

Die Microcontroller im Netzteil P140R sorgen dafür, dass sich Anwenderwünsche schnell und einfach umsetzen lassen.

Vorausschauendes Power-Management

# Microcontroller machen Netzgeräte smarter

Ihrem Ruf nach sind kundenspezifische Stromversorgungen oft teuer, aufwändig und haben oft zu lange Lieferzeiten. Dass dies nicht immer so sein muss, zeigt eine neue Generation von Netzgeräten des Unternehmens MGV Stromversorgungen. Microcontroller regeln fast alles, vom internen Management bis zum intelligenten Load-Share.

Die Netzgeräte verfügen über jeweils einen Microcontroller auf beiden Seiten der galvanischen Trennung. Erkennt der Chip im Eingangskreis beispielsweise den Ausfall der Netzversorgung, teilt er dies – via Optokoppler – sofort seinem Pendant auf der Sekundärseite mit. Dieser informiert umgehend den übergeordneten Leitrichter, entweder über den vorhandenen Digitalausgang oder per Bus-Schnittstelle. Während also der Zwischenkreis-Elko noch puffert, bleibt dem Leitrichter wertvolle

Zeit, Vorbereitungen auf den bevorstehenden Stromausfall zu treffen. Welche Aufgaben der Microcontroller auf der Sekundärseite sonst noch übernimmt, legt seine Firmware fest, die viele verschiedene Funktionen enthält. Ein Beispiel ist das Hochfahren: Wird die Versorgung eingeschaltet, geht das Netzgerät zunächst in den Standbybetrieb; an seinem Ausgang steht noch keine Spannung an. Der Microcontroller prüft interne und externe Zustände und arbeitet seine Aufgabenliste ab. Ist alles o.k., schaltet er den Aus-

gang frei. Welche Ausgangsspannung dabei genau anliegt, und wann die Strombegrenzung eingreift, lässt sich mithilfe zweier Tasten oder per Bus-Schnittstelle einstellen. Die üblichen Potis entfallen.

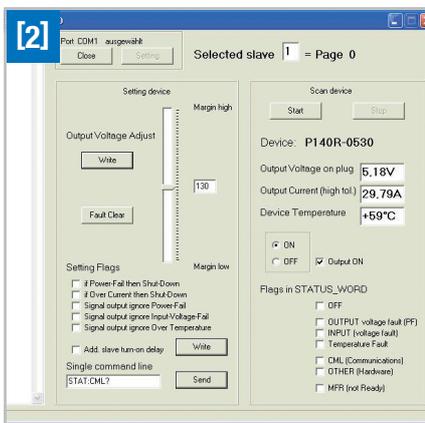
**Flexible Bus-Schnittstelle**

Die neuen Netzgeräte der Serie P140R verfügen über eine Bus-Schnittstelle, über die sich alle wesentlichen Kenn- und Betriebsdaten, wie der Status oder die aktuellen Strom-, Spannungs- und Temperaturwerte auslesen lassen. Dabei war es



[1] Durch den Einsatz der Microcontroller sinkt die Anzahl der Bauelemente. Die Leistungsdichte steigt ebenso wie die Zuverlässigkeit.

[2] Eine PC-Software sorgt für die Konfiguration eines Netzteilverbundes über die LIN-Busmasterkarte. Dabei lässt sich jedes Netzteil(-Modul) einzeln adressieren.



tion auf dem Bus zu Stande. Die angeschlossenen Netzgeräte signalisieren dies durch einen bestimmten Blinkrhythmus ihrer grünen LED.

Die per Bus ausgelesenen Kenn- und Betriebsdaten der Netzgeräte lassen sich aus der Ferne abfragen. Eine optionale PC-Software sorgt für die Konfiguration eines Netzteilverbundes über die LIN-Busmasterkarte. Dabei lässt sich jedes Netzteil(-Modul) einzeln adressieren.

Weil PCs außerdem selten eine LIN-Bus-Schnittstelle haben, hat das Unternehmen mit der LIN-Busmasterkarte ein Interface zur seriellen Standard-Schnittstelle RS232 entwickelt. Die LIN-Busmasterkarte ermöglicht es, über das galvanisch getrennte I<sup>2</sup>C-Interface mit einem Power-Management-Bus-ähnlichem Protokoll die Netzgeräte auch über den Power-Management-Bus zu verwalten. Optional bietet die LIN-Busmasterkarte eine RS485-Schnittstelle oder stellt Sense-Eingänge für den automatischen Ausgleich von Leitungsverlusten bereit.

Bildquelle: alle Bilder: MCV

keine einfache Aufgabe, einen geeigneten Bus zu finden, der alle Anforderungen erfüllt und gleichzeitig flexibel genug für zukünftige Erweiterungen ist. Schließlich fiel die Entscheidung auf einen am LIN-Feldbus (Local Interconnect Network) angelehnten, seriellen Bus mit einer Datenrate von 19,2 kbps. Ausschlaggebend für diese Entscheidung war, dass der LIN nur eine Datenleitung (zusätzlich zu 0 V) benötigt, selbst-synchronisierend ist, über eine garantierte Latenzzeit verfügt, störfest sowie im Automotive-Bereich praxisbewährt ist und das SCI/UART-Standard-Interface des Microcontrollers verwendet.

Bei der Kommunikation über den LIN-Bus ist per Definition der Bus-Teilnehmer mit der Adresse 0 immer der Master; alle Anderen sind automatisch Slaves. Ob also ein Netzgerät als Master oder Slave fungiert, legt allein die Adresse fest. Der Master steuert den gesamten Busverkehr. Dadurch wird Datenkollision, wie sie bei Ethernet ständig vorkommt, vermieden. Das Protokoll kommt mit wenig Overhead aus und ist entsprechend effizient. Ohne Master kommt keine Kommunika-

**Hot-Swap ohne nachzudenken**

Die ursprüngliche Idee, die Bus-Adresse per DIP-Schalter im Netzgerät einzustellen, nahmen die Anwender nicht gerade begeistert auf: Würde beim Austausch des Master-Netzgeräts vergessen, das Ersatzgerät auf Adresse 0 zu stellen, wäre der Bus ohne Funktion. Andererseits sollte keine zusätzliche Adressleitung verwendet werden, weil das in letzter Konsequenz die Abkehr von der H15-Steckverbindung (EN 60603) bedeutet hätte.

Die Lösung lag in der intelligenten Verwendung des Shut-Down(SD)-Eingangs, über den jedes Netzgerät verfügt. Ist dieser mit 0 V verbunden, geht das Netzgerät in den Standbybetrieb. Damit es hingegen bei unbeschaltetem SD-Eingang anläuft, ist dieser über einen Widerstand mit dem Pluspol der internen Versorgung verbunden. Legt der Anwender also vom SD-Eingang einen externen Widerstand gegen 0 V, entsteht ein Spannungsteiler an diesem Analogeingang. Verwendet man →

1%-Widerstände, können auf diese Weise acht Adressen (= Spannungen) eindeutig erkannt werden. Ein unbeschalteter Analogeingang repräsentiert dabei die Adresse 0 (= Master) während 0 V keine gültige Adresse darstellt.

Die Adresse eines Netzgeräts bestimmt also allein ein externer Widerstand eindeutig. Einstellungen im Netzgerät sind nicht erforderlich. Nach dem Hot-Swap behält das Netzgerät die Adresse des Vorgängers und wird damit automatisch in ein laufendes Load-Share-Verfahren mit eingebunden.

### Thermisches Load-Share

Das klassische Load-Share-Verfahren teilt zwar den Gesamtstrom einigermaßen symmetrisch zwischen parallel geschalteten Netzgeräten auf, löst aber das grundlegende Problem des Lastausgleichs nicht. Ein Netzgerät, das gut im Luftstrom der Zwangskühlung positioniert ist, lässt sich entsprechend stärker belasten, als ein Netzgerät, das nur unzureichend gekühlt wird und daher vielleicht schon unterhalb seines Nennstroms eine kritische Temperatur erreicht.

Genau hier setzt das thermische Load-Share-Verfahren an: Alle am Bus angeschlossenen Netzgeräte mit der gleichen Ausgangsspannung werden zu einer Gruppe zusammengefasst. Innerhalb dieser Gruppe wird der Strom so aufgeteilt, dass sich auf allen Netzgeräten ein annähernd gleiches Temperaturniveau einstellt. Das verhindert zuverlässig die thermische Überlastung einzelner parallel geschalteter Netzgeräte.

Eingesetzt wird die beschriebene Technologie mit den beiden Controllern be-

reits in den 150-W-Netzgeräten des Typs P140R (fünf Versionen mit 5/7,5/12...15/24 und 48 V DC Ausgangsspannung).

### Ausblick

Mit den beschriebenen Funktionen sind die Microcontroller noch nicht ausgelastet. Um kundenspezifische Anforderungen zu realisieren steht noch genügend Rechenleistung zur Verfügung. Solche Anforderungen können beispielsweise kundenspezifische Einschaltsequenzen im Systemverbund, definierte Anlaufverhalten nach einem Stromausfall oder komplexe Management-Funktionen und eine spezielle Signalisierung sein. Auch USV-Funktionen, Akku-Management oder Datenspeicherung sind möglich.

Wann immer sich 'kundenspezifisch' auf Zusatzfunktionen im Netzgerät bezieht,

entsteht bei dem Stromversorgungs-Spezialisten außerdem eine Microcontroller-Firmware, die auf einem Standard-Netzgerät läuft. Mit diesem Ansatz konnte das Unternehmen bereits eine Reihe von kundenspezifischen Lösungen in kurzer Zeit und zu überschaubaren Kosten realisieren – bei einer gleichzeitig kurzfristigen Verfügbarkeit. ←

### Autor

**Raik Hülse**  
ist Entwicklungsingenieur bei der MG  
Stromversorgungen GmbH in München.

### infoDIRECT

796iee1209

[www.iee-online.de](http://www.iee-online.de)  
Link zur der Microcontrollertechnologie  
Link zum Netzteil

## Technik im Detail

### Thermisches Load-Share

Beim thermischen Load-Share fragt der Master jeden Slave rund fünf mal pro Sekunde ab. Der Slave liefert seine Kenn- und Betriebsdaten zurück. Anhand der Kenndaten sortiert der Master die Slaves nach ihrer Ausgangsspannung in maximal drei Gruppen ein, die jeweils maximal vier Geräte umfassen dürfen. Getrennt für jede Gruppe signalisiert der Master dem Netzgerät mit der höchsten Temperatur, dass es das heißeste ist. Ebenso informiert er das Netzgerät mit der geringsten Temperatur darüber, dass es am wenigsten warm ist. Erhält ein Netzgerät über einen längeren Zeitraum hinweg immer die identische Rückmeldung, passt es seine Ausgangsspannung an. Das Netzgerät mit der höchsten Temperatur reduziert sie geringfügig, während das Netzgerät mit der geringsten Temperatur sie

leicht erhöht. Dieses gegenläufige Ändern der Ausgangsspannung sorgt dafür, dass diese langfristig konstant bleibt und nicht mit der Zeit nach oben oder unten driftet.

Nach dem Austausch eines Netzgeräts wird der Load-Share-Verbund aufrecht erhalten, die bisherigen Einstellungen werden aber verworfen. Die Netzgeräte der Gruppe werden auf ihre jeweils eingestellten Ausgangsspannungen zurück gesetzt und das thermische Load-Share beginnt von Neuem. Der automatische Reset und das relativ langsame Ablaufen dieser Regelungsvorgänge verhindern ein Aufschaukeln des Systemverbunds unter ungünstigen Bedingungen, sorgen aber gleichzeitig dafür, dass ein ungünstig im Luftstrom platziertes Netzgerät nicht dauerhaft überfordert wird.