

Ströme bis 150 A bei 1000 V mit Leitern bis 50 mm²

Mit Höchstleistung direkt auf die Leiterplatte

Bei Hochstromanwendungen sieht man sich stets zwei wesentlichen Herausforderungen gegenübergestellt: primär die Frage des effizienten Wärmemanagements und zweitens das optimale Design des stromführenden Systems, sprich des Leiterbahnenlayouts für Daten, Signale und hohe Ströme. Mit der Hochstrom-Leiterplattenklemme LXXX 15.00 von Weidmüller lässt sich nun die Designarbeit wesentlich vereinfachen.

Ein Trend ist unbestritten die steigende Leistungsdichte in der Leistungselektronik, in Verbindung mit einer stark wachsenden Nachfrage nach den darauf basierenden Anwendungen wie z.B. Frequenzumrichter, Servo-Antriebe oder Photovoltaik-Wechselrichter.

Es ist schon bei der Entwicklung erforderlich, die Spezifikationen aller Komponenten konsequent auf jede Phase im Lebenszyklus der Anwendung abzustimmen – von der Konzeption, Gestaltung, Konstruktion, Herstellung über die Installation, den Betrieb und die Wartung bis zur umweltverträglichen Entsorgung.

Die Funktion, der Formfaktor und die Art der Anschlussmethode spielt eine wichtige Rolle, die nicht unterschätzt werden sollte, da diese einen direkten Einfluss auf technische und wirtschaftliche Faktoren der gesamten Applikation hat wie z.B.:

- ▶ die Flexibilität im elektrischen, thermischen und mechanischen Design,
- ▶ der Kostenaufwand in der Produktion, Installation und Wartung,
- ▶ die Kundenzufriedenheit durch Handhabung und Bedienungsfreundlichkeit,
- ▶ die Maschinen- und Anlagenverfügbarkeit als Teil in der Funktions-, Sicherheits- und Übertragungskette,
- ▶ die dauerhafte Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit auch im Grenzbereich,

AUTOREN

Stephan Ruhnau, Product Manager PCB-Components, und Peter Vianen, Marketing Manager PCB-Components bei der Weidmüller Interface GmbH & Co. KG in Detmold.

▶ und nicht zuletzt: Die Sicherheit für Mensch und Maschine.

Bezogen auf Hochstromanwendungen sind zwei wesentliche Herausforderungen, mit denen Elektronikingenieure stets konfrontiert werden, primär die Frage des effizienten Wärmemanagements und zweitens das optimale Design des stromführenden Systems, sprich des Leiterbahnenlayouts für Daten, Signale und hohe Ströme.

In Verbindung mit weiteren Aufgabenstellungen wie wachsende EMV-Anforderungen, den ungebrochenen Trends zu Miniaturisierung, Effizienzsteigerung und die Notwendigkeit permanenter Kostenreduzierung ergibt sich ein anspruchsvoller Balanceakt zwischen verschiedenen technischen Anforderungen plus der wirtschaftlichen Zielvorgaben.

Es muss nicht extra erwähnt werden, dass jedes dieser Themen eine Wissenschaft für sich ist und ein hohes Maß an Fachwissen erfordert. Selbst die stromführenden Elemente eines Gerätes aus der Leistungselektronik, wie die Anschlussleitung, die Leiterbahnen, üblicherweise plus Stromschienen und schließlich die Klemmstellen müssen einzeln und als System betrachtet werden. Durch kontinuierliche Verbesserungen beispielsweise im Leiterplatten-Herstellungsprozess wurde insbesondere die elektrische Leistungsfähigkeit von Hochstromleiterplatten in den letzten Jahren erheblich gesteigert.

Die anhaltende technische Entwicklung – von galvanischen Leiterbahnen mit 35 µm bis 400 µm, ergänzt durch die Iceberg-Technologie über drahtgeschriebene

Leiterplatten bis hin zu integrierten, massiven Kupferschienen – ermöglicht heute Ströme von 800 A und mehr auf einer Hochstrom- oder kombinierten Leiterplatte (Bild 1).

Es ist allerdings eine Sache, Kupferschienen mit Abmessungen von 3 x 15 mm in eine Leiterplatte zu integrieren, und eine andere Sache, ein solches „Powerboard“ mit Leiterquerschnitten von 50 mm² sicher und wirtschaftlich an die Peripherie anzuschließen.

Es ist sicherlich eine Frage der „Time-to-Market“, sich an bewährte Stromschienenkonstruktionen zu halten, aber auch eine Frage der Machbarkeit, die Baugröße eines Gerätes zu reduzieren und gleichzeitig weiterhin die Anforderungen an Bemessungsleistung, Fingersicherheit oder Luft- und Kriechstrecken zu erfüllen.

Es mag eine gängige Lösung sein, große Querschnitte mit Ringkabelschuhen an Gewindestößen anzuschließen, es ist aber

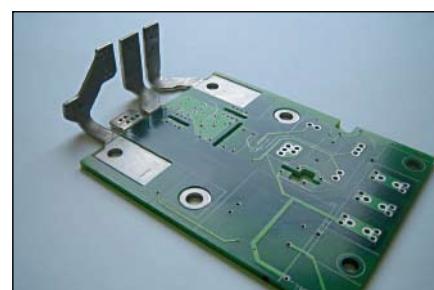


Bild 1: Hochstromleiterplatten-Technologie: Neueste, innovative Produktionsverfahren wie die durch Korsten & Goossens lizenzierte Inlay-Technologie ermöglichen Leiterplatten mit einer Stromtragfähigkeit von 800 A und mehr. (alle Bilder Weidmüller Interface)



all-electronics.de

ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG



Entdecken Sie weitere interessante
Artikel und News zum Thema auf
all-electronics.de!

Hier klicken & informieren!



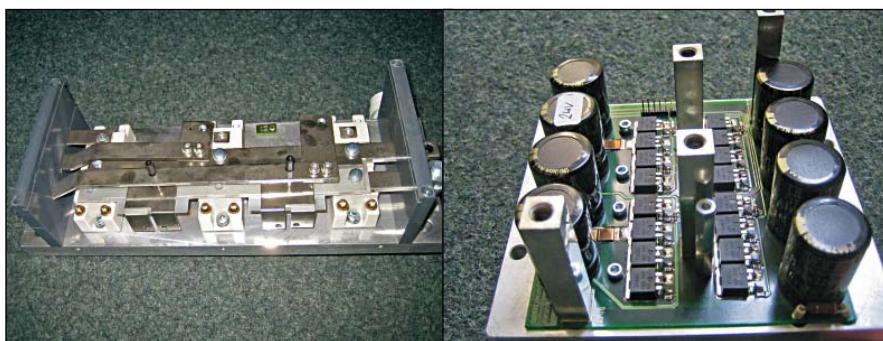


Bild 2: Im Vergleich zur ursprünglichen, umfangreichen Stromschiienkonstruktion des Leistungsblocks (links), zeigt das leiterplattenbasierte Redesign des gesamten Batterie-Ladegerätes (rechts) eine Reihe von Vorteilen, z. B. wesentlich kleinere Abmessungen bei gleichzeitiger Integration von Leistungs- und Steuerungselektronik auf einer einzigen Systemplattform.

auch ein bekanntes Problem, ein defektes Gerät schnellstmöglich auszutauschen, während jede Minute Anlagenstillstand Unmengen an Geld vernichtet. Die wesentlichen Unterschiede zwischen Stromschiienkonstruktionen und Leiterplatten als Systemplattform zeigen sich im direkten Vergleich einer Stromschiienkonstruktion mit dem funktionsgleichen, leiterplattenbasierten Redesign (**Bild 2**). Mit Markteinführung der Hochstrom-Leiterplattenklemme LXXX 15.00 von Weidmüller hat der Entwickler nun die Möglichkeit, umfangreiche, teure Stromschiienkonstruktionen in Anwendungen bis zu 150 A mit einer kompakten, einzigen Komponente zu ersetzen, die einfach und in einem Arbeitsgang im Weltenlötverfahren in den Prozess und auf die Leiterplatte integriert wird und mit dem bewährten Stahlzugbügel für eine schnelle und sichere Verbindung sorgt – ohne Kabelschuhe.

Die Vorteile im Detail

Mit einem bisher konkurrenzlosen Klemmbereich bringt die Hochstrom-Leiterplattenklemme LXXX 15.00 Leiterquerschnitte bis 50 mm²/AWG1 sicher und robust auf die Leiterplatte (**Bild 3**). Der selbsttätig konternde Weidmüller-Stahlzugbügel hat sich schon millionenfach als 100 % wartungsfrei bewährt.

Schutz vor fehlerhaftem Anschluss: Der integrierte Leiter-Untersteckschutz „Wire Guard“ verhindert ein Fehlstecken des Leiters unterhalb des Zugbügels und schützt so vor einer, besonders im Hochstrombereich gefährlichen, Scheinkontaktierung.

Erhöhung der Betriebssicherheit: Neben hohen Umweltstandards erfüllt der halogen- und phosphorfreie Weidmüller-Hochleistungs-Isolierstoff WEMID auch die besonderen Anforderungen, die unweigerlich mit höheren Strömen einhergehen. Mit einem RTI (Relativer Temperatur Index) von 120 °C z. B. übertrifft die LXXX 15.00 die obere Dauergebrauchstemperatur von Standard-PA (100 °C) um +20 K. Die Vorteile: Mehr Leistungsreserven für höchste Sicherheit bei Temperaturschwankungen und Überlast.

Der universelle „Multi-Tool“ Schraubenzopf für Flach- und Kreuzschlitzklingen ermöglicht durch schnelles Ansetzen und starke Kraftübertragung – ob manuell oder mit Power-Tools – auch beim größten Leiter einen dauerhaft sicheren Kontaktdruck.

Die aus Sicht der Komponentenstandards „grenzüberschreitende“ Perspektive in Richtung Anwendungsnormen vereinfacht und verkürzt den Zulassungsprozess der Applikation. Mit erweiterten Luft- und Kriechstrecken in Anlehnung an die Geräte-Norm IEC 61800-5-1 beispielsweise kann die LXXX 15.00 ohne zusätzliche Abdeckung in „Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl“ integriert werden.

Die Optionen und Vorteile bei der Beschriftung: Individuell (direkte Bedruckung), flexible Markierung (Dekafix-Markierungsstreifen) oder kosteneffiziente Beschriftung (Klebestreifen).

Gerade im Leistungsbereich hat eine zuverlässige und sichere Bedienung sowie die Wartung höchste Priorität. Der als Zubehör lieferbare Prüfstecker ermöglicht auch Langzeitmessungen. ►

Auf die Verbindung kommt es an

Die LXXX 15.00 verbindet die bekannte Weidmüller Stahlzugbügel-Anschluss-technologie mit einem kompakten Standard-Gehäuse und ist ein idealer Ersatz für komplexe Stromschienenkonstruktionen oder für Bolzen-Anschlusstechniken. Dadurch kann die Leiterplatte nun auch für leistungsstärkere Hochstrom-Anwendungen als integrierte, durchgängige System-Plattform eingesetzt werden.

Um die hohen Leistungen und die damit verbundenen Leiterquerschnitte dauerhaft sicher auf die Leiterplatte zu bringen, ist allerdings mehr Erfahrung und Kompetenz erforderlich, als das Erfüllen der Klemmenspezifikation und Komponenten-Normen. Angesichts fingerdicker Anschlussleitungen ist es wesentlich, aber offensichtlich, dass die Lötstellen und die gesamte Leiterplatte wirksam gegen mechanische Belastung geschützt werden müssen, aber es ist noch wichtiger, Übertemperaturen weitestgehend zu minimieren. Es ist sogar eine Frage der Zuverlässigkeit und der Lebensdauer. Die so genannte Arrhenius-Formel beschreibt die Abhängigkeit von Temperatur zur Lebensdauer und weist nach, dass jeder Temperaturanstieg von 10°C die gesamte Lebensdauer einer Baugruppe um 50 % reduziert. Anders gesagt,



Bild 3: Mit dem etablierten Printklemmen-Design in bewährter Blockbauart ersetzt die Weidmüller Hochstrom-Leiterplattenklemme LXXX 15.00 umfangreiche, teure Stromschienenkonstruktionen in Applikationen bis zu 150 A.

ein Gerät, das im Nennbetrieb einen maximalen Temperaturanstieg von 30 K verursacht, weist die doppelte Lebensdauer und Zuverlässigkeit auf, im Vergleich zur gleichen Applikation, die unter gleichen Bedingungen aufgrund z. B. ungünstiger thermischer Auslegung 40 K Temperaturanstieg ausgesetzt ist.

Weitere Ursachen für Temperaturanstieg

Je höher der Strom, desto größer ist die Wirkung von einfachen Einflussfaktoren wie die konstruktiven Merkmale des gesamten stromführenden Systems, z. B. die Größe der Oberfläche, Querschnitt und der Abstand der Leiterbahnen oder auch das Pin-Layout, Form und Design der

Stromschienen sowie das Material der Leiterplatten-Anschlussklemme.

Nicht zu vernachlässigen ist aufgrund der großen Masse von Hochleistungsbauteilen und -Leiterplatten auch die starke Abhängigkeit der Lötqualität vom optimalen Pin-Design und angewendeten Lötprofil. Die unterschiedliche Temperaturverteilung eines Systems kann mit einer Wärmebildkamera leicht ermittelt und als Bild dargestellt werden (Bild 4). Der Aufbau der im Bild dargestellten Testplatine entspricht den Anforderungen der EN 61984 und besteht aus einer Hochstrom-Leiterplatte mit Kupfer-Inlay-Technologie von Korsten & Goossens (4 Leiterbahnen mit den Abmessungen $3 \times 15 \text{ mm} = 45 \text{ mm}^2$ Querschnitt) sowie 2 Stück Hochstrom-Leiterplattenklemmen LXXX 15.00 von Weidmüller plus Standard-Einzelleiter H07V-K 50 mm 2 .

Im Zusammenhang mit der Wärmebildanalyse muss man sich des physikalischen Phänomens bewusst sein, dass die Stellen mit der höchsten Temperatur nicht zwangsläufig die Quellen der Erwärmung sind. Letztlich bestimmt die Masse des wärmeleitenden Materials und die Wärmeleitfähigkeit zwischen dessen Oberfläche und der Umgebung das relative Temperaturgefälle bzw. das Entwärmungsvermögen die gemessene Temperaturverteilung an jedem einzelnen Punkt des Systems. Mit Hilfe der FEM-Verfahrens kann die Temperaturverteilung in einem System auch schon im Vorfeld recht realitätsnah simuliert werden.

Wenn also auf dem Thermografiebild die höchste Temperaturabstrahlung z. B. an der Leiterplattenklemme gezeigt wird, heißt das nicht, dass die jeweilige Komponente das Problem verursacht, sondern einfach, dass dieser Teil des gesamten Systems aufgrund seiner Masse und Oberfläche des Zugbügels, der massiven Stromschiene und der angeschlossenen Leitung nur die beste Wärmesenke darstellt, wo die Wärme aus dem System abgeleitet wird, die in unterdimensionierten Leiterbahnen oder an schlechten Lötverbindungen entsteht. (jj)

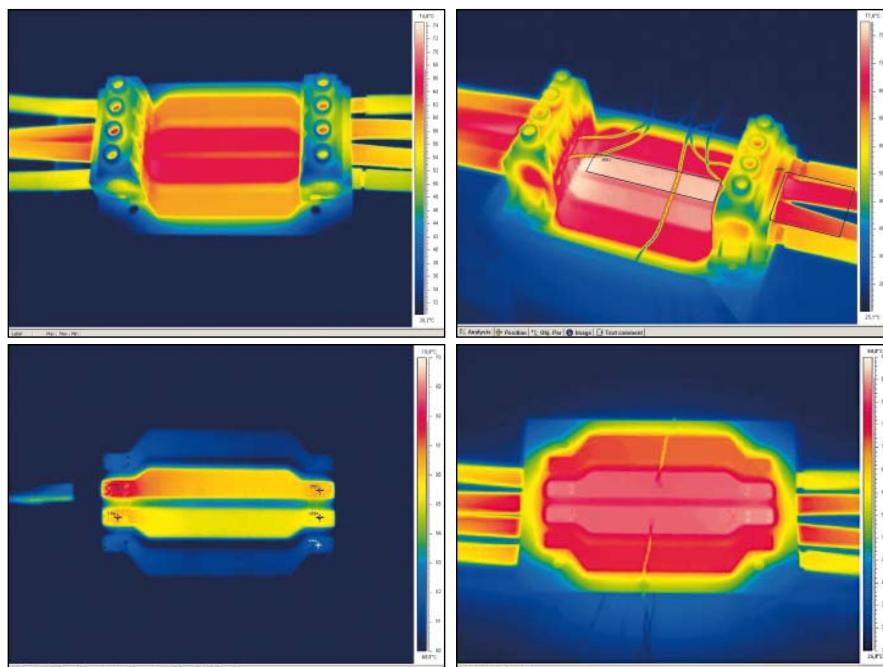


Bild 4: Die Thermografieaufnahmen auf der linken Seite (mit einwandfreier Lötverbindung) zeigen eine deutlich niedrigere Temperatur auf der Ober- und Unterseite des Testboards als auf den Bildern rechts.