

Systemintegration einfach gemacht (Teil 1)

Überlegung zur Spezifikation einer DC-Stromversorgung

Dieser mehrteilige Beitrag diskutiert die wichtigsten Parameter für Stromversorgungen, die bei der Auswahl einer Stromversorgung für die DUT-Testanforderungen beachtet werden müssen.

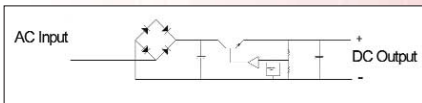


Bild 1: Schema einer linearen Stromversorgung

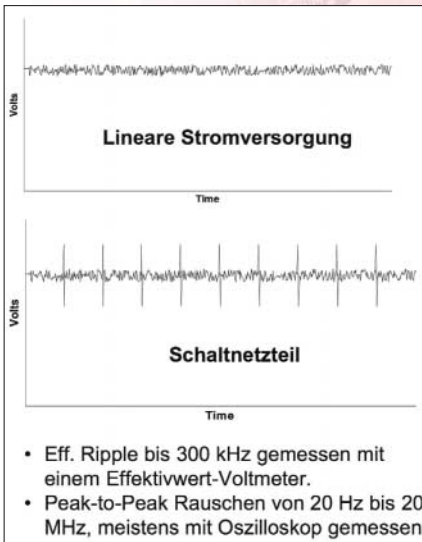


Bild 2: Profile: Rauschen für lineare Stromversorgungen im Vergleich zu Schaltnetzteilen.

Nahezu jedes ATE-System zum Test von Boards, Modulen oder Geräten benötigt eine oder mehrere Stromversorgungen. Das kann eine DC-Stromversorgung sein, um den Gleichspannungs-Bus in den Geräten zu simulieren, der die internen Bo-

AUTOR

Philip A. Joosten ist Senior Director International Sales der Xantrex Programmable Power Products Division in San Diego. Die Xantrex AC- und DC-Stromversorgungen der Marken Elgar, Sorensen und Xantrex werden in Deutschland durch die Firma CompuMess Elektronik GmbH vertrieben.

ards oder Module versorgt. Es kann aber auch eine Wechselspannungsquelle sein, um die AC-Netze verschiedener Länder zu simulieren oder den Wechselspannungs-Bus in Flugzeugen.

In jedem Fall simuliert die Stromversorgung die Umgebung der elektrischen Schaltung in der sie eingesetzt wird. Als DUT (Device Under Test) definiert sie die Anforderungen an die Stromversorgung. Darüber hinaus müssen auch die Anforderungen für den Toleranztest beachtet werden, d. h. welche Auswirkungen interne oder externe Standards auf das DUT haben. Beispielsweise erfordern manche Automobilelektronik-Standards einen Toleranztest bis zu $27 V_{\pm}$ für ein $12 V_{\pm}$ -Ge-

rät. Das bedeutet, auch wenn das DUT mit einer Nennspannung von $12 V_{\pm}$ arbeitet, ist die maximale Testspannung deutlich höher.

Brummspannung & Rauschen

Die Brummspannung (Restwelligkeit) und das Rauschen sind meist die ersten Spezifikationen, die betrachtet werden. Das ist wichtig, da die erste Entscheidung meist die Wahl zwischen einer linearen DC-Stromversorgung und einer Switch-Mode DC-Stromversorgung (SMPS) ist. Derzeit gibt es drei wichtige Topologien für eine programmierbare DC-Stromversorgung: linear, Switch-Mode und hybrid. Eine lineare Stromversorgung bietet eine geringe



Bild 3: Platzbedarf: 12-kanalige lineare Stromversorgung (1000 W gesamt) und 12-kanaliges Schaltnetzteil mit 4 000 W.

Brummspannung bzw. Rauschen und zeigt ein schnelles Transienten-Verhalten (**Bild 1**). Allerdings ist sie wenig effizient, produziert viel Wärme und ist meist relativ groß und schwer. Daher wird sie meist nur für niedrigere Leistungen von typisch weniger als 500 W eingesetzt. Die meisten linearen DC-Stromversorgungen sind vom Bench-Typ. Es gibt zwei grundlegende Applikationsfälle, wo man eine lineare Bench-Stromversorgung in Betracht ziehen kann: Beispielsweise wenn das DUT ein Kommunikationsgerät wie ein Funkgerät oder Mobiltelefon ist, oder auch das Demodulator-Modul eines Radarsystems. Dieser Art von Geräten ist gemein, das sie über eine sehr empfindliche Diskriminator- oder Demodulator-Schaltung verfügen, die optimal bei geringem Rauschen arbeitet. Mit anderen Worten, um das genaue Rauschverhältnis (SNR in dB) zu testen, benötigt man eine DC-Stromversorgung, die nicht noch parasitäres Rauschen der Testschaltung hinzufügt. Der zweite Fall, der für eine lineare Bench-Stromversorgung spricht, sind besonders geringe Leistungsanforderungen, denn die Vorteile für ein Schaltnetzteil kommen erst bei höherer Ausgangsleistung zum Tragen (**Bild 2**). Der Einsatz von linearen DC-Stromversor-

gungen in Anwendungen mit nicht mehr als 100 oder 200 W je DC-Ausgangskanal ist kostengünstiger. Bei bis zu vier Kanälen kann es einfacher sein, vier lineare Bench-Stromversorgungen in einem 19"-Gehäuse einzusetzen. Bei der Switch-Mode-Technologie können allerdings im selben Gehäuse 12 Kanäle bis zu mehr als 4 000 W liefern, mit einer weniger komplexen Multikanal-Steuerung und zu einem vergleichbaren Preis/Kanal (**Bild 3**).

Wenn die Brummspannung bzw. Rauschen nicht die wichtigsten Spezifikationen sind, dann bieten programmierbare Schaltnetzteile mehr Flexibilität. Sie stellen mehr Ausgangsleistung zum gleichen Preis bei kleineren Gehäusen zur Verfügung. Anders ausgedrückt, sie bieten einen größeren DC-Ausgangsspannungs- und -Strombereich für unterschiedlichste Anforderungen beim Test des DUTs.

Transienten-Response

In den letzten Jahren haben innovative Topologien in der Leistungselektronik (wie Zero-Switching) die Spezifikationen für die Brummspannung und das Rauschen in Schaltnetzteilen deutlich verbessert und damit in den Hintergrund gedrängt. Im Hinblick auf die Applikationen traten andere Spezifikationen in den Vordergrund. Eine der wichtigsten Spezifikationen ist die Transienten-Response bei Laständerungen. Mit anderen Worten, wie schnell kann eine Stromversorgung der Impedanzänderung der Last folgen. Oder wie

gut wird eine Stromversorgung mit schnellen Stromänderungen fertig. Wenn es zu schnellen Änderungen des Ausgangsstromes über einen großen Bereich kommt, dann wird auch die Ausgangsspannung innerhalb kurzer Zeit signifikant steigen oder fallen. Die interne Spannungssteuerung wird versuchen den Ausgangswert so schnell wie möglich wieder auf seinen Sollwert zu bringen. Innerhalb einer programmierbaren DC-Stromversorgung besteht ein Kompromiss zwischen der internen Spannungs-Regelschleife und dem Ausgangsfilter. Ein großer Ausgangsfilter wird die Brummspannung und das Rauschen begrenzen, während er aber die Reaktion der Stromversorgung auf Laständerungen verlangsamt. Eine sehr schnelle interne Spannungsregelung wird den Ausgang wieder schnell auf seinen Sollwert bringen, wobei aber die Über- und Unterschwingungen sehr hoch ausfallen können, mit der Gefahr das DUT zu zerstören (**Bild 4**).

Eine typische Applikation ist der Test von Mobiltelefonen. In diesem Fall simuliert die DC-Stromversorgung die Batterie des Mobiltelefons. Das Power-Burst-Verhalten verursacht sehr schnelle Strom-Transienten. Das ist kein Problem für die interne Batterie, stellt aber für das Schaltnetzteil eine Herausforderung dar. In diesem Fall wird daher eine lineare Bench-Versorgung die bessere Wahl sein, da die Ansprüche an die Ausgangsleistung gering sind und die Spezifikationen bezüglich der Transien-

ten-Response bei einer linearen Stromversorgung in der Regel besser als bei einem Schaltnetzteil sind. Beim Test von Relais oder Sicherungen für Automobile stellt sich die Situation komplett anders dar. Hier benötigt man hohe Spannungen bis zu 30 V_±. Typischerweise findet man hier programmierbare DC-Stromversorgungen mit 5 bis 10 kW. In diesem Fall kann ein zu großes Überspringen der DC-Ausgangsspannung, bei der schnellen Aussteuerung des Ausgangsstromes von Null auf den Maximalwert oder umgekehrt, das Relais oder die Sicherung zerstören. Eine praktische Lösung, um die Über- und Unterschwingungen zu begrenzen, ist der Einsatz einer Vorlast (**Bild 5**).

Diese wird parallel zum DUT und dem DC-Ausgang der programmierbaren Stromversorgung geschaltet, was die Über- und Unterschwingungen der DC-Ausgangsspannung deutlich reduziert. Nehmen wir an, das 50 % des Stroms durch die zusätzliche Vorlast und 50 % durch das DUT gehen, dann „sieht“ die Stromversorgung nur 50 % der vom DUT erzeugten Stromanforderung (100 %). Es bleibt immer ein gewisser Basisstrom, der durch die Vorlast fließt. Für die Stromversorgung ist es jedoch wesentlich einfacher 50 % der Stromanforderung zu handhaben als die kompletten 100 %. Damit wird der Effekt der Über- und Unterschwingungen bzw. die mögliche Zerstörung des DUT nahezu eliminiert. Für diese Vorlast kann eine einfache ohmsche Last genommen werden. Das Verhältnis kann nahezu beliebig gewählt werden. Mit anderen Worten, es macht keinen großen Unterschied ob die Last 40, 50 oder 60 % der Stromanforderung absorbiert, um die Transienten-Response und das Überspringverhalten zu verbessern. Allerdings gibt es auch Nachteile: es ist jetzt der doppelte DC-Ausgangsstrom erforderlich und damit auch mehr Ausgangsleistung. Bei Xantrex erhält man jedoch die zusätzliche Leistung in einer Pro-

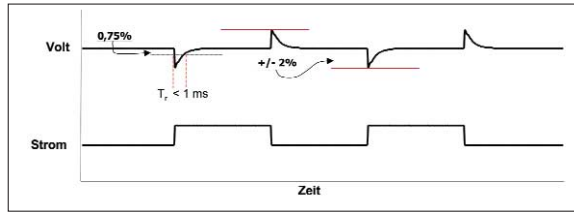


Bild 4: Typische Transienten-Response Spezifikation für eine programmierbare Switch-Mode DC-Stromversorgung: Bei einer Stromänderung von 50% des maximalen Ausgangsstromes wird die DC-Ausgangsspannung nicht mehr als 2% in Bezug auf ihre eingestellte Sollspannung über- bzw. unterschwingen. Die Rückkehr auf die Sollspannung (Abweichung 0,75%) erfolgt in weniger als 1 ms.

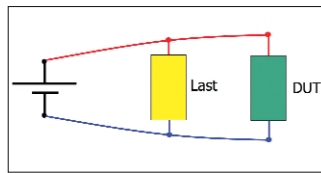


Bild 5: Die Vorlast sollte einen Strom von bis zu 75% vom DUT „ziehen“, damit das Über- und Unterschwingen der Ausgangsspannung signifikant verbessert wird.

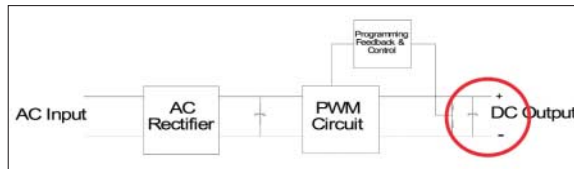


Bild 6: Schaltnetzteil-Architektur

duktfamilie für nur 50 Cent/Watt und damit viel kostengünstiger und praktischer als mit für diese Applikationen spezialisierten Stromversorgungs-Subsystemen. In Deutschland werden die Xantrex-Produkte von Compu Mess Elektronik vertrieben.

Slew-Rate

Der nächste zu berücksichtigende Spezifikationsparameter ist die Slew-Rate (Anstiegs- und Abfallgeschwindigkeit) des DC-Ausgangs. Um die Spezifikationen für das Brummen/Rauschen zu verbessern, haben programmierbare DC-Stromversorgungen einen großen Ausgangsfilter mit großen Kondensatoren und viel Energiespeicherkapazität. Es sind im Wesentlichen die Lade- und Entladezeiten für diese Filter, kombiniert mit der Stromanforderung des DUT, die die Anstiegs- und Abfallzeiten am Ausgang bestimmen (**Bild 6**). Die Anstiegsgeschwindigkeit der Ausgangsspannung ist weitgehend unabhängig von den jeweiligen DUT. Sie hängt im Wesentlichen von dem internen LCR-Netzwerk-Filterdesign und den LCR-Zeitkonstanten ab. Die Anstiegsgeschwindigkeit ist relativ schnell und ausreichend für

die meisten Applikationen. Es ist die Abfallzeit am DC-Ausgang die die Probleme verursacht. Sie hängt nicht nur von dem internen LCR-Filternetzwerk am DC-Ausgang der Stromversorgung ab, sondern auch von dem angeschlossenen DUT. Wenn das DUT relativ wenig Strom zieht, verglichen mit der Stromkapazität der Stromversorgung, dann kann es mehrere Sekunden dauern, bevor die gespeicherte Energie durch das DUT abgeführt wurde. Wenn das DUT aber eine minimale Stromanforderung von wenigstens 60 % der Stromversorgungskapazität hat, dann wird die gespeicherte Energie sofort abgeführt und die Abfallzeit am Ausgang ist am kürzesten. Unabhängig davon wird in den meisten Fällen die Abfallzeit am DC-Ausgang zwei- bis dreimal länger sein als die entsprechende Anstiegszeit.

Wie kann die Anstiegszeit am DC-Ausgang reduziert werden? Durch den Einsatz einer programmierbaren Stromversorgung mit einem höheren DC-Ausgangsbereich. Wenn das DUT beispielsweise ein Gerät für die Automobilelektronik ist und eine 30-V_±-Spannungsversorgung alle Testapplikationen abdecken würde, dann kann eine 60-V_±-Stromversorgung im Bereich bis zu 30 V_± eingesetzt werden. Um den maximalen Ausgangsbereich von 60 V_± zu unterstützen, muss die Kapazität des Ausgangskondensators wesentlich kleiner als für 30 V_± sein, d. h. für den Anstieg von Null (0) auf 30 bzw. 60 V_± ist dieselbe Anstiegszeit erforderlich. Mit anderen Worten, in Bezug auf die Anstiegsgeschwindigkeit (V/ms) ist die 60-V-Stromversorgung doppelt so schnell. (jj)

(Der Teil 2 wird sich mit Load- und Line Regulation, Stabilität, Parallel- und Serienschaltung, digitaler und analoger Programmierung, Sense-Leitungen sowie Einschaltstrom und den Vorteilen linearer Bench-Stromversorgungen beschäftigen)

infoDIRECT 552ei0308
www.elektronik-industrie.de
 ▶ Link zu Compu Mess Elektronik