

15.10.2018 | AUTOMATISIERT UNTERWEGS 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.

Fachartikel von Vincent Usseglio, Dr. Alfons Graf, Dirk Gennermann

Warum 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 automatisierte, 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 Landwirtes. Deshalb ist in Branchen 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 sind ein 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 redundanten 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 nehmen hier die Batterieschalter SBD (safety battery disconnect switch) ein, die für die sichere Trennung der Batterien im 24-V-Hauptnetz und im redundanten 24-V-Netz sorgen, beziehungsweise die auch benutzt werden können, um die Bordnetze beim Laden von Gefahrgütern von den Batterien zu trennen. 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

i 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 10 Prozent. In einem Szenario mit drei gekoppelten Lkws führt Platooning sogar zu einer Ersparnis von 10 Prozent im Durchschnitt aller drei Fahrzeuge.

Um Hochstrom-Batterien oder Stromversorgungs-Netze 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-Batterieschalter 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 zum Einsatz kommen, ist zwischen der Batterie und dem Bordnetz ein Not-Aus-Trennschalter vorgeschrieben. Im



Bild 1: Automatisiertes Fahren hat das Potenzial, den CAV-Bereich zu revolutionieren. Logistikunternehmen fordern kommerzielle Fahrzeuge mit höchster Verfügbarkeit und möglichst geringen Betriebskosten. Platooning ist ein Beispiel dafür. (Bild: Infineon)

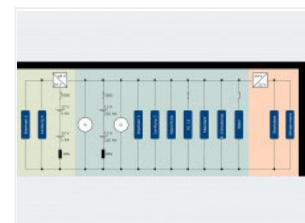


Bild 2: Die beispielhafte E/E-Architektur für hochautomatisierte CAVs setzt auf Sensorfusion in Kombination mit Redundanz bei kritischen Funktionen wie Bremsen und Lenkung. Dafür ist eine redundante 24-V-Bordnetz-Stromversorgung erforderlich. (Bild: Infineon)

Gefahrenfall lässt sich der Batterietrennschalter zum Beispiel vom Führerhaus oder von 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 Integration in die bestehende Batterie-Box möglich. Auch auf Seite der Software sind keine Änderungen erforderlich – bei gleichbleibender ADR-Funktionalität ohne Einschränkungen.

i ECKDATEN

Vom vernetzten Lkw-Platooning über automatisiert fahrende Baustellen- 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 lassen sich mit leistungsfähigen und energieeffizienten MOSFETs sowie Treiber-ICs in Kombination mit einer für Hochstrom-Anwendungen optimierten Leiterplatten-Technologie realisieren

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)

Messungen für den 24-V-Batterieschalter ergaben ein sehr gutes thermisches Verhalten. Der Durchlasswiderstand des gesamten Switches beträgt von Terminal zu Terminal 110 µΩ bei 25 °C beziehungsweise 160 µΩ bei 120 °C. Der Switch ist für Spitzenströme von bis zu 1800 A und einen Dauerstrom von 300 A (500 A für 10 Minuten) ausgelegt, wenn der Luftdurchfluss 50 cm³/min beträgt.

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 Batterie-Management oder eben Batterieschalter. Das TOLL-Gehäuse ist, bei entsprechender Kühlung, für Stromstärken bis zu 300 A Dauerstrom ausgelegt. Mit der Kombination aus Optimos-Chips 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 D²PAK 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.



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

i DEMO BOARD

Auf einer 50 mm x 100 mm „großen“ Leiterplatte sind die acht 40-V-MOSFETs integriert, die jeweils für einen Maximalstrom von 300 A ausgelegt sind und einem Durchlasswiderstand von maximal 0,77 mΩ aufweisen. Auf der Rückseite befinden sich vier TVS-Dioden als Transientenschutz. Das „Inlay Board 2.0“ enthält ein einlaminiertes 1,0 mm dickes Kupferinlay, das über 0,5 mm breite Schlitze 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 µΩ. Die Inlay-Board-2.0-Technologie bietet bei höherem Logikanteil weiterhin die Möglichkeit, die Schaltung um einen Multilagenbereich zu erweitern. (Bild 4)

Bei dem hier eingesetzten AUIR3241S handelt es sich um einen Gate-Treiber (Boost-Wandler) speziell für Batterieschalter mit MOSFETs in einfacher Parallelschaltung als auch in einer Back-to-Back-Konfiguration. Er weist mit weniger als 50 µA 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)

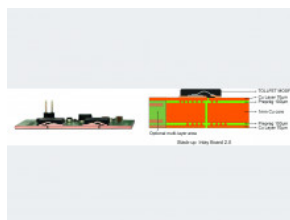


Bild 4: Neben effizienten MOSFETs und Treibern ermöglicht die Inlay-Board-2.0-Technologie eine hohe Stromtragfähigkeit und einen thermischen Widerstand von lediglich 0,19 K/W. (Bild: Schweizer Electronic)

ÜBER DIE 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

● WEITERE INFOS

Infineon Technologies Dresden GmbH

Königsbrücker Straße 180

01099 Dresden

Deutschland

[Zum Firmenprofil >](#)