

AC/DC-Stromversorgungen für Spitzenlastanwendungen richtig dimensionieren

Mehr Kurzzeit-Energie, Scotty!

Wer eine AC/DC-Stromversorgung für Applikationen sucht, deren Spitzenlastanforderungen für begrenzte Zeitintervalle deutlich über dem Regelbetrieb liegt, kann in Bezug auf Leistung und Abmessung schnell bei überdimensionierten und teuren Produkten landen. Mean Well bietet hier 300-W-Geräte mit deutlich höheren Spitzenleistungen an.

VON FRANK STOCKER,
FIELD APPLICATION ENGINEER
POWER SUPPLIES
BEI SCHUKAT ELECTRONIC

AC/DC-Schaltnetzteile liefern Strom in Anwendungen mit entweder rein statischen oder auch dynamischen Lasten. Viele, gerade elektromechanische Anwendungen erfordern oft einen hohen Spitzenstrom für begrenzte Zeiträume. Dies trifft beispielsweise auf Komponenten wie Motoren für Pumpen oder Antriebe zu, die beim Anlaufen oftmals einen deutlich höheren Leistungsbedarf aufweisen, um mechanische Widerstände beim Startvorgang zu überwinden. Möglich ist außerdem, dass in einer Anwendung Teilbereiche kurzfristig und wiederkehrend nach Bedarf zugeschaltet werden, was ebenso eine höhere Leistungsaufnahme von begrenzter Dauer erfordern kann.

Typischerweise ist die durchschnittlich benötigte Leistung für diese Anwendungen deutlich geringer als der Spitzenbedarf. Durch den Einsatz einer auf die durchschnittliche Leistung dimensionierten Stromversorgung, die benötigte Spitzenleistungen liefern kann, lässt sich entgegen einer Überdimensionierung auf die Spitzenleistung eine geeignete Stromversorgung wählen, die eine kompaktere Bauform und geringere Kosten mit sich bringt. Zudem weist sie beim Betrieb inner-

halb der in der technischen Dokumentation aufgezeigten Spezifikationen keinerlei Nachteile in Bezug auf die voraussichtliche Betriebserwartung oder die Ausfallwahrscheinlichkeit im Vergleich zu einer leistungsstärkeren, auf die Spitzenlast dimensionierten Stromversorgung auf.

Verhalten von konventionellen Netzteilen bei Abruf einer Spitzenlast

Im Allgemeinen verfügen Stromversorgungen über diverse Schutzfunktionen, die im Fehlerfall ansprechen. Bei einer zu hohen Stromentnahme, also einer Überlastung eines Netzteils, spricht die Überstrom- bzw. Überlastschaltung innerhalb eines im Datenblatt definierten Bereichs an.

In den in Bild 1 aufgeführten Produktdaten des HRP-300-12 des Herstellers Mean Well ist dies zwischen 105 Prozent und 135 Prozent der Nominalleistung der Fall. Dieses Schaltnetzteil geht im entsprechenden Überlastfall in das sogenannte Constant Current Limiting: Der ausgegebene Strom wird mit dem Ansprechen der Schutzschaltung auf einen festen Wert begrenzt und dauerhaft ausgegeben, und

zeitgleich wird die Spannung am Netzteil gegen Null gezogen.

Andere Produkte gehen beispielsweise in den sogenannten Hiccup-Modus (Schluckauf-Modus): Wird ein zu hoher Strom oder eine zu hohe Leistung erkannt, schaltet das Netzteil ab, startet nach einer definierten Zeit wieder und schaltet erneut ab, sofern der Fehler weiterhin vorliegt. Dies geschieht in einer Dauerschleife, bis der Fehlerfall endgültig behoben ist.

Je nach Anwendung bringen die unterschiedlichen Schutzsysteme Vor- oder Nachteile mit sich. Darauf sollte man bei der Auswahl der Stromversorgung achten. Benötigt man, um bei dem konkreten Beispiel des HRP-300-12 zu bleiben, eigentlich nur eine etwas höhere Spitzenleistung, um etwa den erforderlichen Anlaufstrom eines Motors zu liefern, hilft möglicherweise der Constant Current Mode bedingt weiter.

Dieser Modus, der dem Motor dauerhaft Strom zur Verfügung stellen würde, hilft eventuell noch, den mechanischen Anlaufwiderstand zu überwinden und den Motor nach einiger Zeit und mit geringer Geschwindigkeit zum Anlauf-

MODEL	HRP-300-3.3	HRP-300-5	HRP-300-7.5	HRP-300-12	HRP-300-15	HRP-300-24	HRP-300-36	HRP-300-48	
DC VOLTAGE	3.3V	5V	7.5V	12V	15V	24V	36V	48V	
RATED CURRENT	60A	60A	40A	27A	22A	14A	9A	7A	
PROTECTION	105 ~ 135% rated output power								
	Protection type : Constant current limiting, recovers automatically after fault condition is removed								
	OVER VOLTAGE	3.96 ~ 4.62V	6 ~ 7V	9.4 ~ 10.9V	14.4 ~ 16.8V	18.8 ~ 21.8V	30 ~ 34.8V	41.4 ~ 48.6V	57.6 ~ 67.2V
	Protection type : Shut down o/p voltage, re-power on to recover								
OVER TEMPERATURE	Shut down o/p voltage, recovers automatically after temperature goes down								

Bild 1: Auszug aus dem Datenblatt der Netzteilserie HRP-300, das die Leistungsdaten sowie die Parameter der Schutzschaltungen aufzeigt.

Bilder: Mean Well

fen zu bringen. Wird in diesem Konstantstrombetrieb im günstigsten Fall der Motor gerade noch zum Anlaufen gebracht, wäre eine parallel neben dem Motor versorgte 12-Volt-Steuerung jedoch nicht mehr betriebsfähig, da im Überlast-/Konstantstrommodus die 12-Volt-Nennspannung am Netzteil heruntergezogen wird. Auch in Anwendungen wie etwa Schleifmaschinen oder in der Robotik, wo schnell eine Nenn-drehzahl erreicht werden muss und dynamische Motorprozesse gefordert sind, reicht es nicht aus, das Netzteil nur in die Begrenzung zu fahren.

Benötigt ein Motor zum Anlauf einen deutlich höheren Strom, wäre natürlich ein gangbarer Weg, das Netzteil mit entsprechend höherer Leistung zu dimensionieren und so das Ansprechen der Überlastschutzfunktion wie auch das Einbrechen der Nennspannung zu verhindern. Im hier beschriebenen Fall wäre dies beispielsweise mit einem Netzteil doppelter Leistung wie dem HRP-600-12 (ebenfalls von Mean Well) möglich. Daraus würden sich aber ein höheres Gehäusevolumen um rund 70 Prozent und ein deutlich höherer Bezugspreis ergeben.

Spitzenlastfähige Stromversorgungen

Eine elegantere Wahl ist der Einsatz eines kleiner dimensionierten Netzteils, das dennoch die erforderliche Spitzenleistung liefern kann, beispielsweise das HRP-300N3-12. Wie auch das Schwestermodell HRP-300-12 bietet es 324 Watt Nennleistung – und zusätzlich, bezogen auf die Nennleistung, bis zu maximal 350 Prozent Spitzenleistung. Ob der benötigte Spitzenleistungsbedarf der jeweiligen Anwendung geliefert werden kann, hängt von der durchschnittlichen Belastung der Stromversorgung ab und lässt sich relativ einfach durch die in Bild 2 gezeigte Formel errechnen.

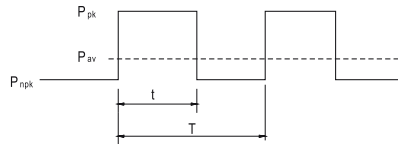
Zu berücksichtigen ist, dass die Spitzenleistung je Zyklus für maximal fünf Sekunden zur Verfügung gestellt werden kann. Es ist zu beachten, dass der Durchschnitt von Spitzen- und Regelleistung, der dem Netzteil entnommen wird, die Nennleistung nicht überschreiten darf, und das zeitliche Verhältnis von Spitzenleistung zu Regelleistung sollte bei maximal 35 Prozent liegen.

Unter Berücksichtigung dieser Parameter kann das HRP-300N3-12 maximal bis zu 1050 Watt Spitzenleistung liefern. Entscheidend dafür, welche maximale Spitzenleistung dem Netzteil entnommen werden darf, ist das tatsäch-

$$P_{av} = \frac{P_{pk} \cdot t + P_{npk} \cdot (T-t)}{T} \leq P_{rated}$$

$$Duty = \frac{t}{T} \times 100\% \leq 35\%$$

$$t \leq 5 \text{ sec}$$



P_{av} : Average output power (W)
 P_{pk} : Peak output power (W)
 P_{npk} : Non-peak output power (W)
 P_{rated} : Rated output power (W)
 t : Peak power width (sec)
 T : Period (sec)

Bild 2: Formel zur Errechnung der Durchschnittsleistung in Spitzenlastanwendungen (links), Grafik zur Darstellung des Spitzenlastzyklus (Mitte) und eine Erklärung der verwendeten Abkürzungen (rechts) aus der technischen Dokumentation der Netzteilserie HRP-300N3.

liche zeitliche Verhältnis von Spitzenleistung zu Regelleistung, aber auch die anliegende AC-Eingangsspannung. Zudem spielt auch das Derating in Bezug auf die Betriebstemperatur eine wichtige Rolle.

Rechenbeispiel

Um die Leistungsperformance des Netzteils HRP-300N3-12 an einem theoretischen Beispiel ersichtlich zu machen, gilt folgende Annahme: Bei der Nennleistung kann in einer Beispielanwendung ein Leistungspuffer von 20 Prozent berücksichtigt werden. Dadurch wird das Netzteil kontinuierlich durch die Endanwendung, die am 230-V- oder 110-V-Wechselstromnetz betrieben werden kann, mit maximal 260 Watt belastet. Der verwendete Motor benötigt zum Anlaufen für fünf Sekunden mit 600 Watt annähernd die doppelte Nennleistung des HRP-300N3-12. Nach einem Motorstopp ist ein erneutes Anfahren des Motors im ungünstigsten Fall in einem Zyklus von 30 Sekunden zu erwarten. Die maximal erwartete Betriebstemperatur liegt unter 50 °C.

- Eingangsspannung: mindestens 100 V AC
- Spitzenleistung: maximal 600 Watt, für max. 5 Sekunden
- Gesamtzykluszeit: 30 Sekunden oder länger
- Belastungszyklus: $t/T = 5/30 = 16,67$ Prozent
- Betriebstemperatur: < 50 °C

$$P_{av} = (P_{pk} \cdot t + P_{npk} \cdot (T-t)) / T$$

$$= (600 \cdot 5 + 260 \cdot (30-5)) / 30 \text{ W}$$

$$= 316,67 \text{ W}$$

Aus der angewendeten Beispielrechnung ergibt sich eine Durchschnittsleistung von 316,67 Watt und somit eine Leistung unterhalb der Nennleistung von 324 Watt, die das Netzteil erbringen muss. Es wäre also möglich, den angeschlossenen Motor problemlos zu betreiben und alle 30 Sekunden mit dem beschriebenen erhöhten Leistungsbedarf erneut zu starten.

Müsste das Netzteil in ähnlichen Anwendungen höhere Spitzenleistungen liefern, wäre dies bei einer Versorgungsspannung von 230 V und der Berücksichtigung der möglichen Spitzenlastperiode je nach Belastung wie in der obigen Grafik dargestellt bis zu 1050 W machbar.

Ein weiterer Vorteil des spitzenlastfähigen HRP-300N3-12: Es hat die gleichen äußeren Abmessungen wie das Schwestermodell HRP-300-12. Somit bleiben trotz 600 Watt beziehungsweise maximal 1050 Watt Spitzenleistung die kompakten Abmessungen eines 300-Watt-Netzteils gewahrt. Zudem ist die performantere Version HRP-300N3-12 nur unwesentlich teurer als das Standardmodell und wäre somit immer einem überdimensionierten Netzteil zu bevorzugen.

Effizienzvorteil

Für eine lange Betriebserwartung des Netzteils und somit auch für die gesamte Endanwendungen ist die Auswahl einer möglichst effizienten Stromversorgung eines der wichtigsten Kriterien. Eine Erhöhung des Wirkungsgrades um 1 bis 2 Prozent klingt erst einmal nach einem relativ überschaubaren Mehrwert. Betrachtet man aber die dadurch resultierende deutlich niedrigere prozentuale Verlustleistung und die damit einhergehende geringere Eigenerwärmung der Stromversorgung, entsteht ein gänzlich anderer Eindruck, und die Notwendigkeit einer möglichst hohen Effizienz wird deutlich. Steigert man die Effizienz bei einem 100-Watt-Netzteil von 90 Prozent auf nur 92 Prozent, ergibt sich eine um mehr als 20 Prozent geringere Verlustleistung.

Der Wirkungsgrad eines Netzteils ist das prozentuale Verhältnis von Gesamtausgangsleistung zu Eingangsleistung. Dies wird in den technischen Datenblättern der Hersteller im Allgemeinen als Grafik mit Bezug zur Auslastung oder bei Vollast und Nenningangsspannung angegeben wie im Beispiel in Bild 4 gezeigt. In den Grafiken ist meist ersichtlich, dass die Effizienzkurve mit abnehmender Leistung abfällt.

Ziel beim Netzteildesign ist es, eine über ein breites Leistungsspektrum möglichst hohe und konstant verlaufende Effizienz zu erreichen. Je nach Produkt fällt der Wirkungsgrad allerdings mehr oder weniger schnell bei abnehmender Auslastung ab. Betreibt man also ein Netzteil deutlich überdimensioniert und somit über einen langen Zeitraum nur auf Teillast, ist die durchschnittliche Effizienz in der Regel nicht sehr hoch. Die Verlustleistung, die in Form von Erwärmung der intern verbauten passiven und aktiven Komponenten abgebaut wird, führt so zu einer in diesem Maß nicht nötigen Erwärmung.

Weil die voraussichtliche Betriebserwartung der Stromversorgung unmittelbar mit seiner Erwärmung gekoppelt ist, lautet das Ziel, die Betriebstemperaturen so niedrig wie möglich zu halten. Das bedeutet: Sowohl die Umgebungstemperatur wie auch die Eigenerwärmung sollten so niedrig wie möglich gehalten werden. Ist dies nicht der Fall, braucht die Anwendung unter Umständen eine aufwendige Kühlung – die wiederum Aufwand und Kosten verursacht.

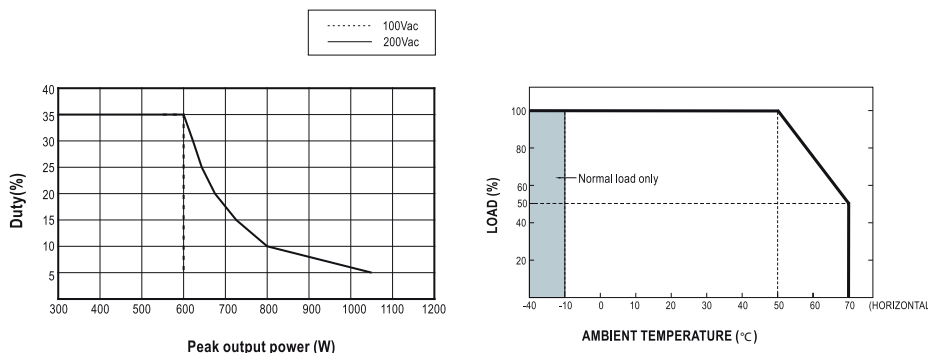


Bild3: Links: Grafische Darstellung zur maximalen Leistungsentnahme unter Berücksichtigung der AC Eingangsspannung sowie des Spitzenlastzyklus. Rechts: Zu berücksichtigendes Derating bezogen auf die Temperatur der HRP-300N3-Serie.

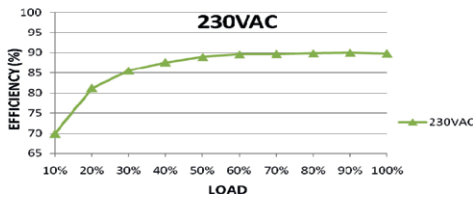


Bild 4: Typische Darstellung im Datenblatt: Wirkungsgrad eines Netzteils als prozentuales Verhältnis von Gesamtausgangsleistung zu Eingangsleistung

.....
Features

Das hier beschriebene und abgebildete HRP-300N3-12 gehört zu einer Produktfamilie an Netzteilen mit Nennleistungen von 150 bis 600 Watt sowie Spitzenleistungen von 375 bis 2100 Watt, die sich vor allem, aber nicht nur für elektromechanische Lasten bzw. Motoranwendungen eignen. Ihr Spitzenstrom bedingt eine geeignete und im Querschnitt ausreichend dimensionierte DC-Anschlussleitung. Über die bei diesen Netzteiltypen integrierte Remote-Sense-Funktion lässt sich der im Betrieb über die DC-Leitung abfallende Spannungsverlust kompensieren. Der unerwünsch-

te, aber nicht zu vermeidende Spannungsabfall über die Leitung kann über diese Funktion bis zu 0,5 V kompensiert werden; der Last kann somit die benötigte volle Spannung zur Verfügung gestellt werden.

Um die im oben beschriebenen Abschnitt »Effizienzvorteil« zwangsläufig entstehende Eigenenergie aus dem geschlossenen Gehäuse abtransportieren zu können, ist ein leise drehender Lüfter integriert. Dadurch kann auch bei Volllast und einer Umgebungstemperatur von 50 °C laut Hersteller von einer zu erwartenden Betriebszeit von 50.000 Stunden ausgehen. Für akustisch sensible Anwendungen ist das Gerät mit dem bereits leise drehenden Lüfter zudem mit einer intelligenten Lüftersteuerung versehen, die eine Regelung des Lüfters nach Bedarf erlaubt und so den Geräuschpegel bestmöglich minimiert. Zum Überwachen der Betriebsfunktion verfügen die Artikel über ein DC-OK-Signal, das sich über eine angeschlossene Steuerung auswerten lässt.

In dem breiten Portfolio an hochwertigen AC/DC- und DC/DC-Stromversorgungen für un-



Bild 5: Das spitzenlastfähige Schaltnetzteil der Serie HRP-300N3

terschiedlichste Anwendungen in Industrie, Medizin und Haushaltsanwendungen spiegelt sich die langjährige Erfahrung des Herstellers Mean Well in der Entwicklung und Produktion von Stromversorgungen. Schukat electronic ist seit über 25 Jahren einer der größten europäischen Mean-Well-Distributoren. (eg) ■