

PCB-Strommessung neu denken

Für die Erfassung der Stromstärke können Entwickler auf verschiedene Prinzipien zurückgreifen

Für die Strommessung gibt es verschiedene Methoden. Die gängigsten sind die Messung über Shunt-Widerstände oder Magnetsensoren, wobei Ihr Einsatz von der Art der Anwendung abhängt. Fällt die Wahl auf einen Magnetsensor gibt es verschiedene Varianten mit unterschiedlichen Eigenschaften, die es zu berücksichtigen gibt.

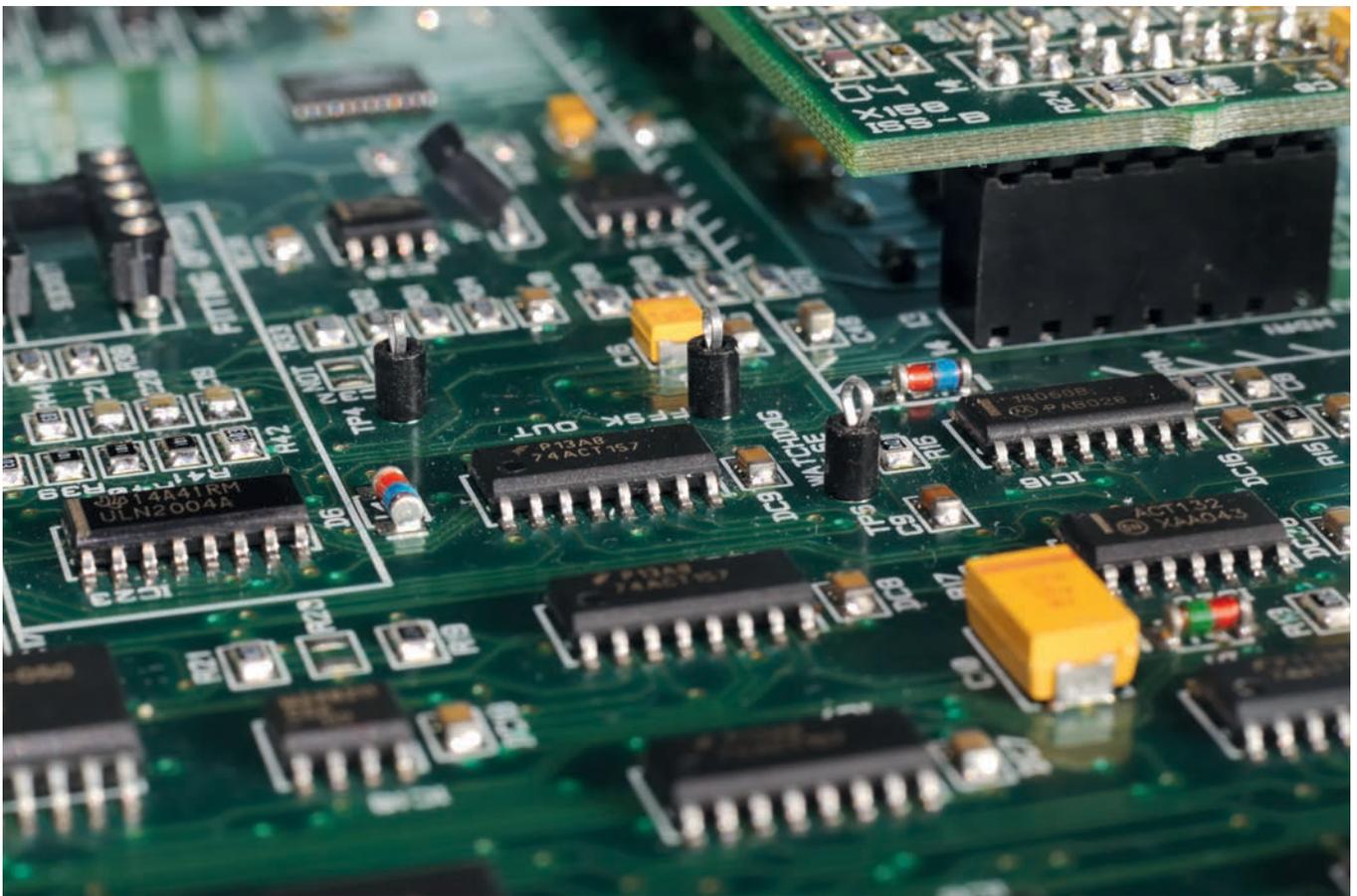


Bild: © iStockphoto.com - snc43abhe.com

In allen Branchen – von erneuerbaren Energien über Motorantriebe bis hin zu Elektrofahrzeugen – erwarten die Beteiligten von elektronischen Baugruppen, dass sie immer kleiner, effizienter und kostengünstiger werden. Damit wird das Leiterplatten-/PCB-Design immer komplexer und zwingt Entwickler dazu, neue Lösungen zu finden. Da all diese Lösungen eine Stromversorgung benötigen, müssen Strom (I) und Spannung (U) erfasst werden und sind in diesen Anwendungen von entscheidender Bedeutung. Denn eine genaue Strommessung macht das Steuern, Schützen und Überwachen auf verschiedenen Systemebenen erst möglich.

Außerdem fordern elektronische Geräte in verschiedenen Branchen eine immer höhere Stromdichte, um die Gesamteffizienz zu erhöhen. So nehmen in Anwendungen mit Leistungswandlern (DC/DC-Wandler und On-Board-Ladegeräte) die Stromdichten aufgrund des zunehmenden Einsatzes von Transistoren mit großer Bandlücke (WBG; Wide-Bandgap) wie Siliziumkarbid (SiC) rapide zu, um eine Miniaturisierung der Schaltung zu ermöglichen und den Gesamtwirkungsgrad des Systems zu verbessern. Stromsensoren in diesen Anwendungen sind dann idealerweise kompakt, effizient und genau – und bieten eine hohe Bandbreite, um die sehr schnellen

Stromsignale zu erfassen, die diese schnell schaltenden Transistoren erzeugen.

Bei der Wahl des richtigen Stromsensors für PCB-Designs wird die Strombelastbarkeit immer wichtiger. Strommessungen in Leiterplatten sind aufgrund wärmetechnischer Einschränkungen innerhalb der Leiterplatte häufig auf 100 A begrenzt. Um mehr als 100 A messen zu können, ist eine komplexe Lösung erforderlich, mit der sich die Baugröße und die Kosten erhöhen können. Die zuverlässige Messung von Leiterplattenströmen über 100 A bietet jedoch auch Vorteile wie Effizienzverbesserungen und Kostensenkungen auf Systemebene.

Zwei heute gebräuchliche Strommessmethoden sind Shunt-Widerstände und Magnetsensoren. Beide Lösungen verwenden die Spannung, die entweder an einem niederohmigen Widerstand (Shunt) oder einem magnetischen Sensor über etwa den Hall-Effekt mit integriertem Leiter erzeugt wird, um daraus den Stromwert abzuleiten. Während Shunt-Messungen meist eine sehr gute Auflösung und Genauigkeit bieten, sind sie nicht sonderlich energieeffizient. Das liegt an ihren ohmschen Verlusten und ihren komplexeren Layouts, was mit dem Anschluss des Shunts und der Änderung des Lötwidestands über der Lebensdauer zusammenhängt.

Dahingegen weisen gängige Magnetsensoren diese Einschränkungen nicht auf, da sie eigenständige integrierte Lösungen (ICs) sind, die aufgrund ihrer sehr geringen ohmschen Verluste und ihrer kompakten Größe PCB-Strommessungen bis 600 A ermöglichen. Auch bei dieser Lösung gibt es noch Unterschiede wie etwa ein nahezu verlustfreier Hall-Sensor mit integriertem Leiter oder ein nicht-invasiver, eigenständiger, kernloser und abschirmungsfreier differenzieller Hall-Sensor.

Strommessung mit Hallensoren mit integriertem Leiter

Für Magnetsensoren bietet Allegro Microsystems eine Reihe hochintegrierter Stromsensor-ICs mit geringem Widerstand und unterschiedlicher Strom- und Spannungsbelastbarkeit. Derzeitige Shunt-Lösungen erfordern ein komplexes Layout und aufwändige Schalt-

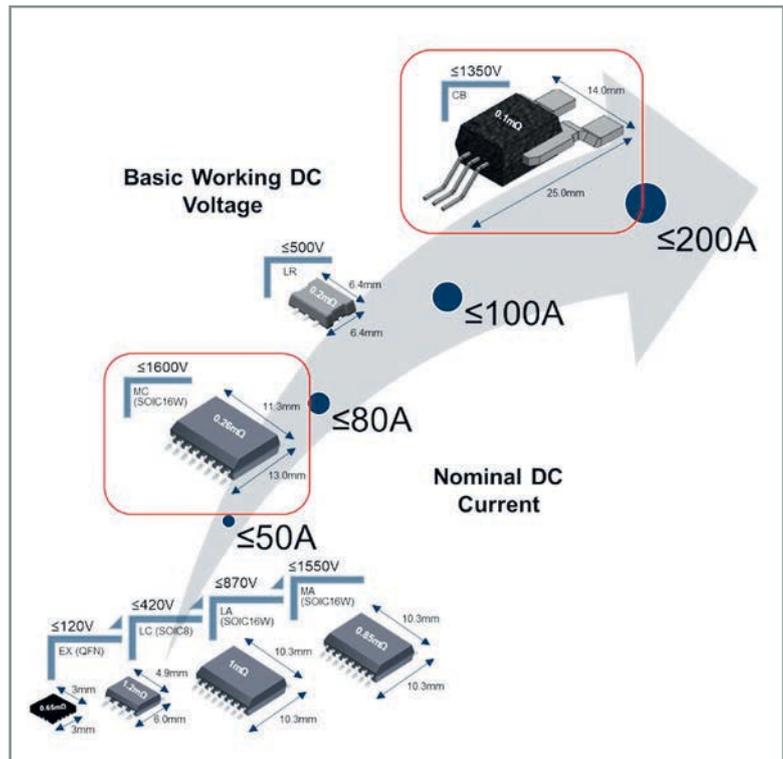


Bild 1: Allegros Stromsensor-ICs mit integriertem Leiter.

kreise, um hohe Strom- und Spannungspegel zu erreichen und weisen einen höheren Widerstand auf. Im Gegensatz dazu unterscheiden sich die Stromsensoren von Allegro durch ihre kompakte Größe und einfache Handhabung (Bild 1).

Für die Strommessung bietet Allegro unter anderen zwei SMD-Gehäuse für Stromsensoren, die Ströme bis 500 A messen können. Das erste ist ein modularisiertes, kundenspezifisches Gehäuse, das Ströme bis 500 A mit einem Widerstand von bis zu 100 $\mu\Omega$ messen kann und eine Arbeitsspannung von 1350 V bietet. Dieses CB genannte Gehäuse enthält einen ferromagnetischen Konzentrador, der das Magnetfeld vom stromführenden Kupferbügel in die empfindliche Ebene des Hall-Elements lenkt. Der durch den Kupferbügel fließende Strom erzeugt ein Magnetfeld, das ein Konzentrador in den IC leitet. Über die Signalpins am vergossenen Gehäuse erfolgt der Anschluss an externe Schaltkreise. Die Beschaffenheit der auf dem Hall-Effekt basierenden Stromsensoren sorgt für eine Eigenisolation, da der stromführende Kupferbügel nicht elektrisch mit dem IC verbunden sein muss. Die Kunststoff-Vergussmasse des CB-Gehäuses isoliert auch den IC und die Signalpins von dem Kupferbügel. Das Gehäuse ist gemäß UL 60950 zertifiziert.

Dieses Gehäuse ist beispielsweise eine Lösung für dicht bestückte Leiterplatten. Anwender können damit die Gesamtgröße ihres Designs mit einem einfach handhabbaren Stromsensor verkleinern – verglichen zu anderen sperrigeren und komplizierteren Lösungen wie Shunts oder größeren Modulen. Ein alternatives Gehäuse mit hoher Stromdichte sind Allegros 6,4 × 6,4 mm² große und kundenspezifische

Eck-DATEN

Immer höhere Anforderungen in den elektronischen Geräten verlangen auch bei der Strommessung kleinere und günstigere Lösungen, ohne dabei auf Präzision oder Leistung verzichten zu müssen. Obwohl die Strommessung mit Sensoren nur eine mögliche Variante ist, bietet sie Entwicklern Flexibilität bei Größe, Präzision und Messprinzip. Beispielsweise ist die Messung mit einem Hall-Sensoren mit integriertem Leiter oder mit kernlosen Stromsensoren möglich. Beide Varianten bringen Vor- und Nachteile mit sich – abhängig von der Anwendung.

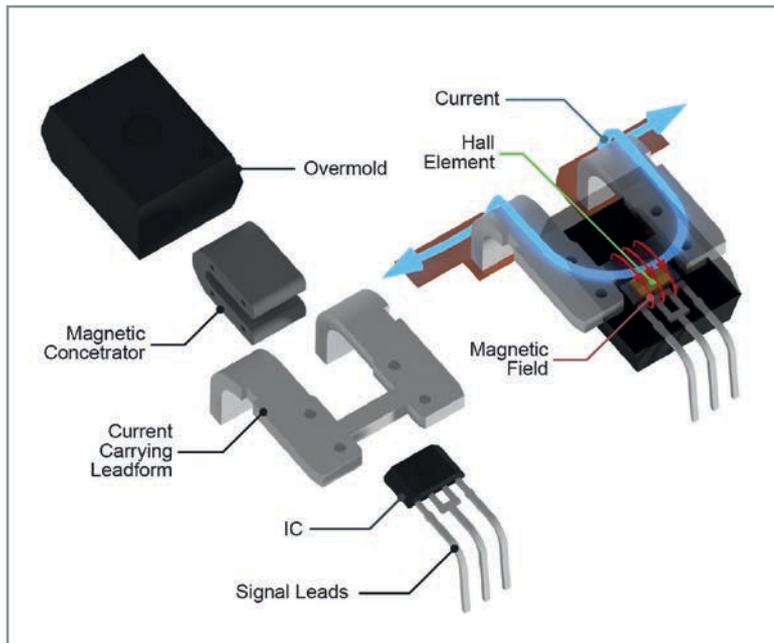


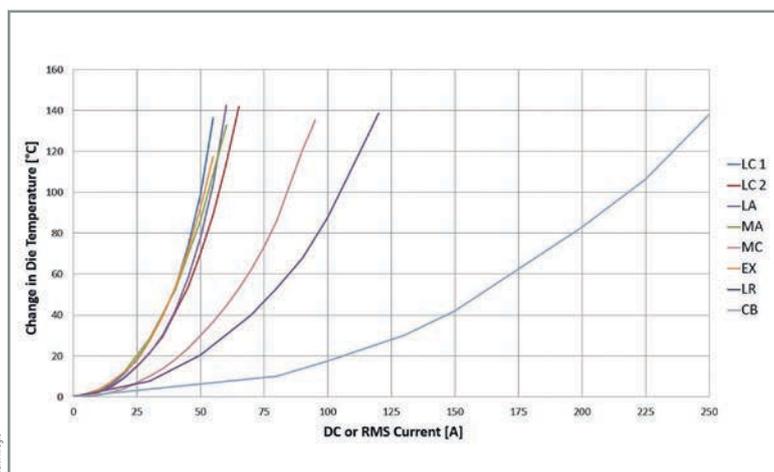
Bild 2: Interner Aufbau des CB-Gehäuses.

LR-Gehäuse, das bis zu 500 VDC Arbeitsspannung und mehr als 100 A Strom verarbeiten kann. Ein drittes Angebot ist das kundenspezifische SOIC16W-MC-Gehäuse mit einem dicken Leadframe, das mehr als 80 A Strom erlaubt und eine Basis-Isolationsspannung von 1600 V bietet. Bild 3 beschreibt den Temperaturanstieg der verschiedenen Gehäuse bei unterschiedlichen Dauerstromstärken.

Mit kernlosen und nicht-invasiven Stromsensoren

Für Anwendungen, die nicht-invasive Lösungen mit hoher Stromdichte erfordern, bietet Allegro eine Serie kernloser Stromsensoren an, den ACS37612. Mit diesen eigenständigen Stromsensoren können Entwickler die (Eisen-)Kerne und Abschirmungen aus ihren Designs entfernen. Die Sensoren messen Ströme bis 600 A, die durch eine Leiterplatte fließen, mit einer Genauigkeit von einem Prozent. Die zur Messung des Magnetfelds verwendeten differentiellen Hall-Elemente bieten eine hohe Immunität

Bild 3: Temperaturanstieg bei Gehäusen mit integriertem Leiter im Vergleich zum angelegten Gleichstrom



Bilder: Allegro

gegen magnetische Streufelder, ohne dass eine Abschirmung erforderlich ist. Dadurch verringert sich die Baugröße, ebenso wie die Stückliste.

Eine Anwendung dafür ist beispielsweise ein Traktionswechselrichter in Elektrofahrzeugen. Während der Beschleunigung fließen Hunderte von Ampere durch den Wechselrichter des Fahrmotors. Eine genaue Messung derart hoher Ströme ist für einen sicheren Betrieb unerlässlich. Entwickler haben sich bei solchen Messungen bisher auf einen laminierten Kern mit niedriger Hysterese verlassen. Je nach Anzahl der Phasen im Motor kommen in solchen Anwendungen drei bis sechs Kerne zum Einsatz.

Der Systemkopplungsfaktor, der den Stromdynamikbereich bestimmt, wird durch die Empfindlichkeitsstufe des ACS37612 und die PCB-Leiterbahn bestimmt. Die erforderliche Änderung der stromführenden Leiterbahnen fügt einen sehr kleinen Widerstand (rund $50 \mu\Omega$) hinzu. Dies bietet Entwicklern mehr Flexibilität bei der Fertigung und die Möglichkeit, den Strommessbereich in jeder Entwicklungsphase zu erhöhen.

Durch den Verzicht auf die Kerne beim ACS37612 können Hersteller den Platzbedarf und das Gewicht der Wechselrichter reduzieren und so den Wirkungsgrad des Elektrofahrzeugs erhöhen. Dieser nicht-invasive, kontaktlose Stromsensor verbessert den thermischen Wirkungsgrad im Vergleich zu Shunt-Lösungen erheblich, und eignet sich daher ideal, um den Energieverbrauch in 48V-Elektromotor-Plattformen und Hochspannungsumrichtern zu verringern.

Fazit

Mit der Weiterentwicklung elektronischer Systeme gewinnen effiziente PCB-Stromsensoren für hohe Ströme aufgrund ihrer entscheidenden Rolle, die Strommessung durchzuführen, immer mehr an Bedeutung. Mit SMD-Stromsensor-ICs erfüllt Allegro die Anforderungen des Marktes in Bezug auf die Strom- und Spannungsisolierung. Noch mehr Flexibilität bieten die kernlosen Stromsensoren von Allegro, die eine eigenständige, verlustfreie, nicht-invasive Strommessung ermöglichen. (prm) ■

Autoren

Motaz Khader
Strategic Marketing Manager,
Bereich Current Sensors,
bei Allegro Microsystems



all-electronics.de
infoDIREKT

910ei0420