

# EO Power

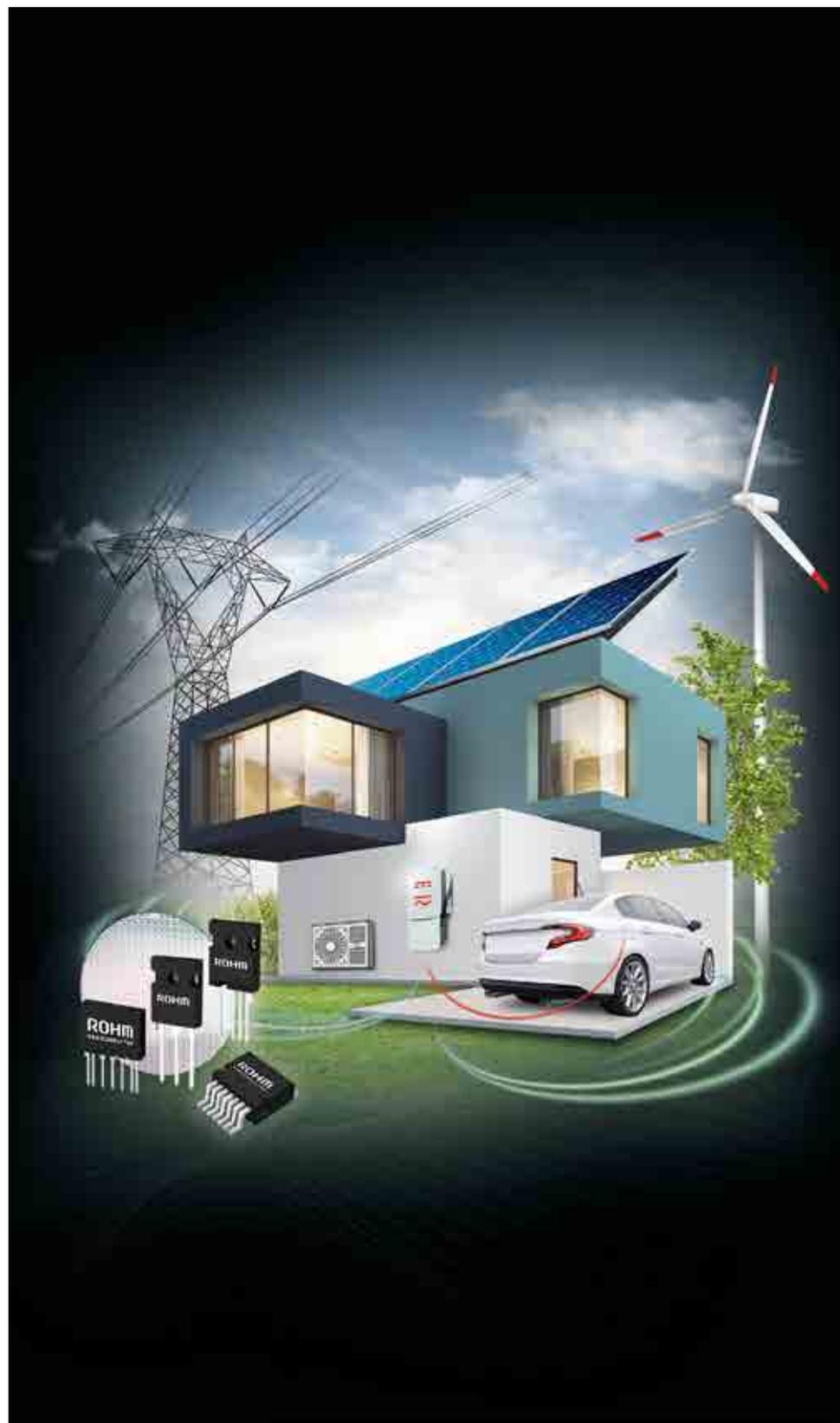
elettronica  
OGGI

MODULI SiC PER INTEGRARE IL SISTEMA  
DI RICARICA DEGLI EV NEGLI IMPIANTI PV

Quine  
Business Publisher

## IN QUESTO NUMERO

- III  **Mercati/Attualità**
  
- VI  **Dispositivi SiC da 1200 V per migliorare l'efficienza di EV e infrastrutture energetiche** - *Alessandro Nobile*
  
- VI  **IGBT discreti da 600 V in grado di operare fino a 175 °C** - *Emanuele Dal Lago*
  
- VII  **Gate driver isolati per il pilotaggio di FET GaN** - *Alessandro Nobile*
  
- VIII  **I moduli MOSFET SiC compatti semplificano l'integrazione del sistema di ricarica dei veicoli elettrici negli impianti fotovoltaici** - *C. Felgemacher, M. Jankovic, C. Fuentes, J. Hüskens, A. Thamm*
  
- XIII  **In connessione, tra tradizione e innovazione** - *Antonella Pellegrini*
  
- XVIII  **Convertitori DC/DC in fattore di forma MicroModule** - *Timur Uludag*
  
- XXII  **Ricarica dei veicoli elettrici: alcune domande chiave** - *Florent Balboni*
  
- XXV  **Come integrare gli stadi di potenza GaN per sistemi di azionamento di motori BLDC efficienti alimentati a batteria** - *Rolf Horn*
  
- XXXI  **Alimentatori multipla uscita: ci sono vantaggi nell'aver un isolamento tra le tensioni di uscita?** - *Rob Hutton*
  
- XXXIV  **News**



## I moduli MOSFET SiC compatti semplificano l'integrazione del sistema di ricarica dei veicoli elettrici negli impianti fotovoltaici

*Grazie ai loro package innovativi, i MOSFET SiC di ROHM contribuiscono alla realizzazione di un concept di inverter integrato con impianto fotovoltaico e accumulo di energia, concept che consente di ottimizzare in modo efficiente ed economico l'uso locale dell'energia e la ricarica dei veicoli elettrici*

Il mondo si trova davanti a numerose sfide, dovute alle conseguenze dell'utilizzo di fonti energetiche fossili. Per affrontare tali sfide, il settore energetico sta attraversando una fase di trasformazione che interessa non solo la produzione di energia elettrica, con una tendenza a un maggiore ricorso a fonti energetiche rinnovabili, ma anche il modo in cui l'energia viene utilizzata nei diversi settori. Questo aspetto, insieme all'aumento dei prezzi dell'energia elettrica per le utenze private, spinge verso un incremento nell'installazione degli impianti fotovoltaici. Al fine di sfruttare al massimo la corrente prodotta con gli impianti fotovoltaici, è possibile impiegare un sistema di accumulo di energia (ESS) locale e integrare un sistema di ricarica per veicoli elettrici. Qui di seguito vengono illustrati due approcci finalizzati a dotare gli impianti fotovoltaici di sistemi di accumulo di energia, dimostrando i vantaggi offerti da una soluzione integrata con MOSFET SiC, in particolare quando viene incorporata anche la tecnologia per la ricarica di veicoli elettrici.

### **Sistemi di accumulo di energia accoppiati in AC e in DC**

I sistemi di accumulo di energia accoppiati in AC possono essere installati negli impianti fotovoltaici preesistenti che

- ▶ [Dr.-Ing. Christian Felgemacher](#), Senior Department Manager - Application Engineering
- ▶ [Dr. Marija Jankovic](#), Senior Field Application Engineer - Power Systems
- ▶ [Dr.-Ing. Carlos Fuentes](#), Field Application Engineer - Power Semiconductor
- ▶ [Jochen Hüsken](#), Senior Application Marketing Manager - Industrial Application
- ▶ [Andreas Thamm](#), Marketing Director of Industrial and Automotive ROHM Semiconductor

dispongono già di inverter fotovoltaico senza opzione di accumulo integrata.

In questo tipo di sistema l'energia accumulata per un utilizzo successivo passa attraverso quattro stadi di conversione durante la fase di accumulo e ulteriori due stadi quando viene messa a disposizione delle utenze locali. Per fino quando si parte da un grado di efficienza del 98% per ogni stadio, si ottiene un grado di efficienza complessiva del processo di conversione pari all'88,5%.

Quando si tratta di impianti fotovoltaici di nuova installazione con un'opzione di accumulo di energia, nella maggior parte dei casi viene utilizzato un inverter fotovoltaico con stadio di potenza integrato per collegare il sistema di accumulo di energia al bus a corrente continua (bus DC).

Questo approccio riduce il numero delle conversioni di potenza fra la produzione di corrente, l'accumulo e il consumo successivo. Infatti si attraversano solo due stadi in fase di accumulo e due ulteriori stadi in fase di utilizzo dell'energia accumulata nella batteria.

La riduzione dei passaggi di conversione aumenta l'efficienza fino al 92%, efficienza che si suppone essere al 98% per ogni stadio di conversione.

### **Ricarica efficiente dei veicoli elettrici**

Oltre all'integrazione dell'accumulo di energia negli impianti fotovoltaici, nelle abitazioni private vengono sempre più di frequente installate stazioni di ricarica per veicoli elettrici (EV). La cosiddetta ricarica domestica può essere



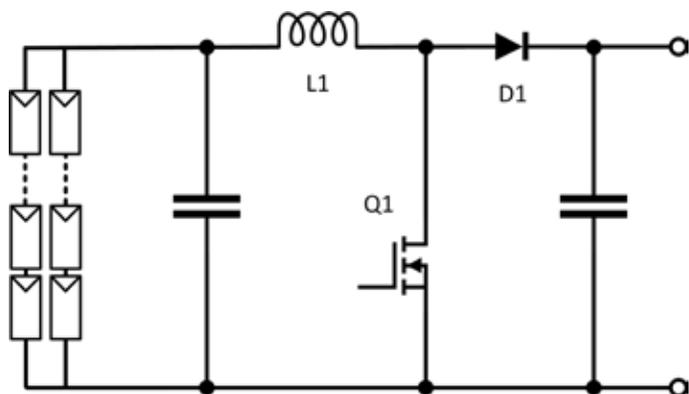


Fig. 2. – Convertitore boost unidirezionale

lo stadio DC/DC che collega i moduli fotovoltaici al circuito intermedio comune, la soluzione più semplice possibile è quella di un convertitore boost standard (Fig. 2). Nel campo di potenza tipico qui considerato si è soliti impiegare diversi convertitori *boost* di questo tipo in parallelo al fine di consentire un *Maximum Power-Point-Tracking* (inseguimento del punto di potenza massima) indipendente per più stringhe fotovoltaiche. L'interfaccia per la batteria ad alta tensione può essere realizzata sotto forma di convertitore DC/DC bidirezionale (Fig. 3).

Lo stadio DC/AC deve essere realizzato con un circuito bidirezionale al fine di consentire il flusso di corrente alla rete o alle utenze locali in corrente alternata. Allo stesso modo deve essere possibile il flusso di corrente dalla corrente alternata a quella continua per ricaricare il veicolo elettrico, quando la batteria di accumulo locale è vuota e non è disponibile energia proveniente dall'impianto fotovoltaico. Una topologia che può soddisfare questi requisiti con una minima spesa e - utilizzando MOSFET SiC - con un'efficienza elevata è quella a ponte completo trifase rappresentata nella figura 4.

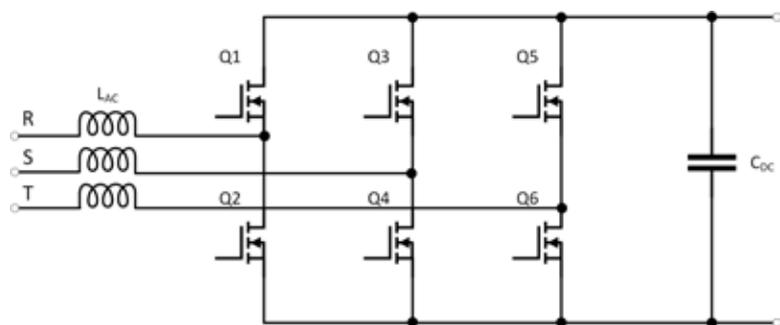


Fig. 4. – Ponte completo trifase per lo stadio DC/AC

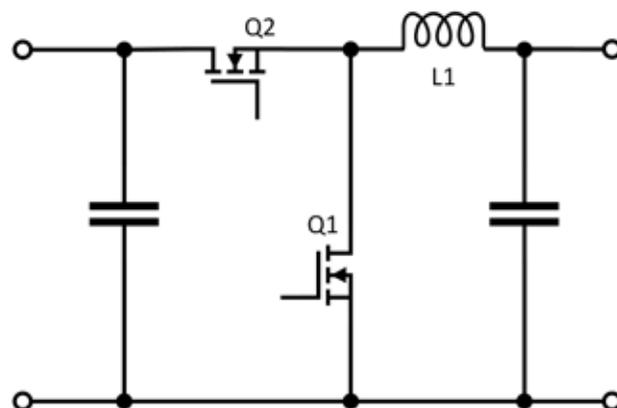


Fig. 3. – Convertitore DC/DC bidirezionale

Lo stadio DC/DC per il collegamento di ricarica dei veicoli elettrici è realizzato di norma per motivi di sicurezza sotto forma di convertitore isolato. Il circuito intermedio DC comune nel convertitore integrato è fissato a circa 800 V. L'uscita del convertitore DC/DC deve coprire un vasto campo di tensioni per poter supportare sia i veicoli elettrici con tensioni della batteria di 400 V che quelli con batterie nel campo da 800 V. Per questo l'utilizzo di una topologia CLLC, usuale negli OBC, in questo caso non è consigliato. Non è infatti ottimale in situazioni in cui il rapporto di trasmissione cambia ampiamente dall'ingresso all'uscita. Al suo posto è da preferire un *Dual-Active-Bridge* (DAB, doppio ponte attivo) (Fig. 5).

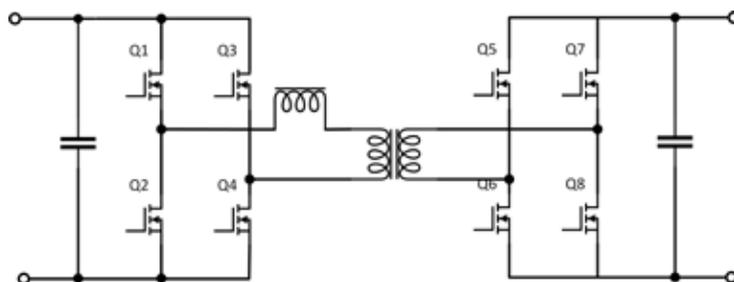


Fig. 5. – Doppio ponte attivo (DAB)

Tutte le topologie qui descritte possono essere realizzate con MOSFET SiC da 1200 V (e SBD per lo stadio *boost*) in *package* discreti (ad es. TO-247-4L). Come rappresentato in tabella 2, per una realizzazione che utilizzi esclusivamente componenti discreti sono necessari complessivamente 24 semiconduttori di potenza. Per una soluzione discreta devono essere tenuti in considerazione i requisiti di corrente di dispersione a livello di *package* per ogni transistor utilizzato come interruttore. Ciò produce componenti di grandi dimensioni anche quando il chip SiC nel *package* è piccolo. La combinazione di più chip in un unico *package* consente di ridurre lo spazio totale complessivo - in parte per via del

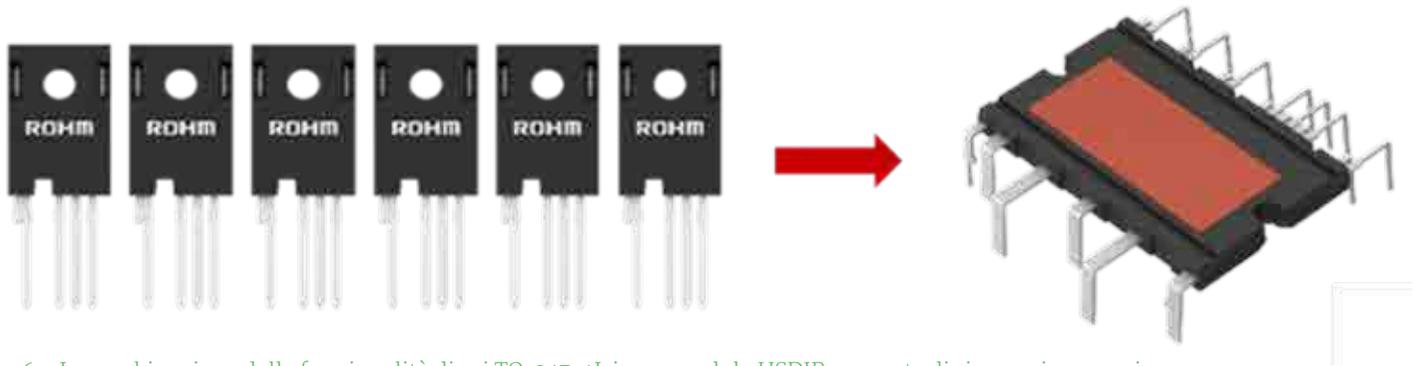


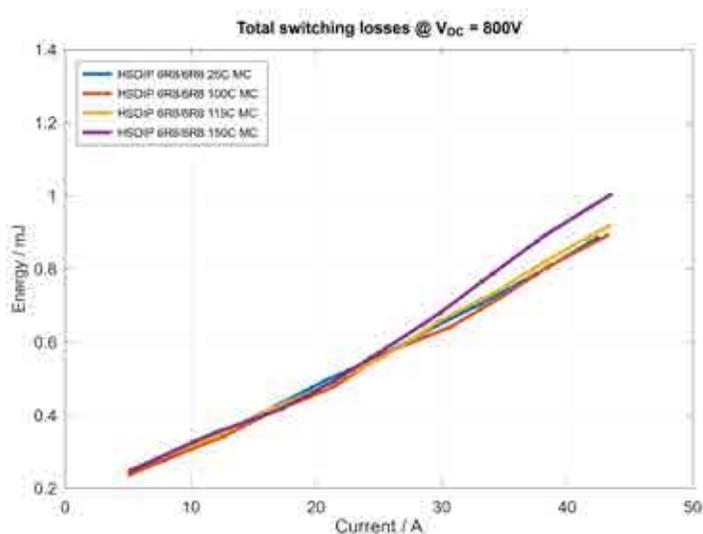
Fig. 6 – La combinazione delle funzionalità di sei TO-247-4L in un modulo HSDIP consente di risparmiare spazio

fatto che i requisiti di corrente di dispersione possono essere tenuti in considerazione in via eccezionale per una topologia complessiva. Nella figura 6 questo viene rappresentato per un modulo a ponte completo con sei interruttori.

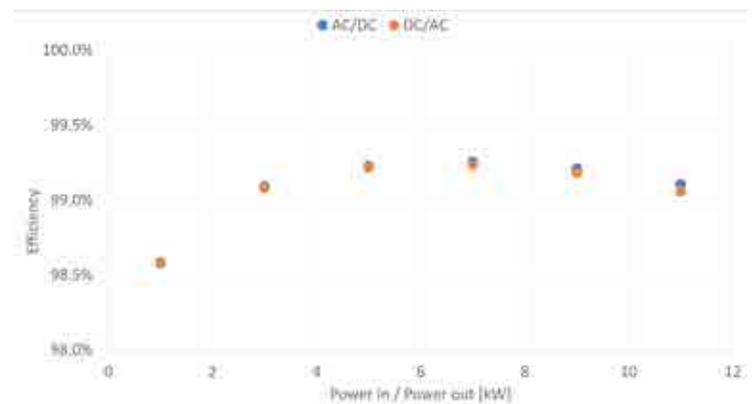
Il comportamento di perdita di commutazione del modulo 6 in 1 con MOSFET SiC da 36 m e 1.200 V è stato valutato su una scheda di test che realizza uno stadio AC/DC per un'applicazione OBC.[1] I risultati della valutazione delle perdite di commutazione sottoponendo questo modulo a test a doppio impulso (Fig. 7 a) valgono anche per il caso qui considerato di uno stadio DC/AC bidirezionale. Sulla base di questi dati è stata eseguita una simulazione di uno stadio AC/DC bidirezionale per un sistema a 11 kW. I risultati della simulazione illustrati nella figura 7 b lasciano prevedere che uno stadio AC/DC a 11 kW sulla base di un modulo 6 in 1 con MOSFET SiC di quarta generazione (36 m, 1.200 V) con una frequenza di commutazione di 48 kHz

nonché il ricorso a un dissipatore di calore con raffreddamento ad aria forzata presenti un'efficienza del 99% circa. In questo calcolo sono state considerate solo le perdite dei semiconduttori.

Con un modulo semiconduttore compatto come quello qui mostrato è possibile realizzare non solo il ponte completo per lo stadio DC/AC dell'inverter fotovoltaico integrato con l'aggiunta dell'accumulatore e del sistema di ricarica per veicoli elettrici in loco. Con diversi tipi di moduli della *line-up* illustrata nella tabella 2 è possibile occuparsi anche dei diversi stadi DC/DC. Per il *boost* Multi-MPPT si utilizzano i tre mezzi ponti di un modulo 6-in-1 e il DAB viene realizzato con due moduli 4-in-1. Il convertitore DC/DC non isolato può essere concepito in modi diversi, o con un approccio DC/DC a più fasi con *interleaving* sulla base di un modulo 4-in-1 o 6-in-1 oppure utilizzando moduli con mezzi ponti.



a) Perdita di commutazione calcolata in modo sperimentale [1]



b) Efficienza simulata funzionamento AC/DC e DC/AC (fsw = 48 kHz)

Fig. 7 – Perdita di commutazione ed efficienza simulata (modulo 6 in 1 con MOSFET SiC da 36 m e 1.200 V)

# Power

<i>Stadio convertitore</i>	<i>Componenti discreti</i>	<i>Modulo</i>
<i>Amplificatore (MPPT fotovoltaico)</i>	<i>6 (supponendo 3 x MPPT)</i>	<i>1 (6 in 1)</i>
<i>DC/DC (interfaccia batteria)</i>	<i>4 (circuito in parallelo)</i>	<i>1 (2 in 1)</i>
<i>DC/AC (bidirezionale)</i>	<i>6</i>	<i>1 (6 in 1)</i>
<i>DC/DC (ricarica veicoli elettrici)</i>	<i>8</i>	<i>2 (4 in 1)</i>
<i>In totale:</i>	<i>24</i>	<i>5</i>

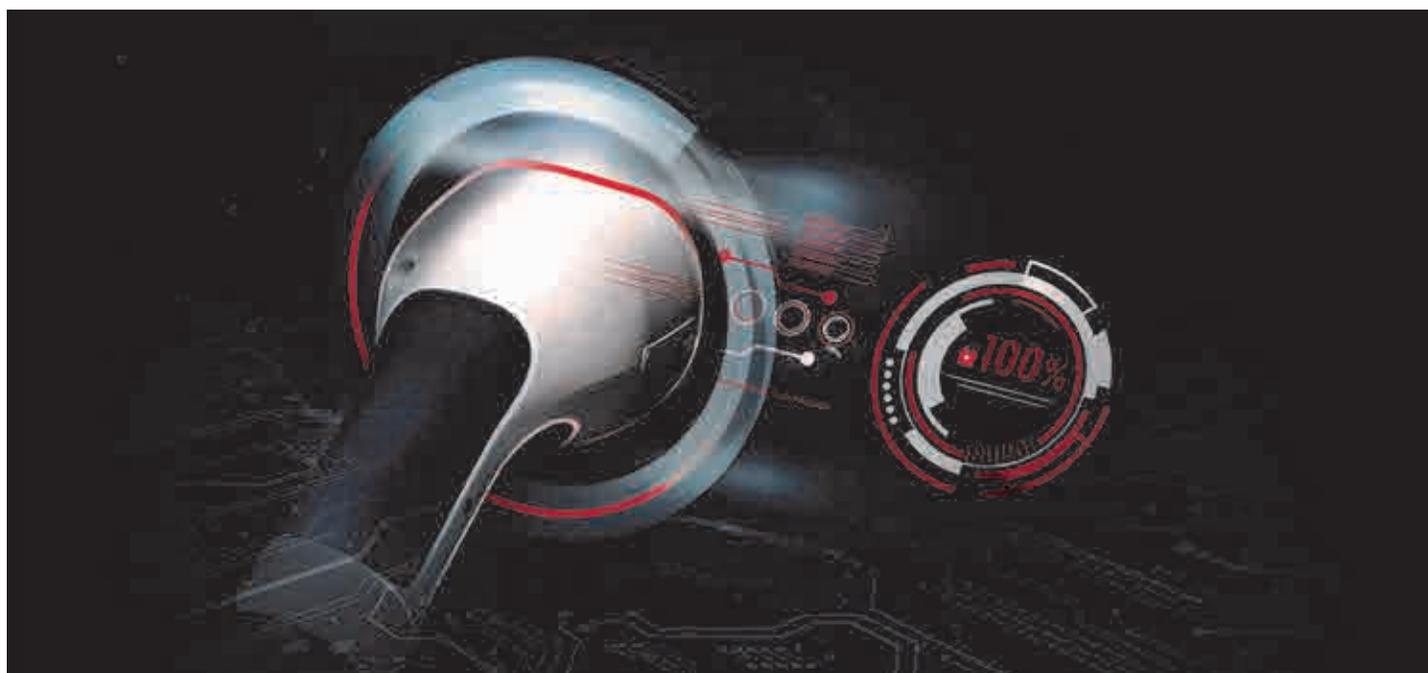
Tabella 2 – Numero dei componenti semiconduttori

L'articolo descrive i moduli MOSFET SiC come componenti efficienti per i convertitori elettronici di potenza. Illustra i vantaggi dell'integrazione dell'accumulo di energia e dei sistemi di ricarica dei veicoli elettrici negli impianti fotovoltaici e mette a confronto l'efficienza dei sistemi di accumulo di energia accoppiati in AC e DC. Il sistema integrato migliora non solo l'efficienza della trasmissione di energia, riducendo al contempo i costi di esercizio, ma contribuisce a ridurre anche i costi di investimento. Complessivamente l'impiego di MOSFET SiC da 1.200 V in questi *package* innovativi può promuovere la realizzazione di *concept* con convertitori elettronici di potenza efficienti per la ricarica di veicoli elettrici nella combinazione illustrata con l'impianto

to fotovoltaico e i sistemi di accumulo di energia.

I moduli MOSFET SiC possono soddisfare gli standard del settore in fatto di robustezza e affidabilità e offrono una soluzione ottimale per design compatti di convertitori elettronici di potenza. Questi moduli si prestano non solo per l'applicazione qui descritta, ma possono costituire componenti preziosi anche per altre applicazioni industriali o automobilistiche.

[1] M. Jankovic, I. Fouaide, M. Hondo, H. Tan; *Increasing the Power Density of Bidirectional On-Board Chargers with a New Silicon Carbide Power Module*, PCIM Europe 2023



# In connessione, tra tradizione e innovazione

*Con alle spalle 80 anni di storia, ODU è proiettata nel futuro puntando sulla qualità dei propri connettori, affidabilità dei servizi e con grande attenzione verso la sostenibilità. Chiuso il 2022 con una crescita del 15%, le previsioni per l'anno in corso sono positive, nonostante le sfide geopolitiche e le difficoltà dei mercati*

► [Antonella Pellegrini](#)

All'inizio di tutto ci fu un'intuizione tecnica nata osservando un dettaglio costruttivo di un oggetto allora comune, usato quotidianamente: la scopa di saggina. Quell'episodio rappresenta il momento in cui lo spirito di osservazione e la genialità di Otto Dunkel, fondatore dell'azienda, lo portarono a sviluppare e brevettare il primo contatto a molla al mondo: era la prima versione del famoso contatto Springtac, tutt'oggi utilizzato e inguagliato nella sua affidabilità. Dal 1942 a oggi, l'azienda ha avuto una profonda evoluzione e si è specializzata nella realizzazione di contatti elettrici per applicazioni in condizioni ambientali critiche (presenza di alte vibrazioni, acqua, polvere, alte e basse temperature e così via) e poi ha ampliato la sua offerta progettando connettori completi attorno a tali contatti speciali.

In questi 80 anni di attività la piccola realtà tedesca - quasi artigianale - è diventata una multinazionale che oggi conta circa 2.600 dipendenti, con fabbriche e uffici commerciali dislocati sui cinque continenti. Una logistica all'avanguardia e processi produttivi ottimizzati consentono di offrire sia soluzioni standard sia prodotti realizzati secondo le esigenze dei clienti.

Oggigiorno ODU ha a catalogo diverse serie di connettori completi, sia circolari che rettangolari modulari, che soddisfano le esigenze di connessione in diversi ambiti applicativi critici: dal militare alla robotica, dall'automazione industriale all'automotive, dall'elettromedicale al test & measurement.

Ripercorriamo questa bella storia imprenditoriale con



Paolo Magni, Regional sales manager Italy di ODU

Paolo Magni - Regional Sales Manager Italy di ODU, che ci racconta anche come l'azienda ha affrontato le recenti difficoltà del mercato e come intende affrontare le sfide future.

**Ingegnere, iniziamo dall'elemento più importante per ogni azienda: quali sono i vostri prodotti di punta?**

“ODU produce tutt'ora contatti elettrici sciolti, con diverse specifiche per diverse applicazioni: parliamo di contatti con tecnologie Springtac, Lamtac, Turntac e Stampac.

I connettori completi di sezione circolare possono avere corpi plastici (famiglia MEDI-SNAP usata in ambito elettromedicale e farmaceutico) oppure corpi metallici (famiglia MINI-SNAP usata in ambito industriale e famiglia AMC usata in ambito militare). I connettori rettangolari modulari invece sono della famiglia ODU-MAC e vengono principalmente usati in automazione, robotica e test & measurement”.

**ODU realizza anche soluzioni custom: qual è il loro peso sul fatturato complessivo della società e quali sono le problematiche da affrontare nella loro realizzazione?**

“La produzione di soluzioni di interconnessione realizzate ad-hoc partendo da richieste tecniche specifiche del cliente vale oggi circa il 50% del fatturato complessivo della società. Per poter fare ciò, e parallelamente continuare a produrre volumi importanti di prodotti standard venduti a catalogo, l'azienda si è dovuta strutturare con una logistica impeccabile e con un'organizzazione del processo produttivo verticalmente integrata: oggi l'80% delle lavorazioni e assemblaggi è realizzato internamente alle fabbriche ODU. Inoltre, altro punto di orgoglio e di differenziazione rispetto ai concorrenti, asset che si deve avere in azienda quando si producono così tanti prodotti custom, sono i laboratori di test interni: in essi possiamo testare completamente ogni nuovo prodotto in autonomia, e ciò ne velocizza il processo di rilascio sul mercato perché sappiamo che il prodotto passerà i test che verranno condotti dall'Ente esterno di Certificazione avendoli già passati nei laboratori ODU”.

**Le recenti disruption della catena di fornitura hanno influito sull'attività di ODU? Se sì, in che modo sono state affrontate?**

“La risposta dell'azienda a questo periodo di difficoltà negli approvvigionamenti di materiali e semilavorati (ormai cronica) è stata il potenziamento della capacità produttiva delle fabbriche ODU, con apertura o duplicazione di linee di produzione e trattamenti galvanici interni.

Inoltre sono aumentati gli acquisti dei materiali grezzi per fare stock preventivi e non, come avveniva prima, per produrre just-in-time. Queste azioni hanno reso possibile già

da giugno 2022 il ripristino del servizio 'ODU Express' (che era stato bloccato con la pandemia) che ci permette di consegnare in 15 giorni fino a 150 connettori circolari industriali e militari. Un servizio eccezionale che rende l'idea del grado di organizzazione e affidabilità della supply chain di ODU”.

**Quale sarà l'evoluzione della società nel medio/breve periodo in termini di linee di prodotti e di strategie societarie?**

“La pandemia di Covid-19 e la guerra in Ucraina sono due recenti avvenimenti che hanno alzato l'attenzione dell'opinione pubblica riguardo alla salute e alla sicurezza, due aspetti centrali della vita quotidiana di ogni uomo. Di conseguenza, sono aumentati gli investimenti in questi settori e ODU si è fatta trovare pronta a fornire le tecnologie di connessione ideali per tali ambiti applicativi, tanto diversi tra loro ma ugualmente esigenti per quanto riguarda l'affidabilità e la qualità dei prodotti richiesti. Anche in futuro prevediamo che questi due settori applicativi continuino ad essere quelli a maggior crescita, unitamente alla robotica che nell'ultimo decennio ha fatto passi da gigante. ODU ha già oggi linee di prodotti specifiche per tutti e tre questi mercati e continuerà ad investire in essi”.

**Che tipo di supporto fornite ai vostri clienti sia sul campo sia online?**

“La rete di vendita e supporto tecnico diretto ODU è oggi presente in 13 Paesi dell'Europa, dell'Asia e in USA. Ogni filiale ha personale tecnico-commerciale che è in grado di capire le esigenze del cliente e di suggerire, con approccio



consulenziale, il tipo di connettore ideale per l'applicazione specifica. Il rapporto diretto produttore-utilizzatore mette in diretta comunicazione gli uffici tecnici delle parti interessate e crea delle collaborazioni per lo sviluppo prodotti portando ad un livello più alto il valore aggiunto del fornitore che, nel mondo B2B, è colui che deve portare un vantaggio competitivo al proprio cliente perché questi possa primeggiare nel suo mercato di riferimento.

In ogni caso, visto che i connettori vengono usati da una moltitudine di aziende piccole e sparse su tutto il globo, aziende che ricercano prodotti affidabili e possibilmente con corti tempi di consegna, il vasto catalogo di prodotti ODU viene oggi venduto anche grazie al prezioso aiuto e supporto dei distributori locali e dei distributori internazionali online come Digikey o Mouser.

Infine, visto che oggi l'Ufficio Tecnico di ogni azienda modernamente organizzata usa programmi di progettazione meccanica ed elettrica 3D, ODU ha implementato il servizio di Product Finder (<https://odu-connectors.com/find-your-product/>) internamente al proprio sito web che mette a disposizione i disegni 3D (in diversi formati CAD/CAE) di ogni componente e connettore completo prodotto da ODU. Inoltre dal Product Finder ci sono link agli archivi di [traceparts.com](https://www.traceparts.com), [octopart.com](https://www.octopart.com) ed a librerie come EPLAN, Zuken e Cadenas [3dfindit.com](https://www.3dfindit.com)".

**Qual è la situazione del mercato nel nostro Paese e quali sono le prospettive nel breve/medio periodo?**

"Il 2022 è stato un ottimo anno per ODU (sia Corporate che

in Italia) visto che abbiamo incrementato le vendite di quasi il 15% rispetto all'anno precedente e il 2023 è iniziato ancora meglio, quindi l'outlook è decisamente positivo.

Il tessuto industriale italiano ha un patrimonio di competenze ed aree d'eccellenza industriale nel mondo dell'elettromedicale (soprattutto tra i produttori di macchinari per i trattamenti estetici) e dell'automazione industriale/robotica: per queste applicazioni ODU ha delle linee di prodotti innovativi e riconosciuti a livello mondiale come top di gamma. Quindi, se le attuali previsioni di crescita di tali settori saranno confermate dalla realtà, il business di ODU in Italia crescerà di conseguenza".

**Il mercato della connessione conta parecchie società: perché scegliere ODU rispetto alla concorrenza?**

"ODU progetta e produce al suo interno tutti i componenti che servono a comporre un connettore, ha quindi completo controllo del processo produttivo e ciò garantisce la qualità del prodotto finito oltre alla disponibilità in tempi brevi dello stesso. Quando l'offerta standard a catalogo ODU non soddisfa le specifiche esigenze del cliente, ODU mette a disposizione il know-how di centinaia di ingegneri per trovare soluzioni di interconnessione realizzate ad-hoc, testate e garantite dai laboratori di prova interni per una Certificazione veloce e senza 'sorprese'. Se il cliente richiede i connettori già cablati, ODU fornisce anche il servizio di cablatura suggerendo cavi che tiene a stock nelle proprie fabbriche per evitare al cliente di aspettare i tempi biblici dei produttori di cavi...Dove altro trovate tutto questo?"

