



# Automatisiert fahren mit doppeltem Netz

## Smarte Batterieschalter für eine sichere redundante Stromversorgung

Neben der Sensorfusion benötigen (Nutz-)Fahrzeuge als Voraussetzung für das hochautomatisierte Fahren auch eine entsprechende E/E-Architektur, die sicherheitskritische Vorgänge wie das Lenken oder Bremsen jederzeit gewährleistet. Dafür ist unter anderem eine redundante 24-V-Versorgung mit entsprechender Entkopplung erforderlich, wobei der Batterieschalter eine Schlüsselkomponente darstellt. *Autoren: Vincent Usseglio, Dr. Alfons Graf, Dirk Gennermann*

**W**arum sind Batterieschalter so wichtig? Automatisiertes und autonomes Fahren haben das Potenzial, den CAV-Bereich (CAV – commercial, construction and agricultural vehicles) zu revolutionieren, denn schließlich müssen Fahrzeuge im gewerblichen Einsatz mit höchstmöglicher Verfügbarkeit und minimalen Betriebskosten arbeiten. Das gilt für Land- oder Baumaschinen genauso wie für Lkws oder Busse. Fahrerlose Maschinen können rund um die Uhr und nahezu pausenlos im Einsatz sein. Beim Platooning fahren automati-

sierte, miteinander vernetzte Lkws in der Kolonne dicht an dicht hintereinander auf der Straße. Das sorgt für einen besseren Verkehrsfluss, spart Kraftstoff und reduziert den Ausstoß an schädlichen Gasen wie Stickoxiden (Bild 1).

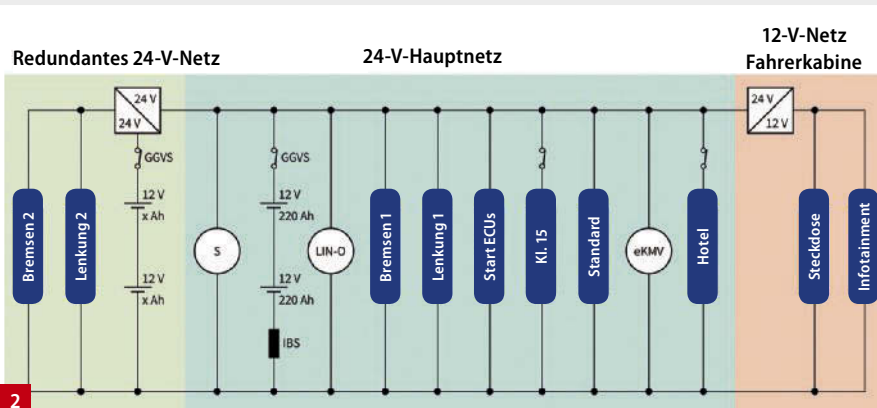
In der Landwirtschaft bringen automatisierte, präzise gesteuerte Traktoren Dünger und Saatgut wesentlich exakter aus. Zudem reduzieren automatisierte Systeme das Unfallrisiko deutlich.

Das alles schont die Umwelt sowie den Geldbeutel des Spediteurs oder Landwirts. Deshalb ist in Bran-



1

- 1 Automatisiertes Fahren hat das Potenzial, den CAV-Bereich zu revolutionieren.
- 2 Die E/E-Architektur für hoch automatisierte CAVs setzt auf Sensorfusion in Kombination mit Redundanz bei kritischen Funktionen wie Bremsen und Lenkung. Dafür ist eine redundante 24-V-Bord-Stromversorgung erforderlich.



2

### Platooning spart Kraftstoff

Das North American Council for Freight Efficiency (NACFE) hat errechnet: In einem Szenario mit zwei virtuell gekoppelten Lkws reduziert sich der Kraftstoffverbrauch des vorderen Fahrzeugs um 4,5 Prozent, beim hinteren sind es zehn Prozent. In einem Szenario mit drei gekoppelten Lkws führt Platooning sogar zu einer Ersparnis von zehn Prozent im Durchschnitt aller drei Fahrzeuge.

chen wie der Logistik das Interesse an automatisierten Fahrfunktionen noch höher als bei den Herstellern privater Pkws. Man darf davon ausgehen, dass die ersten automatisierten Fahrzeuge Lkws oder andere Nutzfahrzeuge sein werden.

### Ausfallsichere Systeme als Schlüsselaspekt für Automatisiertes Fahren

Eine typische Architektur für moderne CAV-Anwendungen deckt die Erfassung der Fahrumgebung und die Sicherheit kritischer Funktionen wie Bremsen oder Lenken ab. Die Umgebungsdaten werden mit vielfältigen präzisen Sensoren (Radar, Kamera, Lidar) erfasst und per Sensorfusion kombiniert. Navigations- und Telematik-Systeme liefern weitere wichtige Daten, die eine leistungsfähige zentrale Recheneinheit dann in Echtzeit verarbeiten muss. Für das sichere Bremsen beziehungsweise Lenken sind redundante Systeme erforderlich.

Eine wichtige Rolle für das automatisierte Fahren mit redundantem System spielt eine entsprechend ausfallsichere Stromversorgung. Dafür sorgen in CAVs ein 24-V-Bordnetz und ein redundantes 24-V-Netz neben einer 12-V-Versorgung für die Komfortfunktionen in der Kabine (Bild 2). Eine zentrale Funktion nimmt hier der Batterieschalter ein, der für die Trennung zwischen dem 24-V-Hauptnetz und dem redundanten 24-V-Netz sorgt beziehungsweise das Bordnetz im Gefahrenfall von der Batterie trennt. Die

erforderlichen Halbleiter müssen den rauen Umgebungen in Bezug auf hohe Temperaturen, Temperaturwechsel und Erschütterungen gerecht werden und zudem sowohl die funktionale Sicherheit als auch Datensicherheit gewährleisten.

### Demonstrator für einen smarten 24-V-ADR-Batterieschalter

Um Hochstrom-Batterien oder Stromversorgungsnetze bei Bedarf trennen zu können, sind Schaltungen auf Basis von Hochstrom-MOSFETs mit möglichst geringen Durchlasswiderständen und optimierte Leiterplatten-Technologien für höchste Stromtragfähigkeiten bei gleichzeitig niedrigsten thermischen Widerständen erforderlich. Infineon hat vor diesem Hintergrund zusammen mit Schweizer Electronic einen Demonstrator für einen ADR-24-V-Batte-

### Eck-DATEN

Vom vernetzten Lkw-Platooning über automatisiert fahrende Baustellenfahrzeuge und landwirtschaftliche Fahrzeuge bis hin zu komplett autonomem Lkws sind funktional sichere und effiziente Systeme erforderlich.

Vor diesem Hintergrund muss auch das 24-V-Bordnetz sicher und damit redundant ausgelegt werden. Für das Umschalten auf die redundante Versorgung oder das sichere Trennen von der Batterie sind effiziente, kompakte und smarte Batterieschalter erforderlich. Diese intelligenten Subsysteme lassen sich mit leistungsfähigen und energieeffizienten MOSFETs sowie mit entsprechenden Treiber-ICs in Kombination mit einer für Hochstrom-Anwendungen optimierten Leiterplatten-Technologie realisieren.



Bild 3: Demonstrator für einen 24-V-ADR-Batterieschalter für CAV-Anwendungen.

Integration in die bestehende Batterie-Box möglich. Auch auf Seite der Software sind keine Änderungen erforderlich – bei gleichbleibender ADR-Funktionalität ohne Einschränkungen.

Der Demonstrator basiert auf acht MOSFETs des Typs TOLL Optimos (IPLU300N04S4-R8), dem Treiber-IC AUIR3242S und der für Hochstromanwendungen optimierten neuartigen Leiterplatten-Technologie Inlay Board 2.0. Damit lassen sich die höheren Spannungs-Anforderungen für 24-V-Systeme erfüllen, wobei die Spannungen höher sind als bei Pkws, während gleichzeitig die Betriebszeiten länger sind. (Bild 3)

rieschalter entwickelt und zeigt ihn erstmals auf dem diesjährigen VDI-Kongress in Baden-Baden.

ADR steht für eine Europäische Richtlinie für den sicheren Transport von Gefahrgütern und leitet sich von dem französischen „Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route“ ab. Für Kraftfahrzeuge, die zur Beförderung gefährlicher Güter im Sinne europäischer Gesetzgebung ADR 2003 Abschnitt 9.2.2.3 für einen Maximalstrom von 300 A ausgelegt sind zum Einsatz kommen, ist zwischen der Batterie und dem Bordnetz ein Not-Aus-Trennschalter vorgeschrieben. Im Gefahrenfall lässt sich der Batterietrennschalter zum Beispiel vom Führerhaus oder der Außenseite des Fahrzeugs aus bedienen. Der Hauptbestandteil eines ADR-Batterietrennschalters war bisher ein bistabiles Hochstrom-Relais.

Mit dem von Infineon und Schweizer demonstrierten ADR-Batterieschalter kann das sonst übliche Leistungsrelais durch ein bistabiles smartes Leistungsschalter-Board ersetzt werden – und zwar ohne die bestehende Steuerlogik und das Steuergerät zu verändern. Darüber hinaus ist eine einfache mechanische

Messungen für den 24-V-Batterieschalter ergaben ein sehr gutes thermisches Verhalten. Der Durchlasswiderstand des gesamten Switches beträgt von Terminal zu Terminal  $110 \mu\Omega$  bei  $25^\circ\text{C}$  beziehungsweise  $160 \mu\Omega$  bei  $120^\circ\text{C}$ . Der Switch ist für Spitzenströme von bis zu 1800 A und einen Dauerstrom von 300 A (500 A für zehn Minuten) ausgelegt, wenn der Luftdurchfluss  $50 \text{ cm}^3/\text{min}$  beträgt.

Auf einer  $50 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$  „großen“ Leiterplatte sind die acht 40-V-MOSFETs integriert, die jeweils mit einem Durchlasswiderstand von maximal  $0,77 \text{ m}\Omega$  aufweisen. Auf der Rückseite befinden sich vier TVS-Dioden als Transientenschutz. Das „Inlay Board 2.0“ enthält ein einlaminiertes  $1,0 \text{ mm}$  dickes Kupferinlay, das über  $0,5 \text{ mm}$  breite Schlitz zur Potenzialtrennung aufweist. Das vollständige Verfüllen der Abstände mit Leiterplattenharz garantiert eine sichere Isolation bei hoher Kompaktheit. Der elektrische Widerstand der Leiterplatte bei Raumtemperatur beträgt nur zirka  $44 \mu\text{Ohm}$ . Die Inlay-Board-2.0-Technologie bietet bei höherem Logikanteil weiterhin die Möglichkeit, die Schaltung um einen Multilagengebiet zu erweitern. (Bild 4)

### Demo-Board

Auf einer  $50 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$  „großen“ Leiterplatte sind die acht 40-V-MOSFETs integriert, die jeweils für einen Maximalstrom von 300 A ausgelegt sind und einen Durchlasswiderstand von maximal  $0,77 \text{ m}\Omega$  aufweisen. Auf der Rückseite befinden sich vier TVS-Dioden als Transientenschutz. Das „Inlay Board 2.0“ enthält ein einlaminiertes  $1,0 \text{ mm}$  dickes Kupferinlay, das über  $0,5 \text{ mm}$  breite Schlitz zur Potenzialtrennung

aufweist. Das vollständige Verfüllen der Abstände mit Leiterplattenharz garantiert eine sichere Isolation bei hoher Kompaktheit. Der elektrische Widerstand der Leiterplatte bei Raumtemperatur beträgt nur zirka  $44 \mu\text{Ohm}$ . Die Inlay-Board-2.0-Technologie bietet bei höherem Logikanteil weiterhin die Möglichkeit, die Schaltung um einen Multilagengebiet zu erweitern. (Bild 4)

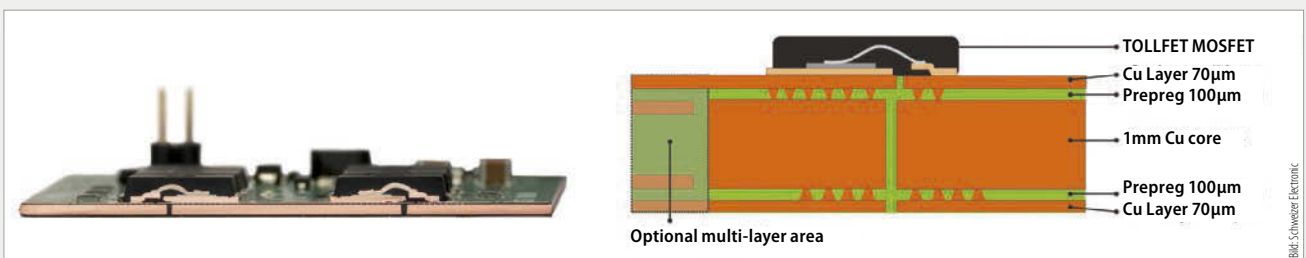


Bild 4: Neben effizienten MOSFETs und Treibern ermöglicht die Inlay-Board-2.0-Technologie eine hohe Stromtragfähigkeit und einen thermischen Widerstand von lediglich  $0,19 \text{ K/W}$ .

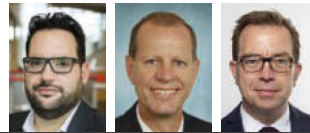


**Gehäuse: TOLL**

Während die Optimos-MOSFETs an sich schon einen geringen Durchlasswiderstand bieten, lässt sich dieser mit dem TOLL-Gehäuse (TO-Leadless) weiter optimieren. Damit sind diese Leistungsschalter prädestiniert für Hochstrom-Anwendungen im Automobil vom Starter-Generator über die Servolenkung und bürstenlosen Gleichstromantrieb bis zu Batteriemangement oder eben Batterieschalter. Das TOLL-Gehäuse ist für Stromstärken bis zu 300 A Dauerstrom ausgelegt. Mit der Kombination aus Optimos-ICs und TOLL-Gehäuse lässt sich zum Beispiel die erforderliche Anzahl parallel geschalteter MOSFETs in Hochstrom-Applikationen verringern und die Leistungsdichte erhöhen. Im Vergleich zu einem siebenpoligen D<sup>2</sup>PAK benötigen die TOLL-Varianten um etwa 30 Prozent weniger Leiterplattenfläche und sind auch nur etwa halb so hoch. Darüber hinaus sorgen die geringeren parasitären Induktivitäten für ein verbessertes EMV-Verhalten. Ein um etwa 50 Prozent größerer Lötkontakt verbessert den Stromfluss sowie die Kühlung und verhindert Elektromigration bei hohen Stromstärken, was in höherer Zuverlässigkeit resultiert. Die TOLL-Gehäuse sind AEC-Q101 qualifiziert und bleifrei.

Für den 24-V-ADR-Batterieschalter können sowohl 40-V- als auch 80-V-MOSFETs zum Einsatz kommen, wobei die 40-V-Varianten mit einer deutlichen Kosten- und Platz-Einsparung einhergehen.

Bei dem hier eingesetzten AUIR3241S handelt es sich um einen Gate-Treiber (Boost-Wandler) speziell für Batterieschalter mit MOSFETs in Back-to-Back-Konfiguration. Er weist mit weniger als 50  $\mu$ A einen sehr geringen Betriebsstrom bei eingeschalteten MOSFETs (Idle-Mode) auf. Dieser Idle-Mode ist bis heute einzigartig auf dem Markt. Des Weiteren bietet der für den Betriebsspannungsbereich von 3 bis 36 V ausgelegte Treiber einen Latch-Up-Schutz sowie diverse Diagnose- und Schutz-Funktionen, zu denen unter anderem die Überwachung des Gate-Stroms gehört. (av) ■

**Autoren****Vincent Usseglio**

Trucks OEM Business Development, Automotive Division, Infineon Technologies AG

**Dr. Alfons Graf**

System Architect Power Electronics, Automotive Division, Infineon Technologies AG

**Dirk Gennermann**

Head of Product Marketing, Schweizer Electronic AG

all-electronics.de

infoDIREKT

369ael1018

DER PÖPPELMANN EFFEKT:

# 100 % dicht.

Insbesondere in der Automobilbranche benötigen sensible Komponenten eine zuverlässige Abdichtung, um dauerhaft schädlichen Einflüssen von Außen standzuhalten. Abgestimmt auf die Anforderungen unserer Kunden entwickeln wir dafür Kunststofflösungen, die sowohl wirtschaftlich als auch technisch optimiert sind:

**NEU** Zweikomponenten-Dichtungen: Thermoplast-Flüssigsilikonkautschuk (Liquid Silicone Rubber)



Formteil-Dichtungen

Zweikomponenten-Spritzgusstechnik: Thermoplast-Thermoplast, Thermoplast-Elastomer

Ortsgeschäumte Dichtungen mit PUR (FIPFG)

Und wo beginnen wir bei Ihnen? Rufen Sie uns einfach an:  
**04442 982-6010** oder [k-tech@poeppelemann.com](mailto:k-tech@poeppelemann.com)

Wir machen das. **Dichter.**

18.-20. 10. 2018  
Wolfsburg  
Halle 6 | Stand 6205

electronica 2018 Halle C2  
Stand 524



**PÖPPELMANN**

**K-TECH®**