



POWER ZEITGEMÄSS VERPACKT

Verlässliche und leistungsstarke Power-Module sind unerlässlich für Industrieapplikationen. Hier herrschen mittlerweile immer herausforderndere und rauere Umgebungsbedingungen, was die für solche Module bislang verwendeten Technologien an ihre Grenzen bringt. Um die kontinuierliche Leistungssteigerung bei diesen Modulen weiterhin zu gewährleisten, muss deren Gehäusetechnik angepasst werden.

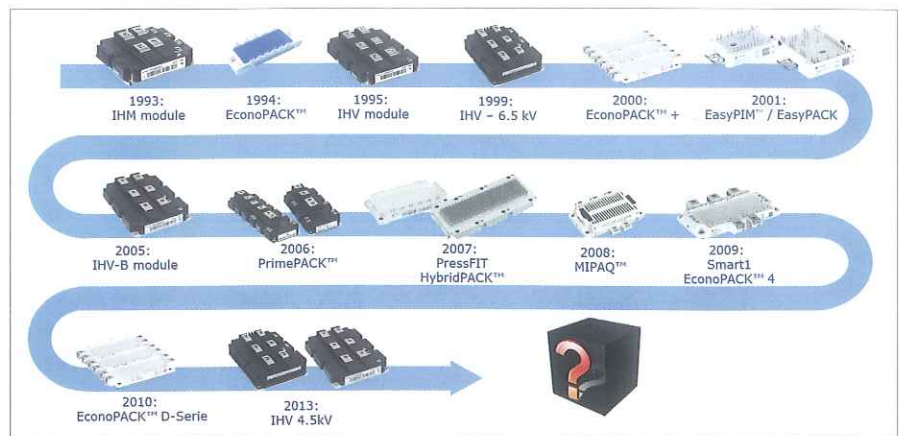
TEXT: Hubert Kerstin, Björn Rentemeister, Thomas Risse, Infineon Technologies BILDER: Oleksiy Mark, Shutterstock; Infineon Technologies

Power-Module haben sich als die treibende Kraft hinter der rasanten Entwicklung auf dem Gebiet der leistungselektronischen Systemtechnik erwiesen – vor allem mit Blick auf Energieeinsparung, Steuerungsdynamik, Geräuschminimierung und bei Gewichts- und Volumenreduzierung.

Leistungshalbleiter werden vor allem eingesetzt, um den Energiefluss zwischen Energiequelle und dem Verbraucher zu

steuern. Das erfolgt mit hoher Präzision bei sehr kurzer Steuerungszeit und mit sehr niedrigen Verlusten.

IGBT-Module mit hoher Leistung werden in verschiedenen Applikationen wie Industrieantriebs-, Traktions- und Windkraftumrichter eingesetzt. Kompakte Bauweise, Energieeffizienz und Zuverlässigkeit sind die Schlüsselemente in diesen Anwendungen. Es ist jetzt schon absehbar, dass neue Anwen-



Infineon hat in den vergangenen Jahren mit innovativen Modulen immer wieder Industriestandards gesetzt.

dungen in immer anspruchsvolleren Umgebungen andere und wahrscheinlich höhere Anforderungen bezüglich Lebensdauer und Widerstandsfähigkeit an die Umrichter und Modultechnologie mit sich bringen werden. All das wirft die Frage auf, wie die künftigen Lösungen für die unterschiedlichsten Bedürfnisse aussehen werden.

Drives

Neben der Energieerzeugung aus regenerativen Energien stellt die Nutzung fossiler Brennstoffe weiterhin den größten Teil der Energieversorgung dar. Experten der Vereinten Nationen erwarten für den Zeitraum von 2005 bis 2030, dass die Weltbevölkerung um 1,7 auf 8,2 Milliarden Menschen anwächst. Hinzu kommt ein ungebrochener Trend der Urbanisierung. Diese Entwicklung erfordert hohe Investitionen in die Gewinnung und Verteilung von Energieträgern wie Öl und Gas. Neue Fördertechniken ermöglichen die Erschließung neuer Vorkommen. Hier sind hocheffiziente Pumpenantriebe nötig, deren Herzstück die IGBT-Module sind. Bei den Industrieantrieben werden mehr und mehr unregelmäßige durch geordnete Antriebe ersetzt, um die Energieeffizienz zu steigern.

Dazu zwei Beispiele: In der Zementproduktion werden Antriebe gefordert, die einerseits den rauen Umfeldbedingungen trotzen und andererseits besonders energieeffizient arbeiten. Die Herstellung von Zement ist ein Prozess, dessen einzelne Verfahrensschritte einen hohen Energieaufwand erfordern. Damit ist Energie einer der größten Kostenfaktoren der Branche. Auch Antriebe in Stahl- und Walzwerken sind sehr hohen Anforderungen ausgesetzt. Glühender Stahl, wechselnde Betriebsarten und auftretende Überlastungen bedeuten eine hohe elektrische und mechanische Beanspruchung, die nach sehr

stabilen Konstruktionen verlangt. Sowohl beim Neubau von Walzwerken als auch bei der Modernisierung und Aufrüstung bestehender Anlagen werden Walzwerksantriebe von einigen 100 KW bis in den zweistelligen MW-Bereich für Nieder- und Mittelspannung eingesetzt. Hier sind robuste und langlebige IGBT-Konzepte vonnöten.

Traktion

Der Traktionsmarkt ist stark abhängig von einzelnen Infrastrukturprojekten. Diese werden in der Regel von öffentlicher Seite initiiert, auf nationaler Ebene sind hier einzelne Staaten oder Länder aktiv, auf kommunaler Ebene aber auch Städten und Gemeinden. Nicht nur in Deutschland, sondern vor allem international hat eine Renaissance des Bahnverkehrs eingesetzt.

Um dem zu erwartenden höheren Verkehrsaufkommen angemessen begegnen zu können, entstehen weltweit in großen Zusammenschlüssen zahlreiche neue Verkehrsunternehmen. Und die Anzahl der Neubau- und Ausbauprojekte ist deutlich dreistellig. In vielen Städten wird wieder ein bahnbasierendes Nahverkehrssystem aufgebaut, in einigen sogar erstmalig. Mehrere Schwellenländer mit hohem Wirtschaftswachstum wollen ehrgeizige Eisenbahn-Neubauprojekte sowohl im Güter- als auch im Personenverkehr realisieren, bei Letzterem mit Hochgeschwindigkeitsstrecken und -zügen.

Was ist der Grund für diese Entwicklung? Zwei weltweit festzustellende Entwicklungen sind die Triebfeder für den Traktionsmarkt: Zum einen die Urbanisierung und zum anderen die steigende Mobilität. Auch wenn Planung und Finanzierung der einzelnen Projekte schon Jahre im Voraus



Die Hochleistungsplattform „The Answer“ besteht aus einem neuen IGBT-Leistungsmodul mit unterschiedlichen Spannungs-klassen von 1.200 V bis zu 6,5 kV, unter anderem mit Varianten wie 450 A für 3,3 kV, 400 A für 4,5 kV und 275 A für 6,5 kV.

stattgefunden hat, so besteht doch der Anspruch, die neuesten Technologien einzusetzen. Damit soll vor allem den Anforderungen hinsichtlich Kosten- und Energieeinsparung entsprochen werden. Bei Bahnkomponenten wie dem Antriebsumrichter stehen kompaktes Design und Gewichtsreduzierung im Vordergrund – auch unter Kostengesichtspunkten.

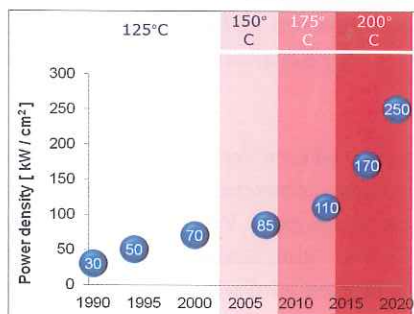
Windenergie

Der wachsende Anteil der erneuerbaren Energien in der Energieerzeugung zieht einen erhöhten Bedarf an Leistungshalbleitern nach sich. Onshore-Windkraftanlagen gehören

heutzutage zu den wirtschaftlichsten unter den regenerativen Energiequellen. Einen wichtigen Teil der Anlagen bilden komplexe Frequenzumrichter-Systeme, die erst eine netzverträgliche Einspeisung des erzeugten Stromes ermöglichen.

Moderne Windkraftanlagen erreichen inzwischen Leistungen von bis zu 7 MW, die in großen Offshore-Windparks weit draußen im Meer installiert werden. Die steigenden Leistungen der Generatoren erfordern dabei kompakte und leistungsstarke Umrichterkonzepte mit hoher Zuverlässigkeit und Robustheit gegenüber den stark wechselnden Witterungsbedingungen. Das Herzstück dieser Umrichter stellen verlustleis-

TREIBER DES FORTSCHRITTS



Der Fortschritt in der Leistungselektronik für Industrieanwendungen wird hauptsächlich durch fünf Aspekte getrieben, die sich teilweise auch gegenseitig bedingen: Energieeffizienz, Betriebstemperatur, Miniaturisierung, Zuverlässigkeit und Kostenreduktion. Dies bedeutet:

- Miniaturisierung elektrischer Systeme, um das Volumen zu reduzieren und die Leistungsdichte zu steigern,

- Energieeinsparung durch neue Schaltungstopologien, basierend auf neuen Halbleiterkonzepten mit höherer Effizienz,
- reduzierte Kosten durch Systemintegration und Gleichteilekonzepte, die zu sinkenden Systemkosten führen,
- gesteigerte Zuverlässigkeit durch höhere Integrationsdichte,
- erhöhte Betriebstemperaturen durch neue Leistungshalbleiter mit höherer Sperrschichttemperatur erlauben höhere Stromdichten und Schaltfrequenzen.

Diese Trends haben die Entwicklung der Leistungshalbleiter in den letzten dreißig Jahren kontinuierlich vorangetrieben und werden dies auch in Zukunft tun. Von den anfänglichen 30 kW/cm² sind wir durch innovative Aufbau- und Verbindungstechniken bei der Leistungsdichte inzwischen bei 110 kW/cm² angelangt. Allgemein geht

man davon aus, dass die Halbleiterindustrie bei den IGBT-Modulen aufgrund von Neuentwicklungen in noch weitaus höhere Bereiche vorstoßen wird. Aber: Es ist auch klar, dass die weitere Erhöhung der Leistung neue Gehäusekonzepte und Baumaße erfordert. Nur damit ist man in der Lage, die leistungsstarken Halbleiter für die verschiedenen Spannungs-klassen aufzunehmen.

Neben der Entwicklung der Chiptechnologie und der Gehäusebauform hat sich parallel auch die Evolution der Umrichter fortgesetzt. Die damit verbundenen neuen Konzepte, wie Gleichteilekonzepte über die Spannungs-klassen hinweg, erfordern neuartige Lösungsansätze seitens der Halbleiterhersteller, um den zukünftigen Anforderungen moderner und energieeffizienter Leistungselektronik gerecht zu werden.

tungsarme Leistungshalbleiter dar, die den dort herrschenden hohen Anforderungen an Zuverlässigkeit und Lebensdauer gerecht werden.

Geringe Wartungs- und Lebensdauerkosten haben einen nicht unwesentlichen Anteil bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit solcher Großprojekte. Durch die neue Modulplattform ist eine Skalierung von kleinen Generatorleistungen bis hin zu mehreren Megawatt pro Anlage möglich. Damit wird dem Plattformgedanken auf Basis der Umrichterkonzepte Rechnung getragen, und es wird eine in jeglicher Hinsicht effiziente Auslegung ermöglicht.

Vor allem für sehr anspruchsvolle Anwendungsgebiete, wie Windenergie, Bahn, Mittelspannungs-Industrieantriebe oder Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung(HGÜ)-Anlagen, müssen IGBT-Lösungen noch robuster und langlebiger werden. Denn nur so lässt sich mithilfe der HGÜ-Technik elektrische Energie (kosten)effizient über lange Strecken transportieren. Die Anbindung von Offshore-Windparks ans Stromnetz an Land ist dabei eine mögliche Anwendung.

Die Antwort: neues Gehäuse

Die neuen Herausforderungen für die IGBT-Technologie erwachsen also vor allem aus den gestiegenen Anforderungen bei unterschiedlichsten Anwendungen. Betrachtet man die erfolgreichen Entwicklungen der Leistungshalbleiter in den letzten Jahren, so stellt man fest, dass diese durch Chip-Technologien möglich wurden. Der Fokus lag auf den jeweils neuesten Chip-Generationen, ohne dabei allerdings die Gehäusetechnik zu modifizieren. Die neuen IGBT-Chips wurden überwiegend in bestehende Gehäuse integriert – womit zwangsläufig eine Grenze erreicht ist. Die weiter steigenden Systemanforderungen und neue Chipgenerationen machen nun die Entwicklung eines neuen Gehäuses mit entsprechendem Formfaktor erfor-

derlich. Für die neuen Herausforderungen wird also nicht weniger gesucht als eine neue Antwort.

Infineon will diese mit einem neuartigen Gehäusedesign für Hochleistungs-IGBT liefern. Diese High-Power-Plattform wurde mit „The Answer“ auf der PCIM 2014 zum ersten Mal vorgestellt. Triebfeder für die Suche und Umsetzung neuer Technologien war dabei das grundlegende Verständnis für die Bedürfnisse der Kunden und das damit einhergehende Systemdenken. Mit „The Answer“ werden die Anforderungen der unterschiedlichen Applikationen und Einsatzgebiete wie hohe Leistungsdichte, Effizienz, lange Lebensdauer und Robustheit in einer neuen Modulplattform umgesetzt. Die neue Gehäusetechnologie von Infineon für High-Power-IGBT-Module umfasst alle Spannungsklassen bis 6,5 kV. Dieses Design entwickelt das Unternehmen in erster Linie für Applikationen in den Bereichen Traktion, Industrielle Antriebe, Erneuerbare Energien und Energieübertragung & -verteilung. Dabei soll die Skalierbarkeit des neuen Standardgehäuses ein Systemdesign deutlich vereinfachen. Des Weiteren verschafft die robuste Architektur eine langfristige Zuverlässigkeit – selbst bei Applikationen in härtesten Witterungsverhältnissen.

Moderne Umrichterkonzepte erfordern hohe Energieeffizienz und Flexibilität bei der Auslegung des Designs und der Bauweise. Auf Basis der skalierbaren High-Power-Plattform ist eine optimierte Baugrößenanpassung des Umrichters an die jeweils benötigte Leistung des Antriebes möglich, da das Gehäuse eine einfache Erweiterung erlaubt, indem man in einem einmal entwickelten Umrichter weitere Module hinzufügt. Das flexible Konzept der Plattform ermöglicht dabei ein einfaches Parallelschalten gleicher Teile. So bieten die DC-Link-Terminals eine einfach strukturierte Verbindung zu den Kondensatoren. Außerdem lassen sich die AC-Terminals mit einer einzigen Schiene parallel schalten. Das verkürzt Entwicklungszeiten und reduziert Systemkosten. □