

Sind Sie sicher, dass Ihre Messwerte stimmen?

Richtig messen mit Echteffektiv-Messgeräten

Den elektrischen Strom in modernen Industriebetrieben und Büros genau zu messen, ist nicht so einfach, wie es vielleicht den Anschein haben mag. Immer mehr Personal Computer, Motorantriebe mit regelbarer Drehzahl und andere Vorrichtungen, die keinen konstanten Strom verbrauchen, sondern den Strom in kurzen Impulsen ziehen, finden Eingang in unsere Arbeitsumgebung. Geräte wie diese können dazu führen, dass herkömmliche, mittelwertbildende Messgeräte Werte anzeigen, die nicht genau stimmen.

Mittelwert-Messgeräte
 Wenn man von Wechselstromwerten spricht, meint man normalerweise den Effektivwert des Stroms. Dieser Wert entspricht einem Gleichstrom, der die gleiche

dem Effektivwert einer reinen Sinuswelle dar. Wenn die Signalform jedoch nicht vollständig sinusförmig verläuft, gilt dieser Zusammenhang nicht mehr. Aus diesem Grunde liefern Mittelwert-erfassende Messgeräte oft fehlerhafte Ergebnisse, wenn hiermit Ströme in modernen Energiesystemen gemessen werden.

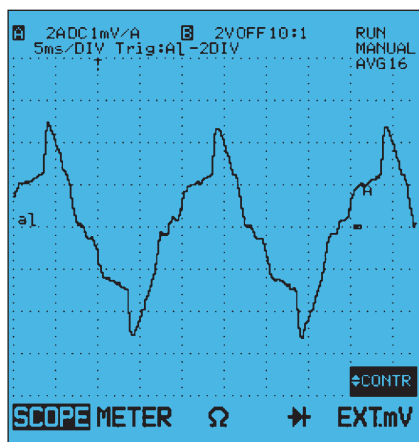
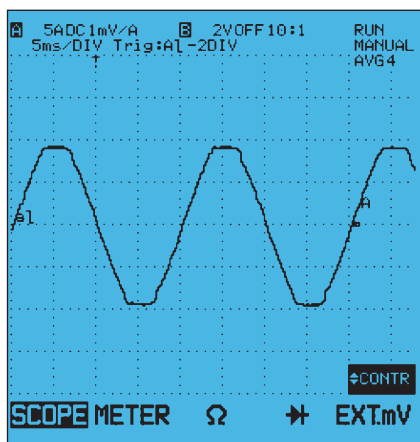


Abb. 1 Strom-Signalform einer linearen Last.

Abb. 2 Strom-Signalform einer nicht-linearen Last.

Lineare und nicht-lineare Lasten

Lineare Lasten - die nur aus Widerständen, Spulen und Kondensatoren bestehen - ziehen immer einen sinusförmigen Strom, so dass es hier keine Probleme bei der Messung gibt (siehe Abb. 1). Nicht-lineare Lasten aber, zum Beispiel Motorantriebe mit regelbarer Drehzahl und Stromversorgungen für Bürogeräte, ziehen Strom mit verzerrter Signalform (siehe Abb. 2). Wenn der Effektivwert dieser verzerrten Ströme mit einem Mittelwert-Multimeter gemessen wird, erhält man Messergebnisse, die bis zu 50% zu niedrig sein können (siehe Abb. 3) - und Sie wundern sich dann, warum Ihre 16-A-Sicherung ständig auslöst, wo doch der Strom laut Ihrem Messgerät nur 10 A beträgt.

Messgerätetyp	Meßschaltung	Anzeige bei reinem Sinussignal	Anzeige bei Rechtecksignal	Anzeige bei verzerrter Signalform
Mittelwert-Messgerät	Multipliziert gleichgerichteten Mittelwert mit 1,1	Korrekt	10% zu hoch	Bis zu 50% zu niedrig
Echtheffektivwert-Messgerät	Effektivwert-Konverter berechnet den Heizwert	Korrekt	Korrekt	Korrekt

Abb. 3 Vergleich von Mittelwert- und Echtheffektivwert-Messgeräten.

Heizleistung aufweist wie der gemessene Wechselstrom. Die gängigste Methode zur Messung dieses Effektivwertes mit einem Multimeter besteht darin, den Wechselstrom gleichzurichten, den Mittelwert dieses gleichgerichteten Signals zu bestimmen und dann das Ergebnis mit dem Faktor 1,1 zu multiplizieren. Dieser Faktor stellt das konstante Verhältnis zwischen dem Mittelwert und

Echtheffektivwert

Um einen Strom mit verzerrter Signalform zu messen, könnten Sie zuerst die Signalform, z.B. mit einem Oszilloskop überprüfen und nur dann ein Mittelwert-Multimeter verwenden, wenn die Signalform vollkommen sinusförmig verläuft. Alternativ können Sie aber auch jegliches Risiko von vornherein ausschließen, indem Sie immer ein Echtheffektivwert-Multimeter benutzen. Ein modernes Echtheffektivwert-Multimeter arbeitet mit einem elektronischen Messverfahren, daß Ihnen den tatsächlichen, effektiven Wert eines Wechselstroms anzeigt, und zwar unabhängig davon, ob die Signalform des Stroms vollkommen sinusförmig oder verzerrt ist.

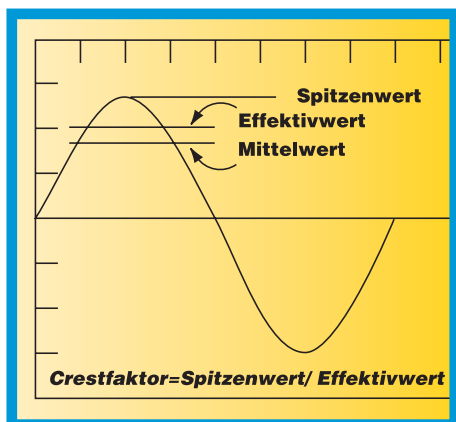


Abb. 4 Messgeräte, die zur Messung des Wechselstroms den Mittelwert erfassen, messen den Mittelwert des gleichgerichteten Signals und multiplizieren diesen mit einem konstanten Faktor, um den "Effektivwert" zu erhalten.

Crestfaktor

Einer der Parameter, der bei der Auswahl eines Echteffektivwert-Multimeters berücksichtigt werden sollte, ist der Crestfaktor. Der Crestfaktor gibt an, wie stark die Signalform verzerrt ist. Er wird errechnet, indem man den Spitzenwert des Stroms durch den Echteffektivwert teilt (siehe Abb. 4). Bei einem idealen Sinussignal beträgt der Crestfaktor 1,414, und je stärker das Signal verzerrt wird, desto größer wird der Faktor aufgrund der immer größeren Spitzenwerte, wie in Abbildung 5 dargestellt. Das bedeutet, dass ein Echteffektivwert-Multimeter mit einem Crestfaktor von 1,5 Ihnen bei verzerrten Signalformen immer noch fehlerhafte Messergebnisse liefert und nur für die Messung von fast sinusförmigen Signalen geeignet ist. Für die meisten Messungen an Energiesystemen ist ein Crestfaktor von 3 mehr als ausreichend.

Bandbreite

Eine weitere wichtige Spezifikation, die in engem Zusammenhang mit dem Crestfaktor steht, ist die Bandbreite des Multimeters. Die Bandbreite bezieht sich auf denjenigen Frequenzbereich des Stroms, in dem das Messgerät genaue Messungen durchführen kann. Vielleicht sind Sie der Meinung, dass Sie nur die 50-Hz-Frequenz von Energiesystemen zu messen brauchen. Wenn Sie aber

eine verzerrte Signalform mit einem Frequenzanalysator untersuchen, werden Sie sehen, dass sie sich eigentlich aus der Grundschwingung von 50 Hz und mehreren anderen kleineren Sinuswellen mit Frequenzen zusammensetzt, die ein Vielfaches der 50-Hz-Grundfrequenz sind. Die in Abbildung 6 dargestellte Signalform des PC-Stroms enthält zum Beispiel 150-Hz-, 250-Hz- und 350-Hz-Komponenten. Würde man dieses verzerrte Signal mit einem Echteffektivwert-Multimeter mit einer Bandbreite von nur 50 Hz messen, erhielte man die gleichen fehlerhaften Messergebnisse wie mit einem Mittelwert-Multimeter, weil das Messgerät nicht in der Lage ist, die Signale mit höheren Frequenzen zu messen. Für die genaue Messung von verzerrten Signalformen in den meisten kommerziellen und industriellen Energiesystemen reicht normalerweise ein Multimeter mit einer Bandbreite von 1 kHz aus.

Sicherheit

Wenn Sie mit Energiesystemen zu tun haben, müssen alle Messgeräte eine maximal zulässige Eingangsspannung von mindestens 600 V aufweisen. Für Ihre eigene Sicherheit sollten Sie sich jedoch auch vergewissern, dass es keine Probleme gibt, wenn zum Beispiel aufgrund eines Transienten plötzlich eine unerwartet hohe Spannung auftritt. Wenn Sie ein Messgerät wählen, das die Anforderungen der Norm EN 61010-1, Kategorie III, erfüllt, können Sie sich darauf verlassen, dass Sie unter allen Umständen sichere Messungen an Energiesystemen durchführen können.

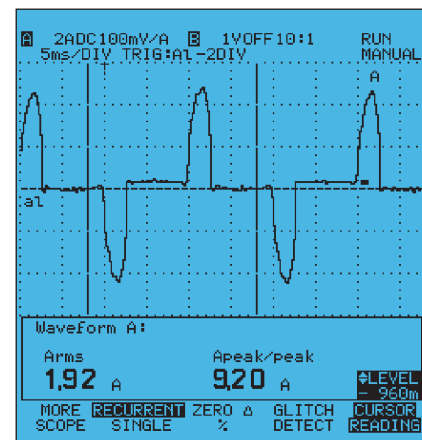


Abb. 6 Strom-Signalform eines PCs.

Als führender Hersteller von kompakten elektronischen Messgeräten aller Art bietet Fluke ein umfassendes Programm an Echteffektivwert-Messgeräten, einschließlich Stromzangen und Multimetern für universelle Anwendungen. Alle diese Instrumente erfüllen die anspruchsvollen Anforderungen der Sicherheitsnormen, so dass sowohl der Benutzer als auch das Messgerät selbst sicher geschützt sind.

Abb. 5 Crestfaktoren von verschiedenen Strom-Signalformen.

