

Stellenmarkt

Seite 101

3-Level

2-Level

Zuverlässige USV-Systeme mit 3-Level-Wechselrichtern

Die SEMITOP-Modulplattform eignet sich für 3-Level-Lösungen in USV-Anwendungen mit Leistungen von 5 bis 40 kVA

Filter in der Bildverarbeitung

Die geeignete Beleuchtung und passende Filter für die Bildverarbeitung auswählen

Seite 46

Gewinner des E²MS-Award 2011

In fünf Kategorien wurden die besten E²MS-Provider im deutschsprachigen Raum gekürt

Seite 78

Klimaschränke für Bauteiletests

Kraus Hardware prüft Bauelemente und Leiterplatten in Klimaschränken auf Robustheit

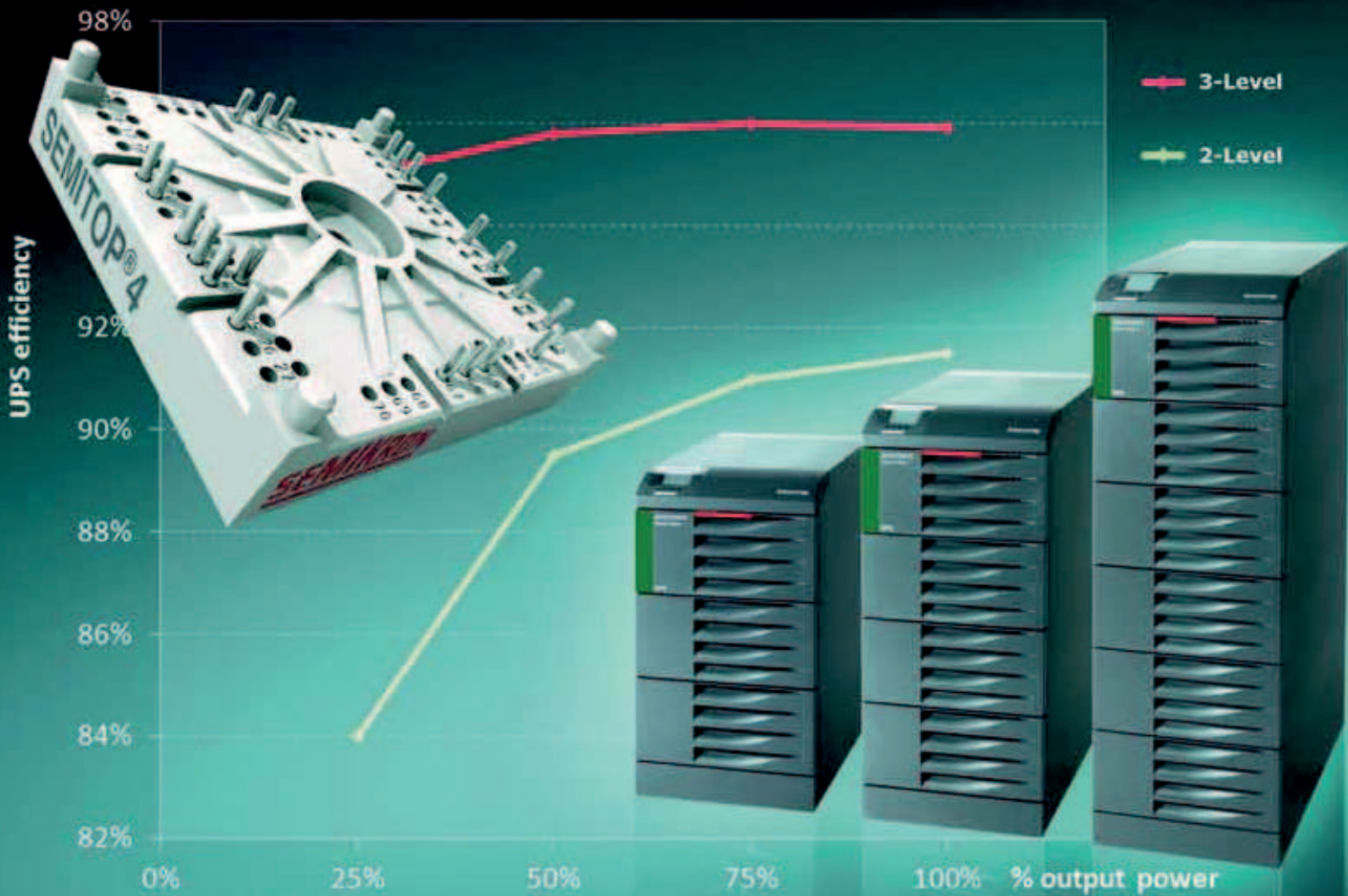
Seite 86

Nummer 1
Ausgezeichnete Website

Digi-Key
CORPORATION

GO DIGIKEY.DE





TITELSTORY

Die erste 3-Level-Topologie wurde vor etwa 30 Jahren eingesetzt, doch war die technische Verbreitung im Inverter-Markt langsam. Mittlerweile kommen 3-Level-Topologien wegen hoher Anforderungen beim Wirkungsgrad und bei der Netzqualität auch im Markt für unterbrechungsfreie Stromversorgungen und Photovoltaik-Wechselrichter zum Einsatz. Nun ist die 3-Level-Technologie ein Meilenstein in der Optimierung der Effizienz von Energieversorgungen und wird die 2-Level-Topologie in einigen Märkten verdrängen.

Zuverlässige USV-Systeme mit 3-Level-Wechselrichtern

Die 3-Level-Topologie gewinnt bei USV-Systemen an Bedeutung. Erwiesenermaßen hat sie das größte Energieeinsparungspotenzial. Basis der hohen Effizienz ist die neue SEMITOP-Modulplattform.

IGINO TOIGO, CLEMENTE ZANETTIN, MARCO DI LELLA *

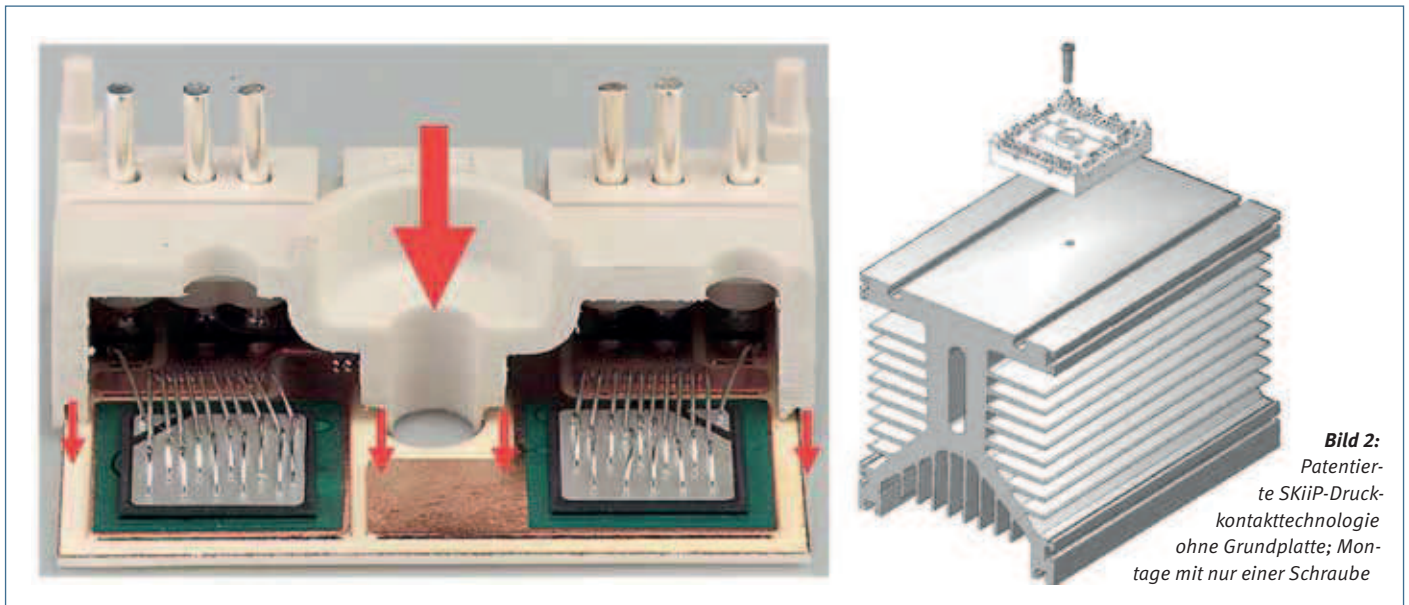


Bild 2:
Patentier-
te SKiIP-Druck-
kontakttechnologie
ohne Grundplatte; Mon-
tage mit nur einer Schraube

Ein wirkungsvollen Ausfallschutz für kritische Anwendungen wie Datenzentren oder gebäudetechnische Sicherheits- und Steuersysteme bieten unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV). Der Anspruch an moderne Lösungen ist deshalb, die absolute Funktionsfähigkeit der Lasten durch den ausschließlichen Einsatz von Doppelwandler-USV-Systemen sicherzustellen und die Gesamtbetriebskosten bei gleichzeitig maximaler Effizienz der Stromwandler zu minimieren. USV-Systeme arbeiten unter unterschiedlichen Betriebsbedingungen. Ein Standardsystem erfordert beispielsweise eine Umgebungstemperatur zwischen 0 und

+40 °C bei bis zu 95% relativer Luftfeuchtigkeit ohne Kondensation und eine Lagertemperatur von -20 bis +70 °C. Nur unter diesen Voraussetzungen kann das System energiesparend und effizient funktionieren. Standard-USV-Anlagen besitzen einen DC/AC-Wandler, für gewöhnlich einen Dreiphasen-IGBT-Wechselrichter oder einen 3-Level-Wechselrichter. Besonders die 3-Level-Topologie gewinnt im USV-Markt zunehmend an Bedeutung und wird von vielen Kunden bevorzugt, da sie erwiesenermaßen das höchste Energieeinsparungspotenzial bietet (großes Bild). Mit der IGBT-Modulplattform SEMITOP erfüllt Semikron die genannten Anforderungen im Leistungsbereich von 5 bis 40 kVA: eine kompakte Lösung ohne Bodenplatte, die mit nur einer Schraube am Kühlkörper befestigt wird. Aufgrund der patentierten SKiIP-Druckkontakttechnologie sind die Module auch langfristig extrem zuverlässig (Bild 2). Das Prinzip ist einfach: über ein mechanisches Drucksystem wird

das Kupfersubstrat (DCB) mit den aufgelöteten und gebondeten Chips auf den Kühlkörper gepresst, wobei auf jegliche Lötung verzichtet wird. Mit dieser Technik wird eine optimale thermische Verbindung zwischen Modul und Kühlkörper über die gleichmäßige Verteilung des Anpressdrucks sichergestellt; im Vergleich zu Standardmodulen ist eine Reduzierung des Wärmewiderstands um bis zu 30% möglich. Da das Modul aus nur wenigen Schichten mit ähnlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufgebaut ist, ist die gegenseitige mechanische Belastung der Komponenten während Temperaturlastwechseln gering und die langfristige Zuverlässigkeit der Module garantiert. Die Ausfallrate unterbrechungsfreier Stromversorgungssysteme mit solchen Modulen ist niedrig, was sich auch in einem minimalen Wartungsaufwand positiv bemerkbar macht.

Die SEMITOP-Modulplattform eignet sich für 3-Level-Lösungen in USV-Anwendungen mit Leistungen von 5 bis 40 kVA. Ein kom-

* Iginio Toigo
... ist R&D Power Application Dept. Manager bei SICON-SOCOMECC-Gruppe in Vicenza (Italien).
Clemente Zanettin
... ist R&D Dept - Power Application bei SICON-SOCOMECC-Gruppe in Vicenza (Italien).
Marco Di Lella
... ist Produktmanager SEMIKRON in Italien.

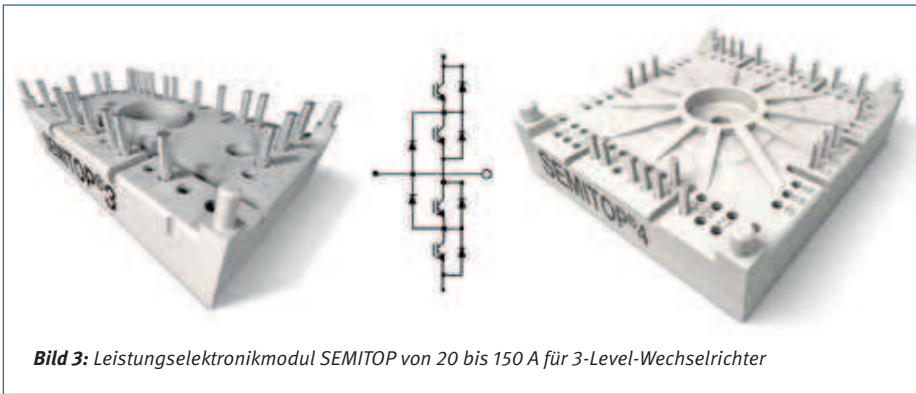


Bild 3: Leistungselektronikmodul SEMITOP von 20 bis 150 A für 3-Level-Wechselrichter

pletter Zweig eines 3-Level-Wechselrichters findet bei SEMITOP3- oder SEMITOP4-Plattformen in einem einzigen Gehäuse Platz. Mit nur drei derartigen Modulen lässt sich so ein kompletter dreiphasiger 3-Level-Wechselrichter realisieren. Beide Varianten sind für den Einsatz von 600-V-IGBT mit Nennströmen von 20 bis 150 A geeignet (Bild 3).

SICON-UPS blickt auf 40 Jahre Erfahrung im USV-Anlagenbau zurück. Die Unternehmensgruppe widmet sich ganz der Entwicklung von Lösungen für unterbrechungsfreie Stromversorgungen in kritischen Anwendungen wie IT-Installationen, industriellen Prozessen, Sicherheitsbeleuchtungssystemen und anderen Sicherheitssystemen. Die neuesten USV-Systeme des Herstellers arbeiten mit der SEMITOP4-Modulplattform. Die Module sind seit inzwischen vier Jahren bei Ausgangsleistungen von 10 bis 40 kVA und einem Leistungsfaktor von 0,9 im Einsatz. Die positiven Ergebnisse der von SICON

durchgeführten Tests bestätigen die Vorteile der neuen Topologie: sowohl Testprotokolle als auch thermische Charakterisierungen und Leistungsprüfungen attestieren gleichermaßen ausgezeichnete Produkteigenschaften. Die Vorteile lassen sich in vier Kategorien einteilen: Modulleistung, Minimierung von Dimensionen und Verlusten, Komplexität der Ansteuerung, Wirkungsgrad.

Ein 3-Level-Wechselrichter benötigt eine Reihe von Leistungsschaltern, insgesamt vier IGBT und sechs Dioden. Die parasitären Induktivitäten zwischen den unterschiedlichen Chips müssen minimiert werden, um gefährliche Überspannungen zu vermeiden, die möglicherweise ihre Laufzeit in der Anwendung beschränken oder zusätzliche Schutzbeschaltungen erfordern.

USV-Systeme müssen sowohl mit aktiven als auch reaktiven Lasten umgehen können; der Strom fließt entweder in Spannungsrichtung (positiv) oder entgegengesetzt (nega-

tiv). In Bild 4a bis d sind die Strompfade bei positiver Spannung sowie die relative Phasenverschiebung des Stroms dargestellt. Die Betrachtung schließt auch die Strompfade bei negativer Spannung mit ein. Die grünen Bereiche gilt es zu minimieren, um Überspannungen in den Komponenten zu vermeiden. Im Leistungsbereich von 10 bis 40 kVA beträgt die erforderliche Streuinduktivität ungefähr 10 nH.

Die Abmessungen eines kompakten SEMITOP4-Leistungsmoduls betragen nur 60 mm x 55 mm x 12 mm. Um einen kompletten 3-Level-Wechselrichter zu realisieren, werden lediglich drei Module benötigt. Deshalb sind speziell durch Kriechströme verursachte Streuinduktivitäten in den Schaltern gering und es kann auf entsprechende Schutzbeschaltungen, die die Komplexität erhöhen und die Gesamteffizienz des Systems beeinträchtigen würden, verzichtet werden.

Minimierung von Dimensionen und Verlusten

Zur temporären Versorgung der Last mit Speicherenergie sind USV-Systeme mit einem Batteriemodul ausgestattet. Die Dimensionierung dieses Moduls hängt von der Ausgangsleistung der unterbrechungsfreien Stromversorgung ab; die finale Anlagengröße eines UVS-Systems mit Standard-Wechselrichtern bleibt im Vergleich zu einem System mit 3-Level-Technologie im identischen Leistungsbereich gleich.

Die wesentlichen Vorteile liegen in der Chipstechnologie und der Schaltungstopologie. Dank der 3-Level-Architektur mit einer gemeinsamen DC-Gleichspannungsschiene ist es möglich, in einem Standard-Dreiphasen-Frequenzumrichter in 3-Level-Konfiguration 600-V-IGBT an Stelle von 1200-V-IGBT zu verwenden. Sie zeichnen sich durch niedrige Durchlassspannungen aus und erhöhen damit die Zuverlässigkeit des Systems.

Außerdem werden die im Vergleich zur 2-Level-Topologie niedrigeren Schaltverluste auf vier IGBT und sechs Dioden verteilt und nicht auf nur zwei IGBT und zwei Dioden, wie es bei Standard-2-Level-Umrichtern der Fall ist. Die Beanspruchung der Chips durch hohe Temperaturen oder Temperaturlastwechsel ist somit geringer, denn die Temperatur wechselt weniger häufig und wird dabei gleichmäßig auf die Chips verteilt.

Messungen beim Kunden ergaben vergleichsweise niedrige IGBT-Sperrschichttemperaturen unter Betriebsbedingungen. Die Belastung der Silizium-Halbleiter ist dadurch geringer, was sich positiv auf die Lastwechselfestigkeit auswirkt. Die Lebensdauer der IC ist also höher als in herkömmlichen

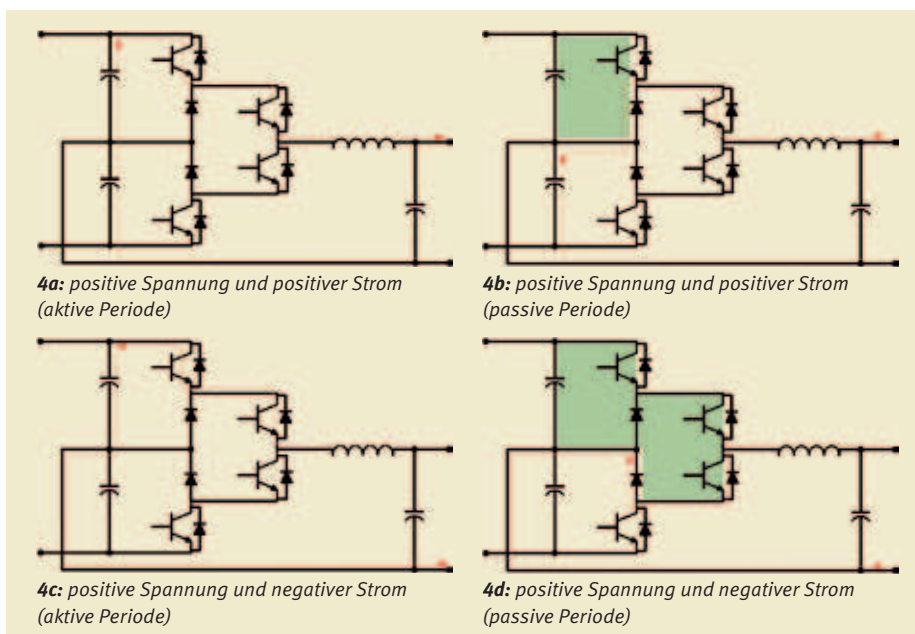


Bild 4: Strompfade bei positiver Spannung und die relative Phasenverschiebung des Stroms

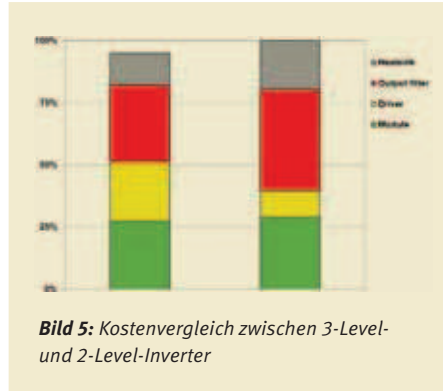
Dreiphasen-Umrichter. Die Verbesserung des thermischen Verhaltens der Silizium-Halbleiter bedeutet eine Steigerung des Gesamtwirkungsgrades. Die Komplexität der Wärmeableitung wurde ebenfalls berücksichtigt: mit einer Kühlkörpergröße von 400 mm x 160 mm sind die Module kompakter als in älteren Dreiphasen-Wechselrichtern. Und durch Nutzung kleinerer Lüfter mit niedrigerer Drehzahl wurde das Luftkühlungssystem optimiert (weitere Energieeinsparung und Reduzierung der Geräuschemissionen).

Die Belastung der Zwischenkreiskondensatoren in 3-Level-Umrichtern ist verhältnismäßig gering, das heißt, die Kondensatoren leben länger. Zurückzuführen ist dies auf die 3-Level-Topologie, in der die externen Dioden mit dem zentralen Massepunkt der Zwischenkreiskondensatoren verbunden sind. Unter Betriebsbedingungen sind auch Ausgangsfilter und Last an diesen Punkt gekoppelt. Wäre der Massepunkt nicht mit dem Nullleiter verbunden, würde Gleichstrom über die Zwischenkreiskondensatoren geführt werden, wodurch sich diese abwechselnd laden bzw. entladen. Im Prinzip funktioniert so ein herkömmlicher Dreiphasen-Wechselrichter. Der 3-Level-Umrichter fungiert dagegen als Mittelpunkt für den Nullanschluss; die gesamte Speicherladung der Kondensatoren steht somit vollständig der Last zur Verfügung, eine periodische Ladung bzw. Entladung der Kondensatoren findet nicht statt.

Komplexität der Ansteuerung beim 3-Level-Umrichter

Sinusförmige Ausgangsströme wie auch sinusförmige Ausgangsspannungen sind mit harmonischen Oberschwingungen behaftet. Geht eine USV-Anlage ans Netz, darf der Anteil der harmonischen Oberschwingungen ($THD_{(i)}$ und $THD_{(v)}$) einen Wert von 2% nicht übersteigen. Mit geeigneten Filtern lässt sich der THD-Anteil reduzieren. SICON konnte die Filtergröße im Vergleich zu herkömmlichen Dreiphasen-Invertern bei gleicher Ausgangsleistung um bis zu 50% verringern. Ein kleinerer Filter reduziert das Gewicht der jeweiligen Komponente; aufgrund der an den Filterdrosseln anliegenden niedrigeren Spannung $v \cdot \Delta t (= L \cdot \Delta i)$ sind auch die Eisenverluste niedriger. Dies bedeutet kompaktes Gewicht und verbesserter Wirkungsgrad bereits auf Ebene des Stromwandlers.

3-Level-Topologien sind im Vergleich zu gewöhnlichen Dreiphasen-Invertern komplexer. Bis zu zwölf IGBT müssen in einer 3-Level-Phase angesteuert werden, die Algorithmen der Pulsweitenmodulation (PWM) von Dreiphasen-Invertern sind dabei nicht



1:1 übertragbar. In der einschlägigen Fachliteratur finden wir jedoch unterschiedliche Ansätze der Pulsweitenmodulation. Der erhebliche Aufwand für die Entwicklung einer spezifischen Treiberlösung wird von den Kunden bereitwillig getragen.

SICON hat für seine SEMITOP-Module SK150MLI066T und SK75MLI066T eine individuelle Lösung zur Ansteuerung der IGBT erarbeitet. Die hohe Komplexität der Ansteuer-Thematik resultiert zwar in höheren Kosten für die Treiberkonfiguration, der Mehraufwand wird jedoch durch die im Vergleich zu einer Lösung mit Standard-Dreiphasen-Inverter niedrigeren Gesamtanlagenkosten kompensiert. Die Erfahrungen von SICON decken sich mit Erkenntnissen von Semikron bei Modulauswahl, Bemessung des Ausgangsfilters und Dimensionierung von Treiberschaltung und Kühlsystem. Bei gleicher Ausgangsleistung bieten USV in 3-Level-Topologie eine Reihe von Vorteilen und sind damit eine echte Alternative zu 2-Level-Systemen, wie der Kostenvergleich zeigt (Bild 5). Die Praxis der Entwicklung und Konstruktion von USV-Systemen hat SICON gelehrt, dass der Endverbraucher für gewöhnlich dazu tendiert, seine Anlagen für höhere Leistungen auszulegen. Das bedeutet, die USV wird oft nicht bei nominaler Ausgangsleistung (100%) betrieben, sondern nur unter Teillast. Tests bei SICON bescheinigten der 3-Level-Lösung mit SEMITOP-Modul einen relativ konstanten Wirkungsgrad bei fast voller nominaler Ausgangsleistung. Selbst unter Teillastbedingungen verbesserte sich die Effizienzkurve und zeigt einen flachen Verlauf im Bereich des Maximums. // KU

Semikron +49 (0)911 65590

InfoClick

■ Alle Details zu SEMITOP

www.elektronikpraxis.de

InfoClick 2964773

» Leistungsstarke Prozessor- und Netzwerk-Technologie «

1 2 3

Aktuellste Technik für Ihre 3U CompactPCI Plattform



CP3002

- » Intel® Core™ i7 Prozessor, bis zu 2.53 GHz
- » Bis zu 8 GB DDR3 Speicher mit ECC
- » Bis zu 16 GB SATA NAND Flash



CP3923

- » Fully managed layer 2 und 3 Switching und Routing
- » Neueste Technologie basierend auf Broadcom BCM56226
- » Erhältlich als Rugged Air- oder Conductive-Cooled Version

KONTAKT

Kontron bietet Ihnen ein umfassendes Produkt- und Service-Portfolio.
Besuchen Sie unsere Website!

Info-Hotline: +49(0)8165 77 777

Email: info@kontron.com

www.kontron.com/CPCI