



SUPPRESSOR-DIODEN FÜR KFZ-ANWENDUNGEN

Überspannungsschutz mit TVS-Dioden

Der Schutz elektronischer Komponenten in Fahrzeugen vor Zerstörung durch Überspannung unterschiedlichster Form, Stärke und Herkunft ist eine wesentliche Aufgabenstellung bei der Entwicklung elektronischer Schaltungen im Kfz-Bereich. Sogenannte TVS-Dioden (Transient Voltage Suppressor) bieten hierfür eine ideale Lösung.

Fahrzeugelektronik wie Steuergeräte, Sensorik oder Unterhaltungselektronik werden über das Bordnetz mit Spannung versorgt. Insgesamt ist die Bordnetzspannung recht instabil und von Temperatur und aktuellem Lastzustand abhängig. Hinzu kommen Spannungsspitzen durch elektrostatische Entladungen (ESD) oder Schaltvorgängen an kapazitiven oder induktiven Lasten.

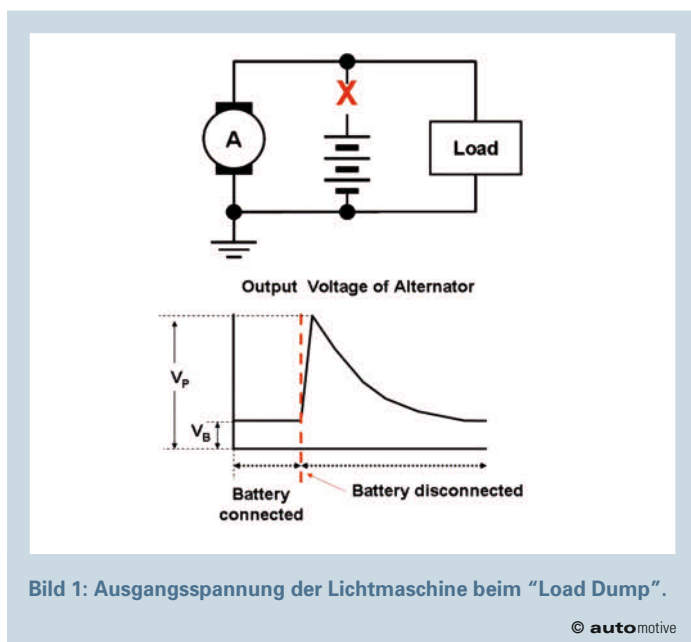
Einer der wohl kritischsten Momente für die Fahrzeugelektronik ist eine plötzliche Trennung der Batterie vom Bordnetz während der Motor läuft und die Lichtmaschine weiter am Bordnetz angeschlossen ist. Dieser plötzliche Lastabfall wird als „Load-Dump“ bezeichnet. Die meisten Fahrzeughersteller und Industrieverbände spezifizieren

Spannung, Netzimpedanz und Zeitdauer eines solchen „Lastabfalls“ wie in **Bild 1** dargestellt.

In den USA wird die Simulation eines solchen „Load Dumps“ in der „ISO-7637-2 (Puls 5)“ beschrieben, in Japan ist es die „JASO A-1“ für 14-V-Bordnetze und „JASO D-1“ für 24-V-Bordnetze (**Bild 2**). Basierend auf dem „ISO-7637-2 Puls 5“ spezifizieren einige Automobilhersteller davon abweichende, eigene Testbedingungen.

Der Klemmspannungsverlauf der Suppressor-Diode SM5S24A von Vishay in einem ISO-7637-2 Test mit $V_S=87$ V, $V_{Batt.} = 13,5$ V, $R_i = 0,75$ Ohm und einer Pulsbreite von 400 ms ist in **Bild 3 links** dargestellt.

Im Vergleich dazu zeigt **Bild 3 rechts** den Strom-Spannungsverlauf einer TVS-Diode, die den Load-Dump Test



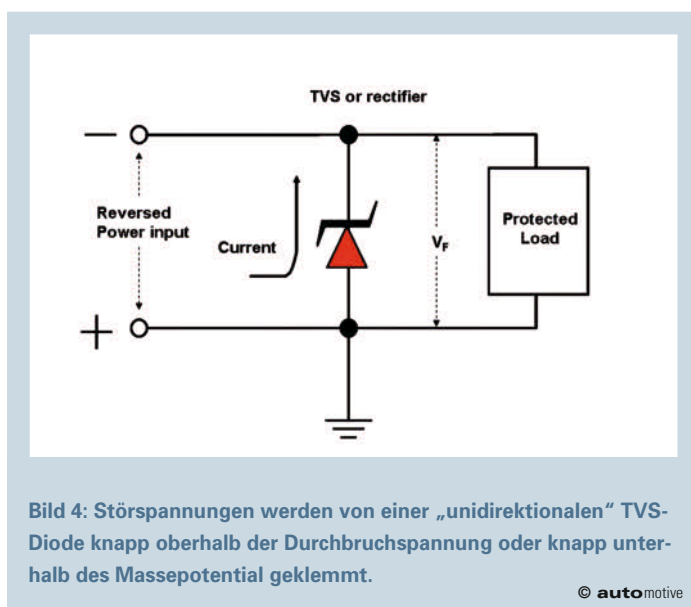
nach „ISO-7637-2“ mit $V_S=87\text{ V}$, $V_{\text{Batt.}} = 13,5\text{ V}$, $R_i= 0,5\text{ Ohm}$ und einer Pulsbreite von 400 ms nicht überlebt hat.

Schon nach kurzer Zeit bricht die Klemmspannung (blaue Kurve) auf nahezu 0 V zusammen während der Entladestrom (gelbe Kurve) ansteigt und nur noch durch die Netzimpedanz (R_i) begrenzt wird.

Negative Spannungsspitzen

Bisher war stets von positiven Überspannungen die Rede, die oberhalb der Durchbruchspannung der TVS-Diode geklemmt werden. TVS-Dioden klemmen aber auch die negativen Spannungsspitzen in Flussrichtung der Diode. Abhängig vom Strom und Temperatur der Diode werden die negativen Spannungsspitzen mit nur geringem Spannungsabfall nach Masse geklemmt wie in Bild 4 dargestellt ist.

Die Gates von MOSFETs beispielsweise sind besonders empfindlich gegen negative Überspannungen. Dafür wurde eine Technologie mit besonders geringer Flussspannung entwickelt. Die sogenannten „Surface Mount PAR Transient Voltage Suppressors“ wie SM5A27, SM6A27 oder SM8A27 klemmen z. B. 300 μs lange Pulsströme von 100 A auf unter 1 V. Sollte das noch immer nicht ausreichen, so können negative Spannungsspitzen durch eine Gleichrichterdiode wie



RTStand

Innovative Real-Time-Testing

Wir von der WKS Informatik GmbH haben RTStand (Real Time Test Stand) für höchste Kundenanforderungen als anpassbare Echtzeitprüf- und Simulationssoftware für Sie entwickelt.

Besuchen Sie uns – Testen Sie uns!
Auf dem VIP-Kongress 2012!

- Reduzieren Sie Prüfkosten!
- Kontinuierliche Signalüberwachung in Echtzeit!
- Reduktion der Prüfzeiten!
- Flexibilität für unterschiedliche Prüfanforderungen!
- Unterstützung von CAN, LIN, FlexRay!
- Zeitlich synchronisierte Messdaten!

RTStand ist ein Produkt der

WKS
Informatik
Lösungen für Prüfstände

powered by

NI TestStand™

NI VeriStand™

NI TestStand und NI VeriStand sind
Marken der National Instruments Corporation.

**ALL EYES ON
YOUR DUT!**



WKS Informatik GmbH
Ulmer Str. 8, 88212 Ravensburg
Tel.: +49 (0)751 36 660 - 60
www.wks-informatik.de

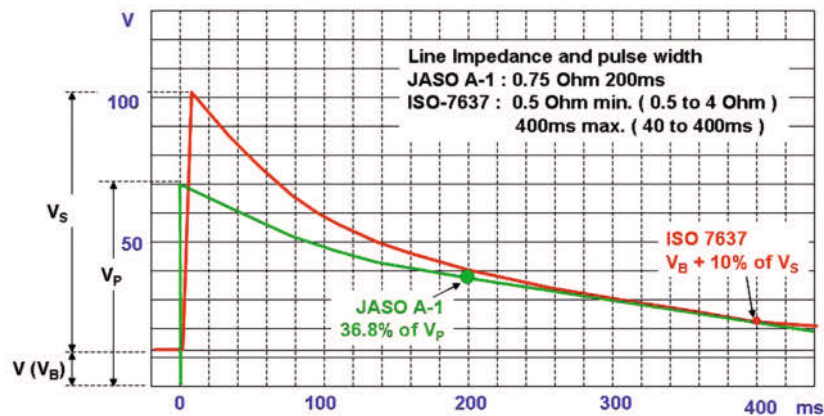


Bild 2: Gemäß „ISO-7637-2 Puls 5“ beträgt die Spitzenspannung 65 V < V_S < 87 V bei einer Netzimpedanz von $R_i = 0,5\Omega$ bis 4Ω .

© automotive

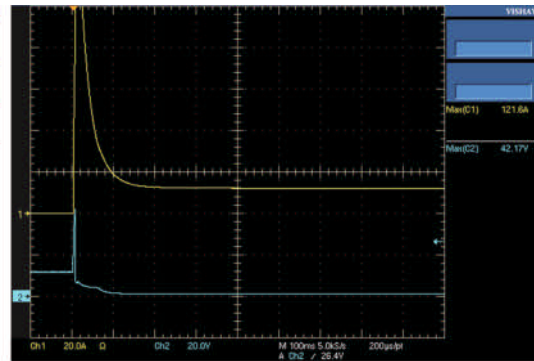
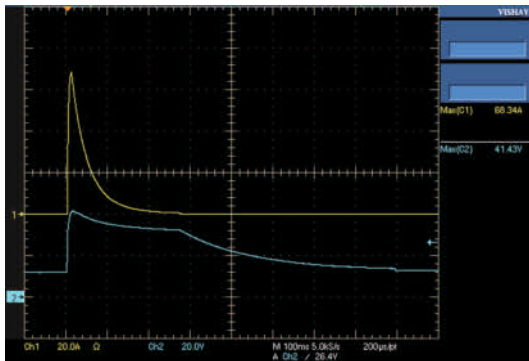


Bild 3: Klemmspannungs- und Stromverlauf einer SM5S24A während eines „ISO 7637-2“ Tests (links), Klemmspannungs- und Stromverlauf einer TVS-Diode, die den „ISO7637-2“ Test nicht überlebt hat (rechts).

© automotive

dem „Surface Mount Glass Passivated Rectifier“ S1G als Vorpolschutz von der Schaltung fern gehalten werden.

Sekundärschutz

Die Hauptaufgabe der TVS-Dioden am Bordnetz ist die Begrenzung oder Unterdrückung hoher Spannungsspitzen. Dieser Grobschutz in einer ersten Schutzstufe erzeugt aber oft noch zu hohe Restspannungsspitzen, die für manche Verbraucher am Bordnetz immer noch zu hoch sind. Die meisten Regler und DC/DC-Wandler im Fahrzeugbereich sind für Maximalspannungen von 45 V bis 60 V ausgelegt. Besonders an 24-V-Bordnetzen, wie sie in Lkw verwendet werden, ist da manchmal noch eine zweite Schutzstufe zur weiteren Begrenzung der Überspannung erforderlich, wie in Bild 5 dargestellt.

Ein Serienwiderstand R in der Versorgungsleitung dient als Strombegrenzung für die nachgeschaltete, zweite und kleinere Schutzdiode. Die maximale Höhe des Widerstandswerts für R ergibt sich aus dem maximalen Strombedarf der angeschlossenen

Elektronik, deren Mindestversorgungsspannung und der minimal verfügbaren Batteriespannung bei der die Elektronik noch funktionieren soll. Mit den „Surface Mount PAR Transient Voltage Suppressors“ (PAR = Passivated Aniso-

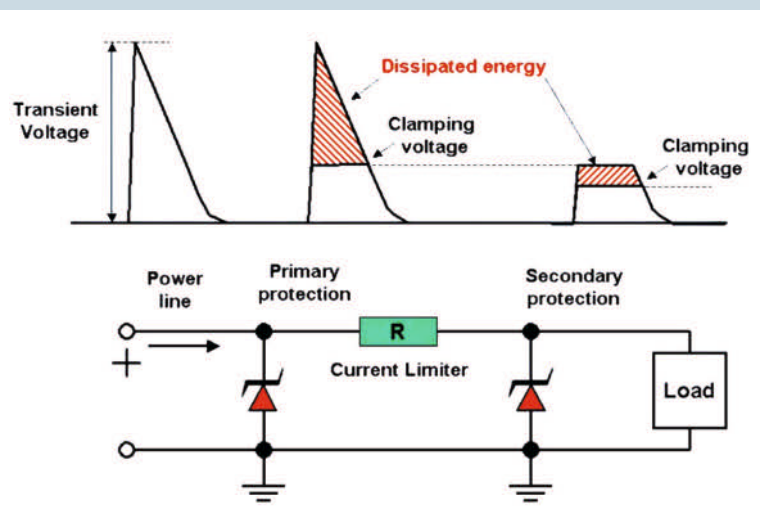


Bild 5: Schutzstruktur mit Primär- und Sekundärschutz.

© automotive

tropic Rectifier) bietet Vishay TVS-Dioden für den Automobilbereich an.

Mit den TVS-Dioden SM8S24A, SM6S24A und SM5S24A mit jeweils unterschiedlichen Leistungsdaten stehen robuste Schutzdioden zur Verfügung, die die Fahrzeugelektronik dauerhaft und zuverlässig vor Überspannung schützen. Für besonders hohe Anforderungen bezüglich

kleiner Flussspannungen stellen die TVS-Dioden SM8A27, SM6A27 und SM5A27 eine optimale Lösung dar. (oe)

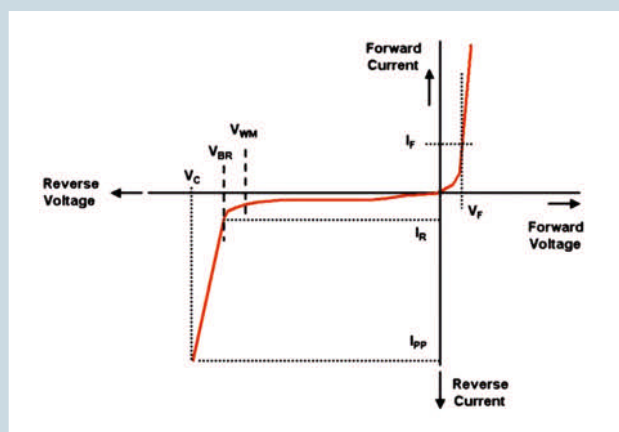
Soo Man (Sweetman) Kim ist Senior Application Manager bei Vishay.



KENNWERTE VON TVS-DIODEN

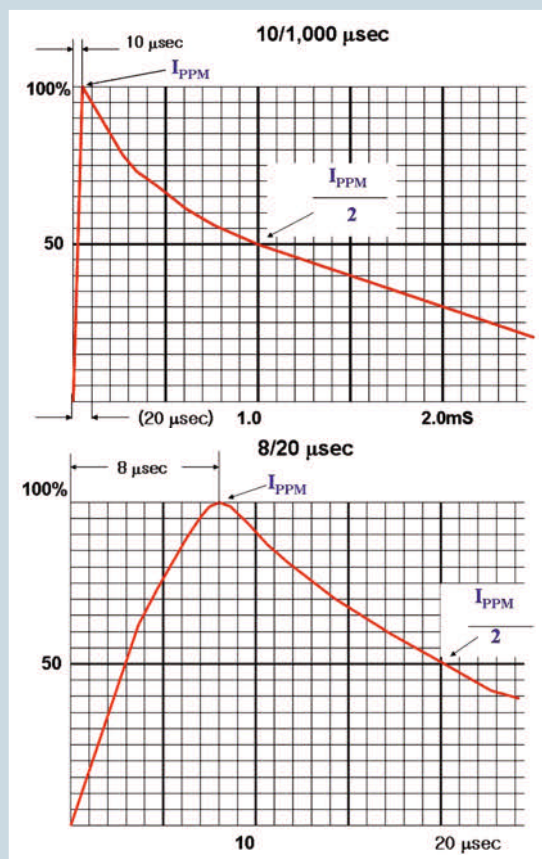
Power Rating,

gibt an, welche Leistung die Diode unter genau spezifizierten Bedingungen aufnehmen bzw. absorbieren kann. Im folgenden Diagramm ist der „10/1000 μ s“ Standard-Strom-Puls (gemäß Bellcore 1089 Spezifikation) dargestellt. Im Vergleich zum „8/20 μ s“ Strom-Puls, mit dem beispielsweise ESD-Schutzdioden spezifiziert werden, ist der „10/1000 μ s“ bei ähnlicher Anstiegszeit (10 μ s zu 8 μ s) um den Faktor 50 (1000 μ s zu 20 μ s) länger und enthält somit entsprechend mehr Energie die von einer Schutzdiode absorbieren werden muss. Durchbruchspannung (V_{BR}) ist die Sperrspannung bei der die Diode lawinenartig durchbricht. Daher auch die Bezeichnung Lawinendiode oder Avalanchediode. Diese Spannung wird bei definierten Sperrströmen im Bereich von typisch 1 mA bis 10 mA gemäß Datenblatt spezifiziert. Die Angaben beziehen sich in der Regel auf eine Bauteiltemperatur von 25 °C.



U/I-Kennlinie und Parameter einer TVS-Diode.

© automotive



Kurvenform des „10-1000 μ s“ Strompulses gemäß „Bellcore 1089“ (Bild oben) und Kurvenform des „8-20 μ s“ Strompulses gemäß „IEC61000-4-5“

© automotive

Maximale Klemmspannung (V_C)

ist die maximale Spannung über der Diode bei spezifiziertem Pulsstrom und definierter Pulsform (bspw. 10/1000 μ s Puls). Die Pulsamplituden der Testströme (I_{PP}) liegen hierbei im Bereich einiger Ampere, die die Diode im Verlauf des Pulses aufheizen. Die Klemmspannung setzt sich somit zusammen aus der Durchbruchspannung, die mit der Temperatur um etwa 0,1%/°C ansteigt, und dem Spannungsabfall über dem internen Bahnwiderstand (R_S) der Diode ($U_R = R_S \cdot I_R$).

“Stand-Off Voltage” (V_{WM}), “Working Maximum voltage” oder auch „Reverse Working Maximum Voltage“ (V_{RWM}) genannt, spezifiziert den Arbeitsspannungsbereich in dem die Diode eingesetzt werden kann. In diesem spezifizierten Spannungsbereich bricht die Diode noch nicht durch und weist einen nur geringen Sperrstrom auf.

In der Spezifikation der sogenannten “jump-start protection” wird beispielsweise gefordert, dass in einem 12-V-Bordnetz eine Spannung von 24 V über 10 Minuten angelegt werden darf, ohne dass die Elektronik beschädigt wird. Im 24-V-Bordnetz sind es 36 V für 10 Minuten, die die Elektronik unbeschadet überstehen muss. Das bedeutet, dass für diese Anwendungen nur eine TVS-Diode mit einer „Stand-Off Voltage“ von mindestens 24 V bzw. 36 V in Betracht kommen. Die “Stand-Off Voltage”, “Working Maximum Voltage” (V_{WM}) oder „Reverse Working Maximum Voltage“ (V_{RWM}) ist somit einer der wichtigen Parameter einer TVS-Diode.