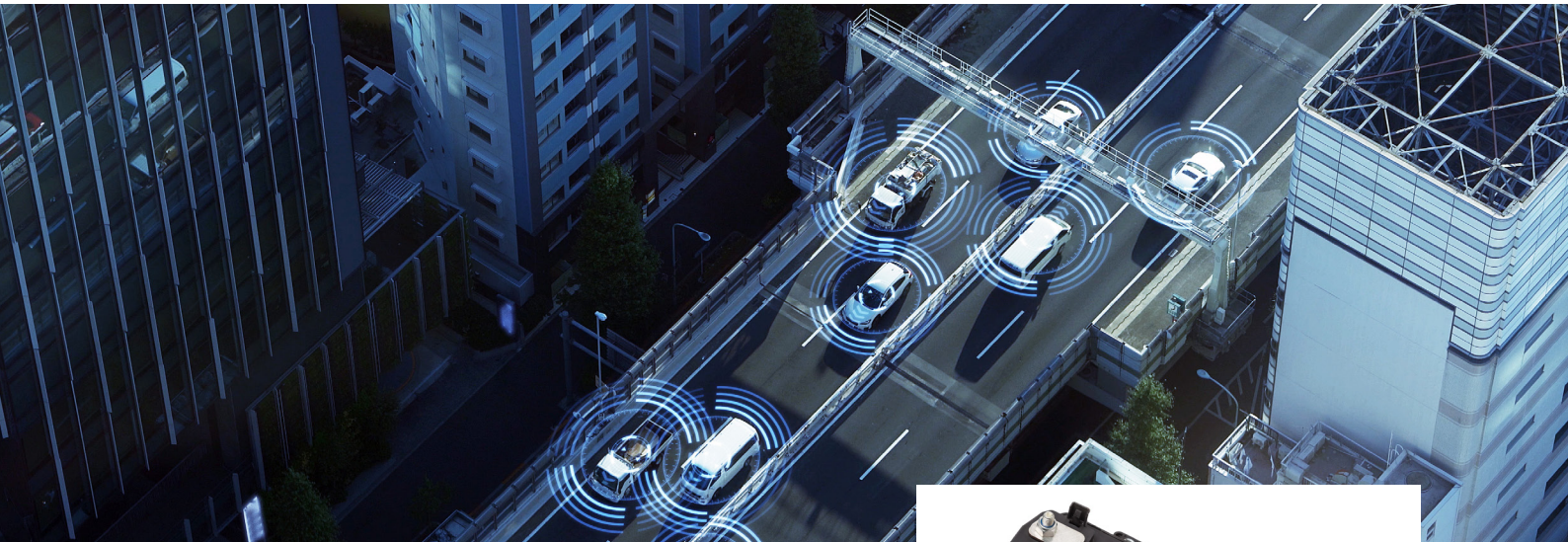


// ANWENDUNGSBERICHT

Die Herausforderung der modernen Fahrzeugindustrie:
Elektronikkomponenten und innovative Sicherungslösungen im Kfz



Shuntbasierte Strommessung für elektronische Trennschalter zur Überwachung und Sicherstellung der Funktionalität sicherheitsrelevanter Systeme nach ISO 26262

Die moderne Fahrzeugindustrie steht vor der Herausforderung, mit der zunehmenden Komplexität und Vielfalt der Elektronikkomponenten im Kfz Schritt zu halten. Während Innovationen wie autonome Fahrsysteme und elektrische Antriebsstränge die Effizienz und Sicherheit der Fahrzeuge erhöhen, bringen sie auch erhebliche technische und sicherheitsrelevante Anforderungen mit sich.

Dieser Artikel beleuchtet die Entwicklung und Auswirkungen der Elektronik in Fahrzeugen, die Probleme traditioneller Sicherungssysteme und die Fortschritte bei der Integration elektronischer Trennschalter, um den steigenden Anforderungen gerecht zu werden.

// ANWENDUNGSBERICHT

Die Herausforderung der modernen Fahrzeugindustrie: Elektronikkomponenten und innovative Sicherungslösungen im Kfz

Steigende Elektronikkomplexität in Fahrzeugen

Die Zahl der Elektronikkomponenten in modernen Fahrzeugen wächst seit Jahren unaufhörlich. Diese Entwicklung ist vor allem durch die Einführung fortschrittlicher Fahrerassistenzsysteme (ADAS) und die Elektrifizierung des Antriebsstrangs geprägt. Diese Systeme verbessern nicht nur die Effizienz und Sicherheit von Fahrzeugen, sondern erfordern auch eine immer komplexere Elektronikarchitektur. Mit dieser Zunahme an Elektronik steigt jedoch auch die Fehleranfälligkeit der Systeme, was zusätzliche Herausforderungen für die funktionale Sicherheit mit sich bringt.

Auch sicherheitsrelevante Systeme wie die elektronische Lenkung oder das Bremssystem sind entscheidend für die Fahrsicherheit und müssen zuverlässig arbeiten. Sie sind oft mit weniger sicherheitskritischen Komponenten, wie etwa dem Infotainment-System, über das 12V-Bordnetz verbunden. Diese Verbindung birgt das Risiko, dass eine Störung in einem nicht sicherheitsrelevanten System im schlimmsten Fall die Funktion aller sicherheitsrelevanten Komponenten beeinträchtigen kann. Um dieses Risiko zu minimieren und die funktionale Sicherheit zu gewährleisten, sind Fahrzeuge mit speziellen Sicherungen ausgestattet. Diese Sicherungen sind darauf ausgelegt, im Falle einer Störung das betroffene System vom Bordnetz zu trennen und so zu verhindern, dass der Fehler auf sicherheitskritische Komponenten übergreift. Dies stellt sicher, dass die Fahrzeugsicherheit nicht gefährdet wird, selbst wenn Teile der Elektronik ausfallen.

Die Anforderungen an solche Sicherungssysteme sind in den letzten Jahren aufgrund der wachsenden Komplexität und der steigenden Zahl elektronischer Komponenten in Fahrzeugen gestiegen. Zudem müssen sie den hohen Anforderungen der ISO 26262 für sicherheitsrelevante Systeme gerecht werden, die eine präzise und verlässliche Funktion in kritischen Situationen verlangen. Moderne Fahrzeugtechnologien erfordern immer leistungsfähigere Elektronik sowie eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Sicherheitsmechanismen, um die Zuverlässigkeit und Sicherheit auf der Straße zu gewährleisten.

Die Herausforderungen traditioneller Schmelzsicherungen

Ein zentraler Bestandteil des elektrischen Systems in Fahrzeugen sind Sicherungen, die im Falle einer Störung das betroffene System vom Bordnetz trennen. Bisher kommen in vielen Fahrzeuganwendungen vor allem Schmelzsicherungen zum Einsatz, die jedoch zunehmend an ihre Grenzen stoßen. Die Schmelzsicherung ist in ihrer Funktionsweise relativ simpel, bringt aber mehrere Herausforderungen mit sich. Ein zentrales Problem liegt in der begrenzten Flexibilität dieser Sicherungen: Sie sind nur mit festen Sicherungswerten erhältlich, was es Entwicklern erschwert, eine individuell optimierte Absicherung für spezifische Schaltungen zu realisieren. Stattdessen müssen die Entwickler ihr Design an die vordefinierten Werte der Sicherungen anpassen, dies kann zu suboptimalen Lösungen führen. Darüber hinaus zeichnen sich Schmelzsicherungen durch eine unzureichende Genauigkeit und träge Ansprechzeiten aus. In Überlastsituationen fehlt zudem eine Frühwarnung, was die Reaktionszeit und die Sicherheit weiter beeinträchtigt. Ein weiteres gravierendes Problem ist, dass Schmelzsicherungen im Fehlerfall zerstört werden, dies kann zu Ausfällen führen und gegebenenfalls muss das Fahrzeug abgeschleppt werden, da es nicht mehr fahrbereit ist.

Integration von Power Distribution Units

Parallel zu den Herausforderungen der Schmelzsicherung wächst die Zahl der elektronischen Komponenten im Fahrzeug. Insbesondere Systeme wie Radar-, Lidar- und Kamerasensoren erfordern eine immer ausgeklügeltere Stromverteilung und -sicherung. Angesichts der steigenden Komplexität in der Elektronikarchitektur setzen Hersteller zunehmend auf moderne Lösungen, um die Flexibilität und Effizienz in der Absicherung zu steigern. Ein solcher Ansatz ist die Verwendung von Power Distribution Units (PDUs), die den klassischen zentralen Sicherungskasten ersetzen. PDUs bieten eine modulare und anpassbare Lösung, um den Anforderungen moderner Fahrzeuge gerecht zu werden. Sie werden häufig in die zukünftig eingesetzten zonalen Steuergeräten integriert, die jeweils eine spezifische Fahrzeugregion absichern (vorne links/rechts, hinten links/rechts).



Abb. 1: Zone Control Units vereinfachen Fahrzeugnetzwerke und senken die Kosten, indem sie zentrale Architekturen fördern und die Entkopplung von Software und Hardware vorantreiben.

// ANWENDUNGSBERICHT

Die Herausforderung der modernen Fahrzeugindustrie: Elektronikkomponenten und innovative Sicherungslösungen im Kfz

Ein Vorteil einer PDU ist die Verlagerung der Absicherung auf diese zonalen Steuergeräte, die für die Stromverteilung zuständig ist sowie über eine Schnittstelle mit dem zentralen Steuergerät des Fahrzeugs kommunizieren.

Diese Architektur, auch Zone- oder Domain-Controller genannt, ermöglicht eine schnellere und genauere Reaktion auf Fehler, was die Sicherheit und Effizienz des Fahrzeugsystems steigert. Sie optimiert die Absicherung der Fahrzeugkomponenten und verbessert die Verwaltung der Elektronikkomplexität in einer vernetzten Fahrzeugwelt. Die Ablösung der klassischen Schmelzsicherung erfolgt durch elektronische Sicherungen, sogenannte elektronische Trennschalter (eFuses). Diese Halbleiterschaltungen messen den Stromfluss in Echtzeit und schalten bei Überstrom die betroffene Komponente gezielt ab. Danke dieser Flexibilität können mehrere Komponenten zu einem System zusammengefasst werden, wodurch eine effizientere Steuerung und Absicherung des Bordnetzes erreicht wird.

Ein anschauliches Beispiel für die Entwicklung einer elektronischen trennschaltergesteuerten PDU ist das Powernet Guardian Konzept von Bosch. Diese Lösung erlaubt es, sicherheitskritische und nicht-sicherheitskritische Anwendungen gezielt zu trennen, sodass im Fehlerfall sicherheitsrelevante Funktionen weiterhin gewährleistet sind. Dadurch kann das Fahrzeug selbst bei einem elektrischen Fehler sicher gesteuert werden. Zudem erfüllen sicherheitsrelevante Komponenten die Anforderungen bis ASIL D gemäß ISO 26262.

Shuntbasierte Technologien für den Einsatz in eFuses

Ein wichtiger Bestandteil elektronischer Sicherungen ist die präzise Strommessung, meist über shuntbasierte Technologie.

Die Isabellenhütte bietet passende Bauteile, wie die BV-Serie von elektronenstrahl-verschweißten Shunts, die hohe Puls- und Dauerbelastbarkeit sowie einen niedrigen Widerstandsbereich ab $100\ \mu\Omega$ bieten. Ein Beispiel ist der Shunt-Widerstand BVE aus der BV-Serie mit $100\ \mu\Omega$, der eine Pulsbelastung von bis zu 60 W bei 0,2 Sekunden standhält, was 775 A bei $70\ ^\circ\text{C}$ entspricht. Der BVE eignet sich besonders für 12 V-Anwendungen in Elektrofahrzeugen. Die Isabellenhütte entwickelt außerdem neue Widerstandswerte unter $100\ \mu\Omega$, um die Absicherung elektronischer Sicherungen weiter zu optimieren und die sichere Stromverteilung in zukünftigen Fahrzeugen zu unterstützen. Die Bauteile BVE, BVS und BVT bieten Widerstandswerte von $0,1\ \text{m}\Omega$ bis $0,3\ \text{m}\Omega$ und erfüllen die spezifischen Anforderungen der Anwendungen. Falls erforderlich, kann die Isabellenhütte auch Bauteile mit noch geringeren Widerstandswerten prüfen, um Parallelschaltungen zu vermeiden, den Bauraum effizient zu nutzen und eine noch präzisere Strommessung zu gewährleisten. Diese Flexibilität ermöglicht eine maßgeschneiderte Lösung für verschiedenste Einsatzbereiche, insbesondere in anspruchsvollen Anwendungen wie der Elektromobilität.

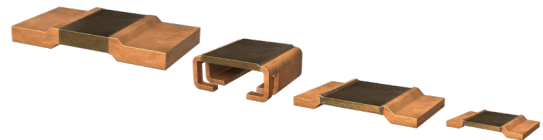


Abb. 2: Die Bauteile BVE, BVB, BVS und BVT (v.l.n.r.)

