

Worauf es bei der Auswahl einer Stromversorgung ankommt

Stromversorgungen sind betriebswichtige Teile elektronischer Geräte und Anlagen. Deshalb ist eine sorgfältige Auswahl besonders wichtig. Wir verraten Ihnen, was Sie dabei besonders beachten sollten.

DR. MICHAEL WÜRKNER *

Soweit es möglich ist, sollte die Architektur der Stromversorgung eines Systems gemeinsam mit allen anderen Systemkomponenten erfolgen, denn die althergebrachte Vorgehensweise, sich erst ganz zuletzt um die Stromversorgung zu kümmern, kann sich durch hohe Kosten rächen.

Eine richtige Planung ist enorm wichtig

Skizzieren Sie zuerst wesentliche Anforderungen des Systems. Für eine Vorauswahl sind Eingangsspannung (Nennwert und Bereich), Ausgangsspannung(en), Ausgangsströme, verfügbarer Platz (maximale Abmessungen) und Formfaktor (Befestigung, Gehäuse, elektrische Anschlüsse) festzulegen.

Dazu kommen betriebsnotwendige Funktionsmerkmale:

- Ein-/Ausgangs-Isolation,
- Regelgenauigkeit & Restwelligkeit,
- Zeitverhalten, Dynamik der Sollwerte oder Lastwechsel,
- Normen Konformität des Gesamtsystems, im Unterschied zu nötigen Prüfanforderungen an die Stromversorgungskomponente. Frühzeitige Rücksprache mit benannten Stellen/Aufsichtsbehörden nationaler Zielmärkte erleichtert die Zertifizierung,
- thermische Bemessung, Kühlung,
- elektromagnetische Störfestigkeit, maximal zulässige Emissionen,
- Schutzschaltungen (z.B. Kurzschluss, Übertemperatur).

Weitere mögliche Anforderungen sind Ein-/Aus-Steuerleitung, Fernregelung der Ausgangsspannung direkt an der Last, Stabilität von Ein- & Ausgang (bzgl. Filterung, Überspannung, Einschaltstrom), dynamische



Bild: © Scanrail - stock.adobe.com

Auf die richtige Wahl kommt es an: Stromversorgungen sind betriebswichtige Teile elektronischer Geräte und Anlagen. Die sorgfältige Auswahl der besten zur Anwendung passenden Stromversorgung vermeidet leistungsschwache, unzuverlässige Gesamtsysteme und hohe Folgekosten.

Regelcharakteristik (Lastimpulse, Nulllast). Spezialanforderungen betreffen hohe Isolation, Sonderzulassungen (Medizintechnik) und spezielle Prüfungen (Halt/Hass = Schnellprüfung der Alterungs-/Belastungsfähigkeit).

Die Festlegung aller Spezifikationen bestimmt die Kosten der Stromversorgung. Gleichzeitig entscheidet sich die Praxistauglichkeit in der Anwendung.

Die unterschiedlichen Eingangsspezifikationen

Die optimale Eingangsspannung (Nennwert), bei der viele andere Parameter einer Stromversorgung spezifiziert sind, liegt oft

in der Mitte des angegebenen Eingangsspannungsbereichs. Dieser legt die geringste und höchste Spannung fest, bei der die Stromversorgung bestimmungsgemäß arbeitet.

Netzteile bieten häufig internationale Eingänge von 85 bis 260 V_{AC}. Je nach Hersteller sind zulässige Netztoleranzen getrennt spezifiziert oder bereits dem angegebenen Bereich zugeschlagen.

Drei Eingangsarten werden unterschieden: Geräte mit Universaleingängen arbeiten kontinuierlich über den gesamten Bereich, Geräte mit automatischer Umschaltung wechseln selbständig zwischen den Netznormen 110 und 220 V_{AC}. Netzteile hoher Leistung werden meist durch Umklemmen der



* Dr. Michael Würkner
... ist Produktmanager bei der Computermess Elektronik GmbH.

Kabel oder mit Schaltern manuell an die Netzspannung angepasst.

Zur Wechselspannung wird die Eingangsfrequenz angegeben. Länderabhängige Netze mit 50 oder 60 Hz sind typisch. Ihr Distributor hilft Ihnen bei der Auswahl, wenn Ihre Anwendung nach 400 Hz verlangt, z.B. im Flugzeug.

Gleichspannungswandler, auch DC/DC-Wandler genannt, werden von zentralen Stromversorgungen wie Netzteil oder Batterie über einen Spannungsbus versorgt. Übliche Gleichspannungen (DC) sind 5, 9, 12, 24 und 48 V. Bausteine geringer Leistung unter 5 W werden überwiegend auf Leiterplatten eingesetzt. Wenn Netzteile die Versorgungsspannung am Bus genau regeln, reichen Eingangsbereiche von $\pm 10\%$ aus.

Gleichspannungswandler höherer Leistung kommen vor allem bei Batteriebetrieb oder -Unterstützung zum Einsatz. Die am weitesten verbreiteten Eingangsbereiche von 2:1 (z.B. 18 bis 36 V_{DC}) oder 4:1 (z.B. 18 bis 72 V_{DC}) berücksichtigen das Laden und Entladen typischer Akkumulatoren.

Der aus der Energieversorgung (Wechselspannungsnetz, Batterie) gezogene Eingangsstrom wird unter weiteren Bedingungen, z.B. nominale Eingangsspannung und Vollast am Ausgang spezifiziert. Kenngröße für kurzgeschlossene Ausgänge ist bei Gleichspannungswandlern zusätzlich der Eingangsstrom im Fehlerfall. Der Stoßstrom beim Einschaltvorgang, auch Einschaltstrom bezeichnet, beschreibt den maximalen Strom beim Einschalten unter Last. Ein Softstart durch zeitlich kontrolliertes Ansteigen der Ausgangsspannung begrenzt den Einschaltstrom unter hoher Ausgangslast.

Im System aus Stromversorgungen empfiehlt es sich, jeden Teilstromkreis einzeln mit einer Schmelzsicherung zu versehen, um

im Störfall hoher Stromaufnahme übergreifende Schäden zu verhindern.

Viele Netzteile enthalten mindestens eine – im Datenblatt spezifizierte – interne Sicherung, die oft vom Anwender tauschbar ist.

Vergossene oder geschlossene Module wie fast alle DC/DC-Wandler und einige Netzteile, enthalten keine internen Schmelzsicherungen, da vorübergehende Fehler sonst den Tausch des gesamten Moduls erfordern. Hier sind externe Sicherungen einzuplanen. Als Faustregel ist als Nennstrom der Sicherung ein Wert zu wählen, der das 1,5- bis 2-Fache des maximalen Eingangsstroms der Stromversorgung beträgt. Anwendungen mit einzelnen Netzteilen sollten Sicherungen mit träger, redundante Stromversorgungen dagegen mit flinker Charakteristik haben.

Auch zwischen voneinander isolierten Bereichen einer Stromversorgung, z.B. Eingang zu Gehäuse oder Ausgang, fließen geringe Ableitströme (gemessen bei Nominalspannung): Im Netzteil überwiegend an der Primärseite zur Schutzterde.

Zu hohe Ableitströme können bei fehlender Erdung gefährlich für die Bediener sein.

Grenzwerte sind in Normen (CE, EN, UL, CSA) festgelegt. Speziell für Medizingeräte werden besonders geringe Ableitströme gefordert. Gleichspannungswandler dafür geben den Ableitstrom an, auch Leckstrom bezeichnet.

Die EMV-Eigenschaften und ihre Relevanz

Stromversorgungen sind nach gesetzlichen Grenzwerten ausgelegt. Leitungsgebundene oder abgestrahlte Störaussendungen sind nach Normen wie EN 55011/32 in Klassen eingeteilt. Hochwertige Geräte übertreffen die beste Klasse B um 3 dB und mehr.

Die EMV-Eigenschaften einer Stromversorgung in der Praxis können abhängig von vielen unterschiedlichen Einflüssen stark von den Laborwerten abweichen. Beispiele dafür sind mechanische Faktoren (Abschirmung, Ort und Ausrichtung der Bauelemente), Beschaltung (Filter, Ausgangslast, Eingangsschwankungen) oder Umgebungsfaktoren (Temperatur, Leistungskonstanz).

Wenn EMV-Eigenschaften für den Einsatzzweck entscheidend sind, sollten Herstellerangaben nur als Leitfaden dienen und durch gründliche Tests in der Endanwendung ergänzt werden.

Festlegung der verschiedenen Ausgangsspezifikationen

Einige Stromversorgungen lassen die Ausgangsspannung trimmen, meist nur des ersten Ausganges. Übliche Einstellbereiche der



Bilder 1 bis 3: Computermess Elektronik

Bild 1: 9-Watt-SIP DC/DC-Wandler von Micropower Direct

Ausgangsspannung sind $\pm 10\%$. Programmierbare Netzteile oder Labornetzteile umfassen den Bereich von Null bis zur Nominalspannung.

Der maximale Ausgangsstrom oder Nennstrom kann dauerhaft aus einem Ausgang gezogen werden, ohne eine Stromversorgung zu beschädigen oder Schutzschaltungen auszulösen. Bei der Wahl einer Stromversorgung sollte ein Sicherheitsspielraum von 15% bis 20% einkalkuliert werden, damit dieser Wert sicher nicht überschritten wird.

Viele Hersteller geben einen minimalen Ausgangsstrom an, der für eine einwandfreie Funktion der Stromversorgung mindestens fließen muss, oft 10% vom Nennstrom. Kontaktieren Sie Ihren Fachdistributor, wenn Ihre Anwendung den Betrieb mit sehr geringer Last erfordert. In der Regel stellt dies kein Zuverlässigkeitsproblem dar, jedoch kann die Schaltung einer Stromversorgung je nach Auslegung unter diesen Bedingungen instabil werden oder langfristig Schaden nehmen.

Die Lastausregelung beschreibt die Änderung einer Ausgangsspannung bei Variation der Ausgangslast über einem bestimmten Bereich, während alle anderen Parameter konstant bleiben. Spezielle Stromversorgungen, z.B. für LEDs, regeln stattdessen einen konstanten Strom. Bei Mehrfachausgängen wird die Regelgenauigkeit je Ausgang getrennt angegeben. Jeder Hersteller gibt seine Messbedingungen bezüglich Laständerung und Belastung der Hilfsausgänge in den Datenblättern an.

Der Ausgang einer Stromversorgung braucht nach einer sprungförmigen Änderung des Laststroms eine Einschwingzeit, um wieder in ein bestimmtes Fehlerband um den Nennwert zurückzukehren. Die Messvorschrift der Einschwingzeit (Größe der Laständerung, Breite des Fehlerbands) ist herstel-



Bild 3: ein 300-Watt-Einbaunetzteil mit Universalweitbereichseingang

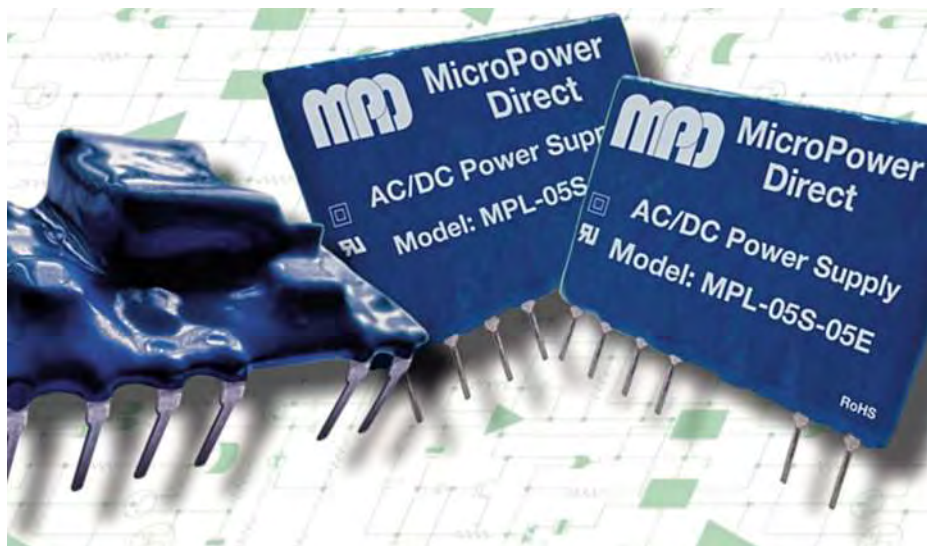


Bild 2: platinenmontierbare 5-Watt-SIP-Schaltnetzteile von Micropower Direct

lerabhängig und meist nur für den primären Ausgang im Datenblatt vermerkt.

Vor allem für DC/DC-Wandler gibt die Toleranz der Ausgangsspannung an, wie Bauteile in Prozent der Ausgangsspannung streuen (typ. bei nominaler Eingangsspannung und Vollast). Bei Stromversorgungen mit Mehrfachausgängen erfolgt die Angabe für die Haupt- und Zusatzausgänge.

Den Ausgang einer Stromversorgung überlagern Rauschen und Restwelligkeit auch Ripple & Noise oder Periodic & Random Deviation (PARD) bezeichnet. Spannungs- bzw. Stromangaben erfolgen Spitze-zu-Spitze oder als Effektivwert über eine bestimmte Bandbreite und Vollast. Die Hersteller messen Rauschen nach unterschiedlichen Methoden. Gute Schaltwandler erreichen 1% der Ausgangsspannung. Für Details hilft Ihnen der Distributor.

Die Symmetrie der Ausgangsspannungen beschreibt in Gleichspannungswandlern mit Zweifachausgang, symmetrischer negativer und positiver Spannung, den Unterschied der Absolutwerte in Prozent (bei nominaler Eingangsspannung und Vollast).

Überspannungsschutz begrenzt eine Spannung auf einen vorgegebenen Wert. Solche Schutzschaltungen kommen normalerweise nur am primären Ausgang zum Einsatz.

Eine Stromversorgung kann bis zur maximalen kapazitiven Belastung den Ausgang sicher treiben. Ist der Strom zum Laden der Lastkapazität beim Einschalten zu hoch, könnte die Strombegrenzung der Stromversorgung ansprechen und eine Abschaltung veranlassen.

Oft ist die maximale kapazitive Belastung nicht angegeben, dann sollte in Anwendun-

gen mit hohen Kapazitätswerten ($>200 \mu\text{F}$) die Fachdistribution kontaktiert werden.

Stromversorgungen teilen im Parallelbetrieb den Laststrom untereinander auf, z.B. für Redundanz. Die Current-Share-Spezifikation gibt an, auf wieviel Prozent genau die Ausgänge den Laststrom untereinander aufteilen, typisch 1% bis 20%.

Nach Ausfall der Eingangsspannung kann eine Stromversorgung für eine Überbrückungszeit die Last ohne Ausfall weiter versorgen. Diese Zeitspanne wird für Netzteile, mit einem typischen Wert von $\geq 16 \text{ ms}$ (eine Periode, 60-Hz-Sinus) spezifiziert. Unterbrechungsfreie Gleichstromversorgungen ermöglichen Überbrückungszeiten über mehrere Stunden.

Standardausführung oder kundenspezifische Lösung?

Standard-Stromversorgungen nutzen die Vorteile kürzerer Lieferzeit bei Lagerhaltung für einen großen Kundenkreis. Sie sparen auf jeden Fall Zeit und Kosten. Gehen Anforderungen darüber hinaus, lassen sich Basisplattformen, die weitgehend übereinstimmen, schneller anpassen, als vollständige Neuentwicklungen anzustoßen. Ob Sie mit den Zielvorgaben auf eine handelsübliche Stromversorgung zurückgreifen können oder trotz der Marktvielfalt eine individuelle Lösung finden müssen, ist nicht immer eine leichte Aufgabe. Hier kommen Fachdistributoren wie die CompuMess Elektronik mit herstellerübergreifendem Überblick ins Spiel. Sie können bei der Auslegung und weiteren individuellen Fragestellungen kompetente Unterstützung bieten. // TK

CompuMess Elektronik