

# Der harte Kampf mit den Bordnetzspannungen

30.07.2020 | Autor / Redakteur: Reinhard Kalfhaus \* / Johann Wiesböck

Batterie-Bordnetze, deren Energie zur dynamischen Bewegung großer Massen dienen, müssen die harten Bedingungen massiver Störspannungen erfüllen. Hier helfen Aktiv-Verpol- und Load-Dump-Schutzstufen.



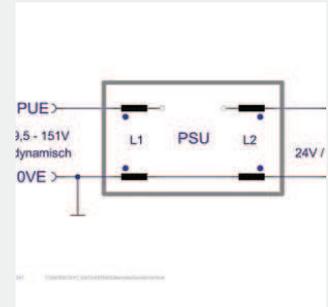
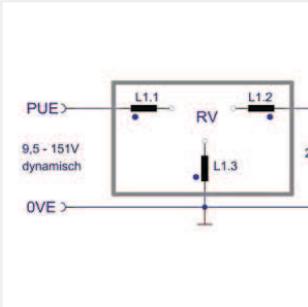
**Bild 1: Das Model RV, ein Erfolg bei der Verbesserung der Regelgeschwindigkeit ist die Nulllastfähigkeit.**  
(Bild: SYKO)

Beim Kaltstart eines Diesellaggregates bricht die Bordnetz - und die Batteriespannung durch die Ströme in der Größenordnung von 2000 A gemäß den relevanten Standards der AECTP, MIL, VG, DEF, ISO kurzzeitig auf bis zu 9 V ein, erholt sich unter der Last auf einen Wert größer als 15 V und erzeugt eine überlagerte Wechsellspannung von 2 V (15 bis 17 V), bevor sich die Bordnetz-Nennspannung wieder auf 28 V regeneriert.

Große motorisch betriebene Lasten gehen beim Abbremsen in den generatorischen Betrieb und speisen Energie in das Bordnetz zurück oder Generatoren erzwingen bei

sporadischem Lastabwurf Überspannung als Load-Dump-Impuls. SYKO beherrscht seit über 20 Jahren das Patent der Aktiv-Load-Dump-Impulsbegrenzung (AFI) ohne Stromreflektion. Dieser stromkaskadierte Überspannungsschutz (bis  $>200\text{ A}$ ) wurde in seiner adaptiven Intelligenz weiterentwickelt, man liefert Leistungen bis  $>3\text{ kW}$  bis  $U_E$  min  $15\text{ V}$ . Auch dient das AFI als Aufschaltstrombegrenzung (Inrush Current Limiting,  $I_{CL}$ ) auf große Kapazitäten.

## BILDERGALERIE



Die Ausgangsspannung des AFI kann dem Kunden optional als Spannungsbegrenzte Auxilliary-Versorgung kurzschlussfest zur Verfügung gestellt werden. Die Starkströme an Bord bis  $>2000\text{ A}$  erzeugen auf langen Leitungen des Fahrzeuges dynamische Energieverschiebungen und somit entstehen negative Spannungen. Es kommt zu Umpolungen und Deaktivierung der DC-Wandler. Die Lösung des Aktiv-Verpolschutzes hat SYKO hierfür auf den Markt gebracht, der auch bei falscher Verdrahtung ortsveränderlicher Geräte im abgesetzten Betrieb oder bei der Systemintegration einen Defekt verhindert, sowie bei der dynamischen Energieverschiebung eine Negativ-Spannung am Stellglied verhindert.

## Aktiv-Verpol- und Load-Dump-Schutzstufen unverzichtbar für Rad-/Kettenfahrzeuge

Diese Aktiv-Verpol- und Load-Dump-Schutzstufen verändern den Wirkungsgrad nur um unwesentlich  $>1\%$  und sollten unverzichtbar auf Rad/Kettenfahrzeugen mit integriert sein. Mit der Aktiv-Speicherzeit kann im Millisekundenbereich bzw. bis Sekunden mittels Elektrolyten der Betrieb des zu versorgenden Bordrechners aufrecht erhalten werden. Für den Fall, dass die Versorgung bei einem Crash ausfällt, arbeitet SYKO zurzeit an der Lösung einer Aktiv-Speicherzeit im Temperaturbereich  $-40$  bis  $85\text{ °C}$  und im Minutenbereich.

Da die Eingangsspannung von 9 bis 174 V dynamisch und 15 bis 36 V statisch schwanken kann, soll aber der angeschlossene Verbraucher (Rechner, Sensoren, Antrieb, Batterie) weiterhin mit konstanter Leistung bei 24 V/48 V versorgt werden. Hierfür hält SYKO das Patentverfahren der Regeneratortopologie mit einem Transistor und einer Diode (Synchronschalter) oder nutzt die prozessorgerichtete Buck/Boost-Stufe mit vier Transistoren. Beide Topologien beherrschen eine geregelte veränderbare und kurzschlussfeste Ausgangsspannung, die niedriger, gleich und höher sein kann als die Bordnetzspannung. Gleichzeitig wird an der Bidirektionalität dieser Stufen gearbeitet.

Ein Erfolg bei der Verbesserung der Regelgeschwindigkeit ist die Nulllastfähigkeit, bei der der Comp-Ausgang des Stromreglers ab Leerlauf konstant in der Amplitude bleibt und somit das PWM-Signal über die Last konstant bleibt. Dadurch muss der Comp-Regelausgang mit seinem langsamen  $dU/dT$ -Anstieg nur den Spannungshub durch die JxR-Verluste ausbügeln. Mit all diesen Optionen wurden die Geräte RV (310 W, Bild 1) und PSU (3 kW, Bild 3) zur Serienreife gebracht und decken alle Kundenanforderungen gemäß Pflichtenheft bei erhöhten Bedingungen ab. Hierzu gehört auch eine extreme EMV und IP68-Dichtigkeit.

SYKO hat vor ca. 20 Jahren die Patentsituation der Regeneratortopologie an den Markt gebracht. Im Defencemarkt werden dynamische 9 bis 151 V und in der Bahntechnik (14,4 bis 154 V Bordnetzspannung) auf 5,1 V/12 V/24 V geregelt und kurzschlussfest regeneriert. Die Topologie gilt als sicherheitsrelevant, da ein Durchgriff der Spannungen verhindert wird.

Die beiden Anschlussaufbauten in den Bildern 2 und 4 zeigen zwei Filter im Massekonzept des Fahrzeugs bzw. als Single-Ended-Betrieb. Ein in die Versorgungsleitung eingebrachter Bordnetz-Regenerator „regeneriert“ das Bordnetz. Der Endverbraucher benötigt sein eigenes EMV-Filter.

Die Serie PSU 3000 arbeitet im dynamischen Eingangsspannungsbereich (15 bis 151 V) zwei getrennte Ausgangskreise 24 V<sub>1</sub> und 24 V<sub>2</sub> über Verpolschutz, Load-Dump-Schutz mit 80 A und 30 A funktional unabhängig geregelt und kurzschlussfest ohne Potenzialtrennung auf. Das Gehäuse ist EMV- und wasserdicht.

\* Reinhard Kalfhaus ist Geschäftsführer der SYKO Gesellschaft für Leistungselektronik mbH in Mainhausen.

(ID:46748449)