

# EO

VERTICAL MAGAZINE  
**EO Medical**  
elettronica

**COVER STORY**  
Efficienza in una leva

**TECH FOCUS**  
Energia con o senza le batterie

# DIGIKEY.IT

Oltre 6,8 milioni di  
prodotti online



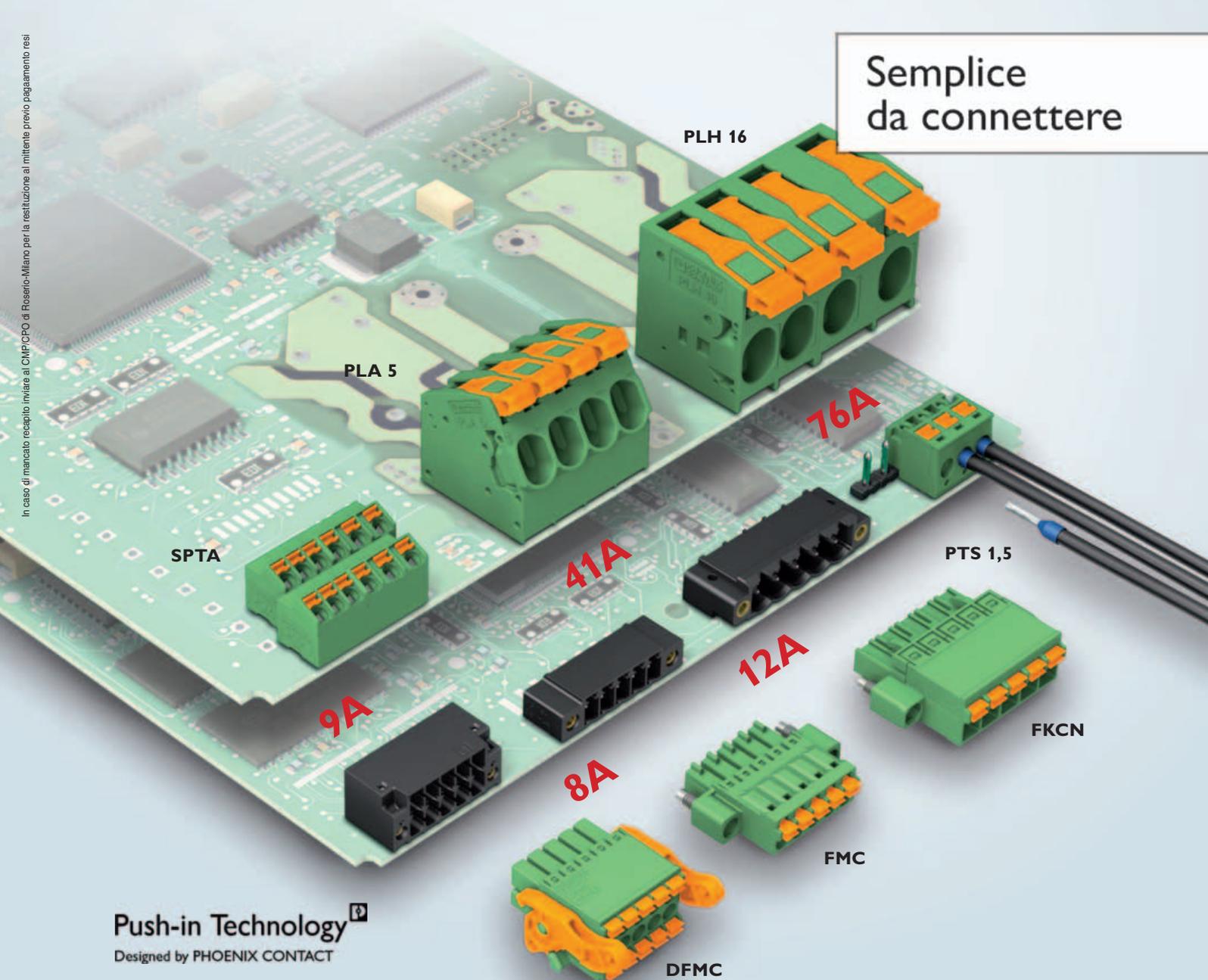
# elettronica OGGI

APRILE 2018 - N° 469 - € 4,50  
Mensile di elettronica professionale,  
componenti, strumentazione e tecnologie



Semplice  
da connettere

In caso di mancato recapito inviare al CMP/CPD di Roserio-Milano per la restituzione al mittente previo pagamento resi



Push-in Technology <sup>®</sup>  
Designed by PHOENIX CONTACT



INSPIRING INNOVATIONS

# COSA.

OLTRE 6,8 MILIONI DI PRODOTTI ONLINE

# QUANDO.

IL 99% DEGLI ORDINI È SPEDITO IN GIORNATA

# DOVE.

OVUNQUE NE ABBIATE BISOGNO

**SPEDIZIONE  
GRATUITA**

PER ORDINI SUPERIORI  
A € 50 / \$60 USD



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

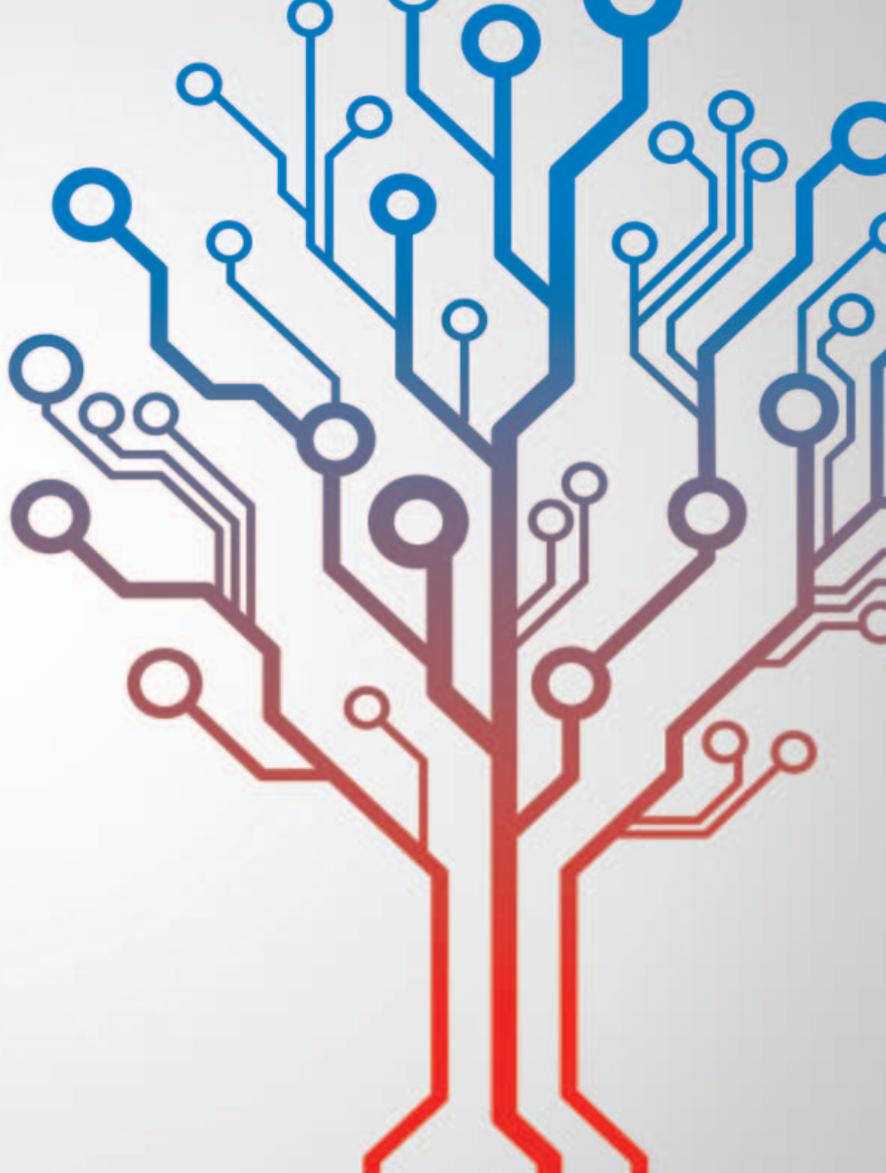


PIÙ DI 1.400.000 PRODOTTI IN MAGAZZINO | OLTRE 750 FORNITORI LEADER DEL SETTORE | DISTRIBUTORE IN FRANCHISING AL 100%

\*Un costo di spedizione pari a € 18,00 sarà aggiunto su tutti gli ordini inferiori a € 50,00. Un costo di spedizione pari a \$22,00 USD sarà aggiunto su tutti gli ordini inferiori a \$60,00 USD. Tutti gli ordini sono spediti tramite UPS, Federal Express o DHL per la consegna entro 1-3 giorni (in funzione della destinazione finale). Nessun costo fisso. Tutti i prezzi sono in Euro o dollari USA. Digi-Key è un distributore in franchising di tutti i partner fornitori. Nuovi prodotti aggiunti ogni giorno. Digi-Key e Digi-Key Electronics sono marchi registrati di Digi-Key Electronics negli USA e in altri paesi. © 2013 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

# MCU PIC® e AVR®

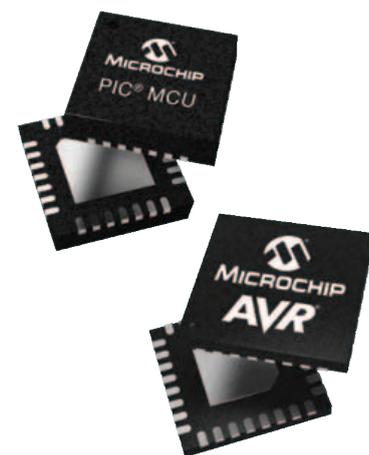
Uniti rendono infinite le tue possibilità



Se tra i tuoi desideri c'è quello di rendere la tecnologia più efficiente, più smart, e accessibile a tutti, Microchip ha una vera passione per lo sviluppo di prodotti e strumenti che rendono più facile la risoluzione dei tuoi problemi di progettazione e adeguamento alle esigenze future. Il portfolio Microchip, che conta oltre 1.200 microcontroller AVR® e PIC® 8-bit, non è solo il più vasto sul mercato ma vanta anche le più recenti tecnologie, in grado di migliorare sia le performance di sistema che il consumo e i tempi di sviluppo. Con una esperienza di 45 anni spesi nello sviluppo di MCU disponibili sul mercato a prezzi convenienti, Microchip è il fornitore di fiducia grazie alla sua forte eredità e storia nell'innovazione.

## Caratteristiche principali

- ▶ Periferiche Indipendenti
- ▶ Basso consumo
- ▶ Robustezza leader di mercato
- ▶ Facilità di sviluppo



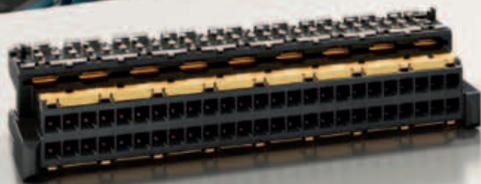
**microchip**  
**DIRECT**  
[www.microchipdirect.com](http://www.microchipdirect.com)

 **MICROCHIP**

[www.microchip.com/8bitEU](http://www.microchip.com/8bitEU)

# MicroSpeed®

**COMES COMPLETE WITH ITS OWN BODYGUARD: NO CHANCE FOR ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE.**



**sps ipc drives**

ITALIA

Visit us in Parma | May 22 - 24, 2018 | Hall 03, Booth A 058



Copertina di  
**PHOENIX CONTACT**  
realizzata da  
Emmegi Group S.r.l.

## TECH-FOCUS

Le ultime novità cambiano il concetto di batteria e arrivano a escluderla grazie a dispositivi di harvesting sempre più efficaci nel raccogliere l'energia solo quando serve e quanto basta

**8 INSERZIONISTI**  
**10 SI PARLA DI...**  
**15 EDITORIALE**

## COVER STORY

**16** Efficienza in una leva - *Alberto Lucarelli*

## TECH INSIGHT

**20** Nuovi materiali per l'elettronica - *Francesco Ferrari*  
**21** Stampante 3D di circuiti stampati - *Alessandro Nobile*  
**22** I vantaggi della tecnologia 3D - *Eric Beyne*  
**24** Soluzioni di test per i veicoli di prossima generazione - *Alessandro Nobile*  
**26** I servizi di assistenza nell'era dell'auto elettronica - *Gerhard Angst*  
**30** Rohm accelera la produzione di dispositivi SiC - *Giorgio Fusari*

## ANALOG/MIXED SIGNAL

**32** Elettronica e sottosistemi resistenti alle radiazioni - *Lucio Pellizzari*

## POWER

**36** Ventole di raffreddamento: l'importanza della scelta dei cuscinetti  
*Jeff Smoot*

## TECH-FOCUS

**40** Energia con o senza le batterie - *Lucio Pellizzari*

## DIGITAL

**44** Una nuova architettura di tipo "adaptive" - *Giorgio Fusari*  
**46** Scelta del microcontrollore per progetti ULP - *Monica Redon*

## COMM

**51** Droni, l'importanza dei connettori - *Scott Flower*

## EDA/SOFTWARE/T&M

**53** Test sui sistemi wireless alla radiofrequenza - *Lucio Pellizzari*  
**58** Connettività cellulare per IoT: il caso di NarrowBand IoT - *Seve Bovingdon*

**62** PRODUCTS&SOLUTIONS

**III** Mercati/Attualità  
**V** L'ultima frontiera della ricerca sugli apparecchi acustici - *Gary Dagastine*  
**X** Schede per workstation ad alte prestazioni per l'elaborazione delle immagini - *Mario Klug*  
**XII** Monitoraggio "senza stress" della frequenza cardiaca - *Andrew Burt, Michael Jackson*  
**XV** L'importanza della sicurezza nei dispositivi medicali - *Alex Wilson, Andreas Rollmann*  
**XVIII** News

**EO Medical**



International  
Automotive  
Task Force

16949:2016 COMPLIANT

# HTS

HIGH TECHNOLOGY SYSTEMS

**ASSEMBLAGGIO  
SCHEDE ELETTRONICHE  
CON QUALITA' AUTOMOTIVE**

Richiedi una Quotazione:

[sales@htsitaly.it](mailto:sales@htsitaly.it)

Sales Office: +39 3294876498



Please visit: [www.htsitaly.it](http://www.htsitaly.it)  
mail: [info@htsitaly.it](mailto:info@htsitaly.it)  
Phone: 0966/661248

# SOLUZIONI

# EMC

WIRELESS



SENSORI



EMBEDDED



**SCHURTER**  
ELECTRONIC COMPONENTS

VISUALIZZAZIONE



SEMICONDUITORI



# KEVIN SCHURTER

info@kevin.it || www.kevin.it

Viale delle Industrie, 20 - Arese (MI) || Tel. 02-30465311 || Fax 02-33200917

## Le ultime notizie dal web

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

- L'elettronica del futuro? Sarà riciclabile grazie ai circuiti stampati su carta
- I dazi di Trump colpiranno anche la distribuzione
- Amphenol RF presenta la Innovation Showcase
- Il computer grande come un chicco di sale di IBM
- RS Components inserisce a catalogo i lettori RFID
- La spesa mondiale in sicurezza IT raggiungerà 91,4 miliardi di dollari nel 2018
- Foxconn Interconnect acquista Belkin per 866 milioni di dollari
- 4D Systems: accordo di distribuzione con Arrow
- Le 5 tecnologie che rivoluzioneranno le nostre vite in 5 anni
- Wibu-Systems arricchisce l'ecosistema Intel SGX con una soluzione di sicurezza
- L'intelligenza artificiale creerà più posti di lavoro di quelli che eliminerà
- Collaborazione tra Italtel e CNR in ambito ICT
- L'Università di Tsinghua sceglie i tester di Advantest per la formazione

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

- I connettori di Omron per risparmiare tempo
- Kontron: nuovi prodotti con i processori Intel di ottava generazione
- TDK Lambda: alimentatori con potenza di picco fino a 206W
- Toshiba introduce MOSFET di potenza a canale N da 100V per applicazioni industriali
- I connettori per applicazioni nucleari di Souriau
- DELO: nuova generazione di lampade per la polimerizzazione
- Yokogawa: un nuovo analizzatore di spettro ottico
- Il primo LED industriale Extreme Density di Cree
- Power Integrations amplia l'offerta con InnoSwitch3-Pro
- OptoForce aggiorna il suo software per Universal Robots
- Maxim: moduli di alimentazione Himalaya uSLIC compatti
- Le nuove Target Board a basso costo per MCU RX di Renesas

# EO 470

in the  
next issue...

## TECH FOCUS

T&M

## MAIN TOPICS

Analog/Mixed  
signal

Internet  
of Things

Ingegneria  
del software

# VERTICAL MAGAZINE

**EO** elettronica **Power**

# HDO-A 12-BIT, 1 GHz, 10 GS/s! DEBUG AD ALTA DEFINIZIONE

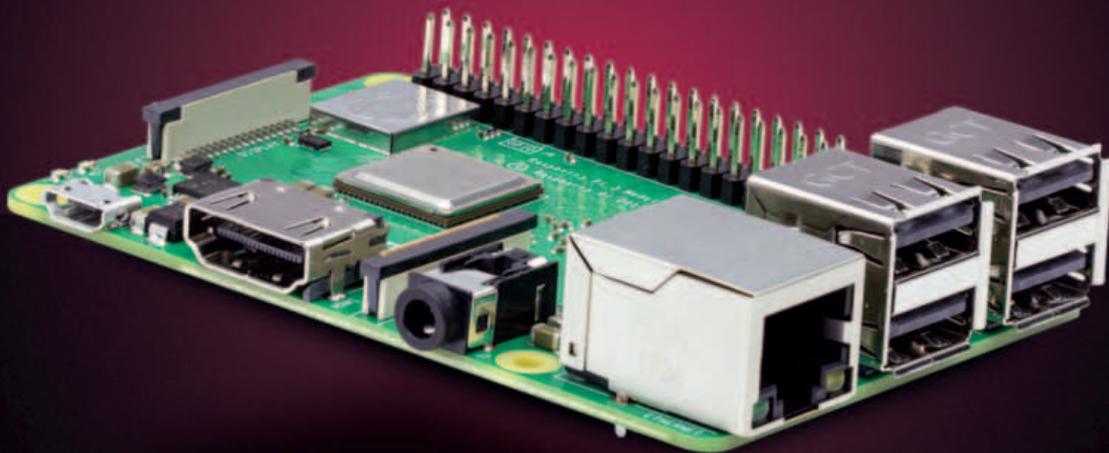
## NUOVA SERIE DI OSCILLOSCOPI A 12 BIT HDO-A:

- ADC con risoluzione a 12 bit
- 200 MHz – 1 GHz, fino a 10 GS/s
- Modelli con 4 e 8 canali
- Front End a basso rumore con precisione DC da 0,5 %
- 16 canali digitali per applicazioni a segnali misti



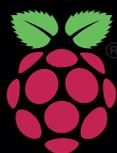
BETA LAYOUT	55	MESAGO MESSE	27
CODICO	23	MESSE FRANKFURT – FORMNEXT	39
COMSOL	68	MICROCHIP TECHNOLOGY	3
CONTRADATA	29	MOUSER ELECTRONICS	IV COPERTINA
CWIEME	63	PHOENIX CONTACT	I COPERTINA
DIGI-KEY ELECTRONICS	II COPERTINA	RAFI	13
ELETTROMECCANICA ECC	11	RS COMPONENTS	9
EMERGY TECH	12	TDK LAMBDA	69
ERNI ELECTRONICS	4	TECHNOPARTNER	25
HIGHT TECHNOLOGY SYSTEMS	5	TELEDYNE LECROY	7
KEVIN SCHURTER	6	XP POWER	67
LENZE ITALIA	14		

# Ti presentiamo il nuovo Raspberry Pi 3 Model B+



# UN PI

## INFINITE POSSIBILITÀ



### Il nuovo Raspberry Pi 3 Model B+

CPU **Broadcom A53** Quad core a **64 bit**, wireless dual band **2,4/5,0 GHz**, Bluetooth 4.2/BLE e **Ethernet 10/100/1000**. La **gestione termica migliorata** e la nuova alimentazione assicurano la stabilità operativa.



[it.rs-online.com](http://it.rs-online.com)

Vieni a trovarci in fiera

# A&T

AFFIDABILITÀ E TECNOLOGIE

Torino, 18-20 aprile 2018

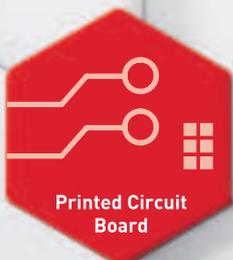
OVAL LINGOTTO TORINO - Stand Ar4a

<b>AERONIX</b>	<b>32</b>	<b>LG ELECTRONICS</b>	<b>62</b>
<b>AMPHENOL SOCAPEX</b>	<b>62</b>	<b>MAXIM INTEGRATED</b>	<b>63-XII</b>
<b>ANALOG DEVICES</b>	<b>46-62</b>	<b>MOUSER ELECTRONICS</b>	<b>IV</b>
<b>ANRITSU</b>	<b>58</b>	<b>MURATA POWER SOLUTIONS</b>	<b>64</b>
<b>AT4 WIRELESS</b>	<b>53</b>	<b>OCTOSCOPE</b>	<b>53</b>
<b>AVX</b>	<b>XVIII</b>	<b>OMRON ELECTRONICS</b>	<b>66</b>
<b>BAE SYSTEMS PLC</b>	<b>32</b>	<b>ON SEMICONDUCTOR</b>	<b>III</b>
<b>BATTERY FREE PHONE</b>	<b>40</b>	<b>PHOENIX CONTACT</b>	<b>16</b>
<b>CADLOG</b>	<b>21</b>	<b>POSITAL</b>	<b>40</b>
<b>CAP-XX</b>	<b>40</b>	<b>POWERBOX</b>	<b>XVIII</b>
<b>COMSOL</b>	<b>V</b>	<b>RENESAS ELECTRONICS</b>	<b>32-64</b>
<b>CONCEPT ENGINEERING</b>	<b>26</b>	<b>RESEARCH AND MARKETS</b>	<b>40-53</b>
<b>CUI</b>	<b>36</b>	<b>ROHM</b>	<b>30-III</b>
<b>DEKRA</b>	<b>53</b>	<b>RUTRONIK</b>	<b>X</b>
<b>DELO INDUSTRIAL ADHESIVES</b>	<b>64</b>	<b>SCALAR MARKET RESEARCH</b>	<b>32</b>
<b>DRAYSON TECHNOLOGIES</b>	<b>40</b>	<b>SPIRENT COMMUNICATIONS</b>	<b>53</b>
<b>ESTERLINE CONNECTION TECHNOLOGIES - SOURIAU</b>	<b>XVIII</b>	<b>STMICROELECTRONICS</b>	<b>46-IV</b>
<b>FRABA</b>	<b>40</b>	<b>TDK</b>	<b>66</b>
<b>FREEBIRD SEMICONDUCTOR</b>	<b>32</b>	<b>TEKTRONIX</b>	<b>24</b>
<b>GMC INSTRUMENTS</b>	<b>XVIII</b>	<b>THINKRF</b>	<b>53</b>
<b>GORIZIANE GROUP</b>	<b>32</b>	<b>TRANSCEND</b>	<b>66</b>
<b>GREEN HILLS SOFTWARE</b>	<b>62</b>	<b>UNIVERSITÀ DEL TEXAS AUSTIN</b>	<b>40</b>
<b>HANYANG UNIVERSITY</b>	<b>40</b>	<b>UNIVERSITÀ DEL TEXAS DALLAS</b>	<b>40</b>
<b>HARWIN</b>	<b>51</b>	<b>UNIVERSITÀ DI WASHINGTON</b>	<b>40</b>
<b>IMEC</b>	<b>22</b>	<b>VORAGO TECHNOLOGIES</b>	<b>32</b>
<b>INTELLIGENT AUTOMATION</b>	<b>53</b>	<b>WIND RIVER</b>	<b>XV</b>
<b>INTERSIL CORPORATION</b>	<b>32</b>	<b>XILINX</b>	<b>44</b>
<b>KONTRON</b>	<b>65</b>	<b>XP POWER</b>	<b>XVIII</b>
<b>LANES</b>	<b>20</b>	<b>YOLE DÉVELOPPEMENT</b>	<b>IV</b>



COMPONENTS & SERVICE

# UNA **QUALITÀ** UNICA PER ASPETTATIVE DIFFERENTI



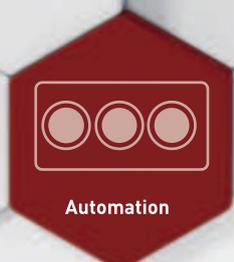
Printed Circuit  
Board



Power



Visualization



Automation

Da oltre **30 anni**, **Elettromeccanica ECC** distribuisce componenti elettromeccanici, selezionando solo i migliori brand disponibili sul mercato. Scelto dalle imprese che vogliono un business partner affidabile e in grado di interpretare le proprie esigenze, negli anni si è specializzato nella fornitura di prodotti per i settori del **Printed Circuit Board**, **Power**, **Automation** e **Visualization**.

**INNOVAZIONE • TECNOLOGIA • SERVIZI • CONSULENZA • PROFESSIONALITÀ • QUALITÀ**

**Elettromeccanica ECC S.p.A.**

Via F.lli Rosselli, 33 - 20090 Trezzano s/N (MI) Italy - Tel +39 02 4844181 - info@eccmec.it

[eccmec.it](http://eccmec.it)

**Redazione**

**Carlo Antonelli** • Direttore Responsabile  
**Filippo Fossati** • Coordinamento Editoriale Area Elettronica  
filippo.fossati@fieramilanomediamedia.it • tel: 02 49976506  
**Segreteria di Redazione** - eo@fieramilanomediamedia.it  
**Collaboratori** • Antonella Pellegrini, Aldo Garosi (disegni), Gerhard Angst, Eric Beyne, Steve Bovingdon, Andrew Burt, Gary Dagastine, Francesco Ferrari, Scott Flower, Giorgio Fusari, Michael Jackson, Mario Klug, Alberto Lucarelli, Alessandro Nobile, Lucio Pellizzari, Monica Redon, Andreas Rollmann, Jeff Smoot, Alex Wilson

**Pubblicità**

**Giuseppe De Gasperis** • Sales Manager  
giuseppe.degasperis@fieramilanomediamedia.it  
tel: 02 49976527 • fax: 02 49976570-1  
**Nadia Zappa** • Ufficio Traffico  
nadia.zappa@fieramilanomediamedia.it • tel: 02 49976534

**International Sales****U.K. – SCANDINAVIA – NETHERLAND – BELGIUM****Huson European Media**

Tel +44 1932 564999 - Fax +44 1932 564998

Website: [www.husonmedia.com](http://www.husonmedia.com)**SWITZERLAND - IFF Media**

Tel +41 52 6330884 - Fax +41 52 6330899

Website: [www.iff-media.com](http://www.iff-media.com)**USA - Huson International Media**

Tel +1 408 8796666 - Fax +1 408 8796669

Website: [www.husonmedia.com](http://www.husonmedia.com)**GERMANY - AUSTRIA - MAP Mediaagentur Adela Ploner**

Tel +49 8192 9337822 - Fax +49 8192 9337829

Website: [www.ploner.de](http://www.ploner.de)**TAIWAN - Worldwide Service co. Ltd**

Tel +886 4 23251784 - Fax +886 4 23252967

Website: [www.acw.com.tw](http://www.acw.com.tw)**Abbonamenti****N. di conto corrente postale per sottoscrizione abbonamenti:**

48199749 - IBAN: IT 61 A 07601 01600 000048199749

intestato a: Fiera Milano Media SpA, Piazzale Carlo Magno 1, 20149 Milano.

Si accettano pagamenti anche con Carta Si, Visa, Mastercard, Eurocard

tel: 02 21119594 • fax: 02 49976572 • abbonamenti@fieramilanomediamedia.it

Abbonamento annuale: € 49,50

Abbonamento per l'estero: € 99,00

Prezzo della rivista: € 4,50

Arretrati: € 9,00

**Grafica e fotolito Emmegi Group - Milano****Stampa****FAENZA GROUP** - Faenza (Ra) • Stampa**Aderente a****ANES** ASSOCIAZIONE NAZIONALE  
EDITORIA DI SETTORE**Proprietario ed Editore****Fiera Milano Media****Gianna La Rana** • Presidente**Carlo Antonelli** • Amministratore Delegato**Sede legale** • Piazzale Carlo Magno, 1 - 20149 - Milano**Sede operativa ed amministrativa**

SS. del Sempione, 28 - 20017 Rho (MI)

tel. +39 02 4997.1 fax +39 02 49976573 - [www.tech-plus.it](http://www.tech-plus.it)**FIERA MILANO  
MEDIA**

Fiera Milano Media è iscritta al Registro Operatori della Comunicazione n° 11125 del 25/07/2003.  
Registrazione del tribunale di Milano n° 129 del 7/03/1978. Tutti i diritti di riproduzione degli articoli  
pubblicati sono riservati.

Manoscritti, disegni e fotografie non si restituiscono. Elettronica Oggi ha frequenza mensile.

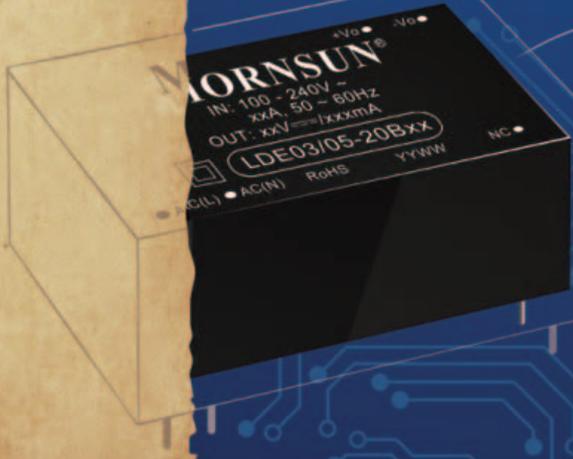
Tiratura: 7.900 - Diffusione: 7.620

2008

2018

**SATISFY** with Performance, Size and Price

3-25W AC/DC Converter LD(H)Exx-20Bxx Series

**20% Smaller**

- ▶ High isolation: 4000VAC
- ▶ EMI meets CISPR32/EN55032 CLASS B
- ▶ Meets IEC62368, UL62368 and EN62368 standards (pending)

\* For the detailed information, please refer to datasheet.

**MORNSUN**®E-mail: [sales@mornsun.cn](mailto:sales@mornsun.cn)  
Website: [www.mornsun-power.com](http://www.mornsun-power.com)**eMergy  
Tech****AUTHORIZED DISTRIBUTOR**Tel: +39.339.3493415  
E-mail: [bovatti@emergytech.com](mailto:bovatti@emergytech.com)  
Website: [www.emergytech.com](http://www.emergytech.com)

# 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)

# La rivoluzione in 6 cm!



Seguici su



e



## Inverter i500: la quintessenza della flessibilità

Forma slanciata e accattivante. Mette in mostra con straordinaria capacità la sua rivoluzionaria intelligenza. Ti regala tanto spazio libero nel quadro elettrico, estrema facilità di utilizzo e messa in servizio in tempo record. Si adatta continuamente alle tue esigenze di produzione con la sua struttura modulare. La sua intelligenza flessibile ti aiuta a realizzare la tua fabbrica intelligente 4.0.

Info: tel. 02.270.98.1, [info@lenzeitalia.it](mailto:info@lenzeitalia.it), [www.lenze.com](http://www.lenze.com)



Pad 14 stand H22  
23-27 aprile 2018

sps ipc drives

ITALIA

Parma, Pad 3 stand D044  
22-24 maggio 2018



2018  
PROCESSING & PACKAGING  
Milano, Pad 5 stand C71  
29.05-1.06/2018

# Lenze

As easy as that.

# EDITORIALE

## Fabless: il punto della situazione



Le aziende fabless hanno un peso sempre più rilevante nel mondo dei chip: secondo un recente rapporto di IC Insights queste società hanno rappresentato, lo scorso anno, il 27% delle vendite totali di integrati, un incremento di 9 punti percentuali rispetto al dato fatto registrare 10 anni fa. Il 2017 è stato un anno importante di queste società senza sito produttivo, in quanto è stato per la prima volta raggiunto il traguardo dei 100 miliardi di vendite, con un incremento dell'11% rispetto al 2016. Ai primi tre posti nell'ordine Qualcomm, Broadcom e Nvidia (che ha fatto registrare un +44% rispetto al 2016). A livello di ripartizione geografica, le aziende americane (o meglio quelle che hanno il quartier generale nel Paese a stelle e strisce) detengono una quota del 53%, una quota nettamente inferiore rispetto al 69% di otto anni orsono. Questo fatto è dovuto essenzialmente all'acquisizione di Broadcom (con sede negli Stati Uniti) da parte di Avago (con sede a Singapore).

Taiwan detiene invece il secondo posto, a livello di share di mercato, con una percentuale del 16%, più o meno in linea con il dato del 2010. Le sue aziende di punta, MediaTek, Novatek e Realtek sono tra le prime 20 realtà del settore.

Sempre più importante il ruolo della Cina. A partire dal 2010 il market share delle aziende cinesi è cresciuto in maniera sostenuta, passando dal 5% all'11% del 2017. Nella classifica delle top 50 sono 10 le aziende fabless presenti, contro solo una (HiSilicon) nel 2009. Escludendo i trasferimenti interni di HiSilicon (il 90% delle sue vendite sono destinate alla consociata Huawei), ZTE e Datang, la percentuale detenuta dalle società cinesi scende al 6%.

Il 2% del totale mercato è detenuto da realtà europee, contro il 4% del 2010. Il dimezzamento della quota di mercato è dovuta all'acquisizione di Csr (con base in Gran Bretagna), la seconda società fabless in Europa, da parte di Qualcomm e di Lantiq (con base in Germania) da parte di Intel. Entrambe le operazioni sono state condotte nel 2015. Le uniche due società europee presenti nel Vecchio Continente inserite nella classifica delle top 50 sono Dialog (1,4 miliardi di dollari di fatturato nel 2017) e Norway (236 milioni). Il modello fabless non attecchisce in Giappone o in Corea del Sud. Nel Paese del Sol Levante il fornitore di chip di maggiori dimensioni è Megachips (con un fatturato di 640 milioni), mentre l'unica realtà sudcoreana presente nella classifica delle migliori 50 è Silicon Work, con un fatturato di 605 milioni di dollari.

Filippo Fossati

# EFFICIENZA

La possibilità di cablare in modo semplice e senza utensili conduttori rigidi e flessibili con capocorda accresce la produttività nella lavorazione dei dispositivi elettronici

Alberto Lucarelli  
Product Manager Device Connectors  
Phoenix Contact



Fig. 1 – Il particolare design della molla in acciaio ad alta qualità assicura massime forze di contatto e estrazione del conduttore e un cablaggio resistente alle vibrazioni e ai gas

**I**n ambito elettronico, la consolidata tendenza alla miniaturizzazione, a cui si aggiunge la continua necessità di incrementare la produttività delle lavorazioni, impongono stringenti requisiti anche ai sistemi di connessione, i quali devono essere in grado di garantire semplicità d'uso e compattezza, senza alcuna perdita in termini di affidabilità.

Le connessioni ai circuiti stampati interne ai dispositivi vengono effettuate nella produzione industriale su larga scala in condizioni controllate. Il risparmio di tempo nella produzione è una componente basilare per raggiungere con maggiore facilità il livello desiderato di efficienza economica. Pertanto, anche l'impiego di una tecnica di connessione rapida comporta decisivi vantaggi. Consapevole di ciò, Phoenix Contact ha messo a punto la tecnologia di connessione a molla Push-in, in grado di assicurare velocità e qualità, soprattutto (ma non solo) in quelle situazioni in cui si utilizzano cavi con capocorda.

## La molla che fa la differenza

La tecnologia di connessione a molla Push-in di Phoenix Contact consente di cablare in modo rapido e senza l'ausilio di utensili – o addirittura a mano, rendendo più semplice ed economica la realizzazione di dispositivi elettronici.

Phoenix Contact sfrutta i vantaggi del principio della molla a pressione da decenni. Tuttavia, la tecnologia a molla Push-in offre un livello di praticità di utilizzo ancora superiore, riducendo fino al 50% i tempi di cablaggio e le relative difficoltà.

La tecnologia Push-in funziona secondo il principio della molla a pressione: il conduttore viene inserito direttamente senza dover aprire il punto di connessione. Grazie al disegno speciale della molla in acciaio di alta qualità, che preme il conduttore contro la barra conduttrice con forza costante, l'installazione del conduttore richiede forze di inserzione minime, inferiori del 50% rispetto alle tecnologie standard. I dispositivi sono dotati di una leva

# IN UNA LEVA

arancione di azionamento, fondamentale per permettere l'estrazione del conduttore. La colorazione particolarmente evidente rende il punto di connessione identificabile in modo univoco per tutte le sezioni di tutta la gamma prodotti e accresce la facilità di utilizzo del componente. Il pulsante è azionabile con qualsiasi utensile, in modo semplice e senza contatto diretto con le parti conduttrici. Il tasto di azionamento e l'ingresso del cavo sono separati visivamente: per ogni punto di connessione si trova *una sola*, univoca posizione di introduzione del cavo. La gestione della tecnica

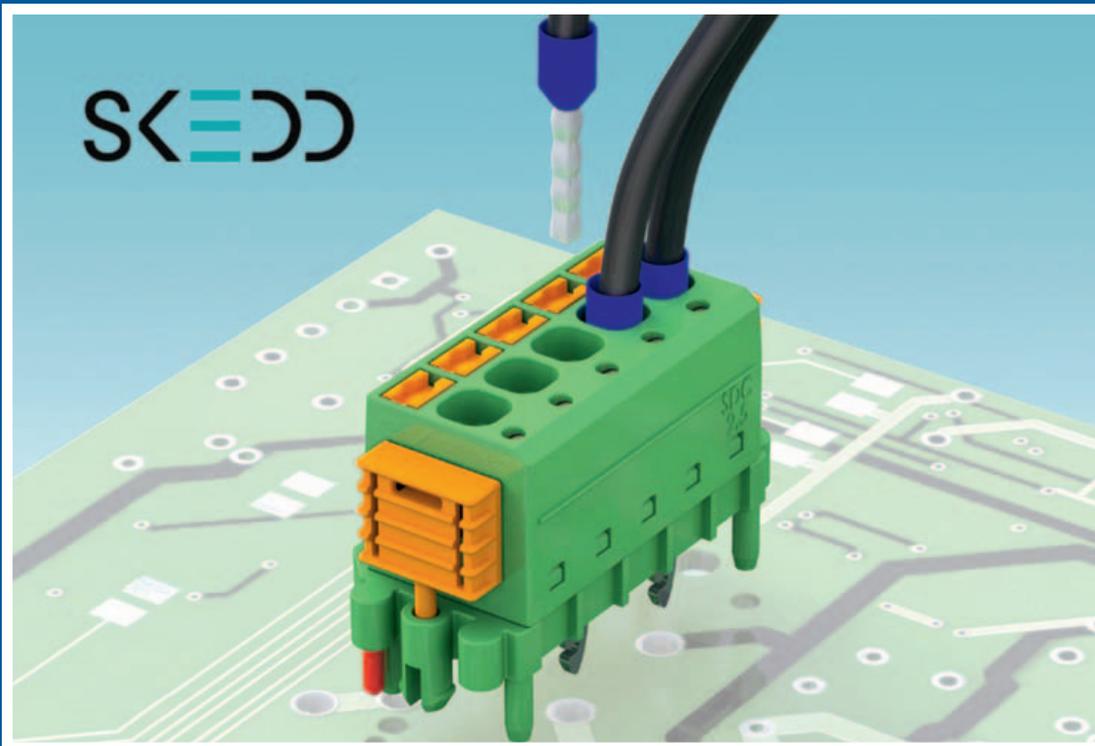
Push-in è semplicissima ed esclude errori di cablaggio dovuti ad un errato posizionamento del cavo, con conseguente miglioramento della sicurezza operativa e aumento dell'affidabilità dell'impianto.

Questa tecnologia di connessione consente l'inserimento facile e diretto di conduttori rigidi e flessibili con capocorda montato con sezioni a partire da 0,25 mm<sup>2</sup>. Mediante il pulsante di azionamento è inoltre possibile connettere anche conduttori flessibili da 0,14 mm<sup>2</sup> senza capocorda, sfruttando il principio di apertura della connessione a molla standard.

## Innesto diretto dei connettori sul circuito stampato

SDC 2,5 di Phoenix Contact è il primo connettore per circuiti stampati dotato dell'innovativa tecnologia ad innesto diretto SKEDD con connessione Push-in. I nuovi connettori per circuiti stampati vengono collegati al circuito direttamente attraverso i fori metallizzati, evitando all'utente l'utilizzo di un'ulteriore presa base e riducendo quindi i costi di componenti e di processo aggiuntivi.

I connettori si inseriscono nel circuito stampato senza utensili e vengono bloccati da dei rivetti integrati a prova di vibrazioni. La serie SDC 2,5 è adatta per conduttori con sezioni da 0,2 mm<sup>2</sup> a 2,5 mm<sup>2</sup> ed è predisposta per correnti nominali fino a 12A e tensioni fino a 320V (CEI). I connettori con passo 5,0 mm sono disponibili in versioni da 1 a 16 poli e offrono grande praticità di collegamento dei dispositivi grazie alla connessione Push-in.



Il sistema a innesto diretto SKEDD consente il posizionamento flessibile sul circuito stampato

## Nuove custodie elettroniche per controllori

Phoenix Contact amplia la propria gamma di custodie ME-IO con varianti nelle dimensioni di 37,6 mm e 75,2 mm, in grado di accogliere circuiti stampati sia verticalmente che orizzontalmente, con ampie superfici frontali per l'alloggiamento di display, elementi di controllo o interfacce dati opzionali. Le varianti con esecuzione ad L consentono, inoltre, una facile integrazione di porte dati RJ45 o D-Sub, in caso di montaggio in quadri elettrici con spazi di installazione ristretti. Tutto ciò rende la gamma delle custodie particolarmente idonea per attività di controllo e di comunicazione complesse.



Le custodie ME-IO sono particolarmente indicate per applicazioni in cui lo spazio è limitato, grazie alla connessione Push-in frontale e alle dimensioni compatte

L'offerta si completa con le custodie per moduli I/O nelle dimensioni di 18,8 mm, i cui connettori frontali con tecnica Push-in risultano particolarmente pratici durante le operazioni di cablaggio. Grazie al sistema lock-and-release, i connettori con 4 o 6 poli di collegamento sono scollegabili singolarmente e consentono di collegare fino a 54 poli per ogni modulo. La comunicazione trasversale del modulo completo è efficacemente garantita da opzionali connettori bus per guida di supporto. Con oltre 100 componenti di sistema, vari formati di custodia e relativi accessori (ad esempio i coperchi basculanti marcabili), le famiglie di custodie Phoenix Contact offrono ai produttori di dispositivi una soluzione di sistema per moduli elettronici personalizzati

### Soluzioni per ogni impiego

Dai connettori miniaturizzati a doppia fila DFMC fino ai connettori per circuiti stampati della serie PL, Phoenix Contact offre una gamma completa di soluzioni da circuito stampato e per le più svariate applicazioni, oltre alle custodie per l'elettronica delle serie ME e ME-MAX con tecnologia Push-in.

La gamma di prodotti è adatta sia per l'assemblaggio manuale, sia per i cicli di produzione semi o completamente automatizzati. I circuiti

stampati possono quindi essere equipaggiati con componenti basati su tecnologia Push-in in modo efficiente e sicuro, indipendentemente dalla tipologia di connessione al PCB scelta: i prodotti sono disponibili per saldatura SMD o THR, innesto diretto - SKEDD o Edge - o per la più tradizionale saldatura a onda.

Grazie all'innesto diretto senza la necessità di utensili dei conduttori e alla connessione frontale di facile accesso, infine, la tecnologia Push-in apre la via alla realizzazione del cablaggio au-

tomatizzato e alla conseguente ottimizzazione dei processi di produzione dei dispositivi. Concentrati nello sviluppo di sistemi sempre più performanti, si è infatti lasciato a lungo in secondo piano il processo di realizzazione degli stessi, che è rimasto pressoché invariato, generalmente manuale e oneroso.

### Sicurezza per ogni applicazione

Leghe di rame trattate superficialmente garantiscono resistenze di contatto estremamente basse e di conseguenza la massima trasmissione di corrente, mentre la speciale molla assicura massime forze di contatto e di estrazione dei conduttori, oltre ad un collegamento resistente ai gas e alle vibrazioni. L'elevato grado di sicurezza meccanica è un requisito indispensabile per i punti di connessione dei conduttori cablati: la tecnologia di connessione Push-in riduce le forze di inserzione del 5%, ma ad esempio, nel caso di un morsetto da 2,5 mm<sup>2</sup> con un cavo da 1,0 mm<sup>2</sup>, per l'estrazione accidentale necessita di forze pari a 180 N a fronte dei 35 N previsti dalla norma.

Sulla base della norme standard, la connessione Push-in viene sottoposta a test che ne permettono l'utilizzo in tutti i settori, come ad esempio il settore energetico, la gestione del traffico, tecnologie di produzione e processo, in particolare nel settore chimico, petrolchimico e navale.

La connessione Push-in è stata sottoposta a test per la verifica della resistenza alle vibrazioni. Per i test viene utilizzato un campo di frequenza da 5 Hz a 150 Hz e un'accelerazione fino a 5,72 m/s<sup>2</sup>. I campioni vengono testati sui tre assi (x, y, z). Durante la prova non sono ammesse interruzioni di contatto superiori al 1 µs. La tecnologia di connessione Push-in soddisfa questi elevati requisiti di resistenza alle vibrazioni.

Per garantire l'idoneità delle parti metalliche dei collegamenti elettrici all'impiego in un ambiente aggressivo, i componenti sono stati sottoposti ad un test di resistenza alla corrosione, eseguito in camera di condensa con atmosfera contenente biossido di zolfo e nebbia salina. La tecnologia di connessione Push-in crea collegamenti a tenuta di gas di alta qualità, in grado di resistere anche a sostanze aggressive.

I sistemi basati su tecnologia Push-in hanno dimostrato di fornire la massima sicurezza di contatto anche in caso di sovraccarico

estremo – come necessario qualora i punti di connessione debbano sopportare correnti di cortocircuito. In questi casi, i componenti non devono subire danni fino a che il dispositivo di protezione non abbia disinserito la corrente. Possono passare alcuni centesimi di secondo.

La connessione Push-in soddisfa i requisiti di resistenza a urti intermittenti e assicura una qualità del punto di connessione elevata anche in caso di repentine variazioni di temperatura, come provato dal test di resistenza a shock termici. Questa prova serve a documentare l'elevata qualità del punto di connessione anche in caso di repentine variazioni di temperatura. Il tempo di sosta nella rispettiva camera climatica è di 45 minuti, mentre il cambio ha luogo nell'arco di pochi secondi. Questo cambio viene effettuato su 100 cicli. Grazie ai materiali pregiati, la connessione Push-in offre un buon comportamento in presenza di temperature elevate che rimane qualitativamente costante nel tempo.

### Oltre l'elettronica

La connessione Push-in trova valida applicazione anche al di fuori del settore elettronico. Nata nel 2009 come nuova tecnologia di connessione per i morsetti componibili, ricevette presto dal mercato un riscontro così positivo da convincere l'azienda non solo ad equipaggiare con essa un numero sempre maggiore di morsetti componibili, ma anche ad usarla per attrezzare anche altri gruppi di prodotti quali connettori ad innesto, sistemi a relè e optocoppiatori, avviamenti per motori ibridi, protezioni contro le sovratensioni, componenti per la sicurezza, moduli I/O e controllori.

La gamma di soluzioni basate su questo sistema di connessione permette dunque oggi di realizzare in modo continuo e senza l'ausilio di utensili collegamenti elettrici dall'interno del dispositivo fino al campo e ai livelli di potenza e di controllo, aprendo la strada per nuove e più razionali installazioni di macchinari e impianti.

**PHOENIX CONTACT**  
www.phoenixcontact.it

# Nuovi materiali per l'elettronica

Francesco Ferrari

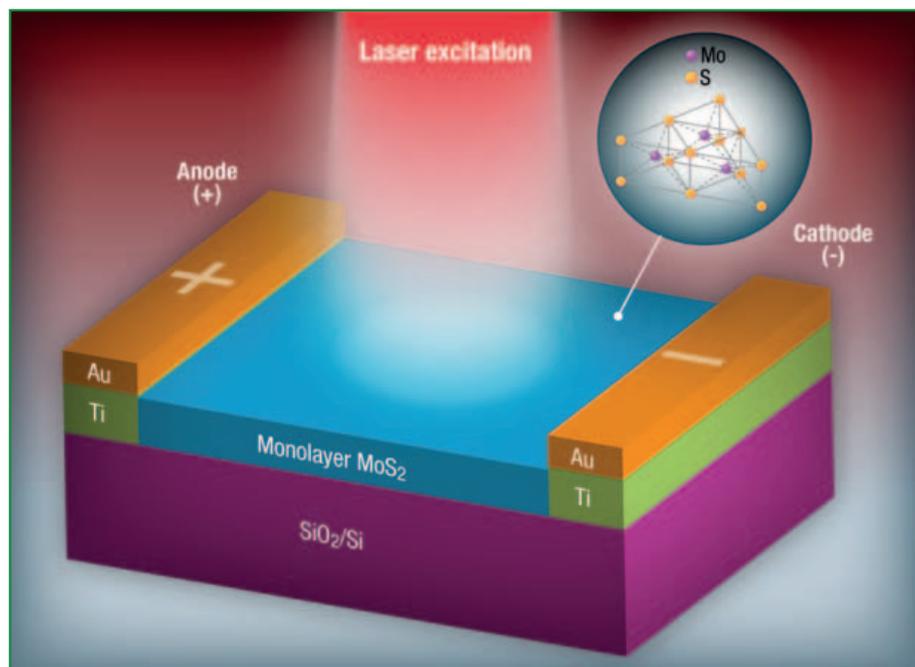
**I**limiti fisici del silicio come base per realizzare componenti elettronici a semiconduttore sono evidenti da tempo e per poter proseguire con un livello di crescita come quello a cui ci ha abituato la famosa legge di Moore occorrono necessariamente nuovi materiali.

I ricercatori stanno sondando costantemente le capacità di diverse combinazioni di materiali per offrire ai produttori una gamma più ampia di possibilità per superare le attuali limitazioni. Fra le possibili alternative, la categoria dei materiali 2D, formati da strati bidimensionali di atomi legati fra loro, è particolarmente promettente per le proprietà emerse. Di fatto appartengono a questa classe tutti quei materiali caratterizzati da legami molto più forti e ordinati in due delle dimensioni spaziali rispetto alla terza. Un certo numero di questi materiali, come per esempio il carburo di silicio oppure l'arseniuro di gallio, sono già utilizzati da tempo, ma limitatamente a specifiche applicazioni. Uno dei più famosi, il grafene, risale al 2004, e ha riscosso immediatamente un enorme successo per le sue notevoli proprietà legate alla sua particolare struttura.

Attualmente i ricercatori sono però particolarmente interessati anche da materiali come i dicalcogenuri di metalli di transizione (TMDC). Si tratta di una classe di materiali 2D derivati da elementi di base, come tellurio, selenio, zolfo e ossigeno, che possono essere molto utili per realizzare componenti elettronici a semiconduttori. Fra questi materiali, per esempio, ci sono il disolfuro di molibdeno ( $\text{MoS}_2$ ) che ha band gap indiretto di 1,3 eV, il diseleniuro di molibdeno ( $\text{MoSe}_2$ ), il diseleniuro di tungsteno ( $\text{WSe}_2$ ), il disolfuro di tungsteno ( $\text{WS}_2$ ) e il telururo di molibdeno ( $\text{MoTe}_2$ ). Questi materiali bidimensionali permettono inoltre la progettazione e la creazione di strutture artificiali in grado di rispondere a esigenze specifiche anche accoppiando strati bidimensionali differenti, ciascuno dotato di caratteristiche particolari. Per esempio, i TMDC funzionano come semiconduttori insieme al grafene usato come conduttore elettrico e il nitrato di boro esagonale monostrato (grafene bianco) come isolante elettrico. È possibile anche abbinare l'elevata capacità di assorbimento dei fotoni di alcuni materiali TMDC con la capacità di trasporto di carica del grafene e realizzare in questo modo dispositivi fotovoltaici, ma anche batterie particolarmente efficienti. I TMDC possono essere combinati anche con substrati di silicio, offrendo nuove possibilità a questo materiale estremamente comune e disponibile. Gli sviluppi dell'uso di combinazioni di materiali 2D sono di fatto molto interessanti. I ricercatori hanno scoperto, per esempio, che un film di grafene a doppio strato su carburo di silicio permette un controllo migliore, così come è possibile "sintonizzare" un trilayer di grafene per realizzare transistor ad effetto di campo in un dispositivo a semiconduttore.

La versatilità è un ulteriore elemento da considerare. I materiali 2D infatti possono essere stampati su supporti cartacei, permettendo quindi la realizzazione di dispositivi come per esempio sensori.

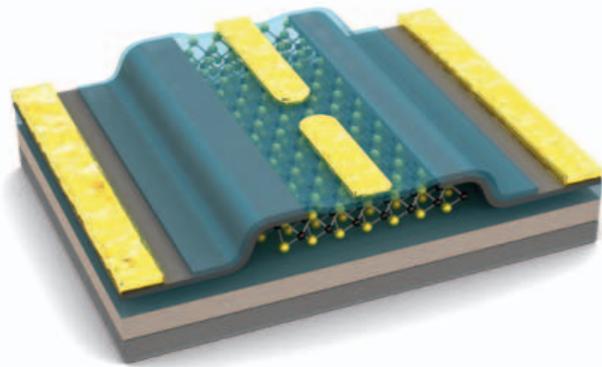
Per contro, uno dei limiti principali alla diffusione di queste nuove tecnologie è legato allo sviluppo e ottimizzazione dei metodi di produzione. In questo momento, infatti, si utilizzano sistemi più idonei a realizzare campioni per laboratori, applicazioni quindi dove il costo di produzione è sostanzialmente poco rilevante. Per passare a una scala di produzione industriale, in elevati volumi e bassi costi, occorrono però ancora diversi passaggi. Attualmente, una delle principali sfide che l'industria sta affrontando è appunto quella relativa alla capacità di produrre grafene di alta qualità, adattato per applicazioni specifiche, con un metodo scalabile per la produzione in volumi elevati. Gli analisti ritengono che il mercato dei nuovi



Schema di un fotosensore  $\text{MoS}_2$  monolayer (Fonte Néstor Perea-López et al./2D Materials)

materiali sarà segmentato inizialmente in base alle diverse applicazioni e proprietà dei materiali. Inchiostri e i rivestimenti funzionali potrebbero raggiungere il mercato prima, anche se le stime indicano che lo stoccaggio di energia e i materiali compositi diventeranno successivamente i settori di maggiore interesse.

Anche per questo settore comunque inizia a sentirsi la necessità di una standardizzazione. Per un'applicazione industriale che utilizzi un certo materiale su base regolare ci deve essere, infatti, più di una fonte di approvvigionamento. Il grafene, per esempio, è disponibile in molte forme, con diversi tipi di stratificazione che, ovviamente, ne cambiano le proprietà. Diventa indispensabile quindi avere un processo di standardizzazione, sancito preferibilmente da un'organizzazione esterna, che definisca dei parametri specifici per i diversi materiali.

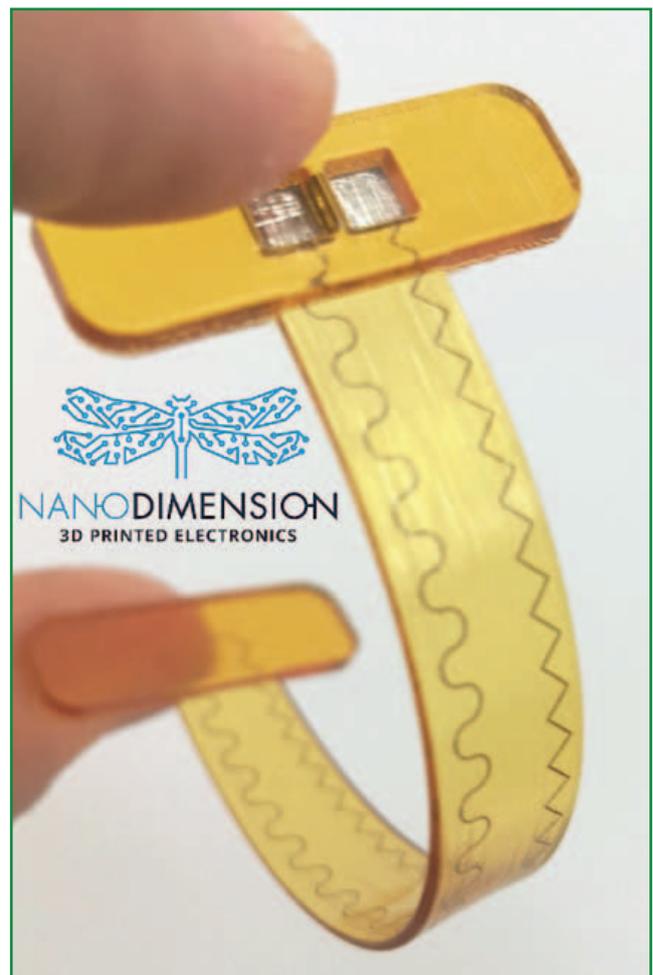


**I ricercatori di LANES (Laboratory of Nanoscale Electronics and Structures) hanno sviluppato un dispositivo formato, tra l'altro, da un monostrato di MoS<sub>2</sub>. (Fonte LANES/EPFL)**

## Stampante 3D di circuiti stampati

**Alessandro Nobile**

**È** cominciata l'era della stampante 3D di circuiti stampati, una tecnica che tutti si aspettano rivoluzionerà la produzione elettronica. La novità arriva da subito in Italia, perché Nano Dimension Ltd, leader nella stampa 3D di PCB, ha firmato un accordo di distribuzione con Cadlog Srl, la cui rete commerciale e di servizi consentirà alle aziende di elettronica di utilizzare questa tecnologia rivoluzionaria. Cadlog distribuirà la DragonFly 2020 Pro, soluzione unica per uno sviluppo rapido dell'hardware e dei circuiti elettronici innovativi, che consente di produrre in proprio e in brevissimo tempo prototipi di prodotti elettronici. La stampante 3D DragonFly 2020 Pro non solo consente ai progettisti di produrre circuiti complessi per la prototipazione senza i vincoli della progettazione e della produzione tradizionali, ma offre loro anche miglioramenti significativi nei flussi di lavoro, che si coniugano al meglio con lo sviluppo agile di prodotti elettronici e vengono incontro alle esigenze sia della base dei nostri clienti esistenti che dei nuovi. La stampante 3D per PCB è particolarmente indicata per l'introduzione di nuovi prodotti sul mercato, grazie alla facilità e alla velocità con cui rende possibile realizzare prototipi di circuiti stampati nella fase finale della ricerca



**Stampante 3D di circuiti stampati: Nano Dimension e Cadlog rivoluzionano il PCB Design con questa nuova stampante 3D di circuiti stampati**

e sviluppo. La stampante 3D DragonFly 2020 Pro consente in pratica di produrre in casa prototipi di circuiti stampati e di altri componenti elettronici. Dunque l'innovazione interessa soprattutto chi è impegnato nella fase di sviluppo di nuovi prodotti e ha la necessità di testare le diverse soluzioni con prototipi fisici. La differenza con la procedura normale, cioè affidare all'esterno la realizzazione di un prototipo, è enorme. Come ordine di grandezza della tempistica, si passa da giorni a minuti.

[www.cadlog.it/dragonfly](http://www.cadlog.it/dragonfly)

# I vantaggi della tecnologia 3D

**Eric Beyne**

Imec fellow e program director 3D system integration

**I**l 2017 ha visto una svolta decisiva per la tecnologia 3D per i chip nei prodotti commerciali. Prima di allora l'industria era sembrata piuttosto scettica rispetto a questa tecnologia, ma ora sta cominciando a rendersi conto che il 3D non deve necessariamente costare di più. Crea, invece, nuove possibilità e opportunità

## Il 3D sul mercato

Nel 2017 abbiamo visto iniziare a comparire la tecnologia 3D per i chip in una gamma di diversi prodotti commerciali. Per esempio, l'iPhone 8 utilizza il sensore di immagine "stacked" di Sony. Questo sensore offre una qualità unica delle immagini sia per le foto che per i video perché il sensore di immagine, il chip di elaborazione e la memoria sono stati raggruppati per creare una singola unità. Il 3D è anche la strada da percorrere per la memoria. Si consideri, per esempio, l'uso crescente di moduli a elevata larghezza di banda. Questi moduli contengono 4 o 8 chip di memoria DRAM sovrapposti sul chip del processore. Nel 2017 sia AMD che Nvidia hanno portato sul mercato potenti processori basati su questo principio. Questi processori possono essere utilizzati in laptop di fascia alta, così come per applicazioni connesse all'intelligenza artificiale. Il 2017 ha inoltre fornito un notevole impulso alla tecnologia "fan-out wafer-level packaging" (WLP). Il fan-out WLP dovrebbe essere considerato come il passaggio logico successivo al WLP standard, affrontando il problema del crescente disallineamento e del gap di interconnessione tra chip e circuito stampato. I chip sono tagliati da un wafer di silicio e trasferiti su un wafer di supporto, dove sono posizionati più distanti rispetto al wafer originale. Il wafer ricostruito viene quindi rivestito con un composto epossidico, uno strato di ridistribuzione e sfere di saldatura. La tecnologia è stata sviluppata circa 15 anni fa da Infineon, ma attualmente sta avendo un vero e proprio revival come modo efficace per sovrapporre i wafer uno sopra l'altro. Il processore Apple A10, per esempio, utilizza la tecnologia fan-out di TSMC, chiamata inFO, per sovrapporre la memoria DRAM alla CPU.

	3D-SIP			3D-SIC	3D-SOC			3D-IC
3D Technology	"PoP"	"Chip last"	"Chip first"	Die stacking	Parallel W2W		Sequential FEOL	
3D-Wiring level	Package I/O	Chip I/O Interposer I/O	Chip I/O	Global	Semi-global	Intermediate	Local	FEOL
Partitioning	Functional unit	subsystem	Embedded die	Die	Blocks of standard cells		Standard cells	Transistors
Technology	Package-to Package reflow	Multi-die SIP 3D/2.5D stack	FO-WLP Embedded die	3D D2D, D2W 2.5D Si-interposer	Wafer-to-Wafer bonding Hybrid bonding		Active layer transfer or deposition	
2-tier stack Schematic								
Characteristic	Solder ball Stack	• C4, Cu-pillar Si-Organic • Through- Mold-vias	• Bumpless • Si-RDL • Through- Package-vias	• $\mu$ bump • Si-to-Si • Through- Silicon-Via	BEOL between 2 FEOL layers			FEOL stack
					Overlay 2 <sup>nd</sup> tier defined by W2W alignment/bonding		Overlay 2 <sup>nd</sup> tier defined by litho scanner alignment	
Contact Pitch	400 $\Rightarrow$ 350 $\Rightarrow$ 300 $\mu$ m	120 $\Rightarrow$ 80 $\Rightarrow$ 60 $\mu$ m	60 $\Rightarrow$ 40 $\Rightarrow$ 20 $\mu$ m	40 $\Rightarrow$ 20 $\Rightarrow$ 10 $\Rightarrow$ 5 $\mu$ m	5 $\mu$ m $\Rightarrow$ 1 $\mu$ m	2 $\mu$ m $\Rightarrow$ 0.5 $\mu$ m	200nm $\Rightarrow$ 100nm	< 100 nm
Relative density:	1/100 $\Rightarrow$ 1/77 $\Rightarrow$ 1/55	1/9 $\Rightarrow$ 1/4 $\Rightarrow$ 1/2.3	1/2.3 $\Rightarrow$ 1 $\Rightarrow$ 4	1 $\Rightarrow$ 4 $\Rightarrow$ 16 $\Rightarrow$ 64	64 $\Rightarrow$ 1600	400 $\Rightarrow$ 6400	4 $10^4$ $\Rightarrow$ 1.6 $10^5$	> 1.6 $10^5$

Lo scenario per la tecnologia 3D per i chip prospettato da imec

### La tecnologia più adatta per ogni building block

Nei prossimi anni vedremo l'uso della tecnologia 3D per i chip in una gamma sempre più ampia di applicazioni, specialmente laddove tali applicazioni richiedono una elevata di potenza di calcolo e capacità di memoria. Questi impieghi comprenderanno server multi-core e applicazioni relative all'intelligenza artificiale. I sistemi diventeranno anche sempre più "eterogenei", il che significa che la tecnologia 3D è essenziale. Un sistema eterogeneo è costituito da vari componenti specializzati, come memorie, sensori di immagine, elettronica III-V per funzioni analogiche e RF, processori, elettronica a bassa potenza, eccetera. Progettando e realizzando ciascuno di questi componenti separatamente con la tecnologia più appropriata e successivamente integrandoli tutti in un'unica unità tramite la tecnologia 3D, saremo in grado di fare progressi ancora maggiori in termini di prestazioni, costi e consumo di energia dei sistemi elettronici.

### Il collegamento wafer-to-wafer

A imec abbiamo creduto a lungo nelle potenzialità della tecnologia 3D e stiamo dedicando una grande quantità di energia per il suo miglioramento. Nel 2017, per esempio, abbiamo ottenuto risultati eccellenti con il collegamento wafer-to-wafer. Durante l'anno, siamo riusciti a ridurre ulteriormente la distanza tra i collegamenti dei chip (passo) nel bonding ibrido wafer-wafer a  $1,4 \mu\text{m}$  (l'attuale passo standard nell'industria è  $6 \mu\text{m}$ ). Riteniamo che un passo di  $0,7 \mu\text{m}$  dovrebbe essere possibile per il 2018. Questa ricerca è strettamente legata al lavoro dei fornitori di apparecchiature 3D che fanno parte del nostro programma 3D. Sempre nel 2017, nell'area del collegamento wafer-to-wafer, ma questa volta per la tecnologia Via-Last, siamo riusciti a ridurre il diametro delle interconnessioni metallizzate nel silicio (Through-silicon Via) a  $1 \mu\text{m}$ , con un passo di  $2 \mu\text{m}$  (lo standard attuale nell'industria è un diametro di  $5 \mu\text{m}$  e un passo di  $10 \mu\text{m}$ ). Nel 2018 amplieremo ulteriormente la nostra tecnologia ottimizzata per includere la sovrapposizione di 4, 8 e 16 wafer. La sovrapposizione di così tanti wafer è particolarmente importante per le applicazioni di memoria. Per la tecnologia die-to-wafer siamo stati in grado di raggiungere al momento un passo di  $10 \mu\text{m}$  per le microbump. Nel 2017, l'attenzione si è concentrata sullo sviluppo di tecniche di bonding collettivo in modo che il processo die-to-wafer possa essere eseguito più velocemente e a un costo inferiore. Negli attuali processi die-to-wafer i chip sono ancora trasferiti uno per uno. Con il bonding collettivo, d'altra parte, i chip sono posti su un wafer di supporto e trasferiti insieme a un altro wafer per il bonding. Nel 2017, abbiamo sviluppato un concept flow per questo processo e dimostrato la sua fattibilità

## X4M300 Sensore di presenza!

**C O D I C O**®

### Rilievo accurato della distanza tra oggetti diversi:

- Tempo di rilevamento:  
1,5 - 3,5 secondi
- Range: regolabile fino a 9,4 metri
- Antenne: TX e RX integrate



**NOVELDA**  
XETHRU

per l'industria. Abbiamo anche garantito che il processo possa essere utilizzato per trasferire chip non di silicio su wafer di silicio (come I/O ottici, laser, III-V, amplificatori di potenza, microLED, eccetera). Questo ampliamento della tecnologia è importante per il futuro, perché ci occuperemo sempre più di sistemi eterogenei composti da componenti specializzati. Il panorama della tecnologia 3D di imec. Preferiamo non parlare di una roadmap perché per il 3D ci saranno molte opzioni che lavoreranno affiancate, anche all'interno di un singolo sistema.

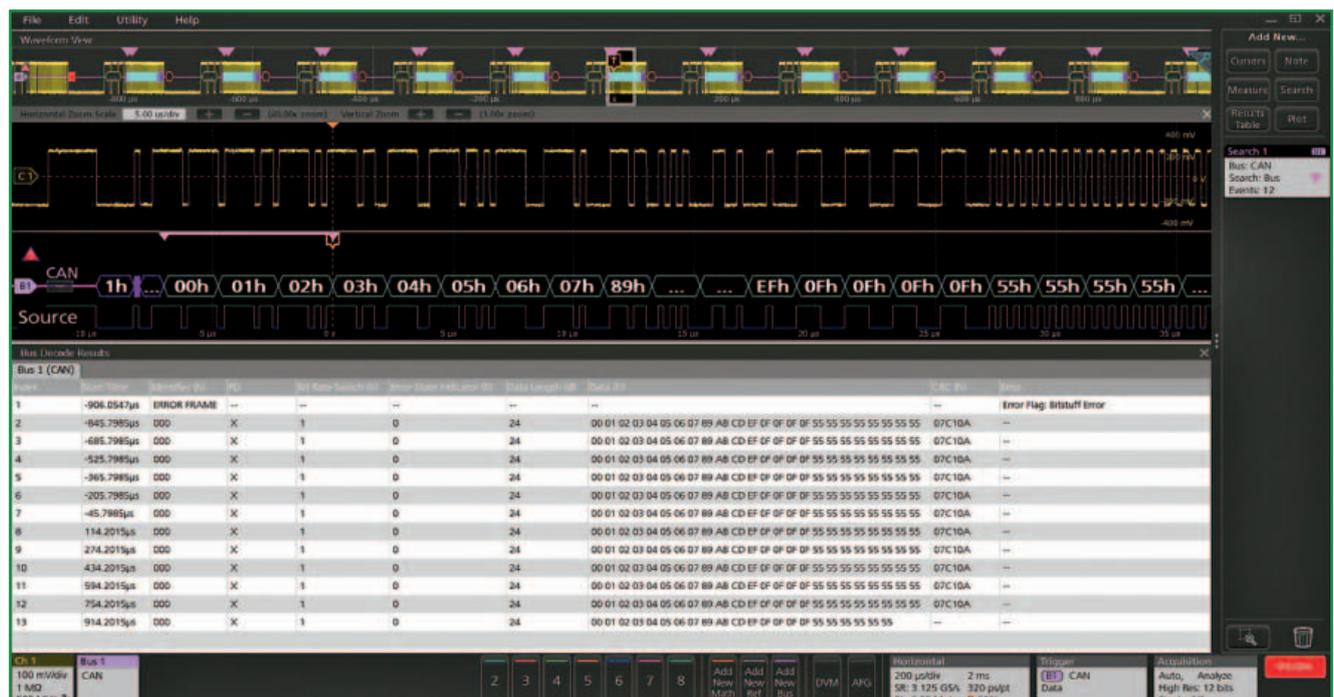
**Raffreddare i chip con microjet**

La strada più innovativa che abbiamo intrapreso nel 2017 è sicuramente quella dell'uso della prototipazione 3D per i package di chip e più specificamente lo sviluppo di un nuovo concetto per il raffreddamento dei chip. Ora che la risoluzione della prototipazione 3D sta migliorando continuamente, sarà interessante applicare questa tecnologia ai sistemi elettronici. Sarà infatti possibile ottimizzare il design del packaging del chip in modo specifico per l'applicazione, invece di utilizzare un design standard (anche qui, si ha una tendenza verso la specializzazione). La prototipazione 3D sembra essere il modo perfetto per tradurre il nostro concetto di raffreddamento dei chip in realtà. Il concetto consiste nel mettere strati microfluidici sul lato posteriore del chip, che quindi dirigono piccoli microjet sul chip e così facendo disperdono il calore in modo molto efficiente. Le prestazioni – e il costo – di questo sistema di raffreddamento sono migliori anche dell'attuale processo più all'avanguardia. Questo è vero soprattutto perché i vari strati intermedi possono essere lasciati fuori e il lato posteriore del chip può essere raffreddato direttamente. Nel 2018 svilupperemo ulteriormente questa tecnologia basata sulla stampa 3D. Questo ci consentirà di ottimizzare il design e portarlo in una direzione che non è possibile raggiungere con le tecnologie di produzione convenzionali. Questi progressi comprenderanno il completamento e la progettazione 3D dei canali di alimentazione al fine di evitare inutili cali di pressione (= perdite). Quindi saremo in grado di distribuire il refrigerante sulla superficie nel miglior modo possibile.

# Soluzioni di test per i veicoli di prossima generazione

Alessandro Nobile

**T**ektronix ha annunciato il rilascio di nuove soluzioni software, per i propri oscilloscopi a segnali misti (MSO – Mixed Signal Oscilloscope) Serie 5, appositamente ideate per accelerare le fasi di validazione e debug e ridurre i tempi di progettazione dei complessi sistemi elettronici presenti sui veicoli di prossima generazione.



Tektronix ha di recente rilasciato nuove soluzioni di test per la progettazione e l'ingegnerizzazione dei veicoli di prossima generazione

Queste soluzioni per il settore automotive sfruttano appieno le caratteristiche innovative degli MSO Serie 5, come la disponibilità canali fino ad un massimo di 8, la risoluzione a 12 bit, l'ampio display ad alta definizione che sfrutta la tecnologia tattile capacitiva e l'interfaccia utente semplice e di immediata comprensione.

L'industria automobilistica è in una fase di radicale trasformazione, grazie alle innovazioni rese possibili dalle tecnologie digitali: dai veicoli "intelligenti" che si guidano da soli ai sistemi elettronici usati sia in sostituzione sia per aumentare le potenzialità dei tradizionali apparati elettro-meccanici.

A complicare lo scenario, non va dimenticata la necessità di adottare nuovi bus seriali operanti a velocità medio/alte come CAN FD (caratterizzato da velocità di trasferimento dati comprese tra 5 e 10 Mb/S) e Automotive Ethernet che devono coesistere con altre tecnologie di bus per automotive più mature come LIN, FlexRay, MOST e molti altri ancora. Con l'introduzione degli MSO Serie 5, Tektronix mette a disposizione dei progettisti del settore automotive la soluzione ideale per effettuare l'analisi e il troubleshooting (ricerca guasti) delle ECU (Electronic Control Unit) e dei bus di tutti i sottosistemi presenti a bordo di un veicolo.

Le nuove soluzioni per automotive fornite a corredo degli MSO Serie 5 comprendono:

- Package per l'analisi del protocollo 5-SRAUTO che permette di effettuare il trigger seriale e l'analisi dei più diffusi bus utilizzati in campo automobilistico tra cui CAN, CAN FD, LIN e FlexRay. Per il bus CAN FD è previsto il supporto delle versioni ISO e non ISO dello standard.
- Soluzione 5-CMAUTOEN per Automotive Ethernet che fornisce il supporto per la verifica automatizzata della conformità ai requisiti previsti da IEEE P802.3bw (10GBASE-T1) e alle specifiche BroadR-Reach V3.2. Questa soluzione automatica per la conformità include il software di test che gira su un MSO Serie 5 mentre esegue i test di conformità delle specifiche elettriche del trasmettitore PMA (Physical Media Attachment) – Gruppo 1 – definiti dagli standard di OPEN Alliance SIG (Special Interest Group) per Automotive Ethernet. Le nuove soluzioni per il settore automotive per gli MSO Serie 5 sono già disponibili. Ulteriori informazioni sull'intera gamma di soluzioni Tektronix per applicazioni automobilistiche sono disponibili all'indirizzo: <https://uk.tek.com/automotive-0>



## GENERAL INDUSTRIES

Soluzioni tecniche di accesso per applicazioni industriali

# I servizi di assistenza nell'era dell'auto elettronica

Con un approccio tipo "Google Maps" è possibile aumentare l'efficienza dei centri di assistenza che si occupano della diagnosi delle odierne automobili

**Gerhard Angst**  
 Ceo Concept Engineering

**L**a rivoluzione in atto nel settore dell'elettronica destinata al settore automotive ha permesso di realizzare vetture con caratteristiche decisamente all'avanguardia, e questo è solo l'inizio. In questo processo di trasformazione, un aspetto che non deve essere sottovalutato è l'assistenza, che svolge un ruolo cruciale nell'esperienza di possesso complessiva.

Un servizio rapido ed efficace è un fattore critico per l'intero settore automobilistico. Tuttavia, la diagnosi di una moderna automobile è un'operazione complessa e interconnessa, vista la pervasività dell'elettronica nelle vetture delle più recenti generazioni. A questo punto, è lecito chiedersi in che modo sia possibile aiutare i meccanici, a identificare e risolvere i problemi nel modo più rapido e sicuro possibile.

A prescindere dal prezzo, i veicoli moderni contengono un gran numero di sistemi elettronici (Fig. 1). Mentre alcuni di questi, come i radar, i sistemi di entertainment e di navigazione, sono visibili al conducente, altri non lo sono ma svolgono un ruolo essenziale per il corretto funzionamento del veicolo.

Un veicolo odierno contiene un numero di microcontrollori o processori compreso tra 100 e 300, 50 e più ECU (Electronic Control Unit) complesse oltre a chilometri di fili elettrici necessari per il loro collegamento. La complessità interessa anche la componente software, visto il gran numero di linee di codice necessarie, compreso 5 e 20 milioni. Questi sistemi, inoltre, spesso interagiscono gli uni con gli altri.

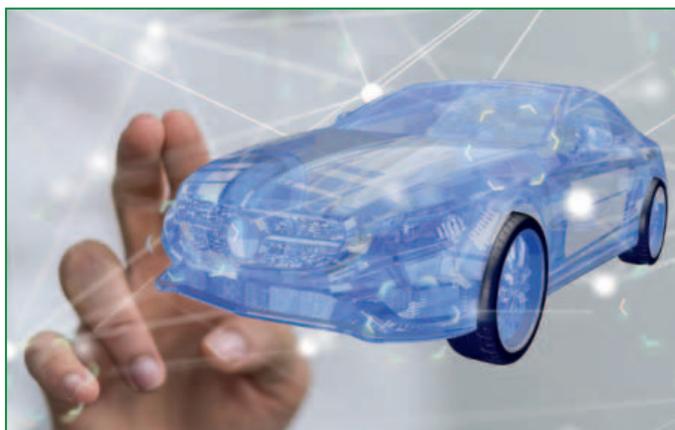
Lo sterzo, ad esempio, si interfaccia con le sospensioni per garantire fluidità di guida. Un guasto in un componente di un'autovettura potrebbe manifestarsi sotto forma di segnali elettronici intermittenti e quindi difficili da rilevare invece che come usura di una parte meccanica. La diagnosi, quindi, si presenta come un'operazione abbastanza complessa.

Lo scenario tende a complicarsi ulteriormente in quanto le auto della prossima generazione prevedono modalità che consentiranno la guida autonoma, oltre a numerosi altri sistemi ad alte prestazioni che rappresentano lo stato dell'arte a livello di elaborazione. Senza dimenticare che tali sistemi devono garantire la conformità con normative particolarmente severe, come quelle previste dallo standard ISO 26262. In altre parole, l'elettronica per applicazioni automotive si appresta a diventare ancora più complessa e sofisticata.

## L'importanza della diagnosi

Cosa significa tutto ciò per la diagnosi in campo automobilistico? La fruizione di questo servizio inizia dal momento in cui l'utente acquista la propria auto e prosegue per tutta la vita operativa del veicolo, in quanto l'utente deve necessariamente far ricorso ai centri di assistenza per le operazioni di diagnosi e riparazione. Negli ultimi due o tre decenni l'elettronica è divenuta la tecnologia chiave delle automobili. Ciò ha contribuito a trasformare i tecnici di assistenza in esperti di diagnosi della parte elettronica che sono chiamati a svolgere il proprio compito di assistenza in tempi sempre più brevi.

Consentire ai meccanici di identificare e risolvere rapidamente i problemi è sicuramente un elemento chiave della proposta di valore dell'industria automobilistica. Un meccanico con la tuta unta di olio che lavora



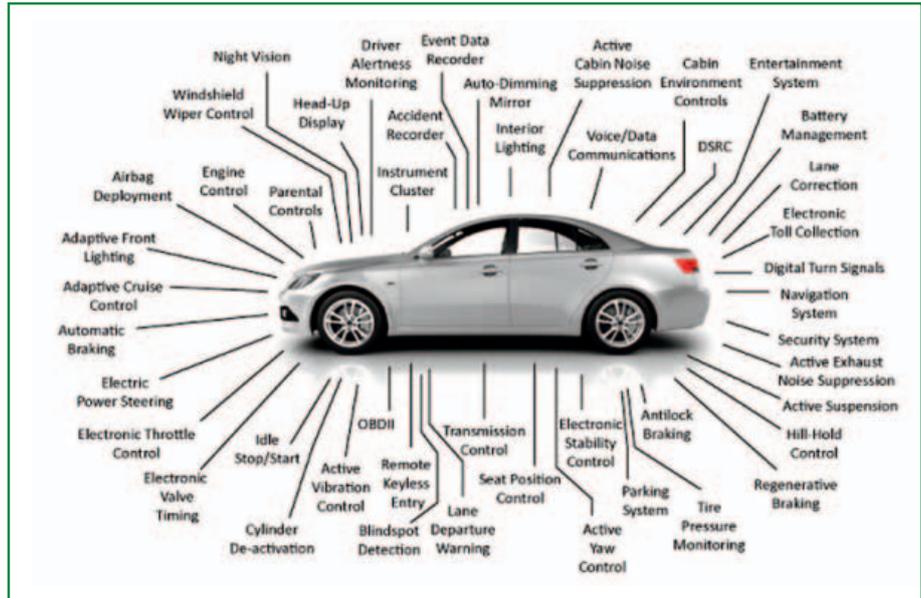
sotto il cofano della macchina è un'immagine che appartiene al passato. Gli odierni centri di assistenza impiegano ingegneri qualificati oltre a gruppi di tecnici elettronici con esperienza nel campo dell'elaborazione per eseguire routine di diagnostica.

Le auto moderne utilizzano sistemi diagnostici che si interfacciano con i computer del servizio di assistenza al fine di rilevare sia problemi esistenti sia problemi che potenzialmente potrebbero verificarsi in futuro. Sebbene essi risultino utili per la diagnosi iniziale, spesso è necessario un maggior numero di operazioni di rilevamento. Per svolgere tale compito, i tecnici devono far riferimento ai manuali di diagnosi, che possono essere disponibili on-line o sotto forma di voluminosi documenti stampati.

Questi manuali, redatti da team composti da un gran numero di persone che si occupano della documentazione, sono specifici per ogni tipo di vettura e le sue varie versioni. La creazione di questi documenti è un processo lento e soggetto ad errori che spesso porta alla redazione di manuali di diagnosi a volte anche molto ingombranti e poco maneggevoli che devono essere consultati dai tecnici per rintracciare possibili problemi. I nuovi manuali on-line rappresentano un passo in avanti, anche se si tratta di documenti di natura statica che non possono mantenere il passo con l'evoluzione della tecnologia utilizzata in campo automobilistico.

**Un approccio innovativo**

Una nuova tecnologia, che deriva dal mondo dell'automazione della progettazione elettronica (EDA) utilizzata nel settore dei semiconduttori, permette di utilizzare un approccio più efficace rispetto a quello consentito dai classici manuali. Per comprendere in modo semplice il concetto alla base di questa tecnologia, si pensi al modo in cui si utilizzano i programmi delle mappe utilizzando il GPS su dispositivi mobili e on-line per individuare un percorso o conoscere la propria posizione.



**Fig. 1 – Un moderno veicolo integra un gran numero di componenti elettronici (Fonte: Vehicular Electronics Laboratory, Clemson University)**

**pcim**  
EUROPE

International Exhibition and Conference  
for Power Electronics, Intelligent Motion,  
Renewable Energy and Energy Management  
Nuremberg, 5–7 June 2018

» **Power Electronics is your Key to Success?**

PCIM Europe opens the door to latest product innovations and trends!  
Register now: [pcim-europe.com/tickets](http://pcim-europe.com/tickets)

Information:  
+49 711 61946-820  
[pcim@mesago.com](mailto:pcim@mesago.com)



#pcimeurope



**mesago**  
Messe Frankfurt Group



**Fig. 2 – Rappresentazione su un tablet ottenuta mediante browser Web di uno schema circuitale che riporta i dettagli relativi ai cablaggi**

In passato, quando si doveva scegliere il percorso per una specifica località, si ricorreva a una mappa cartacea, si effettuava una ricerca sulla mappa stessa, si individuava la località di destinazione e quindi si ricercava la via migliore per arrivare. L'approccio attuale, invece, è basato su "Google Maps": una volta immessi i nomi della località di partenza e di arrivo, viene creata una mappa che si focalizza sull'area di interesse, corredata da informazioni sulle località e sulle modifiche della viabilità, unitamente alle indicazioni sul percorso migliore da seguire per giungere a destinazione nel tempo più breve tenendo conto delle condizioni del traffico. Si tratta, ovviamente, di un approccio più rapido e accurato. Il database della mappa può essere aggiornato per tener

conto di eventuali di eventuali variazioni di percorso e la visualizzazione è quanto mai semplice e intuitiva. Un modello del tipo appena descritto è esattamente quello richiesto dai centri di assistenza, i cui addetti devono tracciare un percorso districandosi tra un labirinto di interconnessioni e componenti elettronici complessi. Poiché i dispositivi a semiconduttore contengono milioni di transistor e connessioni, Concept Engineering ha sviluppato una tecnologia per la visualizzazione e il debug di tipo reattivo. Questa tecnologia, denominata E-engine, è stata applicata ai diagrammi degli schemi per le operazioni di diagnosi, con i seguenti risultati:

1. Visualizzazione di semplice lettura che si focalizza in modo dinamico sull'area da cui ha origine il problema, sulla base di codici diagnostici (DTC Diagnostic Trouble Code) o dati immessi manualmente.
2. Un diagramma dello schema che varia per rappresentare il modello esatto e la versione del veicolo che è sottoposto a ispezione, senza inutili confusioni.
3. Visualizzazione on-line (tramite PC o tablet) che si dimensiona e si adatta automaticamente e consente di ricavare in modo interattivo ulteriori informazioni relative a componenti, cablaggi e così via.
4. Un collegamento diretto fra i disegni CAD degli sviluppatori e il database dello schema circuitale al fine di evitare errori di conversione e accelerare la fase di creazione di documenti.

### Principi di funzionamento

Di seguito una breve descrizione del principio di funzionamento di questa soluzione di Concept Engineering. I disegni CAD originali dei sistemi elettrici ed elettronici di una particolare marca di auto sono convertiti automaticamente dai formati standard utilizzati in ambito industriale come ad esempio KBL, oppure dai formati proprietari della Casa automobilistica, nel formato del database di E-Engine, denominato EDB. Il database EDB può anche contenere dettagli relativi ai componenti e altre informazioni utili per i centri di assistenza. Esso consente anche specificare dati variabili e può essere aggiornato in modo molto semplice senza dover ricorrere a una riproduzione completa nel momento in cui vengono apportate revisioni alle specifiche di un veicolo.

Questo database, disponibile sul server basato su cloud del costruttore, può essere consultato da tutti i centri di assistenza. Un centro può accedere a queste informazioni attraverso un browser Web, eliminando in tal modo la necessità di installare app locali sui propri computer. Durante le operazioni che si svolgono si strada, ad esempio, il sistema può anche essere fatto funzionare off-line sfruttando i dati caricati in precedenza. Un tecnico può richiamare un diagramma di uno schema specifico da utilizzare per la diagnosi sulla base del VIN (Vehicle Identification Number) e successivamente, mediante i relativi codici DTC (Diagnostic Trouble Code) o tramite le informazioni relativi ai componenti, all'ubicazione o ai pezzi, focalizzare la visualizzazione su un'area specifica. I dettagli di componenti, cablaggi e altre informazioni possono essere richiamati per una precisa analisi dei problemi (Fig. 2).

I produttori, sempre impegnati a ridurre i tempi di assistenza, hanno riconosciuto gli indubbi vantaggi correlati all'utilizzo di questo nuovo approccio. La possibilità di personalizzare questa tecnologia per adattarla alla policy e ai processi produttivi dei singoli produttori di automobili, nonché di mantenere e aggiornare immediatamente i dati relativi ai veicoli per tutti i centri di assistenza è un aspetto particolarmente interessante. La produzione automatizzata di una documentazione accurata, informativa e affidabile in tempi brevi e in modo semplice può contribuire a semplificare i loro processi di sviluppo.

Benché si tratti di una soluzione nuova per questo mercato, ha attirato l'interesse di alcuni tra i maggiori produttori operanti nel settore automobilistico. Essa è già stata adottata da un importante produttore di autocarri, oltre che da aziende operanti in altri settori come quello aerospaziale. Si tratta di un'evoluzione decisamente interessante che troverà sicuramente spazio in un numero sempre maggiore di centri di assistenza.

*cosa c'è dietro  
ad un progetto vincente?*



**contradata**<sup>®</sup>  
industrial computing solutions

I sistemi fanless più avanzati, flessibili e modulari



- ✓ Processori Intel® Atom™, Celeron®, Pentium®, Core™ i3/i5/i7 e Xeon®
- ✓ Alimentazione 9-48 VDC con protezioni over-voltage e over-current
- ✓ RS-232/422/485 e Digital I/O isolati otticamente
- ✓ Tecnologie SuperCap e Multiple I/O integrate
- ✓ Fino a 10 porte Intel Gigabit Ethernet e 8 porte PoE+ @ 25.5W
- ✓ Temperatura operativa fino a -40° +70° C
- ✓ Certificazioni per applicazioni ferroviarie e automotive

**www.contradata.it**

info@contradata.it - Tel (+39) 039-230.14.92

distributore ufficiale Italia:

**ciscoze**

# ROHM accelera la produzione di dispositivi SiC

**I device di potenza basati su semiconduttori con tecnologia in carburo di silicio (SiC) sono sempre più richiesti nel mercato automotive, per rispondere ai requisiti di efficienza e compattezza necessari nell'elettrificazione dei veicoli. Attivato a Willich, vicino Düsseldorf, un laboratorio di caratterizzazione e analisi dei componenti**

**Giorgio Fusari**

Oltre il 2020, modelli d'innovazione come i trasporti intelligenti, i veicoli a guida autonoma, o la 'e-mobility', potrebbero diventare presto realtà ed aprire una nuova era nel settore automobilistico, dove lo sviluppo del mercato dei veicoli elettrici è guidato da regolamenti e standard sempre più stringenti in tema di emissioni di gas inquinanti: da Euro 6, a China 6, a CAFE (Corporate Average Fuel Economy) negli Stati Uniti.

Tuttavia, se da un lato la necessità di ridurre l'inquinamento stimola la diffusione dei veicoli elettrici, dall'altro vi sono nuovi e più elevati requisiti tecnologici da soddisfare nel processo di elettrificazione dei sistemi di propulsione: lo spiega Christian André, presidente di ROHM Europe, in una conferenza stampa a Willich, vicino Düsseldorf, in occasione della presentazione, a febbraio, del "Power Lab", un laboratorio all'avanguardia nella caratterizzazione e analisi dei semiconduttori e componenti di potenza. Tra questi requisiti chiave, sottolinea André,

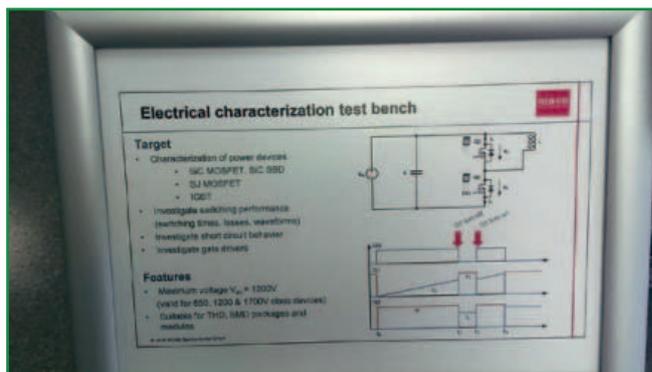
vi sono la densità di potenza da raggiungere per fornire livelli di energia più elevati; l'ottenimento di temperature di funzionamento adeguate a ottimizzare il sistema di raffreddamento; l'aumento del livello d'integrazione, per consentire la creazione di sistemi più compatti e leggeri; il potenziamento della batteria, per estendere l'autonomia di guida a 500 km; ma anche la realizzazione di infrastrutture di ricarica rapida. La strategia di ROHM è indirizzare al meglio queste esigenze nel crescente comparto dell'elettronica di potenza per il mondo automotive, in cui la società punta ad espandere la propria presenza, anche trasferendo in questo ambito conoscenze e tecnologia tratte dal mondo consumer.

In particolare, chiarisce André,



Il "Power Lab" di ROHM Semiconductor

ROHM sta sviluppando quattro aree chiave di elettrificazione del veicolo (on board charger, inverter, DC/DC converter, e-compressor), in cui l'adozione di soluzioni di potenza combinate con gate driver isolati, dispositivi SiC (silicon carbide) e IGBT (insulated-gate bipolar transistor) sta crescendo con un CAGR del 62%, dal 2017 al 2021. In questa prospettiva, ROHM, continua André, ha fatto investimenti aggiuntivi, rispetto al piano iniziale di costruzione di una nuova fabbrica nelle Filippine, con potenziamento della capacità produttiva e miglioramento



All'interno del Power Lab, il "test bench" per la caratterizzazione elettrica di MOSFET SiC, IGBT ed altri dispositivi di potenza

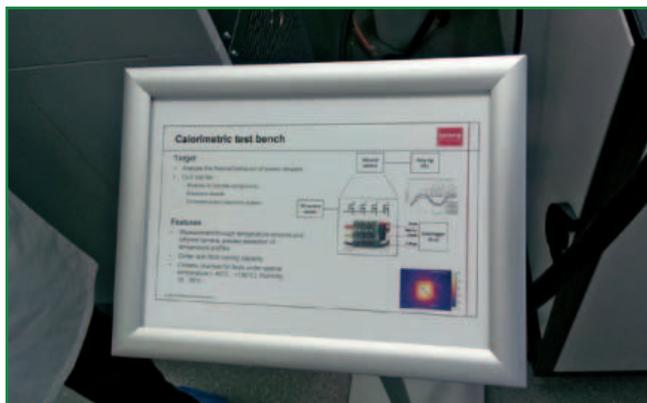
della qualità di transistor e diodi: ora gli investimenti si concentrano anche sul potenziamento delle fabbriche di wafer da 8 e 12 pollici, sull'incremento della capacità produttiva delle linee di assemblaggio, e sullo sviluppo della capacità di produzione nella società sussidiaria SiCrystal. L'accelerazione degli investimenti nei dispositivi SiC per i veicoli elettrici servirà quindi a incrementare la capacità di fabbricazione, necessaria per indirizzare la forte domanda proveniente dal mercato, per i dispositivi in carburo di silicio.

**Banchi di prova per MOSFET SiC, IGBT, e altri device di potenza**

Nel contesto di accelerazione della capacità produttiva di dispositivi SiC, e di miglioramento dei servizi di supporto ai clienti di ROHM in Europa, s'inserisce appunto l'attivazione del Power Lab: come ha precisato

Questo banco di test, aggiunge ROHM, è in grado di eseguire collaudi a correnti molto elevate, anche di centinaia di ampere, ed è equipaggiato con una camera climatica per l'esecuzione di test in condizioni di temperatura particolari, in un intervallo tra -40 °C e +180 °C, con un livello di umidità che può essere impostato tra il 10% e il 98%. Infine, il banco di prova ad alta tensione, progettato per effettuare test fino a 8000 V, è collocato in una speciale camera protetta, che garantisce i criteri di sicurezza del collaudo.

Aly Mashaly, direttore del laboratorio e manager del dipartimento Power Systems di ROHM, il centro di test permetterà di fornire un miglior supporto tecnico locale a livello applicativo ai clienti europei di ROHM, che in questa sede avranno l'opportunità di collaudare, verificare e valutare in prima persona le caratteristiche e prestazioni dei semiconduttori e componenti di potenza. A tale scopo, il laboratorio è stato equipaggiato con diversi banchi di prova, sviluppati e progettati sulla base dei requisiti stabiliti da ROHM in termini di scalabilità e flessibilità in rapporto a future modifiche. Il banco di prova per i componenti di potenza abilita il collaudo di convertitori AC/DC, DC/DC, DC/AC, AC/AC in condizioni applicative reali fino a 15 kVA. In aggiunta, misure di alta precisione sull'efficienza e sulle perdite possono essere eseguite attraverso analizzatori di potenza. Nel Power Lab è anche disponibile un banco di prova calorimetrico, adibito all'analisi del comportamento termico dei dispositivi discreti di potenza, dei moduli, delle schede elettroniche e dei sistemi completi di elettronica di potenza.



Le caratteristiche del banco di prova calorimetrico

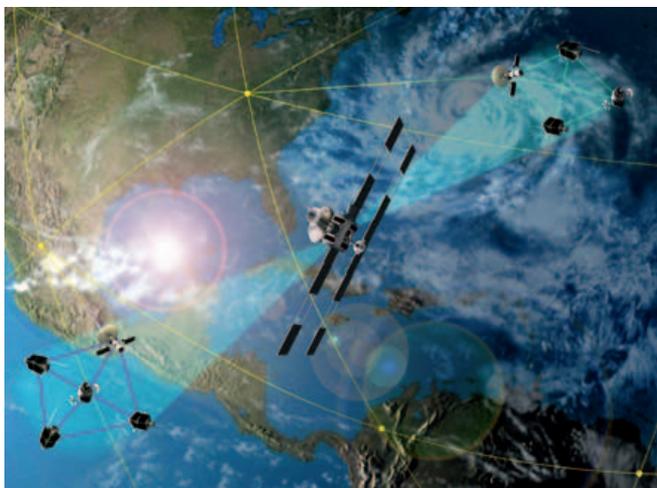
# Elettronica e sottosistemi resistenti alle radiazioni

**I circuiti e i dispositivi immuni alle radiazioni ionizzanti sono indispensabili per le applicazioni spaziali ma sono anche strategici nei sistemi di sicurezza ISR, per i quali si stanno già studiando componenti radhard riconfigurabili**

Lucio Pellizzari

**N**ei transistor dei moderni circuiti integrati troviamo canali di conduzione di pochi nanometri, che sono perciò confrontabili con le dimensioni di molte particelle ionizzanti. Si chiamano radiazioni ionizzanti perché sono capaci di colpire gli elettroni, dando loro energia sufficiente per separarsi dai nuclei e trasformare gli atomi in ioni. In elettronica sono pericolose perché possono attraversare i package e, dato che sono elettricamente cariche, possono colpire i portatori di carica dentro un semiconduttore e far cambiare comportamento a una giunzione. È dimostrato che ogni singola particella ionizzante ha la possibilità di far cambiare di stato a una cella di memoria e quindi commutarne il valore. La più conosciuta fra le radiazioni ionizzanti è la radioattività dovuta alle numerose sorgenti radioattive terrestri ed extra-terrestri che producono particelle alfa, beta e gamma con un elevato contenuto energetico e le diffondono nella bassa atmosfera. L'altro motivo di preoccupazione per i chip è costituito dai raggi cosmici, composti da una varietà di particelle ad alta energia fra cui una maggioranza di protoni che oltre a essere carichi positivamente hanno anche una massa consistente (1.836 volte maggiore rispetto agli elettroni) e perciò incidono di più sul funzionamento elettrico degli elementi circuitali.

Ovviamente, i costruttori cercano in vari modi di schermare i chip nonché implementare controlli automatici a livello circuitale per fare in modo di riparare immediatamente gli eventuali inconvenienti dovuti a



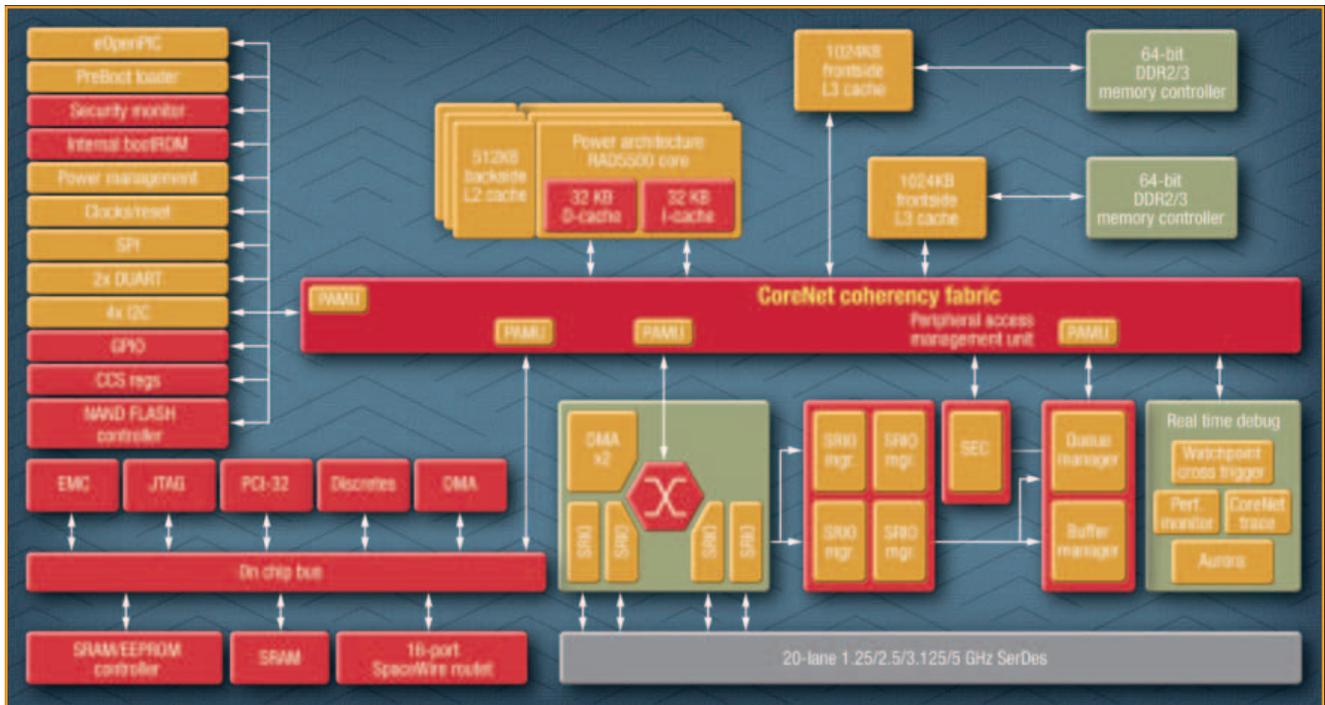
**Fig. 1 – Aeronix sviluppa e ingegnerizza sistemi per applicazioni spaziali e militari radiation hardened realizzando Fpga e Asic custom per esigenze applicative specifiche**

tali interferenze, ma le tecniche utilizzate nei dispositivi con fascia di prezzo commerciale non sono adeguate a fronteggiare le radiazioni energeticamente più potenti. Più protetti perché più robusti sono i componenti classificati a uso industriale o militare, ma se l'esigenza applicativa è l'immunità alle radiazioni di ogni tipo, comprese la radioattività e i raggi cosmici allora occorrono i componenti radhard, o radiation hardened,

per i quali la fascia di prezzo si alza ancora un po'. Il report "Global Radiation-hardened Electronics Market 2016-2020" pubblicato dagli analisti inglesi di Technavio prevede una crescita globale dei componenti e dei sottosistemi radhard con Cagr del 3,37% almeno fino al 2020. Nel report viene indicata come trainante la forte crescita dei sistemi di Intelligence, Surveillance and Reconnaissance (ISR) volti alla protezione delle persone nelle città. Stessa motivazione si legge nel report "Radiation-Hardened Electronics Market – Forecast to 2022" pubblicato in estate dagli analisti di Chicago di Scalar Market Research che individuano come promettente opportunità di mercato lo sviluppo dei componenti radhard riconfigurabili dedicati ai sottosistemi ISR.

## Radhard custom

**Aeronix** sviluppa e ingegnerizza sistemi per applicazioni spaziali completi con l'elettronica radhard e il software di controllo dedicato. Castellan RadT Crypto è un motore di crittografia programmabile che serve a



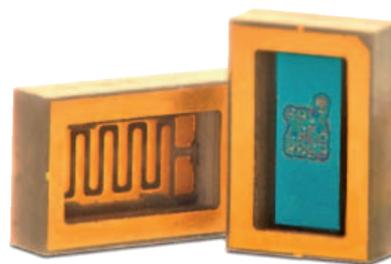
**Fig. 2 – Il processore radhard quad-core RAD5545 di Bae Systems è fabbricato in geometria di riga di 45 nm, sopporta una TID di 1 Mrad e garantisce 3,7 GFLOPS**

proteggere i dati in transito nei satelliti e si può adattare a diversi ambienti applicativi. NPOESS è un Data Bus Chipset Ieee 1394 radiation hardened che supporta le reti di comunicazione satellitari e spaziali ad alta velocità ed elevata affidabilità. Windsat è un radiometro a microonde polarimetrico passivo che viene montato su satellite e puntato verso la terra per rilevare l'intensità e la direzione dei venti sopra gli oceani. Per quest'ultimo, Aeronix ha sviluppato il DHS, Data Handling System, che analizza e interpreta i dati raccolti. TACSAT2 è un rilevatore di emittenti a radiofrequenza che consente di individuare le sorgenti di segnali fuori dall'atmosfera.

Fra i prodotti militari, Aeronix progetta Asic e Fpga radhard che personalizza sulle esigenze delle applicazioni fra cui Gigabit Ethernet Switch con tolleranza termica estrema, moduli di connessione per reti wireless WLAN terrestri o aerospaziali, sistemi SDR (Software Defined Radio) per reti "air-to-ground" a lunga distanza, moduli Electronic Support Measures (ESM) per il rilevamento e l'identificazione dei segnali RF, moduli di connessione Machine2Device e Machine2Cloud.

**TID fino a 1 Mrad**

**Bae Systems** si dedica alla progettazione e fabbricazione di sistemi militari e sviluppa le tecnologie necessarie a bordo di veicoli, aerei e navi, come ad esempio sistemi di identificazione e sorveglianza, radar, transponder, simulatori software, display ottici per puntamento, Asic per uso spaziale e schede elettroniche radhard multi funzione. Il nuovo single-board computer RAD5500 sostituisce il precedente modello RAD750 nel controllo dei sistemi spaziali a elevate prestazioni nonché nelle applicazioni di sorveglianza e sicurezza terrestre con certificazione radhard, che garantisce la tolleranza a una Total Ionizing Dose (TID) pari a 1 Mrad. Viene interamente prodotto in Virginia in geometria di riga da 45 nm



**Fig. 3 – I transistor eGaN HEMT di Freebird Semiconductor sono brevettati e certificati per le applicazioni spaziali anche in presenza di forti dosi di radiazioni ionizzanti**

con a bordo un coprocessore crittografico, un processore grafico e la possibilità di ospitare più sistemi operativi con cui partizionare le attività. L'architettura è QorIQ e5500 a 64 bit e ci sono due versioni single-core RAD5510 e RAD5515 entrambe con potenza di calcolo di 1,4 GOps e 0,9 GFLOps ma la seconda con maggior dotazione di memoria per un consumo alle massime prestazioni rispettivamente di 11,5 e 13,7



## Single-Chip Rad Hard 32-Channel Driver with Integrated Decoder

Fig. 4 – Il driver di corrente ISL72813SEH si aggiunge agli altri componenti radhard Intersil con cui si possono realizzare sistemi di telemetria a 32 canali per applicazioni spaziali e satellitari

Watt. La versione quad-core RAD5545 offre 5,6 GOps e 3,7 GFLOPs consumando al massimo 20 W con a bordo 64 GByte di memoria. La società ha anche stretto la scorsa estate un accordo di collaborazione con Goriziane Group per il supporto all'ingegnerizzazione e alla manutenzione del veicolo blindato ad alta mobilità di ultima generazione BvS10.

### HEMT eGaN radhard

**Freebird Semiconductor** si è specializzata nel progetto dei circuiti integrati fabbricati con transistor eGaN HEMT, o "enhancement-mode Gallium Nitride High Electron Mobility Transistor", caratterizzati da un'elevatissima affidabilità tale da sopportare senza danni intense dosi di radiazioni. I Power Switching Transistor Freebird sono praticamente FET a effetto di campo con una giunzione metallo/semiconduttore di gallio/nitrato sulla base che a riposo rimane isolata con il canale di conduzione svuotato e quindi in OFF, mentre invece applicando tensione si riempie commutando in ON. La scelta del GaN che offre un campo elettrico di rottura di 5,83 eV fra i più elevati tra i semiconduttori, pur garantendo una mobilità

elettronica simile a quella del silicio, anzi leggermente migliore, conferisce a questi transistor High Reliability l'immunità rispetto a dosi massicce di radiazioni ionizzanti. Freebird ha brevettato e certificato per l'uso nello spazio i materiali Ceramic Hermetic FBG, i supporti Die Adaptor FDA, i package in nitrato di alluminio (AlN) e i GaN Adaptor Module GAM che contengono gli HEMT. I transistor discreti già disponibili hanno tensione che va da 40 fino a 300V, corrente fra 4 e 30A e  $R_{ds(on)}$  massima che va da 6 a 102 mOhm. Più completi sono i moduli GAM proposti con diverse opzioni per l'elettronica di comando sui transistor nei tagli da 50V e 10A o 100V e 10A.

### Driver a 32 canali

**Intersil** (oggi nel **gruppo Renesas**) ha introdotto un driver a 32 canali con decoder integrato su single-chip certificato radhard. Il driver ad alta corrente ISL72813SEH integra tutte le funzioni di amplificazione e regolazione eliminando la necessità di periferiche. Il processo di fabbricazione Silicon-On-Insulator protegge il chip dalle particelle ionizzanti in grado di causare Single-Event Latch-up (SEL) e ci sono circuiti

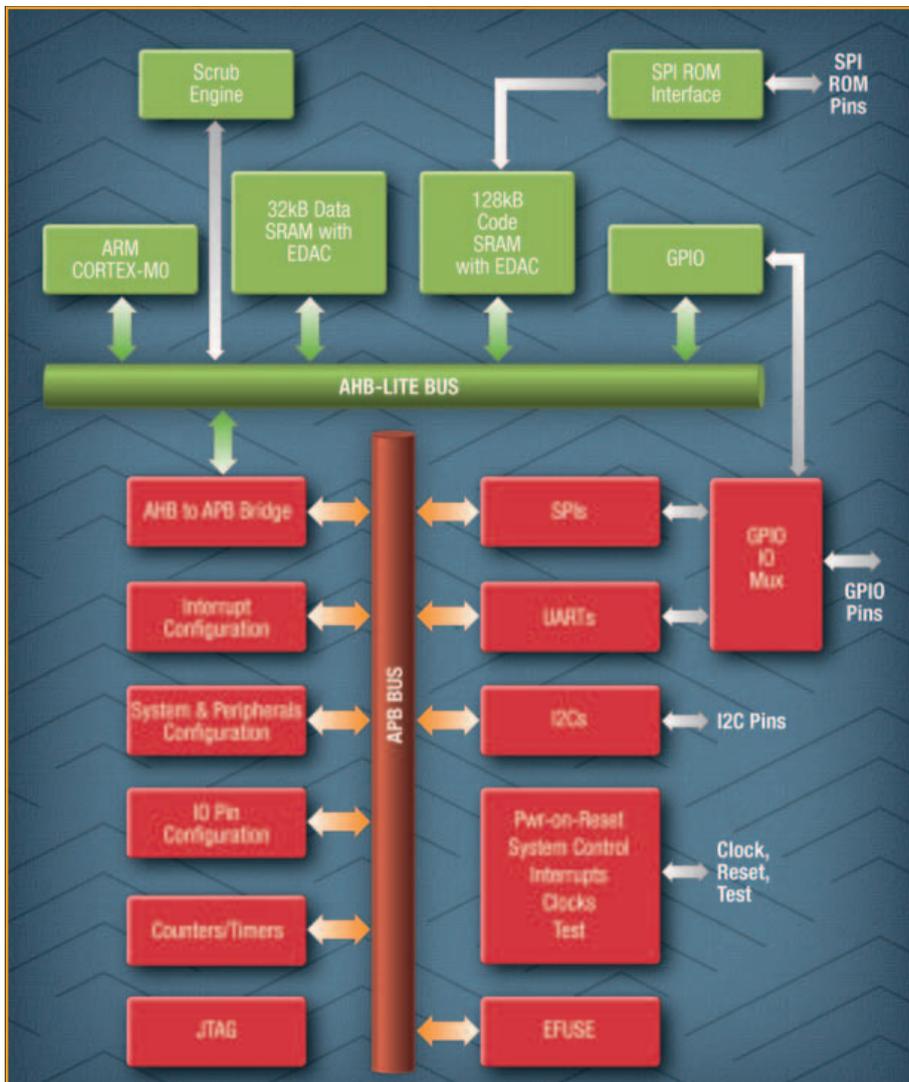


Fig. 5 – Vorago Technologies propone il nuovo microcontrollore radhard VA10820 realizzato con la tecnologia brevettata HARDSIL che consente una tolleranza termica estrema da -55 a +200 °C

ridondanti di correzione degli errori, che intervengono in tempo reale in caso di incidenti. Il decoder integrato si interfaccia direttamente con i GPIO degli Fpga o delle CPU, senza bisogno di interfacce intermedie. Ciascuno dei 32 canali è in configurazione a collettore aperto ed emettitore comune in modo tale da poter generare impulsi di 600 mA a 42V mentre il basso livello di saturazione della VCE regolato a 1,5V a 530 mA riduce la pericolosità degli eventi anomali dalla parte del carico. Si può alimentare da 3 a 5,5V e tollera le temperature da -55 a +125 °C. Il chip è immune alle radiazioni ionizzanti con potenza Low Dose Rate (LDR) di 50 krad e High Dose Rate (HDR) di 100 krad, con tolleranza rispetto alla soglia di Single Event Burnout Linear Energy Transfer (SEB LET) pari a 86,4 MeV·cm<sup>2</sup>/mg. Con questo driver si possono

realizzare sistemi di telemetria satellitari e spaziali multi funzione, associandolo agli altri integrati radhard Intersil come ad esempio il multiplexer da 32 canali e 30 V ISL71841SEH, gli amplificatori operazionali ISL70xxxSEH, i riferimenti di tensione ISL7109xSEH, gli amplificatori differenziali ISL70x17SEH, il sensore termico ISL715909SEH e i transceiver CAN ISL7202xSEH.

#### MCU fino a 200 °C

**Vorago Technologies** ha sviluppato la tecnologia brevettata HARDSIL, con cui produce circuiti integrati radhard con un'immunità termica estrema che va ben oltre i 200 °C. In pratica, l'impiantazione ionica dei componenti sul wafer viene ripetuta 2-3 volte e coadiuvata da uno strato aggiuntivo di mascheratura. Inoltre, viene creato un anello di guardia BGR (Buried Guard Ring) nel substrato sotto i dispositivi che serve a far scaricare i transistor parassiti nell'eventualità che siano colpiti dalle particelle ionizzanti. Con questi accorgimenti vengono abbattuti i fenomeni di latch-up. Recentissima è la presentazione dei nuovi

microcontrollori VA108x0 proposti nelle due versioni VA10800 con tolleranza termica garantita da -55 a +200 °C e VA10820 con tolleranza alle radiazioni TID superiore a 300 krad. Il primo è adatto alle applicazioni industriali e aeronavali mentre il secondo è certificato agli usi militari e spaziali. L'architettura è ARM Cortex-M0 con clock di 50 MHz, 32 kByte di memoria dati e 128 kByte di memoria programma. A bordo ci sono due sottosistemi che monitorano l'occorrenza di eventi anomali causati dall'impatto di particelle ionizzanti e provvedono a correggere in tempo reale gli errori. L'EDAC (Error Correction and Detection) rileva i bit di memoria che cambiano di stato, mentre il TMR (Triple Modular Redundancy) implementa la ridondanza tripla su tutti i registri interni per correggere automaticamente il funzionamento dei circuiti logici.

# Ventole di raffreddamento: l'importanza della scelta dei cuscinetti

I cuscinetti rivestono un ruolo di fondamentale importanza nel determinare la durata di molte ventole: mediante semplici confronti è possibile valutare l'MTBF di differenti tipi di cuscinetto

Jeff Smoot

VP of Applications engineering CUI

Così come l'ossigeno e l'acqua sono elementi essenziali per la vita umana, le ventole di raffreddamento rivestono un ruolo critico per molti dispositivi di uso quotidiano. Dagli elettrodomestici alle apparecchiature industriali, dai laptop ai data center di ampie dimensioni, la necessità di rimuovere l'aria calda è di basilare importanza. Nel caso di guasto della ventola, anche l'apparecchiatura che deve raffreddare può guastarsi o, molto più probabilmente, entrare in modalità di arresto (shutdown) per evitare il surriscaldamento. Siccome si tratta di scenari indesiderati, i progettisti dovrebbero scegliere ventole in grado di operare correttamente per tutta la durata prevista per il dispositivo in cui sono installate.

## Il cuscinetto: un elemento essenziale

Un elemento chiave che influisce sulla durata prevista

della ventola è il tipo di cuscinetto usato nel progetto. Il cuscinetto è il dispositivo che assicura il regolare funzionamento del rotore. Nel corso della sua vita operativa, il cuscinetto della ventola deve assolvere compiti importanti: oltre a garantire che il rotore possa effettuare un numero significativo di rotazioni, esso deve operare con orientazioni diverse e garantire un adeguato grado di resistenza agli impatti per supportare urti e cadute.

I cuscinetti del motore delle ventole possono essere di due tipi: cuscinetti radenti (noti anche come bronzine o cuscinetti a strisciamento) o cuscinetti a sfera. Entrambi hanno pregi e difetti e i progettisti sono spesso costretti a scendere a compromessi nel momento in cui devono effettuare una scelta. Di seguito un'analisi delle principali caratteristiche dei due tipi di cuscinetti.

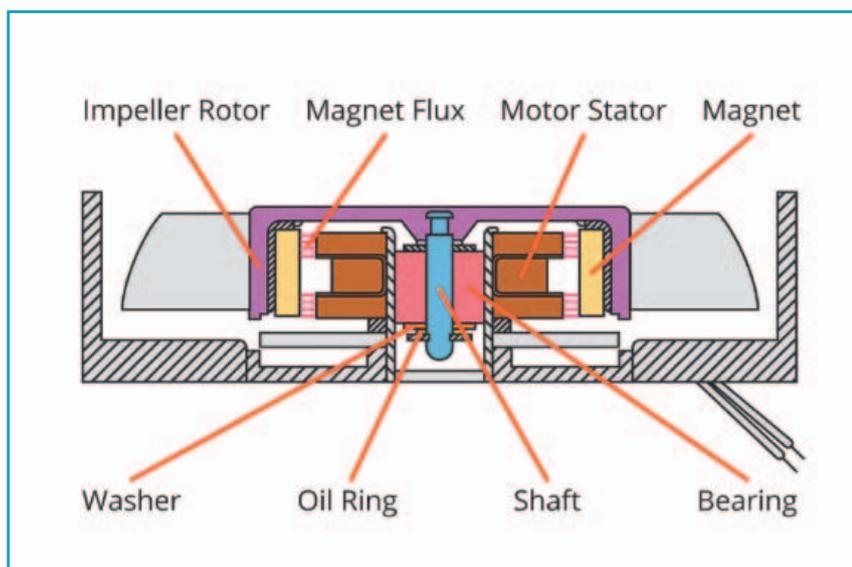


Fig. 1 – Sezione trasversale di un cuscinetto radente

## Cuscinetti radenti: il basso costo ha un prezzo

Dei due tipi di cuscinetti, quelli radenti sono senza dubbio i più semplici e dunque più economici (Fig. 1). In questo caso, il perno centrale dell'albero ruota all'interno di un manicotto cilindrico, con l'olio che lubrifica il cuscinetto. Il manicotto ha il compito di mantenere il rotore nella posizione corretta relativamente allo statore del motore, garantendo che la distanza tra i due rimanga costante. Oltre ad avere un prezzo inferiore rispetto a quello dei cuscinetti a sfera, i cuscinetti radenti sono solitamente più resistenti agli urti. Nonostante ciò, questo tipo di cuscinetto eviden-

zia qualche svantaggio. In primo luogo, lo spazio esistente tra l'interno del manicotto e l'albero deve essere il più ridotto possibile al fine di minimizzare l'oscillazione del rotore. Più stretto è il manicotto, maggiore sarà l'attrito da vincere per avviare e far girare il rotore. Ne consegue che i cuscinetti radenti possono essere più lenti da avviare e richiedere una maggiore quantità di energia per funzionare.

Nel caso dei cuscinetti radenti, un ulteriore problema legato all'attrito è ascrivibile proprio all'anello di lubrificazione e alle rondelle in Mylar alle due estremità del foro del cuscinetto. Questi elementi trattengono il lubrificante necessario per garantire una rotazione fluida e silenziosa dell'albero, ma la loro stessa presenza contribuisce ad aumentare l'attrito. Essi inoltre intrappolano parte del gas generato dall'attrito rotazionale. Quando questo gas non può fuoriuscire, si solidifica in particelle di nitrato che ostruiscono il cuscinetto, ostacolando la rotazione dell'albero e contribuendo quindi a diminuirne la durata.

L'altro svantaggio dei cuscinetti radenti è una conseguenza del fatto che il manicotto da solo deve mantenere il rotore in posizione. In altre parole, l'intero peso del rotore grava all'interno del manicotto del cuscinetto. Nel momento in cui il rotore gira, a causa della gravità, l'albero usurerà gradualmente l'interno del manicotto. Nel caso la ventola operi sempre nella stessa posizione, il manicotto tenderà ad assumere una forma ovale, contribuendo in tal modo ad aumentare il rumore e l'oscillazione del rotore. Nel caso invece la ventola operi secondo più angolazioni, l'interno del cuscinetto si usurerà in direzioni diverse, dando così origine a una forma irregolare che contribuirà a peggiorare ulteriormente i problemi legati al rumore e all'oscillazione. Sul lungo periodo tutti questi fenomeni di usura si rifletteranno negativamente sulla durata del cuscinetto e, potenzialmente, anche su quella della ventola. Benché economico e robusto, il cuscinetto radente evidenzia alcuni svantaggi intrinseci che spingono i progettisti ad andare alla ricerca di soluzioni alternative. La più comune di queste è rappresentata dai cuscinetti a sfera.

### Cuscinetti a sfera: maggior durata ma costo più elevato

I cuscinetti a sfera sono formati da un anello di sfere di acciaio intorno all'albero del rotore. Quando sono uti-

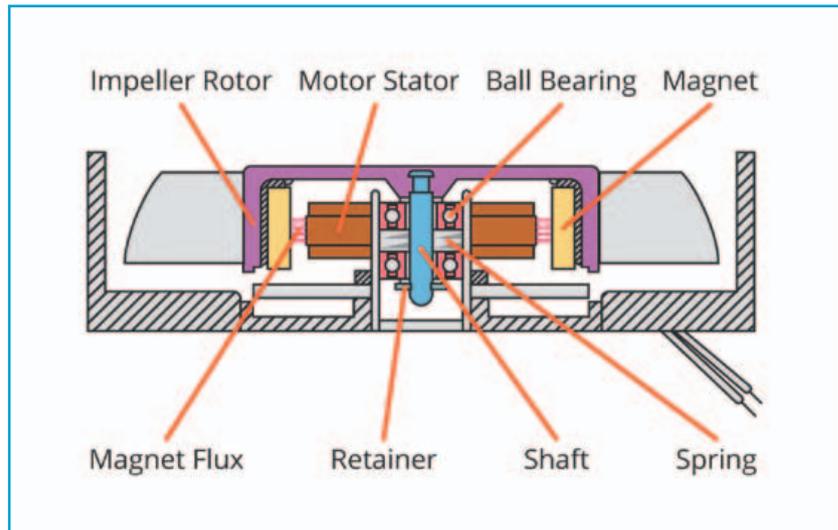
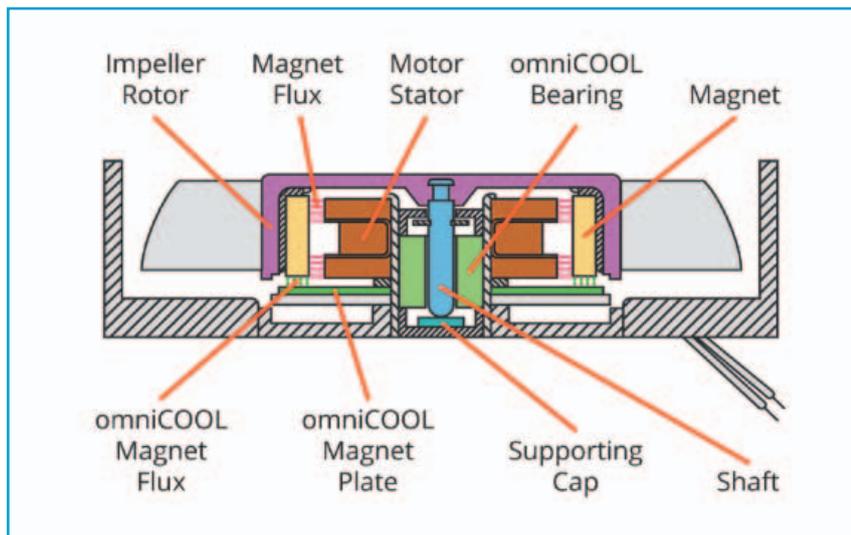


Fig. 2 – Sezione trasversale di un cuscinetto a sfera

lizzati nei motori delle ventole, solitamente è prevista una coppia di cuscinetti separati da un anello formato da molle (Fig. 2). Nel caso delle ventole, un approccio di questo tipo presenta un certo numero di vantaggi rispetto a quello che prevede l'uso di cuscinetti radenti. In primo luogo, i cuscinetti a sfera permettono di ridurre l'attrito che è necessario vincere durante l'avviamento e il funzionamento della ventola. In secondo luogo, le molle interposte tra i due cuscinetti a sfera aiutano a compensare ogni oscillazione provocata dal peso del rotore. La riduzione dell'usura del cuscinetto si traduce nel fatto che l'utilizzo dei cuscinetti a sfera comporta un aumento dell'MTBF (Mean Time Between Failure) rispetto a quello conseguibile con i cuscinetti radenti. Nonostante questi vantaggi, anche nel caso dei cuscinetti a sfera esistono alcune controindicazioni. Il fatto che essi possano essere utilizzati con qualsiasi angolazione li rende particolarmente adatti per l'uso con dispositivi portatili rispetto ai cuscinetti radenti. I cuscinetti a sfera, per contro, sono meno robusti e devono essere trattati con maggior cura. I cuscinetti a sfera, benché meno rumorosi rispetto ai cuscinetti radenti, sono più costosi a causa della loro maggior complessità e del più elevato numero di componenti richiesti.

### omniCOOL: una valida alternativa

Come accennato in precedenza, sia i cuscinetti radenti sia quelli a sfera evidenziano alcuni difetti che costringono i progettisti a ricercare qualche compromesso. Questo è il motivo per il quale CUI ha sviluppato un nuovo tipo di ventola che colma il divario tra i progetti basati su cuscinetti a sfera e quelli che utilizzano cuscinetti radenti e permette di eliminare molti dei compromessi finora segnalati. Noto come "sistema omniCOOL", questo nuovo progetto di ventola utilizza una struttura magnetica per bilanciare il rotore, unitamente



**Fig. 3 – Sezione trasversale di un motore di una ventola che utilizza il sistema omniCOOL**

a un cuscinetto radente migliorato (Fig. 3). Il rotore di un sistema omniCOOL funziona come una trottola che non cade mai e può operare a qualsiasi angolazione. La punta dell'albero opera come la punta di una trottola, tenuta in posizione da un cappuccio di supporto. La struttura magnetica si trova di fronte al rotore e lo attira in modo uniforme su tutta la circonferenza, bilanciando il rotore stesso indipendentemente dall'angolo di funzionamento della ventola. In questo modo l'interno del cuscinetto non deve supportare il peso del rotore, che è invece sostenuto dal flusso magnetico e dal cappuccio di supporto.

Il sistema omniCOOL permette di ridurre se non addirittura eliminare molti degli svantaggi associati all'uso dei cuscinetti di tipo tradizionale. Grazie alla struttura magnetica che bilancia in modo attivo il rotore, è possibile minimizzare i problemi di inclinazione e oscillazione tipici dei tradizionali cuscinetti radenti. Poiché l'albero non poggia contro l'interno del cuscinetto, l'attrito tra questi due elementi è sensibilmente inferiore rispetto a quello di un tradizionale cuscinetto radente. I progettisti più esperti sanno che una struttura magnetica di questo tipo può essere utilizzata con un cuscinetto di tipo tradizionale, a sfere o radente. Tuttavia, ciò da solo non sarebbe sufficiente per risolvere tutte le problematiche descritte in precedenza. Ed è qui che entra in gioco l'altro componente chiave del sistema omniCOOL: il cuscinetto radiante migliorato.

**Un cuscinetto radente di concezione avanzata**

Il manicotto utilizzato nel sistema omniCOOL è stato temprato in modo tale da garantire una maggiore resistenza contro l'abrasione e il calore. Ciò permette il funzionamento a una temperatura massima di 90 °C, mentre i tradizionali cuscinetti radenti possono resistere a temperature che arrivano fino a 70 °C. Il manicotto temprato e la minore abrasione (grazie

alla struttura magnetica che bilancia il rotore) contribuiscono ad aumentare sensibilmente la durata del cuscinetto: i risultati dei collaudi condotti hanno dimostrato che a una temperatura di funzionamento di 70 °C un sistema omniCOOL ha una durata tre volte superiore rispetto a un cuscinetto radente tradizionale. A una temperatura di 20 °C la durata aumenta di un fattore pari a 5 volte e mezzo. L'altra differenza fondamentale tra il cuscinetto avanzato utilizzato nei sistema omniCOOL e un cuscinetto

radente tradizionale è l'eliminazione dell'anello di lubrificazione e delle rondelle in Mylar. La struttura magnetica minimizza la possibilità che si verifichino sfregamenti tra l'albero e la parte interna del cuscinetto, per cui non è più necessario ricorrere a questi due elementi. Ciò contribuisce a ridurre ulteriormente l'attrito e rende disponibile dello spazio libero a entrambe le estremità del cuscinetto in modo da consentire la fuoriuscita del gas prodotto dall'attrito rotazionale. Esso permette anche di ridurre costo e complessità dell'intero progetto, accelerando in tal modo la produzione e i processi di QA (Quality Assurance) rispetto a configurazioni più complesse.

**Nessun compromesso per i progettisti**

Il sistema omniCOOL permette di risolvere le problematiche che da lunga data i progettisti di apparecchiature devono affrontare quando si tratta di scegliere tra ventole con cuscinetti radenti o a sfere. L'abbinamento tra una struttura magnetica e un cuscinetto radente di concezione avanzata permette di realizzare ventole più silenziose, resistenti e durature che possono essere montate con qualsiasi orientamento e sono più economiche rispetto a ventole equivalenti che utilizzano cuscinetti a sfera.

In definitiva, quando è richiesta la presenza di una ventola per raffreddare determinati prodotti, oltre ai progetti basati sui tradizionali cuscinetti radenti o a sfera, è utile tenere in considerazione l'opzione rappresentata dal sistema omniCOOL, una soluzione che garantisce un perfetto bilanciamento tra prezzo e funzionalità.

**Nota**

*Ulteriori informazioni sulla linea di ventole in DC di CUI che utilizzano il sistema omniCOOL sono disponibili all'indirizzo: <https://www.cui.com/advanced-sleeve-bearing-dc-fans>*

# formnext

Fiera e conferenza internazionale sulla prossima  
generazione di tecnologie per la manifattura  
Francoforte, Germania, 13 – 16 novembre 2018  
formnext.com

**Nuove idee. Nuove opportunità. Nuovi mercati.**

Ci sono persone che hanno bisogno di te per trasformare le idee in prodotti. Con la tua competenza.  
Presenta i tuoi prodotti e le tue soluzioni per la manifattura additiva e la produzione intelligente a formnext.

**Where ideas take shape.**



**mesago**  
Messe Frankfurt Group

# ENERGIA CON O SENZA LE BATTERIE

Le ultime novità cambiano il concetto di batteria e arrivano a escluderla grazie a dispositivi di harvesting sempre più efficaci nel raccogliere l'energia solo quando serve e quanto basta

Lucio Pellizzari

L'evoluzione tecnologica delle batterie è oggi alle prese con la tentazione di preferire materiali elastici, flessibili e persino liquidi che consentano di realizzarle con ogni forma plastica e perciò geometricamente adattabili nei moderni prodotti elettronici. In questa scelta si nasconde lo svantaggio che si tratta di materiali volatili che perciò si deteriorano proprio perché immagazzinano energia e pertanto dopo molti cicli di carica e scarica peggiorano nelle prestazioni. Al contrario, se si scelgono materiali più solidi e ingombranti si possono realizzare celle energetiche robuste che durano più tempo e sopportano meglio le condizioni ambientali soprattutto in termini di temperatura e umidità. C'è poi chi spinge per incorporare in ogni batteria anche il circuito di ricarica perché così la protegge meglio dalle sovracorrenti e dalle sovratensioni sia durante i cicli di scarica e ricarica sia nell'uso in tutto il suo ciclo vitale. L'altro lato dell'evoluzione delle batterie è costituito dal farne a meno. Nei milio-



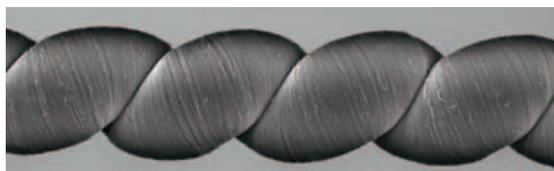
**Fig. 1 – All'Università del Texas di Austin l'esimio professor John Goodenough è riuscito a usare il vetro come elettrolita nelle celle agli ioni di litio e il sodio come catodo, triplicandone capienza, durata e robustezza**

ni di dispositivi IoT che stanno gradualmente invadendo la nostra vita la batteria sta diventando un optional grazie allo sviluppo di nuove tecnologie di energy harvesting capaci di catturare l'energia ambientale solo quando serve in modo tale che possa essere utilizzata al momento giusto, senza sprechi. Nel report "Battery Elimination in Electronics and Electrical Engineering 2018-2028" gli analisti irlandesi di Research and Markets stimano sulle centinaia di miliardi il numero delle batterie di cui faranno a meno

le applicazioni IoT nel prossimo decennio. Il motivo è che i consumi dei circuiti elettronici sono ormai così bassi che per soddisfarne tutte le necessità energetiche basta un buon "recuperatore" di energia locale eventualmente accompagnato da un buffer di energia locale.

## Gli ioni di litio preferiscono il vetro e il sodio

John Goodenough, professore alla Cockrell School of Engineering della The University of Texas di Austin e pioniere nello sviluppo delle batterie ricaricabili agli ioni di litio, ha sperimentato un'innovazione che può triplicarne la capienza di energia e la durata di vita. Nelle attuali celle c'è un elettrolita liquido che serve a trasportare gli ioni di litio dall'anodo negativo al catodo positivo, vantaggioso nello stato liquido perché velocizza tale fase ma rischioso perché risente di un fenomeno chimico inevitabile:



**Fig. 2 – I twistron realizzati all'Università del Texas di Dallas consentono di raccogliere l'energia meccanica e termica dispersa nei liquidi e convertirla in alimentazione**

durante i cicli di carica e ricarica troppo rapidi si creano delle ramificazioni di litio simili ai dendriti dei neuroni che il prof. chiama "baffi metallici" e purtroppo possono arrivare a collegare anodo e catodo causando micro cortocircuiti che peggiorano le prestazioni della cella e, peggio, sono il motivo principale delle seppur rare esplosioni che incendiano le batterie al litio. Il team ha sperimentato come elettrolita il vetro e capito che con il vetro si può usare sull'anodo un metallo alcalino come il sodio, più a basso costo, oppure il potassio o lo stesso litio solido. Questo approccio impedisce

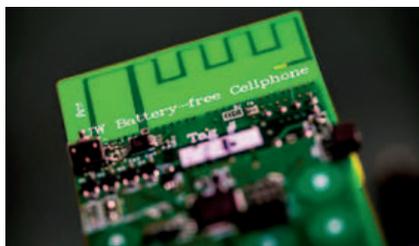
la formazione dei dendriti, aumenta la densità di energia sul catodo, allunga la vita della cella (che così sopporta più di 1.200 cicli) e la rende più robusta dandole una tolleranza termica che va da -20 fino a +60 °C, il che costituisce un valore aggiunto per le batterie automotive. L'intero lavoro è stato ovviamente brevettato dall'Università del Texas di Austin che potrà commercializzarne i diritti e goderne i proventi.

### Twistron

All'Università del Texas di Dallas hanno condotto una sperimentazione insieme alla Hanyang University del South Korea dove sono riusciti a realizzare i "twistron" che sono due fili di nanotubi di carbonio attorcigliati e avvolti con un materiale ionicamente conduttivo, in grado di generare energia quando sono ruotati, schiacciati o stirati in qualsiasi modo lo si faccia. In effetti, non si può parlare di batterie perché i twistron sono in pratica degli "harvester" o raccoglitori di energia sia meccanica sia termica che, quando si trovano immersi in liquidi sottoposti a fluttuazioni di densità continue o a periodiche variazioni di temperatura, producono ai loro capi una differenza di potenziale temporaneamente che può essere convertita

in alimentazione elettrica. I fili di nanotubi sono caricati dall'elettrolita stesso e quando sono tirati o ruotati subiscono una diminuzione di volume che schiaccia le cariche e aumenta la tensione ai capi terminali. I ricercatori asseri-

scono che contorcendo un twistron 30 volte al secondo si possono generare 250 W/kg e, inoltre, che a un dispositivo IoT bastano 31 milligrammi di twistron per trasmettere wireless 2 kByte di dati fino a 100 metri di distanza ogni 10 secondi. Oltre che per alimentare piccoli prodotti, per di più, i twistron di grandi dimensioni possono anche essere immersi fra le onde del mare per produrre grandi quantità di energia.



**Fig. 3 – Il Battery Free Phone realizzato all'Università di Washington non ha bisogno di batterie perché cattura dalle radiazioni RF disperse tutta l'energia di cui ha bisogno**

### Smartphone senza pila

All'Università di Washington hanno realizzato il prototipo del primo smartphone Battery Free Phone total-

mente privo di batteria perché dotato di un "ricaricatore" istantaneo in grado di alimentarne i circuiti quanto basta per ogni tipo di telefonata o chiamata su Internet. In effetti, bastano pochi microWatt per fare tutto ciò che si fa con uno smartphone e perciò un "raccoglitore" di energia ambientale è perfettamente in grado di provvedere a sufficienza. Nella sperimentazione si è raccolta l'energia dispersa dalle radiazioni elettromagnetiche ambientali prodotte dalle stazioni cellulari base ed è stato dimostrato che basta trovarsi a meno di una decina di metri da una cellula per averne quanta se ne vuole mentre l'energia raccolta scende a valori sufficienti ma non critici a neanche una quindicina di metri e comunque si affievolisce dopo una ventina di metri. Data la capillarità delle stazioni cellulari attualmente

installate sul territorio si capisce che di energia RF dispersa ce n'è abbastanza per alimentare in questo modo gli smartphone quasi ovunque.

### IoT che raccolgono l'energia RF

**Drayson Technologies** è una giovane impresa inglese che si è focalizzata negli harvester a radiofrequenza che consentono di raccogliere l'abbondante

quantità di energia dispersa nell'ambiente dalle stazioni cellulari pensate per poter raggiungere milioni di smartphone. Quest'energia è preziosa perché ha il vantaggio di essere raccogliibile ovunque senza cavi e nei labo-



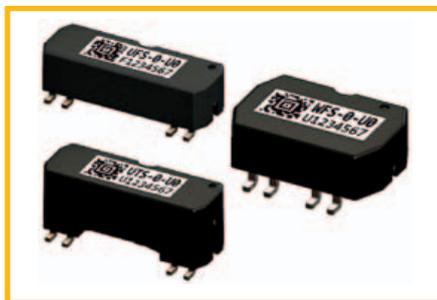
**Fig. 4 – Drayson Technologies ha sviluppato un harvester per la raccolta dell'abbondante energia dispersa nell'ambiente a radiofrequenza**

ratori Drayson sono riusciti ad addomesticarla usando un'antenna multi-banda capace di captare e assorbire segnali di qualsiasi forma in tutte le bande della radiofrequenza e con qualsiasi angolazione. Nell'energy harvester Freevolt c'è uno stadio di rettificazione che trasforma l'energia raccolta in tensione continua, ma il tutto è coperto da brevetto e non ci sono ancora dati tecnici divulgati pubblicamente. La tecnologia è disponibile sotto forma di soluzioni per l'alimentazione dei piccoli sistemi elettronici di IoT come, ad esempio, per il monitoraggio dell'inquinamento nelle metropoli o le applicazioni medicali indossabili.

### Sensori che si auto alimentano

**Posital** (POStition digiTAL) è stata creata nel 1997 dal gruppo Fraba, fondato nel 1918 a Colonia dal pioniere dei relè elettromeccanici Franz Baumgartner, per dedicarla allo sviluppo di sensori e attuatori finalizzati all'utilizzo industriale. Il successo di Posital, tuttavia, cresce dal 2013 grazie allo sviluppo dei dispositivi basati sull'effetto Wiegand. In pratica, è un effetto magnetico non lineare che si verifica in un filo di materiale ferromagnetico quando si trova vicino a conduttori per la distribuzione dell'energia elettrica nei quali scorre corrente alternata in abbondanza. Le variazioni del campo magnetico indotto nell'ambiente generano nel filo ferromagnetico un'inversione di polarizzazione che viene trasformata ai suoi capi in un impulso di tensione triangolare (che può essere positivo o negativo) in grado di arrivare a decine di Volt e durare decine di microsecondi. Pur essendo soggetto a una fastidiosa isteresi, gli ingegneri Posital sono riusciti ad addomesticare il fenomeno in modo tale da produrre sequenze di impulsi sufficienti per alimentare dei sensori industriali. Nei sensori Wiegand Posital la batteria non c'è perché essi generano da se stessi l'energia necessa-

ria e sufficiente a trasmettere i dati raccolti. Inoltre, sono robustissimi e installabili negli ambienti più critici garantendo un'elevata durata di vita. Questi sensori sono proposti in diversi modelli a montaggio superficiale codificati UFS/UTS/WFS e producono da 140 a 170 nJoule di energia con impulsi di tensione di 6,5 o 7 Volt e slew-rate di 200 V/ms nel range termico che va da -40 a +125 °C.



**Fig. 5** – I sensori Posital sfruttano l'effetto Wiegand per catturare dall'energia magnetica ambientale quanto basta per il loro funzionamento

### Buffer di energia

La giovane società austriaca **CAP-XX** si è dedicata allo sviluppo dei

supercondensatori prevalentemente realizzati con fogli di alluminio che avvolgono carbone nanoporoso, una tecnologia che consente di immagazzinare grandi quantità di carica elettrica con bassa resistenza serie equivalente (ESR). Piccoli ("S" da 39 x 17 mm, "W" da 28,5 x 17 mm e "A" da 20 x 18 mm) e robusti (con tolleranza termica che va da -40 a +85 °C) sono perfetti nel ruolo di contenitori di energia temporanei o "power buffer" per i dispositivi IoT alimentati da energy harvester. La densità di potenza dichiarata è di 158 kW/litro che corrisponde a una densità di energia di 2,2

Wh/litro e a un'erogazione di 2,75 V per cella con un numero illimitato di cicli di scarica/ricarica. La serie G è composta da dieci supercondensatori con capacità che va da 75 a 1.200 mF, ESR che scende da 150 a 20 mΩ e corrente RMS erogabile che va da 4 a 8 A mentre la serie H offre nove opzioni con capacità da 120 a 1.200 mF, ESR da 110 a 40 mΩ e corrente RMS da 3 a 6,5 A. Nelle G e



**Fig. 6** – I supercondensatori CAP-XX in alluminio e carbone nanoporoso da 1.200 mF erogano 2,75 V e fino a 8 A e sono buffer di energia ideali per i dispositivi IoT alimentati dagli energy harvester

H lo spessore va da 2 a 3,5 mm ma nella serie Thinline le dimensioni si riducono ancora con lo spessore che scende a 0,6 mm nei formati "A", "W" e nel formato "Z" da 19 x 17 mm. La capienza è di 94 kW/litro che corrispondono a 0,7 Wh/litro e ci sono nove modelli con capacità che va da 45 a 300 mF, ESR da 300 a 45 mΩ e corrente RMS da 4 a 7 A. Per tutti questi supercondensatori il massimo impulso di corrente di picco generabile è di ben 30 A.

# uomini & imprese

Gli uomini che fanno le imprese

EXPO  
MILANO 2015

EXPO MILANO 2015  
Sede Milano Official Partner



STRATEGIE • MACROECONOMIA • NUOVI MERCATI • INTERNAZIONALIZZAZIONE • FINANZA • FORMAZIONE • INNOVAZIONE

## La rivista per il management



# Una nuova architettura di tipo “adaptive”

Introdotta recentemente da Xilinx, il nuovo paradigma di computing si chiama ACAP (adaptive compute acceleration platform) e punta a superare ampiamente funzionalità e prestazioni dei classici FPGA

Giorgio Fusari

L'esplosione dei dati, l'alba dello sviluppo delle applicazioni di intelligenza artificiale (AI), e l'evoluzione delle architetture di computing, dopo la fine della Legge di Moore, sono i tre trend che motivano, secondo Xilinx, la strategia di introduzione di una nuova famiglia di dispositivi, improntati sulla filosofia dell'“adaptable computing”. La nuova classe di device, annunciata in una conferenza stampa

a marzo a Monaco di Baviera, direttamente da Victor Peng, neo presidente e amministratore delegato di Xilinx - dopo la recente nomina a gennaio, e la successione al precedente Ceo Moshe Gavrielov - prende oggi il nome di ACAP (adaptive compute acceleration platform). La società definisce quest'ultima “un'innovazione tecnologica chiave per il settore, e la più significativa realizzazione di Xilinx dall'invenzione degli FPGA”. Ma aggiunge anche: “essa è parte di una strategia più ampia, che proietta l'azienda oltre gli FPGA”. Si tratta tra l'altro, sottolinea Xilinx, di una categoria di prodotti frutto di un lungo programma di attività di ricerca e sviluppo, durate quattro anni: su ACAP è stato investito oltre un miliardo di dollari, coinvolgendo più di 1.500 ingegneri hardware e software. La prima famiglia di prodotti ACAP, nome in codice “Everest”, sarà sviluppata utilizzando la tecnologia di fabbricazione a 7 nanometri (nm) della “fonderia di silicio” taiwanese TSMC, e uscirà dalla fase di “tape out”, quindi dallo stadio finale del processo di sviluppo, entro quest'anno, per vedere le prime consegne ai clienti nel 2019.

## Scenario IT ed elettronico in evoluzione: perché ACAP

Peng riassume a rapidi tratti lo scenario attuale, in cui sensori, telecamere, veicoli intelligenti e innumerevoli altri endpoint stanno raccogliendo e riversando in rete inedite moli di dati, il 90% dei quali risulta destrutturato, e sempre più formato da video e immagini. Inoltre, la richiesta di



banda e di funzionalità di elaborazione delle informazioni in real-time appare in continuo aumento. L'altra tendenza, già manifestatasi nel 2017, ma sempre più emergente quest'anno, è l'adozione diffusa, in tutti i settori industriali, dell'intelligenza artificiale, capace di rendere “smart” molte app, ma soprattutto in grado

di estendere la propria pervasività dagli endpoint, alla periferia della rete (edge), al cloud. Il 2018 è poi l'anno del conclamato raggiungimento dei limiti fisici del silicio, a oltre cinquant'anni dall'enunciazione della Legge di Moore: servono quindi architetture di computing eterogenee, coadiuvate da dispositivi di accelerazione della potenza di elaborazione, perché l'ampiezza e complessità delle applicazioni IT di ultima generazione impone lo sviluppo di architetture differenti, in un contesto in cui la velocità dell'innovazione tecnologica ha oltrepassato i classici cicli di sviluppo del silicio.

## Differenti modalità di computing per diversi workload

Come le specie hanno saputo adattarsi a vivere sulla Terra seguendo la legge dell'evoluzione, oggi, in un mondo sempre più connesso e intelligente, sottolinea Peng, servono diversi paradigmi di computing per rispondere alle odierne, variegate necessità di elaborazione dei workload gestiti dalle applicazioni, come il machine learning (ML), la AI, l'elaborazione di video e immagini. Le architetture IT devono dunque sapersi evolvere, a partire dai data center: qui Xilinx sta applicando da un paio d'anni la propria strategia “data center first”, in un settore chiave di crescita, dove l'obiettivo è accelerare un utilizzo pervasivo del paradigma dell'adaptive computing: ma questa volta, la strategia non è più soltanto, come avveniva tradizionalmente, puntare su-

gli hardware developer, attraverso dispositivi come gli FPGA (field-programmable gate array). Ora, con ACAP, Xilinx vuol indirizzare anche il target degli sviluppatori software di applicazioni. In effetti, tale piattaforma mira a spingersi ben oltre le capacità di un classico FPGA: ACAP si presenta come una tecnologia di elaborazione eterogenea, multi-core, altamente integrata, modificabile a livello hardware e software per adattarsi alle esigenze di un'ampia gamma di applicazioni e workload. L'adattabilità di un ACAP, dichiara Xilinx, è attuabile in modo dinamico durante il funzionamento del dispositivo, per fornire livelli di prestazioni e performance per watt impareggiabili, nel confronto con CPU (central processing unit) o GPU (graphics processing unit). Obiettivo dei device ACAP è accelerare un'ampia gamma di workload, nel contesto di emergente sviluppo dei big data e dell'intelligenza artificiale (AI); workload e applicazioni tra cui si possono menzionare trascodifica video, compressione dati, gestione database, visione artificiale, accelerazione della rete.

A livello infrastrutturale, gli sviluppatori hardware e software, chiarisce Xilinx, potranno progettare prodotti "ACAP-based", per gli endpoint, per la componente peri-

in grado di programmare i propri server per cambiare i carichi di lavoro su cui concentrarsi, in funzione delle domande di elaborazione: ad esempio, potrebbe essere possibile programmarli per l'esecuzione di trascodifica video durante il giorno, e l'effettuazione di operazioni di riconoscimento immagini durante la notte.

### Caratteristiche tecniche

Scendendo maggiormente nei dettagli tecnici, i dispositivi ACAP, come accennato, potranno indirizzare anche gli sviluppatori software, in grado di creare sistemi "ACAP-based" utilizzando strumenti come C/C++, OpenCL e Python. Un dispositivo ACAP, aggiunge Xilinx, può anche essere programmabile a livello di linguaggio RTL (register transfer level) usando i tool tipici degli FPGA.

La piattaforma ACAP, spiega l'azienda, ha al suo cuore una nuova generazione di FPGA, con una nuova struttura interna: essa comprende memoria distribuita e blocchi DSP hardware programmabili; un SoC multi-core, e uno o più motori di elaborazione adattabili all'hardware e programmabili via software. Il tutto è connesso attraverso un NoC (network-on-chip).

In aggiunta, un ACAP ha anche funzionalità I/O programmabili altamente integrate, che spaziano da controller hardware di memoria integrati programmabili, a tecnologia evoluta SerDes; da convertitori ADC e DAC RF d'avanguardia, a memorie HBM (high bandwidth memory), a seconda delle varianti dei device.

I dispositivi "Everest" sono attesi raggiungere un miglioramento delle prestazioni di venti volte nelle applicazioni di reti neurali "profonde" (DNN - deep neural network), in confronto agli attuali, recenti, FPGA Virtex VU9P, realizzati con processo di fabbricazione a 16 nanometri (nm). Ancora, aggiunge Xilinx, i dispositivi RRH (remote radio head) per le reti 5G che utilizzeranno la piattaforma Everest disporranno di un'ampiezza di banda quattro volte

maggiore rispetto a quelle dell'radio basate

su device con tecnologia a 16 nm. Infine, conclude la società, una vasta gamma di applicazioni in molteplici settori potrà beneficiare di significativi incrementi delle prestazioni e di una maggiore efficienza nel consumo di energia: tali mercati spaziano dal mondo automobilistico, a quello industriale, scientifico, medicale; ma vi sono anche aerospazio e Difesa, strumentazione di test, misura ed emulazione; applicazioni di broadcasting audio e video, dispositivi di largo consumo.

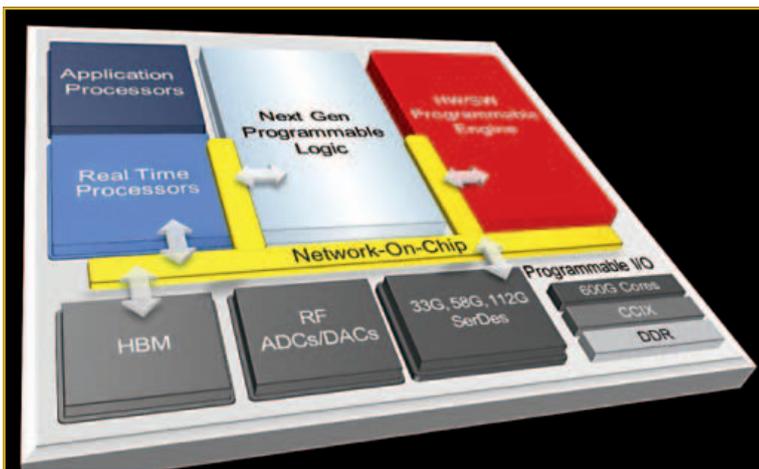


Fig. A – L'architettura logica della piattaforma ACAP di Xilinx, nome in codice 'Everest'

ferica della rete (edge) e per le applicazioni cloud. Cosa possa significare questa trasformazione tecnologica dirompente lo fa capire Patrick Moorhead, fondatore della società di analisi e consulenza Moor Insights & Strategy: "Questo sembra essere il futuro del computing, perché stiamo parlando, ad esempio, dell'abilità di eseguire il sequenziamento genomico in un paio di minuti, invece che in un paio di giorni". Moorhead parla anche dell'opportunità, con i device ACAP, di realizzare data center

# Scelta del microcontrollore per progetti ULP

Il meccanismo di certificazione del Consorzio EEMBC, che garantisce la veridicità del punteggio relativo alla misura di potenza, ha lo scopo di aiutare gli sviluppatori di sistema nella scelta dei microcontrollori più appropriati alle loro soluzioni

**Monica Redon**  
System Engineer – CSPT  
(Consumer Sensing and Processing Technology)  
Analog Devices

Internet of Things (IoT) sta stimolando un'enorme richiesta di ogni genere di dispositivi alimentati a batteria. A sua volta, questo crea l'esigenza di un livello di efficienza energetica sempre più elevato nei microcontrollori e in altri componenti a livello di sistema. Di conseguenza, ultra low power (ULP) sta diventando la nuova formula magica del marketing, specialmente quando si tratta di descrivere i microcontrollori. Come primo passo per comprendere il vero significato di ULP, consideriamo le diverse implicazioni. In taluni casi, quando la fonte di alimentazione è pesantemente limitata (per esempio, nell'energy harvesting), si va alla ricerca di correnti in modalità attiva più basse possibili. In alternativa, quando il sistema passa la maggior parte del tempo in modalità di standby o sleep mode, con riattivazioni non frequenti (periodiche o asincrone) per l'elaborazione dei processi, si richiedono basse correnti di sleep-mode. Inoltre, se la maggior parte del lavoro viene svolta in un limitato periodo di tempo, l'ULP può anche coinvolgere questioni di efficienza energetica. In generale, un dispositivo alimentato a batteria utilizzerà una combinazione di questi requisiti, basata su una serie di compromessi. Naturalmente, l'ULP dipende anche da opinioni e funzionalità – ad esempio, possiamo generalmente considerare un'unità a micro controllore (MCU) come ULP con la modalità attiva nell'intervallo tra 30  $\mu\text{A}/\text{MHz}$  e 40  $\mu\text{A}/\text{MHz}$  e una corrente di shutdown da 50 nA a 70 nA. Tuttavia, la classificazione di un microcontrollore come ultra low power dipende da una complessa combinazione di caratteristiche che comprendono architettura, progetto del SoC, tecnologia di processo, periferiche smart, e modalità deep-sleep. Nell'articolo saranno esaminati due microcontrollori da Analog Devices per aiutare a comprendere come interpretare il vero significato di ultra low power in questo contesto. Il meccanismo di certificazione del Consorzio EEMBC, che garantisce la veri-

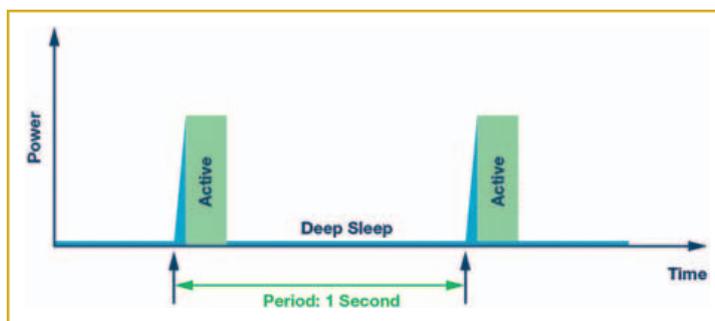


Fig.1 – L'ULPMark-CP ha un duty cycle di 1 secondo. Durante questo periodo, il dispositivo si riattiva dal deep-sleep mode, esegue un test predefinito e ritorna in deep-sleep

dicità del punteggio relativo alla misura di potenza, ha lo scopo di aiutare gli sviluppatori di sistema nella scelta dei microcontrollori più appropriati alle loro soluzioni.

## Misura e ottimizzazione dell'ultra low power

Per cominciare a comprendere l'ULP è utile spiegare la modalità di misura. Di solito gli sviluppatori consultano un data sheet, sul quale si trovano i valori di corrente per MHz, e per le diverse modalità di sleep. Il primo problema che si pone, analizzando i consumi di corrente in modalità attiva, è che il data sheet di solito non chiarisce le condizioni nelle quali questi valori sono stati ottenuti, ovvero quelle relative a codice, tensione e "wait state" sulla memoria flash. Alcuni produttori usano un active mode di riferimento, come il CoreMark EEMBC, mentre altri ricorrono a sistemi più semplici come far girare uno statement "while 1". Se vi sono wait state sulla flash, a causa dell'aumento dei tempi di esecuzione le prestazioni dell'unità microcontrollore risultano penalizzate, aumentando, di conseguenza, i consumi energetici per l'esecuzione di un task. Alcuni produttori forniscono i dati di assorbimento ad una tensione tipica, altri alla tensione minima, mentre altri non li specificano affatto.

**Fig. 2 – I primi 10 risultati dell'ULPMark-CP, visibili sul sito Web di EEMBC (18 agosto 2017)<sup>1</sup>**

Device	EMBC	ULPMark™ -CP
Amiq Micro APOLL0512-KBR Rev.A3	✓	377.50
STMicroelectronics STM32L433	✓	253.20
Analog Devices ADuCM302x Rev.1.0	✓	245.50
STMicroelectronics STM32L452	✓	245.10
STMicroelectronics STM32L496 Rev.2	✓	216.90
STMicroelectronics STM32L433 Rev.1	✓	204.90
Analog Devices, Inc. ADuCM4050 Rev.0.0	✓	203.00
Texas Instruments MSP432P401R Rev. C	✓	192.30
STMicroelectronics STM32L475RG	✓	187.70
Microchip SAML21J18A-UES Rev.A-DC1506	✓	185.80

Forse si tratta di differenze sottili ma, in assenza di uno standard, i confronti non possono che essere approssimativi. In genere, sui data sheet le modalità di deep-sleep sono spiegate sufficientemente bene ma, ancora una volta, gli assorbimenti di corrente in queste modalità variano da un produttore all'altro (per esempio, la quantità di memoria o la tensione utilizzate). Inoltre, in un'applicazione reale, l'utente deve anche tener conto dell'energia consumata nelle fasi di ingresso e uscita dalle stesse modalità. Questa può essere di valore insignificante oppure molto rilevante, a seconda se il dispositivo trascorre la maggior parte del tempo in modalità sleep o viene riattivato di frequente. Questo porta al punto successivo – ovvero il tempo trascorso da un dispositivo in modalità sleep. L'equilibrio tra gli stati active e sleep è molto importante nella misura dell'ULP. Per semplificare i processi, EEMBC utilizza il periodo di un 1 secondo per il proprio ULPMark-CoreProfile (ULPMark-CP), un benchmark utilizzato come standard sui data sheet da molti produttori di microcontrollori. Prendendo in considerazione il periodo attivo di lavoro dell'ULPMark-CoreProfile, il duty cycle risulta intorno al 98%. In questo benchmark, il dispositivo viene attivato una volta al secondo, svolge una piccola quantità di lavoro (il ciclo attivo), quindi torna nello stato di sleep (Fig. 1). Di solito, nell'active mode vi è una differenza nell'assorbimento di corrente dovuta ai circuiti analogici e, pertanto, minimizzare la corrente in modalità attiva e utilizzare in modo appropriato il deep-sleep ha un impatto positivo sull'ottimizzazione dell'uso delle energie di sistema. Si noti che riducendo la frequenza, la corrente in modalità attiva verrà ridotta a sua volta, ma il tempo di esecuzione sarà incrementato, e la differenza di assorbimento dovuta al circuito analogico, citato in precedenza, resta costante mentre il microcontrollore è attivo. Tuttavia, quali sono i compromessi nella scelta del microcontrollore, e qual è l'impatto del duty cycle dell'applicazione e delle correnti di deep-sleep sugli assorbimenti energetici? L'energia per ciclo, come funzione del duty cycle D (espressa come percentuale del tempo di sleep mode rispetto al tempo complessivo), è definita da un'equazione semplificata che parte dal presupposto che le energie nelle transizioni on e off siano di modesta entità.

$$Energy = V \times t \times [(I_{ACTIVE} \times D_{ACTIVE}) + (I_{SLEEP} \times D_{INACTIVE})]$$

dove la pendenza è definita da ION dato che ISLEEP è molto inferiore a ION e l'intercetta di y è proprio ISLE-

EP. Quest'equazione può aiutare nella comprensione del duty cycle nel quale la corrente in modalità attiva è più importante di quella di sleep.

### Le piattaforme di test ultra low power

Come si è detto precedentemente, ci si appresta al confronto delle caratteristiche energetiche ultra low power di due microcontrollori di Analog Devices—per l'esattezza ADuCM4050 e ADuCM302x. Nella tabella ULPMark (Fig. 2) ADuCM4050 e ADuCM302x raggiungono il punteggio rispettivo di 203 e 245,5. È necessario tenere presente che questo benchmark esegue il test del core del microcontrollore (da cui il nome CoreProfile). Da dove viene la differenza del 18%? ADuCM4050 contiene un ARM Cortex-M4F che implementa l'architettura ARMv7E-M e ADuCM302x contiene un ARM Cortex-M3 che implementa l'architettura ARMv7-M. Mentre entrambi i core hanno una pipeline a 3-stadi ad esecuzione speculativa e sono entrambi simili nell'architettura del set di istruzioni, solamente il Cortex-M4F supporta istruzioni a virgola mobile e DSP. Dal momento che non esistono istruzioni DSP sull'ULPMark-CoreProfile, il Cortex-M4F non ricava alcun vantaggio dalla FPU.

Per le analisi di benchmark, l'ADuCM4050 e l'ADuCM302x sono stati utilizzati rispettivamente a 52MHz e 26 MHz. L'ADuCM4050 richiede circa 11.284 cicli per eseguire l'ULPMark, mentre l'ADuCM302x ne utilizza 10.920, il che permette al primo di completare la parte in active mode in 217 μs del periodo disponibile di 1s, mentre il secondo resta attivo per 420 μs. Il motivo per cui l'ADuCM4050 utilizza qualche ciclo in più rispetto all'ADuCM3029 si spiega con le frequenze utilizzate (52 MHz e 26 MHz, rispettivamente), l'ADuCM4050 richiede un wait state per la memoria flash, mentre l'ADuCM3029 non ne utilizza. Dato che l'ADuCM4050 è dotato di memoria cache, aggiungendo un wait state sulla flash non si hanno grosse penalizzazioni, visto che molte delle istruzioni sono eseguite dalla stessa cache memory, alla quale si può accedere a piena velocità (52 MHz) senza bisogno di wait state supplementari. Per quanto riguarda il tempo di esecuzione, come ci aspettavamo, l'ADuCM4050 esegue il test più velocemente dell'ADuCM3029, funzionando a una frequenza pressoché doppia rispetto a quest'ultimo.

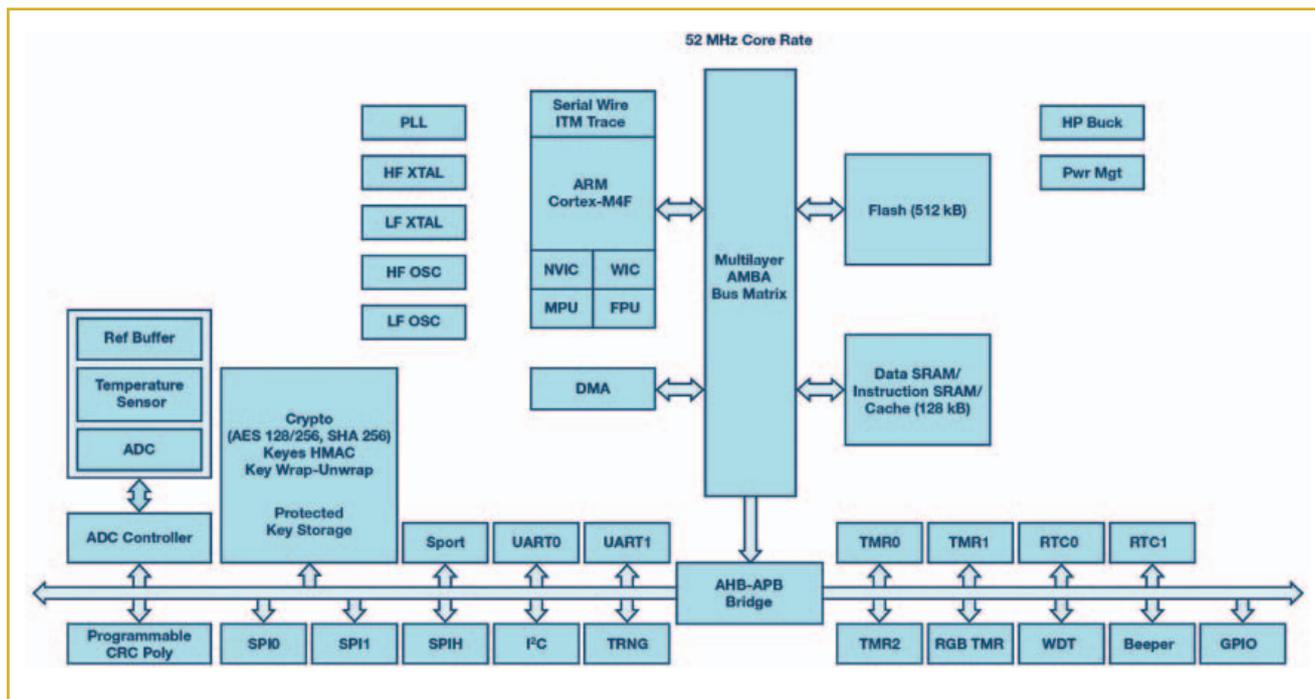


Fig. 3 – Schema a blocchi dell’ADuCM4050: esso integra un regolatore low-dropout (LDO) da 1,2V e un circuito buck capacitivo opzionale

Perché ADuCM4050 consuma 10µA/MHz in più rispetto ad ADuCM3029? La ragione di questo aumento è dovuta al fatto che il primo funziona ad una frequenza doppia rispetto secondo, richiedendo un buffer supplementare per rientrare nei limiti di tempo imposti dalla frequenza di clock più elevata. Rispetto ad ADuCM3029, ADuCM4050 prevede caratteristiche aggiuntive:

- Quantità di memoria doppia (sia di SRAM che di Flash): 128 kB e 512 kB rispetto a 64 kB e 256 kB sull’ADuCM3029. In base alle applicazioni, potrebbero essere necessarie delle espansioni di memoria.
- Frequenza di clock doppia: 52 MHz contro 26 MHz sull’ADuCM3029, per cui l’ADuCM4050 ha prestazioni migliori.
- Timer RGB aggiunti.
- Aggiunte di nuove caratteristiche di sicurezza: memorizzazione protetta della chiave con cifratura/decifratura e HMAC a decifratura di chiave.
- Aggiunte di tre uscite supplementari SensorStrobe.
- Aggiunta della completa permanenza dei dati su SRAM: ADuCM4050 mantiene fino a 124 kB, contro i 32 kB dell’ADuCM3029.

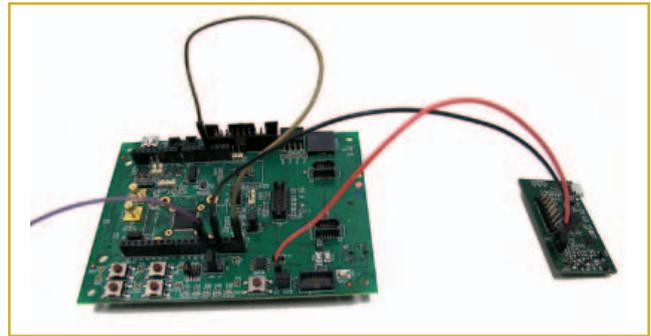
A seconda delle specifiche applicative (ottimizzazione dei consumi, memoria supplementare, prestazioni modalità attiva, mantenimento dei dati...), è possibile decidere se utilizzare ADuCM4050 oppure ADuCM302x. Per quanto riguarda la modalità deep-sleep, pur disponendo di una memoria doppia rispetto ad ADuCM3029 (16 kB contro gli 8 kB di quest’ultimo), nell’eseguire l’ULPMark-CoreProfile l’ADuCM4050 raggiunge correnti di ibernazione più basse. La ragione di quest’evoluzione risiede nelle architetture migliorate del più recente ADuCM4050.

### Il ruolo del compilatore

Come si è detto in precedenza, ULPMark comprende due stati operativi – uno stato attivo ed uno low power, dove il dispositivo si trova in sleep mode. Questi stati vengono combinati in un duty cycle della durata esatta di 1 secondo. Nello stato attivo, ciascun dispositivo esegue le medesime funzioni. Ma come abbiamo già notato, l’efficienza del lavoro eseguito viene influenzata dall’architettura. Inoltre, viene anche condizionata dal compilatore. I compilatori possono scegliere di cambiare e ottimizzare gli statement, cambiando così l’insieme delle istruzioni.

A seconda delle necessità applicative, si può ottimizzare per dimensione, per velocità, o per cercare un equilibrio tra le due ecc. La semplificazione del Loop (Loop unrolling) è un semplice esempio nel quale il rapporto dei branch eseguiti dal codice all’interno del loop viene variato. I compilatori possono ancora giocare un ruolo importante nell’ottimizzazione della computazione a parità di lavoro eseguito. Ad esempio, il risultato ULPMark-CP per l’ADuCM3029 potrebbe passare da 245,5, con un’alta ottimizzazione per la velocità, a 232 per un’ottimizzazione media, o a 209 con un basso livello di ottimizzazione. Un altro esempio dell’importanza del compilatore è dimostrato dai risultati ULPMark per un Texas Instruments MSP430FR5969, che migliorano del 5% utilizzando una versione più recente del compilatore IAR Embedded Workbench— sebbene non sia noto quali variazioni siano state apportate internamente al compilatore stesso per raggiungere questi miglioramenti (eembc.org/ulpbench/). Allo stesso modo, senza addentrarsi nella tecnologia proprietaria del compilatore, non è possibile determinare perché

**Fig. 4 – Predisposizione della scheda per la misurazione del punteggio**



i risultati dell'STMicroelectronics STM32L476RG migliorino dell'16% passando da compilatore ARMCC allo IAR.

Entrambi i risultati delle MCU di Analog Devices sono stati ottenuti utilizzando codice generato dal compilatore IAR, ma con versioni differenti. Gli ADuCM4050 e ADuCM302x hanno utilizzato rispettivamente lo IAR EWARM 7.60.1.11216 e 7.50.2.10505. Ancora una volta, non è dato sapere quali variazioni siano state fatte all'interno delle due versioni. Entrambi i punteggi sono stati ottenuti con l'opzione "nessun limite nelle dimensioni", che corrisponde all'ottimizzazione in termini di velocità.

#### Convertire l'ULPMark in un valore di energia

L'ULPMark-CoreProfile utilizza una formula che considera il reciproco dei valori di energia (la media di 5× l'energia media al secondo per 10 cicli).

$$Energy (\mu J) = \frac{1000}{EEMarkCP}$$

L'energia complessiva è ottenuta come somma dell'energia consumata mentre il dispositivo esegue il test (in modalità attiva) e di quella assorbita mentre si trova in ibernazione.

$$Energy = Active Energy + Sleep Energy$$

Secondo quanto indicato sul data sheet di ADuCM3029, facendo girare codice per la generazione di numeri primi il valore tipico di corrente in modalità attiva è di 980  $\mu$ A. Questo codice risiede nella memoria cache, traendo vantaggio dai suoi bassi consumi. Per quanto riguarda il codice dell'ULPMark-CoreProfile, essendo sostanzialmente lineare, non vi sono grandi vantaggi nell'abilitare la cache memory, per cui l'assorbimento reale è simile a quello mostrato sul data sheet per il funzionamento con la cache disabilitata, ovvero 1,28 mA. Per quanto riguarda la corrente di ibernazione, l'ULPMark-CoreProfile richiede l'abilitazione di LFXTAL e RTC, per cui la corrente assorbita in sleep mode è pari a 830 nA (secondo il data sheet). Come si è detto in precedenza la durata del periodo attivo è di 420  $\mu$ s.

$$Energy = Voltage \times Current \times Time$$

$$Active Energy = 3 V \times 1280 \mu A \times 0.42 ms = 1.61 \mu J$$

$$Sleep Energy = 3 V \times 0.83 \mu A \times 999.58 ms = 2.49 \mu J$$

Facendo riferimento ai valori e ai tempi di esecuzione pubblicati sul data sheet, l'energia consumata nella fase attiva è di 1,61  $\mu$ J, mentre quella relativa al periodo di sleep è di 2,49  $\mu$ J. Questi risultati corrispondono a quelli misurati con il software EEMBC EnergyMonitor.

$$Energy (\mu J) = 1.61 + 2.49 = 4.10 \mu J \cong \frac{1000}{245.5} = 4.07 \mu J$$

Uno dei limiti della prima generazione di ULPMark è che le regole di esecuzione impongono la tensione operativa di 3 V (regola decisa dal gruppo di lavoro per stabilire un livello comune a tutti i dispositivi).

Le più moderne MCU hanno migliori livelli di efficienza energetica utilizzando tensioni inferiori (anche se questa caratteristica può essere influenzata dalla temperatura e dalla frequenza di lavoro).

Ad esempio, il risultato ULPMark relativo a STM32L476RG si STMicroelectronics migliora del 19% utilizzando un convertitore dc-dc per ridurre la tensione da 3 V a 1,8 V.

STM32L476RG di STMicroelectronics non è l'unico dispositivo i cui risultati siano stati influenzati dall'utilizzo di un convertitore dc-dc, sebbene in alcuni dispositivi il convertitore sia integrato, come nel caso dell'ADuCM302x e dell'ADuCM4050 (di cui è visibile lo schema a blocchi in figura 3), per i quali non si rende necessario alcun IC esterno per migliorare le caratteristiche energetiche del dispositivo. In ogni caso, l'utilizzo di un convertitore dc-dc aiuta a livellare il confronto, permettendo al dispositivo di funzionare in condizioni di efficienza energetica ottimale. Per esempio, un dispositivo funzionante solo a 3 V non trarrebbe vantaggi da un convertitore dc-dc, dato che si trova già ad un livello ottimale (o forse sub-ottimale) di efficienza. D'altra parte, un dispositivo in grado di operare fino a 1,8 V ma che non si avvantaggia della presenza del convertitore dc-dc, in pratica spreca oltre il 64% dell'energia assorbita. Inoltre, per un progettista la cui priorità è l'efficienza energetica, il costo aggiuntivo di un convertitore dc-dc esterno può non essere rilevante, se il sistema utilizza una batteria a 3 V. Utilizzando un convertitore dc-dc, si deve prestare attenzione per evitare di misurare l'efficienza energetica del convertitore stesso, al posto di quella della MCU. In ogni caso,

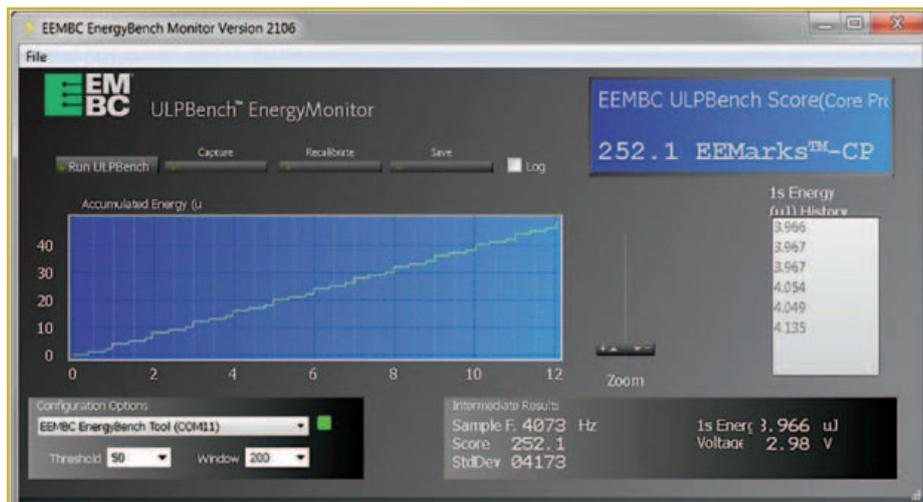


Fig. 5 – GUI del Software EnergyMonitor

nelle applicazioni reali, si deve sempre tenere in considerazione che utilizzando dc-dc vi possono essere degli svantaggi, quali l'allungamento dei tempi di transizione da e verso la modalità attiva e lo sleep mode. Un'altra considerazione da fare quando si utilizza un convertitore dc-dc riguarda il tipo del convertitore stesso. Alcuni di questi si basano su componenti induttivi, richiedono ampie superfici, sono più costosi e potrebbero causare problemi di interferenza elettromagnetica (EMI). Per evitare questi inconvenienti, l'ADuCM4050 e l'ADuCM302x utilizzano dei convertitori capacitivi. Analizzando i risultati dell'ULPMark-CP o altri valori del data sheet, è importante considerare gli aspetti della varianza dei parametri del dispositivo. In altre parole, le dispersioni di corrente sono un fattore di estrema importanza nella misura dell'efficienza energetica di un circuito, specialmente in sleep mode. Mentre i benchmark di tipo tradizionale generalmente non ne sono affetti, vari fattori come temperatura e umidità hanno una certa influenza sulla dispersione di corrente di un dispositivo, che a sua volta varierà il proprio risultato ULPMark-CP. In produzione, i dispositivi della stessa azienda potranno differire da un giorno all'altro o da wafer a wafer. Perfino l'assorbimento energetico di un identico dispositivo può variare (sono state notate variazioni dal 5% al 15% a seconda di quando e dove erano state effettuate le misure). Fondamentalmente, questo significa che per valutare l'efficienza energetica dovrebbe essere utilizzato uno specifico punteggio ULPMark-CP come linea guida. Per esempio, un dispositivo con un risultato ULPMark di 245, potrebbe variare da 233 a 257 sullo stesso integrato ricavato da un wafer differente (considerando un delta del 5%).

### Il meccanismo di certificazione

Per garantire la veridicità del punteggio, i produttori che intendono certificare i propri dispositivi inviano una scheda e i relativi strumenti di sviluppo all'EEMBC Technology Center (ETC), allegando i file di configura-

zione specifici della piattaforma. L'EEMBC integra questi ultimi file nei propri file di sistema (che includono il test) e misura i punteggi più volte su schede differenti. Il punteggio certificato è la media di tutte le misure eseguite. In questo modo l'EEMBC garantisce che le condizioni di prova siano le stesse per tutti i punteggi (stesso test, stessa scheda per le misurazioni energetiche, stessa temperatura ecc). La Figura 4 illustra i collegamenti necessari per effettuare le misurazioni ULPMark-CP sull'ADuCM3029 EZ-Kit. Per misurare i punteggi, l'EEMBC fornisce il software EnergyMonitor (Fig. 5). Cliccando il pulsante Run ULPBench, l'hardware EnergyMonitor alimenta la scheda ADuCM3029 EZ-Kit e misura l'assorbimento energetico in base al profilo in esecuzione. Alla fine del processo, il software calcola il punteggio e lo visualizza sullo schermo. In una finestra di history vengono inoltre visualizzati i valori medi relativi all'energia consumata nei cicli di prova precedenti.

### Analisi di efficienza dell'MCU

Lo scopo ultimo dell'EEMBC è fornire varie suite di benchmark che consentano agli utenti una completa valutazione dell'MCU. Rispetto all'ULPMark-CP, focalizzato principalmente sull'efficienza del core dell'MCU, il più recente ULPMark-PeripheralProfile (ULPMark-PP) si prende carico della prova di varie periferiche MCU, quali ADC, PWM, SPI, e RTC. Nell'ULPMark-PP, le correnti assorbite nelle modalità active e light-sleep sono molto importanti dato che il dispositivo, durante lo svolgimento del test, accede diverse volte alle periferiche. I risultati dell'ULPMark-PP sono disponibili sul sito Web di EEMBC; quelli combinati ULPMark-CP e ULPMark-PP sono disponibili per i membri dell'EEMBC o su licenza. Di prossimo sviluppo sono le suite IoTMark-BLE e SecureMark. La prima è destinata a misurare l'efficienza di una MCU e di una radio nella ritrasmissione via Bluetooth. La seconda è una suite a sicurezza avanzata che misura consumi energetici e prestazioni, oltre ad implementare vari elementi crittografici per dispositivi IoT. Entrambe le piattaforme saranno rese disponibili ai membri e agli utenti con licenza.

### Nota

<sup>1</sup>È possibile fare riferimento ai più recenti punteggi su: [www.eembc.org/ulpbench/index.php](http://www.eembc.org/ulpbench/index.php).

# Droni: l'importanza dei connettori

**I connettori a elevata flessibilità e le soluzioni di cablaggio di Harwin, in grado di abbinare compattezza dimensionale a una costruzione leggera ma nel contempo molto robusta, sono ideali in applicazioni come i droni, dove peso e spazio rappresentano elementi particolarmente critici**

**Scott Flower**

Product Strategy Manager Harwin

**S**correndo le notizie riportate dalla stampa quotidiana si potrebbe essere indotti a pensare che il cielo sia popolato da droni. Questi veivoli di piccole dimensioni sono stati usati per parecchi decenni per scopi militari: dal ruolo iniziale di veicoli civetta i droni hanno nel corso degli anni trovato numerose altre applicazioni, dalla ricognizione alla logistica, all'acquisizione dati solo per citarne alcune. La loro diffusione è aumentata in modo esponenziale nel corso degli ultimi anni al pari della loro sfera d'azione. Un aspetto importante (oltre alla grande attenzione che i droni hanno



**Fig. A – Droni impegnati a irrorare fertilizzante sui campi coltivati a te verde (Fonte: iStock, Kinwun)**

ricevuto da parte del mercato consumer) è il notevole interesse suscitato in numerosi applicazioni in campo sia commerciale sia industriale. A sua volta, seguendo un andamento comune dei mercati basati sulla tecnologia, l'adozione sempre più diffusa di un prodotto comporta maggiori economie di scala, che a loro volta favoriscono una diminuzione dei prezzi che si traduce in un ulteriore incremento della diffusione.

Gran parte dell'attenzione che i media riservano ai droni sembra essere focalizzata sul loro utilizzo (molte volte improprio) in ambito consumer. In ogni caso le applicazioni più interessanti stanno iniziando a fare la loro apparizione nei settori industriale e commerciale. Ciò in ascrivibile alla loro capacità di accedere a luoghi solitamente inac-

cessibili agli essere umani (o ad altri tipi di apparecchiature). Le organizzazioni umanitarie e i servizi di soccorso hanno fatto ricorso ai droni per eseguire rilevamenti in aree rese inaccessibili a causa di disastri naturali. Negli ultimi due anni i droni hanno dimostrato la loro utilità per valutare i danni provocati dal ciclone che ha colpito l'isola di Vanuatu nell'Oceano Pacifico, esaminare lo stato delle strade dopo il grave terremoto in Ecuador e confrontare le immagini prima e dopo l'arrivo dell'uragano ad Haiti per contribuire a determinare il numero delle case che dovevano essere ricostruite. Droni sono stati anche utilizzati per accedere a edifici crollati a causa di eventi disastrosi per aiutare a localizzare con precisione le vittime rimaste intrappolate.

## Applicazioni senza confini

Agricoltura, industria mineraria, oil/gas e costruzioni sono alcuni esempi di settori che stanno adottando i droni in misura sempre maggiore. La logistica e la distribuzione è un altro comparto di notevole interesse per i droni. Nel 2016 DHL ha sperimentato alcuni servizi per consegnare forniture mediche e altri colli di piccole dimensioni in villaggi remoti della Baviera che sarebbero stati altrimenti molto difficili da raggiungere con i veicoli tradizionali, anche a causa delle condizioni meteorologiche caratteristiche di quelle località. L'esperimento è stato condotto in collaborazione con il Ministero Federale dei Trasporti tedesco (BMVI) in quanto era necessario creare un'apposita zona di volo dedicata e con l'Autorità responsabile per l'aviazione civile della Baviera per l'approvazione delle autorizzazioni di volo.

Di recente il Governo tedesco ha introdotto una legislazione speciale per i droni che ha molto punti in comune con quanto annunciato dalla FAA (Federal Aviation Authority) statunitense nell'agosto del 2016. Questa legislazione pone alcuni vincoli sulle attività compiute da qualsiasi UAV (Unmanned Aerial Vehicle, ovvero aeromobili senza pilota) a una distanza tale da non permettere al pilota remoto di rimanere in contatto visivo diretto e costante



Fig. B – Connettori della serie Datamate Mix-Tek (Fonte: Harwin)

con il mezzo (ovvero oltre la Los Line of Sight). Essa pone anche dei limiti sulle attività che possono essere fatte direttamente sulle persone. Allo stesso tempo esistono anche alcune clausole che riguardano attività che si ritiene possano essere effettuate in modo sicuro lasciando in tal modo spazio, in alcune situazioni, all'esecuzione di compiti più avanzati in campo commerciale e industriale. Lo sviluppo dei droni ha avuto un impatto sicuramente positivo nel settore dell'agricoltura. La società di ricerche di mercato IDTechEx ha previsto che 'l'agricoltura intelligente' genererà un mercato superiore ai 420 milioni di dollari entro il 2028. In Giappone, ad esempio, vengono utilizzati elicotteri senza pilota a controllo remoto per irrorare i campi di riso fin dai primi anni 90. Una tecnologia di elevata precisione permette di ridurre la quantità di sostanze chimiche necessarie consentendo di eseguire questa operazione in modo molto accurato e ridurre significativamente l'impatto ambientale. Nel settore delle costruzioni i droni svolgono importanti compiti di rilevamento e mappatura. Essi possono essere usati per ispezionare rapidamente ponti o edifici alti che altrimenti richiederebbe l'installazione di gru (operazione onerosa in termini sia di tempo sia di costi). Komatsu, società multinazionale con sede in Giappone, ha utilizzato i droni per supplire alla carenza di operai: i droni hanno effettuato la scansione dei siti e, grazie alle immagini generate al computer, hanno consentito l'uso di bulldozer e scavatori senza operatore per rimuovere la terra e scavare buche in base alle mappe del sito che erano state elaborate. I droni possono anche aiutare a monitorare i progressi di un cantiere effettuando, ad esempio, scansioni su base regolare dei lavori e fornendo una verifica circa l'avanzamento degli stessi (audit trail). Qualsiasi guadagno, anche piccolo, in termini di efficienza, contribuisce a compensare lo spreco di materiale che è una caratteristica dell'industria delle costruzioni. L'impiego dei droni si è rivelato vantaggioso anche per l'industria dei telecom nei casi in cui è necessario realizzare un'infrastruttura di rete in territori inospitali o percorribili con difficoltà. Un esempio significativo abbastanza recente è quello relati-

vo al cablaggio in fibra per la banda larga ad alta velocità del paese di Pontfadog nel Galles settentrionale. Una linea leggera (in pratica una lenza) è stata trasportata da un drone che è volato verso il gruppo di case situato su una collina alberata molto ripida. Una volta posizionata è stato possibile tirare il cavo (che era troppo pesante per essere trasportato dal drone).

### Componenti di elevata qualità

Tutti questi esempi evidenziano la necessità di utilizzare componenti di elevato livello qualitativo in grado di supportare questa tecnologia. Gli ambienti in cui operano i droni sono spesso particolarmente severi, a causa della presenza di condizioni ambientali difficili, elevati livelli di vibrazioni e sollecitazioni di notevole intensità. Inoltre è necessario tener conto di due elementi, peso e dimensioni, che rivestono un'importanza critica. Per garantire il funzionamento dei droni è necessario, oltre alla miniaturizzazione, l'utilizzo di componenti elettronici in grado di assicurare i più elevati standard di affidabilità. La riduzione sia del peso sia delle dimensioni dei componenti è un requisito abbastanza ovvio per quanto riguarda i droni, visto l'importanza che questi due parametri rivestono. Ovviamente le dimensioni contenute rappresentano un limite per il carico utile che i droni possono trasportare: per questo motivo l'uso di componenti piccoli e leggeri permette di aumentare il carico utile dei droni, così come la distanza che questi possono percorrere prima di dover essere ricaricati. I connettori a elevata affidabilità e le soluzioni di cablaggio di Harwin, in grado di combinare compattezza dimensionale a una costruzione leggera ma nel contempo molto robusta, consente di fornire tutte le funzionalità richieste in termini di potenza e di trasferimento dati, senza aggiungere ingombri indesiderati al progetto. I componenti della famiglia Gecko, con passo da 1,25 mm rappresentano un'alternativa ad alte prestazioni ai tradizionali connettori micro-D. Per garantire un maggior livello di protezione e di schermatura è possibile ricorrere, se richiesto, ad apposite custodie metalliche. Harwin ha di recente aggiunto alla propria offerta i connettori Gecko-SL con serraggio a vite che assicurano una maggiore resistenza alle vibrazioni. Al fine di ridurre il peso dei cablaggi la società propone anche la linea Datamate Mix-Tek in grado di abbinare contatti di potenza, segnale e RF in un unico alloggiamento compatto. La corrente nominale per contatto di questi connettori è pari a 20 o 40 A. I droni stanno trovando sempre nuove applicazioni nei più svariati settori e questa tendenza è destinata a proseguire negli anni futuri. Nel momento in cui saranno stabilite nuove legislazioni e regolamenti, questa tecnologia è destinata a rivestire un ruolo sempre più importante nell'evoluzione di numerose applicazioni nei settori commerciale e industriale. Unico limite per la loro adozione è solo l'immaginazione.

# Test sui sistemi wireless alla radiofrequenza

Sono molti gli aspetti da considerare per valutare le prestazioni di una rete wireless e perciò non basta più affidarsi a un unico costoso strumento da banco ma occorre considerare le nuove piattaforme di test con caratteristiche più adatte alla varietà delle condizioni applicative che si incontrano oggi alla radiofrequenza

Lucio Pellizzari

L'attuale tendenza alla trasformazione di tutte le comunicazioni wireline nella forma wireless procede inarrestabile e perciò i terminali e i dispositivi connessi senza fili si moltiplicano in ogni ambito applicativo. Oggi, tuttavia, non sono più sopra un mobile o appesi a un muro, perché stanno diventando parte di noi come oggetti d'uso quotidiano semplicemente indossabili e persino impiantabili addosso o all'interno del nostro corpo. Così sono, senza dubbio, più comodi ma diventano potenzialmente pericolosi per la salute e di conseguenza i test di collaudo si complicano. È per questo motivo che la strumentazione per test sui sistemi wireless RF diventa strategica, perché deve poter garantire la massima sicurezza sia ai sistemi che animano i grandi impianti di comunicazione sia agli oggetti a basso costo per l'uso personale. Le tendenze attualmente in corso sono la telefonia mobile 5G, gli oggetti connessi in reti NB-IoT (NarrowBand IoT) e i collegamenti Wi-Fi 802.11ax. Per il collaudo di questi sistemi, le attrezzature saranno sempre più prota-

goniste del mercato e gli analisti irlandesi di **Research and Markets** nel report "Global RF Test Equipment Market 2016-2020" promettono per i prossimi tre anni una crescita con Cagr del 6,05% degli strumenti di test per tutte e tre queste principali categorie di prodotti.

## Test sulla qualità delle reti

**AT4 wireless** sviluppa tecnologie informatiche applicate ai sistemi di comunicazione. Si è meritata più volte i riconoscimenti come azienda più innovativa del territorio e da circa un anno è stata acquisita dal gruppo tedesco DEKRA, di cui ora è una consociata. Negli ultimi tempi si è focalizzata sullo sviluppo di soluzioni di misura della Quality of Service (QoS) e della Quality of Experience (QoE) nelle reti in radiofrequenza e, più recentemente, ha introdotto la Performance Testing Platform TACS4 (Testing, Approvals & Certification System), pensata per la verifica delle prestazioni delle reti con o senza fili. La piattaforma permette di valutare la qualità dei servizi voce e dati nelle reti cellulari 3G/Gprs/Cdma/LTE e nelle

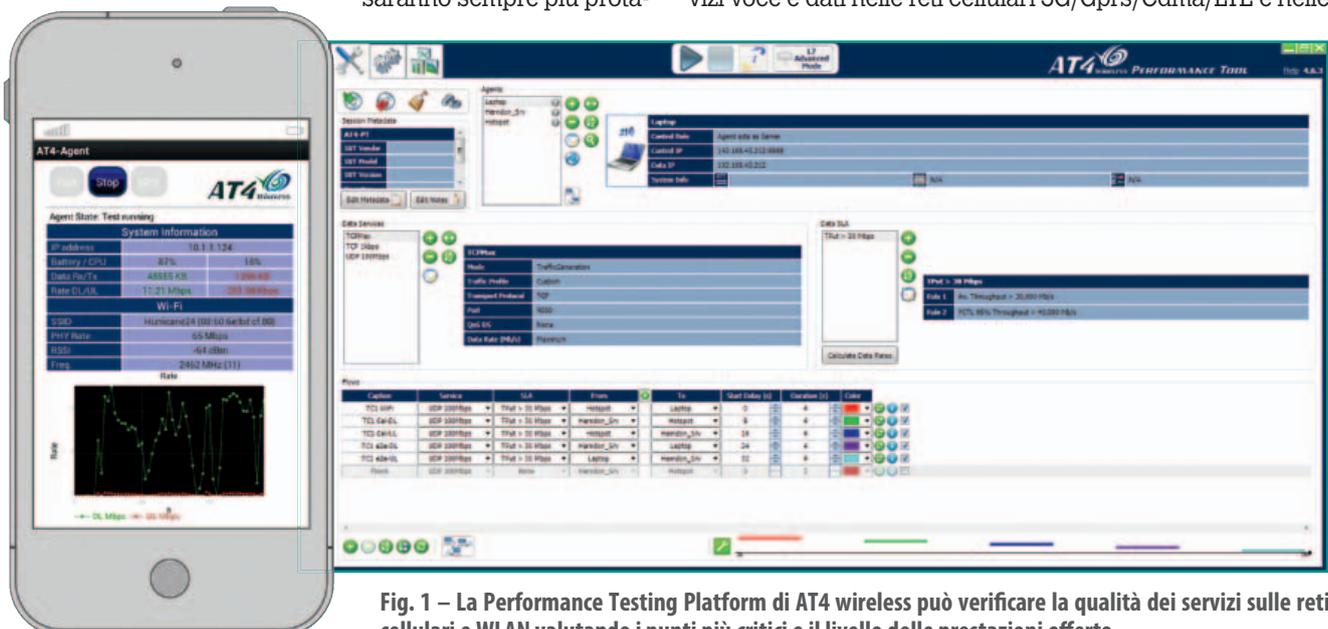


Fig. 1 – La Performance Testing Platform di AT4 wireless può verificare la qualità dei servizi sulle reti cellulari e WLAN valutando i punti più critici e il livello delle prestazioni offerto



Fig. 2 – Il tool di emulazione/simulazione RFnest di Intelligent Automation permette di creare nodi di rete virtuali capaci di comunicare con i nodi di rete reali per individuarne anomalie e malfunzionamenti

WLAN, analizzando le prestazioni dei punti di accesso territoriali, nonché delle Embedded Car Unit automotive. I test misurano la RSSI (Received Signal Strength Indicator, o indice della potenza radio ricevuta), il rapporto segnale/rumore SNR, il tasso di errore BER e verificano i principali indicatori chiave di prestazioni KPI (Key Performance Indicator) sulla correttezza dei trasferimenti di pacchetti nel tempo valutando velocità, ritardi, errori di temporizzazione e perdite di simboli nonché le eventuali ripetizioni dei pacchetti errati. La piattaforma, inoltre, verifica la QoE sul trasferimento dei contenuti più impegnativi come filmati video, pagine Web complete, conversazioni VoIP o VoWi-Fi (Voice over Wi-Fi) e messaggi eHealth per valutare velocità, affidabilità e fedeltà dei dati ricevuti. Grazie al Built-In Traffic Generator si possono riprodurre le condizioni di traffico delle reti wireless e valutare il flusso dei segnali osservandone l'andamento direttamente sul monitor, grazie all'interfaccia utente grafica chiara e intuitiva. È possibile così evidenziare i luoghi metropolitani dove la copertura wireless è più debole, oppure dove ci sono sovrapposizioni di segnali che deteriorano la qualità della connessione ai terminali. Per usarla basta un computer nel ruolo di AT4-Controller, un punto d'accesso alla rete che diventa AT4-Agent e un terminale con installata la AT4-App.

### RF scalabili fino a 96 nodi di rete

**Intelligent Automation Inc. (IAI)** è una società fondata con l'intento di essere composta da sole donne, il che è realmente avvenuto per una quindicina d'anni; dopodiché accettarono anche gli uomini. Fra i principali clienti ci sono molti enti militari statunitensi per i quali sviluppa e produce sistemi automatici capaci di servirsi delle tecnologie più innovative e fra questi troviamo anche gli strumenti di modellizzazione e simulazione per test sulle reti alla radiofrequenza. RFnest è il Radio Frequency Network channel Emulator/Simulator Tool, pensato per l'emulazione e il collaudo delle reti di comunicazione a radiofrequenza non solo militari ma anche d'uso generale. La sua peculiarità è di essere scalabile con 8, 12, 24, 48 o 96 I/O a radiofrequenza in grado di accettare da 28

fino a ben 1104 canali radio, da analizzare insieme nella stessa sessione di test. Inoltre, permette di creare dei nodi di rete virtuali capaci di simulare il comportamento dei nodi reali, allo scopo di poter fare loro scambiare messaggi e segnalazioni per verificarne il funzionamento. Lo strumento è utilizzabile come RFnest Analog (A208) o come RFnest Digital (D500) e grazie all'apposito software RFview ammette le configurazioni di rete MESH (a maglia, con fino a 96 nodi), MIMO (Multiple Input Multiple Output), SISO (Single Input Single Output), SIMO (Single Input Multiple Output) e MISO (Multiple Input Single Output), sulle quali può creare innumerevoli scenari di test emulando e analizzando tutte le problematiche di rete a livello fisico e a livello del protocollo di trasmissione. Le bande di frequenza impostabili per i test analogici sono da 0 a 1 GHz, da 1,2 a 1,9 GHz, da 1,8 a 2,8 GHz, da 2,7 a 3 GHz e da 3,4 a 4 GHz mentre per i test digitali vanno da 30 MHz a 3 GHz oppure da 3 a 6 GHz. Sugli I/O analogici la potenza ammessa all'ingresso è di 10 mW e la potenza all'uscita RF va da -30 a -67 dBm mentre sugli I/O digitali l'ingresso va da -40 a -20 dBm e l'uscita da -20 a -130 dBm.

### Test sulle reti NB-IoT e CAT-M

**Spirent Communications** conta ottant'anni di esperienza nello sviluppo di apparecchiature per telecomunicazioni ad uso industriale, personale e automotive. Da qualche anno sviluppa anche sistemi per le reti cloud destinate a sostenere il traffico delle grandi quantità di dati scambiate dagli oggetti IoT e, recentemente, ha introdotto una soluzione per il test dei collegamenti Wi-Fi e delle comunicazioni mobili, che ha sviluppato insieme alla società statunitense octoScope. Il nuovo Spirent Landslide sfrutta la versatilità della piattaforma di test octoBox, predisposta per supportare i test su più tecnologie wireless fra cui Wi-Fi, 2G/3G/4G, Bluetooth, GPS, LTE e 802.11ac Wave-2, anche in configurazione di rete MU-MIMO (Multi User MIMO) e



Fig. 3 – Spirent Landslide consente di emulare migliaia di nodi di rete wireless e valutare la correttezza dei trasferimenti attraverso i gateway anche per i nuovi segnali NB-IoT e CAT-M

**Fig. 4 – L'economico ThinkRF Real-Time Spectrum Analyzer ha la banda che da 9 kHz arriva fino a 27 GHz e può acquisire i segnali a 28 GHz/s con campionamento a 360 Mbit/s**

in tutte le frequenze che vanno da 700 MHz fino a 6 GHz. Con il Landslide è possibile impostare test sulle interferenze, sulle perdite o sull'affidabilità dei segnali, emulando reti con migliaia di User Equipment (UE) e/o Access Point (AP) e verificando il traffico Wi-Fi su tutti i gateway. L'ambiente creato dall'octoBox riproduce le caratteristiche tipiche delle aree metropolitane e consente al Landslide di effettuare verifiche sui protocolli di rete MIMO-OTA (Over The Air) precise e ripetibili, nonché valutare l'efficacia degli algoritmi di adattamento in differenti scenari di trasmissioni wireless. Nell'ultima versione 15.2 è stato aggiunto un modulo d'interfaccia con 4 porte da 10G e installati i supporti per test sui protocolli UDP, Http (simmetrico/asimmetrico), Https e IPsec. Inoltre, è stato migliorato il supporto agli UE di nuova generazione NB-IoT (NarrowBand IoT) e CAT-M (LTE Category M, è la versione a basso costo di LTE, pensata per le reti IoT) nonché l'emulazione delle infrastrutture di rete MME (Mobile Management Entity) e C-SGN (Combined Serving Gateway Node, o SGW/MME).

### Analisi spettrale competitiva

**ThinkRF** ha sviluppato una tecnologia brevettata di Software-Defined Radio, che oggi utilizza nel ThinkRF Real-Time Spectrum Analyzer, allo scopo di offrire le migliori prestazioni in termini di versatilità e portabilità per un'ampia gamma di scenari di test nella banda della radiofrequenza. La prerogativa di questo analizzatore di spettro è di offrire un livello di costo nettamente competitivo rispetto agli strumenti da banco attualmente in commercio. Recentemente, la società ha presentato l'ultima versione ThinkRF R5500, caratterizzata da un livello di rumore estremamente basso, che permette di analizzare una banda che parte da 9 kHz e può arrivare a 8, 18 o 27 GHz, con un'ampiezza di banda istantanea (Real-Time BandWidth, RTBW), che può essere configurata a piacere a 10, 40 o 100 MHz in funzione delle applicazioni di test. Queste caratteristiche ne fanno uno strumento adatto al collaudo di tutti i segnali alla radiofrequenza sia per le reti 5G sia per i terminali wireless industriali o automotive. L'acquisizione avviene alla velocità di 28 GHz/s e consente di catturare i segnali che viaggiano fino a 360 Mbit/s, il che significa poterli demodulare in tempo reale. L'innovativo software S240 incorpora un'interfaccia grafica intuitiva, che semplifica l'implementazione delle procedure di analisi sullo spettro dei segnali e sulle loro caratteristiche, sia per le



reti commerciali sia per i sistemi di comunicazione militari e aerospaziali, con il vantaggio di avere costi accettabili anche da parte delle piccole imprese. Non solo, ma è possibile sviluppare applicazioni in C++ e Python, nonché integrare i software di elaborazione più diffusi come LabVIEW, Matlab e PyRF, per comporre la piattaforma di test più adatta a ogni applicazione a radiofrequenza.

### Nota

*Global RF Test Equipment Market 2016-2020,*  
[www.researchandmarkets.com/research/84df73/global\\_rf\\_test](http://www.researchandmarkets.com/research/84df73/global_rf_test)

THE ORIGINAL SINCE 1994  
**PCB-POOL**  
Beta LAYOUT

## PCB prototipi e piccole serie

**Servizio puntuale o gratuito**  
Tempi di consegna a partire da 8 ore

**Servizio di assemblaggio**  
Anche a partire da un solo componente

e-mail: [info@pcb-pool.com](mailto:info@pcb-pool.com)

[www.pcb-pool.com](http://www.pcb-pool.com)

**Beta**  
LAYOUT  
create electronics

PCB-POOL® è un marchio registrato di Beta LAYOUT GmbH

# ITALIA 4.0

La tecnica

TECNOLOGIE PER LO SMART MANUFACTURING

www.italia40-plus.it

## RIVISTA

In uscita a dicembre, sia in forma cartacea sia digitale, ha l'ambizione di essere un osservatorio privilegiato per fare il punto sull'anno che si sta per concludere ed analizzare i trend che caratterizzeranno il prossimo futuro.



December 2016

# ITALIA 4.0

TECNOLOGIE PER LO SMART MANUFACTURING


ITALIA 4.0  
TECNOLOGIE PER LO SMART MANUFACTURING

Protezione dati, cresce importanza del decision maker IT

A pochi mesi dall'attuazione a livello europeo del Regolamento generale sulla protezione dei dati (GDPR)...

I robot garantiranno la sicurezza a persone e consumatori?

I robot industriali possono essere compromessi, interferendo in maniera decisiva la normale produzione...

Connected Manufacturing Forum, focus su tecnologie additive

Tra gli argomenti di cui si parlerà nel corso del CONNECTED MANUFACTURING FORUM organizzato a Milano...

# tecnologia che si fa Sistema

## NEWSLETTER

Ogni ultima domenica del mese è l'appuntamento fisso per tutti gli operatori del settore per essere aggiornati sulle evoluzioni normative e fiscali, gli scenari di mercato e le tecnologie abilitanti

ITALIA 4.0

SMART MANUFACTURING



Mercato unico digitale nei dati della Commissione EU

La Commissione Europea ha pubblicato i risultati dell'indice di digitalizzazione dell'economia. [Leggi tutto](#)

Incentivi Industria 4.0 saranno rinnovati

La prossima legge di bilancio confermerà tutti gli incentivi in Italia. [Leggi tutto](#)

ITALIA 4.0

TECNOLOGIE PER LO SMART MANUFACTURING

SCENARI FINANZIAMENTI FACCIA A FACCIA TECNOLOGIA VIDEO

Ricerca nel sito



La meccanica italiana cresce grazie anche agli incentivi

L'industria meccanica italiana mostra numeri positivi. Le previsioni per il 2017 della produzione segnano un aumento del 3,7%, pari a...

NEWS 1 DI 4



Con la rivista Italia 4.0, la rivoluzione è... sfogliabile

Italia 4.0 - Tecnologie per lo Smart Manufacturing è la rivista che rappresenta all'avanguardia l'innovazione permanente negli settori mecatronica e...

iscriviti alla newsletter

Per la tua pubblicità



Dai Big Data ai clienti: Bofrost nel porta a porta

I Big Data come formidabile strumento conoscenza del cliente per andare incontro



Collaborazione tra Volkswagen e Kuka per i veicoli del futuro

Volkswagen Group Research e Kuka, azienda specializzata in automazione, intensificano la



Piegotura idraulica flessibile e a senso trasdirezionale



ITALIA 4.0

TECNOLOGIE PER LO SMART MANUFACTURING

La meccanica italiana cresce grazie anche agli incentivi



di Luca Rossi

L'industria meccanica italiana mostra numeri...

SITO

Il canale digitale è arricchito quotidianamente dalle notizie pubblicate su tutti i nostri portali oltre che da articoli ad hoc: scenari di mercato, finanziamenti e normative, tecnologie abilitanti, faccia a faccia con i protagonisti.

Per maggiori informazioni: [marketing@fieramilanomedia.it](mailto:marketing@fieramilanomedia.it)

# Connettività cellulare per IoT: il caso di NarrowBand IoT

Questo articolo illustrerà alcuni degli aspetti chiave di queste nuove tecnologie e chiarirà il motivo per cui il collaudo dei dispositivi IoT low-cost è ancora un aspetto critico per garantire un efficiente uso delle radio, in modo da ottimizzare le prestazioni delle batterie e ridurre le interferenze

Steve Bovington  
Anritsu

**N**B-IoT può senza dubbio rivestire un ruolo di primo piano per il collegamento in modalità wireless dei miliardi di dispositivi che è previsto verranno connessi nelle future smart city, abitazioni e uffici, garantendo una nuova fonte di ricavi per i Mobile Network Operator (MNO). Come risultato della crescita del mercato delle tecnologie rivali per le reti LPWAN (a basso consumo per vaste aree) quali LoRAWan e Sigfox, la cui quota di mercato è in ascesa, NB-IoT è sta implementata in tempi rapidi da 3GPP, solo 9 mesi dopo la fase di studio. La qualità del servizio derivanti dall'operare in uno spettro regolamentato da licenza e l'economia di scala offerta dall'ecosistema 3GPP contribuiranno alla diminuzione dei prezzi, rendendo NB-IoT una tecnologia interessante e "appetibile" per la connettività a lungo raggio di dispositivi e sensori con requisiti di bassa velocità di trasferimento dati e ridotta mobilità. Questo articolo illustrerà alcuni degli aspetti chiave di queste nuove tecnologie e chiarirà il motivo per cui il collaudo dei dispositivi IoT low-cost è ancora un aspetto critico per garantire un efficiente uso delle radio, in modo da ottimizzare le prestazioni delle batterie e ridurre le interferenze. Nella figura 1 viene riportata la relazione che intercorre tra NB-IoT e le tecnologie cellulari LTE esistenti.

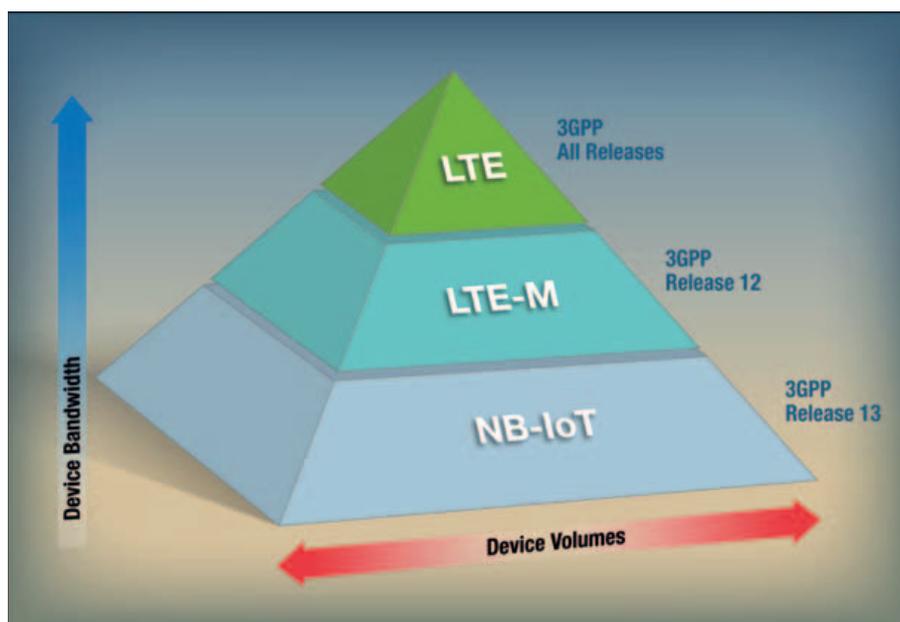


Fig. 1 – Relazione tra NB-IoT e le tecnologie cellulari LTE esistenti

## NB-IoT: una panoramica

NB-IoT, definita nella release 13 di 3GPP, è una nuova Radio Access Technology (RAT). Nello sviluppo di questa nuova tecnologia gli aspetti chiave tenuti in considerazione sono stati i seguenti: connessione di una enorme quantità di dispositivi, ampia copertura, estesa durata delle batterie, basso costo e supporto per basse velocità di trasferimento dati. Per non essere vincolato da tecnologie esistenti nel raggiungere questi obiettivi, 3GPP ha sviluppato una variante non-retrocompatibile di LTE che dovrebbe coesistere con le tecnologie cellulari esistenti. Tuttavia, in qualità di variante di LTE, condivide con quest'ultima molti dei

concetti chiave, compreso l'uso dello schema di accesso OFDMA per il downlink. Questo riutilizzo contribuirà ad accelerare lo sviluppo del modem. Per ridurre complessità e costi, molte delle funzionalità LTE, non utili per dispositivi connessi che inviano solo periodicamente piccoli pacchetti di dati, sono state eliminate, quali ad esempio gli schemi di modulazione e le modalità di trasmissione più complesse per MIMO. Inoltre, funzionalità come IMS, chiamate di emergenza, sistemi pubblici di allarme (CMAS, ETWS) e mobilità in modalità connessa, non sono previste nella release 13 delle specifiche. Come nel caso delle altre tecnologie cellulari 3GPP, le nuove funzionalità verranno aggiunte nelle future release. Mobilità in modalità connessa, trasmissione multicast e funzioni di posizionamento sono in fase di valutazione per la release 14.

### Dispiegamento

Utilizzando un canale a 180MHz, NB-IoT può essere dislocato come portante stand-alone (possibilmente riutilizzando canali GSM), all'interno della banda di rispetto non utilizzata di una portante LTE o in-band, occupando un blocco di risorse dell'esistente portante LTE (Fig. 2). Quindi, per alcuni operatori il costo dell'implementazione su vasta scala di NB-IoT è minimizzato grazie alla possibilità di riutilizzare di siti di celle preesistenti. NB-IoT nella release 13 verrà impiegato nelle preesistenti bande operative E-UTRA.

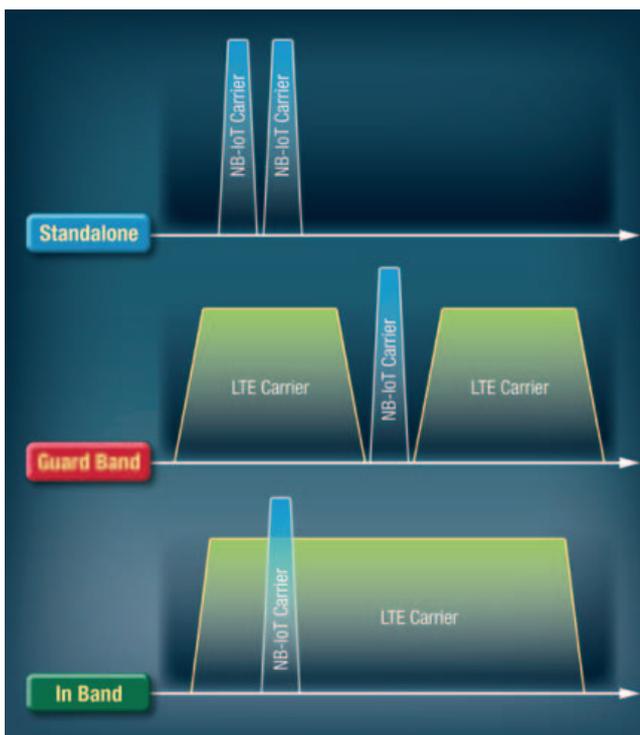


Fig. 2 – Possibilità di dispiegamento NB-IoT

### Schema di accesso

Al fine di ridurre i costi del front-end RF, nella release 13 è stato deciso di inserire il funzionamento half duplex FDD: i dispositivi, quindi, possono solo trasmettere o ricevere in qualsiasi momento, diversamente da LTE che prevede il supporto di FDD full duplex. Al pari di LTE, NB-IoT usa la tecnologia di accesso OFDMA per il downlink e l'opzione di trasmissione a tono singolo (3,75 KHz o 15 KHz) o, in alternativa, la trasmissione SC-FDMA multi-tono in uplink utilizzando la stessa spaziatura della banda laterale di 15 kHz, come nel caso LTE. Le possibilità della UE rispetto alle capacità di trasmissione di uplink vengono segnalate nel messaggio iniziale di richiesta di connessione RRC.

### Maggior copertura

Una più ampia copertura abbinata a una maggiore penetrazione all'interno degli edifici per installazioni in scantinati o sotterranei è un requisito fondamentale per NB-IoT: quest'ultima deve quindi prevedere ulteriori perdite dell'ordine di 15 e 20 dB. Questa copertura aggiuntiva viene raggiunta utilizzando schemi di modulazione più semplici come ad esempio QPSK e persino BPSK, oltre a blocchi di trasporto di dimensioni ridotte e trasmissioni ripetute. Per esempio, il blocco MIB (Master Information Block) trasmesso dalla rete (il primo messaggio decodificato da UE nell'accedere ad una cella) è trasmesso con una periodicità di 640 ms (rispetto ai 40 ms di LTE) durante i quali 8 spezzoni (chunk) codificati separatamente vengono ognuno trasmessi 8 volte.

Questa ripetizione rappresenta un ausilio in ricezione da parte UE. I dati di downlink possono anche essere ripetuti, segnalati a UE nel DCI del NPDCCH (nuovo canale di controllo per NB-IoT) ed è possibile configurare fino a 2.048 ripetizioni che rappresentano un valido aiuto in fase di ricezione sul limite della cella. Come nel caso dell'uplink, le variazioni sono state fatte per adattarsi alla banda molto stretta e per migliorare il range. Il nuovo canale NPRACH (Narrow Band Physical Random Access Channel) funziona con una trasmissione a tono singolo di 3,75 KHz ma utilizza la tecnica di frequency hopping per ridurre le possibilità di fading (affievolimento) selettivo con effetti sulla ricezione. La trasmissione NPRACH può essere ripetuta fino ad un massimo di 128 volte per estendere la copertura.

### Maggiore durata delle batterie

Uno degli obiettivi del NB-IoT era riuscire a ottenere una durata delle batterie dei dispositivi superiore a 10 anni, come è previsto in molti casi di utilizzo quando non è disponibile la rete elettrica. Si prenda

ad esempio un contatore d'acqua remoto o dispositivi utilizzati per il tracciamento di beni, animali o soggetti vulnerabili: in questi casi la ricarica delle batterie non sarebbe agevole. Un front-end RF più semplice supporta una ridotta larghezza di banda e l'uso di schemi di modulazione più semplici consente di ridurre il consumo di energia. In questa sede è utile ricordare che verranno aggiunti due altri concetti 3GPP fondamentali: "Power Save Mode" (PSM) introdotto nella Release 12 di 3GPP ed "Enhanced Discontinuous Reception" (eDRX) nella release 13, grazie ai quali sarà possibile spegnere la radio o passare a uno stato di sospensione laddove la radio non risultasse attiva per un lungo periodo di tempo.

Riservata ai dispositivi che inviano solo saltuariamente pacchetti di dati, la possibilità di spegnere la radio e non ascoltare il collegamento si tradurrà in un notevole risparmio di energia.

Con la modalità Power Save, l'UE resta nello stato di connessione ma sostanzialmente la radio risulta spenta e quindi richiede un'energia significativamente inferiore. Dopo il risveglio dalla modalità Sleep per l'UE non è necessario riconnettersi alla rete e quindi ciò riduce la necessità di signalling, con riflessi favorevoli sui consumi, oltre a limitare la necessità di inviare segnalazioni alla rete.

DRX di per sé non è un concetto nuovo nell'ambito dei dispositivi cellulari e fornisce a un dispositivo in modalità Idle un meccanismo per non dover monitorare il collegamento o controllare i canali. Precedentemente alla release 13 i timer DRX permettevano ai dispositivi di non monitorare i canali di collegamento per 2,76 secondi, mentre con NB-IoT nella release 13 il massimo valore di eDRX è 2,91 ore, che rappresenta un incremento notevole (Fig. 3).



Fig. 3 – La modalità eDRX permette di ridurre il consumo di energia

## Collaudo

La fase di testing costituisce una parte essenziale e determinante del processo di sviluppo per qualsiasi dispositivo cellulare. Alcuni degli aspetti da considerare come l'analisi funzionale della modalità di funzionamento del dispositivo alla distanza massima servita dalla cella oppure all'interno di un seminterrato, il livello di precisione con cui il dispositivo riselecta una nuova cella, la "bontà" del funzionamento delle modalità a risparmio energetico oppure l'impatto del funzionamento alla periferia della cella sulla durata della batteria richiedono l'utilizzo di un simulatore di rete fornito da aziende come Anritsu. Per un dispositivo IoT le performance del modem potrebbero essere persino più critiche a causa dei costi legati alla sostituzione di un dispositivo che non funziona correttamente. Per ogni dispositivo mal funzionante, potrebbe essere necessario inviare un tecnico in una area remota, cosa estremamente costosa se ripetuta su vasta scala. Anche i test di certificazione sono un fattore da tenere nella massima considerazione.

Qualsiasi dispositivo cellulare deve dimostrare la propria conformità con i test case approvati ed essere certificato prima che un operatore possa utilizzare il dispositivo sulla propria rete.

Al fine di supportare le aziende che necessitano di certificazione dei dispositivi, Anritsu ha recentemente rilasciato ME7800L "Simple Conformance Test System", prima soluzione disponibile sul mercato in grado di supportare test case di conformità sia del protocollo sia RF/RRM su una piattaforma "approvata" a livello industriale (Fig. 4). Questo sistema a basso costo con-



Fig. 4 – Il semplice Conformance Test System ME7800L di Anritsu

sentirà agli sviluppatori di dispositivi NB-IoT di accedere a test case convalidati. La possibilità di effettuare collaudi "in-house" su una piattaforma certificata durante tutto il ciclo di vita del prodotto, grazie ai quali sarà possibile identificare e risolvere subito le non-conformità, si tradurrà in un risparmio in termini di costi e in una riduzione del time-to-market.



# La tecnologia in azienda non è più la stessa

Fondata negli Stati Uniti nel 1967, Computerworld è stata la prima pubblicazione specializzata in informatica al mondo ed è oggi letta in diversi formati cartacei e digitali da 12 milioni di persone in 47 Paesi.

Con la diffusione della tecnologia al di fuori dei reparti IT delle aziende, Computerworld ha cambiato argomenti e linguaggio per avvicinarsi a tutte le funzioni aziendali e agli innovatori di business che fanno del digitale lo strumento principe per migliorare le prestazioni, ottimizzare l'efficienza e offrire servizi di nuova generazione.

A tutti questi lettori Computerworld offre notizie, analisi, approfondimenti e risorse indispensabili per individuare le tendenze future, delineare le strategie di utilizzo delle nuove tecnologie e prendere decisioni informate sugli acquisti da effettuare.

[www.cwi.it](http://www.cwi.it) - [www.fieramilanomedia.it](http://www.fieramilanomedia.it) - [www.bimag.it](http://www.bimag.it)

## Ampliata la sua gamma di connettori Reduced Flange

I nuovi connettori RJF TV6 e USB3F TV di **Amphenol Socapex** sono due versioni Reduced Flange progettate per spazi essere utilizzate in applicazioni militari e ferroviarie dove lo spazio disponibile è limitato. Queste prese RJ e USB combinano le caratteristiche di risparmio di spazio e peso con le prestazioni equivalenti delle prese TV standard RJF TV6 e USB3F.

Il loro design riduce infatti del 40% l'area superficiale del pannello e i connettori sono anche il 15% più leggeri rispetto alle versioni standard. Questi prodotti sono particolarmente interessanti per applicazioni che richiedono l'installazione del maggior numero possibile di prese RJ45 o USB in uno spazio ridotto o quando vi sono limitazioni sul peso.



I connettori RJF TV6 a flangia ridotta supportano l'acquisizione e la trasmissione dei dati su Ethernet Categoria 6 per reti 10 BaseT, 100 BaseTX e 1000 BaseT in condizioni ambientali estreme. La versione a flangia ridotta del connettore USB3F TV garantisce, invece, prestazioni conformi alle specifiche USB 3.0. Entrambi i connettori utilizzano un meccanismo di accoppiamento filettato MIL-DTL-38999 serie III.

Per adattarsi ai limiti determinati da condizioni ambientali estreme, i connettori sono disponibili in diversi materiali e trattamenti superficiali.

## Doppio Controller DC/DC step-down sincrono da 150V

LTC7810 è un nuovo controller step-down sincrono DC/DC di **Analog Devices**. Si tratta di un componente non isolato per alta tensione a due uscite che pilota stadi di potenza a MOSFET interamente a canale-N. L'intervallo delle tensioni d'ingresso va da 4,5 V a 140 V (150 V max assoluti) elimina la necessità di dispositivi esterni per la soppressione dei picchi.

LTC7810 funziona con duty cycle fino al 100% durante gli abbassamenti della tensione d'ingresso fino a 4,1 V e può essere utilizzato per applicazioni riguardanti i trasporti, l'industria, la robotica e la comunicazione dati. La tensione d'uscita può essere predisposta da 1 V a 60 V con correnti in uscita fino a 20 A per canale, con un'efficienza fino al 96%. In modalità sleep, con l'ingresso a 48 V e le uscite regolate a 12 V e 3,3 V questo componente assorbe 16  $\mu$ A, aspetto particolarmente interessante per i sistemi di tipo always-on.

LTC7810 funziona a una frequenza fissa selezionabile tra 50 kHz e 750 kHz ed è sincronizzabile a un clock



esterno tra 75 kHz e 720 kHz. Sono disponibili due intervalli termici di funzionamento, per le versioni industriale ed estesa, con temperature di giunzione da -40° C a 125° C e una versione automotive per alte temperature da -40° C a 150° C.

## Il compilatore 2018.1 aggiunge il supporto di C++14

**Green Hills Software** ha annunciato la disponibilità del suo compilatore 2018.1 per la creazione di applicazioni software C e C++ embedded a 32 e 64 bit per tutte le principali architetture di processori. Questo compilatore è stato ottimizzato sul fronte delle prestazioni, con risultati come per esempio la velocità di elaborazione vettoriale che è stata triplicata.

Tra le altre caratteristiche del compilatore 2018.1 ci sono il supporto completo di C++14, la mitigazione di Spectre (Variante 1: CVE-2017-5753 e Variante 2: CVE-2017-5715) e il supporto dei più elevati livelli di sicurezza funzionale.

Gli obiettivi sono quelli di ridurre il time-to-market, di soddisfare i requisiti di sicurezza e di ottenere le migliori prestazioni dal processore in tutte le applicazioni tipiche dei mercati embedded, come automotive, controllo industriale, calcolo ad alte prestazioni (HPC), archiviazione digitale e prodotti consumer.

Il compilatore ottimizzato per C/C++ 2018.1 di Green Hills con l'ambiente di sviluppo MULTI IDE è disponibile per le architetture Arm, Intel, Power, RH850, TriCore, MIPS e ColdFire



## Nuovi monitor medicali

**LG Electronics** ha presentato la sua nuova serie di monitor espressamente dedicati alle applicazioni medicali. Il modello 21HK512D è un monitor diagnostico da 21,3 pollici e 3MP (1536x2048) con un elevato livello di

luminosità e dotato di un calibratore integrato che controlla quali colori necessitano di essere regolati, correggendo le imprecisioni al fine di garantire che le scansioni delle risonanze magnetiche (MRI) e delle CT (o TAC) vengano visualizzate in modo chiaro.



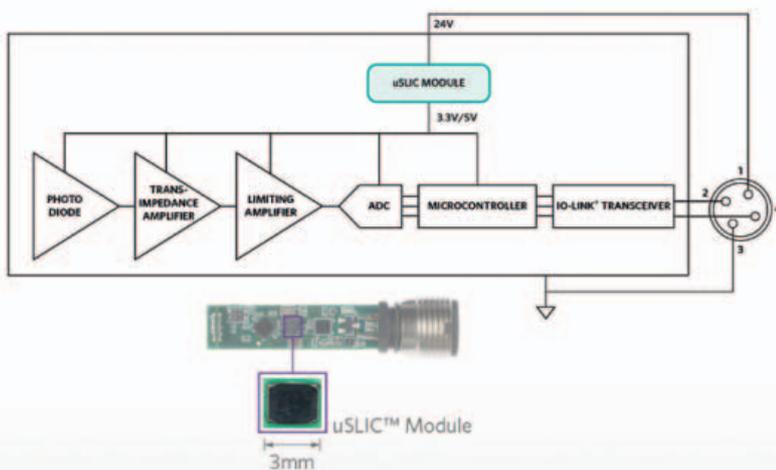
Clinical Review Monitor (19HK312C) da 1.3 MP (1.280 x 1.024), invece, è dotato di uno schermo IPS da 19 pollici in formato 5:4, che può essere collegato alle apparecchiature ospedaliere esistenti. Come tutti i monitor medicali di LG, entrambi i modelli sono conformi allo standard Dicom 14 (Digital Imaging e Communications in Medicine).

### Moduli di alimentazione Himalaya uSLIC compatti

**Maxim Integrated Products** ha sviluppato una famiglia di moduli uSLIC (micro system-level IC), per l'alimentazione DC-DC, particolarmente compatti (2,6 x 3x 1,5 mm). I moduli MAXM17532 e MAXM15462, fanno parte della gamma Himalaya di Maxim: soluzioni di alimentazione rivolte ai mercati dell'industria, sanità, comunicazioni e consumer.

I moduli di alimentazione uSLIC di Maxim riducono di 2,25 volte le dimensioni delle soluzioni di alimentazione. Questo risultato è ottenuto integrando un regolatore buck Himalaya sincrono ad ampia gamma di ingresso con i FET, la compensazione, altre funzioni ed un induttore.

Optical Sensor Powered by Himalaya uSLIC Modules  
MAXM17532 and MAXM15462



**CWIEME  
BERLIN**

[www.coilwindingexpo.com/berlin](http://www.coilwindingexpo.com/berlin)  
19-21 June 2018 Messe Berlin

**VIENICI A  
TROVARE!  
19-21  
GIUGNO  
2018**

**CWIEME BERLINO  
E' LA FIERA LEADER  
DELLE TECNOLOGIE  
E MATERIALI PER LA  
PRODUZIONE DI MOTORI  
ELETTRICI, GENERATORI  
E TRASFORMATORI.**

**6,700+  
ESPOSITORI**

**750+  
PROFESSIONISTI  
DEL SETTORE**

**84+ PAESI  
RAPPRESENTATI**

**REGISTRATI PER UN  
PASS GRATUITO**

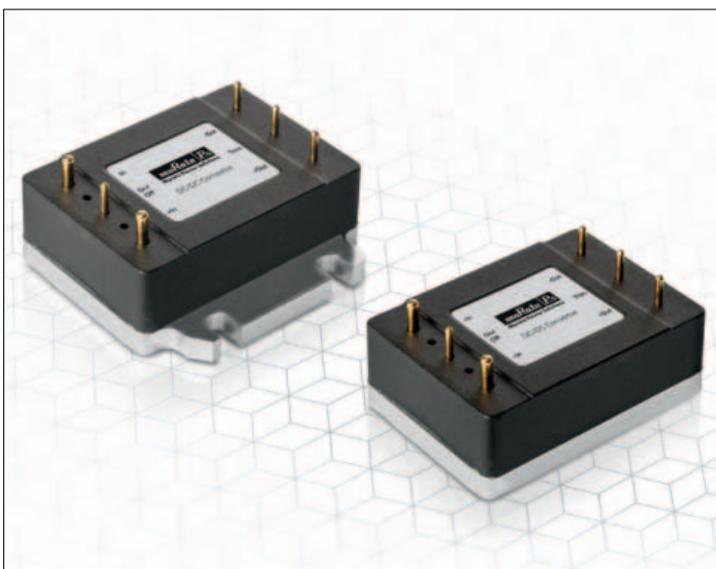
La combinazione di questi componenti consente ai progettisti di utilizzare i moduli in sistemi con forti limitazioni di spazio, ottenendo al contempo la conformità agli standard meccanici ed EMI.

I nuovi moduli funzionano con un'ampia gamma di tensioni di ingresso, da 4 V a 42 V, sono utilizzabili per molteplici applicazioni con tensioni di ingresso nominali di 5 V, 12 V, 24 V e 36 V mantenendo un ampio margine di affidabilità e operano nella gamma di temperatura compresa tra -40 e +125 gradi Celsius.

## Nuovi convertitori DC/DC per applicazioni industriali e ferroviarie

**Murata Power Solutions** ha annunciato l'introduzione di una serie di convertitori DC-DC incapsulati in formato 1/16 brick concepita per l'utilizzo in applicazioni nei settori industriale, ferroviario e dei sistemi mobili per uso industriale (industrial mobility).

I convertitori della linea IRS-Q48 da 50 W sono caratterizzati da una tensione di isolamento tra ingresso e uscita di 2.250 VDC e hanno uscite di 3,3, 5 e 12 VDC in



grado di erogare una potenza massima di 50 W. Il range di tensioni di ingresso ( $V_{in}$ ) compreso tra 18 e 75 VDC soddisfa i requisiti previsti da EN50155 per le tensioni di ingresso nominali di 37,5 e 48 VDC anche in presenza di condizioni di brownout e di fenomeni transitori. I convertitori IRS-Q48 sono disponibili in versioni con baseplate standard oppure dotato di flange per supportare varie configurazioni per il sistema di raffreddamento per conduzione. Tra gli altri possibili impieghi ci sono i sistemi a batteria a 12, 24 e 48V, sistemi per smart grid, sistemi intermediate bus oltre ad apparecchiature di networking che devono operare in ambienti gravosi, sistemi di networking wireless per il mobile computing e apparati di test.

## Target Board a basso costo per MCU RX di Renesas

**Renesas Electronics Corporation** ha annunciato la disponibilità di tre nuove Target Board rispettivamente per i microcontroller RX65N, RX130 e RX231, ciascuna



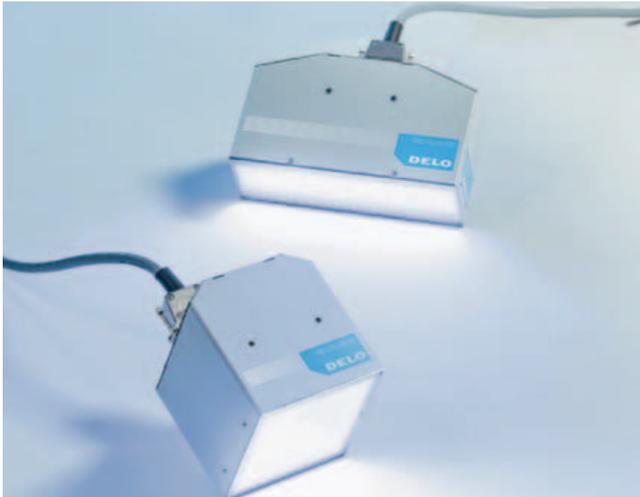
progettata per aiutare a raggiungere velocemente la massima efficienza nello sviluppo di elettrodomestici con interfaccia touch e applicazioni per automazione sia industriale che civile. Ogni kit di sviluppo include uno strumento di debug on-chip che consente la progettazione dell'applicazione senza richiedere investimenti in ulteriori strumenti. Le connessioni per i pin di tipo "through-hole" consentono l'accesso a tutti i segnali del microcontroller, facilitando l'interconnessione con le breadboard standard per la prototipazione rapida.

Le RX Target Board offrono, fra l'altro, una demo di codice sorgente e varie note applicative.

Prossimamente saranno disponibili ulteriori varianti di Target Board che forniranno la copertura completa dell'intera famiglia RX, dalla serie RX100 a basso consumo alle serie RX700 a più alte prestazioni.

## Nuova generazione di lampade per la polimerizzazione

**DELO Industrial Adhesives** ha realizzato una nuova generazione di lampade per la polimerizzazione. Si tratta di due modelli LED con una lunghezza d'onda di 365 Nm siglate rispettivamente DELOLUX 20/365 e DELOLUX 202/365. Questi nuovi prodotti sono caratterizzati da un'intensità luminosa nettamente maggiore e un'efficienza energetica migliore con dimensioni molto più compatte rispetto ai modelli precedenti. L'area di uscita della luce delle nuove sorgenti luminose è rispettivamente di 100 x 100 mm<sup>2</sup> e 202 x 49 mm<sup>2</sup>. Entrambe le lampade di polimerizzazione sono disponibili in versione da 1200 mW/cm<sup>2</sup> e da 600 mW/cm<sup>2</sup>. Il ricorso a livelli di intensità della luce molto elevati è particolar-



mente utile nel caso in cui uno strato di adesivo deve essere polimerizzato velocemente tra due componenti difficili da irradiare, o quando, per ragioni costruttive, i materiali da unire si trovano molto lontano dalla sorgente luminosa.

### Prodotti con i processori Intel di ottava generazione

**Kontron** ha annunciato nuove schede, moduli e sistemi embedded basati sui processori Intel Core/Xeon di

ottava generazione, quelli con il nome in codice Coffee Lake. I primi prodotti con questa nuova generazione di processori saranno disponibili su moduli COM Express a partire da giugno 2018.

Le nuove piattaforme sono disponibili con CPU a due, quattro e sei core, con una memoria DDR4 fino a 64 GB. Le nuove schede e moduli supportano la memoria Intel Optane e la tecnologia di archiviazione NVMe SSD.

Il supporto per USB 3.1 fino a 10 Gbps e il supporto per USB di tipo C offrono il doppio della larghezza di banda rispetto a USB 3.0 per il trasferimento dei dati. È possibile inoltre controllare quattro display 4 K, tre dei quali separatamente.

Le nuove piattaforme sono utilizzabili per applicazioni di comunicazione, digital signage, giochi professionali e intrattenimento, imaging medico, sorveglianza e sicurezza. Sono anche adatti per il controllo di sistemi industriali, macchine e robot.



**kontron**

# Fai crescere il tuo business

RACCONTA ORA LA TUA STORIA D'IMPRESA

## BiMag la condividerà



## Connettori per risparmiare tempo

I connettori per FPC (Flexible Printed Circuit)/FFC (Flexible Flat Cable) di **Omron Electronics** dotati di sistema BackLock, il meccanismo bloccacavo che utilizza un cursore rotante, offrono la possibilità di ridurre i tempi di assemblaggio sulle linee produttive, con i relativi vantaggi in termini economici.

Molti produttori, infatti, offrono i connettori FPC con il fermo bloccacavo in posizione chiusa ma il meccanismo previsto da Omron permette di fornire il connettore con il fermo in posizione aperta rendendo più veloce l'assemblaggio. Il sistema di ritenzione, inoltre, è stato progettato per fornire una connessione affidabile e la protezione del cavo.

La gamma comprende connettori da 6 a 60 pin offerti su bobine da 100 o 1.500 pezzi. Il passo varia da 0,25 mm a 0,5 mm.



Le possibili applicazioni comprendono dispositivi wearable, smartphone, proiettori, unità a ultrasuoni, prodotti di sicurezza e moduli embedded.

## Alimentatori con potenza di picco fino a 206 W

**TDK** ha presentato la serie di alimentatori CUS200LD. Sono unità AC/DC con potenza di 120 W se usati con raffreddamento convenzionale e 150 W se invece si utilizza una base di alluminio per raffreddamento per conduzione. Il livello massimo è di 206 W per 10 secondi. La tensione di ingresso in alternata va da 85 CV a 265 V, mentre per l'uscita i valori disponibili sono di 5V, 7,5 V, 12 V, 15 V, 24 V e 48 V. Il package è di tipo low profile e misura 160 x 60 x 31mm.

Per le temperature operative, tutti i modelli della serie CUS200LD hanno una temperatura di start up di -40° C e possono funzionare in una gamma di temperature comprese fra -20 e +70° C, con un derating da +45° C (raffreddamento a conduzione) fino al 40% a 70° C. Le possibilità di impiego spaziano dalle applicazioni di LED



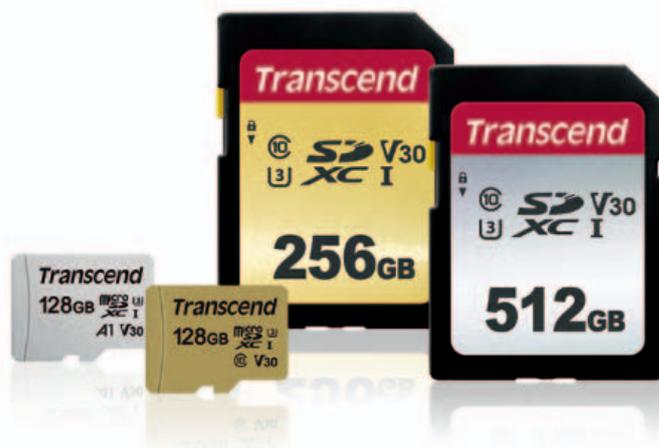
signage a quelle industriali, ma anche broadcast, T&M e dispositivi per le comunicazioni.

## Nuove schede SD e microSD

**Transcend Information** ha annunciato la disponibilità delle nuove schede SD e microSD serie 500S e serie 300S.

Le schede della serie SD 300S hanno una capacità da 16 GB a 512 GB mentre le schede microSD della serie 300S vanno invece da 16 GB a 128 GB. I modelli SD 500S offrono capacità da 8 GB a 256 GB e le schede microSD 500S da 8 GB a 128 GB.

La velocità di trasferimento dichiarata da produttore per la serie 300S supera i 95 MB/s in velocità di lettura e 45 MB/s in scrittura (60 MB/s per la serie 500S).



Le schede microSD da 128 GB, serie 300S soddisfano i più recenti standard Application Performance Class 1 (A1) della SD Association per la reattività. La serie Gold 500S, costruita con flash MLC, è particolarmente interessante per le action camera e i droni grazie anche all'elevata resistenza. Le schede SD e micro SD della serie 300S argento sono invece state progettate per il mercato degli smartphone.

## L'ULTIMA FRONTIERA DELLA RICERCA SUGLI APPARECCHI ACUSTICI

### IN QUESTO NUMERO

#### III Mercati/Attualità

- › Sviluppato un nuovo sensore per la frequenza cardiaca
- › Ampliata la gamma di soluzioni per IoT e wearable
- › Distribuito il ricevitore di energia wireless STWLC33
- › Gli sviluppi del mercato delle neurotecnologie

#### V L'ultima frontiera della ricerca sugli apparecchi acustici

#### X Schede per workstation ad alte prestazioni per l'elaborazione delle immagini

#### XII Monitoraggio "senza stress" della frequenza cardiaca

#### XV L'importanza della sicurezza nei dispositivi medicali

#### XVIII News

- › Alimentatore per le strutture sanitarie ad alta quota
- › Nuovi alimentatori AC/DC da 350W
- › Condensatori al tantalio per dispositivi medicali non critici
- › Multimetro per ambienti sterili
- › Connettori push-pull in plastica



**XP Power**



**GCU500**  
Series

XP Power presenta  
l'alimentatore da **500 Watt** in  
dimensioni ridotte con  
**certificazioni IT & Medicali**



Visita il nostro sito per richiedere una copia del nostro Catalogo per vedere la nostra gamma completa di alimentatori.

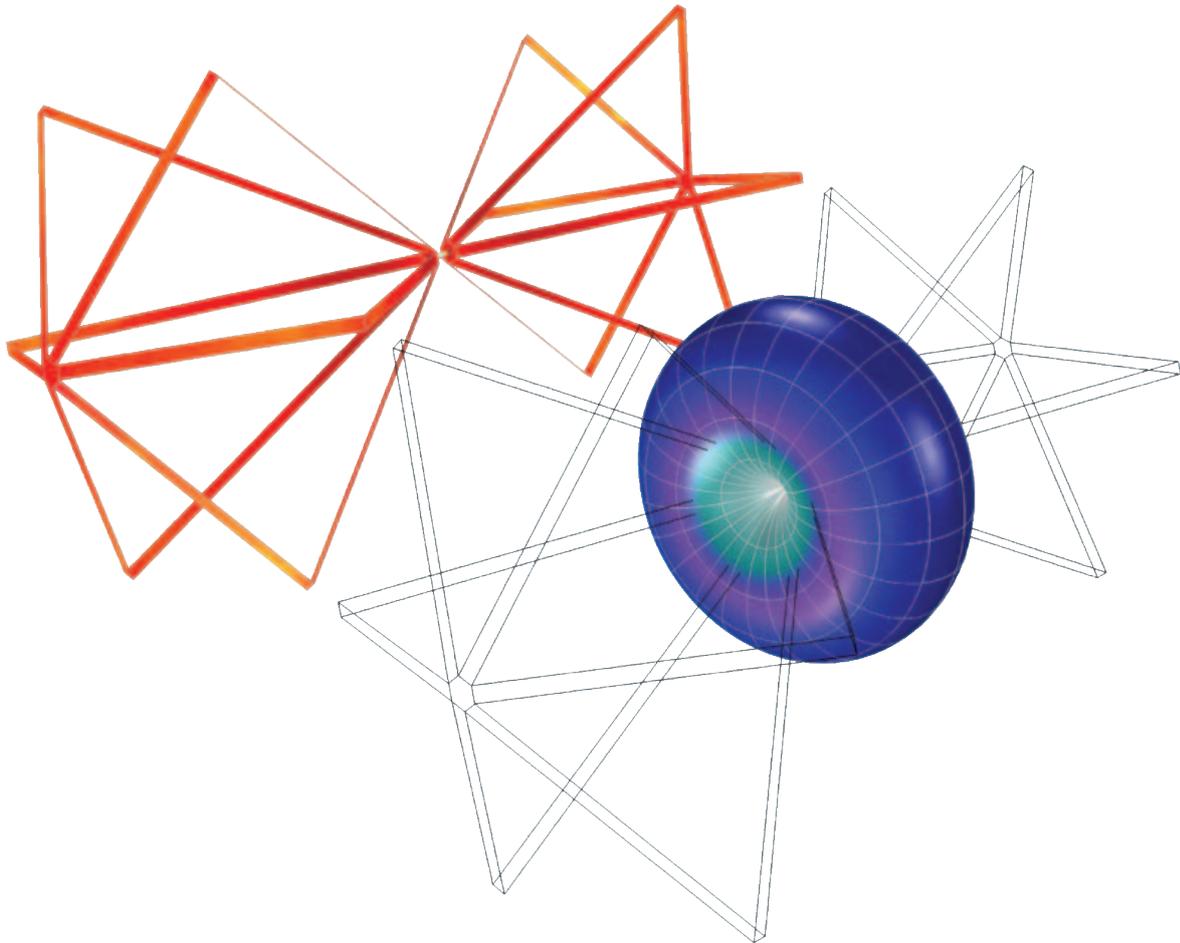


**XP Power**  
[www.xppower.com/it](http://www.xppower.com/it)

XP Power Srl  
Via G.B. Piranesi, 25  
20137 Milano

Tel : +39 02 70103517  
Fax : +39 02 70005692  
Email : [itsales@xppower.com](mailto:itsales@xppower.com)

*È il momento di adattare il mondo reale alle tue simulazioni elettromagnetiche.*



*Visualizzazione del modulo del campo elettrico e diagramma di radiazione in campo lontano di un'antenna a telaio biconico.*

Per progettare dispositivi elettronici più efficienti e produttivi, finora ti sei dovuto affidare alle misurazioni sperimentali delle antenne. Ma esiste un altro modo: se sai quali sono gli aspetti del mondo reale davvero rilevanti per il tuo progetto, puoi affidarti alla simulazione.

Il software COMSOL Multiphysics® permette di simulare progetti, dispositivi e processi in ogni ambito tecnologico, dall'industria alla ricerca. Scopri quali vantaggi può portare alla simulazione elettromagnetica.

[comsol.blog/EM-simulations](https://www.comsol.com/blog/EM-simulations)



## Sviluppato un nuovo sensore per la frequenza cardiaca

Rohm ha reso disponibile BH1792GLC, un nuovo sensore ottico per la misurazione della frequenza cardiaca da utilizzare per smartband, smartwatch o anche smartphone e altri dispositivi portatili che richiedono il rilevamento di segnali vitali.

Caratteristica particolarmente interessante è la sua elevata velocità di campionamento (1.024 Hz), che può essere utilizzata per determinare lo stress e l'età vascolare. BH1792GLC, si distingue inoltre per una elevata accuratezza di rilevamento



ed un basso assorbimento di corrente, pari ad appena 0,44 mA, durante il funzionamento. Il sensore di frequenza cardiaca funziona con una tensione di alimentazione compresa fra 2,5 V e 3,6 V. La temperatura

di esercizio si attesta fra -20° C e +85° C. Oltre alla misurazione della frequenza cardiaca, un sensore ad infrarossi consente di stabilire quando il dispositivo è indossato.

## Ampliata la gamma di soluzioni per IoT e wearable

ON Semiconductor ha realizzato un nuovo shield multi sensore e ha rilasciato un aggiornamento del software del suo IoT Development Kit (IDK) per supportare gli sviluppatori di applicazioni IoT. L'obiettivo è quello di accelerare i tempi di sviluppo di dispositivi wearable, industriali, wellness, ma anche per le smart



home e per applicazioni di predictive maintenance. Lo shield integra una serie di sensori ambientali e inerziali che possono essere combinati, per esempio, con lo shield Bluetooth low energy per consentire una prototipazione rapida di numerose soluzioni wearable o IoT industriali. L'IDK, invece, è una piattaforma modulare node-to-cloud che permette lo sviluppo, la valutazione e una prototipazione rapida di soluzioni IoT. La versione 4.0 integra il supporto nativo per cloud IBM mentre il sistema operativo integrato in esecuzione sulla motherboard dell'IDK è stato aggiornato alla versione mbed 5.5.

## La nuova generazione è arrivata. E' piccola e potente.



Ecco la prova che potenza non significa grandi dimensioni. Il nostro nuovo arrivato - l'alimentatore programmabile **GENESYS™** - racchiude 5kW in solo 1U. Questa è la maggiore densità di potenza mai ottenuta: è possibile mettere in parallelo fino a quattro unità **GENESYS™** per 20kW di potenza possibile.

Inoltre il **GENESYS™** è dotato di preziose caratteristiche fra cui una nuova funzione di limite di potenza costante.

Offre anche un'ampia scelta di interfacce di comunicazione (RS232/485, USB, LAN), la più vasta gamma di tensioni di ingresso trifase fino a 528Vac ed una varietà di modelli con uscite che vanno da 0-10Vdc 500A a 0-600Vdc 8,5A.

Tutto ciò conferma che è arrivato il più piccolo, leggero e potente alimentatore programmabile da 5kW.

Scopri di più su: [it.tdk-lambda.com/genesysplus](http://it.tdk-lambda.com/genesysplus)

### TDK-Lambda



TDK-Lambda in Italia +39 02 61293863

## Distribuito il ricevitore di energia wireless STWLC33

**Mouser Electronics** ha iniziato la distribuzione del ricevitore induttivo wireless STWLC33 di **STMicroelectronics**. Questo componente fa parte della serie di soluzioni per il trasferimento dell'energia di ST ed è ottimizzato per applicazioni di ricarica ad alta velocità e fino a 15W su dispositivi portatili. Il ricevitore è una soluzione dual mode, in grado di operare sia con il protocollo Qi 1.2 del WPC (Wireless Power Consortium), sia con quello PMA-SR1 dell'alleanza AirFuel.

STWLC33 si basa su un microcontroller con core ARM Cortex-M a 32 bit che opera a 32 MHz ed è dotato di 32 Kbyte di memoria ROM/firmware e di 8 Kbyte di RAM.

L'efficienza del sistema raggiunge l'80% ed è caratterizzato da una dissipazione limitata grazie anche a soluzioni specifiche come per esempio l'impiego di rettificatori sincroni a bassa impedenza. STWLC33 può essere utilizzato per applicazioni come per esempio dispositivi medicali, wearable, ma anche telefoni.



## Gli sviluppi del mercato delle neurotecnologie

In base ai dati di **Yole Développement**, pubblicati in un recente report, il mercato delle neurotecnologie dovrebbe raggiungere 7,4 miliardi di dollari nel 2023 (nel 2017 è stato di 4,6 miliardi di dollari), con un CAGR dell'8,3% nel periodo compreso fra il 2017 e il 2023. Nell'andamento del mercato, gli analisti hanno rilevato un punto di inflessione nel 2011 che evidenziava un crescente interesse verso le neurotecnologie, seguito nel 2015 da un altro punto di inflessione con un aumento dei fondi raccolti per la ricerca e dalle aziende. In base a questi dati gli analisti ritengono che ci sarà un altro punto di inflessione particolarmente importante nell'andamento di questo settore entro i prossimi 15 anni. La prevalenza di questo mercato è costituito dalla neurostimolazione con grandi player che raccolgono la maggior parte delle quote di mercato. Gli analisti però stanno rilevando un leggero spostamento delle quote di mercato grazie al miglioramento delle tecnologie da parte di piccoli player. I neurostimolatori impiantati, come per esempio quelli per il midollo spinale per il trattamento del dolore oppure quelli per il trattamento del morbo di Parkinson e dell'epilessia costituiscono ancora una larga parte dei prodotti venduti. Volendo fare un confronto, il mercato del neurosensing per la diagnostica e la ricerca è più maturo quando si considera l'EEG (elettroencefalografia) nelle applicazioni cliniche. Si prevede che le BCI (interfacce neurali) avranno la crescita maggiore nei prossimi decenni.

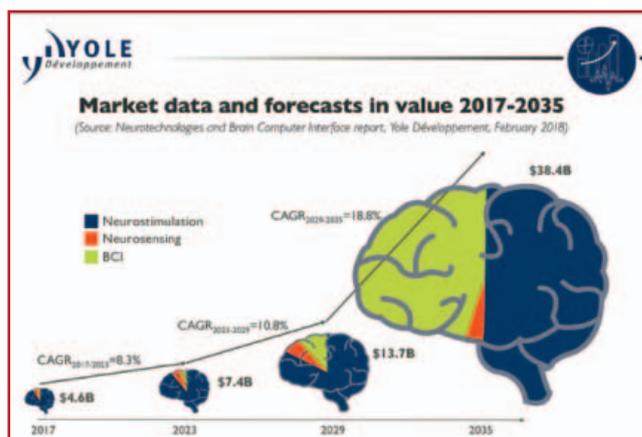


Fig1 - Andamento del mercato delle neurotecnologie diviso per settori (neurostimolazione, neurosensing e BCI) (Fonte Yole)

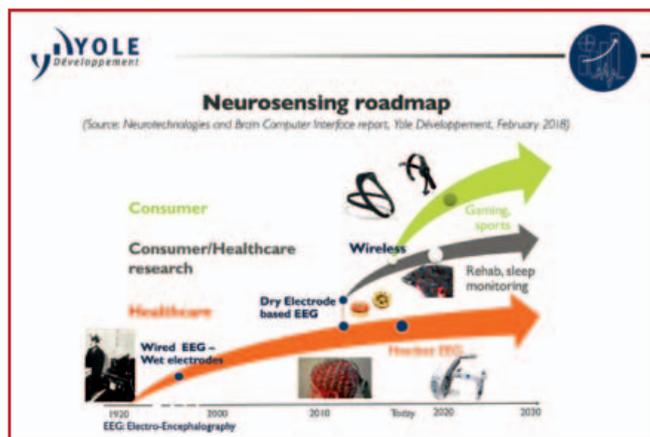


Fig2 - Roadmap per l'evoluzione dei sistemi di neurosensing (Fonte Yole)

Diverse aziende focalizzate sulla ricerca sono attualmente molto attive per sviluppare la nuova generazione di elettrodi e sistemi per rispondere alla forte domanda di applicazioni BCI. Un indicatore molto importante per verificare il dinamismo del settore delle neuroscienze è costituito dal numero di brevetti specifici registrati. Per fare un esempio, il settore del neurosensing ha visto oltre 16.000 brevetti pubblicati in un periodo di 75 anni, ma il 25% è stato pubblicato nell'ultimo decennio. Secondo gli analisti di Yole Développement, questo settore sta mostrando due ondate principali per quanto riguarda la pubblicazione dei brevetti. La prima va dal 2002 al 2010, mentre dal 2011 si può notare una evidente intensificazione nel numero di brevetti registrati, grazie anche all'arrivo di nuove aziende molto attive su questo versante (anche con oltre 25 brevetti all'anno). Un aspetto particolarmente interessante è che recentemente alcune aziende che operano nel settore BCI stanno lavorando con l'obiettivo di portare la loro tecnologia anche al di fuori dell'ambiente delle applicazioni medicali. L'intento è quello di usare i segnali del cervello per il controllo di dispositivi in ambiti come per esempio quello militare, ma anche quello consumer. Alcune aziende sono già coinvolte nello sviluppo di applicazioni per la digitazione usando i segnali cerebrali oppure per interfacce di controllo delle app senza utilizzare gesture.

# L'ultima frontiera della ricerca sugli apparecchi acustici

Gli specialisti di Knowles e i produttori di apparecchi acustici uniti per risolvere il problema del feedback con la simulazione multifisica

**Gary Dagastine • COMSOL**

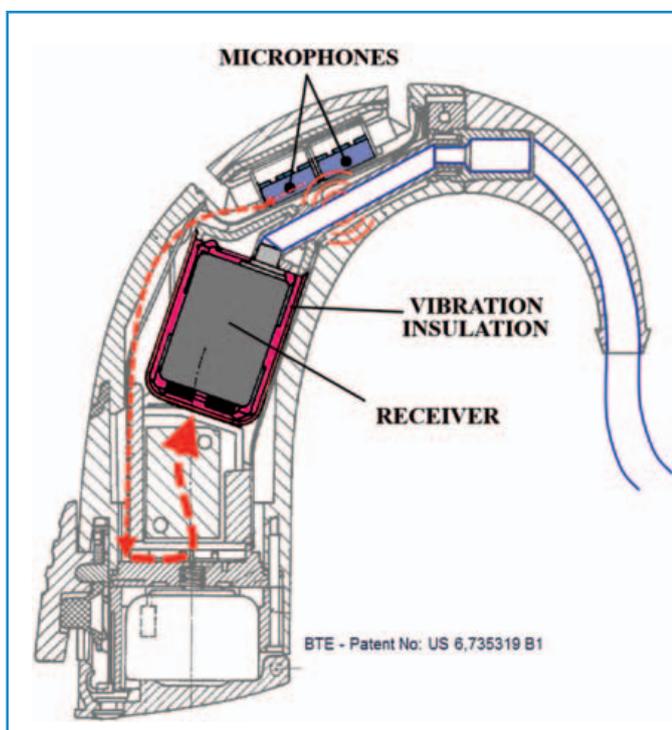
Negli Stati Uniti, si calcola che quasi il 20% della popolazione soffra di un deficit uditivo – anche se questa cifra potrebbe in realtà essere più alta, perché molte persone non ammettono volentieri di avere problemi di udito. Chi accetta di farsi curare si affida a discrete protesi acustiche miniaturizzate per migliorare l'udito e, di conseguenza, la propria qualità della vita. Trasformare un prototipo in un apparecchio acustico pronto per il mercato richiede uno sforzo significativo in termini di Ricerca & Sviluppo.

Ogni giorno la progettazione di apparecchi acustici impone sfide tecniche ai ricercatori. Il feedback è uno dei problemi principali, perché causa stridii e fischi acuti e limita il guadagno che il dispositivo può offri-

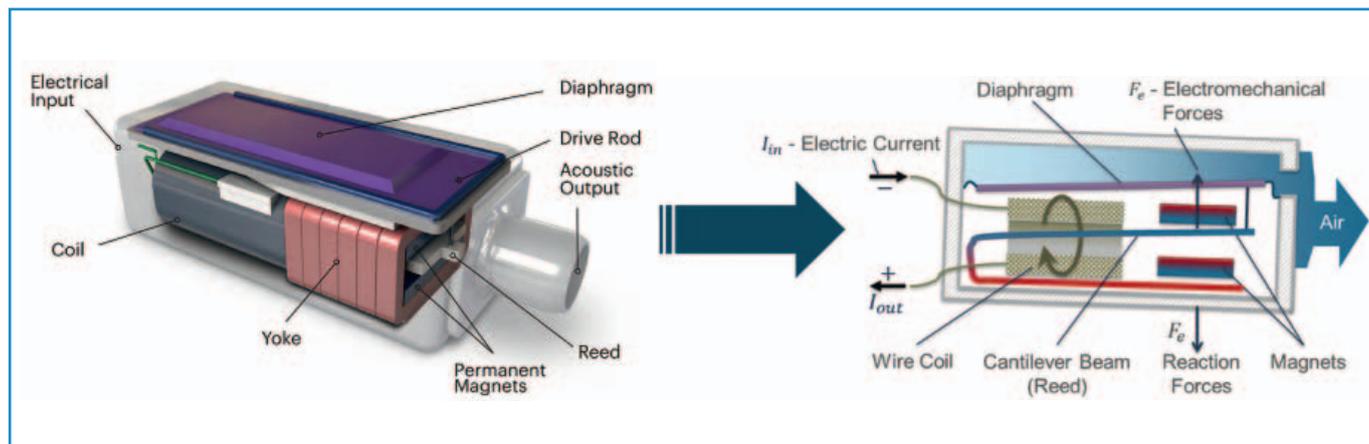
re. “Il feedback di solito si verifica quando il microfono dell'apparecchio acustico coglie suoni o vibrazioni che vengono inavvertitamente deviati da quanto viene indirizzato nel canale uditivo, e li rimanda indietro nell'amplificatore, generando oscillazioni indesiderate”, spiega Brenno Varanda, senior electroacoustic engineer di Knowles, azienda con sede a Itasca (Illinois).

“Per molti dei clienti di Knowles, la progettazione di un nuovo apparecchio acustico è un processo lungo e costoso, che può durare tra i 2 e i 6 anni prima di giungere a una conclusione”, spiega Varanda.

Una modellazione accurata aiuta i progettisti a scegliere gli altoparlanti, a rifinire le montature di isolamento dalle vibrazioni e tutte le componenti dell'involucro,



**Fig. 1** – Una tipica protesi retroauricolare comprende microfoni, un dispositivo per l'isolamento dalle vibrazioni e un ricevitore, insieme ad altri componenti. Lo spazio ristretto di tutti questi componenti facilita l'insorgere del fenomeno problematico del feedback acustico e meccanico (Immagine: Knowles Corp.)

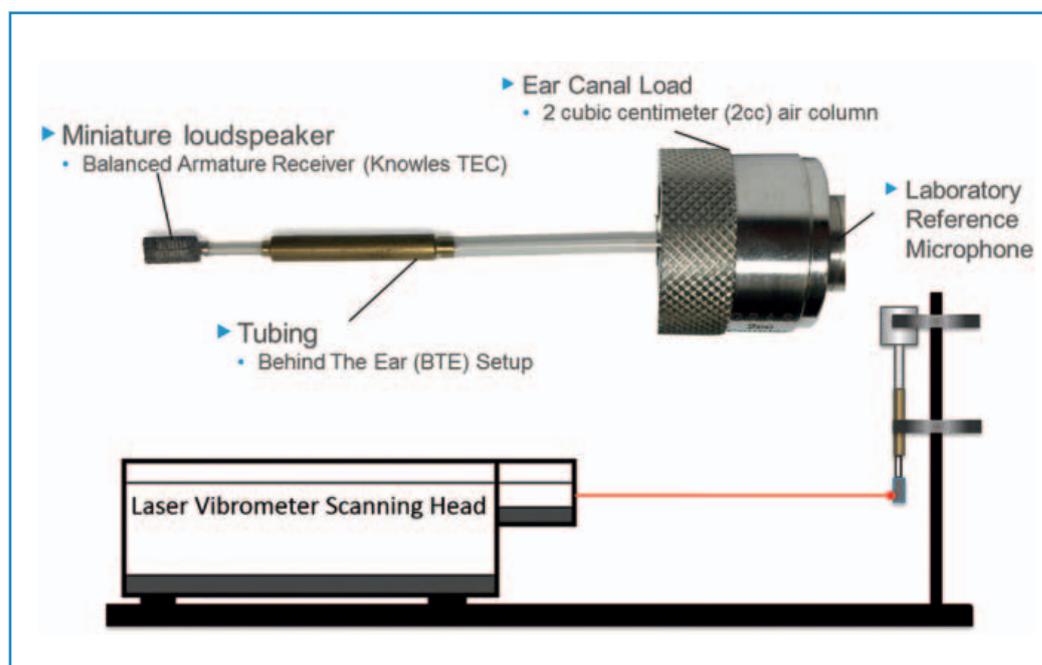


**Fig. 2** – Un ricevitore, componente chiave di un apparecchio acustico, contiene un piccolo altoparlante con un diaframma controllato magneticamente che genera il suono. Le forze elettromagnetiche interne causano una vibrazione strutturale che provoca il feedback meccanico

per ridurre la quantità di energia dell'altoparlante che viene restituita al microfono. Il settore ha un urgente bisogno di modelli semplici di trasduttori che possano accelerare il processo e offrire opzioni più efficaci ai consumatori. I modelli completi di altoparlanti e microfoni sono molto complessi e considerano molti fattori che non sono necessari per il controllo del feedback. “Se da una parte la comprensione degli aspetti fisici di elettromagnetismo, meccanica e acustica dei nostri trasduttori è importante per i progettisti di Knowles, per i nostri clienti tutta questa complessità non è necessariamente utile”, osserva Varanda. Knowles, leader mondiale nella fornitura di trasduttori per protesi acustiche, sistemi audio intelligenti e componenti acustici specializzati, ha dato vita a un'iniziativa multilaterale per sviluppare modelli vibroacustici di trasduttori facili da implementare e compatibili con le esigenze dei suoi clienti in ambito acustico-medico. Questi modelli hanno lo scopo di aiutare i progettisti di apparecchi acustici a passare dalla fase di prototipo al prodotto finito in modo più efficiente, senza dover rinunciare all'accuratezza.

**La progettazione di apparecchi acustici e il problema del feedback**  
Durante la progettazione delle protesi acustiche, i tecnici devono tenere conto di due esi-

genze fondamentali, in conflitto l'una con l'altra. Gli apparecchi devono essere compatti e discreti, ma essere ugualmente in grado di offrire un'emissione di suono potente per superare il deficit uditivo dell'utente. È molto più probabile che l'utente indossi un apparecchio acustico se è discreto e leggero: è questo che rende più arduo risolvere il problema del feedback. “Una sfida progettuale frequente è il problema di concentrare tutti i componenti hardware nello spazio più ristretto possibile senza causare un feedback da instabilità”, continua Varanda. La struttura tipica di un piccolo apparecchio acustico retroauricolare (behind-the-ear, BTE) comprende un microfono per convertire i suoni ambientali in segnali elettrici, un processore e amplificatore di segnale



**Fig. 3** – Hardware e schema per la preparazione dell'esperimento

digitale per elaborare e amplificare i segnali elettrici, e infine un piccolo altoparlante, noto anche come ricevitore (Fig. 1).

Il ricevitore riceve segnali elettrici amplificati e li converte in energia acustica, o suono, che viene quindi portato all'interno del canale uditivo tramite un tubicino o un auricolare.

Il ricevitore contiene una leva controllata elettromagneticamente, chiamata ancia, connessa a un diaframma che genera il suono attraverso il suo movimento oscillatorio.

Le forze elettromeccaniche interne generano a loro volta forze di reazione che trasmettono le vibrazioni lungo l'involucro della protesi, creando un suono che viene raccolto dal microfono. Il segnale viene quindi accresciuto dall'amplificatore e riportato nel ricevitore, causando il feedback. Questo percorso è mostrato in figura 1.

### Il modello "Black Box"

L'unica funzione del ricevitore è convertire in suono il segnale elettrico amplificato dal microfono. Se la costruzione può sembrare semplice, il processo è piuttosto complesso (Fig. 2). Il segnale elettrico viene dapprima convertito in segnale magnetico, poi in segnale meccanico e infine in segnale acustico. Ciascuna di queste fasi ha le proprie caratteristiche dipendenti dalla frequenza. Comprendere gli effetti combinati di tutti i componenti interni è fondamentale per poter progettare in modo efficiente ricevitori per tutti i diversi tipi di protesi acustiche. Dal 1960, i tecnici in Knowles hanno utilizzato equivalenti di circuiti complessi per modellare tutti gli effetti elettrico-magnetico-meccanico-acustici interni.

Modellare accuratamente tutta la complessità di un ricevitore richiede un modello multifisico agli elementi finiti incredibilmente elaborato e di grandi dimensioni, decisamente poco pratico per una progettazione rapida ed efficiente delle protesi acustiche.

Questo problema è stato risolto nel 2013, quando il dr. Daniel Warren, esperto nel campo acustico-medico e nella ricerca su ricevitori e microfoni, ha introdotto un cosiddetto modello "black box".

La progettazione con questo modello si basa su una quantità minima di elementi circuitali semplici per restituire la funzione essenziale di trasferimento elettroacustico tra segnale elettrico e livello di pressione sonora in uscita per ricevitori ad armatura bilanciata, lasciando

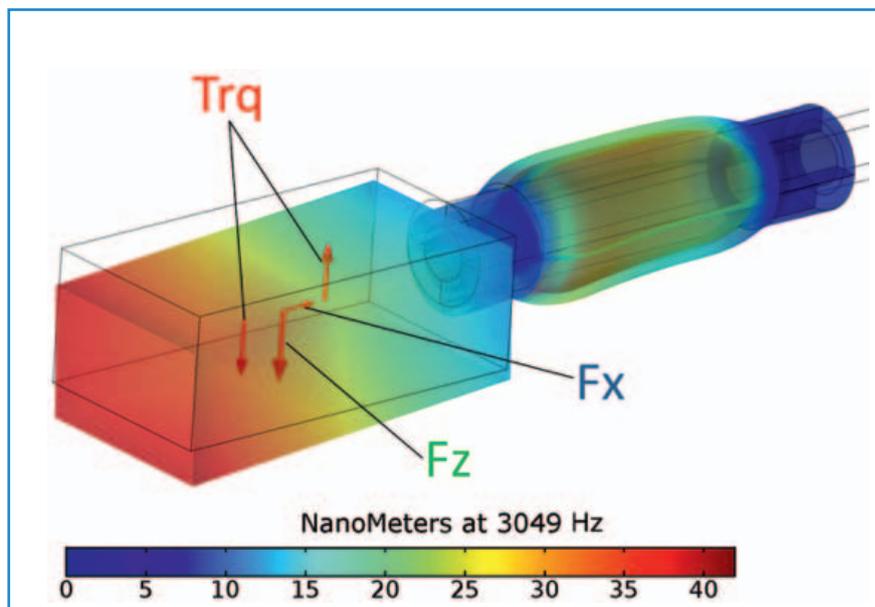


Fig. 4 – I risultati della simulazione per la forza e lo spostamento a 3 kHz per l'attacco del ricevitore e del tubo di silicone

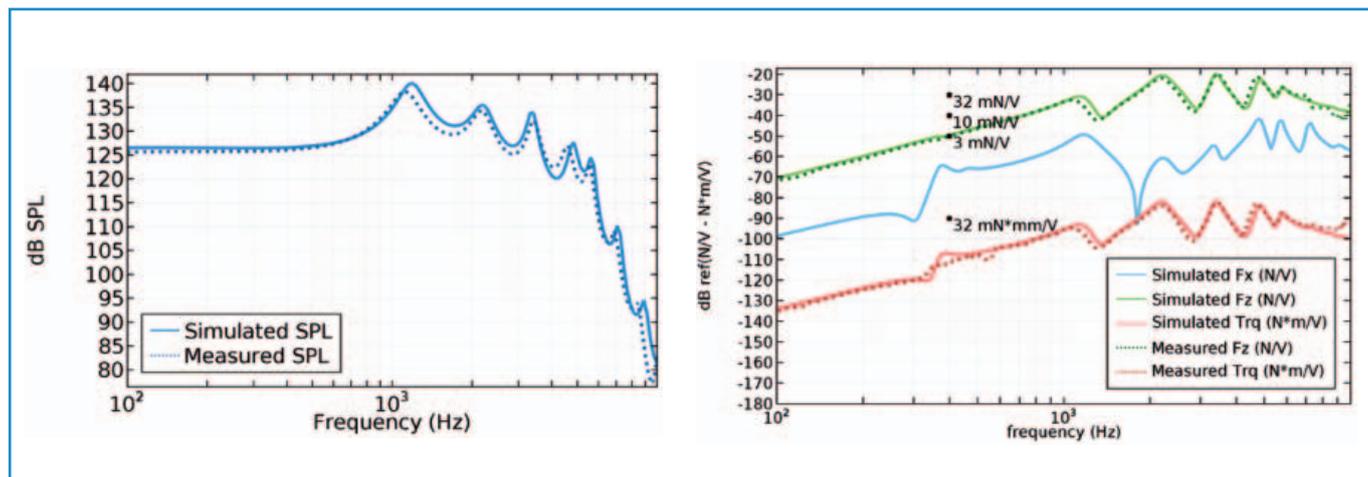
da parte i fattori che non hanno rilevanza per il controllo del feedback. Un momento chiave nella semplificazione del modello si è verificato quando Warren e Varanda hanno dimostrato che il circuito elettroacustico semplificato poteva essere convertito in un potente modello vibroacustico aggiungendo una complessità minima al modello. "La conversione si ottiene indagando una parte del circuito 'black box', in cui il segnale elettrico attraverso gli induttori è direttamente proporzionale alle forze meccaniche interne responsabili per la vibrazione strutturale", spiega Warren.

I modelli "black box" e vibroacustico devono essere verificati e validati rispetto a condizioni acustiche e meccaniche di riferimento prima che i progettisti possano cominciare a usarli per sviluppare il prodotto. Nel 2014 ha preso avvio una collaborazione internazionale tra Knowles e i suoi clienti per validare i modelli utilizzando il software COMSOL Multiphysics e le prove sperimentali standard di settore.

### Lavorare insieme per la validazione

Per validare i modelli, i tecnici avevano la necessità di misurare contemporaneamente il suono in uscita e le forze di vibrazione, utilizzando una struttura che potesse essere facilmente modellata con un'analisi agli elementi finiti.

Come i normali test per le protesi acustiche, anche questa prova ha richiesto il collegamento di un ricevitore a una piccola porzione di tubo, che conduceva a una cavità chiusa di 2 centimetri cubici di volume (2 cc), il che corrisponde a un carico standard del canale acustico, come mostrato in figura 3. La pressione acustica



**Fig. 5** – A sinistra: il livello di pressione acustica misurato (linea tratteggiata) e simulato (linea continua) in un accoppiamento da 2 cc. A destra: Le forze e il momento misurati (linea tratteggiata) e simulati (linea continua) che agiscono sul ricevitore

interna alla cavità viene misurata con un microfono da laboratorio. Per verificare la robustezza del modello, il ricevitore è stato testato anche utilizzando un complesso insieme di tubicini simile a una protesi retroauricolare. Nel progetto questo lungo sistema di tubi varia in diametro ed è abbastanza lungo da sostenere risonanze acustiche multiple. Mentre viene misurato il risultato acustico in uscita, un vibrometro laser registra anche i movimenti strutturali del ricevitore. Sono misurati sia i movimenti di traslazione sia quelli di rotazione, osservando il movimento su diversi punti della superficie dell'alloggiamento che contiene il ricevitore.

Con l'aiuto di COMSOL Multiphysics, sono stati in grado di implementare il modello semplificato di circuito vibroacustico in una replica simulata dell'esperimento descritto. Nella simulazione, l'interazione meccanica tra il movimento del ricevitore e l'attacco dei tubicini in silicone, le perdite termoviscose nelle diverse sezioni trasversali dei tubicini e i carichi di pressione acustica all'interno della cavità e dei tubi vengono accoppiati con gli effetti elettrico-magnetico-acustici interni al modello di ricevitore "black box".

Il modello COMSOL ha mostrato che la pressione in uscita e le forze meccaniche dipendono dal segnale elettrico applicato, dalla frequenza e dalle proprietà del materiale. La figura 4 mostra i risultati di spostamento della simulazione a 3 kHz e le forze di reazione accoppiate al ricevitore.

Quando Varanda ha messo a confronto i risultati delle simulazioni con le misurazioni fisiche, ha scoperto che mostravano un accordo eccellente (Fig. 5). Le forze che agiscono sul diaframma e sull'ancia sono acusticamente dipendenti dalla pressione sonora in uscita. Tuttavia, l'accoppiamento tra le forze che agiscono sul diaframma e le forze di reazione strutturale si è dimostrato direttamente proporzionale, come previsto.

### Diffondere la conoscenza

Knowles mette a disposizione il proprio modello per consentire ai tecnici di altre aziende di protesi acustiche di risolvere i problemi di feedback. Grazie a una rappresentazione completa del comportamento acustico, meccanico ed elettromagnetico interno all'hardware, i progettisti possono facilmente ottimizzare i loro prodotti sul piano virtuale.

"COMSOL è uno dei pochi strumenti di modellazione e simulazione che può accoppiare facilmente il circuito a parametri concentrati del ricevitore "black box" con un'analisi acustica e di meccanica dei solidi", commenta Varanda.

"Fino ad ora, verificare e ottimizzare i progetti delle protesi acustiche è stato quasi più arte che scienza. Adesso non vediamo l'ora di vedere i nuovi progetti di apparecchi acustici che nasceranno grazie a questi modelli".

Unendo le forze, questa collaborazione tra aziende ha portato benefici a tutto il settore acustico-medico. "Alla fine, ai progettisti di protesi acustiche non interessa perdere tempo con modelli complessi di trasduttori o lunghissime simulazioni. Quello che vogliono è potersi concentrare sul loro progetto e poter inserire e sostituire diversi trasduttori nel modello per vedere come funziona il dispositivo nel suo complesso", aggiunge.

"Il modello COMSOL permette loro di fare proprio questo: consente di mettere a confronto il comportamento di centinaia di trasduttori per un singolo apparecchio acustico, in modo semplice". Adesso i progettisti di protesi acustiche hanno i mezzi per ridurre il feedback e migliorare le performance complessive in modo più efficiente, più veloce e più economico di prima, offrendo così nuove possibilità a chi ha problemi di udito. ■



# EXPERIENCE GATE: LA COMUNICAZIONE INTERATTIVA SENZA LIMITI D'IMMAGINAZIONE!



## LE PAGINE DELLE RIVISTE SI TRASFORMANO IN UNA ESPERIENZA SENSORIALE

**EXPERIENCE GATE**, è l'App gratuita che - attraverso la REALTÀ AUMENTATA - consente a tutti i lettori di accedere ai contenuti digitali collegati a tutte le pagine attive, utilizzando una sola App.

Con **EXPERIENCE GATE** le pagine risultano più interessanti e sempre aggiornate! Uno strumento creato per aggiungere informazioni e contenuti ai servizi editoriali e ai prodotti pubblicizzati, attraverso l'accesso ad un mondo infinito e interattivo di contributi esclusivi, di approfondimento ed emozionali.

Da oggi tutte le riviste del Gruppo **Fiera Milano Media**, hanno la possibilità di trasformarsi in esperienze digitali esclusive e tu hai l'opportunità di tramutare la tua tradizionale comunicazione in messaggi emozionali, ricchi d'informazioni e contenuti, aggiungendo così dinamicità e valore a Brand e prodotti.

Per saperne di più visita il sito [www.experiencegate.it](http://www.experiencegate.it)

**SCOPRI SUBITO COME FIERA MILANO MEDIA PUÒ AGGIUNGERE VALORE  
ALLA TUA COMUNICAZIONE, CHIAMANDO IL NUMERO 02 49976527**



FIERA MILANO  
MEDIA

## Schede per workstation ad alte prestazioni per l'elaborazione delle immagini

La combinazione dei processori Intel Xeon W su una scheda per workstation Fujitsu D3598-B permette di affrontare le complesse sfide, in termini di prestazioni e di affidabilità, tipiche delle workstation per l'elaborazione delle immagini medicali

**Mario Klug • Senior Marketing manager  
Boards & Systems • Rutronik**



L'elaborazione delle immagini svolge un ruolo sempre più importante nella diagnosi delle malattie e nell'analisi delle lesioni, a partire dalla scoperta dei raggi X nel 1895. Con la prima immagine di un cervello umano acquisito mediante una tomografia computerizzata su una persona nel 1971, l'informatica ha acquisito un'importanza rapidamente crescente nella formazione e nell'elaborazione delle immagini.

La digitalizzazione sta così diventando sempre più importante in medicina, soprattutto per quanto riguarda l'elaborazione delle immagini. Il progresso tecnologico e la digitalizzazione contribuiscono a migliorare la situazione generale; basti solo considerare la scarsa copertura di assistenza medica nelle zone rurali, per non considerare l'enorme domanda ancora non soddisfatta nei Paesi emergenti e del Terzo Mondo.

Sono già disponibili i primi studi e i progetti per "Medipods", una soluzione che permette ai pazienti di mettersi in contatto con i medici e di essere visitati sul posto grazie a Internet. Anche in questo caso, forse in futuro l'elaborazione delle immagini riunirà i dati aggregati combinati fra loro in immagini medicali significative in 3D e ciò consentirà al medico di effettuare una diagnosi più precisa e più veloce. Ci vorrà un po' di tempo prima di arrivare al "Tricorder medico" di Star Trek ma, considerando le possibilità che già oggi sono rese possibili dalla combinazione di uno smartphone con i sensori per il fitness, si può intuire quali sistemi futuri sarà possibile offrire nel giro di alcuni anni. Una sfida per l'elaborazione digitale

delle immagini in campo medico è rappresentata in prima istanza dall'autenticità a livello di singolo pixel e dalla crescente risoluzione delle immagini, oltre alla combinazione di diverse inquadrature prodotte secondo diversi metodi di elaborazione di immagini 3D ad alta risoluzione, compresi i colori.

Anche a seguito di un perfezionamento degli algoritmi, l'aumento della risoluzione è associato alla necessità di una potenza di elaborazione crescente. In questo contesto è possibile ottenere vantaggi dall'impiego di cluster di risorse di intelligenza artificiale connessi al cloud in applicazioni fisse; questi, tuttavia, non possono essere utilizzati sempre e ovunque e pongono nuove problematiche, per i

progettisti di sistemi e per gli sviluppatori di software, in materia di tutela dei dati del paziente. Inoltre, una parte cospicua dei calcoli deve avvenire localmente sul dispositivo di analisi o di valutazione. Per questo motivo, ormai da diverso tempo vengono utilizzate delle workstation basate su processori ad alte prestazioni e schede grafiche.

### Una piattaforma ottimizzata

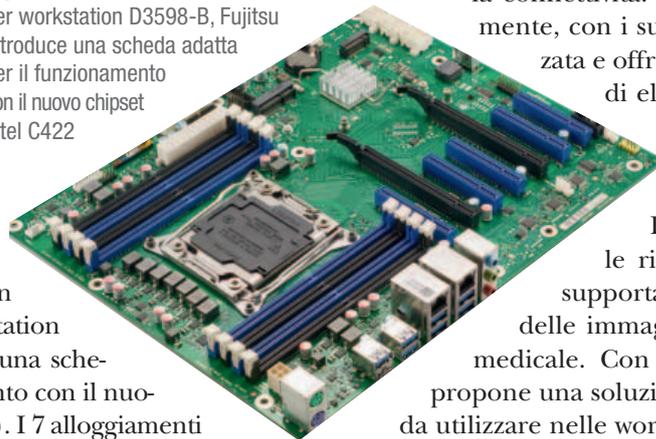
Con l'introduzione della nuova piattaforma Basin Falls di Intel, un'architettura moderna che si posiziona tra i processori Intel Core della serie X e i processori scalabili Intel Xeon della piattaforma Purley, sono ora disponibili i processori Intel Xeon W e le relative schede madri. Questa nuova piattaforma, anche se ha in comune con la piattaforma consumer della serie Intel Core X l'utilizzo del socket R4 (LGA-2066), presenta delle caratteristiche nettamente diverse rispetto a quest'ultima. Mentre finora l'uso dei processori Intel Xeon E5-1600 per sistemi a singolo socket, dei



processori Intel Xeon E5-2600 per sistemi dual-socket e dei processori Intel Core X era possibile sulle piattaforme precedenti, si ha ora una netta separazione fra le piattaforme in funzione dei rispettivi mercati e gruppi di utenti finali.

I nuovi processori Intel Xeon W mettono a disposizione le risorse necessarie per le workstation ad alte prestazioni, con un massimo di 10 core, l'interfaccia di memoria DDR4 a 4 canali con supporto ECC, 48 canali PCIe 3.0 dalla CPU oltre a 24 canali PCIe 3.0 dal chipset, fino a 8 porte SATA Gen3, 10 porte USB 3.0 e fino a 14 porte USB 2.0, oltre al supporto per SSD PCIe NVME. Con la scheda madre per workstation D3598-B, Fujitsu introduce una scheda adatta per il funzionamento con il nuovo chipset Intel C422 (Fig. 1). I 7 alloggiamenti PCIe, due dei quali sono progettati come slot PCIe x 16 (PEG) "puri", sono tutti predisposti meccanicamente per l'utilizzo di schede PCIe-x16. In questo modo esiste la possibilità di combinare fino a 2 schede grafiche professionali con un totale di 16 canali e di connettere una SSD NVME con 4 canali, oltre a un'ulteriore scheda con 8 canali, ad esempio per il collegamento di frame grabber.

**Fig. 1** – Con la scheda madre per workstation D3598-B, Fujitsu introduce una scheda adatta per il funzionamento con il nuovo chipset Intel C422



### Un abbinamento perfetto per applicazioni ad alte prestazioni

Proprio nelle applicazioni ad alta intensità di calcolo e di elaborazione grafica, come nel caso dell'elaborazione delle immagini in campo medicale con i più alti requisiti di qualità dell'immagine e di velocità di rendering ad alta risoluzione, la combinazione tra D3598-B e schede grafiche professionali rappresenta la soluzione ideale.

Poiché il tempo che intercorre tra lo sviluppo di un apparecchio medicale e la sua introduzione sul mercato è solitamente superiore alla reperibilità sul mercato delle schede madri standard di tipo consumer, Fujitsu garantisce una disponibilità per un periodo di almeno tre anni. Nelle applicazioni che devono operare 24 ore su 24, 7 giorni su 7, in condizioni caratterizzate da una temperatura ambiente fino a +50 °C, con carico al 100% per cinque anni, la scheda D3598-B rappresenta la scelta ideale per l'utilizzo nelle workstation professionali che devono garantire un funzionamento a prova di guasto.

La differenza di questa piattaforma rispetto alla piattaforma Intel Core X basata sul chipset X299, risiede nella disponibilità di 48 canali PCIe per i processori a 4 core, come lo Xeon W-2123, oltre a 4 canali di interfaccia di memoria di tutti i tipi e con supporto ECC associato; in questo modo viene garantita la scalabilità, da 4 a 10 core senza limitazione alcuna per quel che concerne la connettività. Xeon W-2155 rappresenta attualmente, con i suoi 10 core, la soluzione più avanzata e offre, in questo contesto, la possibilità di elaborare fino a 20 thread paralleli con una frequenza di clock principale a 3,30 GHz. Grazie a un massimo di 64 GB di memoria DDR4-ECC, sono disponibili tutte le risorse di memoria necessarie per supportare adeguatamente l'elaborazione delle immagini ad alta risoluzione in campo medicale. Con questa nuova piattaforma, Intel propone una soluzione ottimizzata in termini di costi da utilizzare nelle workstation; essa infatti non è più basata sulle più costose piattaforme server, come avveniva per le precedenti generazioni e, grazie alla disponibilità di un massimo di 10 core, è in grado di soddisfare tutte le esigenze legate allo sviluppo delle workstation. Il modulo TPM 2.0 presente sulla scheda D3598-B contribuisce a rafforzare la sicurezza dei dati dei pazienti già a partire dall'elaborazione delle immagini, anche in previsione della entrata in vigore della nuova normativa sulla privacy (EU-DSGVO) nel maggio 2018. Grazie alla tecnologia 512 AVX, i nuovi processori offrono anche l'accelerazione del codice ad alto livello vettorizzato, per migliorare ulteriormente l'elaborazione e l'analisi dei dati di immagine.

La combinazione dei processori Intel Xeon W su una scheda per workstation Fujitsu D3598-B, con memoria DDR4 ECC, un NVME SSD professionale, a cui di aggiungono fino a 8 SSD SATA o dischi rigidi operanti in modalità RAID e un massimo di 2 schede grafiche ad alte prestazioni, permette quindi di affrontare le complesse sfide, in termini di prestazioni e di affidabilità, delle workstation per l'elaborazione delle immagini mediche. In questo modo, è possibile soddisfare i requisiti relativi all'autenticità delle informazioni contenute nelle immagini, alla combinazione di immagini ottenute con procedure ad alta intensità di calcolo, oltre che all'elaborazione e all'analisi delle immagini stesse.

### Un supporto completo

Rutronik può mettere a disposizione tutti i componenti richiesti per la progettazione dei sistemi, come i moduli di memoria validati, i dischi SSD ad alte prestazioni, i dischi rigidi ad alta capacità, i corrispondenti alimentatori ridondanti, oltre ai display per l'analisi delle immagini mediche. L'azienda supporta i propri clienti già dalle prime fasi dello sviluppo, grazie alla piattaforma Intel Xeon W per i sistemi di imaging medicale, selezionando i componenti testati e validati per accelerare il time-to-market.

## Monitoraggio “senza stress” della frequenza cardiaca

Grazie a un circuito integrato di nuova generazione è possibile soddisfare i complessi e spesso contrastanti requisiti tipici dello sviluppo delle apparecchiature medicali portatili

**Andrew Burt** • Executive Business Manager

**Michael Jackson** • Senior technical writer • Maxim Integrated

Grazie ai progressi compiuti nel campo della tecnologia dei semiconduttori è ora possibile misurare e registrare quasi tutti i segnali del corpo umano – anche quelli che solitamente sono monitorati in ambiente clinico – mediante un dispositivo indossabile (Fig.1). Alcuni dei segnali più importanti da misurare sono quelli del sistema cardio-respiratorio (cuore e polmoni). Ridurre il più possibile dimensioni e consumi per aumentare la durata della batteria è senza dubbio uno dei principali problemi che i progettisti di dispositivi indossabili devono affrontare. Anche se esistono differenti modalità per eseguire misure relative all'attività del cuore e alla respirazione, le due tecniche in grado di assicurare i consumi più bassi prevedono la misura dei segnali elettrici del cuore (biopotenziale) e della resistenza della cavità



**Fig. 1** – Monitoraggio medico condotto mediante un dispositivo indossabile

toracica (bioimpedenza). Nel corso di questo articolo verranno dapprima esaminati i concetti di biopotenziale e di bioimpedenza e le problematiche che si incontrano nella misura di entrambe con un dispositivo indossabile. Successivamente verrà descritto un innovativo approccio che semplifica notevolmente la modalità di esecuzione delle misure, a fronte di una contemporanea riduzione delle dimensioni e dei consumi del dispositivo.

### Biopotenziale e bioimpedenza

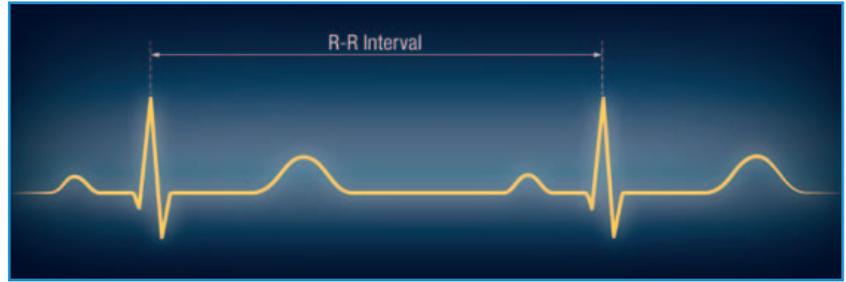
Le misure di biopotenziale richiedono il posizionamento di due o più elettrodi in contatto con la pelle del corpo del paziente per rilevare i segnali elettrici (di piccola entità) generati dal cuore. I segnali vengono successivamente condizionati e inviati a un microprocessore che provvede all'espletamento di compiti quale memorizzazione, esecuzione di calcoli e/o visualizzazione. L'impiego di questa tecnica consente di registrare tre importanti parametri cardiaci: ECG, intervalli R-R e rilevamento pace-maker. Un elettrocardiogramma (ECG) è la misura e la rappresentazione grafica, in funzione del tempo, dei segnali elettrici associati all'attività del cuore.

L'intervallo R-R è il periodo che intercorre tra le ampiezze di picco del segnale elettrico periodico del cuore (o in altre parole l'intervallo che intercorre tra un battito cardiaco e il successivo), note anche come picchi R (Fig. 2). L'elettrocardiogramma e le misure R-R possono essere utilizzate per il monitoraggio del battito cardiaco e rappresentano un valido ausilio nella diagnosi di specifiche cardiopatie come ad esempio le aritmie. Tuttavia, queste disfunzioni possono essere difficili da diagnosticare perché non sempre si manifestano quando il paziente si trova in un ambiente clinico. I dispositivi indossabili, invece, consentono al personale medico di eseguire il monitoraggio dei pazienti per periodi di tempo prolungati, al di fuori dell'ambiente ospedaliero.

In questo modo il personale medico può disporre di maggiori informazioni utili per il rilevamento e la diagnosi. Oltre ai segnali biologici provenienti dal cuore stesso, un ECG permette anche di rilevare un segnale artificiale separato in pazienti in cui è stato impiantato un pacemaker. Questo segnale viene chiamato semplicemente "PACE". Il segnale "PACE" è relativamente breve – la durata varia dalle decine di microsecondi a un paio di millisecondi – con un'ampiezza compresa tra alcuni millivolt a circa 1 V. Un ECG deve rilevare la presenza di un segnale PACE e contemporaneamente impedire a esso di distorcere i segnali provenienti dal cuore. La bioimpedenza (definita anche come BioZ) è la risposta di un organismo vivente a una corrente elettrica applicata esternamente. Si tratta di una misura della resistenza al flusso della corrente elettrica attraverso i tessuti ottenuta mediante due elettrodi posti in contatto con la pelle. Essa viene utilizzata nelle misure della frequenza respiratoria e dei livelli di idratazione di un paziente.

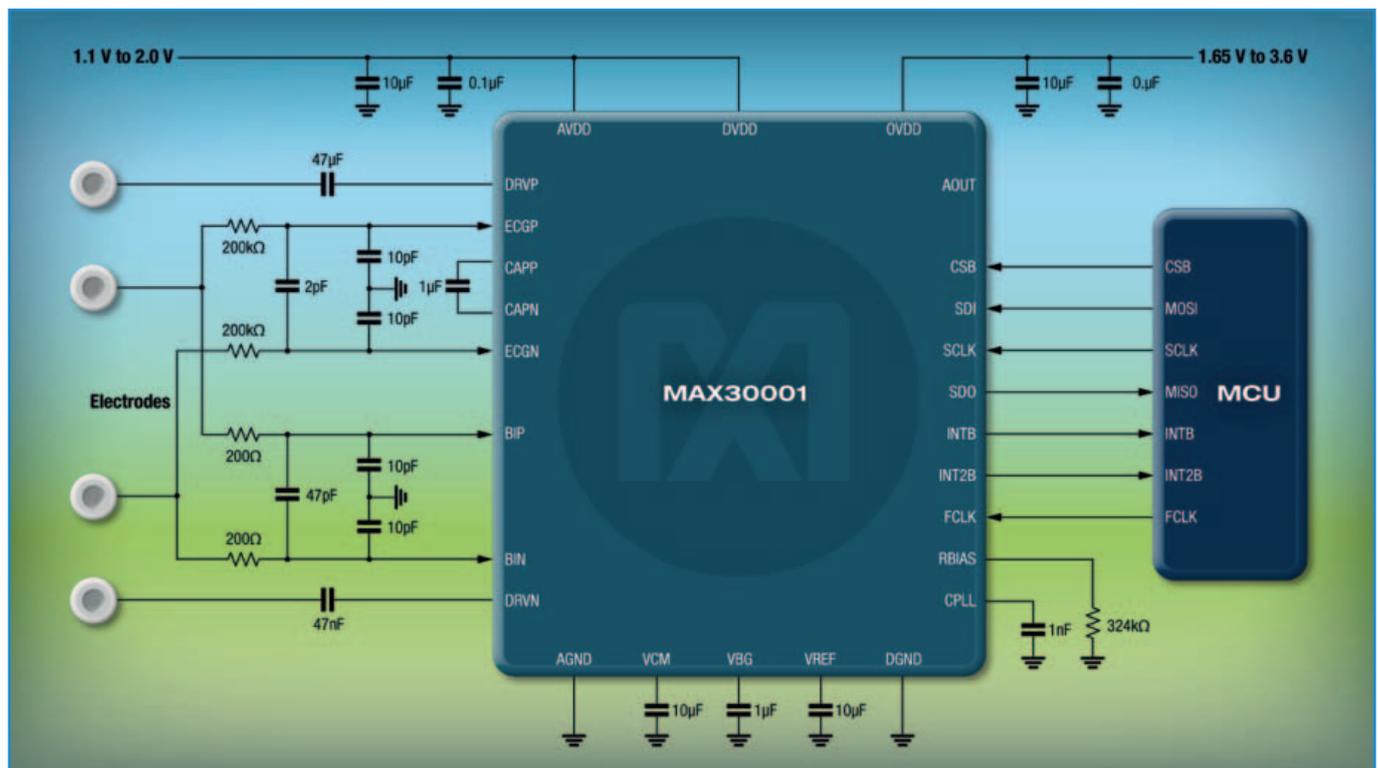
**Dispositivi medicali indossabili: problemi di progetto**

I progettisti di dispositivi medicali indossabili sono costretti a soddisfare esigenze in conflitto tra loro. Se da un lato i dispositivi devono essere in grado di registrare, memorizzare ed elaborare in modo accurato le misure



**Fig. 2** – Intervallo R-R di una forma d'onda tipica di un tracciato ECG

richieste, dall'altro devono avere dimensioni tali da garantire portabilità e comfort senza penalizzazione alcuna in termini di funzionalità. Per ottimizzare portabilità e comfort, uno dei principali obiettivi del progetto è minimizzare il numero degli elettrodi. Poiché i dispositivi indossabili devono essere ovviamente alimentati tramite batterie che, ovviamente, hanno una carica limitata, il consumo di corrente deve essere il più basso possibile per ottimizzare l'intervallo di tempo tra le ricariche (o la sostituzione delle batterie stesse). Oltre alla necessità di ridurre dimensioni e consumi, i progettisti devono garantire che le funzionalità dell'apparecchiature risultino conformi ai rigorosi standard in vigore in ambito medicale. Ad esempio i componenti utilizzati nelle apparecchiature per la registrazione dell'ECG devono risultare conformi alle specifiche dello standard IEC60601-2-47 e garantire una protezione contro le sca-



**Fig. 3** – Esempio di circuito applicativo tipico che prevede l'uso di quattro elettrodi: due per l'ECG e due per il monitoraggio della frequenza respiratoria

riche elettrostatiche (ESD) secondo quanto previsto da IEC61000-4-2. A questo punto è importante sottolineare che il dispositivo deve essere in grado di rilevare quando un elettrodo si è staccato dal corpo di un paziente, anche quando si trova in modalità stand-by: ovviamente, il livello di complessità è proporzionale al numero di elettrodi richiesti.

Finora i progettisti di sistemi non hanno avuto la possibilità di scegliere un singolo circuito integrato che permettesse loro di conseguire gli obiettivi previsti. Alcuni integrati offrono la possibilità di utilizzare singoli canali per l'ECG e la misura di BioZ ma richiedono un circuito esterno per rilevare i segnali PACE e misurare l'intervallo R-R. Altri integrati, invece, sono in grado di rilevare i segnali PACE e BioZ ma richiedono l'uso di tre coppie di elettrodi (canali) per registrare una registrazione accurata dell'ECG, oltre a un circuito esterno aggiuntivo per la misura dell'intervallo R-R.

## Una soluzione integrate

Un circuito integrato di nuova generazione in grado di superare le limitazioni appena sopra delineate è MAX30001, un AFE (Analog Front End) a canale singolo a bassissimo consumo realizzato da Maxim. Questo dispositivo, come visibile in figura 3, richiede un ingresso fornito da una sola coppia di elettrodi (ECGP, ECGN) per le misure del biopotenziale e da un'altra coppia (BP, BN) per le misure di BioZ. Esso inoltre integra le funzionalità richieste per il rilevamento del segnale PACE e la misura dell'intervallo R-R in un chip ospitato in package WLP (Wafer Level Packaging) a 30 pin.

Nonostante queste funzionalità aggiuntive, MAX30001 è caratterizzato da consumi di corrente nettamente inferiori rispetto quelli di altre soluzioni disponibili. Con tutte le funzioni abilitate, il consumo è pari a 232  $\mu$ A (valore tipico), che si riduce a soli 95  $\mu$ A per la registrazione ECG e la misura dell'intervallo R-R. Si tratta di un miglioramento pari a circa il 50% rispetto ad altre soluzioni, il cui consumo (tipico) è di 450  $\mu$ A se non addirittura superio-

re. Questa riduzione dei consumi in parte è imputabile all'integrazione nel dispositivo MAX30001 dell'algoritmo per il rilevamento della frequenza cardiaca, che permette di eliminare il ricorso a un microprocessore di back-end che può consumare fino a 100  $\mu$ W per l'elaborazione dei calcoli richiesti. In modalità stand-by il consumo è di soli 0,63  $\mu$ W, garantendo nel contempo il rilevamento lead on/off (ovvero che gli elettrodi siano collegati o meno al paziente). MAX30001 è conforme sia allo standard IEC60601-2-47 (che riguarda la sicurezza base e le presta-

zioni essenziali di un sistema elettrocardiografico) sia allo standard IEC61000-4-2 (relativo alle scariche ESD sui pin di ingresso).

In questo articolo sono state esaminati i concetti di biopotenziale e di bioimpedenza e descritto il loro utilizzo nelle apparecchiature medicali portatili per effettuare misure ECG, R-R, PACE e BioZ. Inoltre sono stati analizzate le contrastanti esigenze che devono essere tenute in considerazione nel corso dello sviluppo di dispositivi medicali indossabili – integrare il maggior numero possibile di funzionalità minimizzando nel contempo i consumi e le dimensioni nel rispetto delle specifiche degli standard in vigore in questo settore. L'AFE MAX30001 di Maxim per la misura del biopotenziale e della bioimpedenza è in gra-

do di soddisfare al meglio queste richieste integrando un gran numero di funzionalità in un package di dimensioni compatte a fronte di consumi di potenza minimi. Tra le applicazioni tipiche di questo AFE si possono annoverare le seguenti: monitoraggio con singolo elettrodo per la rilevazione di aritmie, cerotti wireless a singolo elettrodo per il monitoraggio ambulatoriale/ospedaliero, cardiofrequenzimetri con fascia toracica per applicazioni di fitness, bioautenticazione e ECG "on demand", monitor della frequenza respiratoria e dell'idratazione e rilevamento della frequenza cardiaca basata sull'impedenza.

Ulteriori informazioni sono disponibili all'indirizzo: <https://www.maximintegrated.com/en/products/analog/data-converters/analog-front-end-ics/MAX30001.html> ■

## Glossario

**ESD (Electrostatic discharge – scarica elettrostatica):** rilascio di elettricità statica immagazzinata. Frequentemente si tratta di una scarica potenzialmente dannosa del valore di molte migliaia di Volt che si manifesta quando un dispositivo elettronico entra in contatto con un corpo carico

**AFE (Analog front-end):** la sezione analogica di un circuito che precede lo stadio della conversione analogica/digitale

**WLP (Wafer-Level Package):** tipo di package che consente di collegare un circuito integrato a una scheda a circuito stampato in configurazione "face-down", ovvero con le piazzole (pad) del chip connesse alle piazzole della scheda PCB attraverso singole sferette di saldatura (solder ball)

**ECG (Elettrocardiografia):** processo di registrazione dell'attività elettrica del cuore in un certo intervallo di tempo utilizzando elettrodi posti sulla pelle

**IEC60601-2-47:** Requisiti a cui è necessario conformarsi per garantire la sicurezza e le prestazioni essenziali dei sistemi per elettrocardiografia

**IEC61000-4-2:** test standard per l'immunità alle scariche elettrostatiche

## L'importanza della sicurezza nei dispositivi medicali

La spinta alla trasformazione del business digitale richiede che i produttori e gli utilizzatori finali dei dispositivi medicali tengano in considerazione le nuove problematiche riguardanti la cybersecurity allo scopo di rispettare gli obblighi normativi e mitigare i rischi cui sono esposti brand e reputazione delle aziende

**Alex Wilson • Director of Market Development**

**Andreas Rollmann • Senior Account manager • Medical Wind River**



Parlando con i produttori di dispositivi medicali sui temi dell'innovazione e delle principali problematiche di business affrontate negli

ultimi dodici mesi, emerge chiara-

mente in ogni discussione il tema della sicurezza, sia che si tratti di sicurezza dei dispositivi sia che si tratti di cybersecurity. La maggior parte dei fabbricanti adotta un approccio "sufficientemente sicuro", che lascia comunque una mancanza di protezione in qualche fase del ciclo di vita del dispositivo. Quasi tutti i responsabili dei team software sono ben consci del fatto che questa protezione così semplificata sia limitata oppure obsoleta e che l'approccio complessivo alla sicurezza non risponda alle esigenze presenti e future. I manager concordano sull'estrema importanza della sicurezza dei dispositivi e temono che le rispettive aziende possano essere le prossime coinvolte in falle di sicurezza sui loro prodotti. Secondo un recente sondaggio, il 65% delle aziende ritiene che la propria organizzazione si trovi di fronte a un livello significativo di rischio derivante dall'utilizzo di soluzioni mobili, cloud e di sicurezza IT nel proprio ambito enterprise. Nonostante tale consapevolezza, molte di esse non hanno tuttavia definito una strategia globale con azioni concrete, né hanno definito una giustificazione di business per allocare il budget necessario a implementare una strategia del genere. Vi sono diverse ragioni per questa lentezza: mancanza di comprensione al vertice del management, budget insufficienti, lacune nelle competenze interne, sviluppatori software sovraccarichi di lavoro, assenza di una persona responsabile della sicurezza dei dispositivi, complessità dei requisiti normativi.

### I dispositivi medicali e la regolamentazione

I fabbricanti di dispositivi potevano permettersi il lusso di stabilire che l'installazione dei propri prodotti avvenisse esclusivamente all'interno di reti protette da firewall. Il pensiero attuale è diventato maggiormente realistico, accettando per esempio l'idea che non tutte le reti ospedaliere, per quanto teoricamente sicure, lo siano anche nella pratica. Il personale IT degli ospedali, così come accade anche in altri settori, fatica a mantenere aggiornate le proprie reti, applicandovi tutte le patch necessarie. Sempre più spesso viene chiesto di collegare a tali reti crescenti quantità e varietà di dispositivi, per non parlare dei servizi cloud esterni agli ospedali stessi, provocando numerose eccezioni alle regole di deployment originali. In effetti, recenti prove dimostrano che, dal punto di vista della sicurezza, non si può restare protetti nemmeno con un firewall, considerando dispositivi anomali e le scarse procedure di sicurezza esistenti in numerose strutture. I dispositivi medicali vengono inoltre installati esternamente agli ospedali, per esempio nelle strutture di assistenza a lungo termine o nelle abitazioni dei pazienti, dove non esistono dipartimenti IT che possano definire processi di sicurezza e proteggere le reti.

La Food and Drug Administration statunitense sta prendendo molto seriamente la questione della cybersecurity e le linee guida dell'ottobre 2014 (Content of Premarket Submissions for Management of Cybersecurity in Medical Devices) sono state un primo passo in questo senso.

Da notare come queste linee guida abbiano riconosciuto diversi standard di sicurezza, noti da tempo, che possono essere utilizzati per raggiungere l'obiettivo, tra cui IEC 80001 e IEC 62443. Il riconoscimento degli standard è un buon punto di partenza, ma la loro applicazione a infrastrutture e dispositivi medicali richiede ulteriori conoscenze e competenze.



Per i produttori di dispositivi medicali, ciò non si applica al singolo dispositivo indipendentemente dal resto, ma piuttosto al modo in cui il dispositivo supporta e si integra in un sistema sanitario connesso conforme a IEC 80001. Lo standard IEC 62443, invece, copre molti aspetti dei sistemi di controllo industriali ma non è uno standard specifico per dispositivi medicali. È quindi necessario capire come applicarlo e come può essere d'aiuto a indirizzare una strategia di sicurezza rispondente alle esigenze degli utenti finali, allo scopo di integrare i dispositivi all'interno di un sistema sanitario basato su ISO 80001.

Le linee guida della FDA sono state ampliate nel dicembre 2016, con Postmarket Management of Cybersecurity in Medical Devices, dedicato alla gestione del rischio di cybersecurity per i dispositivi già installati, affermando che un programma efficace per la gestione del rischio dovrebbe coprire la cybersecurity di un dispositivo medicale dalla progettazione fino alla fase di obsolescenza. Si raccomanda ai fabbricanti di applicare quanto previsto dal documento National Institute of Standards and Technology (NIST) Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity.

Vediamo adesso quali sono i principali attori coinvolti nello sviluppo e nell'implementazione di una strategia di sicurezza di successo, considerando le problematiche prioritarie e gli obiettivi che si pongono.

## Produttori di dispositivi medicali

I produttori di dispositivi devono accertarsi di realizzare sistemi competitivi che rispondano a normative in costante cambiamento, specie per quanto concerne la sicurezza. Per questo devono trovare rapidamente le risposte alle seguenti domande:

**1.** Come possiamo implementare una strategia di sicurezza che:

**a.** Sia chiaramente ed efficacemente diretta ai produttori di dispositivi medicali, alle loro organizzazioni di vendita e ai loro clienti?

**b.** Soddisfi sia i requisiti dei clienti finali (come IEC 80001), sia le normative locali in tema di sicurezza e risposta alle calamità (come la Katastrophenschutzgesetz in Germania o il Federal Disaster Relief Act negli USA)?

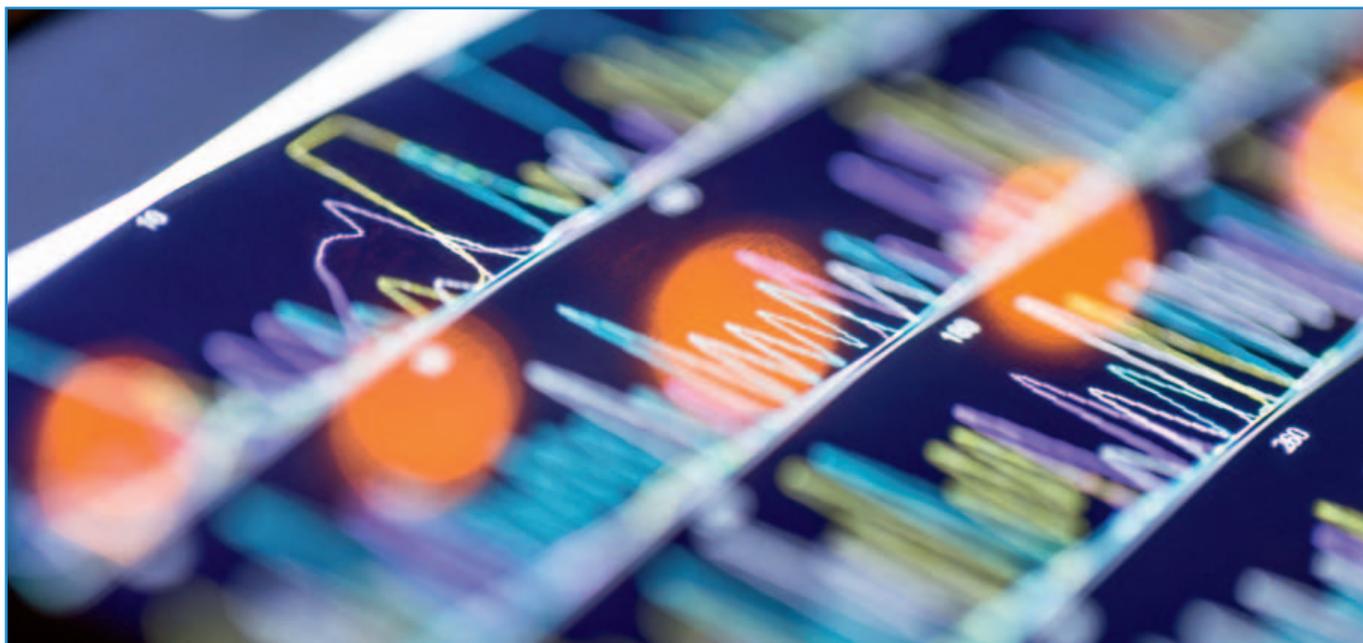
**c.** Fornisca tutta la corretta documentazione richiesta dagli organismi di controllo?

**2.** Disponiamo di personale addestrato che comprenda i requisiti di protezione e di sicurezza dei dispositivi medicali?

**3.** Come supportiamo gli IT manager dei nostri clienti nell'implementazione di una strategia IEC 80001?

**a.** Inoltre, come rispondiamo alle gare di fornitura per dispositivi medicali che impongono la conformità IEC 80001 e come forniamo le informazioni necessarie all'utente finale affinché rimanga conforme IEC 80001?

**4.** Come rispondiamo ai requisiti degli ospedali in ter-



mini di metodi innovativi di cura, tecnologie medicali avanzate, servizi dai costi ottimizzati o modelli di business totalmente nuovi?

**5.** Dovremmo prendere in considerazione i dispositivi medicali connessi per sostenere il passaggio verso gli smart hospital?

**a.** Come affrontiamo le riserve degli operatori ospedalieri?

**b.** Come implementiamo il trasferimento dei dati verso questi sistemi e come garantiamo la riservatezza e la ownership dei dati?

**c.** Come manteniamo la sicurezza nel trasferire i dati tra questi sistemi?

### Strutture sanitarie

Le strutture sanitarie devono affrontare sfide di notevole portata:

**1. Pressione a favore dell'innovazione.** L'innovazione è cruciale per sopravvivere alla competizione di ospedali e fornitori di servizi medicali.

**2. Gestione dei costi.** Essenziale per restare in buona salute finanziaria nonostante la crescita del numero di pazienti e la diminuzione dei fondi disponibili nel sistema sanitario.

**3. Responsabilità, assicurazione e requisiti legali.** Sono in costante aumento insieme con le esigenze di sicurezza IT, risultando in policy di gestione del rischio sempre più complesse e una maggiore avversione al rischio stesso (Katastrophenschutzgesetz, IEC 80001).

**4. Evoluzione delle agenzie e delle norme di regolamentazione.** Queste focalizzano l'attenzione sulla connettività dei dispositivi medicali (FDA, TÜV, IEC 62304).

**5. Implementazione della sicurezza IT.** Un grado di sicurezza maggiore è diventato un must nei dispositivi medi-

cali per poter rispondere alle sempre crescenti minacce, anche se questo rende più complessa l'interoperabilità tra produttori differenti.

**6. Generazione di dati.** I dati possono essere utilizzati sempre più spesso attraverso l'IoT per aiutare i produttori ad offrire soluzioni più interessanti, spendere meno e conquistare nuovo business.

### Organismi di certificazione

A causa della complessità delle normative inerenti la sicurezza dei dispositivi medicali, è essenziale che nella definizione di una strategia di protezione si coinvolgano immediatamente gli organismi di certificazione. In questo modo, un produttore di dispositivi o una struttura sanitaria può confermare che la strada scelta sia in linea con i requisiti normativi del momento e che il percorso intrapreso possa condurre eventualmente a un'approvazione da parte degli enti preposti. Ciò vale tanto per la verifica quanto per la validazione dei sistemi di sicurezza. La spinta alla trasformazione del business digitale richiede dunque che i produttori e gli utilizzatori finali dei dispositivi medicali tengano in considerazione le nuove problematiche riguardanti la cybersecurity allo scopo di rispettare gli obblighi normativi e mitigare i rischi cui sono esposti brand e reputazione delle aziende.

La sicurezza deve essere integrata nell'interno del ciclo di vita di un dispositivo: non solamente nelle sue fasi di progettazione, sviluppo e produzione, ma anche nei suoi aspetti operativi come gli aggiornamenti di sicurezza e nel funzionamento all'interno di un ambiente sanitario conforme IEC 80001. Tutto questo diventa un elemento critico per il successo dei produttori di dispositivi nei confronti dei loro concorrenti. ■

## Alimentatore

### per le strutture sanitarie ad alta quota

**Powerbox** ha annunciato una nuova serie di alimentatori per applicazioni medicali che richiedono l'isolamento in classe BF (Body Floating) e progettati per l'uso anche ad alta quota.



La serie OBR04 assicura infatti un funzionamento affidabile fino a 5.000 metri di altitudine per ali-

mentare strutture sanitarie e attrezzature mediche. Molti Paesi, come la Cina o il Sud America, stanno portando l'assistenza sanitaria a popolazioni di regioni montane, con altitudini superiori a 3.000 metri. I normali alimentatori sono solitamente progettati per operare fino a 2.000 metri ma con l'aumentare dell'altitudine, le qualità isolanti dell'aria rarefatta diminuiscono e le distanze di sicurezza devono essere aumentate da 8 mm per 2.000 metri, fino a 11.84 mm per 5.000 metri. La serie OBR04 offre una potenza di uscita di 650W ed è disponibile in 12 diverse tensioni, da 12 V a 58 V con un livello di efficienza fino al 91%.

## Nuovi alimentatori AC/DC da 350W

La serie SMP350 di **XP Power** è formata da alimentatori AC-DC con montaggio su chassis in grado di fornire fino a 350 W e destinati ad una vasta gamma di apparecchiature per applicazioni medicali e industriali. Sono disponibili, infatti, versioni idonee per l'uso in apparecchiature medicali che possono avere corrente di dispersione verso



terra inferiore ai 300  $\mu$ A, e altre utilizzabili per applicazioni di automazione e controllo di processo, broadcast, stru-

mentazione e nel settore delle infrastrutture. La serie ha un range di tensioni di ingresso da 85 a 264 V AC e offre una gamma di modelli con uscite da 12, 15, 18, 24, 28, 36 e 48 V DC. La gamma di temperature operative va da -40 a +70 °C ed è possibile erogare la piena potenza fino a +50 °C. Fra le altre caratteristiche c'è una elevata efficienza, basso assorbimento in ingresso a vuoto e isolamento tra ingresso e uscita di 4.000 V AC.

## Condensatori al tantalio per dispositivi medicali non critici

**AVX** ha rilasciato i suoi nuovi condensatori al tantalio T4Z Medical Series HRC4000 per dispositivi medicali non critici. Realizzata in conformità con le normative FDA, i componenti



della serie T4Z Medical sono attualmente disponibili in otto dimensioni, valori di capacità che vanno da 0,1  $\mu$ F a 330  $\mu$ F, otto valori di tensione standard compresi tra 4 e 50 V e temperature operative nominali che vanno da -55 °C a + 125 °C. Questi componenti sono stati progettati per sostituire i condensatori commerciali in dispositivi medicali non critici che richiedono una elevata affidabilità come per esempio cardiofrequenzimetri, neurostimolatori, pompe per insulina e mo-

nitore cardiaco temporanei, ma anche per defibrillatori esterni automatici e controller per pompe cardiache esterne. A questi si aggiungono dispositivi esterni per il monitoraggio dei pazienti e apparecchiature diagnostiche.

## Multimetro per ambienti sterili

**GMC-Instruments Italia** distribuisce **Seculife|HIT AM**, un multimetro multifunzione adatto all'uso in ambienti igienicamente sensibili dove una eventuale contaminazione può essere molto pericolosa per la salute delle persone.

Questo strumento è destinato a tecnici ed elettricisti che svolgono le loro attività di manutenzione e verifica in ambienti e reparti di ospedali, cliniche sanitarie, case di cura, industrie alimentari e farmaceutiche, asili nido e scuole materne, luoghi pubblici, dove le attrezzature utilizzate non devono assolutamente essere veicoli di infezione.

SECULIFE|HIT AM è composto da materiali specifici ad attività antimicrobica che hanno l'effetto di inibire la crescita di germi, di contrastare le colonizzazioni microbiche e di uccidere i microrganismi. Con questo strumento diventa possibile lavorare in sicurezza negli ambienti dove vi sia l'obbligo di rispettare le strettissime norme igieniche a salvaguardia della salute.



## Connettori push-pull in plastica JMX

**Esterline Connection Technologies - Souriau** ha presentato la sua nuova serie JMX di connettori in plastica destinati al settore medicale. L'azienda offre già le versioni in metallo, siglate JDX e JBX, dei connettori adatte per applicazioni che richiedono l'integrità



della schermatura. La sua nuova serie di connettori in plastica JMX è composta da modelli in plastica resistenti all'acqua (IP68 o IP50), sterilizzabili, ergonomici, biocompatibili e caratterizzati da un numero elevato di cicli di accoppiamento. I

connettori JMX sono già utilizzati su nuovi sistemi di monitoraggio nelle sala operatoria e unità di dialisi mobili prodotte negli Stati Uniti e saranno utilizzati anche nei defibrillatori e nelle apparecchiature ECG.

elettronica  plus.it



# Click & START

A deep insight into the electronics technologies that will reshape the world

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

network  
TECH  plus.it

Lead your business

  
FIERA MILANO  
MEDIA

# FORTE

## LO STRUMENTO BOM INTELLIGENTE

Mouser #	Matched Part Detail	Design Risk	Mfr./Mkt.	Availability	Packaging Choice	Qty.	Unit Price (UPD)	Ext. P. (BOM)
105-AT93C46E-PU	Mouser # 105-AT93C46E-PU Mfr. # AT93C46E-PU Mfr. Atmel Part Match Confidence: 95%	1/1	2034			1000	\$0.161	\$161.00
727-CY215TEVSKLL-45N12	Mouser # 727-CY215TEVSKLL-45N12 Mfr. # CY215TEVSKLL-45N12 Mfr. Cypress Semiconductor Part Match Confidence: 95% See More Options	1/1	516			1	\$0.60	\$0.60
858-FT220RL	Mouser # 858-FT220RL Mfr. # FT220RL-REEL Mfr. FTDI Part Match Confidence: 95% See More Options	1/1	162,461		Packaging: "Cut Tape"	1	\$4.50	\$4.50

Gestisci la distinta materiali in modo più intelligente  
[mouser.it/bomtool](https://mouser.it/bomtool)

Distributore autorizzato di semiconduttori e componenti elettronici per ingegneri e progettisti.



**MOUSER**  
ELECTRONICS.