

Zuverlässige Systemverfügbarkeit im Kurzschlussfall

Effizienter Redundanzbetrieb für Netzgeräte



Maximilian Hülsebusch | Marketing Communications Specialist

Redundanzmodule garantieren eine zuverlässige Systemverfügbarkeit, auch beim Ausfall eines Netzgeräts.

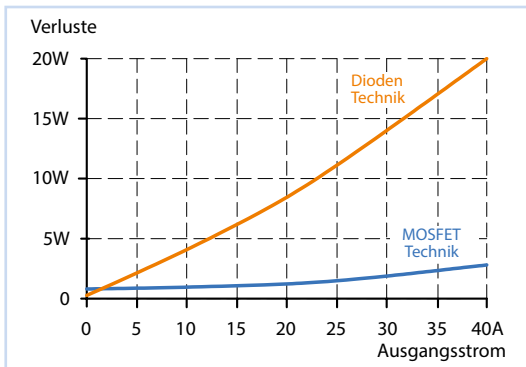
Die Entkoppelndioden im Modul sorgen jedoch für hohe Verluste in Form von Wärme und einen großen Spannungsabfall.

PULS ersetzt die Dioden deshalb durch effiziente Mosfets. Darüber hinaus erhalten die Redundanzmodule weitere hilfreiche Features.



In einem redundanten System werden zwei oder mehrere Netzgeräte parallel geschaltet und durch ein oder mehrere Redundanzmodule entkoppelt. Das Modul verhindert, dass ein ausgangsseitiger Kurzschluss in einem Netzgerät die Busspannung kurz schließt. Dazu dient eine Diode oder ein äquivalentes Bauteil als Entkoppelung.

Dies ist für jedes Netzteil einmal erforderlich. Der Nachteil dieser Methode: Die Dioden-Entkopplung verursacht erhebliche Verluste in Form von Wärme.



Grafik 1: Verlustleistung von Dioden- und Mosfet-Redundanzmodul (YR80.241) im Vergleich

Bei 40A Laststrom entstehen rund 20W Verluste (Bild 1). Das bedeutet einen großen, wärmebedingten Stress für die Elektronik, der sich nur über große Kühlkörper reduzieren lässt.

Mit diesem Kompromiss wollten sich die Ingenieure bei PULS nicht zufrieden geben. Sie untersuchten, welche konkreten Anforderungen die Anwender an ein Redundanzsystem stellen.

Dabei haben sich zehn Kriterien für eine optimale Redundanz herauskristallisiert:

1. höchste Sicherheit und Verfügbarkeit,
2. möglichst geringe Verluste,
3. einfaches Handling,
4. Rückspeisefestigkeit verbraucherseitig,
5. Kurzschlussfestigkeit,
6. Parallelfunktion: Stromaufteilung zwischen den Netzgeräten,
7. Meldung bei Ausfall eines Netzgeräts,
8. verpolungssicherer Eingang,
9. Meldung im Störfall,
10. Hot-Swapping: Austausch ohne Spannungsunterbrechung.

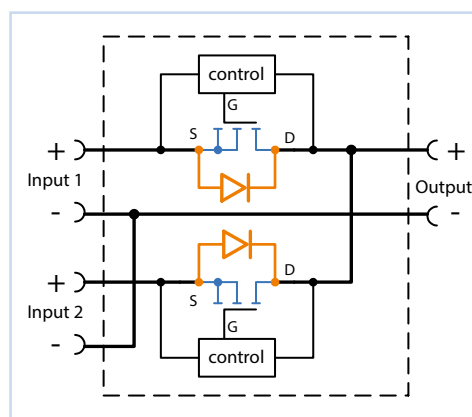
Bei der Analyse der Ergebnisse war für das Entwicklerteam schnell klar, dass die Forderung nach einer möglichst geringen Verlustleistung nicht mit den üblichen Epitaxial- oder Schottkydioden erfüllt werden konnte. Stattdessen wurde eine Lösung zur Entkoppelung mittels

Mosfets entwickelt. Durch diese Technik lassen sich die Verluste reduzieren. So entstehen bei einem Laststrom von 40A im Mosfet-Modul beispielsweise nur noch Verluste in Höhe von 3W anstatt von 20W.

Die Punkte fünf und acht stellten das Entwicklungsteam bei der neuen Mosfet-Lösung jedoch vor eine große Herausforderung. Denn abseits des Normalbetriebs können Kurzschlüsse oder eine Verpolung der Netzgeräte die Mosfets zerstören.

Schaltungsdesign löst Mosfet-Ansteuerung bei Kurzschluss

Bei einem Kurzschluss an der Last oder der Verkabelung bricht die Spannung der Stromversorgung zusammen und es steht kaum noch nutzbare Spannung am Eingang des Redundanzmoduls zur Verfügung. Die Mosfets im Redundanzmodul müssen jedoch kontinuierlich angesteuert werden, damit der Kurzschlussstrom verlustarm fließen kann. Sonst übernehmen die Body-Dioden in den Bauteilen diesen Strom. Dabei steigen die Verluste auf das 15-Fache an und zerstören die Mosfets. Dieser Schwachpunkt der Bauteile wird durch eine neue Schaltung umgangen, die die Mosfets auch im Falle eines Kurzschlusses unter Ausnutzung der minimalen Restspannung korrekt ansteuert (Bild 2).



Grafik 2: Schaltungsdesign mit Mosfet-Technik

Auch mit anderen kritischen Situationen – beispielsweise wenn auf einen bestehenden Kurzschluss die Netzgeräte zugeschaltet werden oder bei einer Verpolung der Eingangsspannung – kann die Schaltung umgehen.

Nur 50 mV Spannungsabfall

Mit Mosfets als Entkoppelelement können zudem Spannungsabfälle reduziert werden. Dioden von üblichen Redundanzmodulen verursachen einen Spannungsabfall zwischen Ein- und Ausgang von 500mV. Bei den Mosfet-Redundanzmodulen konnte diese Situation drastisch entspannt werden. Bei 40A Ausgangsstrom beträgt der Spannungsabfall zum Beispiel beim Redundanzmodul YR80.241 weniger als 50mV zwischen Ein- und Ausgang.

Gleichmäßige Stromaufteilung durch Parallelfunktion

Neben dem Einsatz von Mosfets trägt auch der Parallel-Use-Modus zu einem besseren Wärmegleichgewicht und damit einer längeren Lebensdauer bei. Dabei wird der Laststrom gleichmäßig auf die einzelnen Netzgeräte aufgeteilt.

Es gibt zwei Möglichkeiten die Parallelfunktion in das System einzubinden. Sie kann direkt in die Netzgeräte oder in das Redundanzmodul integriert werden.

Bei der Integration in die Netzgeräte ist die Ausgangsspannung so geregelt, dass diese im Leerlauf etwa 4% höher ist als bei Nennlast. Damit ergibt sich eine automatische Stromaufteilung zwischen den Geräten, sofern deren Leerlaufspannung gleich groß ist. Übernimmt ein Netzgerät mehr Strom, sinkt automatisch dessen Spannung und es stellt sich wieder eine Stromsymmetrie ein. Mit dieser Eigenschaft ist die Stromaufteilung verlustfrei. Bei der Integration der Parallelfunktion in das Redundanz-

modul werden die Mosfets im Linearbetrieb genutzt. Sie erzeugen in dem Kanal mit der höheren Spannung einen richtig dosierten Spannungsabfall, so dass sich eine Stromsymmetrie zwischen den beiden Kanälen und damit den Netzgeräten einstellt. Durch diese Methode lassen sich auch Netzgeräte ohne integrierten Parallel-Use-Modus parallel nutzen.

Die PULS-Entwickler beschäftigen sich intensiv mit der Optimierung beider Ansätze. Entscheidend ist, dass der Parallel-Use-Modus stets die Sicherheit, Verfügbarkeit und Effizienz des redundanten Systems unterstützt – und zwar sowohl für klassische 1+1-Redundanzsysteme als auch für N+1-Systeme.

„Hot-Swapping“ – Austausch ohne Spannungsunterbrechung

Bei der Entwicklung des Redundanzmoduls YR40.245 wurde noch eine weitere technische Neuerung umgesetzt. So ist bei diesem Modul erstmalig „Hot-Swapping“ möglich.

Unter „Hot-Swapping“ versteht man das Austauschen einer Stromversorgung oder eines Redundanzmoduls in einem laufenden System. Damit dies möglich ist, sind die kritischen Verbindungen mit kurzschluss sicheren Steckverbindern ausgestattet. Wenn beim Austauschen die vorgegebene Reihenfolge eingehalten wird, lässt sich das defekte Gerät ohne Spannungsunterbrechung austauschen. Unmittelbar nach dem Austausch ist die Redundanz wieder hergestellt. Dies ist für Anlagen, bei denen selbst ein kurzfristiger Ausfall Sicherheitsrisiken oder gravierende wirtschaftliche Verluste bedeuten würde, unverzichtbar.



Über PULS

PULS ist das einzige Unternehmen weltweit, das sich voll und ganz auf die Entwicklung und Fertigung von Stromversorgungen für die Hutschiene konzentriert. Wir bündeln all unser Ingenieurwissen, unsere Kräfte und Energie, um in diesem Bereich Weltklasse zu sein. Durch diesen Fokus setzen wir mit unseren Produktfamilien DIMENSION, PIANO und MiniLine Standards in Bezug auf Wirkungsgrad, Baugröße und Lebensdauer.

[zur PULS Website](#)