



Redundanzmodule & Hot-Swapping

Effiziente Mosfet-Technologie

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. Mosfet-Technologie soll dafür die Lösung bieten.

TEXT: Maximilian Hülsebusch, Puls **BILDER:** Puls; iStock, ozgurkeser

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 kurzschließt. Dazu dient eine Diode oder ein äquivalentes Bauteil als Entkopplung. Dies ist für jedes Netzteil einmal erforderlich. Die Dioden-Entkopplung ist dabei in der Anschaffung eine kostengünstige Lösung und für einige Anwendungen durchaus ausreichend.

Der Nachteil dieser Methode sind die höheren Verluste in Form von Wärme. Dadurch sind die Dioden-Redundanzmodule für den Einsatz in energieeffizienten oder besonders beengten Systemen nicht die erste Wahl. Bei 40 Ampère Laststrom entstehen rund 20 Watt Verluste. Das bedeutet einen großen, wärmebedingten Stress für die Elektronik, der sich nur über große Kühlkörper oder eine entsprechende Klimatisierung im Schaltschrank reduzieren lässt.

Für das Entwicklerteam von Puls war schnell klar, dass die Forderung nach einer möglichst geringen Verlustleistung nicht mit den üblichen Epitaxial- oder Schottkydioden erfüllt werden konnte. Als Alternative zu seinen Redundanzmodulen mit Dioden-Entkopplung entwickelte Puls eine Lösung zur Entkopplung mittels Mosfets und erweiterte so sein Produkt-Portfolio. Durch diese Technik lassen sich die Verluste reduzieren. Das spart Energie und senkt die laufenden Systemkosten. So entstehen bei einem Laststrom von 40 Ampère im Mosfet-Modul beispielsweise nur noch Verluste in Höhe von 3 Watt anstatt von 20 Watt.

Ansteuerung trotz 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

Puls stattet seine Redundanzmodule durch die Forderung nach geringer Verlustleistung mit Mosfet-Technologie aus.



Kurzschlussstrom verlustarm fließen kann. Sonst übernehmen die Body-Dioden in den Bauteilen diesen Strom. Dabei steigen die Verluste um den Faktor 15 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. 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.

Geringer Spannungsabfall

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

Gleichmäßigkeit durch Parallelfunktion

Neben dem Einsatz von Mosfets trägt auch der Parallel-Use-Modus zu einem besseren Wärmegleichgewicht, einer längeren Lebensdauer und damit niedrigeren Systemkosten 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 Prozent höher ist als bei Nennlast. Damit ergibt sich eine automatische Stromauf-

teilung 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 Redundanzmodul 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, die beispielweise im Redundanzmodul YR20.246 zum Einsatz kommt, lassen sich auch Netzgeräte ohne integrierten Parallel-Use-Modus parallel nutzen.

Die Entwickler bei Puls 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

Bei der Entwicklung des Redundanzmoduls YR40.245 wurde noch eine weitere technische Neuerung umgesetzt. So ist bei diesem Modul erstmalig „Hot-Swapping“ möglich. Darunter 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 auswechseln. Unmittelbar nach dem Austausch ist die Redundanz wieder hergestellt. Dies ist vor allem für Anlagen, bei denen selbst ein kurzfristiger Ausfall Sicherheitsrisiken oder gravierende wirtschaftliche Verluste bedeuten würde, unverzichtbar. □