

Batterieladesystem bis 800 A

Die Forderungen des Marktes, getrieben durch die Innovationen des Wettbewerbs, zielen ab auf kleiner, effizienter, preiswerter, funktionaler. Diese sich daraus ergebenden extremen Anforderungen und die Bereitschaft zu Investitionen haben bei Syko ultrakompakte Batterieladesysteme für Railway, Defence und Maritim zur Serienreife gebracht.

Fachartikel von Reinhard Kalfhaus

Die Batterieladesysteme von Syko ermöglichen Ausgangsströme von 200 bis 800 A für Bleibatterien bis 30 V Ladeschlussspannung. Dazu wurden verschiedene Eingangsspannungsbereiche mit 200 bis 560 V dynamisch 1060 V, 420 bis 900 V (Serie HBL.S) und 420 bis 1000 V_{DC}/1270 V – 1 s/1950 bis 2800 V – 2 ms (Serie HBL.H) standardisiert. Die Beherrschung der Kaskadierung von Topologie, Spannung und Strom, sowie der Einsatz von SiC-Halbleitern im Hochvolt-Eingangsbereich haben die Eingangsfrequenz auf über 50 kHz verdoppelt und die Effizienz gesteigert.

Diese Kompetenzmärkte verlangen die Zertifizierungen auf hohe Schock/ Vibrationsbelastung, extreme EMV-Anforderungen und Erfüllung der Sicherheitsanforderungen bei weitem Umgebungstemperaturbereich -40 bis +70 °C (85 °C) und gehärteter Funktionalität.

Für den Bahnmarkt wurde die Erfüllung der Normen auf Schock/Vibration EN 61373 Kategorie 1/Klasse B (lageunabhängig), die EMV EN 50121-3-2, die Sicherheit EN 62368/EN 50178 und die Brandschutznorm EN 45545-2 im akkreditierten Testhaus nachgewiesen.



Bild 1: Batterieladesystem der Serie HBL-H.
(Bild: Syko)

Batterieladesysteme für erhöhte Anforderungen

Eine IP67-Wasserdichtigkeit und EMV/Schock/Vibration nach VG und MIL der Batterieladesysteme ist angedacht. Die wärmeerzeugenden Leistungshalbleiter sind direkt auf den Kühlkörper montiert. Dieser ist als Flächenkühlkörper zur Montage auf einen Kundenkühlkörper vorhanden oder als Rippenkühlkörper in Durchstecktechnik oder als Kühlkörper mit Wasserkreislauf. Somit wird der Hauptanteil der Verlustleistung aus dem Gerät direkt abgeführt. Für die im Gerät verbleibende Verlustleistung (zirka 20 Prozent) wurde ein leiser drehzahlgesteuerter Lüfter mit Fehlermeldung und Betriebsstundenzähler integriert. Im Gerät sind mehrere Temperaturüberwachungen eingebaut, die ein Abschalten des Gerätes bei Ausfall der Lüfter (Sicherheitskonzept) bewirken. Um die hohen Aufschaltströme auf die Eingangskondensatoren zu verhindern, wurde eine optionale aktive Aufschaltstromdrossel (ASD) als Inrush Current Limiter (ICL) entwickelt. Die ASD bildet mit dem Eingangs-C einen komplexen Eingangswiderstand von etwa 20 Ohm, der bei 1000 V Aufschaltspannung einen Aufschaltstrom von etwa 50 A entstehen lässt. Die durch lange Leitungen und die ASD erzeugte Überspannung wird zum Eingang der HBL-Wandler auf plus 130 V begrenzt. Diese Überspannung entsteht physikalisch beim Aufschalten nach jeder Induktivität, den hierdurch fließenden Aufschaltstrom, der weiter fließt wenn die Ausgangsspannung gleich der Aufschaltspannung ist. Die ASD beherrscht auch begrenzte Rückströme in das Netz bei Netzkurzschluss (zum Beispiel am Fahrdraht von Straßenbahnen).

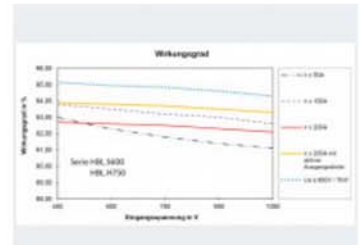


Bild 2: Vergleich der Wirkungsgrade der HBL-Batterieladesysteme.
(Bild: Syko)

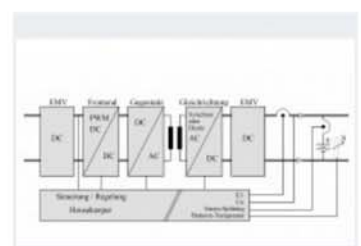
HBL.S für Dreiphasen-Festnetz und -Generatorausgang

Die Serie HBL.S findet ihren Einsatz am Dreiphasen-Festnetz und Dreiphasen-Generatorausgang mit variabler Ausgangsspannung als Funktion der Drehzahl und/oder des Erregerstroms. Hierbei treten im Extremfall hohe Überspannungen bei niedrigem Innenwiderstand auf. Zurzeit laufen zwei kaskadierte HBL.S mit 28 V/400 A auf einer Lok mit einer gleichgerichteten Dreiphasenspannung von 400 bis über 850 V_{DC}. Am 750-V-Fahrdraht arbeiten mehrere Projekte der Serien HBL.H für 200 bis 600 A. Diese Frontendstufe arbeitet aktiv bis 1270 V_{DC} und inaktiv bis 1950 V und 2800 V/2 ms. Bei diesen Spannungen wurde für die Halbleiter eine neue Isolationskoordination auf 5,5 mm Luft-Kriechstrecken zur Masse umgesetzt.

Wirkungsgrad

Bei der Serie HBL.H werden die Eingangsspannungsbereiche und Ströme durch Topologie-Kaskadierung der Halbleiter und Induktivitäten erreicht. Halbleiter werden durch die Erhöhung der Taktfrequenz nicht kleiner, wie jedoch die Induktivitäten und Kondensatoren. Durch den erfolgreichen Einsatz durch die SiC-Topologie konnte die Taktfrequenz der Frontendstufe mehr als verdoppelt und der Wirkungsgrad dennoch verbessert werden (Bild 2). Überraschend haben sich die EMV-Ergebnisse verbessert, da Schaltflanken in S-Form ablaufen ohne „Gerappel“.

Syko arbeitet in der Frontendstufe mit aktiven Dioden und die sinusstromresonante und weich



kommutierende Gegentaktstufe arbeitet mit „taktsynchronisierter“ Festfrequenz. Optional wird die Ausgangsgerichtung zur Verbesserung von 93 auf 95 Prozent aktiv geschaltet ohne Stromrückspeisung. Der Vorteil der von Syko zur Serienreife gebrachten LLC-Topologie mit Festfrequenz über Spannung und Last ist die bessere EMV-Abstimmung und die Möglichkeit Großkapazitäten potenzialgetrennt ab 0 V laden zu können. Allen Geräten steht eine potenzialgetrennte CAN- und RS232-Schnittstelle zur Übertragung der Geräteparameter Spannung, Strom, Geräte- und Batterie-Temperatur, Splittingstrom und so weiter zur Verfügung. Hier ist auch erkennbar, dass die geregelte Stromaufteilung auf ± 4 A pro 200 A stimmt im dynamischen und statischen Lastbetrieb. Lastwechsel von 100 Prozent sind erlaubt und die Geräte gelten als nulllaststabil. Ein zusätzlicher unterlagerter Regelkreis regelt den Istwert des Splittingstroms in die Batterie. Dieser ist auf 5 bis 100 A bei Ausgangsströmen bis 800 A über eine Sollwertvorgabe in der Bedienoberfläche einstellbar, damit die Batterie nicht überlastet wird.

Bild 3: Blockschaltung der HBL-Batterieladesysteme.
(Bild: Syko)

Housekeeper

ECK-DATEN

Der geschickte mechanische Aufbau, die Gestaltung der Bauteileanbindung, das Wärmemanagement haben Ladegeräte für erhöhte Anforderungen in Chassismontage entstehen lassen. Diese Ingenieurleistung von Syko verspricht auch die Erfüllung nach noch härteren Anforderungen im mobilen Defencemarkt.

Bei allen Eingangsspannungsbereichen entfällt eine zusätzliche Hilfsspannungsversorgung. Mittels der internen Housekeeper werden alle Spannungsebenen (Leistungshalbleiter, Steuerung, Prozessor, Kommunikation) geordnet und adaptiv versorgt (Bild 3). Eine separate Notstartfunktion aus dem Netz oder der Batterie ist somit durch den Housekeeper gegeben und der Leistungsausgang arbeitet ab 0 V. Somit ist das Laden von sehr großen Kapazitätswerten möglich.

Die Batterie-Ladeschlussspannung ist über Kennlinien abrufbar und entspricht der gemessenen Batterietemperatur. Die Versionen der Serien HBL.S und HBL.H beherrschen Batterienennspannungen von 12 bis 110 V (220 V optional) mit einem aktiven verlustbehafteten Balancing oder mit aktivem Ausgleichsbalancing (induktiv) der Einzelzellen. Über die angepasste Software können verschiedene Batterietypen geladen werden oder der Ausgang kann als Festspannung zum Betreiben von induktiven Lasten ausgeführt werden. Durch die Parallelschaltbarkeit der Geräte ohne externe Entkoppeldioden wird ein Wirkungsgradgewinn von

über 2,5 Prozent erzielt. Die Kaskadierbarkeit von Leistungsstufen, in der jeder Einheit die Masterfunktion zugeordnet werden kann, bringt einen logistischen Vorteil, den Syko in dem hier behandelten Leistungsbereich genutzt hat. Es ist anzunehmen, dass ein 800-A-Lader preiswerter wird als ein 4 x 200-A-Lader.

Hochvolt-Batterielader für den mobilen Markt

Der Kompetenzmarkt der Hochvolt-Batterielader für den mobilen Markt wird von Syko weiter erschlossen. Lithium-Ionen-Akkus und High-Caps können mit absolut der gleichen Schaltungstopologie für Ausgangsspannungen mehr als 600 V intelligent geladen werden. Dabei wird die resonante Potenzialtrennstufe für Spannung und Strom entsprechend den Erfordernissen für Effizienz und EMV durch die Kaskadierung diesen Erfordernissen angepasst und das Lademanagement wird neu entwickelt.

Weiterhin wurden Niedervolt-Batterielader zur Serienreife gebracht, um zum Beispiel ab dem Niedervolt-Bordnetz potenzialgetrennte hoch impulsbelastete Niedervoltbatterien mit Leistungen bis 2 kW und intelligentem Lademanagement (Temperaturführung, Stromsharing, Stromsplitting, adaptive Funktionen) zu laden.

Mit den Zertifizierungen hat Syko dem Markt nun ein breites Standardprogramm zur Verfügung gestellt. Die Nennausgangsspannungen 36, 48, 72, 110 V stehen ab dem 3. Quartal 2017 ebenfalls zur Verfügung.

(jj)

ÜBER DEN AUTOR

Reinhard Kalfhaus

Geschäftsführer der Syko Gesellschaft für Leistungselektronik.

WEITERE INFOS

SYKO Ges.f.Leist.ele.GmbH

Postfach 1001

63527 Mainhausen

Deutschland

[Zum Firmenprofil >](#)