

Liebe Leser!

**K**aum jemand wird Netzgeräte auf den ersten Blick als technisch besonders aufregende Produkte bezeichnen. Ihre Funktion ist relativ banal, und „spannend“ wird es eigentlich erst nach der Sekundärseite der Strom- beziehungsweise Spannungsversorgung. Schließlich gilt das Augenmerk des Entwicklers vor allem den elektronischen Schaltungen, die das Netzteil speisen soll. Vor allem für Wandler, die technisch „simple“ Verbraucher versorgen, gilt auch heute noch: An einem unregelmäßigen Netzteil ist einfach nichts Spannendes.

Und doch hat sich seit den Tagen des Selen-Gleichrichters (vielen sicher noch vertraut) sehr viel getan: Die jüngste Generation der Schaltnetzteile ist teilweise schon mit Mikroprozessoren ausgestattet. So kann der Anwender vom PC aus mit dem Netzteil kommunizieren, kann Steuerfunktionen bedienen, Rückmeldungen ablesen und Ist-zustände überwachen. Durch den integrierten Mikro-Controller stehen bei Netzgeräten auch für Serienanwendungen preisgünstig neue Möglichkeiten für viele Applikationen zur Verfügung. Die Technologie und Popularität getakteter Schaltnetzteile ist allerdings auch einer der Gründe, weswegen Schaltwandler in den Tagen der EMV-Richtlinie doch einiges an Aufmerksamkeit erhalten: Da diese Geräte nach dem Zerhackerprinzip arbeiten, produzieren sie hochfrequente Störungen. Mit der zunehmenden Dichte an Leitungen und anderen elektromagnetischen (Feld-)Quellen wird das Thema EMV und damit die Eindämmung von potentiellen Störgrößen natürlich auch bei Netzgeräten immer aktueller. Deshalb haben wir dem Thema gleich den ersten Beitrag in diesem Heft gewidmet. Außerdem wollen wir zum Überblick über Prüfzeichen und Normen beitragen.

Betrachtet man die Vielfalt von Netzgeräten, so wird deutlich, daß sie eine „ambivalente“ Produktgruppe sind: einerseits wahrlich nichts Besonderes, braucht sie andererseits jeder für praktisch jede Anwendung in einer jeweils passenden Ausführung. So gesehen ist das Thema dieses exkuRS gleichermaßen trivial und täglich aktuell. Immerhin reicht das Spektrum der Spannungsversorgung von Lösungen, die – drastisch gesagt – im wesentlichen aus einem IC, etwas Kabel und einigen Lötstellen bestehen, bis hin zu hochkomplexen technischen Geräten. Weiterführende Fragen zum Thema Spannungsversorgung beantworten Ihnen gerne die Ingenieure der RS *INGfo-Line*.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen das RS Team

# CE-KENNZEICHNUNG

**Künftig müssen Hersteller, ihre in der EU niedergelassenen Bevollmächtigten oder diejenigen, die ein Produkt in der EU in Verkehr bringen auf ihren Erzeugnissen die CE-Kennzeichnung anbringen, wenn diese Produkte in den Geltungsbereich einer EG-Richtlinie nach der neuen Konzeption fallen.**

Die CE-Produktkennzeichnung (CE = Communitate Européenne) erbringt den Nachweis, daß die Schutzanforderungen der zutreffenden EG-Richtlinie(n) eingehalten werden und das vorgeschriebene Konformitäts-Bewertungsverfahren durchgeführt wurde. Das CE-Zeichen bezieht sich in der Regel auf Baugruppen oder Geräte, nicht auf einzelne Bauteile. Die CE-Kennzeichnung ist eine Anforderung an den Hersteller: Ab

## Zeitpunkt der Kennzeichnung

Zur Pflicht wird die CE-Kennzeichnung, sobald die erste, für das Produkt zutreffende EG-Richtlinie in nationales Recht umgesetzt wird und die vorgesehene Übergangsfrist abläuft. Ohne CE-Kennzeichnung dürfen Geräte nach Ablauf der Übergangsfrist nicht mehr in den europäischen Markt ausgeliefert werden. Die Kennzeichnung ist zwingende Voraussetzung „für das Inverkehrbringen der Erzeugnisse“ in der gesamten Gemeinschaft, also auch im Herstellerland.

## Dokumentation

Aus einer technischen Dokumentation gemäß EG-Richtlinie(n) muß ersichtlich sein, daß die Schutzanforderungen der Richtlinie(n) vom Produkt erfüllt sind. Dazu gehört, daß die Wege, die zu diesem Ziel geführt haben, die Art der Überprüfung und die Prüfergebnisse selbst dokumentiert sind. Der Bestätigungsinhalt der CE-Kennzeichnung bezieht sich auf alle Richtlinien, die tatsächlich eingehalten werden. Es ist also immer nur eine Kennzeichnung anzubringen, auch wenn mehr als eine Richtlinie angewandt wird.

sb

| EG-Richtlinie  | Deutsches Recht | Module          | CE-Kennz. möglich ab | CE-Kennz. verpflichtend ab |
|--|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------------|
| Niederspannungsrichtlinie (neue Fassung) (72/23/EWG) | 1.GSGV          | A               | 1.1.1995             | 1.1.1997                   |
| Elektromagnetische Verträglichkeit (89/336/EWG)      | EMV-Gesetz      | A<br>Aa<br>B+C  | 1.1.1992             | 1.1.1996                   |
| Maschinen-Richtlinie (89/392/EWG)                    | 9.GSGV          | A<br>Aa<br>B+C  | 1.1.1993             | 1.1.1995                   |
| Persönliche Schutzausrüstungen (89/686/EWG)          | 8.GSGV          | A<br>B+C<br>B+E | 1.7.1992             | 1.7.1995                   |

dem Ende der jeweils festgelegten Übergangsfrist (siehe Tabelle) darf ein Hersteller ein betroffenes Gerät nur noch ausliefern, wenn es mit dem CE-Zeichen versehen ist. Zum Zeitpunkt des Stichtages bereits ausgelieferte (im Markt befindliche) Geräte, wie zum Beispiel Lagerbestände im Handel oder bei Unternehmen, sind nicht betroffen. Diese Produkte können auch ohne CE-Kennzeichnung vertrieben und weiterhin verwendet werden.

**Achtung:** Bei Produkten, die andere Geräte mit CE-Kennzeichnung enthalten, hat das Gesamtgerät nicht automatisch die CE-Zulassung, selbst wenn alle Einzelgeräte nach CE gekennzeichnet sind.

Der Sinn des CE-Kennzeichens liegt in der Beseitigung von Handelshemmnissen, die durch unterschiedliche einzelstaatliche Vorschriften, nationale Normen sowie Prüf- und Zertifizierungsverfahren bestehen oder entstehen können. Mit der Kennzeichnung werden der freie Warenverkehr in der EG erleichtert und die rechtliche Harmonisierung vorangetrieben. Die Kennzeichnung richtet sich an die nationalen Überwachungsbehörden, denen die Kontrolle der Einhaltung obliegt. Vielfach wird das CE-Zeichen zur Zeit allerdings als „Qualitätszeichen“ fehlgedeutet und deshalb irrtümlich auch ohne rechtliche Grundlage vom Kunden gefordert.

Zusammengestellt nach:

**Die CE-Kennzeichnung – eine Kurzinformation des TÜV Rheinland.**

TÜV Rheinland  
Sicherheit und Umweltschutz GmbH  
Zertifizierungs- und Prüfstelle für Gerätesicherheit  
Am Grauen Stein 1  
D-51105 Köln



exkuRS ist eine Publikation der RS Components GmbH, Henssenring 13b in 64546 Mörfelden-Walldorf.

RS and RS are registered trademarks of RS Components Ltd. © Copyright RS Components GmbH 1996

Redaktion und Gestaltung:  
PR Partner, Societät für Öffentlichkeitsarbeit, Stuttgart.  
Bildquellen: Titel: Image Bank und RS Components,  
Seite 9: Image Bank;  
Übrige, soweit nicht anders angegeben: RS Components

Jede – auch auszugsweise – Wiedergabe von Texten und Bildern aus dem exkuRS nur mit Zustimmung von RS Components.

**Unsaubere Spannungen können nicht nur in HF-Anwendungen, sondern auch im NF-Bereich den Funktionsablauf von Schaltungen stören. EMV-Aspekte und die Erfordernisse der allgemeinen Betriebssicherheit machen es unabdingbar, Versorgungsspannungen von überlagerten Störspannungen zu bereinigen.**

**S**törungen werden auf verschiedenen Wegen von der Störquelle auf die Versorgungsleitungen von elektronischen Schaltungen übertragen: **Galvanische Kopplung** findet statt, wenn Störquelle und Senke über die gleiche Leitung miteinander verbunden sind.

**Kapazitive Kopplung**, wie man sie vom sogenannten „Übersprechen“ zwischen Telefonleitungen kennt, geschieht, wenn hauptsächlich Spannung zwischen kurzen Leitungen ( $l < \lambda/10$ ) in geringem Abstand ( $a < \lambda/10$ ) übergekoppelt wird.

**Induktive Kopplung** beruht primär auf der Änderung des magnetischen Flusses  $\phi$  in der Schleife der Störquelle. Dabei werden zwar geringe Spannungswerte, jedoch relativ hohe Ströme bei kurzen Leitungen ( $l < \lambda/10$ ) in geringem Abstand ( $a < \lambda/10$ ) übergekoppelt.

**Wellenleiterkopplung** findet bei längeren Leitungsstücken ( $l \geq \lambda/10$ ) statt, die sich in geringem Abstand ( $a < \lambda/10$ ) voneinander befinden.

**Strahlungskopplung** bezeichnet den gleichen Effekt, aber zwischen Leitungen in größerem Abstand ( $a \geq \lambda/10$ ).

Die genannten Störungsarten können sich über hohe Spannungen, Ströme, elektrische und/oder magnetische Feldstärken oder deren Änderung über die Zeit als Spannungs- oder Stromstörer auswirken. Die Bandbreite der resultierenden Störungen hängt vom Frequenz-/Impulsverhalten beziehungsweise vom Störspektrum der Störgröße ab. So verursachen Gleichstromstörer im Gegensatz zu impulsartigen Störern lediglich schmalbandige Effekte. Quellen für solche Einflüsse gibt es viele:

- Schalter, Gleichrichter, Phasenschnittsteuerungen
- Audio-/Video-Geräte, Funkgeräte, frequenzzeugende Komponenten
- Schweißgeräte, sonstige lichtbogenerzeugende Geräte, Starter von Leuchtstofflampen.

Als Ursache kommen aber auch störende Schaltungsteile oder Baugruppen *innerhalb* von Schaltungen in Frage:

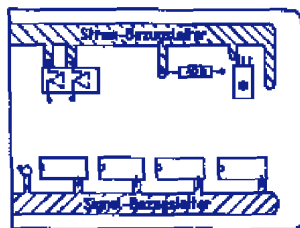
- Quarze, Resonatoren, „Clock“-Signale von Prozessoren, Oszillatoren, Ein-/Aus-Schalter, schnelle Logikschaltungen.

Betrachtet man sich die lange Liste möglicher Störursachen, dann erscheint es nur logisch, wie vielfältig die Strategien zu ihrer Vermeidung sind:

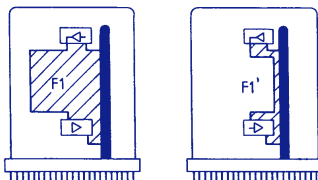
**SMD-Technik und Leitungsverlegung**

Bereits beim Schaltungsentwurf sollte die Möglichkeit des Aufbaus in SMD-Technik geprüft werden, denn oberflächenmontierte Bauteile sind insbesondere durch den Wegfall der „langen“ Anschlußdrähte weniger störanfällig. Auch bei konventioneller Bauweise gilt für die

Versorgungsleitungen: je kürzer desto besser. Grundsätzlich sollten sie aber nicht nur kurz sein, sondern gleichzeitig einen möglichst großen Querschnitt oder – bei Leiterbahnen – eine große Bahnbreite, eine große Leitungsoberfläche sowie kleine Stromschleifenflächen aufweisen.



Ganz besonders gilt das für Masse-Leitungen und -Flächen. Hin- und Rückleitung sollten möglichst nah zusammengeführt werden. Eine weitere Schutzmaßnahme ist es, Signalleitungen und stromführende Leitungen oder solche mit höherer Spannung räumlich voneinander zu trennen.



Bei nicht zu voller Platinenbestückung eignen sich Bezugsleiterflächen für den Störschutz bei schnellen Logikschaltungen und HF-Schaltungen. Eine kupferkaschierte Schicht bedeckt dabei die gesamte Leiterfläche. Lediglich die nicht angeschlossenen Kontakte der Bauteile sind aus dem Bezugsleiter ausgespart. Eine ebenfalls sehr wirksame und außerdem praktisch gut realisierbare Strategie gegen Störungen ist die vermaschte Leitungsführung. Dabei verbindet man bereits bestehende Leitungen nach Möglichkeit an anderer Stelle nochmals, um so kürzere Leitungswege und geringere Impedanzen zu erzielen. Auch Durchkontaktierungen zum gleichen Potential auf einem anderen Layer bringen oftmals beachtliche Erfolge.

**Abhilfe im Fall des Falles**

Natürlich versucht man, Störungsursachen schon beim Schaltungs-Design so weit wie möglich auszuschließen. Viele der wünschenswerten Maßnahmen sind jedoch schon in dieser Phase nicht realisierbar oder stellen sich später als nicht ausreichend heraus. In der Praxis gelingt es deshalb oft nur durch empirisches Vorgehen, die gewünschten Erfolge zu erzielen. Um bereits bestehende Störungen zu mindern, gibt es ebenfalls eine Reihe von Möglichkeiten:

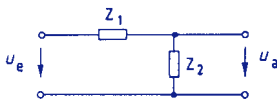
**Pufferung** – Hier werden Kapazitäten (man spricht von „Abblock-Kondensatoren“) zwischen

Versorgungsleitung und Bezugspotential eingefügt. Die Kondensatoren gleichen Schwankungen im Strom beziehungsweise in der Versorgungsspannung aus. Den größten Erfolg erzielt man dabei, wenn die Kondensatoren möglichst nah am Verbraucher angesiedelt werden. Die Größe des Pufferkondensators errechnet sich aus dem Produkt aus Strom  $\times$  Zeit. Aus der integralen Beziehung zwischen Strom, Spannung und Ladung ergibt sich zur Berechnung des Pufferkondensators  $C$  die vereinfachte Formel:

$$C = \frac{I \cdot \Delta t}{\Delta u(t)}$$

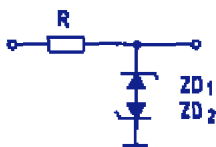
$\Delta u(t)$  ist die maximal zulässige Spannungsschwankung innerhalb eines bestimmten Zeitraums, und  $I \cdot \Delta t$  ist die in diesem Zeitraum abfließende Ladungsmenge  $Q$ . Beim Einbau muß man insbesondere bei hohen Frequenzen auf möglichst kurze Anschlußleitungen des Kondensators achten. Ist die Störung breitbandig, können durchaus mehrere Kondensatoren parallel geschaltet werden, wobei jeder Kondensator in seinem Frequenzbereich wirksam wird.

**Filterung** – Hauptsächlich in Signalleitungen kommen Filter zum Einsatz, die Stör- und Nutzsignale mit unterschiedlichen Frequenzkomponenten voneinander trennen. Störungen werden in der Regel durch frequenzselektive niederohmige Baugruppen (aktive oder passive Hochpässe, Tiefpässe, Bandpässe oder Bandsperren) nach Masse kurzgeschlossen.



Tiefpaßfilter, bestehend aus Kondensatoren gegen Masse und in Spannungsversorgungsleitungen eingeschleifte Induktivitäten (Ferrit-Dämpfungperlen), können Störungen effektiv unterdrücken. Dabei verdient der Schaltungsteil, in dem sich die Induktivitäten befinden, besondere Aufmerksamkeit: Versorgungsleitungen in diesem Bereich sollten induktivitätsarm verlegt werden. Bei höheren Frequenzen ist es oft sogar erforderlich, direkt an den Versorgungsanschlüssen von Halbleitern Kondensatoren anzubringen. Bei deren Berechnung sollte die Induktivität der Zuleitungen ebenfalls berücksichtigt werden.

**Überspannungsschutz** – Häufig ist es wichtig, empfindliche Halbleiter vor Überspannungen zu schützen, die sich als Störung der Versorgungsspannung überlagern. Als Überspannungsschutz dienen normalerweise Dioden, Thyristoren, Varistoren und gasgefüllte Ableiter.



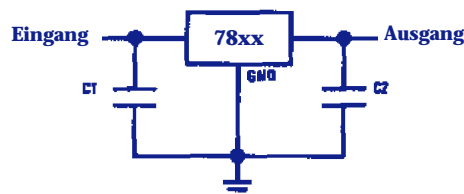
Z-Dioden werden bei bestimmten Spannungen leitend und führen Überspannungen gegen Masse ab. Thyristoren werden mit der Überspannung gezündet und leiten dann ebenfalls hohe Spannungen ab. Gasgefüllte Ableiter werden, ähnlich wie Thyristoren, beim Überschreiten der Zündspannung niederohmig. Varistoren zeigen eine Kennlinie, die an zwei gegeneinander geschaltete Dioden erinnert. Ihr Widerstand nimmt mit steigender Spannung nichtlinear ab, und sie zeigen ein träges Schaltverhalten.

**Schirmung** – Sie wird im wesentlichen dazu herangezogen, um komplette Baugruppen, Geräteteile, Geräte oder größere Räume abzuschirmen. Bei Versorgungsspannungen und deren Bereinigung von Störgrößen spielt die Schirmung daher eine eher untergeordnete Rolle.

## BAUTEILE FÜR DIE SPANNUNGS-REGELUNG

**Für das Layout von geregelten Netzteilen stehen eine ganze Reihe von Standard-Bausteinen zur Auswahl. Die Funktionen der wichtigsten Vertreter sind nachstehend kurz zusammengefaßt.**

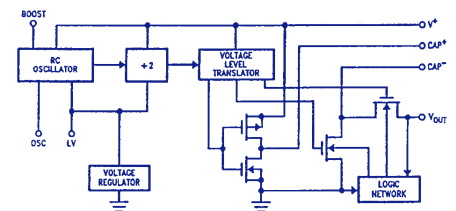
**B**ei der Gleichspannungsregelung wird eine üblicherweise konstante Ausgangsspannung ( $V_{out}$ ) aus einer in bestimmten Grenzen variablen Eingangsspannung ( $V_{in}$ ) erzeugt. Eine recht einfache Möglichkeit dafür stellen die sogenannten Festspannungsregler dar. Sie teilen die  $V_{in}$  auf den gewünschten Wert und führen den Überhang als Wärme ab. Die Nachteile sind offensichtlich: Bei einer um den Faktor 2 höheren  $V_{in}$  ergibt sich lediglich ein Wirkungsgrad von 50 Prozent. Als typische Vertreter dieser Technik gelten zum Beispiel die 7800er Familie, mit 5...24 V bei 1 A Ausgangsspannung und andere Bausteine wie die LM2930T, LM317 mit 1,2...37 V und 1,5 A. Negative Ausgangsspannung liefert der LM337. Typische Kennwerte z.B. für die 7800er Baureihe sind Werte kleiner 1 Prozent Spannungsausregelung sowie Lastausregelung. Die typischen Brummspannungen liegen im zweistelligen  $\mu$ V-Bereich. Dabei muß der Anwender einen Spannungsverlust („Längsspannung“) von größer 2 V in Kauf nehmen. Ebenfalls Standard bei Festspannungsreglern ist eine Ausgangskennlinie mit rückläufiger Stromgrenze (Fold-back Kennlinie), die den Ausgangsstrom von  $I_{max}$  auf  $I_k$  senkt, um die Verlustleistung zu reduzieren. Sonderbauformen der Festspannungsregler bieten potentialfreie Ausgänge oder Sensorsteuerung für höhere Lasten.



Eine „edlere“ Variante der Spannungsregler sind die Schaltregler, die mit schaltungstechnisch größerem Aufwand einen bedeutend besseren Wirkungsgrad erzielen. Sie arbeiten ähnlich wie Schaltnetzteile nach abwärts- oder aufwärts wandelnden beziehungsweise invertierenden Prinzipien. Hier werden beim Schaltungsentwurf eine Reihe von externen Bauteilen, in allen Fällen eine Freilaufdiode und eine Induktivität, benötigt. Bedacht sollte weiterhin sein, daß durch die Schaltung der Spannung EMV-Probleme auftauchen können.

Ein Klassiker unter den Schaltreglern ist der LM 2575xx mit 1 A und einem Wirkungsgrad von 88 Prozent. Er liefert Ausgangsspannungen als festen Standard (z.B. 5, 12 und 15 V) oder einen einstellbaren Wert. Die Spannungsausregelung findet im Bereich von kleiner ein Prozent statt. Die Schalt(grund-)frequenz liegt bei 52 kHz (nominell), der Längsspannungsverlust ist geringer als 1,3 V.

Eine Variante des Schaltreglers ist der 'Current-Mode' Regler, der nicht die Schaltfrequenz verändert, sondern die Pulsweiten (Variation der On-Zeiten) und durch schnellere Lastwechsel und automatische Symmetriekorrektur in Gegenaktstaltungen auffällt (z.B. UC 3842 als reiner Ansteuerbaustein; vgl. RS Datenblatt F59-566). Eine marktgängige Variante des Schaltreglers ist der Ladepumpenwandler, der Hilfsspannungen mit kleinen Strömen ohne die Unterstützung externer Bauteile erzeugt (z.B. ICL 7660; vgl. RS Datenblatt M148). Weitere Applikationen sind Spannungsverdopplung und -invertierung.



Eine bedeutende Rolle spielen – im Umfeld des Mikroprozessors – diverse Zusatz- bzw. Überwachungs-ICs. Sie generieren Power Good-, Signal Fail- oder Reset-Signale. Ein Vertreter dieser Fraktion ist der MAX 690 (vgl. RS Datenblatt M488): Dieser Baustein überwacht typischerweise die Versorgungsspannung von Prozessoren mit +5 V und reagiert im Störfall mit einem Power-Fail Output an das Prozessorsystem. Eine Pufferung der Versorgungsspannung kann durch die Einbindung einer Lithiumbatterie realisiert werden. Sie überbrückt kurzzeitige Ausfälle oder ermöglicht beispielsweise eine Speicherung vor dem Ausfall. Der Baustein kann außerdem einen RESET der Lastschaltung initiieren.

oh

# AC/DC- NETZTEILE

**Auch für den Profi im Labor gilt in der Regel: „Bei uns kommt der Strom aus der Steckdose.“ Trotzdem brauchen sehr viele Anwendungen eine spezielle DC-Stromversorgung. Dabei muß es nicht immer die technologisch modernste Lösung sein, solange der Verbraucher das optimale Ergebnis bekommt – eine kleine Übersicht über die drei grundlegenden technischen Möglichkeiten.**

**B**ei der Auswahl der geeigneten AD/DC Netzteiltechnik entscheiden vor allem folgende Kriterien:

- Anforderungen an die Qualität der Spannung (Dazu gehören Restwelligkeit, zulässige Toleranzen, Stabilität bei Laständerungen und Stabilität bei Schwankungen der Eingangsspannung.)
- Leistungsbedarf
- Volumen und Gewicht
- Energieausnutzung und Wirkungsgrad
- Bauteilaufwand
- erforderliche Entstörmaßnahmen, EMV-Problematik

Wägt man unter diesen, teilweise widersprüchlichen, Wünschen ab, ergeben sich drei Lösungsvarianten: unregelmäßige Netzteile, linear geregelte Netzteile und getaktete Netzteile (Schaltnetzteile).

## **Eiserner Kern**

Unregelmäßige Stromversorgungen bestehen lediglich aus Netztransformator (üblich sind M- oder Ringkern-Trafos), Gleichrichter (Einweg- oder Brückengleichrichter) und Ladekondensator. Solche Geräte genügen nur geringen Anforderungen im Hinblick auf die Spannungsqualität, sind nicht kurzschlußfest, dafür aber kostengünstig und störunanfällig.

## **Stellglied und Referenzspannung**

Linear geregelte Netzgeräte erzeugen eine oder

mehrere stabilisierte Ausgangsspannungen. Die Toleranz der Lastspannung liegt trotz Schwankungen in der Netzspannung, Änderungen der Last, die der Verbraucher „zieht“ und veränderlichen Betriebstemperaturen typischerweise bei unter 5 Prozent. Zum Teil weisen geregelte Netzteile sogar unter 1 Prozent Toleranz auf. Für diese guten Werte sorgt ein Stellglied (ein Längstransistor, der als einstellbarer Widerstand dient) in der Plus-Leitung, das je nach Änderung der Ausgangsspannung gesteuert wird. Als Referenz für die Steuerung dient eine möglichst genaue Spannungsquelle. Die Ausregelzeiten eines linear geregelten Netzteils sind sehr kurz. Auf Änderungen der Einflußgrößen wird schnell reagiert. Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten und um den Längstransistor zu schützen, sind Regelverstärker und Schaltungen zur Strombegrenzung, Temperaturüberwachung sowie gegen Überspannung integriert. Der Wirkungsgrad von 25 bis 50 Prozent kann bedeuten, daß die in Wärme umgesetzte Verlustleistung bis zu dreimal so hoch ist wie die abgegebene Wirkleistung. Entsprechend große Aufmerksamkeit muß man der Kühlung linear geregelter Netzgeräte schenken.

## **Schalter statt Transistor**

Die genannten Verluste eines kontinuierlich arbeitenden Serienreglers lassen sich erheblich herabsetzen, wenn man den Transistor durch einen „Schalter“ ersetzt. Die gebräuchlichsten Bauteile dafür sind MOS-FET-Schalttransistoren. Befindet sich ein solcher Schaltregler auf der Sekundärseite des Netztrafos, spricht man von einem sekundärgetakteten Schaltnetzteil. Verluste des Netztrafos können hier natürlich nicht reduziert werden. Wird hingegen eine hochfrequente Wechsellspannung (die Windungszahl ist umgekehrt proportional zur Frequenz) transformiert, lassen sich die Kupferverluste senken. Von primärgetakteten Wandlern spricht man, wenn die zuvor gleichgerichtete Netzspannung mittels Leistungsschaltern zerhackt, dann hochtransformiert und anschließend wieder gleichgerichtet und gesiebt wird. Eine andere weit ver-

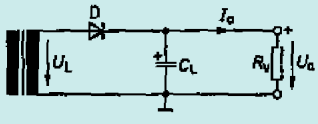
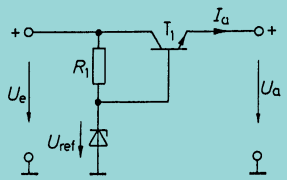
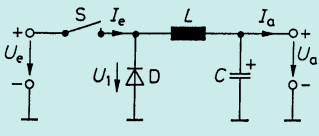
breitete Sprachregelung unterscheidet zwischen Drosselwandlern und transformatorischen Wandlern. Der jeweils verwendete Energieumsetzer, entweder eine Drossel oder ein Transformator, geben den Ausschlag bei der Benennung. Eine weitere wichtige Baugruppe, deren Vertreter durchweg nach dem Prinzip der Schaltnetzteile arbeiten, sind die DC/DC-Wandler. Da alle Schaltwandler nach dem Zehackerprinzip arbeiten, erzeugen sie hochfrequente Störungen. Filterungs- und Entstörmaßnahmen gehören also unbedingt zur Anwendung.

Weil die Steuerung des „Schalters“ im Schaltwandler lastabhängig geschieht, kann man die Ausgangsamplitude beziehungsweise den Sekundärstrom regeln. Dazu gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten: zum einen eine variierende Frequenz bei konstanter Pulsbreite (gleich große „Energiepakete“), zum anderen die Variation des Tastverhältnisses zwischen Ein- und Ausschalt-dauer bei fester Frequenz (Pulsweitenmodulation).

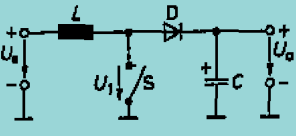
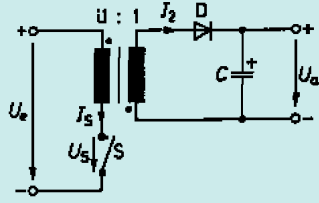
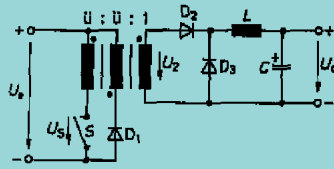
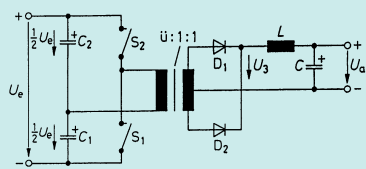
Der besseren Übersichtlichkeit halber haben wir in der Tabelle auf den folgenden beiden Seiten eine Auswahl getroffen, die natürlich nur einen repräsentativen Überblick bieten will. So gibt es neben den Eintaktwandlern auch Gegentaktwandler, neben Halbbrückenschaltungen natürlich auch Vollbrückenschaltungen. Ebenso verweisen wir zu Resonanzwandlern auf Literatur, wie den auf Seite sechs genannten Tietze/Schenk und eine Publikation im Franzis Verlag: U.L. Thiel. **Schaltnetzteile**. Franzis, Feldkirch, 1995.

hl

## Netzgeräte – Prinzipien

| Gruppe              | ungeregelt  | linear geregelt  | Schaltnetzgeräte   |
|---------------------|---|--|--|
| Familie             |   |  | Drosselwandler   |
| Typ                 |   |  | Abwärtswandler   |
| Prinzip- Schaltbild |    |    |   |
| Kurzbeschreibung    | <p>Wechselspannung wird gleichgerichtet, Kondensator über Diode aufgeladen.<br/>Belastung entlädt Kondensator während der Sperrphase der Diode.</p> | <p>Im Prinzip ein Längstransistor (veränderlicher Widerstand) als Serienregler mit Referenzspannungsquelle (hier Z-Diode).</p> | <p>Bei Schalter geschlossen fließt Strom über Drossel zur Last. Ein Teil des Stromes wird in magnetische Energie umgewandelt, die während der Sperrphase (Schalter offen) in elektrische Energie zurückgewandelt wird.</p> |
| Ausgangsstabilität  | sehr gering   | sehr gut   | sehr gut   |
| Restwelligkeit      | sehr groß   | sehr gering  | gering   |
| Leistungsbereich    | bis 100 W   | bis 100 W  | bis 200 W  |
| Wirkungsgrad        | stark lastabhängig  | niedrig  | hoch   |
| Entstörung          | nicht erforderlich  | nicht erforderlich   | erforderlich (gering)  |
| Aufwand (Bauteile)  | sehr gering   | gering   | gering   |
| Anwendung           | geringe Anforderungen an Gleichspannung, z.B. Ladegeräte, Steckernetzteil   | gegenüber Spannungsschwankungen empfindliche Verbraucher wie z.B. in der analogen Signalverarbeitung, Labornetzteile           | konstante Ausgangsspannung, verlustarme Nachregelung   |
| Kosten              | niedrig   | niedrig bis mittel   | niedrig  |

## Netzgeräte – Prinzipien

| Schaltnetzgeräte  | Schaltnetzgeräte  | Schaltnetzgeräte   | Schaltnetzgeräte  |
|---|---|--|---|
| <b>Drosselwandler</b>   | <b>transformatorische Wandler</b>   | <b>transformatorische Wandler</b>  | <b>transformatorische Wandler</b>   |
| <b>Aufwärtswandler</b>  | <b>Eintaktsperrwandler</b>  | <b>Eintaktdurchflußwandler</b>   | <b>Gegentaktwandler in Halbbrücke</b>   |
|   |    |    |    |
| <p>Bei Schalter geschlossen wird in Drossel elektrische Energie in magnetische umgewandelt und gespeichert. Bei Schalter offen wird gespeicherte Energie wieder in elektrische zurückgewandelt, die jetzt aber in Reihe zum Ausgang liegt, die Ausgangsspannung wird also erhöht.</p> | <p>Bei Schalter geschlossen nimmt Trafo Energie auf. Diode im Sekundärkreis sperrt, deshalb keine Energieübertragung zum Ausgang. Bei Schalter offen wird Polarität umgedreht, die Diode wird leitend, und gespeicherte Energie gelangt in Sekundärkreis, d.h. zum Ausgang.</p> | <p>Bei Schalter geschlossen wird über D2 Energie an Ausgang abgegeben. Bei Schalter offen sperrt D2, und D3 übernimmt Strom durch die Speicherdrossel. Die dritte Wicklung begrenzt Spannung am Leistungsschalter, außerdem wird in der Ausschaltphase die während der Einschaltphase im Trafo gespeicherte Energie an die Eingangsquelle zurückgeliefert.</p> | <p>S1 und S2 und zugehörige Dioden werden abwechselnd leitend. Strom fließt jeweils über die Speicherdrossel zum Verbraucher. In Sperrphasen übernimmt die Drossel die Speisung des Verbrauchers. Der Trafo bleibt gleichstromfrei; Spannung an Schaltern max. <math>U_e</math></p> |
| gut   | mittel  | gut  | sehr gut  |
| gering  | groß  | mittel   | sehr gering   |
| bis 200 W   | bis 100 W   | bis 200 W  | 200 W ... 3.000 W   |
| gut   | mittel  | mittel   | hoch  |
| erforderlich (gering)   | aufwendig   | aufwendig  | erforderlich (gering)   |
| gering  | gering  | mittel   | sehr aufwendig  |
| Erzeugung höherer Ausgangsspannung gegenüber Eingangsspannung   | Mehrfachspannungen, weiter Eingangsspannungsbereich   | einfach geregelte Ausgangsspannung   | hohe Eingangsspannung, Mehrfachspannung, hohe Leistung  |
| niedrig   | niedrig   | mittel   | hoch  |

**Um Betriebszustände wie Überlast und Übertemperatur in einem Netzgerät zu kontrollieren, sind normalerweise relativ aufwendige und teure Hardware-Schaltungen nötig. Einfacher geht es, wenn das Netzgerät selbst über einen Mikrocontroller-Chip verfügt und mit dem Anwender „kommunizieren“ kann.**

Je dichter elektronische Geräte „gepackt“ werden und je kleiner die Geräte werden, desto sensibler wird die Frage nach der Kühlung der Baugruppen im Inneren. Weil man gleichzeitig oft erwartet, daß der Wirkungsgrad einzelner Komponenten immer besser wird, steigt mit der Miniaturisierung auch die Leistungsdichte und damit unter Umständen die Arbeitstemperatur im Geräte-Innenraum. Je nachdem, wo Netzteile in einem Gerät plaziert sind, müssen Kühlkörper, Luftleitbleche oder Spotkühler dafür sorgen, daß keine Übertemperaturen entstehen. Dabei ist die Temperatur

noch die am einfachsten zu kontrollierende Größe: Mit Datenprotokollierern lassen sich reale Betriebstemperaturen auch in beengten Gehäusen ohne weiteres aufzeichnen und durch Auslesen in den PC überwachen. Aber wer kennt die wirklich aufgenommene Leistung des Verbrauchers, der vom Netzteil seinen Strom bezieht? Und wer kann schon ohne weiteres Aussagen über die Qualität des Netzstroms machen?

Antworten auf solche Fragen und noch weitere Informationen liefert eine neue Generation von Schaltnetzteilen mit integriertem Mikroprozessor. Als Beispiel sei hier ein 19“ (DIN 41494) Schaltnetzteil von Vero erwähnt, das mit einem Mikrocontroller-Chip ausgerüstet ist: Die Chipeinheit im Isi-Power-Modul umfaßt den Analog-Multiplexer, den A/D-Wandler, die CPU und den Speicher. Wegen der geringen Speicherkapazität muß das Programm in Maschinensprache geschrieben werden, gilt dann aber für einige tausend Baugruppen. Anwender können über eine Standard RS 232 Schnittstelle Daten zwi-

schen einem PC und dem Schaltnetzteil austauschen. Über eine zugehörige, tastaturbasierende Software lassen sich am Computer die Netzteil-Zustandsdaten abfragen und auf dem Monitor in Klartext anzeigen. Optional ist die Datenausgabe auch über einen I<sup>2</sup>C-Bus oder CAN-Bus möglich.

Zusätzlich zur Überwachung von Zuständen lassen sich durch die Open-Collector-Ausgänge externe Lüfter, Grundlast, Power-Fail Signale (AC Fail und Sys Reset) und die Alarm-LED vom PC aus schalten. Im Fehlerfall gibt die Alarm-LED fünf verschiedene Flash-Codes für Alarmzustände an: Überlast, Übertemperatur, Überstrom, OVP (Over Voltage Protection) und Sensorleitung offen. Diese Fehlermeldungen lassen sich auch in den PC laden und die genauen Werte dazu am Monitor ablesen. Dadurch daß der Fehler auf diese Weise nicht nur qualifiziert, sondern auch gleich quantifiziert wird, soll für den Anwender die Suche nach Störungsursachen schneller werden.

Die „Intelligenz“ in Schaltnetzteilen mit integriertem Mikroprozessor bietet noch weitere Möglichkeiten. So können bei dem als Beispiel erwähnten Netzteil vier verschiedene Power-Fail Signalvarianten programmiert und abgerufen werden. Die Leistung des Schaltnetzteils wird aus Spannung und Strom direkt errechnet und für den Überlastalarm verwendet. Zusätzlich können einfache Werte wie Bestellcode oder Seriennummer eingespeichert werden. Grenzwerte für den maximalen Strom und/oder für die Aktivierung des Lüfters sowie Temperaturwerte und Hysterese lassen sich ebenfalls programmieren. Über einen externen Fühler kann außerdem ein zweiter Temperaturwert eingegeben werden. Da die Eingangsspannung erfaßt wird, läßt sich über den Mikrocontroller auch die Qualität der Netzspannung beurteilen.

#### **Kommunikation mit dem Netzteil**

PC-Software soll die Verständigung des Anwenders mit dem Netzteil unterstützen: Mit „Terminal Language“ bekommt der Anwender die Möglichkeit, Schnittstellen zu initialisieren und Zustandsdaten abzufragen beziehungsweise einzulesen. Tritt eine Alarmmeldung auf, wird die Ursache in einem Fensterteil angegeben. Mit diesem Programm lassen sich auch die bereits erwähnten Daten wie Serien- oder Bestellnummer auslesen und Betriebsparameter wie die Übertemperaturschwelle setzen. „Terminal Grafik“ stellt die wichtigsten Meßwerte in einer farbigen Balkengrafik dar. Werte außerhalb des spezifizierten Bereichs laufen in einen roten Hintergrund, der als Warnsignal dient. Die zugehörigen Meßwerte erscheinen zudem als Klartext bei dem betreffenden Balken. „Terminal Historic“ arbeitet praktisch wie ein integrierter Daten-Protokollierer. Im Ein- oder Zehnminutenrhythmus werden alle Daten gemessen und gespeichert. Aus den so gewonnenen Informationen über Spannungen, Ströme, Belastungen und Temperaturen des Netzteils lassen sich Zeitdiagramme aufbereiten.

el

# KONSTANTSTROMQUELLEN

**Im Bereich der Gleichstromversorgungen unterscheidet man prinzipiell zwischen unregelmäßig und geregelten Netzgeräten. Geregelter Wandler gibt es als Konstantspannungs- und Konstantstromquellen.**

**W**egen ihrer nur mäßigen Ausgangsspannungsqualität spielen unregelmäßige Netzgeräte in der Elektronik kaum eine Rolle. Das Hauptanwendungsgebiet der einfachsten Gleichstromversorgungen liegt im industriellen Anlagen- und Steuerungsbau. In diesen Bereichen trifft man eine Vielzahl von Geräteversionen für den Einbau im Schaltschrank an. In der Elektronik stellt sich die Situation genau andersherum dar: Die Speisung (empfindlicher) elektronischer Komponenten oder Baugruppen ist eine Domäne der linear geregelten Netzteile. Sie erzeugen eine oder mehrere stabilisierte Ausgangsspannung(en). Die häufigsten Spannungspegel sind 5 VDC, 12 VDC, 15 VDC und 24 VDC. Die Amplitude darf auch in Abhängigkeit von sich ändernden elektrischen Eingangs- und Ausgangs-Parametern und trotz von der Nenn-Umgebungstemperatur abweichenden Werten typischerweise höchstens um ein Prozent schwanken. Die verbleibende Restwelligkeit liegt im Bereich von 10-50 mV<sub>eff</sub>.

Konstantstromquellen sind zwar keineswegs so populär wie Konstantspannungsquellen, können jedoch bei der Lösung mancher Probleme eine wertvolle Hilfe sein. Konstante Stromquellen kommen in vielen Bereichen der Elektronik zum Einsatz, etwa um Kondensatoren linear aufzuladen, um ein trapezförmiges Signal zu erzeugen oder in der Steuer- und Regeltechnik, um dreieck- oder trapezförmige Spannungen zu erzeugen,

deren Anstiegs-, Plateau- und Abfallzeiten sich in weiten Grenzen einstellen lassen. Aber auch in der Fotometrie, wo Meßlampen mit konstanten Strömen gespeist werden, oder bei der genauen Messung von Temperaturen mit NTC-beziehungsweise PTC-Widerständen werden konstante Stromquellen gebraucht. Standard-Fachliteratur wie der Tietze/Schenk beschreibt das Prinzip einer idealen Stromquelle damit, „daß sie einem Verbraucher  $R_L$  einen Strom einprägt, der unabhängig vom Spannungsabfall an  $R_L$  ist“. Zur Illustration sind hier drei Anwendungen angeführt, welche die Funktionsweise näher erläutern:

## Schaltregler für Konstantstrom

Ein typischer Anwendungsfall für eine Konstantstromquelle ist ein Ladegerät für Ni-Cd-Akkus. Diese Akkus und auch kleinere Bleiakkumulatoren mit einer Kapazität bis zu etwa 1 000 mAh können sowohl einzeln als auch in verschiedenen Kombinationen in Reihenschaltung geladen werden. Die dabei zugeführte Lademenge muß ungefähr das 1,4-fache der Akku-Kapazität betragen. Der Ladevorgang mit einer Konstantstromquelle hat den Vorteil, daß Ladezeit und Lademenge genau berechenbar werden. Konventionelle Geräte arbeiten nach dem Prinzip der linearen Stromregelung, bei der ein Leistungstransistor die Spannungsdifferenz zwischen Eingang und Last ausregelt. Bei größeren Strömen entsteht dabei ein erheblicher Energieverlust. Zudem gibt es Probleme mit der Wärmeabfuhr. Derartige Geräte fallen entsprechend groß aus.

## Konstantstromquelle als Transistorprüfgerät

In Verbindung mit einem bereits vorhandenen stabilisierten Netzgerät mit einer Ausgangsspannung von etwa 20 V läßt sich ein anderer Einsatz

einer konstanten Stromquelle realisieren: als Transistorprüfgerät. Die Schaltung, die den konstanten Strom aus der stabilisierten Spannung des Netzgeräts zur Verfügung stellt, dient dort als Basisstromquelle. Ohne Vorwiderstand liefert diese, unabhängig von dem zu prüfenden Transistortyp, einen definierten konstanten Basisstrom. Dadurch kann die Kollektorstromanzeige direkt in Verstärkungswerten geeicht werden.

## Präzisions-Konstantstrom für hohe Ströme

Verwendet man MOS-Leistungstransistoren, lassen sich mit verhältnismäßig geringem Aufwand sehr genaue Konstantstromquellen für hohe Ströme aufbauen. Leistungs-MOSFETs wurden von den Herstellern zumeist als schnelle Leistungsschalter entwickelt – Applikationsunterlagen zeigen sie vielfach nur in dieser Funktion. Dabei sind sie auch für viele Anwendungen in der Analogtechnik vorzüglich geeignet. Grundlage ist eine Präzisions-Konstantstromquelle, die üblicherweise mit einem N-Kanal-FET arbeitet. Sie kann trotz der etwas anderen Polaritätsverhältnisse direkt auf MOSFETs übertragen werden. Als Vorteil ergibt sich bei stark verringertem Gate-Strom eine höhere Belastbarkeit: So decken beispielsweise die Transistoren der SIPMOS-Reihe mit ihrer maximalen Drain-Source-Spannung den Bereich bis 1 000 V und mit ihrem maximalen Drain-Gleichstrom den Bereich bis 12 A ab.

el



# GLOSSAR

**Abwärtsregler** Schaltregler zur Erzeugung geringerer Spannungen als  $V_{in}$

**Aufwärtsregler** Schaltregler zur Erzeugung höherer Spannungen als  $V_{in}$

**Ausgangsspannung  $U_A$**  Vom Netzgerät gelieferte Spannung, die bei einstellbaren Netzgeräten zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert liegt.

**Ausschaltvermögen** Stromwert, den das Schaltgerät unter festgelegten Bedingungen ausschalten kann; je höher die Netzspannung, desto geringer das Ausschaltvermögen.

**Ausregelzeit  $t_r$**  Zeit, binnen der die Ausgangsspannung nach einer Änderung des Ausgangsstroms auf ihren eingestellten Wert zurückkehrt.

**Breakdown Voltage** (Durchbruchspannung) Garantierte Isolationsspannung zwischen Ein- und Ausgang des Konverters.

**Burn-In-Test** Einbrenntest zur Voralterung elektronischer Bauelemente.

**Cross-Regulation** Gibt bei Wandlern mit Mehrfachausgängen die prozentuale Ausgangsspannungsänderung eines konstant belasteten Ausgangs bei Laständerung an einem anderen Ausgang an.

**Crowbar** (Überspannungsschutz) Kurzschlußschaltung, die bei Überschreiten einer festgelegten Ausgangsspannung anspricht.

**Dauerstrom  $I_{th}$**  Strom, den das Schaltgerät in geschlossenem Zustand für die Dauer von mindestens 8 h führen kann, ohne daß seine Grenztemperaturen überschritten werden.

**Derating** → Leistungsreduktion.

**Differential Mode Noise** Rauschspannung, gemessen zwischen Ausgang und Ausgangsrückführung.

**Drift** Ausgangsspannungsänderung eines Wandlers innerhalb eines spezifizierten Zeitraums. Randbedingungen: Belastung und Umgebungstemperatur sind konstant. Die Messung beginnt nach der Einlaufphase.

**Durchbruchspannung** → Breakdown Voltage

**Efficiency** (Wirkungsgrad) Verhältnis von aufgenommenener zu maximaler Ausgangsleistung in Prozent. Die Angabe sollte zusammen mit spezifizierten Umgebungsbedingungen erfolgen.

**Einschaltvermögen** Entspricht dem Effektivwert des Stroms, den ein Schalter unter festgelegten Bedingungen einschalten kann. Das Einschaltvermögen hängt nicht von der Betriebsspannung ab.

**Einschaltverzögerung** Summe aus Ansprechverzögerung und Schließzeit.

**Flyback Converter** Schaltungsprinzip, das normalerweise mit nur einem Transistor arbeitet. Während der ersten Hälfte der Schaltperiode ist der Transistor leitend, und die Energie wird in der Primärwicklung des Übertragers gespeichert. In der zweiten Hälfte der Periode, wenn der Transistor gesperrt ist, findet die Übertragung auf die Sekundärseite statt.

**Foldback Current Limiting** → Überlastschutz bei Wandlern mit linear geregelten Ausgangsspannungen. Bei steigender Last verringert sich der Ausgangsstrom.

**Forward Converter** Schaltung, bei der die Energie des Übertragers bei leitendem Transistor zur Sekundärwicklung transferiert wird. → Aufwärtsregler

**Ground Loop** (Masse-Schleife) Unerwünschte Einflüsse auf das Schaltungsverhalten durch

Potentialverschiebungen, wenn zwei oder mehr Baugruppen eine Masseleitung benutzen.

**Input Line Filter** EingangsfILTER, das meistens als Pi-Filter ausgeführt ist.

**Isolation Capacitance, Isolation Resistance** Kapazität und Widerstand über der Ein-/Ausgangsisolation.

**Isolationsspannung** → Breakdown Voltage

**Langzeitstabilität** Änderung der Ausgangsspannung, bezogen auf einen längeren Zeitraum.

**Lastregelung** Das Netzteil wird bei Nennspannung betrieben und dabei der Ausgangsstrom im Bereich zwischen 10 und 90% verändert. Die dabei auftretende Ausgangsspannungsänderung bezogen auf die Nennausgangsspannung ergibt die statische Lastregelung in Prozent.

**Leistungsreduktion** Verminderung der Ausgangsleistung bei Überschreiten der spezifizierten Betriebstemperatur.

**Linear Regulation** → Lastregelung

**Line Regulation Netzregelung** Bei konstantem Ausgangsstrom wird die Eingangsspannung im spezifizierten Bereich verändert und die Änderung der Ausgangsspannung gemessen. Das Verhältnis der Ausgangsspannungsänderung zur Nennausgangsspannung ergibt die Netzregelung in Prozent.

**Logic Inhibit/Enable** Logiksignal-Eingang zum Ein- oder Ausschalten der Ausgangsspannung eines Wandlers.

**Mindestlast** Grundlast, bei der die technische Spezifikation gewährleistet ist.

**MTBF** (Mean Time between Failure) Garantierte Zeitspanne bis zum totalen oder teilweisen Ausfall eines Wandlers. Die Angabe erfolgt in Stunden. Grundlage der Berechnung der MTBF ist oft die Vorschrift MIL-HDBK-217.

**Nennbetriebsspannung  $U_e$**  Die Spannung, auf die sich die Kenngrößen des Schaltvermögens beziehen. Sie bestimmt in Verbindung mit dem Nennbetriebsstrom  $I_e$  die Gebrauchsbedingungen eines Schaltgerätes. Bei Drehstromkreisen gilt die Dreiecksspannung des Netzes. Wenn nicht anders angegeben, entspricht die Nennbetriebsspannung  $U_e$  normalerweise der Nennisolationsspannung  $U_i$

**Nennbetriebsstrom  $I_e$**  Strom, der durch die Nennspannung, die Gebrauchskategorie und die Umgebungstemperatur des Schaltgerätes bestimmt wird.

**Nennkurzeitstrom** Zulässiger Strom, den das Schaltgerät in geschlossenem Zustand eine bestimmte Zeit lang führen kann, ohne daß eine Überwärmung erfolgt.

**Netzausfallsignal** Signal, das bei Netzausfall von „Low“ auf „High“ schaltet und zur rechtzeitigen Einleitung geeigneter Maßnahmen genutzt werden kann, ehe die Ausgangsspannung zusammenbricht.

**OCP Over Current Protection** → Überstromschutz

**OVP Over Voltage Protection** → Überspannungsschutz

**PFS (Powerfail-Signal)** → Netzausfallsignal

**Power good signal** → IOG-Signal

**Prüfspannung** Bei der Isolationsprüfung angelegte Spannung.

**Regelzeit** Das Netzteil wird bei Nenndaten betrieben und der Ausgang mit einer elektronischen Last im Bereich zwischen 10 und 90%

dynamisch belastet (100MHz). Mit einem Oszilloskop werden dabei die Ausgangsspannung abgebildet und die Regelzeit gemessen.

**Redundantbetrieb N+1** Mehrfachbesetzung, um Ausfälle zu kompensieren.

**Ripple** → Welligkeit

**Sanftanlauf** Dient zur Begrenzung des Stroms beim Anfahren eines Netzteils oder einer induktiven Last (Aufladen der Ausgangsfilterkondensatoren).

**Schaltfrequenz** Taktfrequenz des Schaltnetzteils.

**Sense** Sensoreingang zur Ermittlung der Spannung an der Last.

**Spikes** Störspitzen im Stromnetz, Spannungsspitzen am Aus-/Eingang.

**Stabilisierungsfaktor** Änderung der Ausgangsspannung, bezogen auf eine bestimmte Eingangsspannungsänderung.

**Störspannung  $U_{\sim}$**  Restwechselspannung, die der Gleichspannung überlagert ist.

**Störspannungsunterdrückung** Verhältnis von Störspannung am Eingang der Regelschaltung zur Störspannung am Ausgang.

**Temperatur-Koeffizient** Änderung der Ausgangsspannung, bezogen auf eine Änderung der Umgebungstemperatur.

**Überspannungsschutz (OVP)** Schutz des Eingangs vor Spannungsspitzen/Überspannung.

**Überstromschutz (OCP)** Schutz des Eingangs vor Stromspitzen.

**Übertemperaturschutz** Zumeist thermisch auslösende Sicherung.

**Umgebungstemperatur** In der Nähe eines Schaltgerätes zulässige Betriebstemperatur. Die Einsatzbedingungen sind wie folgt: Ohne Einschränkungen bei Umgebungstemperaturen von  $-5...+55$  °C.

Mit Einschränkungen bei Umgebungstemperaturen von  $-50...+70$  °C.

**USV** (Unterbrechungsfreie Stromversorgungen) Sie enthalten einen Puffer, der im Falle eines Netzausfalls den Betrieb der Anlage sicherstellt.

**Welligkeit** Ein Gleichstrom, dem Wechselstrom überlagert ist. Die Welligkeit  $w_d$  (Anteil des Wechselstroms am Mischstrom) wird als Nennwelligkeit charakterisiert. Sie entsteht z. B. durch ungenügende Glättung des Gleichstroms hinter einem Stromrichter.

**Wirkungsgrad** Bei nominaler Eingangsspannung und Vollast (Nennspannung x Nennstrom) wird die aufgenommene Eingangsleistung mit einem Leistungsmeßgerät gemessen. Das Verhältnis der Ausgangsleistung zur Eingangsleistung stellt den Wirkungsgrad in Prozent dar.

## Funktionen zur Überwachung eines Netzteils:

**ENA** Enable Funktion (Power on Signal) Meist ein TTL-kompatibles Open Collector Signal zur Ein- und Ausschaltung des Netzteils.

**IOG-Signal** (Inverter-Operations-Good)

**Powerfail-Signal** (PFS)

## Getaktete Stromversorgung

### Sobald an den Laststrom einer Stromversorgung höhere Qualitätsansprüche gestellt werden, empfehlen sich beispielsweise Geräte mit einem getakteten Schaltungskonzept.

**Z**um Vergleich: Das einfache Schaltungsprinzip un geregelter Stromversorgungen umfaßt in erster Linie 50/60 Hz Transformatoren mit Eisenkern sowie nachgeschaltete Dioden und Elektrolyt-Kondensatoren zur Gleichrichtung und Glättung. Den einfachen Aufbau bezahlt der Anwender allerdings mit dem relativ hohen Gewicht und der Größe dieser Geräte. Nachteilig wirkt sich außerdem die hohe Restwelligkeit von über fünf Prozent aus. Dazu kommt, daß unregelte Stromversorgungen häufig Toleranzen von +20/-15 Prozent in ihrem Gleichspannungsmittelwert aufweisen. Längsgetaktete Stromversorgungen dagegen schneiden mit unter einem Prozent Restwelligkeit und Brummspannungen im Millivoltbereich bereits deutlich besser ab. Ihre Achillesferse sind der niedrige Wirkungsgrad von unter 50 Prozent und die damit einhergehenden Wärmeprobleme.

#### Getaktetes Schaltungskonzept

Laststromversorgungen mit getaktetem Schaltungs-konzept setzen sich zunehmend durch, weil sie zuverlässiger, leichter, montagefreundlicher und sparsamer sind. Gute Geräte zeichnen sich beispielsweise durch Wirkungsgrade bis knapp 90 Prozent aus und nutzen damit die „Primärenergie“ aus dem Netz optimal. Getaktete Netzteile mit konstanter Schaltfrequenz eignen sich für die Versorgung einer Vielzahl von Verbrauchern. Mit der häufig geforderten Ausgangs-

spannung von 24 VDC speisen sie beispielsweise Stellglieder, Schütze, Magnetventile, Anzeige- und Signallampen sowie im Rahmen von SPS-Lösungen auch Ein-/Ausgabebaugruppen oder Meßwertgeber sowie viele andere mehr. Die sekundäre Ausgangsspannung wird über ein veränderliches Tastverhältnis geregelt. Bei den dreiphasigen SITOP power Modellen läßt sich mit einem Poti zusätzlich die Verbraucherspannung zwischen 24 V und 28,8 V einstellen, um Verluste in den Zuleitungen auszugleichen.

#### Verbraucherschutz





























Die Lebensdauer der DV-Verbraucher hängt wesentlich von der Qualität der Laststromversorgung ab, denn die Bauteile sind ja für eine bestimmte Nennspannung optimiert. Deshalb noch ein Blick auf den Wandlerprozeß und die eingeschalteten „Sicherungen“: Die Netz-Eingangsspannung wird gleichgerichtet und geglättet. Ein Pulsweitenmodulator steuert einen Leistungstransistor an, der die Impulse der Zwischenkreisspannung mittels Leistungsübertrager auf die Sekundärseite transformiert. Die Regelung befindet sich auf der Sekundärseite. Primär- und Sekundärseite sind galvanisch sicher getrennt. Gegen Netzstörungen schützt ein Eingangs- und Ausgangsfilter, der Überspannungsspitzen und HF-Störungen vor dem Verbraucher abfängt. Zur Absicherung des Stromverbrauchers sind Schaltregler außerdem üblicherweise mit einem (elektronischen) Kurzschlußschutz ausgestattet, damit die Leitungen im Gleichstromkreis keine zusätzliche Absicherung mehr brauchen. Die Last erhält eine stets gleiche, exakt ausgeregelte Spannung. Minimale Verlustleistungen schonen andere Komponenten und reduzieren die Erwärmung der Netzteil-Umgebung. Die Restwelligkeit liegt oft unter 0,4 Prozent und ver-trägt sich auch mit empfindlichen Verbrauchern

wie analogen Meßwertgebern, Sensoren und Näherungsschaltern. Auf der Primärseite regeln getaktete Netzteile problemlos Schwankungen von zum Beispiel +/- 15 Prozent im Netz aus. Selbst bei zwischen 340 V und 460 V schwankenden Eingangsspannungen kann man ein Prozent Toleranz bei der Ausgangsspannung erwarten.

Weil Schaltregler einen hohen Wirkungsgrad haben, erfüllen sie die Anforderung nach möglichst geringer Verlustleistung und damit ebenfalls geringer Wärmeabgabe. Daß ein hoher Wirkungsgrad natürlich auch die Stromkosten senkt, sei nur am Rande erwähnt. Um unterschiedlichsten Anwendungszwecken gerecht zu werden, sind getaktete Schaltregler für ein weites Spektrum von Eingangsspannungen ausgelegt. Für eine leichte Installation sorgen unterschiedliche Ausführungen zum Aufschnappen auf Normprofil-schienen, eventuell Flachbauformen sowie natürlich Versionen zur DIN-Schienenmontage. Zu den Vorteilen der Schaltregler gehört weiterhin, daß die Geräte leicht sind. Gewichtseinsparungen von bis zu 70 Prozent gegenüber unregelten Stromversorgungen sind möglich. Das geringe Gewicht von getakteten Geräten, ihre kleinen Abmessungen und die geringe Wärmeabgabe ergänzen sich ideal, wenn auch unter beengten und nicht immer optimal belüfteten Raumverhältnissen periphere Laststromversorgungen untergebracht werden sollen.

hc

# PRÜFZEICHEN, NORMEN UND RICHTLINIEN

|   |   |
|---|---|
|  BEAB         | (Prüfzeichen) British Electrotechnical Approvals Board  |
|  BS           | (Prüfzeichen) England, British Standards  |
|  BSI Kitemark | (Prüfzeichen) Großbritannien  |
|  CE           | (Verwaltungszeichen), Europäische Gemeinschaft, Communauté Européenne   |
|  CEBEC        | (Prüfzeichen) Belgien, Comité Electrotechnique Belge  |
|  CSA          | (Prüfzeichen) Kanada, Canadian Standards Association  |
|  DEMKO        | (Prüfzeichen) Dänemark, Danmarks Elektriske Materielkontrol   |
|  FI           | (Prüfzeichen) Finnland, Sähkötarastuslaitos   |
|  GL           | (Schiffahrtsklassifikation) Deutschland, Germanischer Lloyd   |
|  GS           | (Prüfzeichen) Geprüfte Sicherheit; besagt, daß eine anerkannte Stelle bei der Prüfung und Beurteilung eines technischen Arbeitsmittels eingeschaltet wurde und nennt diese Prüfstelle.  |
|  IMQ          | (Prüfzeichen) Italien, Istituto Italiano del Marchio di Qualita   |
|  IS           | (Prüfzeichen) Island, RER Rafmagnseftirlit rikisins   |
|  JETL         | (Prüfzeichen) Japan, Japan Electrical Testing Laboratory  |
|  KEMA-KEUR    | Niederlande, Naamloze Vennootschap tot Keuring van Electrotechnische Materialen   |
|  MEEI         | (Prüfzeichen) Ungarn, Magyar Elektrotechnikai Ellenorzo Intezet   |
|  NEMKO        | (Prüfzeichen) Norwegen, Norges Elektriske Materielkontrol   |
|  NF           | (Prüfzeichen) Frankreich, Norm Française  |
|  ÖVE          | (Prüfzeichen) Österreich, Österreichischer Verband für Elektrotechnik   |
|  ROCT         | (Prüfzeichen) Rußland, GOST The State Committee for Standards   |
|  RU           | (Prüfzeichen) USA, (Recognized). Die Bauteile sind für den Einbau in Steuerungen zugelassen, die entweder werksseitig oder durch Fachpersonal komplett verdrahtet werden. Aufgrund der mangelnden Beschreibung der Konstruktionsdaten und der Anwendungsgrenzen sind diese Geräte nicht für den Einsatz in Hausinstallationen geeignet. Geräte mit dem Kennzeichen „Recognized“ sind auch ohne das UL-Prüfzeichen gültig. |
|  SABS       | (Prüfzeichen) Süd-Afrika, S. A. Bureau of Standards   |
|  SEC        | (Prüfzeichen) Australien, State Electricity Commission of Victoria  |
|  SEMKO      | (Prüfzeichen) Schweden, Svenska Elektriska Materielkontrollanstalten  |
|  SEV        | (Prüfzeichen) Schweiz, Schweizerischer Elektrotechnischer Verein  |
|  TÜV        | (Prüfzeichen) Technische Überwachungs Vereine; in den Bundesländern mit einer Vielzahl von Prüf- und Zertifizierungsstellen.  |
|  UL         | (Prüfzeichen) USA, Underwriters Laboratories Inc. (amerikanische Prüfstelle)  |
|  USSR       | (Schiffahrtsklassifikation) GUS, USSR Register of Shipping  |
|  VDE        | Verband Deutscher Elektrotechniker e. V., Frankfurt am Main/Offenbach   |

|          |  |
|----------|--|
| ASE      | (Prüfzeichen) Schweiz, Association Suisse des Electriciens               |
| BAPT     | Bundesamt für Post und Telekommunikation                                 |
| BMA      | Bundesministerium für Arbeit und soziale Ordnung                         |
| BMPT     | Bundesministerium für Post und Telekommunikation                         |
| BZT      | Bundesamt für Zulassung in der Telekommunikation                         |
| BV       | (Schiffahrtsklassifikation) Frankreich, Bureau Veritas                   |
| CECC     | Cenelec Electronic Components Committee                                  |
| CENELEC  | Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung                       |
| DNV      | (Schiffahrtsklassifikation) Norwegen, Det Norske Veritas                 |
| DIN      | Deutsches Institut für Normung   |
| EMV      | Elektromagnetische Verträglichkeit                                       |
| EN       | Europäische Norm   |
| HD       | Harmonisierungsdokumente   |
| IEC      | Internationale Elektrotechnische Kommission                              |
| ISO      | International Standardisation Organisation                               |
| LROS     | (Schiffahrtsklassifikation) Großbritannien, Lloyd's Register of Shipping |
| PTB      | Physikalisch Technische Bundesanstalt                                    |
| RINA     | (Schiffahrtsklassifikation) Italien, Registro Italiano Navale            |
| UTE      | (Prüfzeichen) Frankreich, Union Technique de l'Electricité               |
| VDE-ENEC | Zeichen für EN-Konformität   |
| VDE-GS   | (Prüfzeichen)  |

|              |  |
|--------------|--|
| DIN VDE 0100 | Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V.  |
| DIN VDE 0160 | Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln.   |
| DIN VDE 0805 | Sicherheit von Einrichtungen der Informationstechnik einschließlich elektrisch versorgter Büromaschinen.                                       |
| DIN VDE 0871 | Funkentstörung von Hochfrequenzgeräten für industrielle, wissenschaftliche, medizinische (ISM) und ähnliche Zwecke.                            |
| VDE 0875     | Funk-Entstörung von elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen.  |
| UL 1950      | Information Processing Equipment; entspricht im wesentlichen der IEC 950 mit Abweichungen hinsichtlich der Anforderungen an Bauteile im Gerät. |

| Verteidigungsgeräte-Normen der Normenstelle für Elektrotechnik in der Bundeswehr: |                 |
|---|-----------------|
| VG 95372  | Übersicht EMV   |
| VG 95370  | EMV in Systemen |
| VG 95373  | EMV in Geräten  |

| NATO-Normen     |   |
|-----------------|---|
| MIL-STD 461.463 | Electromagnetic Emission and Susceptibility |

| Zum Thema EMV – Zivile Normen |   |
|-------------------------------|---|
| DIN VDE 0839                  | Allgemeine Grundlagen                                     |
| DIN VDE 0843                  | EMV von MSR-Einrichtungen der industriellen Prozeßtechnik |
| DIN VDE 0846                  | Meßgeräte zur Beurteilung der EMV                         |
| DIN VDE 0847                  | Meßverfahren zur Beurteilung der EMV                      |
| DIN VDE 0871                  | Funkentstörung (siehe oben)                               |
| DIN VDE 0878                  | EMV in der Fernmelde-technik                              |
| DIN VDE 0879                  | EMV in Fahrzeugen   |
| IEC 801-2                     | ESD (Entladung elektrostatischer Elektrizität)            |
| IEC 801-3                     | EM-Felder   |
| IEC 801-4                     | Burst (schnelle Transienten)                              |