

LEISTUNGSWANDLER

Für den Einsatz an Land, zu Wasser und in der Luft

Leistungswandler kommen an Land, zu Wasser und in der Luft zum Einsatz. Dort müssen sie auch unter extremen Bedingungen wie großen Temperaturbereichen, Schock, Vibration, EMV und plötzlichen Lastspitzen stets zuverlässig funktionieren.

Reinhard Kalfhaus

Gründer und
Geschäftsführer
SYKO

Seit mehreren Jahrzehnten werden Leistungswandler kontinuierlich weiterentwickelt. Dabei fließen Erfahrungen aus unterschiedlichen Schaltungstopologien und Modifikationen in neue Generationen ein. Heute lassen sich Komponenten bis in den Leistungsbe-

reich von rund 10 kW in Serie bringen, häufig mit Zertifizierungen nach gängigen Normen wie EN, MIL oder VG, sodass sie auch in sicherheitskritischen Anwendungen oder unter extremen Umweltbedingungen zuverlässig eingesetzt werden können.

Für jede Anwendung:
ob in der Luft, auf der
Straße, der Schiene
oder dem Wasser.
Leistungselektronik
wird überall gebraucht.



Funktionalitätsbedarf des Verbrauchers decken

In öffentlichen Verkehrsmitteln übernehmen Leistungswandler die Aufgabe, aus der Fahrdrachtspannung von rund 750 V eine isolationsüberwachte Versorgung mit 230 V/50 Hz oder Gleichspannung bereitzustellen. Damit lassen sich unter anderem Ladestationen für mobile Geräte, Werkzeuge des Servicepersonals oder Beleuchtung und Datenübertragung an abgelegenen Haltestellen versorgen. Gleichzeitig tragen sie dazu bei, Komfort und Sicherheit für die Fahrgäste zu erhöhen, Ausfälle im Betrieb zu vermeiden und die zunehmende Zahl elektrischer Zusatzsysteme zuverlässig zu unterstützen. Moderne Konzepte berücksichtigen dabei auch Aspekte wie Energieeffizienz, geringe Baugröße und einfache Wartung, sodass sich die Geräte flexibel in bestehende Fahrzeuge integrieren lassen. Mit Blick auf zukünftige Anforderungsspielen Leistungswandler somit eine zentrale Rolle für den nachhaltigen und sicheren Betrieb moderner Verkehrssysteme.

Hohe Leistung über lange Strecken übertragen

Der Hersteller Syko hat aktuell eine Systemkomponente zertifizieren lassen, die eine potenzialgetrennte Leistung von 3,3 kW über eine Distanz von 3,3 km übertragen kann. Die Ausgangsseite liefert eine fehlerstrom- und isolationsüberwachte Spannung von 230 V_{AC}; optional sind auch Varianten für 28-V-Batterieladung oder dreiphasige 400/460 V-Anschlüsse möglich. Solche Systeme ermöglichen es, Plattformen – etwa auch unter Wasser – bei reduzierter Leistung über längere Strecken vom Bediener zu trennen und dennoch mit Energie und Kommunikation zu versorgen. In einem weiteren Projekt verarbeitet Syko eine verpolgeschützte 28 V-Bordnetzspannung (16 bis 34 V) und fängt load-dump-Impulse bis 100 V/50 bis 280 ms ohne Stromreflexion ab. Daraus wird eine batterie- oder High-Cap-gestützte Spannung von 56 V/3,6 kW bereitgestellt. Zum Einsatz kommen Topologien wie die Totem-Pole-Schaltung für AC-Eingänge, spannungskaskadierte Hochvolt-Regeneratoren für DC-Eingänge, hochstromfähige Synchrongleichrichtungen sowie kombinierte Buck-Boost-Varianten. Gesteuert und geregelt werden die Systeme prozessorbasiert, was eine flexible Schnittstellenanpassung ermöglicht.

Stabilität als zentrales Ziel in den meisten Projekten

Im Markt für robuste Leistungselektronik liegt die Herausforderung weniger in völlig neuen Schaltungskonzepten, sondern in der präzisen Anpassung und Kombination bestehender Topologien. Besonders im mobilen Umfeld – etwa in Bahn-, Verteidigungs- oder Offshore-Anwendungen – sind die Anforderungen hoch: Extreme Temperaturbereiche von -45 bis 85 °C, starke Vibrationen und kurzzeitige Stromsprünge im Bereich mehrerer tausend Ampere belasten die Systeme zusätzlich.

Anbieter in diesem Segment arbeiten häufig mit vergleichsweise kleinen bis mittleren Stückzahlen. Das macht die Fertigung aufwendig und erhöht den wirtschaftlichen Druck, zumal Entwicklungs- und Zertifizierungsprozesse zeit- und kostenintensiv sind. Um die Zuverlässigkeit zu gewährleisten, gehören aufwendige



Bild 1: Die kurzschlussfesten Buck/Boost-Wandler der Serie PSU 3000 arbeiten im dynamischen Eingangsspannungsbereich (15 bis 151 V).



Bild 2: Mit dem 1.000-Watt-Buck-Boost-Wandler CLW lassen sich Kondensatorbatterien an Bordnetzen im Spannungsbereich 9 bis 36 V laden.



Bild 3: Der Railway-Wechselrichter WER H750 (links) und der DWR 1500 für den Fahrzeugeinsatz.

Qualitätssicherungsmaßnahmen zum Standard: Temperaturprüfungen über mehrere Stunden, dynamische Zyklustests zwischen -40 und 85 °C sowie dokumentierte Funktionstests ab der Prototypenphase. Diese Praxis sorgt dafür, dass neue Systeme mit hoher Stabilität in Serie gehen können – auch wenn dies die Entwicklungszeit deutlich verlängert. Konkrete Projekte zeigen, wie breit das

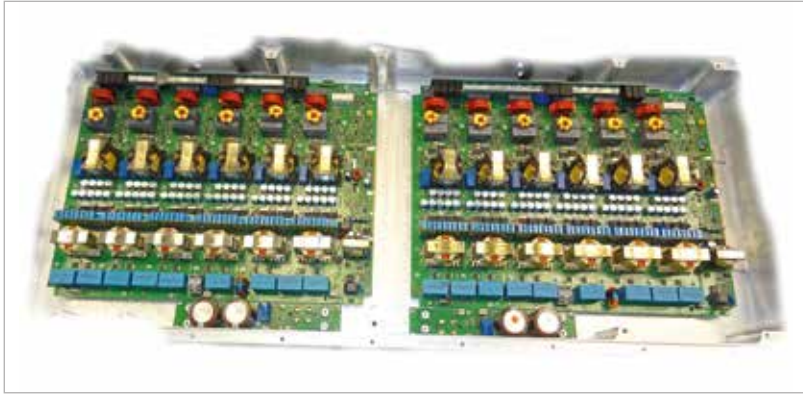


Bild 4: Diese sechsfach geregelten, stromkaskadierte Frontendstufen werden über eine Prozessoreinheit beliebig geregelt parallelgeschaltet für $n \times 3 \text{ kW}/5 \text{ kW}$ dynamisch.

Bild 5: Das Modell RV mit verbesserter Regelgeschwindigkeit und Nulllastfähigkeit.

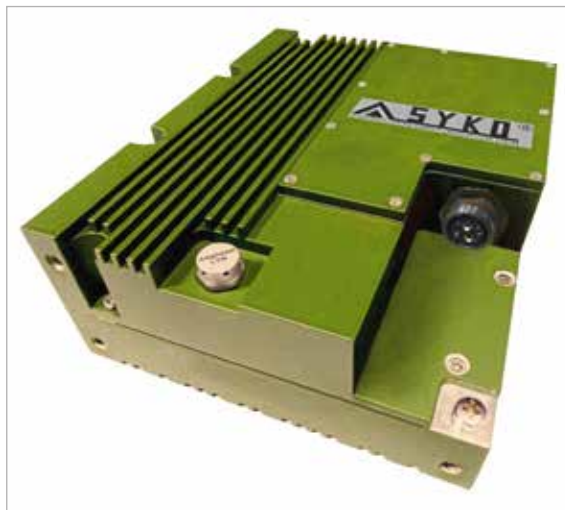


Bild: SYKO

Bild: SYKO

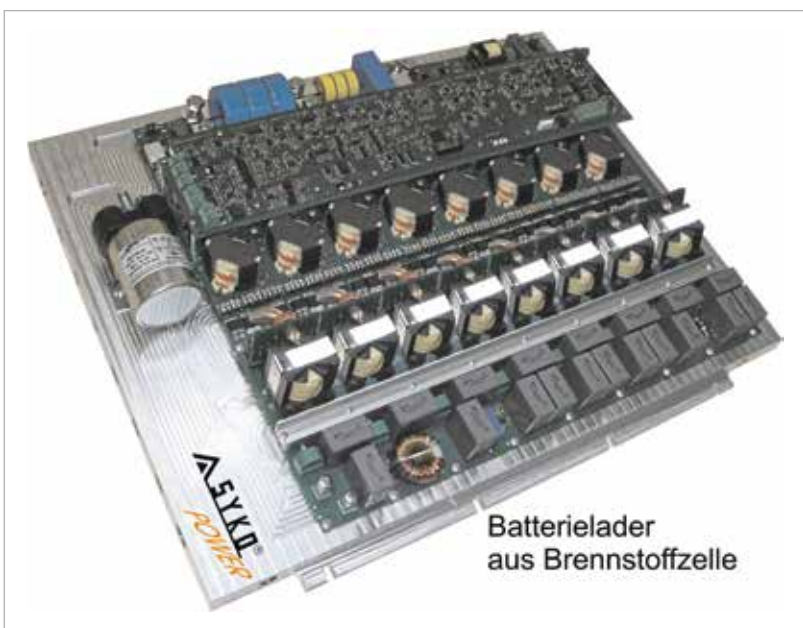


Bild 6: Ein leistungsfähiger Batterielader. Gespeist aus einer Brennstoffzelle mit 50 bis 100 Vthi liefert er eine Gleichspannung zwischen 200 und 600 V zum Laden von Hochvolt-Lithium-Ionen-Akkus.

Bild: SYKO

Einsatzspektrum solcher Leistungswandler ist. Ein High-Cap-Charger etwa lädt potenzialgetrennt einen 55-Farad/550-Volt-Kondensator ab 0 Volt mit einer Leistung von 3,6 kW, ausgehend von Bordnetzspannungen von 24 oder 72 V. Die Kommunikation erfolgt über Busstrukturen, sodass sich das System in komplexe Anwendungen integrieren lässt.

Ein weiteres Beispiel ist ein spezifisches Erregergerät, das aus einer 110-Volt-Bordnetzspannung potenzialgetrennt eine dreiphasige Ausgangsspannung mit 3,6 kW generiert, um einen Synchronmotor über f/u-Control anzutreiben. Im Betrieb kann das Gerät auf eine geregelte DC-Erregerspannung umschalten.

Auch die Energieversorgung aus dem 750-V-Fahrdraht gehört zu den typischen Aufgabenstellungen. Hier wird potenzialgetrennt eine 28-Volt-Batterieladung mit bis zu 2 kW bereitgestellt. Inklusiv der Fähigkeit, dynamische Spannungsspitzen von mehr als 1.000 V im Millisekundenbereich abzufangen. Zusätzlich lässt sich aus derselben Quelle eine dreiphasige 400-Volt-Ausgangsspannung mit 500 W generieren.

Vom Baukasten zur kundenspezifischen Lösung

Weitere Anwendungen betreffen U-Boot-Bordnetze mit statischen Hochvoltspannungen von 220 bis 440 VDC, die teilweise harten dynamischen Schwankungen bis 1.600 V unterliegen. Hier kommen Wandler mit Leistungen bis 5 kW zum Einsatz, die zwischen Strom- und Spannungsbetrieb umschalten können. Kleinere Systeme – etwa ein 24-V/500-W-Wandler mit IP67-Schutz – lassen sich zudem kaskadieren, um bei Bedarf höhere Leistungen zu erzielen.

Solche Beispiele verdeutlichen, dass die Entwicklung nicht allein auf Standardlösungen setzt, sondern häufig kundenspezifische Modifikationen erfordert. Digitale Regelungskonzepte und flexible Schnittstellen tragen dazu bei, Anforderungen aus Pflichtenheften auch in kurzer Zeit zu realisieren, wobei gleichzeitig Spielraum für spätere Anpassungen, Erweiterungen und die Integration in komplexe Gesamtsysteme bleibt.

Die Breite des Angebots an Systemkomponenten führt in der Praxis dazu, dass Projekt-Ingenieure oft auf bestehende Lösungen zurückgreifen können, die nur noch elektrisch oder mechanisch angepasst werden müssen. Dieser Ansatz ermöglicht es Herstellern wie Syko, auch komplexe Pflichtenhefte in vergleichsweise kurzer Zeit umzusetzen.

2024 zeigte sich allerdings auch die Kehrseite einer hohen Nachfrage: Der Auftragsbestand verdoppelte sich, was die Organisation stark belastete. Vom Materialeinkauf über die Personaleinstellung bis hin zu Investitionen in die Infrastruktur. Lagerbestände und Halbfertigprodukte stiegen erheblich, wodurch kurzfristig Kapital gebunden wurde. Das Phänomen verdeutlicht eine Herausforderung, mit der viele mittelständische Unternehmen derzeit konfrontiert sind: Sie gelten wirtschaftlich als gesund, können aber durch plötzliche Auftragsspitzen vorübergehend illiquide werden. Hinzu kommen strukturelle Faktoren. Seit der Corona-Pandemie wirken sich etwa veränderte Arbeitsgewohnheiten, höhere Krankenstände und gestiegene Produktionskosten bremsend aus. Gleichzeitig laufen Investitionen in neue Kapazitäten, wie etwa den geplanten Bau eines dreigeschossigen Produktionsgebäudes, weiter. Der Spagat zwischen Expansion und Kostendruck zeigt sich damit in besonderer Schärfe. (mr)