

FACH

FÜR ALLE ENTWICKLER

Modulare DC/DC-Converter gemäß EN 50155

Bahnequipment muss 30 Jahre
Ausfall störungsfrei funktionieren
Seite 28

Embedded Systeme: COM Express bzw. ETXexpress

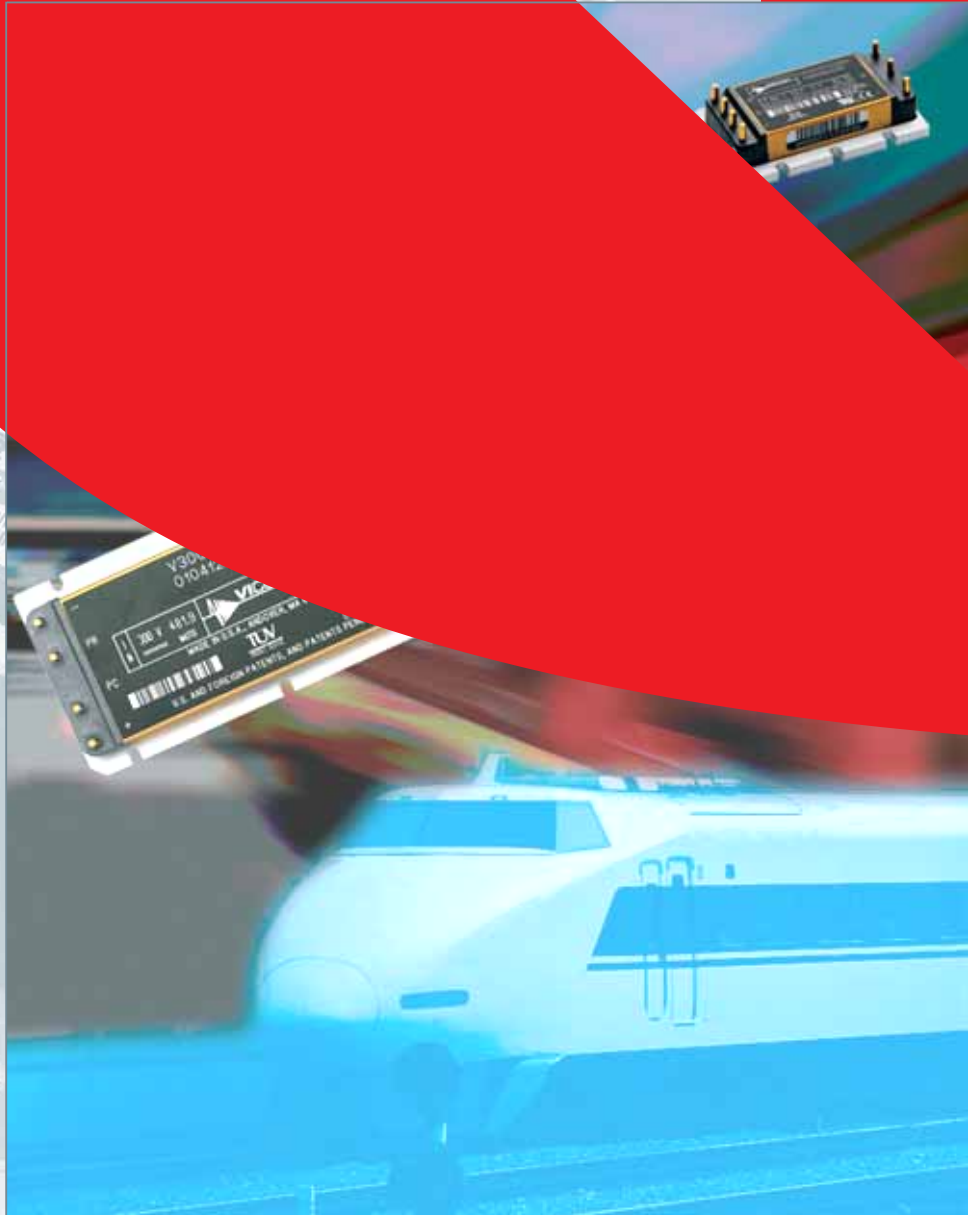
Erste Produkte und ein
Starterkit für den neuen Standard
Seite 32

Mikrocontroller und Peripherie: Chipkartencontroller

Wie man sog. Fehlerinduktion
präventiv verhindert
Seite 40

Stromversorgungen: Innovationen bei Laborstromversorgungen

1 HE Geräteserie mit 750 und 1500 W
bis maximal 600 V und 200 A
Seite 50



Modulare DC/DC-Wandler für Bahnapplikationen

Marco Panizza, Vicor

In Europa werden die Anforderungen an elektrische und elektronische Ausrüstungen in Zuganwendungen durch zwei internationale Standards geregelt. Am häufigsten wird in Spezifikationen die Norm IEC571 angeführt, auch bekannt als europäische Norm EN50155. In Großbritannien gilt der Standard RIA12, (Schutz vor Transienten und Überspannungen in Gleichstromsystemen), entwickelt durch die Railway Industry Association (RIA). Während diese zwei Standards in den meisten Bereichen ähnlich sind, verlangt die Norm RIA12 auch einen speziellen Schutz vor Überspannungen. Der Artikel zeigt, wie es möglich ist, mit Vicor DC/DC-Wandlern diese Normen zu erfüllen, um damit das Design komplizierter Stromversorgungen zu erleichtern.

Die elektrischen Anforderungen der Norm EN 50155 bzw. IEC 571 sind so definiert, dass Eisenbahnequipment 24 Stunden am Tag für 30 Jahre lang funktionieren muss. Das entspricht einer MTBF von 250.000 Stunden. Tabelle 1 zeigt die Eingangsspezifikationen der Spannungen, welche durch die in Eisenbahnanwendungen verwendeten Stromquellen zur Verfügung gestellt werden

müssen. Systeme, die direkt von Batterien ohne Spannungsstabilisation versorgt werden, müssen im Normalbetrieb ohne Einschränkung innerhalb eines Spannungsbereiches von $0,7 \cdot V_N$ bis $1,25 \cdot V_N$ funktionieren. Außerdem müssen auch die während des Systemstarts möglichen Spannungseinbrüche bis $0,6 \cdot V_N$ für 100 ms sowie Überspannungen bis $1,4 \cdot V_N$ für 1 s verarbeitet werden.

Tabelle 1 enthält auch die entsprechenden Standard-Eingangsspannungen der Vicor DC/DC-Wandler. Zusätzlich zum Standardprogramm gibt es von Vicor auch eine Vielzahl von Wandlern, die speziell für die weiten Eingangsbereiche bei Bahnapplikationen entwickelt wurden.

Das System muss in der Lage sein, Spannungsspitzen von 1800 V und 50 μ s zu überstehen, wobei die Quelle mit einer Impedanz von 100 Ω und einem Energieinhalt von 100 mJ spezifiziert wird. Um den DC/DC-Wandler zu schützen, muss dem Modul ein Transientenschutz, z.B. eine Transzorbdiode, vorgeschaltet werden. Geeignet sind Bauteile, die eine Energie von 1,5 J aufnehmen können und die Spannung auf einen Wert begrenzen, der unterhalb der maximalen Werte für die Eingangsspannung des Wandlers liegt.

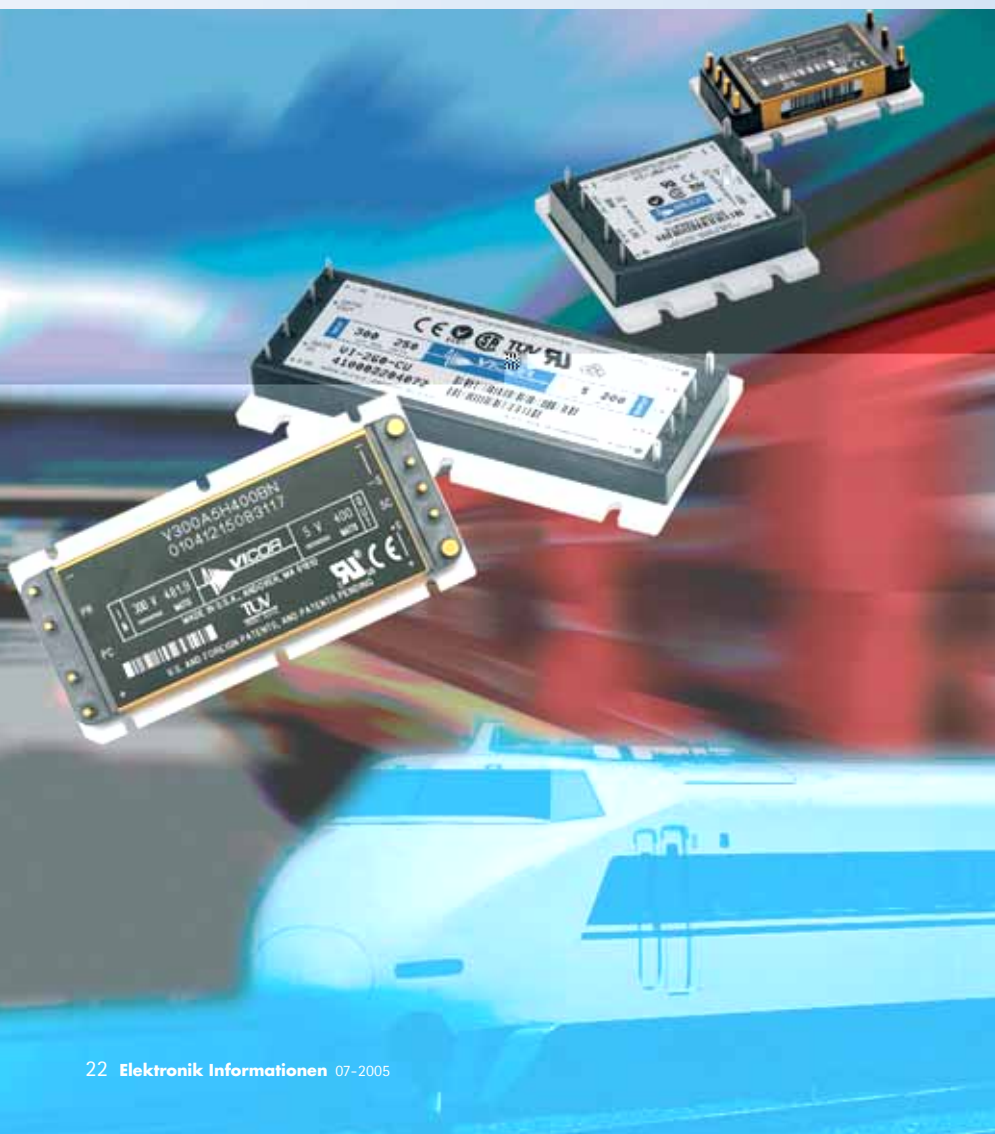
RIA12-Transientenschutz

Der RIA12-Standard spezifiziert Überspannungen mit einer Dauer von 20 ms und dem 3,5-fachen Wert der nominellen Eingangsspannung. Um diesen Standard zu erfüllen, muss eine aktive Schutzschaltung vor dem DC/DC-Wandler verwendet werden. Für einen Wandler mit 110 V Eingangsspannung bedeutet dies einen erforderlichen Überspannungsschutz von 385 V. Da die Impedanz der Quelle für diese Überspannungen mit nur 0,2 Ω spezifiziert ist, eignen sich Transzorbioden oder MOVs nicht als Transientenschutz. Der Energieinhalt des Impulses würde diese Bauteile zerstören. Stattdessen wird eine aktive Schaltung wie in Bild 1 benötigt.

In diesem Stromkreis begrenzt D_1 schnelle und energiearme Spannungsspitzen, während der aktive Teil, gebildet durch D_2 , D_3 und Q_1 , Q_2 , die energiereichen Impulse unterdrückt. Im Normalbetrieb wird Q_1 voll angesteuert. Dies erfolgt mittels der 1N4148 Dioden und dem 470pF Kondensator, die als Ladepumpe fungieren. Das rechteckförmige Gate-Out-Signal des Wandlers treibt die Ladepumpe und ist damit Ansteuersignal für den MOSFET.

Treten Überspannungen auf, wird die Diode D_2 leitend und steuert Q_2 an. Die Gate-Spannung von Q_1 wird auf dem Level von D_3 gehalten und als Folge die Ausgangsspannung auf den Wert von D_3 minus der Gate-Source Spannung von Q_1 geregelt. Nach Abklingen der Überspannung wird Q_1 wieder voll angesteuert.

Die Komponenten der Schaltung in Bild 1 sind im Wesentlichen identisch für alle Eingangsspannungsreihen. Nur der Haupt-



MOSFET Q_1 und die Zener-Dioden D_1 , D_2 und D_3 werden gemäß der nominellen Betriebsspannung und Leistung ausgewählt. Die maximale Spannungsspitze von 3,5-facher Nominallspannung, der maximale Betriebsstrom beim untersten Wert der Eingangsspannung sowie die zum Ausregeln des 20 ms langen Überspannungsimpulses benötigten SOA-Grenzen bestimmen die Auswahl von Q_1 . Die Verlustleistung unter normalen Betriebsbedingungen muss ebenfalls berücksichtigt werden und berechnet sich wie folgt:

$$P = R_{DS(on)} \cdot I_N^2$$

Die Dioden D_2 und D_3 können dieselben Zener-Spannungen besitzen, wodurch die Ausgangsspannung der Schaltung auf den Wert von D_3 minus der Gate-Source Spannung des MOSFETs begrenzt wird.

Der RIA12-Standard definiert außerdem eine Schwankung der Eingangsspannung bis zum 1,5-fachen der Nennspannung für eine Sekunde. Für Wandler, deren Eingangsspannungsbereich diese Schwankung abdecken, muss die Zener-Spannung von D_2 und D_3 größer sein als das 1,5-fache der Nennspannung, um ein frühzeitiges Ansprechen der Schutzschaltung zu verhindern. Auf jeden Fall müssen die Zener-Spannungen die-

ser Dioden aber kleiner sein als die maximale Betriebsspannung des Wandlers.

Die Diode D_1 begrenzt Transienten mit niedriger Energie, aber Spitzen über 1000 V. Deshalb muss die Begrenzungsspannung von D_1 höher als die 3,5-fache Nennspannung sein, um Schäden durch diesen Impuls zu verhindern.

Diese Schaltung wurde mit den meist zum Einsatz kommenden Versorgungsspannungen von 48 V und 110 V sowie einem 150 W Wandler getestet (Bild 2).

Allgemein kann diese Schaltung für die Unterdrückung hoher und energiereicher Transienten verwendet werden. Durch einfache Anpassung können auch Spezifikationen außerhalb der RIA12 erfüllt werden.

Nominale Spannung (V_N)	Spannungsbereich $0.7 \cdot V_N$ bis $1,25 \cdot V_N$	Unterspannung $0.6 \cdot V_N$ Dauer 0,1s	Überspannung $1.4 \cdot V_N$ Dauer 1s	Vicor DCDC-Wandler Spannungsbereich
24 V	17 bis 30 V	14 V	34 V	18 bis 36 V
36 V	25 bis 45 V	22 V	61 V	21 bis 56 V
48 V	34 bis 60 V	29 V	67 V	36 bis 76 V
72 V	50 bis 90 V	43 V	101 V	45 bis 100 V
96 V	67 bis 120 V	58 V	135 V	66 bis 160 V
110 V	77 bis 137 V	66 V	154 V	66 bis 160 V

Tabelle 1. Eingangsspannungen der EN50155 sowie der Vicor DC/DC Wandler

Temperatur Klassen	im Gehäuse	Übertemperatur im Gehäuse (10 min)	Lufttemp. Leiterkarten-Umgebung
T1	-25/+55 °C	+15 °C	-25/+70 °C
T2	-40/+55 °C	+15 °C	-40/+70 °C
T3	-25/+70 °C	+15 °C	-25/+85 °C
TX	-40/+70 °C	+15 °C	-40/+85 °C

Tabelle 2. Bereiche der Betriebstemperatur

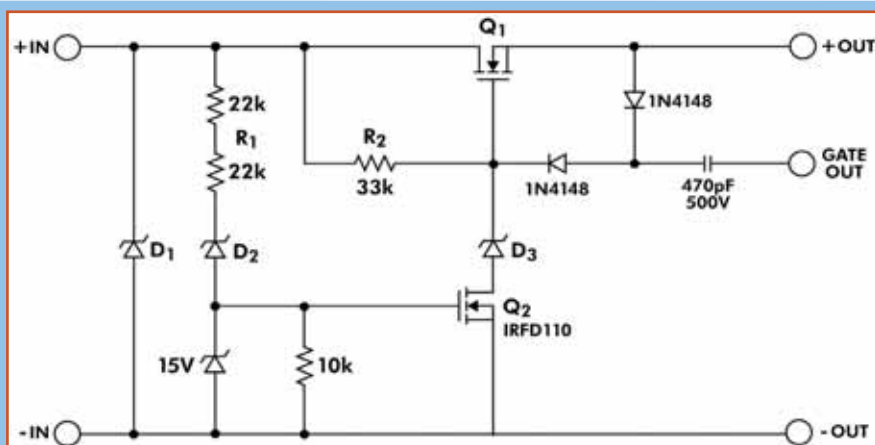
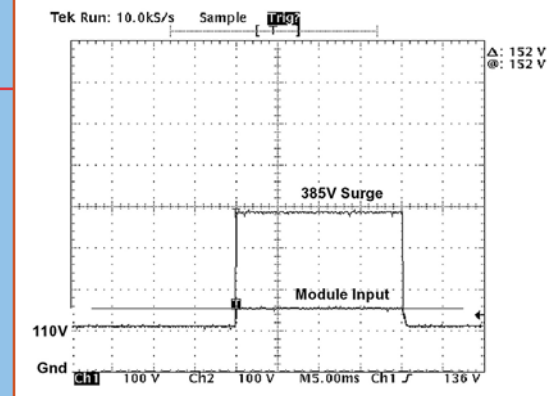


Bild 1. Aktive Schaltung zum Transientenschutz

Bild 2. Ein 20 ms langer Überspannungsimpuls mit 385 V Amplitude wird auf 152 V begrenzt



Physikalische Voraussetzungen

Je nach Umgebungsbedingungen werden die Betriebstemperaturen in vier Klassen eingeteilt (Tabelle 2). Zum Entwurf der Stromversorgung ist es notwendig, die Übertemperatur während des Anlaufs zu berücksichtigen. In einigen Eisenbahnapplikationen ist die Ausrüstung direkt auf die Wagonwände montiert. Die Baseplate der Vicor-Wandler ist optimal für diese Anwendung. Die Wand kann damit als großer Kühlkörper verwendet werden. EN50155 gibt an, dass elektronische Ausrüstungen auf Leiterplatten sowie in Gehäusen, die auf dem Fahrzeugrahmen montiert sind, folgenden Vibrationen in allen drei Achsen standhalten müssen:

- Frequenzbereich: 5 bis 150 Hz
- Übergangsfrequenz: 8,2 Hz
- Amplitude der Auslenkung (unterhalb der Übergangsfrequenz): 7,5 mm
- Amplitude der Beschleunigung (oberhalb der Übergangsfrequenz): 20 m/s^2

Die Ausrüstung muss auch in der Lage sein, einem 50 ms langen und halbsinusförmigen Stoß mit einer Amplitude von 50 m/s^2 zu widerstehen. Die Vicor Module sind komplett vergossen und können daher diese mechanischen Belastungen problemlos überstehen. Beim Leiterplattendesign muss jedoch darauf geachtet werden, dass die Module mechanisch fest mit der Leiterkarte verbunden sind und es zu keinen Verschiebungen kommt. Dies könnte sonst zur Stressbelastung der Modulpins führen.

ZUM AUTOR



Marco Panizza

ist European Manager Application Engineering bei Vicor. Nach dem Studium mit einem Abschluss in electronic engineering in 1987 hat sich Marco Erfahrung in analoger und digitaler Elektronik angeeignet. Seit 1990 hat er sich auf das Gebiet Power spezialisiert, davon die letzten 12 Jahre bei Vicor.

- Vicor
- Kennziffer: 001
- Webcode: 07001