



GLEICHSTRÖME IM GRIFF

Die Hochvoltbatterie im Elektroauto im Notfall abzuschalten ist die Königsdisziplin für Relais. Dabei sind sie ständig hohen Strömen ausgesetzt: Im Extremfall müssen sie Kurzschlussströme von mehreren 1000 Ampere trennen. Um die auftretenden Lichtbogen sicher zu beherrschen, arbeiten die Kontakte in hermetisch dichten Keramikammern unter Wasserstoffatmosphäre.

TEXT: Günther Rott, Panasonic FOTOS: istockphoto/Vladimir Popovic, Panasonic  www.mobility20.net/PDF/M20413550

Das On-Board-Charging-System im Elektrofahrzeug liefert in Kombination mit einem integrierten AC/DC-Wandler und einer intelligenten Überwachung den optimierten Ladestrom für die Batterie. Um die galvanische Trennung zwischen dem AC-Netz und dem Fahrzeug sicherzustellen, sind elektromechanische Relais notwendig. Je nachdem, ob ein- oder dreiphasige AC-Ladung gefragt ist, muss sich das Ladenetzwerk schaltungstechnisch an die jeweiligen Gegebenheiten anpassen. Die entsprechende Beschaltung stellen ebenfalls elektromechanische Relais matrixartig sicher und bedienen ein Filternetzwerk. Weiterhin müssen klassische Schaltanforderungen in Bezug auf Wechselspannungsanwendungen erfüllt sein – etwa Luft- und Kriechstrecke oder Spannungsfestigkeiten. Zusätzlich ist eine vollständige Automobilqualifikation dieser Bauteile gefordert.

Hier wird Relaisherstellern ein Spagat abverlangt, der mit aktuellen Produkten nur schwer erfüllbar ist. Denn speziell die Kontakt- und Ankerkonstruktionen der AC-Relais passen auf den ersten Blick nicht zu den klassischen Erwartungen der Automobilhersteller. Für die AC-Relais kommen in der Regel Klappankersysteme zum Einsatz, die im Vergleich zu reinrassigen Automobilrelais deutlich mehr mechanisches Spiel aufweisen („Pimpelluft“). So ist zum Beispiel bei der Anforderung „Vibra-

tion“ Kompromissbereitschaft und Augenmaß notwendig, um einen gangbaren Weg zu finden.

Aus einem Industrierelais kann kurzfristig kein Automobilrelais geschaffen werden. Durch geschickten Einbau (quer zur Bewegungsrichtung des Ankers) lassen sich aber deutlich bessere „g-Werte“ (g, Erdbeschleunigung) erreichen. In Kombination mit kleinen Optimierungen am Bauteil und etwas mehr Entgegenkommen seitens der OEMs bei den Vibrationsanforderungen wäre der gemeinsame Nenner gefunden. Das haben erste Untersuchungen bereits bestätigt.

Sicherheit im Fahrbetrieb

Unabhängig davon, ob es um reine Elektro- oder Hybridfahrzeuge geht, ist es im Fehlerfall obligatorisch, die Hochvoltbatterie abzuschalten. Eine Notabschaltung ist bei systembedingten Unstimmigkeiten oder bei einem Fahrzeugunfall notwendig. Hier kommt es beim Abschaltvorgang auf jede Millisekunde an, um der funktionalen Sicherheit Rechnung zu tragen und gefährliche Betriebszustände zu vermeiden.

Die Königsdisziplin für Relais ist daher das Abschalten von hohen Gleichströmen auf einer Batteriespannungsebene von ty-



Schnell löschen: Die Aufheizung des Lichtbogens kann 10.000 Kelvin betragen. Umliegendes Material droht da zu schmelzen.

pischerweise 400 V. Im Gegensatz zum Abschalten von Wechselstromlasten entsteht bei Gleichströmen bereits ab etwa 12 V ein intensiver Öffnungslichtbogen. Dabei handelt es sich um eine Gasentladung, die die Luftstrecke zwischen den stromführenden Kontakten durch Thermoionisation leitend hält – die hohen Temperaturen führen dazu, dass kontinuierlich freie Ladungsträger entstehen und der Strom nicht abbricht. Die Aufheizung des Lichtbogens kann bis zu 10.000 Kelvin betragen. Das umliegende Material wird also thermisch extrem beansprucht und kann im schlimmsten Fall sogar schmelzen. Die Brenndauer des Lichtbogens zu kontrollieren und möglichst schnell zu löschen,

ist die Methode der Wahl, um dieser sicherheitskritischen Anwendung gerecht zu werden.

Detailarbeit

Die Relaishersteller stecken sehr viel Entwicklungsarbeit in solche Gleichstromrelais. Nur die Kombination von drei aufeinander abgestimmten Maßnahmen erlaubt eine „ökonomisch sinnvolle“ Umsetzung des sicheren Abschaltvorgangs. Durch die Wahl geeigneter Kontaktwerkstoffe lässt sich das Relais entweder für höhere Stromführung (geringer Kontaktwiderstand) oder für das Abschalten (höherer Schmelzpunkt, geringerer Abbrand) optimieren.

Da im Fehlerfall der extreme Kurzschlussstrom in definierter Richtung fließt, lässt sich durch den Einsatz von starken Blasmagneten die Funkenlöschung deutlich beschleunigen: Permanentmagnete an den gegenüberliegenden Seiten der Kontaktkammer erzeugen ein nahezu homogenes magnetisches Feld senkrecht zur Kammer, das das ionisierte Gas des Lichtbogens gemäß der Lenzschen Regel so ablenkt, dass sich die wirksame Funkenstrecke deutlich erhöht und der Funke auch bei einem vergleichsweise geringen Kontaktabstand von etwa einem Millimeter erlischt.

Die Verwendung von Brückenkontakten verdoppelt bei fast identischem Bauraum die Luftstrecke. Zusammen mit dem Konstruktionsprinzip der Kontaktkammer (siehe Kasten) gelingt es so, die Lichtbogen zu beherrschen und schnell abzuschalten. □

> [MORE@CLICK M20413550](#)

FUNKTIONSPRINZIP KONTAKTKAMMER



Die hermetisch dichte Keramikammer von Panasonic Electric Works grenzt Lichtbogen elektrisch und thermisch von benachbarten Komponenten ab. Es werden sowohl die Kontaktkammer als auch der zugehörige Betätigungsmechanismus gekapselt; und arbeiten so in Wasserstoffatmosphäre. Unter Luftabschluss kann das sonst brennbare Wasserstoffgas die volle Funktionalität entfalten: Die Gasfüllung verhindert zum einen die Oxidation der Kontakte, zum anderen besitzt Wasserstoff eine sieben Mal höhere Wärmeleitfähigkeit als Luft oder Stickstoff. Die Hitze, die durch den Lichtbogen hervorgerufen wird, kann somit optimiert abgeführt werden und bewirkt eine gute Schaltleistung. Durch die stabile Konstruktion und die patentierte Abdichtung bleibt der Wasserstoff in der Kammer. Ein sehr geringer Verlust durch Diffusion ist zwar unvermeidlich, jedoch kann die kühlende Wirkung auf den Lichtbogen über die gesamte Lebenszeit des Relais gewährleistet werden.



Günther Rott, Senior Manager Produktmanagement Automotive bei der Panasonic Electric Works Europe AG in Holzkirchen.