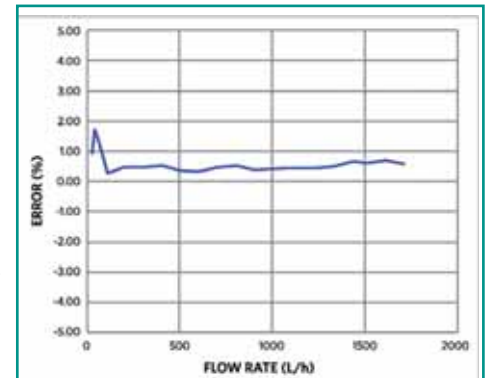


Fig. 4 – Errore caratteristico introdotto dal Reference Design di Maxim nella misura del flusso

con memoria non-volatile di tipo flash per lo storage dei dati di consumo energetico. Il microcontroller di sistema è una CPU ARM Cortex-M0+ a 32-bit, con clock da 14 MHz e flash interna da 32 KB. Esso comunica con MAX35101 e il modulo LCD tramite interfaccia SPI e alcuni pin GPIO. Sul display LCD possono venir visualizzati, a ogni pressione del tasto SW2, dati quali il tempo trascorso, la temperatura del liquido, la differenza dei tempi TOF, il flusso istantaneo, il volume di liquido fluito nonché l'energia termica totale.

Nello schema a blocchi di figura 3 è altresì presente uno switch analogico di tipo SPST a bassa Ron, MAX4721: esso serve a isolare l'interfaccia SPI del display quando l'LCD è spento. Questo accorgimento permette di ridurre la corrente di perdita dell'LCD a soli 5 nA, a tutto vantaggio della durata della batteria.

In figura 4 è riportato l'errore di misura tipico del MAXREFDES70# che, come si vede, risulta significativamente inferiore a quello caratteristico dei tradizionali sistemi meccanici di misura del flusso. Come si può vedere, l'errore introdotto per flussi superiori ai 100 litri/ora è solo dello 0,5%, mentre non supera l'1% per flussi inferiori. ■

# Misure vettoriali attendibili sui segnali a banda larga

Lucio Pellizzari

**Il nuovo analizzatore PXIe-5668R di National Instruments permette di caratterizzare i sistemi di comunicazione su tutti gli aspetti, evidenziandone le criticità potenzialmente dannose**

Oggi, per fare correttamente l'analisi sui segnali a radiofrequenza è necessario incrociare le misure nel dominio del tempo tipiche dei classici oscilloscopi con le misure in frequenza degli analizzatori di spettro, perché la correlazioni fra i due aspetti sono intrinsecamente connesse proprio a causa dell'elevata frequenza. A rendere difficile la caratterizzazione dei segnali sono le interferenze elettromagnetiche, che hanno oggi assunto connotati fortemente irregolari, le cui non linearità sono difficili da riconoscere se non si confronta il loro aspetto nel dominio del tempo con il loro spettro nel dominio della frequenza.

National Instruments risolve questa difficoltà introducendo il nuovo analizzatore vettoriale PXIe-5668R, che ha un'ampiezza di banda istantanea di 765 MHz su una banda fino a 26,5 GHz e permette di eseguire le misure spettrali sui segnali tipici delle comunicazioni wireless, nonché evidenziarne l'andamento nel tempo con una risoluzione di 5 nanosecondi. Inoltre, oltre che sui segnali alle microonde e alla radiofrequenza, questo strumento consente i test sui circuiti integrati a radiofrequenza (Radio Frequency Integrated Circuit, RFIC) e sugli impulsi RADAR (RADAR). PXIe-5668R ha un'elevata dinamica di misura e offre una combinazione unica di opzioni, che garantisce un'inedita versatilità di



Fig. 1 – L'analizzatore vettoriale PXIe-5668R VSA

test, soprattutto nei laboratori di ricerca e sviluppo per le verifiche sui prototipi. A bordo incorpora un Fpga Xilinx Kintex-7 programmabile con LabVIEW, che consente di personalizzare le funzioni di misura aggiungendo routine di trigger e algoritmi specifici di elaborazione segnali.

## Spettri senza segreti

L'analisi in frequenza viene fatta eseguendo la trasformata veloce di Fourier (Fast Fourier Transform, FFT) su tutta la banda con bassi valori di rumore di intensità e fase e con la cattura delle componenti del secondo e del terzo ordine, in modo tale da fornire un'eccellente dinamica nelle misure sui segnali, che soffrono di accoppiamenti Adjacent Channel Leakage Radio (ACLR) e irregolarità armoniche. Nella tabella 1 sono riassunte le prestazioni tipiche del PXIe-5668R alle due frequenze di misura di 1 GHz e 20 GHz. Come si vede, la banda istantanea è particolarmente elevata, grazie al campionatore che lavora a 2 GS/s (Giga campioni al secondo) e permane di 320

Tabella 1 – Prestazioni tipiche del PXIe-5668R

	1 GHz	20 GHz
Rumore di fondo senza e con preamplificazione	-154 dBm/Hz -166 dBm/Hz	-152 dBm/Hz N/A
IP3	+23 dBm	+24 dBm
SHI (Second Harmonic Intercept)	+67 dBm	N/A
Image Rejection	-105 dBc	-83 dBc
Rumore di fase con offset di 10 kHz	-129 dBc/Hz	-116 dBc/Hz
Banda istantanea	320 MHz	765 MHz



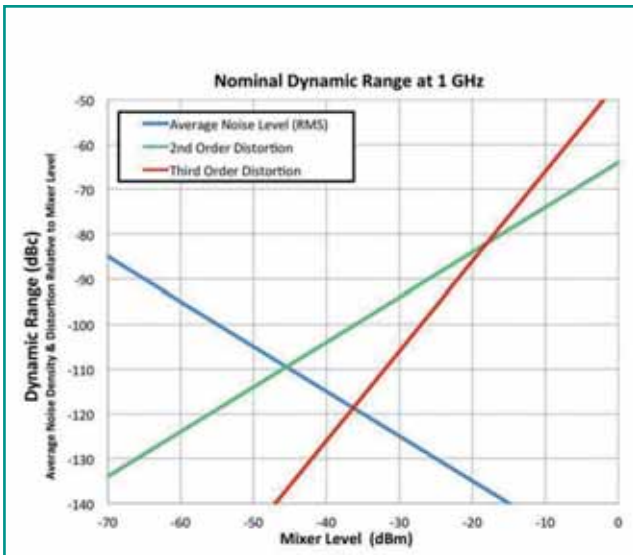


Fig. 2 – Caratteristiche del PXIe-5668R a 1 GHz

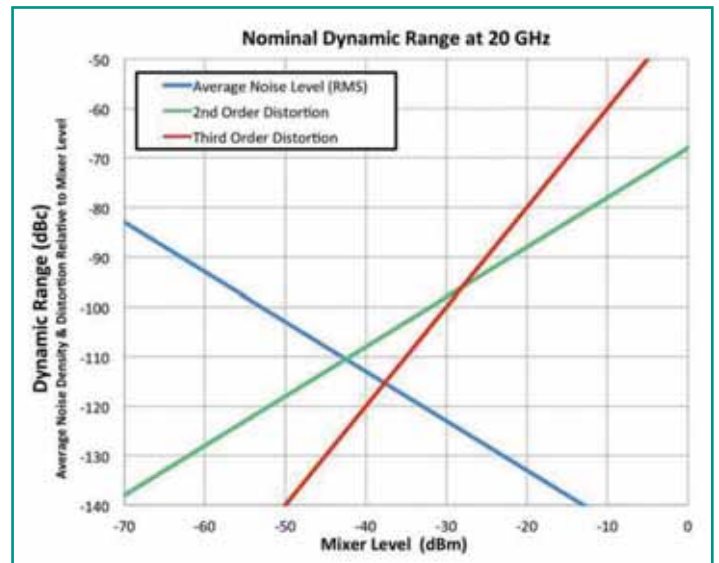


Fig. 3 – Caratteristiche del PXIe-5668R a 20 GHz

MHz fino a 3,6 MHz di frequenza, mentre aumenta a 765 MHz da 3,6 fino a 26,5 GHz.

L'ampia dinamica e il basso rumore consentono di misurare e valutare efficacemente problematiche come la distorsione di intermodulazione (Intermodulation Distortion, IMD), la potenza fra canali adiacenti (Adjacent Channel Power, ACP) e l'intensità del vettore errore (Error Vector Magnitude, EVM). In particolare, nelle figure 2 e 3 si nota che a 1 GHz il livello di mixer ottimo è a circa -36 dBm, perché il rapporto SFDR (Spurious Free Dynamic Range) viene contenuto a -117 dBc, mentre a 20 GHz si può ottenere un SFDR di -115 dBc con il mixer a -37 dBm. L'elevata dinamica e il basso rumore sono particolarmente critici nelle misure delle IMD e ACP, perché consentono di avere la miglior precisione possibile sulla

cattura delle componenti del terzo ordine (Third-Order Intercept, TOI). Nelle specifiche del PXIe-5668R viene dichiarato un valore nominale dell'intercetta del terzo ordine di +23 dBm a 1 GHz con 0 dB di attenuazione, ma se si osserva la figura 4 si rileva sempre a 1 GHz un'intercetta TOI nominale di +25 dBm, ossia 2 dB migliore rispetto alle specifiche dichiarate. Questo perché lo strumento consente di aumentare l'attenuazione da 0 fino a 75 dB e calibrare la configurazione di test anche per ogni singola misura, migliorandone notevolmente la precisione. Oltre che per le misure IMD, l'elevata dinamica del PXIe-5668R è ottima per le misure di ACP e ACLR, come si vede nella figura 5, a proposito di un segnale WCDMA che mostra un offset ACLR (Adjacent Channel Leakage Ratio) di circa 85 dB. Queste caratteristiche sono vantaggiose anche per tutte le misure sui segnali tipici delle comunicazioni wireless GSM, EDGE, UMTS, HSPA+, LTE, LTE Advanced, Bluetooth e 802.11a/b/g/n/p/ac.

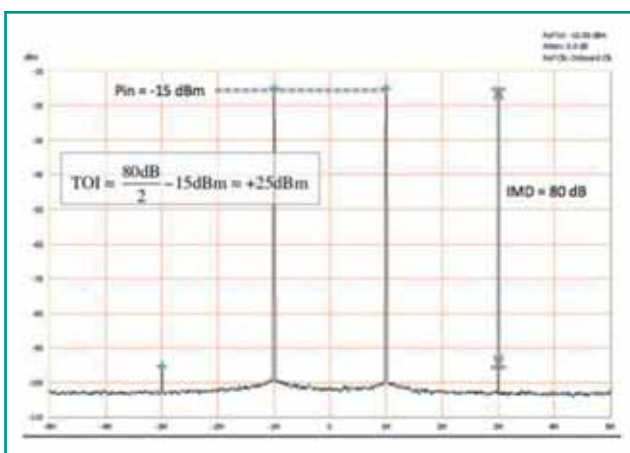


Fig. 4 – Misura della distorsione d'intermodulazione con PXIe-5668R

### Il valore istantaneo della banda

I due pregi fondamentali del PXIe-5668R sono la banda istantanea di 320 MHz sotto i 3,6 GHz e di 765 MHz fino a 26,5 GHz, perché ciò consente di catturare una gran quantità di caratteristiche dei segnali con singole acquisizioni, che consentono la massima efficienza soprattutto nelle misure sulla EVM. Per esempio, il protocollo wireless Ieee 802.11ac richiede una banda istantanea di almeno 160 MHz per poter estrarre le misure sulla EVM, ma bisogna anche considerare un allargamento di almeno  $\pm 240$  MHz dalla frequenza centrale se si vuole analizzare correttamente il segnale con una banda tota-

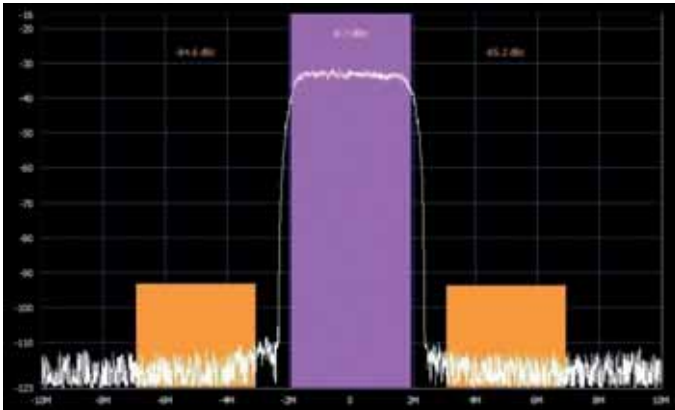


Fig. 5 – Misura sul PXIe-5668R del rapporto ACLR a 468 MHz di un segnale WCDMA

le di 480 MHz, che PXIe-5668R può catturare in una sola acquisizione grazie alla banda istantanea di 765 MHz. Anche per le applicazioni specifiche come i test Radar occorre la maggior banda istantanea disponibile, perché gli impulsi radar hanno un profilo nel dominio della frequenza, che appare come una funzione di tipo sinc (sinc, seno cardinale), ossia con una parte predominante centrale più un'estensione teoricamente infinita di oscillazioni, come si vede nella figura 6. Le misure sugli impulsi radar, comunque, nelle quali occorre analizzare i tempi di salita e discesa, è necessario che l'analizzatore sia abbastanza preciso per rilevare il maggior numero possibile di elongazioni oltre a quella principale. Una regola che è più che una consuetudine prescrive che, per misurare i tempi di salita e discesa di un impulso che dura X nanosecondi, occorre uno strumento con banda istantanea di almeno  $3/X$  ossia, per esempio, per analizzare la forma d'onda di un impulso di 5 ns occorre uno strumento con una banda istantanea di almeno  $3/5$  ns, ossia 600 MHz.

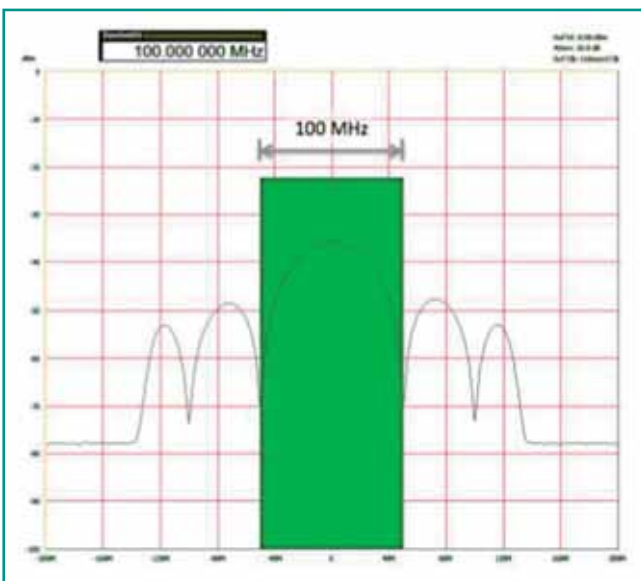


Fig. 6 – La parte predominante di un impulso Radar è contenuta in una banda di circa 100 MHz

Nella figura 7 si vede che l'ampiezza di banda del PXIe-5668R permette la corretta osservazione degli impulsi con tempi di salita e discesa di 8 nanosecondi, ma si può scendere persino alla metà per catturare i dislivelli di appena quattro ns delle forme d'onda dovute alle interferenze più irregolari.

#### Analisi a tutto campo

Un ulteriore vantaggio dell'analizzatore vettoriale di segnali PXIe-5668R è la flessibilità con cui può essere riconfigurato, grazie all'Fpga programmabile con LabVIEW, che consente di introdurre funzioni di analisi custom per test specifici e trasformare lo strumento in un Real-Time Spectrum Analyzer (RTSA). Come si vede nella figura 8 si possono analizzare spettri con banda estremamente larga, pur continuando a visualizzare la forma d'onda dei segnali nel dominio del tempo.

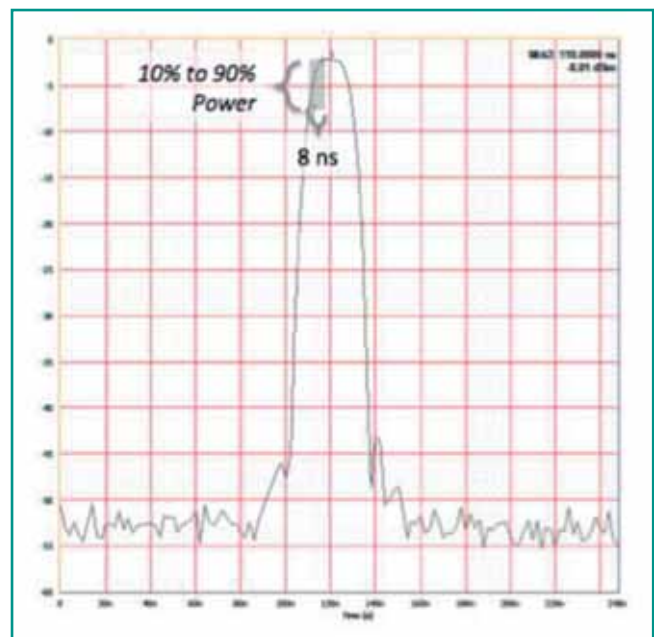


Fig. 7 – Analisi nel dominio del tempo di un impulso di 20 ns usando la modalità Zero Span Mode

L'architettura modulare di questo strumento consente di configurare più moduli di ricezione e conversione su canali multipli, scegliendo fra gli oscillatori locali oppure fra i segnali di temporizzazione dei singoli canali a radiofrequenza e si possono utilizzare i Phase-Coherence Multichannel Receiver per configurare accuratamente i test sui segnali con ingressi multipli e uscite multiple (Multiple-Input Multiple-Output, MIMO). Nella figura 9 si può vedere un esempio di configurazione di analisi su

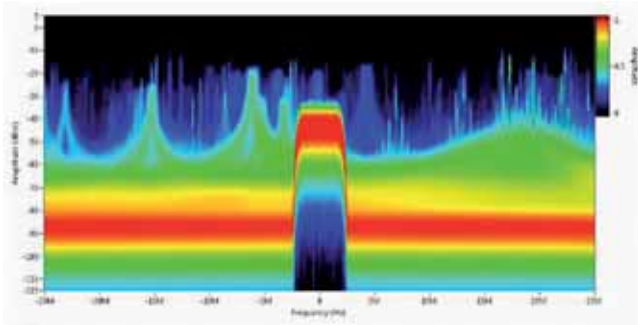


Fig. 8 – L’analisi in tempo reale dello spettro può essere utilizzata insieme a tool di visualizzazione specifici per il confronto della forma d’onda nel dominio del tempo

segnali a radiofrequenza divisi in due canali. Con questa configurazione si può scegliere la sincronizzazione fra i canali più adeguata per ogni applicazione.

L’architettura del PXIe-5668R sfrutta due ricevitori distinti per i segnali con banda entro e oltre i 3,6 GHz e nei due percorsi si trovano un ricevitore super eterodina a tre stadi con preamplificazione opzionale, oppure un super eterodina a due stadi con filtro di preselezione sintonizzabile in Yttrium-Iron-Garnet (YIG, o YIG-Tuned Filter, YTF). Nella parte inferiore della banda (sotto 3,6 GHz) lo strumento offre svariate funzioni accessorie di analisi, che consentono di migliorare le prestazioni di misura. La figura 10 mostra uno schema a blocchi semplificato, dove si può

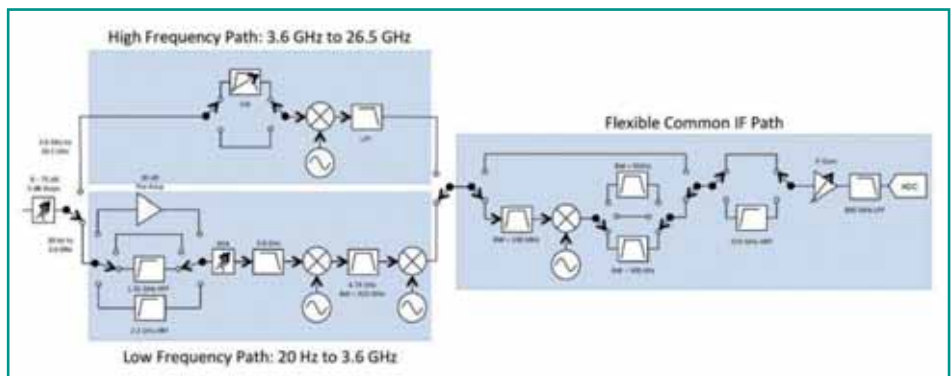


Fig. 10 – Schema a blocchi semplificato dello stadio d’ingresso del PXIe-5668R

notare come si possa aumentare fino a 30 dB il guadagno del preamplificatore, in modo tale da diminuire il rumore di fondo durante le misure dei segnali a basso livello. Nella stessa figura si vedono due filtri passa-alto che precedono il mixer e sono configurabili con una frequenza di taglio regolabile da 1350 a 2200 MHz, che consente di sopprimere le frequenze fondamentali nelle bande tipiche delle comunicazioni cellulari attorno a 1

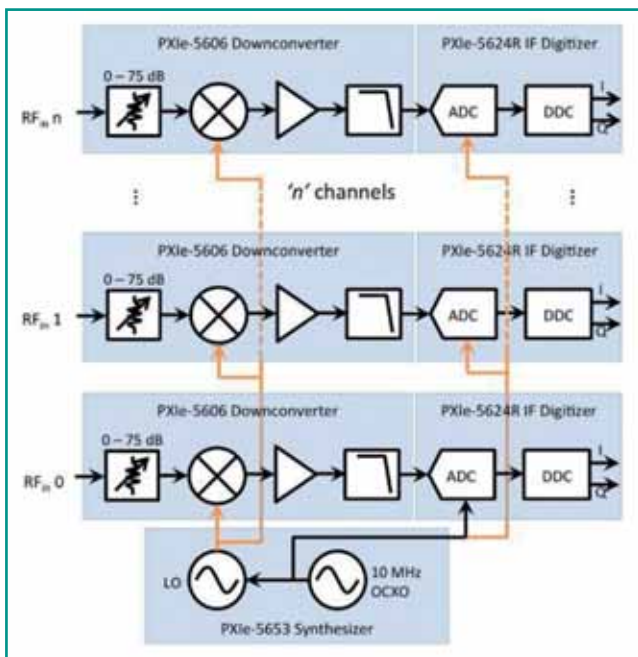


Fig. 9 – Configurazione del PXIe-5668R per un’acquisizione su canali multipli di due segnali a radiofrequenza coerenti in fase

GHz. Con questi filtri lo strumento può misurare accuratamente le armoniche del secondo e del terzo ordine, approssimativamente sui 2 e 3 GHz. Alle bande superiori che vanno da 3,6 GHz a 26,5 GHz le funzioni di filtraggio YTF possono essere disabilitate per poter sfruttare la banda istantanea completa di 765 MHz.

Oltre a un campionario a 2 GS/s, lo stadio di conversione dell’analizzatore ha un modulo a frequenza intermedia flessibile che permette di calibrare in tutta la banda di frequenza le analisi spettrali e le analisi vettoriali sulle caratteristiche dei segnali. Per esempio, si può scegliere un filtro analogico stretto perfino 300 kHz per effettuare misure con la maggior ampiezza dinamica nel caso dei segnali particolarmente critici della distorsione di intermodulazione o delle interferenze ACLR, ma si può anche disabilitare il filtraggio intermedio quando ci si accorge che penalizza l’analisi spettrale. Il front-end analogico PXIe-5624R del PXIe-5668R è ottimizzato per l’ampiezza di banda dei ricevitori super eterodina e integra un convertitore digitale (Digital DownConverter, DDC) per la conversione dei segnali dalla frequenza intermedia alla banda base dove viene effettuata l’analisi. Pertanto PXIe-5624R può essere considerato un’opzione indispensabile per PXIe-5668R. L’estrema versatilità di questo strumento consente di analizzare l’andamento nel dominio del tempo e nel dominio della frequenza della maggior parte dei segnali tipici delle comunicazioni wireless attuali e future. ■

# Soluzioni basate su PCB per il collaudo di sistemi satellitari

**Alfred Fuchs**  
 Product line manager EGSE  
 Siemens Convergence Creator (CVC)  
 Aerospace  
[alfred.fuchs@siemens.com](mailto:alfred.fuchs@siemens.com)

**A Vienna, città in cui ha visto la luce la prima scheda PCB, un team di progettisti ha sviluppato una soluzione formata da schede PCB rigide e flessibili, da utilizzare per la realizzazione di piattaforme di collaudo "su misura" destinate all'industria dei satelliti**

Il numero dei satelliti artificiali lanciati nello spazio per scopi sia scientifici sia commerciali è abbastanza sorprendente: dei quasi 7.000 satelliti che sono stati dispiegati sopra le nostre teste, quasi la metà è ancora in orbita e circa 1.000 sono ancora attivi. Non sembra esagerato affermare che la vita moderna non sarebbe la stessa senza i satelliti e non può quindi sorprendere che questa industria stia attraversando una fase di crescita. Per far funzionare apparecchiature elettroniche sofisticate in un ambiente estremamente gravoso, le esigenze in termini di qualità e affidabilità sono decisamente elevate; per tali ragioni la tecnologia dei satelliti continua a essere un'area specialistica e lo spazio rimane uno degli ambienti più difficili che gli oggetti realizzati dall'uomo si trovano ad affrontare. Anche se le missioni di riparazione non sono una rarità, la "possibilità di sopravvivenza" di un satellite è direttamente correlata alla sua capacità di operare senza guasti nell'arco dell'intera vita operativa – sia essa, uno, due, cinque o più anni (il periodo di attività tipico è di circa 20 anni). Nell'allestimento di un satellite per applicazioni spaziali, non devono essere commessi errori, ragion per cui il collaudo e la verifica del satellite prima del suo lancio devono essere complete, esaustive e, laddove possibile, definitive.

## Le problematiche del "collaudo su misura"

Poiché il collaudo è una fase critica del processo di produzione, è essenziale tener conto delle risorse necessarie per espletare tale compito. I problemi si presentano nel momento in cui queste risorse acquisiscono un ruolo dominante in termini di budget e di tempo richiesti. Questo è il tipico caso della tecnologia satellitare: nel momento in cui aumenta la complessità dei satelliti, crescono le richieste sulle apparecchiature preposte alla verifica di tali sistemi. Il problema è aggravato dal fatto che i satelliti sono differenti gli uni dagli altri sotto diversi punti di vista: potenza, comunicazioni e carico utile. Ciò significa che il sistema di collaudo deve essere "fatto su misura".



Le problematiche che devono affrontare società che sviluppano sistemi di collaudo "su misura", come Siemens CVC Aerospace, non sono correlate solamente al fatto di proporre una soluzione che soddisfi le esigenze in termini di tempi e di budget, ma anche alla necessità di sviluppare un sistema in grado di collaudare sistemi sempre più complessi. L'industria dei satelliti è, per ovvie ragioni, conservativa: una volta che una parte di un'apparecchiatura è qualificata per impieghi spaziali, essa non viene modificata, a patto che non esistano ragioni più che valide per farlo. Il numero di unità integrate in un satellite è in rapida crescita, mentre la ridondanza esercita una pressione sempre maggiore sul processo di collaudo. La metodologia adottata per l'implementazione di questi sistemi di collaudo "su misura" prevede l'utilizzo di più rack da 19" per ciascuno dei principali (sotto)sistemi: comunicazioni RF, alimentazione e carico utile di solito hanno a disposizione più di un rack dedicato e vi potrebbero essere parecchi sot-

tosistemi per ciascuna di queste funzionalità. Inoltre, questi sottosistemi potrebbero essere distribuiti dal punto di vista geografico, il che implica la necessità di realizzare più rack di test. Sebbene tutte queste problematiche possano essere affrontate e superate, è necessario tener conto dell'aumento del livello di complessità: il numero di connessioni fisiche richieste per collegare l'unità soggetta a collaudo (UUT - Unit Under Test) e l'apparecchiatura di collaudo stessa è in continuo aumento, così come il numero di connessioni all'interno del rack di test. Dal punto di vista fisico, i produttori hanno sempre meno spazio a disposizione per implementare tutte le connessioni richieste utilizzando i cablaggi di tipo tradizionale.

**Interconnessione mediante PCB: una soluzione innovativa**

Dopo numerose discussioni, Siemens CVC Aerospace ha deciso di individuare soluzioni alternative all'utilizzo dei cablaggi per la distribuzione dei segnali nei rack di test. L'obiettivo non era solamente quello di superare le limitazioni fisiche proprie dei cablaggi, ma di risolvere il problema legato alla peculiarità del collaudo dei satelliti, creando una piattaforma in grado di semplificare lo sviluppo di soluzioni di collaudo "su misura".

Facendo seguito a una richiesta dell'Agenzia Spaziale Europea di una soluzione di collaudo per satelliti, Siemens CVC ha deciso di adottare una soluzione all'avanguardia, proponendo l'utilizzo delle schede PCB come metodo principale di interconnessione. Poiché nel sistema sono in gioco elevati livelli di potenza, era necessario garantire un flusso d'aria sufficiente per il raffred-

damento. Per tale motivo il team di progetto, che ha sede a Vienna (dove nel 1936 ha visto la luce la prima scheda PCB a opera di Paul Eisler), ha deciso di realizzare una soluzione articolata su tre lati, che prevede l'uso di due innovativi piani laterali (sideplane) ciascuno dei quali è utilizzato per l'instauramento (routing) di 2.500 piste di segnale e di 300 piste di potenza (che trasportano una corrente massima di 12A), col-

**Touch the Future!**

**VARITRONIX**

**Nuova gamma di Touch Panel Capacitivi :**

- size fino a 17"
- 10 multi touch
- Hovering function
- Optical glue bonding

- Cover lens  
- Corretto funzionamento con guanti, penne stylus ed in ambienti umidi

**Soluzioni customizzabili al 100%**  
**Contattateci direttamente per i vostri progetti !**



[www.varitronix.com](http://www.varitronix.com)

Tel : + 39 0362 967854

email : [info@varitronix.it](mailto:info@varitronix.it)

**Varitronix Italy**

legati mediante un backplane più piccolo e schede PCB flessibili. Una configurazione come quella appena descritta garantisce un elevato livello di configurabilità e permette di ottimizzare il flusso d'aria disponibile attraverso il rack.

Vista l'elevata lunghezza (superiore al metro), il problema iniziale era la ricerca di un fornitore in grado di realizzare queste schede PCB laterali; la scelta è caduta su ViaSystems, azienda con sede negli Stati Uniti e unità produttive in Cina. Il problema successivo era identificare i tool in grado di gestire in maniera affidabile un progetto di tali dimensioni. Per la modellazione è stata impiegata la suite Solid Edge di Siemens, mentre per il progetto della scheda PCB la scelta è caduta su Altium Designer.

Sebbene il team di sviluppo fosse sicuro del fatto che un tool come Altium Designer permettesse di affrontare le complessità insite in un progetto di questo tipo, un altro ostacolo era rappresentato dal numero di strati che poteva essere supportato. Le prime valutazioni avevano stimato in 48 il numero di strati necessario; poiché Altium Designer è in grado di gestire 32 strati attivi e 16 strati negativi, questo problema sembrava essere superato. Dopo attente consultazioni con il costruttore della scheda, è apparso chiaro che per ragioni prettamente commerciali era necessario ridurre il numero degli strati, portandolo a "soli" 34. Sebbene ciò comportasse un aumento della complessità del progetto, questo numero è stato ritenuto un giusto compromesso per conseguire gli obiettivi di natura commerciale del progetto.

Il problema successivo che il team di sviluppo ha dovuto affrontare era rappresentato dal routing delle migliaia di segnali e delle centinaia di terminali (rail) di alimentazione che doveva in ogni caso preservare contempo l'integrità dei segnali. Poiché il numero di strati attivi è stato ridotto, il numero di strati per la schermatura è diminuito di conseguenza.

Quindi il team di progetto ha dovuto instradare manualmente tutti i segnali in coppie, utilizzando strati adiacenti, mentre per garantire un certo livello di schermatura elettrica le piste di potenza sono state instradate perpendicolarmente.

Il routing di una scheda PCB di grandi dimensioni e contraddistinta da un'elevata densità di segnali è in ogni caso un'operazione particolarmente ardua ma, al fine di poter integrare



**Fig. 1 – La piattaforma di test sviluppata da Siemens CVC Aerospace prevede l'uso di schede PCB come metodo principale di interconnessione al posto dei cablaggi tradizionali**

Sebbene le schede PCB siano state impiegate per l'interconnessione nei rack di test in precedenti progetti, i requisiti di questi sistemi sono tali per cui l'unica via percorribile è sostituire, laddove possibile, i cablaggi con interconnessioni mediante schede PCB.

Anche se il progetto, oggetto di questo articolo, utilizza internamente un buon numero di fili, la sua realizzazione non sarebbe stata possibile senza ricorrere alle schede PCB.

L'aspetto forse più significativo dell'intero progetto è il fatto che esso ha funzionato correttamente al primo tentativo e il team di progetto ha successivamente dimostrato di aver acquisito un notevole know how in questa tecnologia, completando il progetto di una scheda PCB bidimensionale flessibile. L'approccio basato su PCB è stato molto ben recepito e ha contribuito in maniera importante al mutamento della "cultura della progettazione" all'interno di Siemens CVC Aerospace, mentre le potenzialità offerte dalle schede PCB flessibili hanno incoraggiato l'adozione di tale approccio in altre divisioni di Siemens. ■

le piste di potenza e di segnale all'interno dello spazio disponibile, il team di progetto ha evitato il ricorso alle vias (fori); fondamentalmente tutte le piste dovevano essere instradate senza passare da uno strato all'altro.

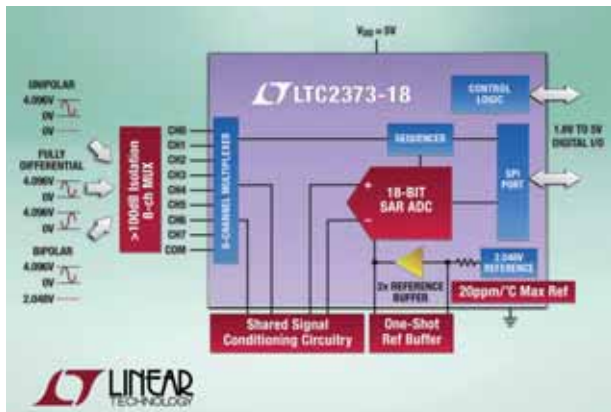
Un altro elemento chiave che ha contribuito al buon esito del progetto è stata la scelta di connettori in grado di offrire i livelli di densità richiesti, senza i quali il progetto non avrebbe potuto essere portato a compimento. I connettori scelti sono caratterizzati da un numero di connessioni pari a 18 x 10.

La piattaforma sviluppata, che prevede l'uso di tre schede PCB rigide connesse in parte mediante schede PCB flessibili, è caratterizzata da un elevato tasso di riutilizzo ed è in grado di coprire l'80% dei requisiti di test per i sistemi satellitari. La scheda PCB che funge da backplane, di natura essenzialmente passiva, può ospitare un massimo di 300 resistori e assolvere a più funzioni nell'ambito dell'intero processo di test.

La piattaforma proposta assicura una maggiore flessibilità, permette di ridurre i tempi di sviluppo e garantisce una migliore affidabilità rispetto a un approccio di natura tradizionale, che prevede il ricorso ai classici cablaggi.

## ADC SAR a 18 bit

Linear Technology ha presentato LTC2373-18, un convertitore analogico-digitale SAR (successive approximation register) a 18 bit e 1 Msps e 8 canali con eccellenti prestazioni SNR di 100 dB. LTC2373-18 è dotato di un sequencer programmabile in grado di memorizzare fino a 16 parole di controllo per configurare il multiplexer (MUX) e l'intervallo di ingressi. Questo consente di combinare facilmente intervalli di ingresso differenziali o pseudo-differenziali con una varietà di configurazioni dei canali MUX. I segnali degli ingressi single-ended



possono anche essere convertiti sull'intervallo di ingressi differenziali del nucleo dell'ADC tramite la condivisione di un singolo circuito driver esterno tra i pin MUXOUT/ADCIN presenti sul dispositivo. Questo consente all'utente di ottenere dall'ADC le massime prestazioni SNR a 100dB su otto ingressi single-ended.

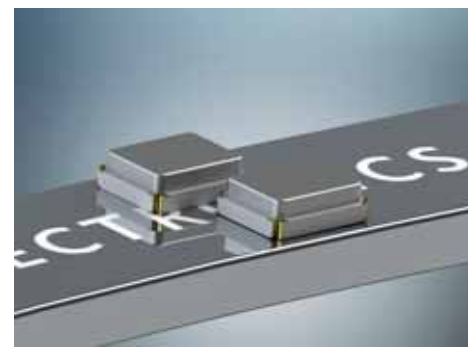
## Interruttori di carico

Semtech ha annunciato la piattaforma di interruttori di carico SC724/5/8/9 2A in un piccolo package di 0,76 mm x 0,76 mm (CSP). Gli switch SC724/5/8/9 offrono una corrente di uscita IOUT di 2A, tensioni di ingresso VIN da 1.1V e 3.6V con profili turn-off e turn off controllati. SC724 e SC728 offrono turn-on veloci (da 19.5µs a 1.8Vin) e uscita float quando è disattivato, mentre il SC725 e SC729 offrono lenti turn-on (da 490µs a 1.8Vin) e scaricano l'uscita quando è disattivato. La famiglia di switch SC72X consente il design di circuiti minuscoli aumentando le prestazioni per alta corrente e bassa resistenza Ron di 36 mΩ, con ampia protezione e un buon consumo elettrico. Gli switch Semtech trovano applicazione nell'elettronica indossabile, videocamere portatili, smartphone, HDTV, tablet e dispositivi di rete.



## Risonatori a cristalli ibridi

Murata ha annunciato una nuova linea di risonatori a cristalli ibridi espressamente ideata per l'uso nel settore automotive. I risonatori della serie XRCGB-F-A sono i primi al mondo a utilizzare un'innovativa tecnologia di package proprietaria che garantisce un elevato livello qualitativo, è idonea per le produzioni di serie e, soprattutto, consente di realizzare prodotti economicamente competitivi. Compatti ed estremamente precisi, questi risonatori sono caratterizzati da una tolleranza in frequenza di +/-30 ppm e una stabilità in temperatura di +/-35 ppm nel range automobilistico che va da -40 a +125 °C. Tali specifiche permettono l'uso di questi risonatori in applicazioni LAN in ambito automotive della prossima generazione come ad ECU per l'elaborazione dell'immagine o collegate a una rete Ethernet. I risonatori sono anche per l'impiego nelle ECU dei sistemi ADAS (telecamere, laser, radar a onde millimetriche) ed ECU che svolgono la funzione di gateway.



## Raspberry Pi 2 Model B

RS Components ha annunciato che il modello di nuova generazione Raspberry Pi 2, la scheda-computer in formato carta di credito sviluppata da Raspberry Pi Foundation, può essere ordinato su [RS online](#). Il nuovo Raspberry Pi 2 Model B offre funzioni potenziate, con un processore più veloce e una memoria di capacità raddoppiata a 1 GB. La scheda Raspberry Pi 2 ospita un processore Broadcom BCM2836, che contiene una potente CPU quad-core ARM Cortex-A7 a 900 MHz. Questo nuovo processore rende Raspberry Pi 2 oltre sei volte più potente rispetto alla versione di prima generazione Raspberry Pi Model B+. La disposizione dei componenti sulla scheda, il sottosistema multimediale e le periferiche rimangono pienamente compatibili con Raspberry Pi Model B+, compreso il connettore GPIO (General Purpose Input Output) da 40 pin, le quattro porte USB e l'efficiente sistema di alimentazione.



## A CHI SI RIVOLGE

L'evento si rivolge a manager, tecnici, ricercatori, progettisti, responsabili di produzione, tecnici della manutenzione, direttori di stabilimento, energy manager, OEM, system integrator, utilizzatori finali.

## I LABORATORI

Interessante modalità di apprendimento. I partecipanti potranno imparare a utilizzare i prodotti delle aziende avvalendosi della guida di tecnici esperti.

## I WORKSHOP

Seminari tecnici tenuti dalle aziende espositrici.

## LA MOSTRA

Esposizione a cura delle aziende partecipanti. Sarà possibile verificare l'attuale offerta commerciale.

## PER ADERIRE

Visita il sito

**[ite.mostreconvegno.it](http://ite.mostreconvegno.it)**

per partecipare al convegno, ai seminari, alla mostra e ai laboratori.

La partecipazione è gratuita. Tutta la documentazione sarà disponibile on-line il giorno stesso della manifestazione.

**GIOVEDÌ 18 GIUGNO 2015**  
**IBM CLIENT CENTER**  
Circonvallazione Idroscalo  
20090 Segrate MI

ORGANIZZATO DA:



**progettare**

MEDIA PARTNER:





**D  
A  
Y**

# INDUSTRIAL TECHNOLOGY EFFICIENCY



@EnergieAmbiente #iteday

PARTNER



The Executive Network

CON IL PATROCINIO DI:



Esperti gestione Energia



Fiera Milano Official Partner



ite.mostreconvegno.it



efficiency@fieramilanomed.it



Ufficio commerciale: 335 276990



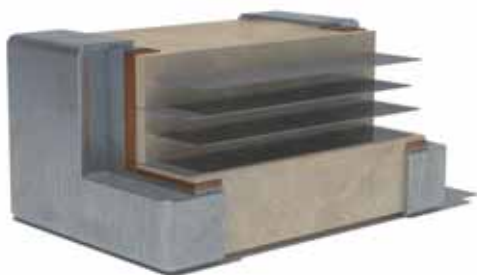
segreteria organizzativa: 02 49976533



contatti

## Condensatori ceramici

KEMET ha annunciato i primi condensatori da 250V di taglia 0402, con valori fino a 330 picofarad (pF). Inoltre, la gamma di valori di capacità offerte nei formati EIA da 0603 fino a 2220 è stato esteso di oltre il 30%. I condensatori KEMET con dielettrici COG vengono utilizzati in svariate applicazioni, come circuiti di temporizzazione critica, sintonizzatori, disaccoppiatori, circuiti di bypass, filtri, circuiti di blocco, circuiti che richiedono



basse perdite, circuiti per la soppressione di transitori impulsivi ad alta corrente e sistemi di conservazione dell'energia. Il materiale utilizzato in questi dispositivi COG elimina il rumore piezoelettrico, offre valori estremamente bassi di ESR (resistenza equivalente serie) ed ESL (induttanza equivalente serie), un'elevata stabilità termica e nessuna riduzione del valore di capacità nel tempo. Realizzati in entrambe le versioni commerciale e automobilistica, i condensatori KEMET COG sono disponibili con un'ampia varietà di finiture dei contatti, tra cui lo stagno satinato, le leghe in piombo-stagno e l'oro.

## Sistema RFID all-in-one

RFID Global arricchisce le proposte tecnologiche con



RedWave Oberon 350, il sistema RFID all-in-one appositamente progettato e realizzato per la raccolta dati automatica e veicolare nel settore dei rifiuti.

Nella cornice della smart city e nel rispetto della normativa sulla tariffazione dei rifiuti solidi urbani, il sistema RFID Oberon 350 mira a rilevare in modo preciso e auto-

matico il prelievo dei rifiuti effettivamente prodotti dalle singole utenze: l'apposizione di tag RFID sui sacchetti, mastelli o bidoni carrellati e l'installazione del dispositivo OBERON 350 a bordo degli automezzi permettono infatti di conoscere l'esatta quantità dei rifiuti generati da ogni utente, fornendo i dati necessari per il calcolo della tariffazione puntuale.

Oberon 350 integra all'interno un reader RFID in banda UHF, un'antenna a polarizzazione circolare e la scheda elettronica Smart FlyBoard, dotata di intelligenza (CPU) ed I/O per interagire con l'ambiente esterno attraverso funzioni multiple.

Proposto nelle versioni Ethernet, Wi-Fi e GSM/GPRS, il dispositivo identifica tag RFID UHF EPC Gen 2 ISO 18000-6 apposti sui contenitori di rifiuti e si ispira al concetto dell'all-in-one e stand-alone, per semplificare così le operazioni di tracciabilità automatica e massiva dei diversi tipi di rifiuti e gestire l'intera filiera del dato senza l'ausilio di veicoli.

## VCO a 1690 MHz



Crystek ha annunciato il nuovo VCO (Voltage Controlled Oscillator) che opera a 1690 MHz con una tensione di controllo di 0.3V ~ 4.7V. Il VCO CVCO55CC-1690-1690 presenta un tipico rumore di fase di -120 dBc/Hz @ Offset 10 KHz con una eccellente linearità. La potenza di uscita è tipicamente di +2.5 dBm.

Il modello, prodotto negli Stati Uniti, è confezionato in un package SMD standard di 0,5 x 0,5 pollici. La tensione di ingresso è 5V, la soppressione armonica è -15 dBc (valore tipico) con un massimo consumo di corrente di 25 mA. I consumi sono ridotti al minimo a 1 MHz e 0.5 MHz/V. CVCO55CC-1690-1690 è ideale per l'utilizzo in applicazioni come apparecchiature radio digitale, accesso wireless fisso, sistemi di comunicazione satellitari e stazioni base.

## COME AUMENTARE LA DURATA DEI CONDENSATORI IN ALLUMINIO

### IN QUESTO NUMERO

#### III Mercati/Attualità

- Il mercato dei componenti SiC
- Migliorare le batterie

#### IV Individuare la soluzione bidirezionale migliore per il test dell'alimentazione dei satelliti

#### X Convertitori DC-DC non isolati: prestazioni più spinte con la topologia Sepic-Fed Bcuk

#### XIII Come aumentare la durata dei condensatori in alluminio

#### XVI L'importanza dell'analisi delle prestazioni termiche dei moduli di potenza intelligenti

#### XVIII Prodotti

- Moduli di potenza DC/DC
- Regolatore switching
- Driver per Led

**NOW AVAILABLE**  
**FREE DOWNLOAD**

**DC/DC BOOK OF KNOWLEDGE**  
Practical tips for the User  
By Steve Roberts M.Sc. B.Sc.  
Technical Director, RECOM Power  
**RECOM**

[www.recom-electronic.com](http://www.recom-electronic.com)

**RECOM**  
MEDICAL GRADE DC/DC CONVERTER  
**REM6-Series**  
2A0PP125V1

**RECOM**  
**RAC03 series**  
DC 5A  
AC in  
L N

**RECOM**  
**R-78xx series**

# IL SEGRETO DI UNA CORRETTA ALIMENTAZIONE

PER LAMPADINE LED WATERPROOF



## RAFI

Distributore Italia

## MW MEAN WELL

PADOVA



MILANO



TORINO



FIRENZE



NAPOLI



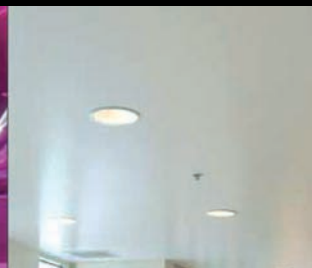
ROMA

STREET LIGHTING

STAGE LIGHTING

EMBEDDED LIGHTING

APPLICATIONS



ARCHITECTURAL LIGHTING

INDOOR LIGHTING

DECORATIVE LIGHTING

POOL LIGHTING



Voi costruite le lampade più belle, progettate le soluzioni più innovative...  
noi vi diamo i migliori alimentatori che possiate trovare ma ad un prezzo  
molto interessante.

La **RAFI ELETTRONICA S.r.l.** insieme a **Mean Well** presentano la nuova  
gamma di alimentatori switching per illuminazione a led da 18 a 240 Watt, sei  
serie distinte, diversi modelli per svariate applicazioni, sia da INTERNO che da  
ESTERNO.

Possibilità di customizzazioni su specifiche del cliente, range di ingresso da AC  
90 a 264 VAC e tensioni di uscita fino a 48 VDC. Alta affidabilità e costi molto  
competitivi.

Grado di protezione IP64 / IP65 / IP67 con PFC (Power Function Control) attivo.

Per maggiori informazioni su questi ed altri prodotti non esitate a contattare la  
RAFI ELETTRONICA S.r.l.

## RAFI

**RAFI ELETTRONICA SRL**

PIAZZALE EUROPA 9

10044 PIANEZZA ( TO)

TEL . 011/96 63 113 - 011/99 43 000

FAX 011/99 43 640

SITO WEB : [www.rafisrl.com](http://www.rafisrl.com)

E-MAIL : [rafi@rafisrl.com](mailto:rafi@rafisrl.com)

### Il mercato dei componenti SiC

La tecnologia SiC si sta diffondendo in un elevato numero di segmenti industriali e, in base ai dati degli analisti, ha sinora riscosso un discreto successo per le applicazioni PFC e quelle ferroviarie.

In particolare queste ultime dimostrano come la tecnologia SiC possa giocare un ruolo fondamentale nei settori caratterizzati dalle alte tensioni, quelle superiori a 1,7 kV.

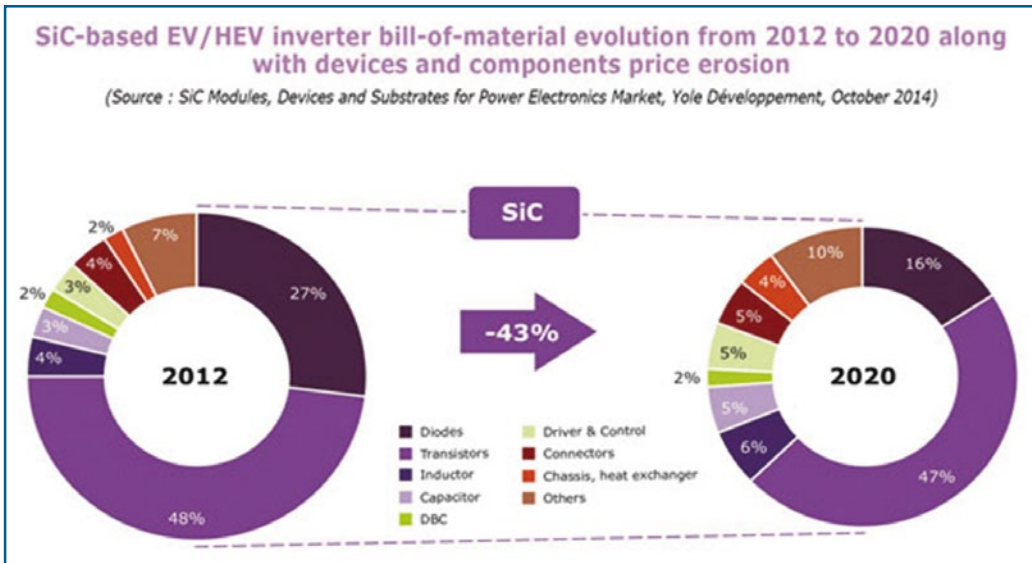
Le stime indicano, inoltre, che il segmento degli inverter fotovoltaici che implementano componenti SiC dovrebbe avere una crescita annuale di circa il 12%.

Gli analisti [Yole Développement](#), in un recente report, ritengono che le

applicazioni ad alta tensione siano proprio quelle dove la tecnologia SiC possa apportare valore aggiunto malgrado la differenza di prezzo che ancora sussiste rispetto alle tradizionali tecnologie basate sul silicio. Non va dimenticato comunque che si possono ottenere dei risparmi sui costi a livello di sistema grazie al fatto che i sistemi di raffreddamento necessari possono essere sensibilmente ridotti passando alla tecnologia SiC. Per altri segmenti, come quello dei componenti per tensioni di 600V, occorre considerare che ci sono altre tecnologie che stanno diventando competitive, come quella GaN.

Per quanto riguarda il segmento automotive, i SiC potrebbero avere un ruolo particolarmente importante per i veicoli elettrici, diventando il settore principale per questo tipo di componenti grazie ai vantaggi tecnologici che possono apportare. L'industria automobilistica però, sottolineano gli esperti, sembra essere ancora riluttante a adottare questo tipo di componenti su vasta scala a causa di diversi fattori, fra cui i costi, per cui si stima che la loro diffusione in questo segmento potrebbe arrivare nel 2018 oppure, secondo altri, nel 2020. Gli analisti precisano comunque che anche tenendo conto dello scenario più conservativo, nel 2020 il mercato dei SiC dovrebbe raggiungere i 400 milioni di dollari.

Dal punto di vista della capacità produttiva, attualmente il segmento mainstream vede la produzione basata su wafer con substrati n-type da 4". Il passaggio a wafer da 6" è infatti più lento del previsto a causa di alcune limitazioni in termini di qualità del prodotto, che ne condizionano ovviamente anche i prezzi. Il rapporto tra il prezzo di un wafer da 6" e uno da 4" con substrato n-type è infatti ancora di circa 2,5 volte, un valore troppo elevato per rendere competitivi i wafer da 6" per i produttori di dispositivi e quindi consentire una relativa riduzione dei costi dei prodotti finali. Gli analisti di Yole Développement ritengono però che il prezzo dei wafer n-Type da 6" dovrebbe scendere rapidamente nei prossimi due anni, per arrivare sotto la soglia di 1.000 dollari, e che la transizione in massa verso il formato dei 6" dovrebbe arrivare nel 2016-2017.



**Evoluzione della BOM per inverter basati su SiC destinati al mercato EV/HEV (Fonte – SiC modules, devices and substrates for power electronics market, Yole Développement)**

Per quanto riguarda i principali player di mercato, invece, [Cree](#) resta il leader seguito da aziende come per esempio [Dow Corning](#) e [SiCrystal](#). Le aziende asiatiche stanno comunque guadagnando lentamente quote di mercato, anche se i loro volumi sono ancora limitati rispetto ai principali player. La Cina, sottolineano gli analisti, ha investito notevolmente nella R&S e produzione di IGBT negli ultimi anni, anche se è ancora relativamente distante da Stati Uniti, Europa e Giappone.

Ci sono già comunque aziende cinesi che coprono l'intera catena del valore, dai materiali ai dispositivi.

### Migliorare le batterie

Gli studi di R. Edwin Garca, professore associato di ingegneria dei materiali alla [Purdue University](#), focalizzati sulle dendriti, le complesse strutture ramificate che si formano all'interno delle batterie, e non solo, hanno implicazioni pratiche molto importanti. Le dendriti che si formano infatti sugli elettrodi dell'anodo possono continuare a crescere con notevoli complicazioni per le batterie come per esempio corto circuiti interni e guasti o anche incendi. Limitare quindi lo sviluppo delle dendriti permetterebbe di ridurre sensibilmente gli accorgimenti necessari alla ricarica delle batterie, accorciando anche i tempi di ricarica.

I risultati della ricerca sono stati pubblicati nel *Journal of Power Sources* lo scorso primo febbraio 2015. I ricercatori hanno sviluppato un modello che dovrebbe aiutare i produttori di batterie a progettare dei separatori migliori all'interno delle batterie.

## Individuare la soluzione bidirezionale migliore per il test dell'alimentazione dei satelliti

I satelliti – oggetti creati dall'uomo per orbitare attorno alla Terra – sono impiegati in una grande varietà di applicazioni, dalla trasmissione di segnali televisivi e di comunicazioni telefoniche alle previsioni meteorologiche e ai servizi di navigazione. Sebbene possano differire per il loro utilizzo, tutti i satelliti condividono una necessità comune: il bisogno di una fonte di alimentazione

**Ed Brorein e Carlo Canziani**  
[Keysight Technologies](#)

I satelliti traggono l'alimentazione dal sole attraverso pannelli fotovoltaici. Tuttavia, questa fonte di energia non è costante, il satellite ruota e spesso i pannelli solari si trovano in ombra. Per compensare le variazioni dell'irraggiamento solare i pannelli solari sono affiancati da batterie che vengono caricate e scaricate così da garantire un'alimentazione costante ai sistemi elettronici di bordo.

Il ruolo di controllare il flusso di potenza dai pannelli solari alle batterie e di distribuire una sorgente di alimentazione stabilizzata al satellite compete all'unità di controllo e distribuzione dell'alimentazione (PCDU, Power Control and Distribution Unit). Il compito di assicurare che l'unità di controllo e le batterie del satellite funzionino secondo le aspettative è dei responsabili del collaudo; non si tratta di un compito facile. Sebbene vi siano tre strade per affrontare questa sfida, ciascuna presenta degli svantaggi, rendendole tutte non ideali. Fortunatamente i progressi della tecnologia offrono oggi una strada alternativa, che promette di soddisfare tutte le richieste fondamentali nei test dell'alimentazione dei satelliti.

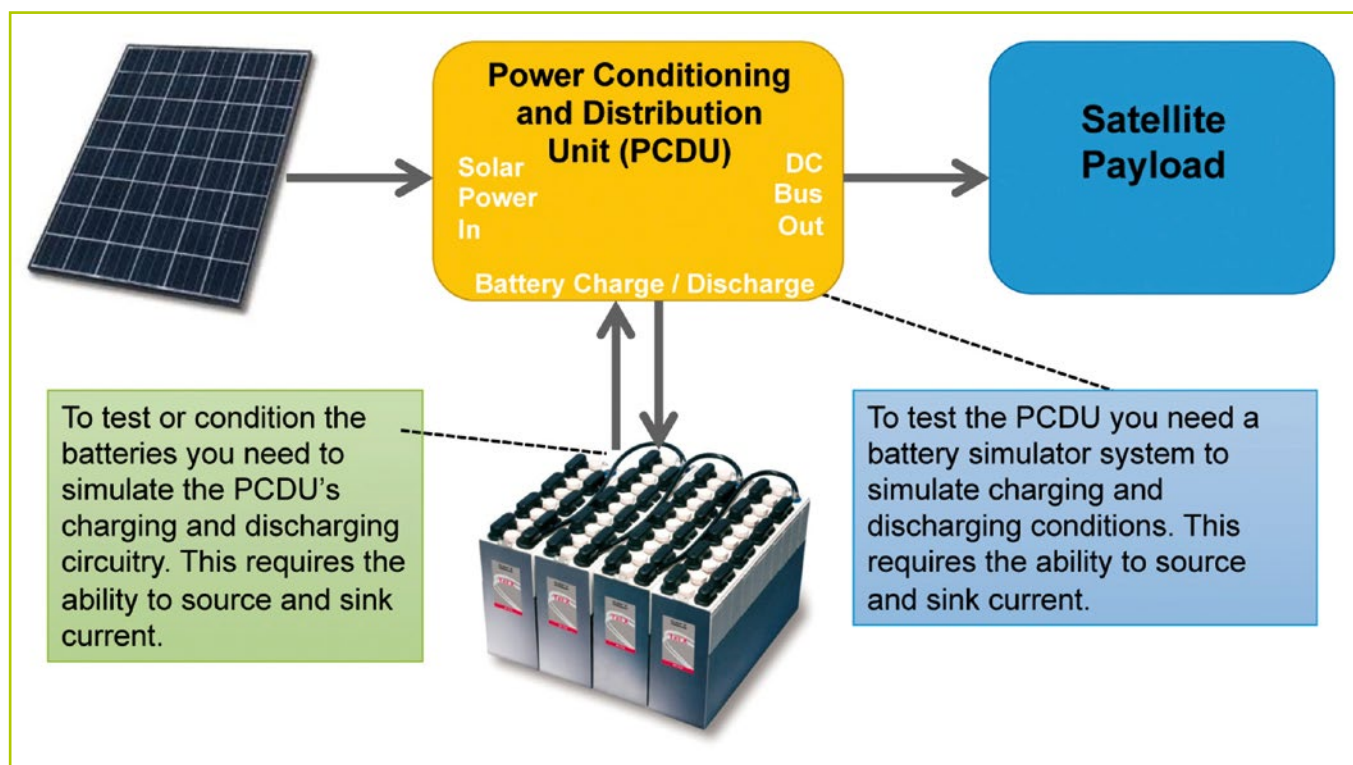
### Comprendere i requisiti di collaudo

Durante il test di un'unità di controllo dell'alimentazione o delle batterie del satellite è necessario soddisfare una serie di requisiti, tra i quali quello forse più importante

è la verifica che l'alimentatore sia in grado di erogare (source) e assorbire (sink) potenza. Questo aspetto è critico in quanto sia le batterie sia la loro elettronica di gestione nell'unità di controllo necessitano di test dei flussi di potenza bidirezionali. Ad esempio per il collaudo delle batterie è necessario erogare potenza durante la fase di carica delle batterie e assorbire potenza durante la scarica. Per verificare l'unità di controllo PCDU è cruciale poter simulare la carica e la scarica delle batterie.

Un'altra richiesta per il test dell'alimentazione del satellite in fase di collaudo o di condizionamento delle batterie è la possibilità di erogare in modo costante sia una tensione (CV constant voltage) sia una corrente (CC constant current). Per collaudare l'unità di controllo, il simulatore di batteria deve poter passare dalla condizione di erogazione a quella di assorbimento con continuità senza brusche variazioni di tensione o di corrente.

Anche l'abilità dell'apparato di test di gestire varie impedenze di carico è critica, così come lo sono le caratteristiche di protezione, l'impostazione dei limiti di corrente e tensione e il loro rapido intervento in caso di superamento. In particolare la protezione del dispositivo in prova rappresenta un aspetto critico, tra questi è fondamentale ricordare che le batterie Li-Ion possono esplodere oppure gli apparati di volo di un satellite sono normalmente mol-



**Fig. 1 – Diagramma a blocchi semplificato del flusso di potenza di un satellite. Le frecce bidirezionali indicano la necessità di una soluzione di test bidirezionale che possa sia erogare che assorbire potenza**

to costosi e unici quindi difficilmente sostituibili. Una soluzione che possa erogare e assorbire energia, in grado di regolare accuratamente tensione e corrente e con protezioni in grado di reagire velocemente aiuta a minimizzare i rischi di danni importanti.

Infine, la soluzione di test deve essere in grado di garantire livelli prestazionali accettabili (ad esempio in termini di rumore di uscita e accuratezza del livello di uscita) così da soddisfare le specifiche di collaudo del dispositivo in prova. Anche le dimensioni e il peso dell'apparato di test devono essere compatibili con quelli dei sistemi di collaudo standard così da essere facilmente installabili nelle sale di test dei satelliti.

#### Tipologia di prove per l'alimentazione dei satelliti

Esistono tre tipi di sistemi bidirezionali di test per satelliti capaci di erogare e assorbire potenza: la prima soluzione, senza sovrapposizione tra erogazione e assorbimento ma con zona morta; la seconda con sovrapposizione e la terza bidirezionale integrata. Ogni opzione

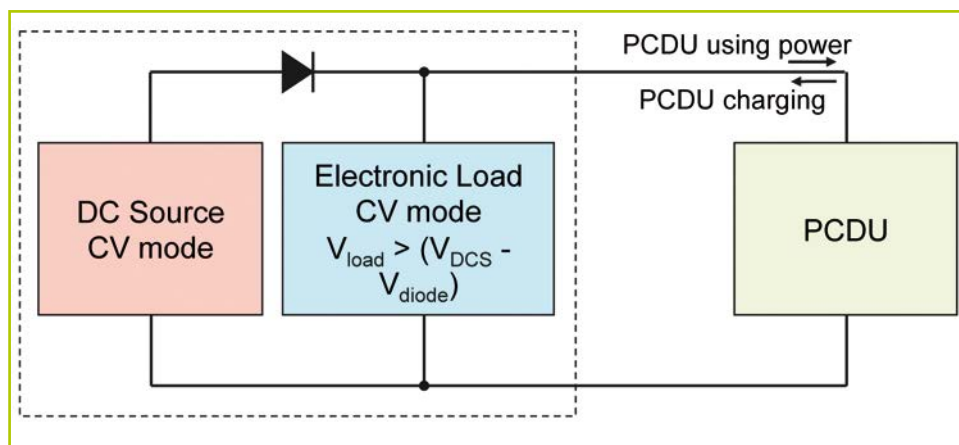
presenta pregi e difetti che saranno illustrati di seguito. La soluzione bidirezionale senza sovrapposizione tra erogazione e assorbimento e con zona morta combina una sorgente di tensione e un carico elettronico, come mostrato in figura 2. Un diodo viene normalmente installato tra le due per evitare che la corrente dal dispositivo in prova scorra verso la sorgente di tensione.

Questa soluzione garantisce un'uscita stabile, può gestire le correnti di un carico dinamico e copre un ampio intervallo di potenze.

Questo apparato lavora principalmente in tensione, essendo così più adeguato per il test delle unità di controllo (PCDU). Lo svantaggio principale è che, a causa delle transizioni del carico elettronico dentro e fuori dalla modalità a tensione costante, il funzionamento non è fluido e dà luogo a indesiderate discontinuità.

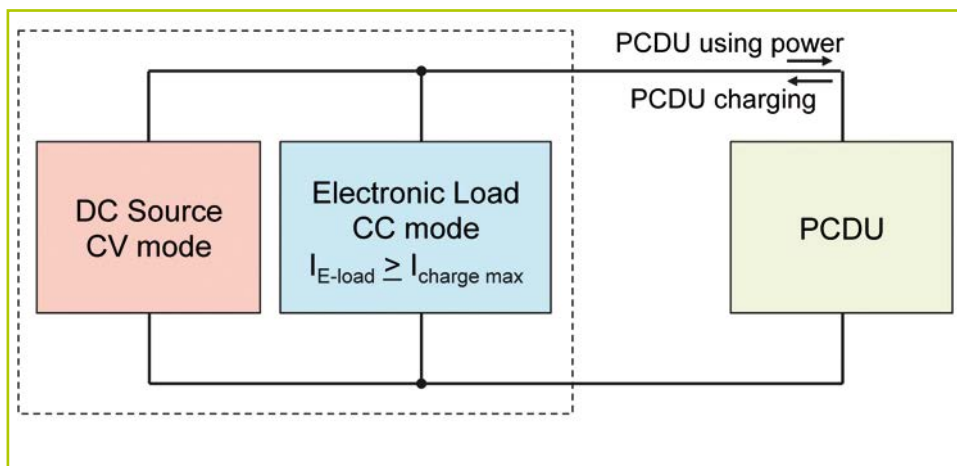
Inoltre, l'apparato risulta complesso da utilizzare, costringendo l'operatore a programmare e controllare costantemente due strumenti separati: la sorgente DC e il carico elettronico. Inoltre, generalmente è necessario im-

**L'impiego di una soluzione integrata bidirezionale, come la serie Advanced Power System, offre una serie di vantaggi fondamentali rispetto alle soluzioni con e senza sovrapposizione**

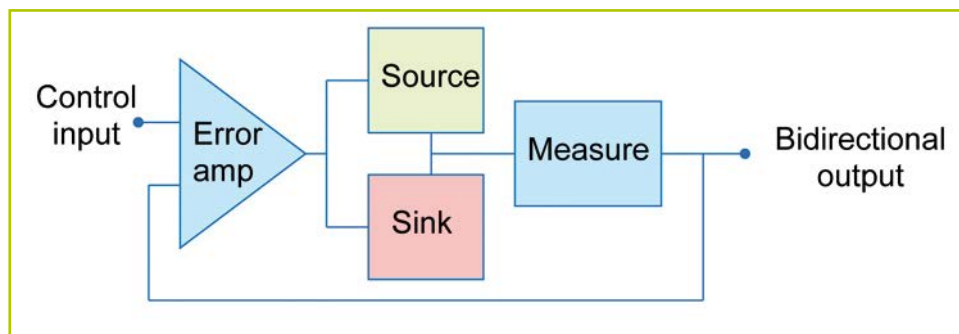


**Fig. 2** – La soluzione senza sovrapposizione tra erogazione e assorbimenti con banda morta è mostrata in alto a sinistra, mentre la soluzione bidirezionale con sovrapposizione è illustrata in basso a destra. Entrambe sono adatte al test delle unità di controllo

piegare uno strumento esterno come un multimetro digitale o un amperometro così da assicurare misure accurate, evitando le discontinuità dovute all'utilizzo di due sistemi di misura dei due strumenti presenti su sorgente di tensione e su carico elettronico. Analogamente alla soluzione senza sovrapposizione, quella con sovrapposizione impiega un carico elettronico e una sorgente di tensione continua. Tuttavia, la sorgente ha una potenza molto maggiore (corrente più elevata) e il carico elettronico è impiegato in modalità a corrente costante, impostata a un valore fisso almeno pari alla massima corrente erogata dall'unità di controllo in fase di carica (Fig. 2). Grazie a questa architettura, una soluzione di questo tipo non presenta discontinuità nel funzionamento (è priva di una zona morta) e può mantenere una tensione costante quando la corrente del dispositivo in prova cambia di direzione (carica/scarica). Sebbene questo apparato offra una tensione sufficiente-

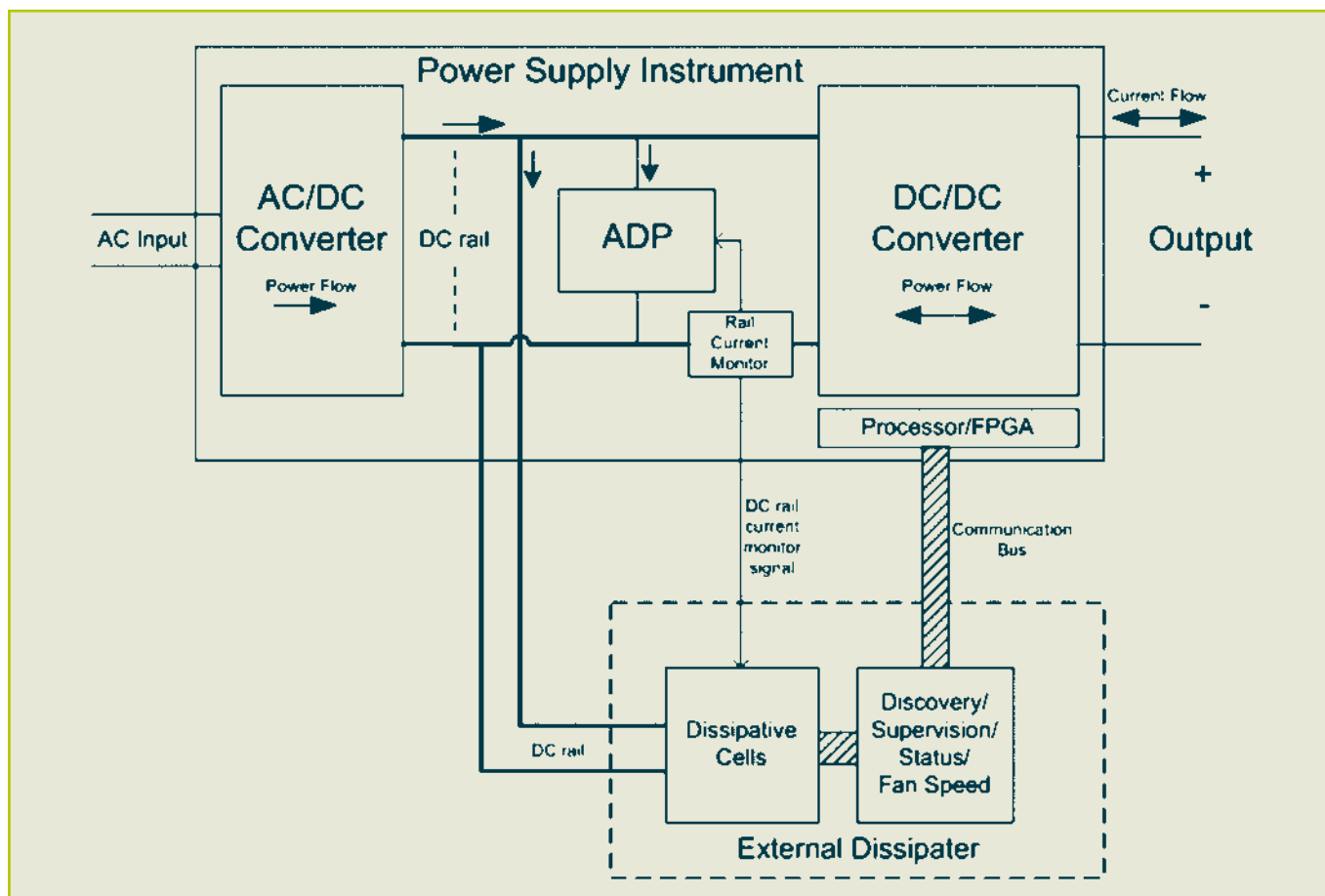


mente priva di transistori e garantisca una risposta priva di zone morte, le sue dimensioni rappresentano un grosso difetto. La sorgente DC qui impiegata deve gestire oltre il doppio della potenza del dispositivo in prova, necessitando quindi di un alimentatore più ingombrante. Oltretutto, dato che in questo caso il carico elettronico dissipa sempre potenza, l'impatto del consumo energetico dell'apparato è maggiore. Non è inoltre da trascurare l'ulteriore calore dissipato all'interno della sala di prova e il conseguente maggiore dimensionamento dell'impianto di aria condizionata. Eseguire delle misure di corrente accurate è poi difficile, in quanto la corrente è la differenza tra quella del carico e quella del generatore. Di conseguenza le incertezze di misura dei due strumenti si combinano. Inoltre, circuiti di controlli dedicati possono essere necessari per assicurare un funzionamento stabile e prevedibile.



**Fig. 3** – Configurazione di un singolo strumento con una soluzione di test bidirezionale integrata





**Fig. 4 – Schema a blocchi di un alimentatore switching bidirezionale ottenuto dalla combinazione di un convertitore DC-DC bidirezionale, di un programmatore ADP e di un dissipatore esterno**

Sebbene non illustrato, il test delle batterie richiede una modifica della soluzione bidirezionale senza sovrapposizione, laddove il carico e la sorgente operino indipendentemente in modalità a corrente costante con limiti sull'escursione della tensione per limitare la carica e la scarica. Qui le protezioni di sicurezza sono di primaria importanza. Un hardware di protezione personalizzato è necessario in aggiunta alle protezioni interne dei carichi elettronici e dei generatori DC.

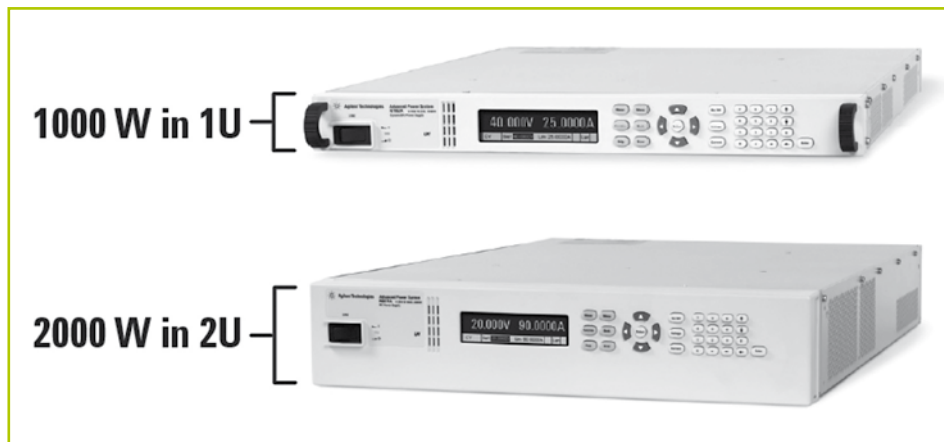
L'ultima opzione, la soluzione bidirezionale integrata, offre un funzionamento a due quadranti. Questo significa che sia l'erogazione di potenza sia l'operazione di assorbimento sono controllate da un singolo anello di regolazione (Fig. 3). Di conseguenza, questa soluzione offre un funzionamento senza discontinuità durante la transizione tra erogazione e assorbimento, insieme ad alte prestazioni durante entrambe le fasi; il tutto senza bisogno di dissipare grandi quantità di potenza.

Un altro fondamentale vantaggio è che questa soluzione può essere impiegata sia per il test delle batterie sia per il test delle unità di controllo dei satelliti PCDU, con

adeguate regolazioni di tensioni e correnti. Uno svantaggio importante è rappresentato dalla difficoltà di trovare una soluzione bidirezionale integrata, che operi nell'intervallo di potenze richiesto (cioè livelli di potenza superiori al kW). Gli alimentatori lineari offrono un'architettura che supporta il funzionamento a due quadranti, ma che diventa troppo ingombrante ai livelli di potenza richiesti in questa applicazione. D'altra parte, l'architettura degli alimentatori switching offre un ingombro minore, a parità di potenza, ma non supporta facilmente il funzionamento a due quadranti.

#### **Superare gli svantaggi**

In generale, l'approccio più comune per il test dell'alimentazione dei satelliti è l'impiego di strumenti separati per erogare e assorbire potenza, come nel caso delle soluzioni con e senza sovrapposizione, essendo questi strumenti commercialmente disponibili. Gli svantaggi di queste soluzioni possono essere superati impiegando una soluzione bidirezionale integrata. Tuttavia, la sfida diventa individuarla. Per fortuna la combinazione di diverse



**Fig. 5 – La famiglia di sistemi di alimentazione APS di Keysight Technologies comprende modelli da 1 e 2 kW, con la possibilità di essere collegati in parallelo fino a raggiungere una potenza complessiva di oltre 10 kW. Questa famiglia include due fasce di prestazioni: la serie N6900 di alimentatori DC è progettata per applicazioni ATE in cui le prestazioni sono critiche, mentre la serie di alimentatori dinamici N7900 è progettata per le esigenze delle applicazioni in cui sono richieste alimentazioni dinamiche e caratterizzazioni di correnti e tensioni dinamiche.**

nuove tecnologie rende oggi questa ricerca più semplice. Queste tecnologie comprendono un convertitore DC-DC bidirezionale, un circuito di scarica automatico e programmabile (ADP, Automatic Down-Programmer) e un dissipatore esterno (ED, External Dissipater) brevettati. Il convertitore DC-DC impiega tecnologie di raddrizzamento sincrono per poter gestire flussi di potenza bidirezionali.

Aggiungere la bidirezionalità di conversione DC-DC a un alimentatore switching consente di scaricare l'energia immagazzinata all'uscita tra i due stadi di conversione dell'alimentatore. Il programmatore brevettato ADP consente di eseguire una sotto-programmazione (applica un circuito di scarica) sul bus DC. In pratica, legge e assorbe la corrente nel caso in cui la tensione del bus DC inizi a salire. Il dissipatore brevettato, esterno all'alimentatore, espande la capacità di monitorare e assorbire la corrente dell'ADP. Grazie al dissipatore esterno l'alimentatore è in grado di raggiungere il completo funzionamento bidirezionale a due quadranti fino al livello della sua corrente massima. Combinate insieme, queste tecnologie consentono di realizzare una soluzione bidirezionale integrata basata sull'architettura di un alimentatore switching controllato da un singolo anello di regolazione (Fig. 4). Un ottimo esempio di questi apparati sono le famiglie di alimentatori di sistema Advanced Power System N6900 e N7900 (Fig. 5).

Questi apparati integrati bidirezionali soddisfano le richieste del collaudo dell'alimentazione dei satelliti,

offrendo al contempo elevata precisione e accuratezza, in un'architettura di alimentatore switching da banco.

L'impiego di una soluzione integrata bidirezionale, come la serie Advanced Power System, offre una serie di vantaggi fondamentali rispetto alle soluzioni con e senza sovrapposizione. Innanzitutto l'alimentatore utilizza un singolo anello di regolazione per controllare sia l'erogazione sia l'assorbimento. Di conseguenza, le stesse specifiche e prestazioni sono offerte indipendentemente dallo stato di erogazione o assorbimento di potenza. Inoltre, la transizione tra le due modalità è fluida e priva di discontinuità e non consuma elevate potenze. Anche la complessità hardware e software di questo apparato è semplificata, dato che consiste

in un unico strumento da collegare al dispositivo in prova. Inoltre, non c'è alcun bisogno di aggiungere hardware personalizzato dedicato al controllo. L'integrazione della soluzione permette un'ulteriore passo in avanti nella simulazione di batterie. Infatti, gli alimentatori APS possono simulare la resistenza interna di batteria così da ottenere un comportamento molto simile alla realtà con variazioni di tensione proporzionali alla corrente di carica e scarica. Infine, essendo APS basato sull'architettura di un alimentatore switching, le dimensioni e il peso dell'hardware sono molto contenute. Sebbene sia chiaro che una soluzione bidirezionale è necessaria per collaudare adeguatamente le batterie e l'unità di controllo di un satellite, la scelta di quale apparato usare è complicata dal fatto che ogni approccio presenta alcuni svantaggi. Oggi, le soluzioni con e senza sovrapposizione sono le più diffuse, ma una soluzione bidirezionale integrata rappresenta una soluzione molto più vantaggiosa ma difficilmente individuabile. Ecco dove entra in gioco lo sviluppo di un convertitore DC-DC e tecnologie Advanced Down Programming e External Dissipater brevettate. Queste tecnologie hanno consentito la creazione di una soluzione bidirezionale integrata in un'architettura di alimentatore switching. Questa soluzione soddisfa tutte le richieste per il collaudo dell'alimentazione dei satelliti, senza alcuno svantaggio proprio delle altre opzioni, diventando un'ottima opzione per gli ingegneri incaricati di eseguire il test delle batterie e delle unità di controllo dei satelliti.

Does the  
work of many.  
Takes the  
space of few.



Make every inch of precious rack space count thanks to the Keysight N8900 Autoranging Series. Choose from 5, 10, and 15 kW models that can be easily paralleled to create 'one' power supply with >100 kW of power. Now that's a powerful promise.

#### Keysight N8900 Series Autoranging DC Power Supplies

Autoranging output does the job of many power supplies

Up to 15 kW in 3U maximizes rack space

Parallel multiple units for >100 kW of power

28 models: up to 1500 V, up to 510 A

To find the right high-power supply for your needs,  
get your Power Products Selection Guide at  
[www.keysight.com/find/N8900Autoranging](http://www.keysight.com/find/N8900Autoranging)

Numero Verde: 800 599 100



Unlocking Measurement Insights

© Keysight Technologies, Inc. 2014

Agilent's Electronic Measurement Group has become **Keysight Technologies**.

## Convertitori Dc-DC non isolati: prestazioni più spinte con la topologia SEPIC-Fed Buck

La nuova topologia di potenza Solus sviluppata da CUI permette di superare parecchie limitazioni proprie degli attuali convertitori PoL, in particolare per quel che riguarda efficienza e risposta ai fenomeni transitori

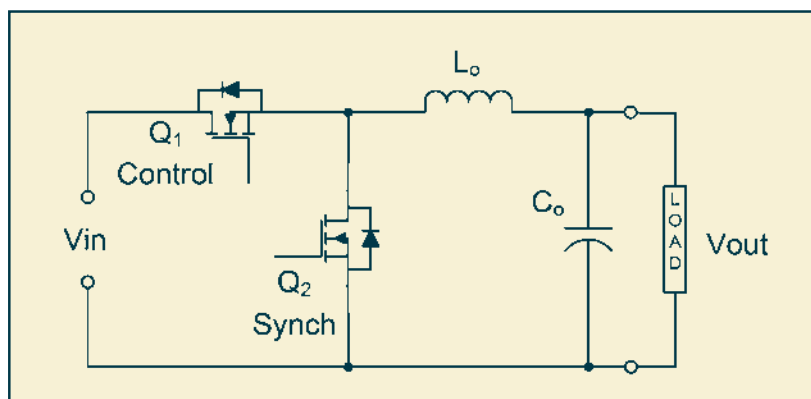
**Fariborz Musavi**  
 Director of engineering  
 CUI

Un convertitore PoL (Point-of-Load) è un convertitore DC-DC step-down progettato per fornire una tensione costante al carico DC-DC in modo (quasi) indipendente dalle correnti di carico. Questo tipo di convertitore è andato via via diffondendosi in un'ampia gamma di applicazioni, dal networking alle telecomunicazioni, dalla comunicazione dati all'elaborazione, oltre che in ambito aerospaziale.

Sempre più spesso si ricorre a convertitori PoL per alimentare circuiti ASIC, FPGA e altri dispositivi che integrano nuclei di elaborazione ad alte prestazioni. Tenendo conto del fatto che la potenza dinamica assorbita dal processore è proporzionale alla frequenza di quest'ultimo e al quadrato della tensione del processore, le tendenze attuali prevedono l'uso di valori di tensioni del core più bassi in modo da ridurre le perdite di potenza e garantire una velocità di elaborazione più elevata.

È dunque ovvio che la portata di corrente per questi convertitori aumenta a parità di potenza. Ciò ha parecchie implicazioni per il circuito di alimentazione, compresa la necessità di istradare basse tensioni e correnti elevate sulla scheda a circuito stampato.

Ciò comporta cadute di tensione di una certa entità, maggior consumo di potenza e presenza di piste di ampie dimensioni sulla scheda PCB, tutti effetti che possono



**Fig. 1 – Schema circuitale di un convertitore buck sincrono**

avere effetti negativi sulla regolazione dell'uscita. Ponendo i convertitori PoL (Point-of-Load) in prossimità del carico, è possibile eliminare i lunghi cablaggi tra l'alimentatore e il carico presenti nei tradizionali sistemi di alimentazione. In questo modo è possibile fornire una tensione precisa pur nel rispetto dei requisiti attuali che prevedono basse tensioni e alte correnti. Poiché i convertitori di potenza sono posizionati fisicamente in prossimità del circuito di carico, è possibile minimizzare le perdite di distribuzione in DC e ridurre le induttanze distribuite, con conseguente miglioramento della risposta dinamica. In sintesi, questi sistemi richiedono correnti di valore elevato con più tensioni di alimentazione di valore ridotto e devono rispettare vincoli severi per quanto riguarda la regolazione in presenza di correnti dinamiche caratterizzate da escursioni ampie e variabili rapidamente.

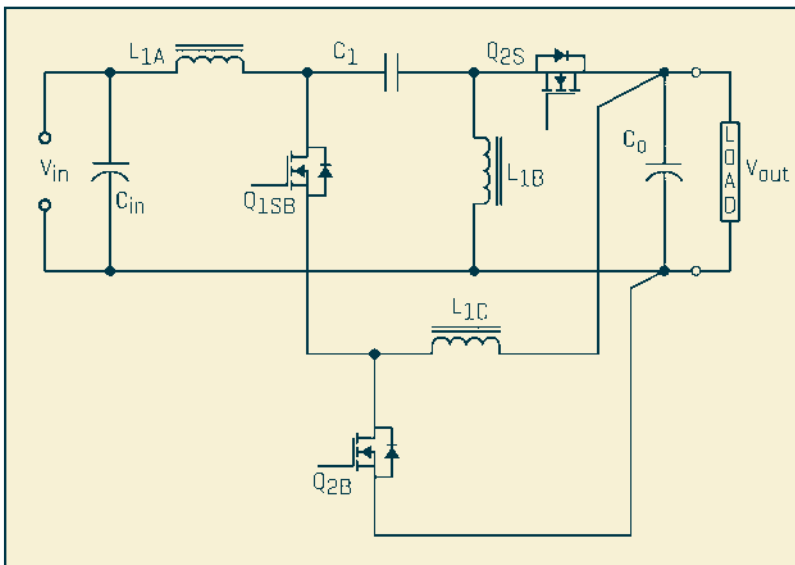


Fig. 2 – Schema di un convertitore SEPIC-fed buck

**Limiti delle topologie POL esistenti**

La topologia più comune utilizzata nelle applicazioni PoL è il convertitore buck sincrono. In questo caso l'utilizzo di un MOSFET low-side al posto di un diodo contribuisce a ridurre in modo significativo le perdite, con conseguente miglioramento dell'efficienza di conversione rispetto a un convertitore buck tradizionale. Lo schema di un convertitore buck sincrono è riportato in figura 1.

Questa topologia richiede un circuito di pilotaggio del MOSFET più complesso per controllare entrambi i commutatori. Inoltre, è necessario assicurarsi che entrambi i MOSFET non siano accesi (turn-on) contemporaneamente, in quanto si potrebbe creare un corto circuito diretto dalla tensione di ingresso ( $V_{in}$ ) a massa con conseguenze potenzialmente catastrofiche. Questo tipo di corto circuito è anche noto come conduzione incrociata (cross-conduction) o shoot-through. L'impiego di un MOSFET al posto di un diodo di ricircolo (catch o free-wheeling diode), oltre a ridurre le perdite per conduzione, consente un flusso bidirezionale della corrente dell'induttore. In presenza di carichi di valore ridotto, il convertitore buck sincrono continua dunque a funzionare in modalità CCM (Continuous Conduction Mode), mentre un convertitore buck tradizionale entra in modalità DCM (Discontinuous Conduction Mode). Un convertitore buck sincrono può dunque garantire un'elevata efficienza per correnti di uscita a valore elevato, ma è tutt'altro che efficiente per bassi valori di potenza di uscita.

Ciò significa che il miglioramento dell'efficienza per carichi di valore ridotto e per correnti di uscita elevate, una priorità per le apparecchiature di rete della prossima generazione, rimane un problema irrisolto.

La necessità di fornire una corrente dinamica di notevole

intensità, con una tensione regolata in maniera molto precisa, permette di evidenziare un'altra limitazione delle topologie esistenti. Nel caso si utilizzi un convertitore buck, transistori di carico di notevole entità danno origine a significative variazioni della tensione di uscita.

Poiché la velocità di variazione della corrente dell'induttore non è pari a quella della corrente di carico, il condensatore di uscita deve fornire la corrente necessaria per alimentare il carico durante i transistori di quest'ultimo. La tensione di uscita, quindi, varierà rispetto al valore nominale stabilito, a causa della scarica del condensatore. Viceversa, un transistoro di carico veloce di tipo "step-down" produrrà una sovraelongazione (overshoot) di tensione, imputabile alla carica del condensatore.

A causa del funzionamento sincrono a frequenza costante, il controllore non può reagire immediatamente per accendere il commutatore di controllo a seguito di una variazione a gradino della corrente di carico. Il controllore deve quindi attendere il successivo impulso di clock prima che il commutatore di controllo sia nuovamente acceso. L'ampiezza di banda finita del compensatore lineare – progettata in modo da essere una frazione della frequenza di commutazione allo scopo di garantire la stabilità del sistema – impedisce alla tensione di controllo di aumentare con una velocità sufficiente. A causa di questi due fattori combinati, l'integrale della scarica del condensatore è maggiore rispetto al caso ideale.

Poiché l'ampiezza di banda del compensatore è progettata in funzione della frequenza di commutazione, una soluzione ovvia per affrontare le problematiche appena sopra delineate è incrementare la frequenza di commutazione del con-

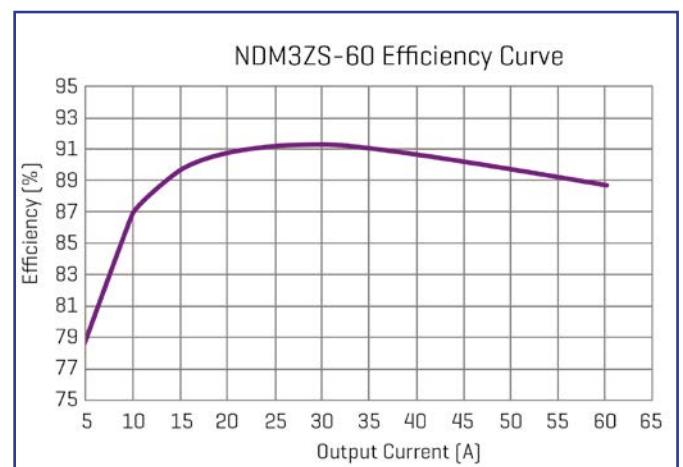


Fig. 3 – Andamento dell'efficienza in funzione della corrente di uscita di un convertitore SEPIC-fed buck da 60A con ingresso a 12V e uscita a 1V

vertitore. Come già affermato, le perdite di un convertitore buck legate alla frequenza (perdite del gate del MOSFET, perdite di commutazione, perdite del nucleo dell'induttore) provocano una significativa diminuzione dell'efficienza del convertitore. Le limitazioni fisiche dei dispositivi a semiconduttore e la loro portata in corrente rivestono un ruolo importante nella definizione dei convertitori PoL. Per realizzare convertitori PoL in grado di fornire correnti più elevate, i progettisti possono adottare due strategie: disporre più MOSFET in parallelo o utilizzare un convertitore a più fasi. In entrambi i casi, dimensioni e costo del componente aumentano in maniera significativa.

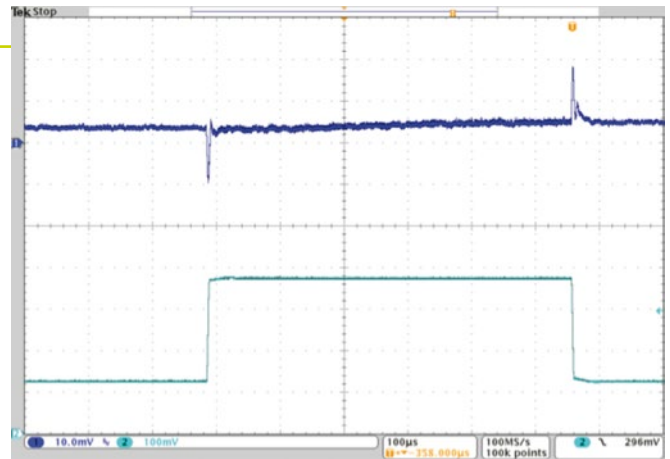
## Topologia SEPIC-Fed Buck

Per affrontare in modo efficace le problematiche esposte, CUI ha sviluppato una nuova topologia di potenza proprietaria denominata Solus; essa abbina un convertitore SEPIC (Single-Ended Primary-Inductor Converter) con un convertitore buck, per dar vita alla topologia SEPIC-fed buck. Questa topologia brevettata permette di superare parecchie limitazioni proprie dei convertitori PoL al momento disponibili, in particolare per quel che riguarda efficienza e risposta ai fenomeni transitori. Lo schema di un convertitore SEPIC-fed buck è riportato in figura 2.

Un aspetto importante di questa topologia è la capacità di ridurre le perdite di potenza. L'aumento di efficienza è ottenuto tramite la riduzione delle perdite di commutazione e di conduzione in parecchi punti critici all'interno del convertitore. Nel momento in cui aumentano le frequenze di commutazione, tali migliorie assumono un'importanza ancora più rilevante. Maggiore è la frequenza di commutazione, più elevate sono la densità di potenza e l'ampiezza di banda del compensatore lineare, con conseguente miglioramento della risposta ai transitori e diminuzione dei costi. Ipotizzando di utilizzare i medesimi dispositivi di commutazione per un convertitore buck tradizionale, un progetto basato sulla topologia Solus permette di ridurre le perdite di commutazione in misura superiore al 90%. In figura 3 è riportato il grafico dell'efficienza in funzione della corrente di uscita relativo a un convertitore PoL non isolato da 60A con tensione di ingresso di 12V e tensione di uscita di 1V. Il grafico evidenzia che il picco dell'efficienza (91,28%) si verifica in corrispondenza di una corrente pari a 30A.

Nella figura 4 è riportata la risposta ai transitori (sempre con tensione di ingresso di 12V e tensione di uscita di 1V) in corrispondenza di una variazione a gradino del carico di 30A (da 15 a 45A) con slew rate di 10 A/ $\mu$ s. La variazione di tensioni picco-picco è pari a 32 mV, i condensatori bulk utilizzati nella scheda sono di tipo PoSCAP (10 da 470  $\mu$ F) e non è richiesto alcun condensatore ceramico.

Un convertitore Solus può dunque operare a frequenze di commutazione più elevate, senza penalizzazioni eccessive



**Fig. 4 – Risposta ai transitori (ingresso di 12V e uscita di 1V) in corrispondenza di una variazione a gradino del carico di 30A con uno slew rate di 10 A/ $\mu$ s. Ch1 (Blu): Vout, 10 mV/div. e Ch2 (Verde): Iout, 10 A/div.**

in termini di efficienza, permettendo di ottenere la densità di potenza stabilita con livelli di efficienza ragionevoli. Poiché questa topologia è caratterizzata da una curva di efficienza molto piatta e può operare in modo molto efficiente su un ampio intervallo di tensione, i progettisti possono ridurre sensibilmente il numero dei condensatori bulk necessari, con conseguenze favorevoli il costo complessivo dell'alimentatore. Poiché la corrente di ingresso di un convertitore SEPIC-fed buck è praticamente continua con una ondulazione (ripple) di lieve entità, il valore della capacità dei convertitori di ingresso può essere ridotta fino al 95%. Anche le interferenze EMI provocate dall'ondulazione della corrente di ingresso risultano inferiori. Ciò è dovuto alla presenza di un induttore nella sezione di ingresso del convertitore, che contribuisce anche a ridurre la possibilità che si verifichi un guasto in presenza di fenomeni di shoot-through. La topologia Solus è basata su un elemento magnetico, un commutatore di controllo e due interruttori di commutazione controllati in maniera ottimale mediante una modulazione Pwm (Pulse-Width Modulation). Il componente magnetico è formato da quattro induttori accoppiati in maniera induttiva, avvolti intorno al medesimo nucleo. Si tratta di una topologia molto semplice, come quella di un convertitore buck tradizionale.

I requisiti dei moderni sistemi, che richiedono correnti di valore sempre maggiore con più tensioni di alimentazioni di valore ridotto, regolazione precisa della tensione in presenza di correnti dinamiche di notevole entità (anche maggiori di 100A) che variano rapidamente, hanno evidenziato i limiti delle attuali topologie di conversione.

Dal canto loro i convertitori PoL ad alte prestazioni devono essere caratterizzati da elevata densità di potenza, alta efficienza, per consentire la realizzazione di sistemi in grado di soddisfare le sempre più severe normative ambientali, rapida risposta ai transitori e bassi valori di interferenza EMI. La topologia SEPIC fed buck, sviluppata da CUI, è la prima a integrare tutte le caratteristiche necessarie per soddisfare questi nuovi requisiti.

# Come aumentare la durata dei condensatori in alluminio

Alcune semplici regole per calcolare gli effetti delle condizioni operative sui condensatori utilizzati negli alimentatori

**Marcin Chelminski**  
**Central applications engineer**  
**Future Electronics – Polonia**

Un condensatore in alluminio è un componente molto comune negli alimentatori, in quanto si tratta del tipo di condensatore più adatto per svolgere funzioni quali immagazzinamento di energia e filtraggio a bassa e alta frequenza. Per espletare tali compiti sono necessari gli alti valori di capacità e di potenza nominale che un condensatore in alluminio è in grado di offrire a un prezzo ragionevole.

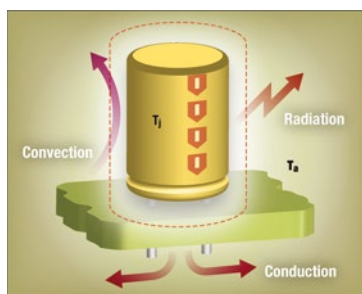
Per contro, i condensatori in alluminio sono spesso i componenti più soggetti a guasti, per cui la vita operativa di un condensatore in alluminio tenderà a determinare quella dell'intero alimentatore. Ciò significa che il progettista deve porre molta attenzione nel calcolo dei parametri di un condensatore in alluminio, al fine di scegliere il componente più adatto ai propri scopi. Nella scelta del condensatore è anche necessario ricercare il miglior compromesso tra costi e prestazioni: insieme ai componenti magnetici, i condensatori in alluminio sono spesso i dispositivi passivi più costosi di un alimentatore. Il compito di un progettista di sistemi di potenza è selezionare un componente che garantisca una vita operativa prevista adeguata, senza per questo sovra-specificare il dispositivo e senza incorrere in spese inutili.

L'affidabilità di un condensatore elettrolitico in alluminio è solitamente definita dalla sua aspettativa di vita durante l'uso pratico. Tra i fattori che influenzano in misura minore la vita di un condensatore elettrolitico in alluminio si possono annoverare umidità, vibrazioni e calore trasferito attraverso i pattern (ovvero i disegni delle piste) della scheda PCB (Printed Circuit Board). Temperatura ambiente, corrente di rip-

ple e tensione applicata sono invece i fattori che influenzano in maniera sensibile la vita utile del condensatore.

I criteri applicativi fondamentali da rispettare nel caso dei condensatori elettrolitici in alluminio prevedono che temperature di funzionamento, ripple current e tensione rimangano sempre al di sotto dei valori massimi consentiti specificati.

Questi criteri base non forniscono sufficienti informazioni tali da consentire al progettista di alimentatori di ottimizzare il prodotto in termini di vita operativa. Per conseguire tale scopo il progettista deve stimare gli effetti sulla vita operativa delle variazioni delle condizioni di funzionamento all'interno dei limiti massimi consentiti. Lo scopo di questo articolo è fornire, attraverso una dimostrazione delle modalità da seguire per valutare l'effetto delle variazioni delle condizioni operative, una guida che permetta ai progettisti di allungare la vita dei condensatori in alluminio, indipendentemente dalla particolare applicazione considerata. Come si vedrà, i condensatori di ultima generazione ideati per l'uso negli alimentatori che sfruttano le più recenti evoluzioni nel campo della progettazione e dei materiali, possono assicurare una durata fino a 15 anni in un'ampia gamma di condizioni operative, evitando il ricorso ai più costosi condensatori ad altissima affidabilità.



**Fig. 1- Le tre modalità secondo le quali il calore fuoriesce da un condensatore di un alimentatore [Fonte: Vishay, Engineering Solutions document 'Aluminum capacitors in power supplies', pagina 9]**

## Modalità di guasto dei condensatori in alluminio

I condensatori in alluminio espletano una pluralità di funzioni, a seconda del loro posizionamento all'interno di un circuito. In qualità di buffer di ingresso di un convertitore AC-DC, un condensatore in alluminio fornisce l'energia quando la tensione di rete in ingresso è troppo bassa, oppure immagazzina energia quando questa tensione è troppo alta. Usato come buffer di uscita, il condensatore esegue operazioni di filtraggio e agisce come assorbitore di corrente (current sink) per un induttore.

Durante il funzionamento questi condensatori possono guastarsi secondo varie modalità, che

vengono riassunte di seguito:

- i guasti di natura catastrofica si verificano quando il condensatore si rompe a causa di un corto circuito o di un circuito aperto;
- la degradazione si verifica quando il condensatore continua a funzionare ma le sue prestazioni sono peggiorate in una certa misura. Per esempio, la capacità del dispositivo potrebbe diminuire nel tempo. La variazione del valore della capacità è accettabile o meno a seconda dei requisiti della particolare applicazione considerata. Se tale variazione non è accettabile, il dispositivo cessa di funzionare.

Un corto circuito tra gli elettrodi può essere provocato da eventi di natura meccanica quali ad esempio urti, vibrazioni o sollecitazioni sui terminali. Esso può anche essere causato da fattori di natura elettrica, come ad esempio l'applicazione di una corrente o di una tensione di tipo impulsivo che superano il valore massimo nominale.

Numerose sono le cause di un circuito aperto. Per esempio se il condensatore è sottoposto a una forza troppo elevata durante il montaggio, il collegamento tra il conduttore e la linguetta potrebbe risultare attorcigliato oppure deformato. Le alte temperature sono anch'esse dannose, sia che si tratti del funzionamento a una temperatura superiore al di sopra del valore massimo nominale, oppure dell'esposizione a un calore eccessivo trasmesso attraverso le piste della scheda che vaporizza l'elettrolita del condensatore. In maniera del tutto analoga, l'esposizione del condensatore a una corrente di ripple eccessiva provoca un aumento della temperatura interna, con conseguente essiccazione dell'elettrolita.

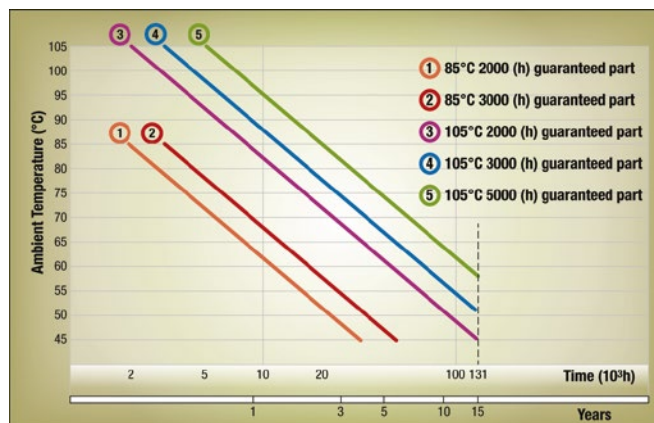
Una riduzione della capacità e un incremento delle perdite di potenza provocate da un alto valore della ESR (Equivalent Series Resistance – resistenza in serie equivalente) si verificano nei seguenti casi:

- una tensione inversa è applicata su base continuativa;
- il condensatore è soggetto a un numero molto elevato di cicli di carica/scarica;
- la corrente applicata supera il valore massimo della corrente di ondulazione nominale.

### Ottimizzazione in base alle condizioni operative

I limiti dei test di vita utile (load life test) standard applicati ai condensatori in alluminio (alla tensione nominale e alla temperatura nominale massima) misurano il tempo che intercorre fino al momento in cui il condensatore sperimenta una riduzione della capacità del 20 o 30% rispetto al suo valore iniziale, un incremento del 200 o del 300% della tangente di perdita (ovvero una misura delle perdite di potenza ascrivibili al dielettrico) o un incremento del 200% della corrente di perdita, a seconda di quale condizione si verifica per prima.

Questi limiti standard forniscono un metodo rapido, anche se abbastanza approssimativo, per confrontare le prestazioni di dispositivi concorrenti. Essi comunque non rispecchiano necessariamente i requisiti di ogni applicazione. Quindi, per ottimizzare



**Fig. 2 - Esempio di calcolo della durata prevista di numerosi condensatori condotto su un ampio intervallo di temperature ambiente**

il compromesso tra durata e costo e individuare il condensatore più adatto per un particolare alimentatore, il progettista deve calcolare l'aspettativa di vita dei condensatori in fase di valutazione nelle condizioni operative previste per l'applicazione considerata. Prima di fare ciò, è utile verificare in che modo sarebbe possibile modificare le condizioni operative dell'alimentatore in modo da minimizzare i rischi per ciascuno dei condensatori elettrolitici presenti sulla scheda. Le caratteristiche elettriche dei condensatori elettrolitici in alluminio sono più sensibili alla temperatura rispetto a quelle di altre tipologie di condensatori. Ciò è dovuto all'elettrolita liquido presente nei condensatori in alluminio le cui proprietà (come conduttività e viscosità) sono fortemente influenzate dalla temperatura.

Al fine di ridurre l'esposizione alle alte temperature del dispositivo, il progettista deve comprendere il flusso dell'energia termica attraverso di esso (Fig. 1). All'interno della linea tratteggiata, tutti i materiali si trovano alla temperatura di giunzione del dispositivo ( $T_j$ ), mentre all'esterno la temperatura è quella ambiente ( $T_a$ ). Il calore generato all'interno della linea tratteggiata è trasportato all'esterno per convezione, radiazione e conduzione.

Se il progettista riuscisse a implementare un mezzo per migliorare la fuoriuscita del flusso di calore dal condensatore, sarebbe possibile aumentare l'aspettativa di vita dello stesso. In base alla teoria di Arrhenius, la vita utile di un condensatore in alluminio raddoppia in corrispondenza di ogni diminuzione di 10 °C della temperatura ambiente. Tale diminuzione influenza direttamente il calcolo della durata fatto dal progettista nei casi in cui il calore prodotto dalle perdite di tipo resistivo (per esempio nei circuiti di temporizzazione) risulti trascurabile. Di seguito è riportata la relazione che lega durata e temperatura ambiente:

$$L = L_0 \cdot 2^{\frac{T_{max} - T_a}{10}}$$

dove

L = vita stimata [ore]

$L_0$  = vita alla temperatura nominale [ore]



$T_{max}$  = temperatura nominale [°C]  
 $T_a$  = temperatura ambiente [°C]

Nella figura 2 è riportato un esempio di calcolo dell'aspettativa di vita che sfrutta la relazione appena sopra delineata.

Questa equazione deve essere opportunamente modificata nel caso dei condensatori in alluminio presenti negli alimentatori, perché in questo caso le perdite di tipo resistivo assumono una notevole importanza. L'effetto della corrente di ondulatione sulle stime della durata può essere calcolato mediante la seguente espressione:

$$L = L_0 \cdot 2^{\frac{T_{max}-T_a}{10}} \cdot 2^{\left(\frac{\Delta T_{j0}}{10-(0.25 \cdot \Delta T_{j0})} - \frac{\Delta T_j}{10-(0.25 \cdot \Delta T_j)}\right)}$$

Dove:

$\Delta T_{j0}$  = aumento di temperatura provocato dalla corrente di ondulatione nominale [°C]. Si tratta della massima differenza di temperatura tra il core e il contenitore esterno del condensatore. Questo valore varierà in funzione del materiale utilizzato per la realizzazione del dispositivo. Poiché non esiste un metodo semplice per calcolare questo valore, i produttori forniscono queste informazioni su richiesta. Ogni serie di condensatori, e talvolta anche contenitori di differenti dimensioni all'interno di una medesima famiglia, sarà caratterizzata da valori differenti di  $\Delta T_{j0}$ .

$\Delta T_j$  = aumento di temperatura imputabile dalla corrente di ondulatione effettiva [°C], espressa come:

$$\Delta T_j = \Delta T_{j0} \cdot \left(\frac{I_{100kHz}}{I_0}\right)^2$$

Dove

$I_{100kHz}$  = Corrente di ondulatione effettiva a 100 kHz

$I_0$  = Corrente di ondulatione nominale a 100 kHz

Si tenga presente che se  $\Delta T_{j0} > 20$  il progettista dovrebbe contattare il rappresentante del costruttore per ulteriori delucidazioni. Una stima della durata calcolata utilizzando l'equazione sopra riportata, prevede un margine di errore; non si tratta infatti di un valore garantito dal produttore. Di conseguenza i produttori di condensatori in alluminio raccomandano ai progettisti di prevedere un ampio margine di sicurezza tra il valore calcolato e la durata in esercizio prevista. Quindi, anche se i calcoli prevedono un'aspettativa di vita superiore a 15 anni, i produttori consigliano di limitare le aspettative della durata in esercizio a 15 anni. Nella tabella 1 è riportato un esempio di calcolo relativo a NRZJ182M35V12.5X35, un dispositivo della serie NRZJ di condensatori in alluminio prodotti da NIC Components. Queste le informazioni fornite

**Tabella 1 - Calcolo della durata per il condensatore NRZJ182M35V12 prodotto da NIC Components**

$I_{100kHz}$ [A]	$\Delta T_j$ [°C]	Aspettativa di vita a 95 °C	
		ore	anni
2.5	2.6	29752	3.4
3	3.7	27120	3.1
3.5	5.1	24121	2.8
4	6.6	20825	2.4
4.12	<b>7.0</b>	<b>20000</b>	<b>2.3</b>
4.5	8.4	17327	2.0

dal datasheet:

$T_{max} = 105$  °C  
 $L_0 = 10000$  hours  
 $I_0 = 4.12A$

Il calcolo è stato utilizzato per stimare la durata operativa del dispositivo alla temperatura ambiente di 95°C. Il valore di  $\Delta T_{j0}$  è specificato dal produttore a 7 °C.

## Condensatori "ad hoc" garantiscono migliori prestazioni

Un confronto della durata di un condensatore elettrolitico in alluminio, come ad esempio uno dei componenti la serie NRZJ, espressamente ideato per applicazioni negli alimentatori, e quella di un condensatore general purpose, evidenzierà una sostanziale differenza quando i due componenti sono utilizzati in un convertitore AC-DC o DC-DC. I condensatori ideati per l'uso negli alimentatori sono realizzati da produttori quali [Nichicon](#), [Vishay](#) e [NIC Components](#) (si faccia riferimento alla Tab. 2). Queste aziende sviluppano condensatori miniaturizzati in grado di operare in un intervallo di temperature esteso e caratterizzati da vita utile molto lunga, capacità di supportare elevate correnti di ripple e bassa impedenza. Alcuni di questi sono conformi allo standard AEC-Q200 per l'uso in applicazioni automobilistiche. Tra i prodotti al momento disponibili si possono ricordare quelli di Nichicon (serie PS, CS, PH, PX, PW e PA), NIC Components (serie NRZJ e NRE-JL) e Vishay (serie 150 RMI e 136 RVT). Un confronto relativo alla durata aiuta il progettista a individuare il dispositivo più adatto per la particolare applicazione considerata. Nel caso non si riesca a reperire un dispositivo che offra la combinazione richiesta tra prezzo e prestazioni, il progettista può prendere in esame le opzioni di raffreddamento, al fine di aumentare la vita di un condensatore più economico con prestazioni inferiori. Il metodo più semplice per raffreddare un condensatore è montarlo nello spazio libero. La circolazione naturale dell'aria attorno al condensatore fornirà un raffreddamento sufficiente nella maggior parte delle applicazioni.

Se ciò non fosse sufficiente, un dissipatore di calore permetterà di incrementare il flusso di calore che fuoriesce dal dispositivo. Il tipo di dissipatore più diffuso è un estruso di alluminio attaccato

all'estremità chiusa del condensatore. Come indicato in precedenza, qualunque sia il condensatore utilizzato in un alimentatore, il progettista può garantire che il dispositivo sia in grado di operare per tutta la durata nominale prevista regolando temperatura, corrente di ondulatione e tensione applicata in modo che i loro valori rimangano all'interno dei limiti specificati dal costruttore.

**Tabella 2 - Confronto tra condensatori in alluminio con capacità di 3.300 µF di differenti produttori qualificati per operate con una tensione di 35V**

	PW (Nichicon)	NRE-JL (NIC Components)	150 RMI (Vishay)
Intervallo di temperatura [°C]	Da -55 a 105	Da -40 a 105	Da -55 a 105
Ripple current (105, 100 kHz) [mArms]	3680	3450	3000
Vita utile a 105 °C [hours]	8000	10000	10000
Impedenza a 20 °C a 100 kHz [Ω]	0.015	0.019	0.019
Impedenza a -10 °C a 100 kHz [Ω]	0.03	0.056	0.044
Dimensione del package [mm]	18 x 35.5	16 x 31.5	18 x 31

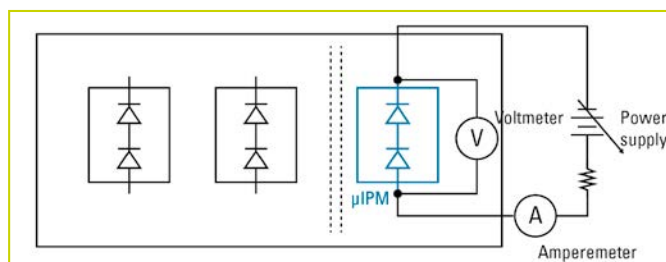
## L'importanza dell'analisi delle prestazioni termiche dei moduli di potenza intelligenti

Un nuovo studio delle prestazioni termiche dei moduli di potenza intelligenti – utilizzati soprattutto per il pilotaggio dei motori a bassa potenza – in varie condizioni operative aiuta i progettisti a stimare temperatura di lavoro, potenze, costi, ingombri e a progettare accuratamente i circuiti stampati per un'affidabilità ottimale

**Stefano Ruzza & Marco Palma**  
**Motion IC Group Europe**  
**International Rectifier**

Le board di controllo per motori tipicamente impiegati negli elettrodomestici e negli azionamenti industriali di limitata potenza vengono progettati utilizzando un modulo di potenza intelligente, che contiene i circuiti integrati di pilotaggio realizzati in tecnologia ad alta tensione HVIC (High Voltage Integrated Circuit), i power switch (Mosfet o IGBT) configurati a mezzo ponte, ponte a H o ponte trifase. Il modulo si collega direttamente tra il motore e il controllore che esegue gli algoritmi di controllo del motore, rimpiazzando così una trentina o più di componenti discreti a seconda delle configurazioni. Essendo componenti integrati, questi moduli non solo semplificano il progetto, riducono i costi dei componenti e lo spazio necessario sulla scheda, ma incrementano anche l'affidabilità e aiutano a ridurre le interferenze elettromagnetiche (EMI).

Nella maggior parte delle applicazioni si prevede che il modulo lavori senza dissipatore. In tal modo si riduce ulteriormente il numero e il costo dei componenti necessari, semplificando allo stesso tempo l'assemblaggio. Tuttavia, un accurato progetto termico diventa necessario per assicurare che il modulo possa mantenere una temperatura di regime adeguata anche nelle condizioni di massimo carico, in modo da consentire al sistema di rispettare gli obiettivi minimi di affidabilità. I moduli  $\mu$ IPM di International Rectifier sono pensati e realizzati proprio nell'ottica di non prevedere l'utilizzo di un dissipatore e sono ampiamente utilizzati in applicazioni a inverter per sistemi di condizionamento, ventole, pompe, compressori e azionamenti a velocità variabile fino a potenze di 150-250W. Que-



**Fig. 1 – Schema semplificato del circuito per il test di iniezione della corrente**

sti moduli sono incapsulati in package PQFN di dimensioni 12 per 12 mm, 8 per 9 mm, 7 per 8 mm, espressamente progettati per dissipare il calore attraverso le ampie aree di contatto elettrico saldate sul circuito stampato. Le dimensioni e lo spessore delle piste di rame sulla scheda hanno un effetto fondamentale sulla quantità di calore che può essere dissipata nell'ambiente e, conseguentemente, sulla temperatura di regime del modulo. Il sottodimensionamento di queste piste può compromettere l'affidabilità, mentre il sovradimensionamento porta a una soluzione più ingombrante e costosa del necessario.

Grazie all'ideazione di un esperimento che permette di misurare la temperatura di regime di un modulo  $\mu$ IPM a vari livelli di potenza e con vari tipi di circuiti stampati, IR ha ricavato un insieme di curve che riportano la temperatura raggiunta dal modulo in funzione della potenza dissipata all'interno dello stesso; questo dato rappresenta un riferimento accurato e fondamentale per la progettazione dei sistemi di controllo motori. L'impiego di queste curve può aiutare a ottimizzare il progetto termico, la temperatura operativa e la massima potenza dissipabile dal modulo soddisfacendo allo stesso tempo tutti i vincoli di costo, dimensioni e affidabilità di ogni particolare applicazione.

**Tabella 1 – Gli esperimenti sono stati condotti con piste di rame sul circuito stampato di spessore pari a 1 oz (che corrisponde a 35  $\mu$ m) o 2 oz (70  $\mu$ m) e tre diverse aree**

Area della pista sulla scheda	Spessore del rame sulla scheda
60mm x 22mm	1oz -> 35 $\mu$ m
	2oz -> 70 $\mu$ m
40mm x 22mm	1oz -> 35 $\mu$ m
	2oz -> 70 $\mu$ m
15mm x 17mm	1oz -> 35 $\mu$ m
	2oz -> 70 $\mu$ m

## Come ricavare la temperatura del modulo al variare della potenza

### Configurazione sperimentale

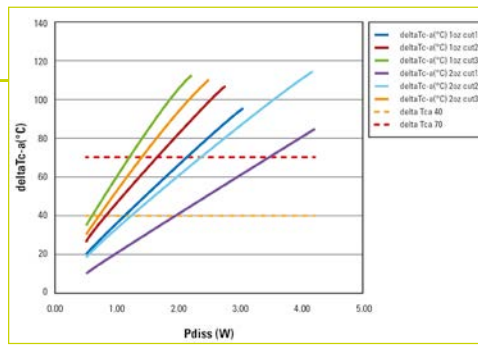
Collegando il modulo in modo da iniettare una corrente nota nei body diodi dei due MOSFET che costituiscono un ramo dell'inverter e, variando il valore della corrente, è possibile esaminare la relazione tra area e spessore delle piste del circuito stampato, temperatura operativa del modulo e la dissipazione di potenza. La caduta di tensione ai capi dei due diodi è equivalente alla caduta di tensione ai capi del modulo. Misurando dunque questa tensione è possibile calcolare la dissipazione di potenza del modulo. Il diagramma circuitale di figura 1 mostra una versione semplificata della configurazione di prova. Uno dei vantaggi di adottare questo approccio è la sua semplicità. Questo esperimento è facile da preparare e da eseguire. Inoltre, effetti indesiderati come capacità e induttanze parassite, picchi di corrente e di tensione e il rumore vengono eliminati. Dato che l'obiettivo dell'esperimento è quello di produrre e misurare variazioni di temperatura in risposta a variazioni della potenza dissipata, il metodo di iniezione di una corrente continua e l'assenza di questi effetti indesiderati non influenza l'accuratezza dei risultati.

Le prestazioni termiche sono state valutate con sei diverse dimensioni e spessori delle piste metalliche sul circuito stampato, come illustrato in tabella 1.

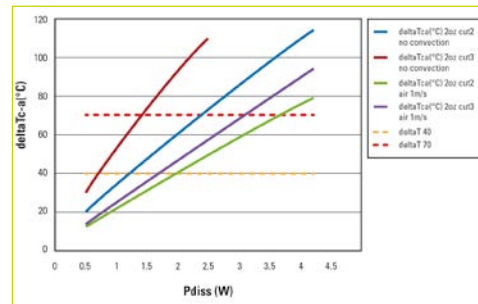
### Risultati

Per ogni geometria analizzata sono state ricavate sperimentalmente le relazioni tra la potenza dissipata e la temperatura di lavoro, variando la corrente iniettata nei diodi di substrato dell'inverter e misurando la corrente di test e la tensione ai capi del modulo insieme alla temperatura del package (case) e alla temperatura ambiente. Il grafico di figura 2 mostra l'andamento della differenza di temperatura misurata tra il case e l'ambiente ( $\Delta T_{c-a}$ ) al variare della potenza dissipata. Dato che il package PQFN è caratterizzato da una resistenza termica tra giunzione e case ( $R_{THj-c}$ ) molto bassa, pari a circa  $2,2 \text{ }^\circ\text{C/W}$ , possiamo assumere che la temperatura del contenitore sia uguale alla temperatura di giunzione ( $T_c = T_j$ ) a regime.

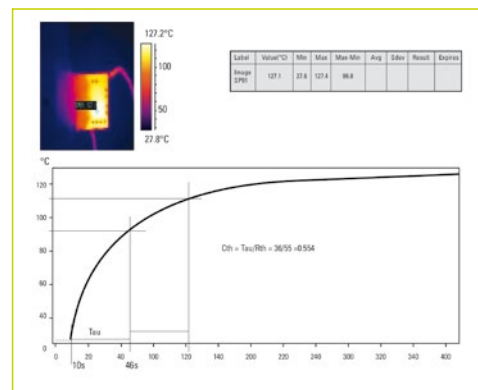
Le due linee orizzontali a  $\Delta T_{c-a} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  mostrano come questo grafico possa essere impiegato per prevedere le dimensioni della metallizzazione richiesta per sostenere una data dissipazione di potenza, mantenendo al contempo una temperatura di regime desiderata. In alternativa, il grafico può essere usato per prevedere la temperatura del case per una certa geometria del circuito stampato.



**Fig. 2 - Differenza di temperatura tra case e ambiente in funzione della potenza dissipata per le geometrie di test delle piste metalliche considerate**



**Fig. 3 - Effetto dovuto alla flusso d'aria in applicazioni di controllo per ventole**



**Fig. 4 - La risposta termica del sistema all'accensione ha una costante di tempo di molti minuti**

È possibile ricavare il valore della capacità termica  $C_{th}$ . La figura 4 mostra la costante di tempo termica del sistema completo, dall'applicazione dello gradino di corrente fino a regime.

I moduli di potenza intelligenti, largamente impiegati nel pilotaggio dei motori a bassa potenza, utilizzano package avanzati che combinano un'elevata efficienza termica con dimensioni molto compatte. Essendo tipicamente pensati per l'utilizzo senza dissipatore, per questi moduli la dissipazione termica garantita dalle piste sul circuito stampato è un aspetto fondamentale che influisce sia sulla massima potenza dissipabile sia sull'affidabilità. La modellizzazione delle prestazioni termiche a regime e della capacità termica a partire dai dati sperimentali ricavati da un circuito di pilotaggio di un motore ha permesso di generare un insieme di grafici per varie geometrie di metallizzazione delle schede, che può essere impiegato per prevedere accuratamente il comportamento del sistema, consentendo ai progettisti di offrire al mercato soluzioni ancora più economiche e affidabili.

Se il modulo è impiegato come parte di un sistema di controllo di una ventola, la rotazione della ventola stessa può produrre un effetto di raffreddamento sulla superficie del modulo. Anche questo effetto deve essere preso in considerazione durante la fase di progetto termico del sistema. Per quantificare le prestazioni in questo tipo di applicazione, la scheda di test è stata posta in un contenitore chiuso con un flusso d'aria forzato compreso tra  $0,8 \text{ m/s}$  e  $1,2 \text{ m/s}$  sulla superficie del modulo. La velocità del flusso d'aria è stata misurata con un anemometro. La figura 3 confronta le prestazioni di due geometrie di metallizzazione delle schede con e senza il flusso d'aria dovuto alla ventola.

### Capacità termica

Spesso è desiderabile essere in grado di predire le prestazioni termiche del sistema durante il periodo tra l'accensione e il raggiungimento della temperatura di regime. Al fine di analizzare le prestazioni di transitorio termico, il sistema può essere modellizzato come la serie di una resistenza termica e di una capacità termica. Si può così calcolare la costante di tempo termica del sistema, in modo da prevedere la temperatura in ogni istante del transistorio. Nel caso della scheda con l'area di metallo minore, è stata applicata una variazione a gradino della corrente iniettata e l'andamento della temperatura è stato registrato contemporaneamente fino a raggiungimento della condizione di regime. Dato che i valori di  $R_{TH}$  sono noti per la temperatura iniziale e finale, misurando la costante di tempo ( $\tau$ ) è possibile

## IGBT con basse perdite di potenza

**Infineon** ha presentato una nuova classe di IGBT con basse perdite di potenza, ottimizzati per frequenze di commutazione che vanno da 50 Hz a 20 kHz. Tipiche applicazioni sono in sistemi Uninterruptible Power Supply (UPS) nonché negli inverter per sistemi fotovoltaici e saldatura. La nuova famiglia L5

si basa sulla tecnologia Trenchstop 5 a wafer sottili, con perdite ridotte grazie all'ottimizzazione del package. Con un tipico  $V_{ce(sat)}$  di 1.05V @ 25 °C, i dispositivi presentano nuovi livelli di efficienza, fino allo 0,1% di miglioramento in una topologia NPC 1 o fino al 0,3% in una topologia NPC 2 in comparazione con il predecessore IGBT Trenchstop della famiglia L5.

La nuova famiglia L5 IGBT viene rilasciata in un package TO-247 a 3pin e per le applicazioni che richiedono più efficienza; Infineon offre anche la L5 nell'innovativo package TO-247 a 4pin.

## Diodi Schottky SiC

**Cree** ha ampliato il portafoglio di diodi Schottky SiC del settore con l'aggiunta di quattro nuovi dispositivi a 650V. I nuovi diodi garantiscono alta efficienza con maggiore affidabilità, semplicità e basso costo. Tra le principali caratteristiche: funzionamento ad alta frequenza con basso EMI, comportamento di commutazione indipendente dalla temperatura e ridotti requisiti per la dissipazione di calore.

I nuovi diodi 650V 6A C3D06065E, 8A C3D08065E e 10A C3D10065E

Cree Z-Rec sono forniti in package 252-2 TO (DPAK) e sono qualificati AEC-Q101 per l'utilizzo in sistemi di alimentazione di veicoli ibridi ed elettrici. Il quarto diodo, 650V C3D06065I con package TO-220 e isolamento a 2,5kV, facilita il design nei sistemi HVAC, PFC e alimentatori switching.

## Moduli di potenza DC/DC

È siglata PKB5000W la nuova serie di moduli di potenza DC/DC di **Ericsson** in formato eighth-brick (58,4 x 22,9 x 9,91 mm). La gamma di tensioni in ingresso è particolarmente ampia e va da 18 a 75V in continua mentre l'efficienza tipica è del 91,5% (a 12V e pieno carico). Per l'uscita, invece, i valori nominali per la tensione sono di 3,3V, 5V oppure 12V con una corrente massima di 30A e 120W.

Queste caratteristiche li rendono utilizzabili anche per applicazioni nel settore telecom, dove le tensioni sono solitamente di 24V o 48V.

Tra i diversi sistemi di protezione presenti sono compresi quelli contro le sovratensioni in uscita, lo shutdown per le sottotensioni in ingresso, contro i cortocircuiti e l'eccessiva temperatura.



## Regolatore switching

**Linear Technology** ha presentato un regolatore switching sincrono stepdown da 5A con tensione di ingresso di 42V, dotato dell'architettura Silent Switcher. L'efficienza è del 95% a 2 MHz, mentre gli switch interni possono erogare fino a 5A in modalità continua e fino a 7A di picco con tensioni fino a 0,97V.

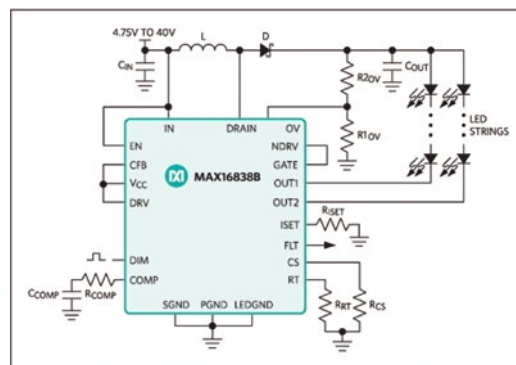
Il funzionamento Burst Mode di LT8640 permette di avere una corrente di riposo sotto i 2,5 µA in condizioni di standby senza carico. Questa caratteristica, insieme alle emissioni particolarmente ridotte, diventa interessante per applicazioni come quelle dei sistemi automotive che restano sempre attivi e che richiedono una maggiore durata della batteria.



## Driver per LED

MAX16838B di **Maxim Integrated** è un driver dual channel per LED che integra sia il regolatore switching boost DC/DC sia due current sinks a 150 mA collegabili anche in parallelo per avere una corrente di 300 mA su un singolo canale.

Questo driver accetta tensioni di ingresso da 4,75V a 40V e permette di alimentare LED HB per display LCD di piccolo e medio formato in applicazioni automotive. La corrente è regolabile da 20 mA a 150 mA usando una resistenza esterna. Il controller DC/DC interno, inoltre, supporta la topologia SEPIC e opera con frequenza regolabile nella gamma compresa tra i 200 kHz e i 2 MHz.



## Fusibili fast-acting

**Rutronik** ha annunciato la disponibilità della serie 487 di fusibili fast-acting a 420 AC e DC di Littlefuse. Il fusibile ad azione rapida con correnti nominali di 16A, in un corpo ceramico compatto di 5x20 mm, assicura il miglior coordinamento tra un alimentatore e un pannello interruttore durante i guasti di cortocircuito e sovracorrente. Le caratteristiche a 420 VAC del fusibile, lo rendono ideale per le applicazioni ad alta energia, quali inverter e alimentatori trifasi. Grazie alle sue caratteristiche di 420 VDC, rappresentano una scelta ottimale per rete elettrica DC ad alta tensione in datacenter, telecomunicazioni, ed edifici commerciali intelligenti.



# Prototipazione, Produzione, Controllo e Manutenzione in un **unico fornitore?**

Conrad Business:  
Più di **600.000 prodotti**  
e **2.000 marchi** in assortimento

- ✓ Ampliamento delle gamme Componenti, Kit sviluppo Strumentazione e Utensileria
- ✓ Prestigiosi marchi come Würth Elektronik, Bourns, Microchip Technology, Texas Instruments, Freescale, Siemens e Wago.
- ✓ Innovazione e risparmio con VOLTCRAFT e TOOLCRAFT
- ✓ Certificazione EPA e logistica ESD
- ✓ I migliori servizi B2B: [business.conrad.it](http://business.conrad.it)

**VOLTCRAFT.**

**WAGO**  
SOLID STATE CONNECTION

**BOURNS**

**Weller**

**MICROCHIP**



**TOOLCRAFT**

**FLIR**



**WÜRTH**

**SIEMENS**

**KEYSIGHT  
TECHNOLOGIES**

**fINDER**

**freescale**

**TEXAS  
INSTRUMENTS**

**FLUKE**

**CONRAD**  
Business Supplies

# Chi farà dell'assenza di segnale un lontano ricordo?



**You and NI.** Il settore del wireless sta evolvendo rapidamente. Per stare al passo con gli elevati standard richiesti e varcare la soglia di nuove ere tecnologiche, come quella del 5G, NI offre hardware RF veloce e flessibile alimentato dall'intuitivo software LabVIEW. Scopri su [ni.com](http://ni.com) come questa combinazione porterà migliore chiarezza nella comunicazione.

