

Entwicklung von Raumfahrtsicherungen

Kooperation SCHURTER und ESA

Zwischen SCHURTER und der European Space Agency (ESA) besteht eine langjährige und intensive Zusammenarbeit in der Forschung und Entwicklung. Das Resultat ist die Entwicklung neuer Technologien und Produkte für die Absicherung von elektronischen Modulen in Raumfahrtanwendungen.



Abbildung 1) Raumfahrtanwendung (Quelle: ESA)

Geschichte

Im Jahr 2004 wurde SCHURTER von der European Space Agency (ESA), respektive deren Unterorganisation European Space, Research and Technology Center (ESTEC), zu einer Entwicklungszusammenarbeit [1] zur Herstellung von Schmelzsicherungen für den Einsatz in der Raumfahrt angefragt. In einer vierjährigen Evaluationsphase wurden zuerst die Anforderungen und Lösungsansätze erarbeitet, welche in einer Fachgrundspezifikation für die Qualifikation, die Produktion und die Lieferung von Sicherungen [2] mündete. Die nachfolgende Forschungs- und Entwicklungszusammenarbeit [5] fand ihren Höhepunkt in der Listung der MGA-S-Sicherung als ESA qualifizierte Produktfamilie mit einem Nennstrombereich von 0.14 bis 3.5 A. Die generellen Anforderungen an eine Raumfahrtsicherung hat SCHURTER in einem White Paper [7] dokumentiert; die detaillierte Spezifikation [3] für die MGA-S [4] ist in einem Datenblatt festgehalten. Seit 2008 produziert SCHURTER MGA-S-Sicherungen nach den vereinbarten Produkthanforderungen [3]. Jede einzelne Raumfahrtsicherung wird dabei einem Screening-Test unterzogen. Dabei werden sämtliche Messwerte protokolliert und in einer Batch-Dokumentation zusammen mit der Lieferung dem Kunden ausgehändigt. In zweijährlich wiederkehrenden Requalifikationsprozessen wird die Einhaltung aller produktionstechnischer Massnahmen anhand von klar definierten Qualifikationskriterien durch die ESA geprüft.

Weiterentwicklung der technischen Ansätze

Parallel zur Serienfertigung der MGA-S wurde im Jahr 2010 eine zweite Phase der Zusammenarbeit zwischen SCHURTER und der ESA eingeläutet, in welcher eine Lösung zur Absicherung von Nennströmen bis zu 15 A erarbeitet werden sollte. Dazu wurde eine Evaluationsphase gestartet, bei der verschiedene Lösungsansätze verfolgt wurden, um die kritischen Designs detailliert zu prüfen. Diese zweite Phase ist Bestandteil des Zusammenarbeitsvertrags [1] und konnte aufgrund der positiven Erfahrungen aus der ersten Phase angegangen werden.

Parallelschaltung von MGA-S

Grundsätzlich lässt sich durch die Parallelschaltung von ausgewählten MGA-S-Sicherungen, welche den selben Kaltwiderstand aufweisen, ein entsprechend höherer Nennstrom abschalten. Dazu können bereits qualifizierte Produkte [6] eingesetzt werden. Detaillierte elektrische und thermische Analysen dieses Ansatzes wurden bei SCHURTER sowohl theoretisch modelliert, als auch in Versuchsaufbauten ausgemessen. Nach eingehender Testung wurde dieser Lösungsansatz für diesen Einsatz nicht weiter verfolgt. Gründe dafür sind der erhöhte Platzbedarf für die parallel geschalteten Sicherungen sowie eine negative Beeinflussung der Mean Time Between Failure (MTBF).

Erhöhung des Nennstromes unter Verwendung von MGA-S Technologie

Basierend auf einer zwischen SCHURTER und der ESA vereinbarten Spezifikation wurde in einem weiteren Versuchsaufbau der Nennstrombereich von 5 A bis 15 A Nennstrom bei einer Spannung von 125 VDC auf ein Abschaltvermögen von 1000 A erhöht. Dazu mussten die mechanischen Abmessungen entsprechend angepasst werden, um die Energie beim Abschalten aufnehmen zu können. Bezüglich Montage erwartete die ESA eine Kompatibilität zu existierenden Lösungen von Mitbewerbern: Die Lötflächen der neuen Lösung müssen auf dieselben Anschluss-

geometrien der Leiterplatte passen, wie sie bereits für das Wettbewerbsprodukt definiert wurden.

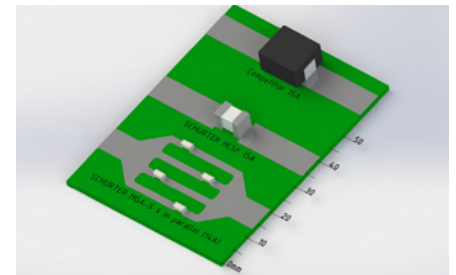


Abbildung 2) Grössenvergleich der neuen Sicherung zum Wettbewerbsprodukt

Dies führte zu einem Lösungsansatz mittels Dünnschichttechnik. Bei dieser Technik wird mit einem sogenannten Sputter eine Metallschicht in einer exakt festgelegten Stärke im Mikrometerbereich auf ein Trägermaterial aus Glas aufgebracht. Umschlossen wird das Leitungspaket analog zur MGA-S mit einem Keramikträger (Abbildung 2), welcher die notwendige Stabilität für die entsprechenden Betriebsfälle im Too important to fail-Bereich garantiert.

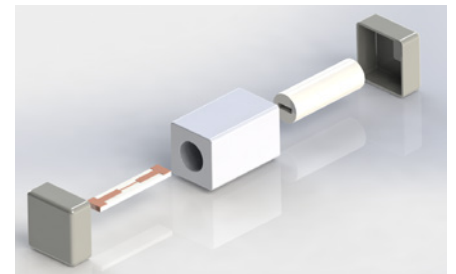


Abbildung 3) Design Studie HCSF

Alternativ zur Dünnschichttechnologie mittels Metall-Sputter-Verfahren wurde in der Evaluationsphase auch die Anwendung der LIGA-Technologie (steht für: Verfahrensschritte Lithographie, Galvanik und Abformung) auf etablierten Trägermaterialien der Leiterplattenindustrie geprüft. Bei der Evaluation der Vor- und Nachteile lag der Fokus auf den Faktoren Zuverlässigkeit und Langzeitstabilität. Dabei

wurden beispielsweise die beim Abbrand entstehenden Kohlenstoffverbindungen aufgrund ihres undefinierten Leitwerts als nicht prozesssicher gewertet.

Entsprechend wurden hier für die verschiedenen Design-Ansätze unterschiedliche Modelle zur Simulation der Veränderung des Kaltwiderstandes, des Spannungsabfalls und der Veränderung der Strom-Zeit-Charakteristik in Abhängigkeit der Temperatur erarbeitet. Diese Modelle wurden anhand der hergestellten und ausgemessenen Versuchsmuster verifiziert.

Detailspezifikation der Hochstromsicherung für Raumfahrtanwendungen

Die gemeinsam mit der ESA durchgeführte Evaluation der getesteten Ansätze zeigte, dass der technische Lösungsansatz der MGA-S auch demjenigen der zukünftigen Hochstromsicherung für Raumfahrtanwendungen, kurz HCSF (High Current Space Fuse, Englische Langtextform) [9], entspricht. Damit konnte ausgehend von der allgemeinen Spezifikation für Sicherungen [2] die neue Detailspezifikation der HCSF-Sicherung [8] erarbeitet und anschliessend deren Qualifikation in die Wege geleitet werden.

Ziel von SCHURTER ist es nun, auch für die HCSF-Sicherung das Listing gemäss den Anforderungen der ESA/ESCC noch im Jahr 2015 zu erlangen und mit dem neu entwickelten Produkt ebenso erfolgreich wie mit der MGA-S in Serie zu gehen.

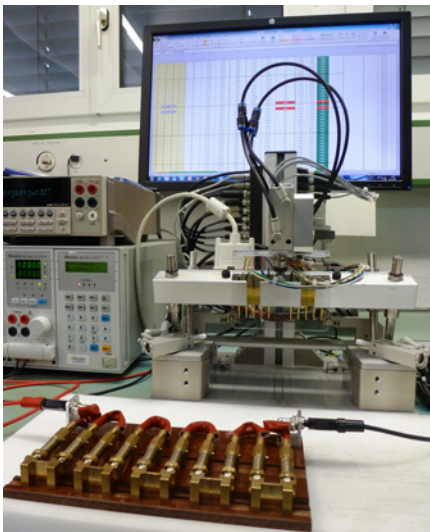


Abbildung 4) Kaltwiderstandsmessung von HCSF-Sicherungen

Sichere Lösungen für höhere Nennströme

Aktuell werden die Raumfahrtsicherungen eingesetzt, damit redundante Systeme in Satelliten gegen Kurzschluss geschützt sind, beziehungsweise gezielt abgeschaltet werden können, damit das Ersatzsystem die Funktion übernehmen kann. Auch Kommunikationssysteme werden gezielt ein- und ausgeschaltet, etwa um zu einem spezifischen

Zeitpunkt Datenpakete zu versenden. Diese Schaltverhalten verursachen jeweils beim Einschalten hohe Pulslasten, die von den Sicherungen aufgenommen werden müssen ohne auszulösen und ohne deren Langzeit-Ausschaltverhalten zu beeinflussen. Aufgrund des hohen Leistungsbedarfes werden dazu zur Zeit bereits zwei bis vier MGA-S Sicherungen parallel geschaltet. Dies ist aber aus Platzgründen ungünstig und reduziert zudem die Langzeitzuverlässigkeit aufgrund mehrerer verarbeiteter Komponenten. Die ESA ist deshalb an einer Lösung mit nur einer Komponente interessiert.

Eine Konzentration des Leitungsquerschnitts an einem Ort bietet ein stabileres Verhalten, als dies durch die 2 bis 4 verteilten Orte bei der MGA-S der Fall wäre (Siehe Abbildung 2). Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass Wettbewerber entsprechende Lösungen für höhere Nennströme anbieten, welche nicht nur innerhalb einer Schaltung verwendet werden, sondern ganze Systeme schützen können. Daher ist ein Pin-kompatibles Produkt gegenüber einer Parallelschaltung von MGA-S zu bevorzugen. SCHURTER bietet mit der MGA-S Lösungen für den Schaltungsschutz und mit der neuen HCSF-Lösung können auch Systeme geschützt werden, welche selber mehrere Module beinhalten. So können z.B. die redundant ausgelegten Kommunikationssysteme komplett mit SCHURTER Sicherungen geschützt werden.

Fazit: Qualifizierter Lieferant von Hightech-Lösungen

Die Zusammenarbeit zwischen der ESA und SCHURTER hat mit der MGA-S und der HCSF zwei ausgezeichnete Produkte hervorgebracht. Damit ist SCHURTER als bisher einziger europäischer Lieferant von Sicherungen von der ESA qualifiziert [10]. Dies weist uns als Hightech-Lieferant aus, welcher die notwendigen Technologien sowohl in der Entwicklung als auch in der Produktion eindrücklich beweist. Wir sind stolz auf die von der ESA qualifizierten Produkte und sind bereit, weitere Aufgaben in diesem Umfeld kompetent zu lösen.

Das breite Know-how und die aktuellen Technologien der Raumfahrttechnik setzen wir auch für unsere Kunden aus dem Industriebereich ein, beispielsweise bei der Durchführung von anspruchsvollen Qualifikationsprozessen. Wir freuen uns, auch mit Ihnen die optimale Lösung made by SCHURTER zu finden.

Angebot

SCHURTER bietet zwei Sicherungsfamilien an für den Einsatz in der Raumfahrt:

- MGA-S [4], Qualifiziert in 2008 [3] für einen Nennstrombereich von 0.14 bis 3.5 A @125 VDC
- HCSF [9], Qualifiziert in 2015 [8] für einen Nennstrombereich von 5 bis 15 A @125 VDC



"Die professionelle Zusammenarbeit mit SCHURTER hat nicht nur eine wegweisende Spezifikation zur Qualifikation von Sicherungen für die Raumfahrt hervorgebracht, sie hat darüber hinaus einfach richtig Freude gemacht. Die beteiligten Mitarbeiter bewie-

sen nebst einer ausgezeichneten Technologiekompetenz auch einen äusserst angenehmen Umgang." - Denis Lacombe (ESTEC/ESA)

Referenzen

- [1] [Zusammenarbeitsvertrag](#)
- [2] [ESCC Generic Specification No. 4008](#)
- [3] [ESCC Detail Specification No. 4008/001](#)
- [4] [Datenblatt MGA-S](#)
- [5] [Erfolgsgeschichte MGA-S](#)
- [6] [Qualifizierte Hersteller gemäss ESCC Spezifikationen](#)
- [7] [White Paper Sicherung für die Raumfahrt](#)
- [8] [ESCC Detail Specification No. 4008/002](#)
- [9] [Datenblatt HCSF](#)
- [10] [Certificate of Qualification](#)

Unternehmen

SCHURTER ist weltweit führender Innovator und Produzent von Elektro- und Elektronikkomponenten. Im Zentrum stehen die sichere Stromzuführung und die einfache Bedienung von Geräten. Die grosse Produktpalette umfasst Standardlösungen in den Bereichen Geräteschutz, Gerätestecker und -verbindungen, EMV-Produkte, Schalter, Eingabesysteme und Elektronikdienstleistungen. Das weltweite Netz der Vertretungen garantiert zuverlässige Lieferungen und einen professionellen Service. Wo Standardprodukte nicht genügen, erarbeitet SCHURTER kundenspezifische Lösungen.

Hauptsitz

Division Components
SCHURTER Group

SCHURTER AG
Werkhofstrasse 8-12
Postfach
6002 Luzern
Schweiz
schurter.com

Kontakt

Asien-Pazifik
T +65 6291 2111
mailto: info@schurter.com.sg

Europa (Hauptsitz)
T +41 41 369 31 11
mailto: contact@schurter.ch

USA
T +1 707 636 3000
mailto: info@schurterinc.com