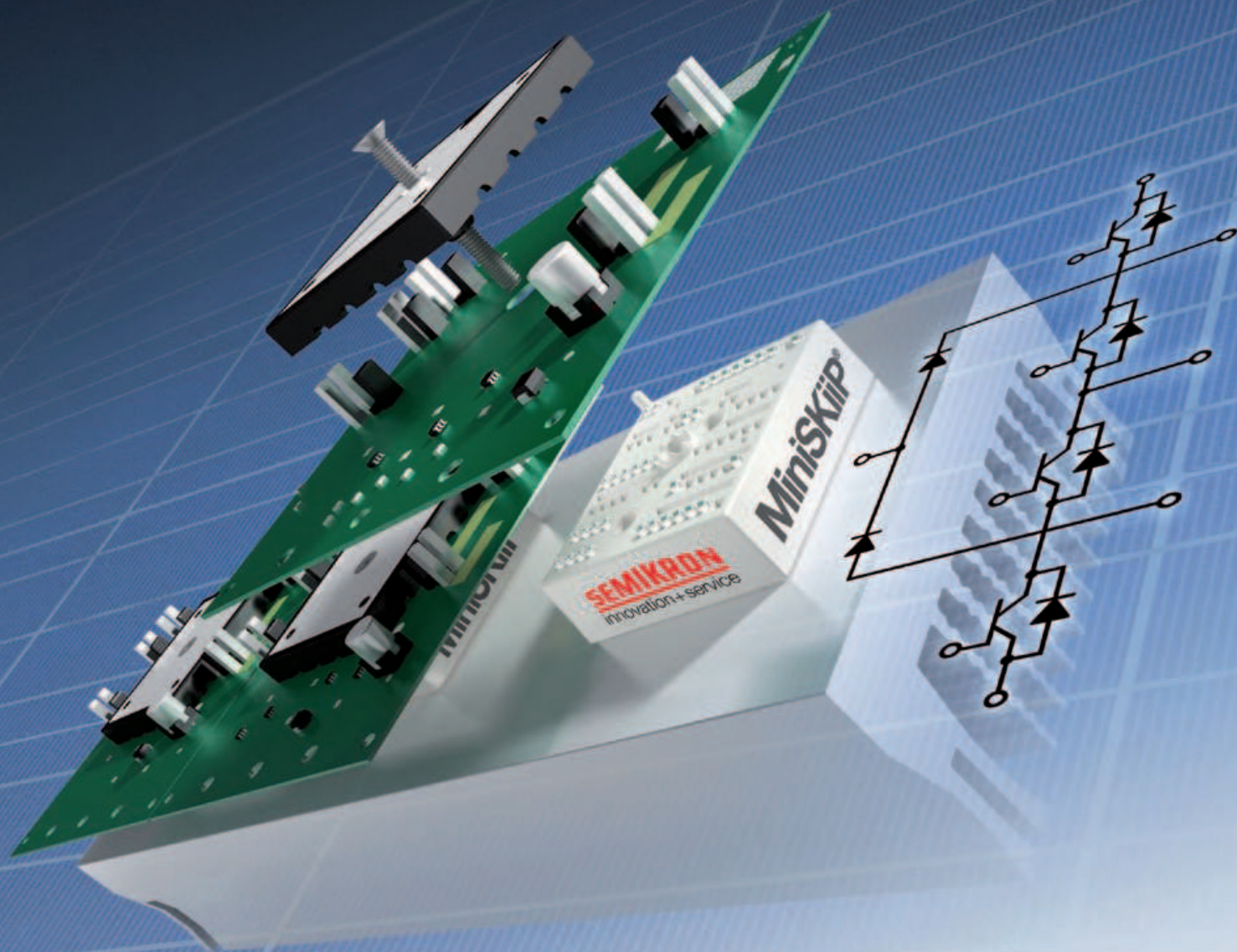


DESIGN & ELEKTRONIK

KNOW-HOW FÜR ENTWICKLER

ENERGIE-EFFIZIENZ



Leistungselektronik
Drei Level steigern Effizienz
Passive Bauelemente
Ferrite für PV-Anlagen

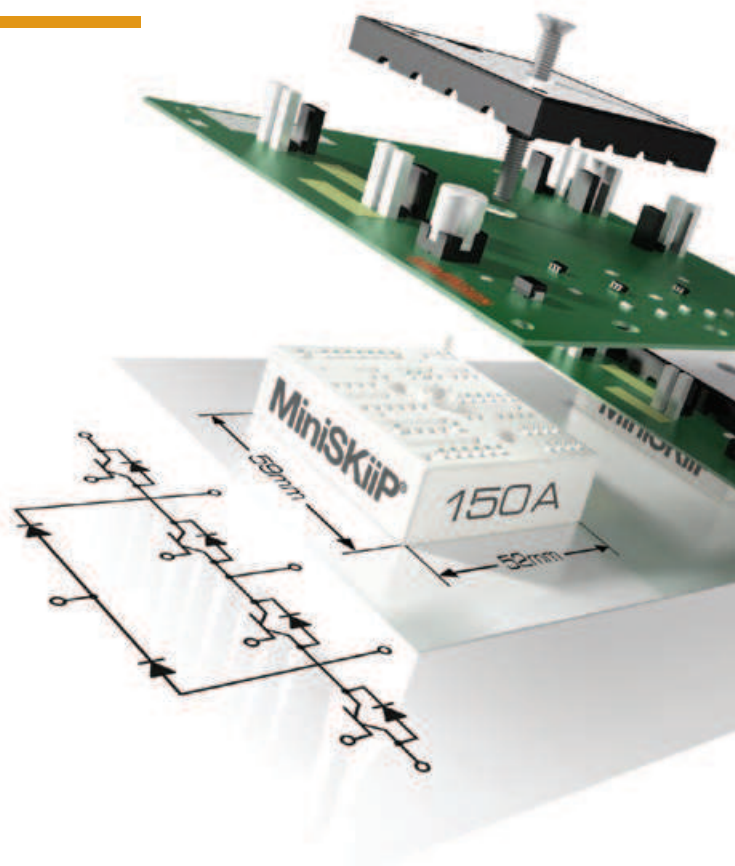
Stromversorgung
Energie für Sensoren »ernten«
Smart-Meter
Zukunftsfähig durch Updates

Unterbrechungsfreie SV
Alles im Blick per Software
D&E KOMPAKT
Displays & Beleuchtung

»INTELLIGENTE« HALBLEITERMODULE FÜR UMRICHTER

Drei Level steigern Wirkungsgrad

Vor fast drei Jahrzehnten wurde erstmals die 3-Level-Topologie für IGBT-Module vorgeschlagen, nun ist sie marktreif. Im Vergleich zu 2-Level-Modulen steigern solche IGBTs den Wirkungsgrad, da die Schaltverluste sinken. Das kommt besonders Solar- und USV-Umrichtern zugute. Vorteile ergeben sich aber auch für elektrische Antriebe, denn IPMs, »intelligente« Module mit integriertem Treiber, sorgen für kurze Entwicklungszeiten, da die Treiberentwicklung beim Kunden wegfällt.



ALEXANDER LANGENBUCHER

Über die letzten zehn Jahre sind die Energiekosten um etwa 40 Prozent gestiegen. Dies macht es immer attraktiver, Antriebe über einen Umrichter (Inverter) anzusteuern. Nach Expertenmeinung werden sich »intelligente« Module, wie zum Beispiel die »MiniSKiiP«-Module von Semikron (großes Bild), in Klimaanlage und industriellen Antrieben daher weiter durchsetzen. Zudem sind Treiber und die dazugehörigen Schaltungen beim MiniSKiiP bereits integriert, und das Schaltverhalten ist optimiert. Dadurch sind keine speziellen Anpassungen der Treibereigenschaften nötig, was auf ungefähr 80 Prozent der Projekte zutrifft. Außerdem gestatten die

IPMs wegen der integrierten und angepassten Gate-Treiber, damit ausgestattete Produkte schneller auf den Markt zu bringen.

Weiterer Pluspunkt für moderne IPMs ist ihr hoher Wirkungsgrad. Dadurch lassen sich Energiekosten einsparen und damit die Gesamtkosten für den Umrichter reduzieren. Die hohe Effizienz ist gerade im Markt für unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) und Solarwechselrichter enorm wichtig. Gerade diese können von der modernen 3-Level-Topologie hinsichtlich Wirkungsgrad und Netzqualität profitieren.

Zwar wurde schon vor fast 30 Jahren die erste 3-Level-Topologie vorgeschlagen, der technologische Fortschritt im Umrichtermarkt war in dieser Richtung jedoch sehr

langsam. Zuerst fand diese Konfiguration wegen des Wirkungsgrads im Hochspannungsbereich ihren Einsatz. Heute wird sie neben USV- und Solarwechselrichtern auch in Anwendungen eingesetzt, die hohe Schaltfrequenzen erfordern. Dank der im Vergleich zu einer konventionellen 2-Level-Lösung deutlich reduzierten Schaltverluste kann die 3-Level-Topologie bis zu 40 Prozent bei den Gesamtverlusten einsparen. Und mit zunehmender Schaltfrequenz nimmt diese Einsparung zu.

Weniger Oberwellen

Weniger Schaltverluste sind der erste wesentliche Unterschied

zwischen der 2- und 3-Level-Topologie, denn Letztere schalten nur mit dem halben Spannungsniveau. Zwar benötigt die 3-Level-Topologie dadurch mehr Leistungshalbleiter: zehn pro Zweig in einem 3-Level-Modul (vier IGBTs in Reihe), aber nur vier in einem 2-Level-Modul. Dies wird jedoch teilweise durch die höhere Stromdichte bei 600-V-Schaltern (bei den 3-Level-Modulen) im Vergleich zu 1200-V-IGBTs kompensiert. Ein weiterer Unterschied, der zugleich mehrere Vorteile mit sich bringt, ist die verbesserte spektrale Performance. Um die Oberwellen so gering wie möglich zu halten, sind bei einem 2-Level-Modul große Filter

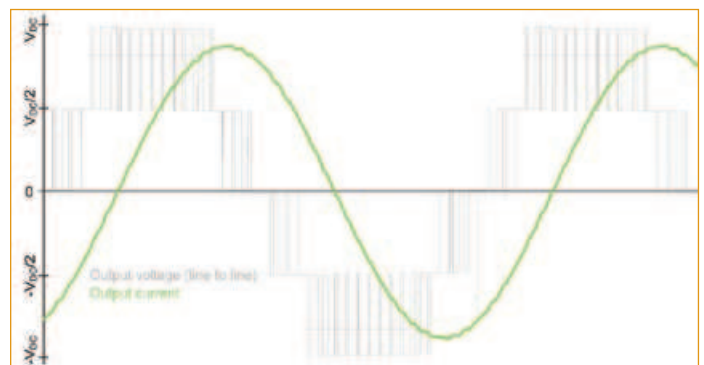
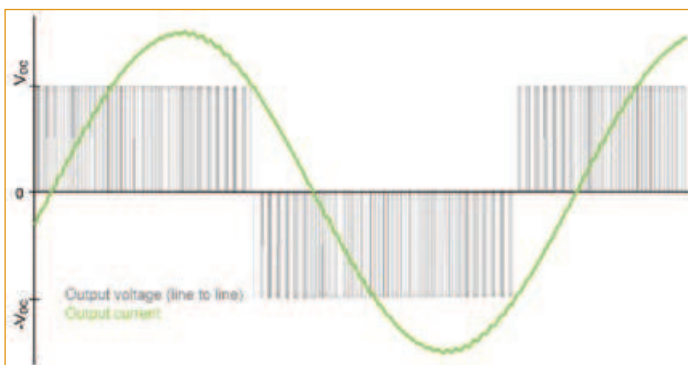
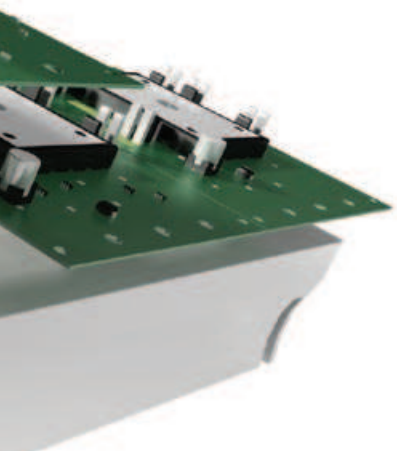


Bild 1: Bei einer 2-Level-Topologie (oben/links) stehen am Ausgang nur die zwei Spannungsniveaus 0 V bzw. $\pm V_{\text{DC}}$ zur Erzeugung des Ausgangssignals zur Verfügung, während bei einer 3-Level-Schaltung (unten/rechts) die Spannung zwischen 0 V , $\pm \frac{1}{2}V_{\text{DC}}$ und $\pm V_{\text{DC}}$ eingestellt werden kann (schwarze Linien)



ausgedrückt – die Netzspannung verzerren, entspricht eine geringe THD der Netzspannung einer guten Spannungsqualität im Netz. Wegen der geringen Klirrfaktoren des Ausgangsstroms lassen sich bei Anwendungen, die eine hohe Schaltfrequenz erfordern, beispielsweise teure Netzfilter einsparen. Möglicherweise lassen sich solche Anwendungen auch dahingehend optimieren, dass der Umrichter in Arbeitsumgebungen wie Büros oder Werkstätten geräuschlos arbeitet. Die 3-Level-Module vom Typ MiniSKiiP verfügen über ein optimiertes Modullayout. Die vier verschiedenen Kommutierungskreise spannen eine minimale Fläche auf, und ihre Anschlüsse liegen möglichst nahe zusammen. Modulinduktivität und die dadurch bedingten Überspannungen werden so gering gehalten. Und mehr noch: Die Leistungsdichte der 3-Level-MiniSKiiPs liegt dank der Federkontakte bei bis zu $4,9 \text{ A/cm}^3$. Das sind $0,7 \text{ A/cm}^3$ mehr als bei Modulen mit Presspin und $1,9 \text{ A/cm}^3$ mehr als bei solchen mit Schraubverbindung. Auch sind keine massiven Stromschienen zwischen den drei Phasen notwendig. Diese Tatsache, gepaart mit dem bereits erwähnten Vorzug kleinerer Filter, gestattet es, die Umrichter viel kleiner zu bauen.

notwendig, während ihre 3-Level-Pendants über eine Zwischenstufe der Ausgangsspannung verfügen (Bild 1). Dadurch lässt sich das Ausgangssignal wesentlich besser abbilden, wird also harmonischer. Außerdem verkleinert sich der Filter, folglich auch die Kosten dafür.

Die bessere Qualität des Ausgangsspannungssignals beziehungsweise der niedrigere Klirrfaktor (THD, Total Harmonic Distortion) bei gleicher Schaltfrequenz ist bei elektrischen Energieversorgungsnetzen von besonderer Bedeutung. Weil Wechselrichter keinen sinusförmigen Strom im Energieversorgungsnetz verursachen und diese Oberschwingungen – einfach

Die Montage der MiniSKiiPs ist denkbar einfach: Das Modul (Nennstrom 150 A) wird zusammen mit Kühlkörper und Ansteuerplatine mit nur einer Schraube elektrisch und thermisch verbunden. Zeitaufwändige Lötprozesse entfallen und ein Austausch der Leiterplatte ist wegen der Verbindungstechnik mittels Federkontakten ohne großen Aufwand möglich.

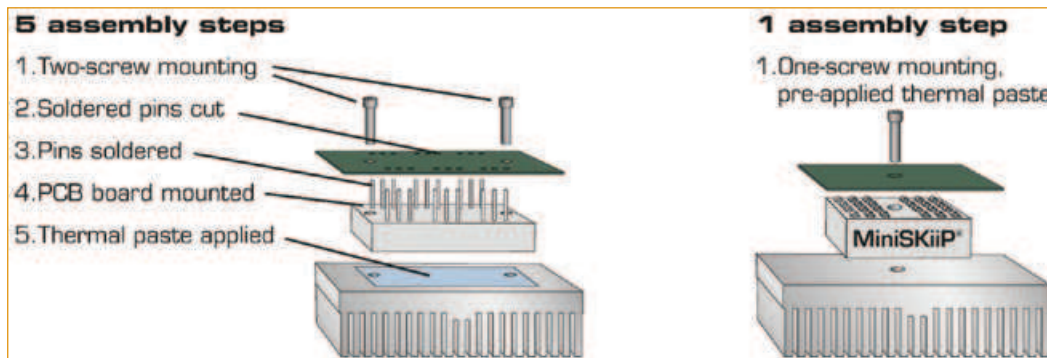


Bild 2: Durch die einfache Montage mit nur einer Schraube lassen sich mit MiniSKiiP-Modulen (rechts) die Fertigungs- und Montagekosten gegenüber konventionellen IGBT-Modulen (links) deutlich reduzieren

Dadurch lassen sich unabhängig von der Gehäusegröße bis zu 5 US-Dollar pro Inverter-Montage einsparen (Bild 2).

Treiberintegration vereinfacht Einsatz

All diese Vorteile bei der Montage gelten auch für die IPMs vom Typ MiniSKiiP. Diese stellen auf einem Gehäusevolumen von 49 cm^3 nicht nur eine um 50 Prozent höhere Stromdichte als IPMs vergleichbarer Topologie zur Verfügung, sondern bieten darüber hinaus

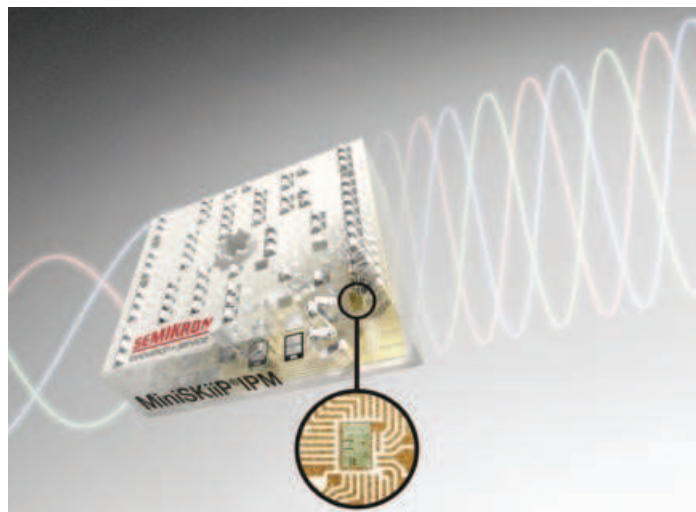



Bild 3: In jedem MiniSKiiP-Modul ist der erforderliche Temperatursensor integriert

zusätzliche Funktionen, weil der Treiber bereits integriert ist. Der HVIC-Treiber (High Voltage Integrated Circuit) in SOI-Technologie (Silicon on Insulator) beinhaltet einen neuartigen Pegelumsetzer für die Ansteuerung der High- beziehungsweise Low-Side-IGBTs, um die Störfestigkeit und das Schaltverhalten zu verbessern. Neben den Treibern wurden auch

A. LANGENBUCHER 
 ist Produktmanager
 bei Semikron

die Widerstände so gewählt, dass sich mit den IPMs 80 Prozent aller Anwendungen abdecken lassen. Dies ist besonders für kleine und mittlere Unternehmen attraktiv, die sich zum einen keine Gedanken über die Integration der Treiber machen brauchen und zum an-

deren dafür keine Entwicklungskapazitäten aufbringen müssen. Sie müssen lediglich den Controller programmieren und einbinden. Durch die Integration des Treibers in das Modul reduziert sich die Freiheit gerade bei der Anpassung an das System. Um dem Anwender trotzdem Konfigurationsmöglichkeiten zur Verfügung zu stellen, besitzt der MiniSKiiP neben dem ITRIP-Eingang, der zur Stromüberwachung verwendet wird, einen zusätzlichen Mehrzweck-Error-Eingang mit einer höheren Schaltschwelle. Diese Eingänge können genutzt werden, um in der Applikation zusätzliche Eingriffsmöglichkeiten zu haben. Der erforderliche Temperatursensor ist in jedem MiniSKiiP-Modul integriert (Bild 3). (rh)

Semikron
 Telefon: 09 11/65 59 23 4