

**IGBT-Plattformen** – Beträgt die statistische Ausfallzeit zwischen zwei Fehlern 80.000 Stunden (10 Jahre), gilt der Umrichter als zuverlässig. Modulare IGBT-Plattformen werden in solche Umrichter je nach Anwendung flexibel eingesetzt.

Systemverluste sollten bereits auf der Modulebene minimiert werden. Denn geringer Leistungsverlust erhöht die Betriebseffizienz, vereinfacht die Kühlung, sorgt für kompaktere Bauform durch geringeres Volumen und verbilligt die Systeme. Fallen unnötige thermische Widerstände durch Wärme-

ausdehnung weg, ist das ebenso von Bedeutung wie die verbesserte Chiptechnik. Neueste Technologien werden in Form von Trench-Gate-Komponenten zur Minimierung der statischen Verluste in Modulen, Anschlüssen sowie magnetischen und thermischen Komponenten integriert.

Die SEMiX-Module von Semikron arbeiten mit nur geringer Durchlaßspannung im Leistungsbereich von 190 A bis 1.000 A und sind somit in verschiedenen Leistungsschaltungs-Topologien einsetzbar. Hinsichtlich der Konzeption und Technologie liegt das Hauptaugenmerk auf der Minimierung der Leitungsverluste. Die Planartechnologie und widerstandsarme Bauweise der Module verringern die Verluste im Gesamtsystem und führen zu einer vereinfachten Parallelschaltung von Chips und Modulen, was wiederum kompaktere und kostengünstigere Lösungen ermöglicht. Durch die flache Bauweise weisen die Module geringe Streuinduktivität auf und beinhalten ein flexibles Leiterplatten-Interface für Gate-Treiber mit Schutzfunktionen wie z. B. Entkopplungswiderstände oder -Kondensatoren, Suppressoren, Klemmdioden oder voll isolierte Gate-Treiberboards mit erweiterten Überwachungs- und Schutzfunk-

weise. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit bei höheren Schaltfrequenzen zu arbeiten, was wiederum Schaltverluste zum bestimmenden Faktor in Halbleiterschaltungen werden läßt. Basierend auf der Forderung nach erhöhter Leistungseffizienz müssen Faktoren, wie dynamischer Schaltverlust der Module, Snubber-Verluste,  $dv/dt$ -Beanspruchung der Isolation, elektromagnetische Interferenzen, Spannungsspitzen an Anschlüssen mit langen Kabeln bei hohen Schaltfrequenzen und Leistungsqualität sowohl durch die Anwendung entsprechender Chip-Technologien, als auch mit geeigneten Schalttopologien, Rechnung getragen werden.

Für höhere Schaltfrequenzen stehen Soft-Punch-Through(SPT)-Module mit minimierten Schaltverlusten zur Verfügung. Der Schlüssel zur Minimierung oder Eliminierung der genannten Problemstellungen liegt im weichen Schalten im ZVS- oder ZCS-Mode.

Lösungen auf der Basis der SEMiX-Plattform bieten ein Leistungsspektrum von einfachen IGBT-Modulen bis hin zu intelligenten Leistungsmodulen (IPM) für modularen Aufbau, Parallelschaltung von Modulen sowie Anbindung von DC-Kapazitäten mit allen Vorteilen einer niederinduktiven Lamellen-

Interferenzen ermöglicht. Leistungselektroniksysteme sind dadurch besser auf energietechnische Herausforderungen zugeschnitten. Das bedeutet, geringere Herstellungskosten zukünftiger Konvertergenerationen auf CAD-Basis, die als integrierte und intelligente Bausteine mit Halbleiterschaltungen konzipiert sind.

## Anwendungen in der Leistungselektronik

Modulare und intelligente Leistungsmodule (IPM) ermöglichen den Aufbau flexibler und erweiterbarer Schnittstellen zwischen den SEMiX-IGBT-Modulen und dem Controller. Die Treiberlösung für SEMiX-Module oder -Systeme mit SKiiP (Semikron intelligent integrated Power)-Standardinterfaces beinhaltet: SEMiX-IGBT-Module, SKYPER- und SKYPER-PRO-Gate-Treiber sowie SKYPER- und SKYPER-PRO-Adapterboards. Jeder Phasenzweig der dreiphasigen ZCT-Umrichterschaltung beinhaltet einen LC-Resonanzkreis und jeweils zwei Haupt- und Hilfsschalter. Es konnte eine deutliche Verringerung der Schaltverluste und der Spannungs-/Strombeanspruchung festgestellt werden. Die wichtigsten Vorteile dieser Schaltung:

# Kaum noch Verluste

tionen. Somit steht dem Anwender ein intelligentes Leistungsmodul (IPM) zur Verfügung, das alle Anforderungen eines modernen IGBT-Moduls für den oberen Leistungsbereich erfüllt.

Optimierte magnetische Eigenschaften und eine höhere Schaltfrequenz bieten die Möglichkeit der kompakteren Bau-

bauweise. Dabei stehen leicht zu bedienende Interfaces zur Verfügung. Außerdem sind Treiberkreise, Controller und Energieversorgung problemlos zu integrieren. So wird eine effizientere Konzeption von Leistungs- und Überwachungsschaltungen bei gleichzeitiger Reduzierung der elektromagnetischen

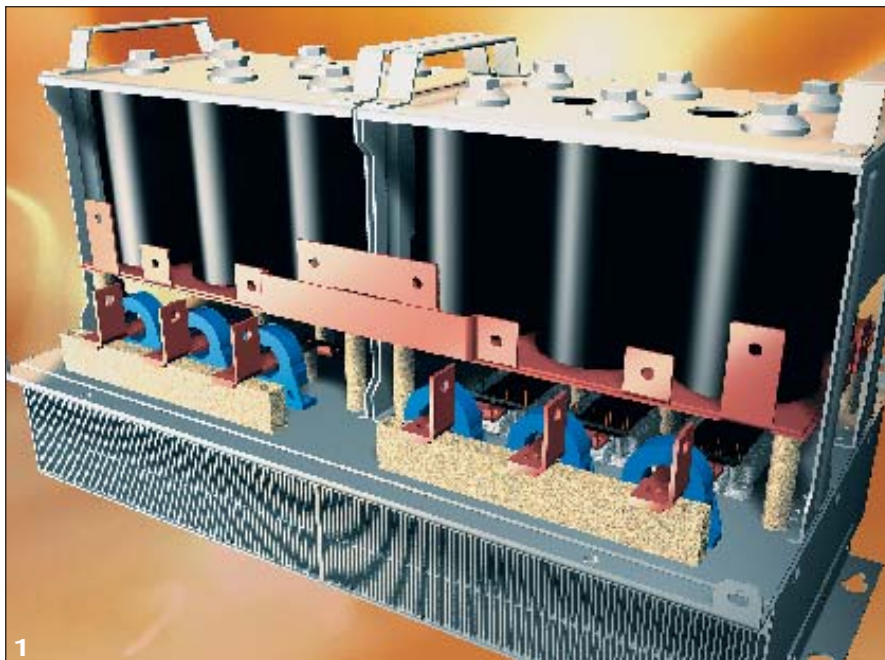
- Jeder einzelne Hilfsschaltkreis schaltet unabhängig eine Phase der Hauptschaltung (Soft-Schaltung).
- Die Schaltspannungsbeanspruchung entsteht lediglich im DC-Bus, da der Leistungspfad keine weiteren zusätzlichen seriellen Komponenten beinhaltet. ➤

■ Die Strombelastbarkeit der Hilfsschalter kann weit unterhalb der Belastung der Hauptschalter liegen.

Im Vergleich zum harten Schalten verringern sich die Einschaltverluste um ca. 70% und die Ausschaltverluste um ca. 85%. Darüber hinaus verringern sich die Rückstromspitzen um ca. 75%, Spannungsüberhöhungen und Hochfrequenzschwingungen sind praktisch nicht mehr festzustellen. Strom- und thermische Beanspruchungen werden über alle Schaltzyklen gleichmäßig auf die Hilfsmodule geleitet, wobei die Spannungsbeanspruchung des Resonanzwandlers um 30% verringert wird. Das weiche Schalten einer jeden Phase

erfolgt unabhängig vom Haupt-Controller. PWM-Schaltungen, die für hart schaltende Umrichter entwickelt wurden, können mit jeder entsprechend geprüften Steuertechnologie realisiert werden. Die Hilfsschalter werden nur für sehr kurze Zeitspannen beim Ein- und Ausschalten der Hauptschalter zugeschaltet und müssen einen begrenzten Resonanzstrom mit hohen Stromspitzen führen. Das Verhältnis zwischen mittlerem Strom für Hilfsschalter und maximalem Spitzenstrom kann bis zum Zwanzigfachen des Mittelwertes betragen. Als Schnittstelle für SKYPER-Treiber und zur Übertragung von Überwachungs-, Schutz- und Steuersi-

gnalen dienen SEMiX-Multi-Adapterboards. Die High-Performance-Systemarchitektur für Leistungsumrichter besteht aus einem Primärumrichter und einem Multifunktions-Leistungsregler. Der Primärumrichter verarbeitet den Großteil des Leistungsflusses bei niedriger Schaltfrequenz. Der Leistungsregler ist für einen wesentlich geringeren Leistungsbereich und hohe Schaltfrequenz konzipiert, da die durch nicht lineare Lasten verursachten Oberschwingungsströme nur einen Bruchteil des gesamten Laststroms bilden. Das System beinhaltet einen Primärumrichter mit 5 kHz und 150 kW Ausgangsleistung und einen Leistungsregler mit 20 kHz und 30 kW Ausgangsleistung. Als Primärumrichter dient ein SEMiX-33-GD126-Modul.



1



2

1: SEMiX-IGBT-Plattformen haben extrem flache modulare Power-Stacks.  
2: Umrichter mit Semix- und SKYPER-Treiberkernen

## Hochvolt für Elektromotoren

Multi-Level-Umrichter können bei minimaler Schaltfrequenz annähernd sinusförmige Spannungen erzeugen. Hierbei treten praktisch keine elektromagnetischen Interferenzen bzw. Gleichtaktspannungen auf. Darüber hinaus sind sie für Hochleistungs-Motorantriebe und hohe Spannungen geeignet. Dank der Nutzung verschiedener Gleichspannungsquellen ist der induktive Wandler grundsätzlich für alle elektrischen KFZ-Antriebe geeignet. Induktive Multi-Level-Umrichter bestehen aus einer Reihe von H-Brücken (Einphasen-Vollbrücken). Diese Multi-Level-Systeme bieten ein höheres Maß an Effizienz, da die Module mit minimaler Schaltfrequenz arbeiten. Der Leistungsfaktor entspricht annähernd den Multi-Level-Umrichtern, die als Gleichrichter zur Wandlung von AC nach DC zum Einsatz kommen. Elektromagnetische Interferenzen bzw. problematische Gleichtaktspannungen oder -ströme treten nicht auf. Intelligente SEMiX-Leistungsmodule können auch als Multi-Level-Umrichter arbeiten.

Multi-Level-Umrichter bieten besondere Funktionen für Hochvolt-Anwendungen, da sie in der Lage sind, die Wellenform der geeigneten Multi-Level-Ausgangsspannung mit einer Vielzahl von Modulen mit geringerer Leistung mit der höheren Ein- und Ausgangsgleichspannung abzugleichen. Auf diese Weise verringert der Multi-Level-Umrichter die Spannungsbeanspruchung und die Leitungsverluste, bei gleichzeitiger Optimierung des Oberschwingungsspektrums in Hochleistungsanwendungen.

Verschiedene Multi-Level-Konzeptionen und -Topologien wurden bereits eingeführt und kommen in Versorgungssystemen und Motorantrieben zur Anwendung. Diese Umrichterstrukturen unterscheiden sich grundlegend nach der jeweiligen Art der Spannungsklemmung. Der FCMI, notwendigerweise mit einem CF-Klemmkondensator je Doppelschalter-Paar ausgestattet, bildet einen Zwei-Level-Umrichter je Paar. Dank der FCMI entfallen zwei zusätzliche Klemmdioden und ein Mittenkondensator je Schaltpaar. Hierdurch vereinfacht sich die FCMI-Struktur, wodurch die Problematik der Rückstromspitzen der Klemmdioden gelöst wird. Die geringe Durchlaßspannung dank modernster Trench-IGBT-Technologie ist einer der Vorteile dieses Umrichtertyps.

### Softschalttechnik

Eine Vielzahl von Soft-Schaltungstopologien wurden bereits für FCMI's entwickelt. Das Hauptargument gegen den industriellen Einsatz von Matrix-Umrichtern (MCs) ist die große Anzahl not-

wendiger aktiver Module und Gate-Treiber und die damit verbundenen Nachteile hinsichtlich der Kosten und Zuverlässigkeit. In einem konventionellen MC sind 18 voneinander unabhängig gesteuerte aktive Module und Gate-Treiber notwendig, wohingegen ein Gleichspannungsumrichter mit aktivem Front-End mit nur 12 Einheiten arbeitet. Die Anzahl aktiver Module, die eine bidirektionale Schaltung bilden, kann durch eine Modifizierung des Schaltprozesses verringert werden. Eine parallele Anordnung der Snubber-Kondensatoren zu jedem der bidirektionalen Schalter ermöglicht eine kurze Unterbrechungszeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Einschaltzuständen, innerhalb derer der Laststrom von den Snubber-Kondensatoren aufgenommen werden kann. Die bidirektionalen Schalter können sicher ohne ein Überlappen der Schaltzustände geschaltet werden. Positive Nebeneffekte sind hierbei die Verringerung der Abschaltverluste, die  $dv/dt$ -Begrenzung und die Eliminierung von Überspannungsspitzen an den Schaltern. Eines der vorteilhaftesten

Soft-Schaltungsprinzipien, das mittlerweile in industriellen Anwendungen zum Einsatz kommt, ist das ARCP-Prinzip (auxiliary resonant commutated pole). Alternative Topologien zeigten die Notwendigkeit einer signifikanten Reduzierung der eingesetzten Bauteile. Die Anzahl der aktiven Module kann auf zwölf verringert werden, entsprechend einem Gleichspannungsumrichter mit aktivem Front-End mit lediglich zwei Drittel der Module eines konventionellen MC. Bei einer günstigeren Verteilung der modulseitigen Einschaltverluste und der folgenden Schaltverluste können Module mit kleinerer Silikonfläche als vergleichbare DC-Anschlußtopologien eingesetzt werden. Dem gegenüber steht eine komplexere Steuerung. Nach erfolgreicher Lösung von Problemstellungen, wie z. B. Fehlermanagement, Stabilisierung der virtuellen Erde, zuverlässige Steuerhardware und optimierte, bidirektionale Module, kann das ARCP-MC in Nischenanwendungen mit extrem hohen Schaltfrequenzen eingesetzt werden.

Veselin Vracar, Semikron Ltd, UK

2005
elobau sensor technology

### NIVEAUGEBER



**Größe Typenvielfalt**

- > Fertigung nach Kundenwunsch
- > zahlreiche Werkstoffe serienmäßig lieferbar
- > kundenspezifische Ausführungen

**Baukastensystem**

- > standardisierte Bauteile
- > zur Realisierung individueller Lösungen

### MASCHINENSICHERHEIT



**Zentraleinheit**

- > 4 versch. konfigurierbare Sicherheitsausgänge
- > Verwendung als Auswerteeinheit für Sensoren u. d. NOT-AUS bzw. 2-Handbedienung
- > TÜV-Approbaton gemäß EN 954 Cat. 4

**Sicherheitssensor**

- > Kabelabgang nach vier Seiten möglich
- > Magnetgehäuse mit um 90° drehbarem Magnetssystem
- > große Schaltabstände und Versatztoleranzen

**Sensoren mit ATEX-Zulassung**

- > mit ATEX-Zulassung gemäß RL94/9 EG
- > Schutzart IP68/Ex II 2G/2D/3G

**Sicherheitssensor**

- > kostengünstiges „BUS-System“
- > 2-adriges Kabel, angeschlossen über Quickconnect, verknüpft mehrere Sensoren

Elektrobauelemente GmbH & Co. KG · Postfach 1265 · 88306 Isny/Allgäu · Tel. 0 75 61/97 0-0 · Fax -100 · e-mail: info@elobau.de · www.elobau.de