

Grundlegende Methoden der Strommessung



Bild 1: Hioki-Stromastkopf an einem Memory-Rekorder

Die häufigste Messgröße in der Elektrotechnik ist sicherlich die Spannung. In manchen Fällen ist es aber auch notwendig, den Strom zu messen. Dazu gehört zum Beispiel die Qualitätskontrolle bei der Produktentwicklung, die vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance) zur Überprüfung des Zustands in Betrieb befindlicher elektronischer Geräte, aber auch die ganz prinzipielle Feststellung, ob Strom fließt, wenn elektronische Geräte nicht funktionieren oder ausfallen. Strom kann mit einer Vielzahl von Messgeräten gemessen werden, darunter Digital-Multimeter (DMM), Stromsonden/Stromzangen sowie Zangenmessgeräte.

Strommessung per Multimeter

Digitalmultimeter messen als Basisgröße zunächst einmal die Spannung. Nach dem ohmschen Gesetz

$$\text{Widerstand} = \text{Spannung} / \text{Strom} \quad (R = U / I)$$

kann der elektrische Widerstand ermittelt werden, indem man an diesen Widerstand einen bekannten Strom anlegt und die Spannung misst. Dazu haben Digital-Multimeter für die Widerstandsmessung eine DC-Konstantstromquelle. Für die Strommessung hingegen wird die Spannung über einem eingebaute und damit in seiner Größe bekannten Messwiderstand gemessen und daraus der Strom ermittelt. Dieser Messwiderstand bzw. das Multimeter muss dazu in Reihe in den

Stromkreis geschaltet werden. Der Stromkreis muss also geöffnet und über das DMM wieder geschlossen werden. Das ist nicht immer möglich, zum Beispiel wenn dafür eine ganze Anlage abgeschaltet werden müsste oder eine Leitung gar nicht geöffnet werden kann. Je nach Anwendung könnte diese Vorgehensweise auch zu gefährlich sein.

Strommessung per Stromsonde

Mit Stromsonden, die an einem Oszilloskop, Speicherrekorder oder DMM verwendet werden, ist eine Strommessung vor Ort im Feld möglich, ohne den Stromkreis zu öffnen. Das Prinzip der Stromsonde ist die Bestimmung der elektrischen Stromstärke in einem Leiter indirekt anhand des ihn umgebenden Magnetfeldes. Wechselstromsonden arbeiten dabei nach dem Transformator-Prinzip: Sie haben einen festen oder teilbaren Eisenkern, der um den Leiter geschlossen wird und den Trafokern darstellt. Der zu messende Leiter bildet die Primärwicklung, eine Spule in der Stromsonde die Sekundärwicklung. Fließt nun Strom durch den Leiter, erzeugt er ein Magnetfeld/Wechselfeld. Die Stromsonde misst dieses Feld und wandelt es in Spannung um, die das Messgerät messen, darstellen und auswerten kann. Vorteil: Der Stromkreis muss nicht geöffnet werden, die Messung ist berührungslos, potenzialfrei und oft genauer als mit einem Multimeter. Es wird jedoch ein zusätzliches Messgerät – Oszilloskop, Rekorder, Multimeter – benötigt. Die Bilder 2a - d zeigen verschiedene Bauformen von Stromsonden als Stromastkopf, klassische Stromzange, mit flexibler Schleife oder als Durchsteckwandler.

Anwendungsspezifische Stromsonden

Stromsonden werden je nach Anwendung nur für Wechselstrom oder sowohl für Wechsel- als auch Gleichstrom angeboten. Allerdings können Gleichstromzangen nicht nach dem Transformatorprinzip realisiert werden, da beim Gleichstrom keine Wechselfelder auftreten. Hier wird die Stromwandler-Methode mit einem Hall-Element kombiniert, so dass sowohl Wech-

sel- als auch Gleichstrom gemessen werden kann.

Bauformen

Zu den verschiedenen Bauformen gehören der Stromastkopf (Current Probe), die Stromzange (Current Clamp/Clamp-on Sensor), Sonden mit flexibler Schleife, das Stromzangen-Messgerät und der Durchsteck-Stromwandler. Das grundsätzliche Prinzip ist das gleiche, die Einsatzbereiche jedoch sind unterschiedlich (Bild 2a - c): Stromastköpfe (Bild 2a) sind für die Beobachtung von Wellenformen eines Stromsignals konzipiert. Sie sind zum Teil hochempfindlich und werden an ein Oszilloskop oder einen Rekorder angeschlossen. Stromzangen (Bild 2b) haben meist größere Zangenöffnungen, sind somit auch für größere Leitungsquerschnitte/Bündel geeignet und dienen zur Beobachtung von Pegeln und Langzeitmessungen. Für schwer erreichbare Stellen oder sehr große Leitungsquerschnitte oder Leitungsbündel bietet die Bauform mit flexibler Schleife (Bild 2c) Vorteile. AC/DC-Durchsteckwandler (Bild 2d) werden häufig in der Entwicklung, im EMV- und Pre-Compliance-Bereich und für Messungen im Stromnetz eingesetzt. Sie haben eine für höheres Spannungsniveau taugliche Isolation und oft eine auch fest montierbare Bauform.

Vollständiges Messgerät

Während die Stromsonden an ein Messgerät angeschlossen werden müssen (sie sind sozusagen ein ergänzendes „Zubehör“ zu einem Oszilloskop, DMM oder Rekorder), hat das Stromzangen-Messgerät selbst ein Display und kann Messwerte direkt anzeigen, ist also ein vollständiges Messgerät (je nach Ausführung bis hin zum kompletten DMM). Das grundsätzliche Arbeitsprinzip ist das gleiche, wie bei den Stromsensoren.

Zwei Arten von Zangenmessgeräten

Man unterscheidet in der praktischen Ausführung im Wesentlichen zwei Arten von Zangenmessgeräten: Modelle für die Messung des Laststroms und Modelle

Autor:
Ernst Bratz
Meilhaus Electronic
www.meilhaus.de

nach Unterlagen der Firma Hioki
www.hioki.com



Bild 2a: Stromsonden als Stromtastkopf



Bild 2b: klassische Stromzange

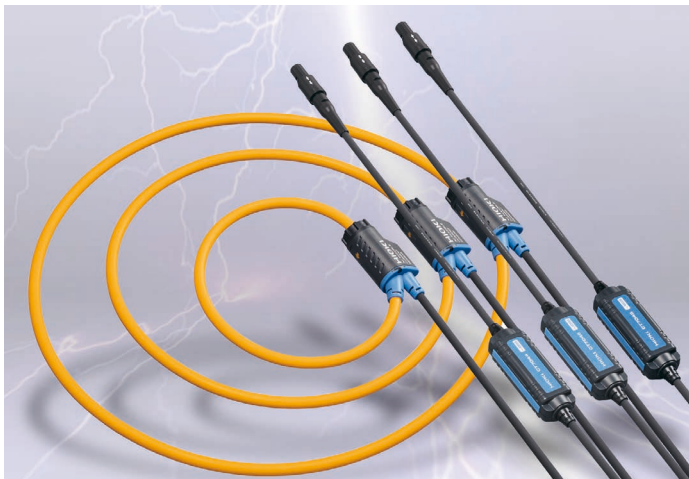


Bild 2c: Stromsonden mit flexibler Schleife



Bild 2d: Stromsensor

zur Messung von Ableit-/Leckströmen. Die Geräte lassen sich noch nach weiteren Unterschieden klassifizieren, zum Beispiel danach, ob sie Gleichstrom (DC) oder Wechselstrom (AC) messen und ob sie die Mittelwertgleichrichtung oder die Effektivwertmethode verwenden. Einige neuere Zangenmessgeräte können sowohl Last- als auch Leckstrom messen.

Wie verwendet man eine Stromsonde?

Der Einsatz einer Stromsonde am Beispiel einer Stromzange oder eines Stromtastkopfes ist recht einfach und intuitiv. Sie wird über den zu untersuchenden Leiter „geklemmt“ und zum Beispiel über BNC an das Oszilloskop oder den Speicherrekorder angeschlossen. Einige Modelle verfügen über zusätzliche Funktionen, die die Messung effizienter machen. Dazu gehören die automatische Nullstellung und Entma-

gnetisierung, die durch Drücken und Halten einer Taste durchgeführt werden können. Zu den Stromsonden, die für die Verwendung mit Oszilloskopen konzipiert sind, zählen auch AC/DC-Stromsensoren mit Nullflussmethode, die ein Hall-Element zur Stromerkennung verwenden. Ist die Stromwandler-Methode mit einem Hall-Element kombiniert, kann sowohl Gleich- als auch Wechselstrom gemessen werden. Daneben bietet diese Art von Stromsonde eine hervorragende Linearität, die nicht durch die magnetischen B-H-Eigenschaften eines Magnetkerns beeinflusst wird. Außerdem arbeiten sie in einem breiten Frequenzband mit hohem S/N-Verhältnis. Da es kein Erregerstromrauschen gibt, ist das Gesamttrauschen während der Messung sehr gering.

Für große Ströme

Einige Stromzangen sind für die Messung von Schaltkreisen mit

großen Strömen ausgelegt, während andere extrem kleine Ströme mit einem hohen Maß an Präzision messen können. Allerdings kommt es häufig vor, dass die Kurvenformen von zu kleinen Strömen durch Rauschen verdeckt werden. In solchen Fällen kann es auch Abhilfe schaffen, das zu messende Stromkabel mehrmals um den Messkern zu wickeln. Die Größe der angezeigten Wellenform nimmt proportional zur Anzahl der Schleifen zu und bietet so eine Möglichkeit, solche Ströme zuverlässiger zu messen.

Große Auswahl

Hioki bietet ein umfangreiches Spektrum an Stromsonden in verschiedenen Bauformen an (erhältlich beim deutschen Distributor Meilhaus Electronic). Um für eine Anwendung die passende Sonde zu finden, müssen die Anforderungen sehr genau betrachtet werden. So zeichnen sich, um nur ein Beispiel zu

nennen, Instrumente zur Beobachtung von Signal-Wellenformen (wie Oszilloskope) durch ihr breites Frequenzband aus. Sowohl Tastköpfe als auch Sensoren haben Amplituden- und Phasengenauigkeitswerte, die durch das Frequenzband definiert sind und müssen daher passend zum Messgerät gewählt werden. Wichtig für die praktische Anwendung sind natürlich auch rein mechanische Eigenschaften wie die Größe der Zangenöffnung und Durchmesser.

Anwendungsbereiche

Zu den typischen Anwendungen von Stromsonden gehören Stromverbrauchsmessung für Geräte mit niedrigem Energieverbrauch, Bewertung von Hochgeschwindigkeits-Schaltgeräten, Messung der Stromaufnahme von Kfz-Elektrogeräten und Steuergeräten sowie die umfassende Bewertung von Umrichtermotoren und vieles mehr. ◀