

Das ABC der DMMs

Multimeter – Funktionen und Eigenschaften



Anwendungsbericht



Digitalmultimeter bieten eine große Auswahl an Funktionen. Die Wahl des richtigen Messgeräts für eine Vielzahl von Aufgaben kann eine Herausforderung darstellen, es sei denn, Sie wissen schon im Vorfeld, welche Funktionen für welche Aufgabe verwendet werden sollen. Dieser Anwendungsbericht erläutert einige der am häufigsten genutzten Funktionen und wie sie in konkreten Anwendungen verwendet werden.

Einführung

Multimeter. Sie wurden als Bandmaß des neuen Jahrtausends beschrieben. Aber was genau ist ein Digitalmultimeter (DMM), und was können Sie damit tun? Wie können Sie Messungen sicher durchführen? Welche Funktionen benötigen Sie? Wie können Sie auf einfachste Art und Weise Ihr Messgerät optimal nutzen? Welches Messgerät eignet sich am besten für die Umgebung, in der Sie arbeiten? Diese und andere Fragen werden im vorliegenden Anwendungsbericht beantwortet.

Technologische Entwicklung verändert unsere Welt rasend schnell. Elektrische und elektronische Schaltungen scheinen überall enthalten zu sein, und werden scheinbar zunehmend komplexer und dabei immer kleiner. Die Kommunikationsindustrie floriert mit Handys und Pagers, und Internetverbindungen haben die Anforderungen an den Elektrotechniker enorm gesteigert. Instandhaltung, Reparatur und Installation dieser komplexen Anlagen erfordert Diagnosewerkzeuge, die genaue Informationen bereitstellen.

Beginnen wir, indem wir erläutern, was ein DMM ist. Ein DMM ist, vereinfacht ausgedrückt, ein elektronisches Maßband für elektrische Messungen. Es kann über beliebig viele besondere Funktionen verfügen, aber die wichtigsten Messfunktionen eines DMMs sind Spannung, Widerstand und Strom.

In diesem Anwendungsbericht werden für die Beispiele DMMs von Fluke verwendet. Andere DMMs funktionieren möglicherweise anders oder bieten andere Funktionen als die gezeigten. Der vorliegende Anwendungsbericht befasst sich jedoch mit den üblichen Anwendungen und gibt Tipps für die Verwendung der meisten DMMs. Auf den nächsten Seiten werden wir erklären, wie man ein DMM verwendet, um Messungen durchzuführen und wie sich DMMs voneinander unterscheiden.

Die Wahl Ihres DMMs

Bei der Wahl des richtigen DMMs für eine Aufgabe sind nicht nur die Spezifikationen von Bedeutung, sondern auch Eigenschaften, Funktionen und der gesamte Nutzwert des Werkzeugs, also auch die ergonomische Gestaltung und die Sorgfalt bei seiner Produktion.

Zuverlässigkeit, besonders unter rauen Betriebsbedingungen, ist heute wichtiger denn je. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Sicherheit. Angemessene Abstände zwischen den Bauteilen, doppelte Isolierung und Eingangsschutzschaltungen helfen dabei, Verletzungen des Anwenders oder Beschädigungen des Multimeters, auch bei falscher Nutzung, zu verhindern. Wählen Sie ein DMM, das entwickelt wurde, um die neuesten und anspruchsvollsten Sicherheitsnormen zu erfüllen.

Die Produktivität ist ebenfalls ein kritischer Punkt. Die Anlagen, die heutzutage instandgehalten werden, sind komplexer denn je. Das richtige DMM kann Ihnen dabei helfen, die Arbeit schneller, sicherer und einfacher durchzuführen.

Einige Grundlagen

Auflösung und letzte Dezimalstelle

Die Auflösung gibt an, wie "fein" ein Messgerät eine Messung durchführen kann. Wenn Sie die Auflösung eines Messgeräts kennen, können Sie feststellen, ob auch kleine Veränderungen im gemessenen Signal erkennbar sind. Beispiel: Wenn ein DMM eine Auflösung von 1 mV im Messbereich bis 4 Volt hat, kann beim Messen von 1 V als kleinste Änderung 1 mV festgestellt werden.

Sie würden kein Maßband kaufen, das nur eine Zentimetereinteilung hat, wenn Sie Millimeter messen müssen. Ein Thermometer, das nur in Gradschritten misst, ist keine große Hilfe, wenn die normale Temperatur 36,9 °C beträgt. Sie benötigen ein Thermometer mit einer Auflösung von einem Zehntel Grad.

Die Begriffe Ziffern und Stellen werden verwendet, um die Auflösung eines Messgeräts zu beschreiben. DMMs werden durch die Stellenanzahl oder Ziffern, die angezeigt werden können, charakterisiert.

Ein 3½-stelliges Messgerät kann drei volle Ziffern, von 0 bis 9, und eine „halbe“ Stelle anzeigen, wobei nur eine 1 oder eine Leerstelle angezeigt wird. Ein 3½-stelliges Messgerät weist einen Anzeigebereich von 1.999 auf. Ein 4½-stelliges Messgerät weist einen Anzeigebereich von 19.999 auf.

Es ist präziser, ein Messgerät nach seinem Anzeigebereich und nicht nach der Anzahl der Ziffern zu beschreiben. Moderne 3½-stellige Messgeräte können über einen erweiterten Anzeigebereich von bis zu 3.200, 4.000 oder 6.000 verfügen.

Für bestimmte Messungen bieten Instrumente mit einem Anzeigebereich von 3.200 eine bessere Auflösung. Beispiel: Ein Messgerät mit einem Anzeigebereich von 1.999 ist nicht in der Lage, bei einer Messung von 200 Volt oder mehr, bis auf ein Zehntel Volt zu messen. Aber ein Messgerät mit einem Anzeigebereich von 3.200 zeigt ein Zehntel Volt bis 320 Volt an. Bis Sie 320 Volt überschreiten, ist dies die gleiche Auflösung wie bei einem teureren Messgerät mit einem Anzeigebereich von 20.000.

Genauigkeit

Genauigkeit (Ungenauigkeit) ist der größte zulässige Fehler, der unter spezifischen Betriebsbedingungen auftritt. Das heißt, sie gibt an, wie weit das angezeigte Messergebnis des DMM vom tatsächlichen Wert des zu messenden Signals abweichen kann.

Die Genauigkeit eines DMMs wird normalerweise in Prozent des Messwerts angegeben. Eine Genauigkeit von einem Prozent vom Messwert (in Kurzform: 1 % v. Mw.) bedeutet, dass bei einem angezeigten Messwert von 100 Volt der tatsächliche Wert der Spannung zwischen 99 Volt und 101 Volt liegen könnte.

Die technischen Daten können neben der Genauigkeit in % vom Messwert auch noch die Genauigkeit des Messbereichs enthalten. Dies zeigt an, um wie viele Stellen die letzte Ziffer auf der Anzeige – oft als Zählschritt oder "Digit" bezeichnet – abweichen kann. Also kann das vorige Beispiel für die Genauigkeit wie folgt ausgedrückt werden $\pm (1 \% + 2)$ oder präziser als $\pm (1 \% \text{ v. Mw.} + 2 \text{ Digits})$. Daher gilt, dass für einen Anzeigewert von 100 Volt, die tatsächliche Spannung zwischen 98,8 Volt und 101,2 Volt liegt.

Analoge Messgerätspezifikationen werden durch den Fehler bei Vollschlag und nicht durch den angezeigten Messwert ermittelt. Eine übliche Genauigkeit für ein analoges Messgerät beträgt $\pm 2 \%$ oder $\pm 3 \%$ des Vollausschlags. Bei einem Zehntel des Vollausschlags macht das 20 bzw. 30 Prozent des angezeigten Wertes aus. Die übliche Grundgenauigkeit für ein DMM liegt zwischen $\pm (0,7 \% \text{ v. Mw.} + 1 \text{ Digit})$ und $\pm (0,1 \% \text{ v. Mw.} + 1 \text{ Digit})$ oder genauer.

Ohmsches Gesetz

Spannung, Strom und Widerstand können in jeder elektrischen Schaltung durch das Ohmsche Gesetz berechnet werden, das besagt, dass Spannung gleich Strom mal Widerstand ist (siehe Abbildung 1). Wenn zwei Werte in der Formel bekannt sind, kann der dritte Wert bestimmt werden.

Ein DMM nutzt das Ohmsche Gesetz, um entweder Ohm, Ampere oder Volt direkt zu messen und anzeigen. Auf den folgenden Seiten werden Sie sehen, wie einfach es ist, ein DMM zu verwenden, um die von Ihnen benötigten Antworten zu finden.

Digitale und analoge Anzeige

Die Digitalanzeige zeichnet sich durch hohe Genauigkeit und Auflösung aus, da sie drei oder mehr Stellen für jede Messung anzeigt.

Die analoge Anzeige ist weniger genau und weist eine geringere effektive Auflösung auf, da Sie Werte zwischen den Skaleneinteilungen abschätzen müssen.

Ein Balkendiagramm zeigt, wie eine analoge Anzeige, Veränderungen und Trends eines Signals an, ist aber haltbarer und weniger anfällig für Beschädigungen.

Speichern und Austausch von Ergebnissen

So wie die Anlagen, die Sie instandhalten, immer komplexer und leistungsfähiger geworden sind, sind es auch die für ihre Arbeit zur Verfügung stehenden DMMs. Wireless-Messgeräte können die Messergebnisse untereinander und auf Smartphones versenden, und Sie sind anschließend in der Lage Daten, Bilder und Notizen mit Ihren Kollegen zu teilen. Mit Wireless-DMMs, anderen verwandten Messgeräten und Smartphone-Apps, wie Fluke Connect™, können Sie die besten Entscheidungen schneller als je zuvor treffen, Zeit einsparen und die Produktivität erhöhen.



Das Ohm'sche Gesetz beschreibt die Beziehung zwischen Spannung, Strom und Widerstand.
Legen Sie Ihren Finger auf den Wert, den Sie ermitteln möchten. Multiplizieren Sie die verbleibenden Werte, wenn Sie nebeneinander stehen; und dividieren Sie sie, wenn ein Wert über dem anderen steht. Es ist jedoch viel einfacher, wenn Sie Ihr Digitalmultimeter verwenden.

Abbildung 1:

Gleich- und Wechselspannung

Spannung messen

Eine der grundlegenden Aufgaben eines DMMs ist das Messen von Spannung. Eine typische Gleichspannungsquelle ist eine Batterie, wie die in einem Auto. Wechselspannung wird gewöhnlich mit einem Generator erzeugt. Die Steckdosen in Ihrem Haus sind üblicher Weise Wechselspannungsquellen. Einige Geräte wandeln Wechselspannung in Gleichspannung um. Beispiel: Elektronische Geräte wie Fernseher, Stereoanlagen, Videorecorder und Computer, die Sie mit einer Steckdose mit Wechselspannung verbinden, benutzen Bauteile, genannt Gleichrichter, die die Wechselspannung in eine Gleichspannung umwandeln. Diese Gleichspannung versorgt die elektronischen Schaltungen in diesen Geräten.

Bei der Fehlersuche in einem Stromkreis wird normalerweise zuerst die Versorgungsspannung gemessen. Wenn keine Spannung anliegt oder die Spannung zu hoch oder zu niedrig ist, muss zuerst das Problem mit der Spannung behoben werden, bevor weitere Schritte unternommen werden.

Die mit Wechselspannungen verbundenen Signalformen sind entweder sinusförmig (Sinuswellen) oder nicht-sinusförmig (Sägezahn, Rechteck, Welligkeit usw.). Echtheffektiv-DMMs zeigen den Effektivwert (RMS=Root Mean Square) dieser Spannungswellenformen an. Der Effektivwert ist der effektive oder äquivalente Gleichspannungswert der Wechselspannung.

Viele Digitalmultimeter arbeiten mit Mittelwertmessung und liefern genaue Effektivmesswerte, wenn das Wechselspannungssignal eine reine Sinuswelle ist. Mittelwert-Messgeräte sind nicht zum genauen Messen von nicht-sinusförmigen Signalen geeignet. Nicht-sinusförmige Signale werden von sogenannten Echtheffektiv-DMMs bis zum angegebenen Crestfaktor (Scheitelfaktor) des DMMs genau gemessen. Der Scheitelfaktor ist das Verhältnis zwischen dem Spitzenwert eines Signals und seinem Effektivwert. Bei einer reinen Sinuswelle beträgt er 1,414, aber ist, z. B. bei Gleichrichterspannungspulsen, oftmals viel höher. Infolgedessen liegt die Anzeige eines mittelwert erfassenden Messgeräts oft wesentlich niedriger als der tatsächliche Effektivwert.

Die Fähigkeit eines DMMs Wechselspannung zu messen, kann durch die Frequenz des Signals beeinflusst werden. Mit den meisten DMMs können Wechselspannungen mit Frequenzen von 50 bis 500 Hz korrekt gemessen werden, aber die Messbandbreite hochwertiger DMMs kann Hunderte von Kilohertz betragen. Ein solches Messgerät kann einen höheren Wert anzeigen, weil es ein komplexeres Wechselspannungssignal „sieht“. Die Genauigkeitsangaben eines DMMs für Wechselspannung und Wechselstrom sollten den Frequenzbereich zusammen mit der Genauigkeit des Bereichs angeben.

So werden Spannungsmessungen durchgeführt

1. Wählen Sie $V\sim$ (AC) oder $V\text{---}$ (DC), wie erforderlich.
2. Schließen Sie die schwarze Prüfspitze an die COM-Eingangsbuchse an. Schließen Sie die rote Prüfspitze an die Eingangsbuchse V an.
3. Wenn das Digitalmultimeter nur eine manuelle Bereichswahl hat, wählen Sie den höchsten Messbereich, um den Eingang nicht zu überlasten.
4. Berühren Sie mit den Messspitzen den Stromkreis über einer Last oder die Stromversorgung parallel zum Stromkreis.
5. Lesen Sie den Messwert mit den entsprechenden Größen ab.

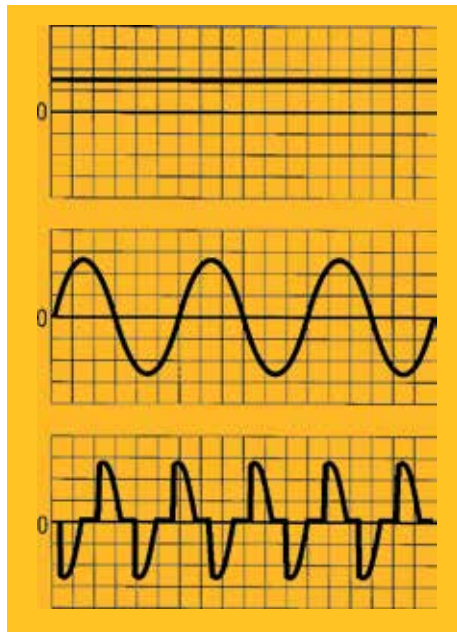


Abbildung 2: Drei Spannungssignale: DC, sinus- und nicht-sinusförmiges AC-Signal.

Hinweis: Für eine korrekte Polung (\pm) bei DC-Messwerten, verbinden Sie die rote Prüfspitze mit der positiven Seite der Schaltung und die schwarze Prüfspitze mit der negativen Seite oder der Schaltkreismasse. Wenn Sie die Verbindungen umkehren, wird ein DMM mit automatischer Polaritätsanzeige nur ein Minuszeichen anzeigen, um negative Polarität anzuzeigen. Bei einem analogen Messgerät riskieren Sie eine Beschädigung des Messgeräts.

Hinweis: $1/1000\text{ V} = 1\text{ mV}$
 $1000\text{ V} = 1\text{ kV}$

Für die Reparatur von Fernsehern und Kathodenstrahlröhren, bei denen die Spannungen bis zu 40 kV betragen können, sind Hochspannungstastköpfe erhältlich (siehe Abbildung 3).

Vorsicht: Diese Tastköpfe sind nicht für Anwendungen der elektrischen Stromversorgung konzipiert, bei denen hohe Spannungen und hohe Energieniveaus gleichzeitig auftreten. Sie sind nur für Niedrigenergie-Anwendungen geeignet.

Widerstand, Durchgang und Dioden

Widerstand

Der Widerstand wird in Ohm (Ω) gemessen. Widerstandswerte können stark variieren, von einigen wenigen Milliohm ($\text{m}\Omega$) für Kontaktwiderstände bis zu Milliarden Ohm für Isolatoren. Die meisten DMMs messen Mindestwerte bis zu $0,1\ \Omega$, und einige messen Maximalwerte bis zu $300\ \text{M}\Omega$ (300 Millionen Ohm). Unendlicher Widerstand (Leerlauf) wird auf der Fluke Messgerätanzeige als „OL“ angezeigt und bedeutet, dass der Widerstand größer ist, als das Messgerät messen kann.

Widerstandsmessungen müssen spannungslos erfolgen, andernfalls kann das Messgerät oder der Schaltkreis beschädigt



Abbildung 3: Zubehör, wie beispielsweise Hochspannungstastköpfe und Stromzangen, erweitert die Messbereiche eines DMM.

werden. Einige DMMs verfügen über eine Schutzfunktion für Widerstandsmessungen, um das Gerät bei einem unbeabsichtigten Kontakt mit Spannungen zu schützen. Die angebotenen Schutzfunktionen variieren erheblich bei den verschiedenen DMMs.

Für eine genaue Messung niedriger Widerstände, muss der Widerstand in den Messleitungen von dem gemessenen Gesamtwiderstand abgezogen werden. Typische Messleitungswiderstände liegen zwischen $0,2\ \Omega$ und $0,5\ \Omega$. Wenn der Widerstand in den Messleitungen größer als $1\ \Omega$ ist, sollten die Messleitungen ersetzt werden.

Wenn das DMM mit einer Messspannung von weniger als $0,6\ \text{V}$ zur Widerstandsmessung arbeitet, wird es in der Lage sein, die Werte der Widerstände, die in einem Schaltkreis durch Dioden oder Halbleiterübergänge isoliert sind, zu messen. Dies ermöglicht es Ihnen, Widerstände auf einer Leiterplatte, ohne Auslöten zu testen (siehe Abbildung 4).

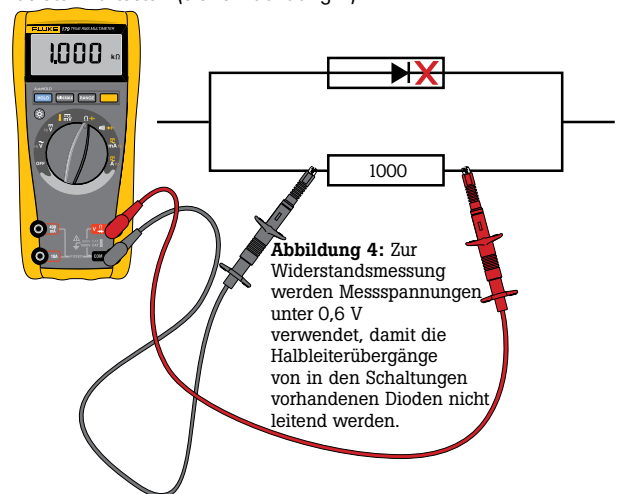


Abbildung 4: Zur Widerstandsmessung werden Messspannungen unter $0,6\ \text{V}$ verwendet, damit die Halbleiterübergänge von in den Schaltungen vorhandenen Dioden nicht leitend werden.

So werden Widerstandsmessungen durchgeführt

1. Die Stromversorgung des Schaltkreises ausschalten.
2. Wählen Sie Widerstand (Ω).
3. Schließen Sie die schwarze Prüfspitze an die COM-Eingangsbuchse an. Schließen Sie die rote Prüfspitze an die Eingangsbuchse Ω an.
4. Schließen Sie die Messspitzen über dem Bauteil oder Teil des Stromkreises an, dessen Widerstand Sie messen möchten.
5. Lesen Sie das Messergebnis ab und achten Sie dabei auf die Maßeinheit – Ohm (Ω), Kilo-Ohm ($k\Omega$) oder Mega-Ohm ($M\Omega$).

Hinweis: 1.000 Ω = 1 k Ω
1.000.000 Ω = 1 M Ω

Stellen Sie sicher, dass die Messstelle spannungsfrei ist, bevor Sie Widerstandsmessungen durchführen.

Durchgangsprüfung

Bei der Durchgangsprüfung handelt es sich um eine schnelle Widerstandsmessung, die nur zwischen einem offenen und einem geschlossenen Stromkreis unterscheidet.

Ein DMM mit akustischer Durchgangsprüfung ermöglicht es Ihnen viele Durchgangsprüfungen einfach und schnell durchzuführen. Das Messgerät gibt einen Signalton aus, wenn es einen geschlossenen Stromkreis feststellt, deshalb müssen Sie während der Prüfung nicht auf das Messgerät sehen. Der Widerstandswert, bei dem der Signalton ausgelöst wird, ist vom DMM-Modell abhängig.

Diodenprüfung

Eine Diode wirkt wie ein elektronischer Schalter. Sie schaltet sich oberhalb einer bestimmten Schwelle ein – üblich sind 0,6 V bei Siliziumdioden – und ermöglicht dann einen Stromfluss in eine Richtung.

Wenn Sie den Zustand eines Dioden- oder Transistorübergangs überprüfen, gibt ein analoges Vielfach-Messinstrument nicht nur sehr breit gestreute Messwerte an, sondern kann auch Ströme bis zu 50 mA durch den Übergang fließen lassen (Siehe Tabelle 1).

Einige DMMs haben einen Prüfmodus für Dioden. Dieser Modus misst und zeigt den tatsächlichen Spannungsabfall über einem Übergang. Ein Siliziumübergang sollte, in Vorwärtsrichtung eingesetzt, einen Spannungsabfall von weniger als 0,7 V aufweisen, in umgekehrter Richtung wird Leerlauf angezeigt.

Gleich- und Wechselstrom

Strommessung

Strommessungen unterscheiden sich von anderen Messungen mit Digitalmultimetern. Wenn Strommessungen allein mit einem Digitalmultimeter vorgenommen werden, muss das Instrument dazu in Reihe mit dem zu messenden Stromkreis geschaltet werden. Das bedeutet, dass der Stromkreis geöffnet werden muss und das DMM mittels seiner Messleitungen in den Kreis geschaltet werden muss, um den Kreis wieder zu schließen. Auf diese Weise fließt der gesamte Strom durch die Schaltkreise des DMMs. Eine indirekte Strommessung mit einem Digitalmultimeter kann mit Hilfe einer Stromzange vorgenommen werden. Die Stromzange wird außen um dem Leiter geklemmt und misst das Magnetfeld um den Leiter; dadurch ist es nicht mehr notwendig, den Stromkreis zu öffnen und das Digitalmultimeter in Reihe zu schalten.

So werden Strommessungen durchgeführt

1. Die Stromversorgung des Schaltkreises ausschalten.
2. Öffnen Sie den Schaltkreis durch Trennen oder Entlöten, um Platz für die Messspitzen zu schaffen.
3. Wählen Sie A~ (AC) oder A $\overline{=}$ (DC), wie erforderlich.
4. Schließen Sie die schwarze Prüfspitze an die COM-Eingangsbuchse an. Schließen Sie die rote Prüfspitze an die Ampere- oder Milliampere-Eingangsbuchse an, je nachdem was Sie für einen Messwert erwarten.
5. Verbinden Sie die Messspitzen über die unterbrochene Schaltung, so dass der gesamte Strom durch das DMM (in Reihenschaltung) fließt.
6. Schalten Sie den Schaltkreis wieder ein.
7. Lesen Sie den Messwert ab und achten Sie dabei auf die Maßeinheit.

Hinweis: Wenn die Messleitungen bei einer Gleichstrommessung vertauscht werden, erscheint auf der Anzeige ein „-“.

Eingangsschutz

Ein häufiger Fehler ist es, die Messleitungen in der

Stromeingangsbuchse eingesteckt zu lassen, und dann zu versuchen, eine Spannungsmessung durchzuführen. Dies führt zu einem direkten Kurzschluss der Quellenspannung durch einen niederohmigen Widerstand im DMM, den sogenannten Strommesswiderstand. Durch das DMM fließt ein hoher Strom, und bei unzureichendem Schutz könnte dies zu extremen Schäden an DMM und Schaltkreis und möglicherweise zu Verletzungen des Bedieners führen. Bei industriellen Anwendungen mit hoher Spannung (230 V oder höher) können extrem hohe Fehlerströme auftreten.

Ein DMM sollte daher über eine Sicherungsschaltung für den Stromeingang verfügen, deren Schutzwirkung für die zu messende Schaltung ausreichend dimensioniert ist. Messgeräte ohne Sicherungsschutz in den Stromeingängen dürfen nicht in elektrischen Leistungskreislösungen (über 230 V AC) verwendet werden. Digitalmultimeter, die mit Sicherungen arbeiten, müssen über eine Sicherung verfügen, die einen Hochenergie-Kurzschluss löschen kann, damit im Gerät kein Lichtbogen auftreten kann. Die Nennspannung der Messgerätesicherungen muss größer als die maximal zu erwartende Spannung sein. Beispiel: Eine Sicherung mit 20 A, 250 V wird nicht in der Lage sein, einen Fehler im Messgerät zu verarbeiten, wenn das Messgerät in einem Stromkreis mit 400 V eingesetzt wird. Um den Fehler in einem 400-V-Stromkreis zu verarbeiten, wäre eine Sicherung für 20 A, 600 V erforderlich.

Stromzangen

Manchmal müssen Sie möglicherweise eine Strommessung durchführen, die die Spezifikationen des DMMs übersteigt, oder die Situation ermöglicht es Ihnen nicht, die Schaltung zu öffnen, um den Strom zu messen. Bei solchen Anwendungen mit höheren Strömen (üblicherweise über 2 A), wo eine hohe Genauigkeit nicht gefordert ist, ist eine Stromzange sehr nützlich. Eine Stromzange wird um den stromführenden Leiter geklemmt, und wandelt den Messwert auf ein Niveau, das das Messgerät verarbeiten kann.

	Voltmeter	Voltmeter	DMM
Bereich	Rx1	Rx100	Diodenprüfung
Übergangsstrom	35 mA bis 50 mA	0,5 mA bis 1,5 mA	0,5 mA bis 1 mA
Germanium	8 Ω bis 19 Ω	200 Ω bis 300 Ω	0,225 V bis 0,255 V
Silizium	8 Ω bis 16 Ω	450 Ω bis 800 Ω	0,4 V bis 0,6 V

Tabelle 1.

Es gibt zwei grundlegende Arten von Stromzangen: Stromwandler, die nur für Wechselstrommessungen verwendet werden, und Hall-Effekt-Stromzangen, die für Messungen von Wechsel- oder Gleichstrom verwendet werden können.

Der Ausgang des Stromwandlers ist typischerweise 1 Milliampere pro Ampere. Ein Wert von 100 Ampere wird auf 100 Milliampere reduziert, ein Wert, der von den meisten DMMs sicher gemessen werden kann. Die Messleitungen werden mit den Eingangsbuchsen „mA“ und „COM“ verbunden, und der Messgerät-Funktionsschalter wird auf „mA AC“ eingestellt.

Der Ausgang einer Hall-Effekt-Stromzange beträgt 1 Millivolt pro Ampere, AC oder DC. Beispiel: 100 A AC wird in 100 mV AC umgewandelt. Die Messleitungen werden mit den „V“- und „COM“-Eingangsbuchsen verbunden. Schalten Sie den Messgerät-Funktionsschalter auf die Skalen „V“ oder „mV“, und wählen Sie V~ für Wechselstrom- oder V- für Gleichstrommessungen. Das Messgerät zeigt 1 Millivolt für jedes gemessene Ampere.

Sicherheit

Sicherheit bei der Nutzung des DMMs

Sicheres Messen fängt bei der Auswahl des richtigen Messgeräts für die Anwendung sowie die Umgebung an, in der das Messgerät benutzt werden soll. Nachdem das richtige Messgerät ausgewählt wurde, sollten Sie bei der Nutzung die richtigen Messverfahren einhalten. Lesen Sie das Bedienungshandbuch des Geräts vor der Benutzung sorgfältig durch und beachten Sie dabei besonders die mit WARNUNG und VORSICHT gekennzeichneten Stellen.

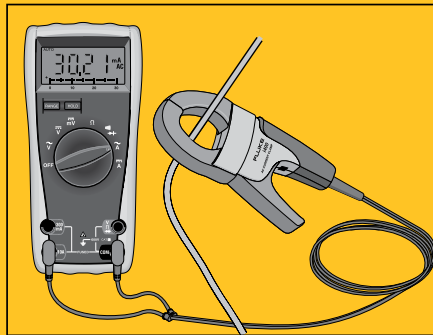
Die IEC (International Electrotechnical Commission) hat Sicherheitsnormen für die Arbeit an elektrischen Systemen entwickelt. In Europa sind EN-Normen üblich, die vergleichbare Forderungen enthalten. Nutzen Sie nur Messgeräte, die die Grenzwerte gemäß IEC oder EN für Spannung und Messkategorie für die Umgebung erfüllen, in der die Messung durchgeführt werden soll. Wenn z. B. eine Spannungsmessung an einer elektrischen Einspeisung mit 400 V durchgeführt werden soll, muss ein Messgerät der Messkategorie CAT III 600 V oder 1000 V verwendet werden. Das bedeutet, dass die Eingangsschaltkreise dieses Messgeräts so konzipiert wurden, dass sie in dieser Umgebung üblicherweise auftretenden Spannungstransienten aushalten, ohne den Nutzer zu gefährden. Wenn Sie ein Messgerät



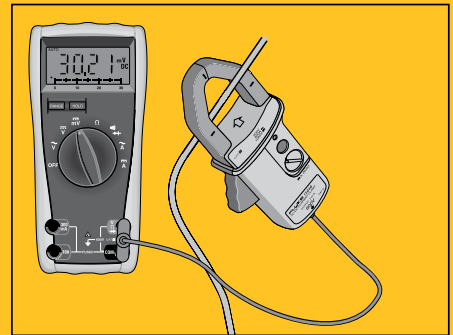
Immer sicherstellen, dass die zu prüfende Anlage ausgeschaltet ist, bevor Teile der Schaltung aufgetrennt oder ausgelötet werden und das DMM für Strommessungen angeschlossen wird. Bei hohen Spannungen können selbst kleine Stromstärken gefährlich sein.



Niemals eine Spannungsmessung versuchen, wenn die Messleitungen in den Strombuchsen sind. Dies kann zu Messgerät- oder Personenschäden führen.



Ein Stromzange mit dem Transformator-Prinzip, wie die oben dargestellte, skaliert den gemessenen Strom nach unten. Das DMM zeigt 1 mA pro gemessenes Ampere.



Eine Methode zur sicheren Messung von AC- oder DC-Werten im Hochstrombereich bietet die Hall-Effekt-Stromzange, indem der gemessene Strom herunter skaliert und anschließend in eine Spannung umgewandelt wird. Das DMM zeigt 1 mV pro Ampere an.

Abbildung 5:

wählen, dass eine UL-, CSA-, VDE- oder TÜV-Zulassung hat, bedeutet das, dass dieses Messgerät nicht nur gemäß IEC-Normen entworfen wurde, sondern auch unabhängig getestet wurde und diese Normen erfüllt. (Siehe Randleiste Unabhängige Prüfung auf Seite 6)

Typische Situationen, die zu DMM-Ausfällen führen

1. Kontakt mit der Wechselspannungsquelle, während die Messleitungen in die Stromeingangsbuchsen eingesteckt sind
2. Kontakt mit Wechselspannungsquelle im Widerstandsmodus
3. Auftreten von Hochspannungstransienten
4. Überschreiten der maximalen Eingangsgrenzwerte (Spannung und Strom)

Arten von DMM-Schutzschaltungen:

1. **Schutz mit automatischer Wiedereinschaltung:** Einige Messgeräte verfügen über eine Schaltung, die einen Überlastzustand erkennt und das Gerät so lange schützt, bis der Überlastzustand nicht mehr besteht. Das DMM kehrt nach dem Entfernen der Überlast automatisch in den normalen Betriebszustand zurück. Diese Funktion wird in der Regel verwendet, um die Widerstandsfunktion vor Überspannungen zu schützen.
2. **Schutz ohne automatische Wiedereinschaltung:** Einige Messgeräte erkennen einen Überlastzustand und schützen das Messgerät, aber schalten sich

nicht wieder ein, bis der Bediener eine Maßnahme am Messgerät durchführt, wie z. B. den Austausch einer Sicherung.

Achten Sie bei einem DMM auf folgende Sicherheitsfunktionen:

1. Abgesicherte Stromeingänge.
2. Verwendung von Hochenergiesicherungen (600 V oder höher).
3. Hochspannungsschutz für die Widerstandsmessfunktion (500 V oder höher).
4. Schutz gegen Spannungstransienten (6 kV oder höher).
5. Sicher konstruierte Messleitungen mit Fingerschutz und abgeschirmten Steckern.
6. Zertifizierung durch unabhängige Sicherheitsorganisationen (z. B. UL oder CSA).

Halten Sie sich von gefährlichen Unterverteilungen und Schaltschränken fern.

Ihr DMM kann Sie auch schützen, indem es Sie aus Gefahrenbereichen fernhält. DMMs, die drahtlos mit PCs, Smartphones und anderen Wireless-Messgeräten kommunizieren, können sicher in ausgeschaltete Unterverteilungen und Schaltschränke eingesetzt werden. Wenn Unterverteilung und Schaltschrank wieder geschlossen und eingeschaltet wurden, können Messungen aus der Ferne durchgeführt, gespeichert und gemeinsam genutzt werden, ohne dass Sie sich selbst in dem Gefahrenbereich befinden. Diagnose und Lösung von Problemen waren noch nie einfacher.

Messkategorien

Ein wichtiges Konzept für das Verständnis von elektrischer Sicherheit ist die Messkategorie. Normen, wie IEC 61010-1 oder EN 61010-1, definieren die Kategorien von I bis IV, die oft als CAT I, CAT II usw. abgekürzt werden.

Die Unterteilung eines Energieverteilungssystems in Kategorien beruht auf der Tatsache, dass ein gefährlicher, hochenergetischer Transient, zum Beispiel ein Blitz, durch die Impedanz des Systems auf seinem Weg abgeschwächt oder gedämpft wird. Eine Überspannungskategorie mit höherer Zahl bezieht sich auf eine elektrische Umgebung, in der eine höhere Leistung zur Verfügung steht und höherenergetische Transienten möglich sind. Ein Multimeter,

das zur Erfüllung von CAT III entworfen wurde, bietet also einen besseren Schutz bei Transienten mit höherer Energie als ein Multimeter, das für CAT II entworfen wurde.

Innerhalb einer Kategorie deutet eine höhere Spannungsangabe auf eine höhere Widerstandsfähigkeit gegen Transienten hin: Ein Multimeter, das nach CAT III 1000 V spezifiziert ist, verfügt über einen besseren Schutz als ein Multimeter, das nach CAT III-600 V spezifiziert ist. Ein Missverständnis liegt vor, wenn man ein nach CAT II 1000 V spezifiziertes Multimeter in dem Glauben auswählt, dass es einem nach CAT III 600 V spezifizierten Multimeter überlegen ist.

Messkategorie	Anwendungsbereiche in Kürze	Beispiele
CAT IV	Drei Phasen am Elektrizitätswerkanschluss, alle Freileitungen	Bezieht sich auf den „Ursprung der Installation“; d. h. die Stelle, an der die Niederspannungsanlage an die Versorgung des Elektrizitätswerks angeschlossen ist Elektrizitätsmesser, primäre Überstrom-Schutzvorrichtungen Im Freien und bei der Zuführung von Versorgungskabeln, bei Versorgungsleitungen vom Anschlusspunkt zum Gebäude, Verbindung zwischen Messgerät und Schalttafel Freileitungen zu einzelnen Gebäuden, Erdkabel zu Wasserpumpen
CAT III	Drei-Phasen-Energieverteilung, einschließlich einphasiger kommerzieller Beleuchtung	Geräte in Festinstallationen, z. B. Schaltgeräte und mehrphasige Motoren Sammelschienen und Speisekabel in industriellen Werken Speisekabel und kurze Zuleitungen, Unterverteilungen Beleuchtungssysteme in größeren Gebäuden Steckdosen für große Lasten mit kurzen Leitungen zur Zuführung der Versorgungsenergie
CAT II	Einphasige Lasten, die mit der Steckdose verbunden sind	Haushaltsgeräte, portable Werkzeuge und ähnliche Verbraucher Steckdosen und lange Abzweigleitungen – Steckdosen, mehr als 10 Meter von CAT III-Quelle entfernt – Steckdosen, mehr als 20 Meter von CAT IV-Quelle entfernt
CAT I	Elektronik	Geschützte Elektronikvorrichtungen Geräte, die an Stromkreise angeschlossen werden, in denen Vorkehrungen getroffen wurden, um transiente Überspannungen auf einen niedrigen Pegel zu begrenzen Jede Hochspannungsquelle mit geringer Energie, die von einem Transformator mit hoher Wicklungszahl abgeleitet wurde, zum Beispiel das Hochspannungsteil eines Kopierers

Sicherheitscheckliste

- ✓ Verwenden Sie nur Messgeräte, die die geltenden Sicherheitsnormen EN 61010-1 oder IEC 61010-1 für die Umgebung erfüllen, in der sie eingesetzt werden.
- ✓ Verwenden Sie ein Messgerät mit abgesicherten Stromeingängen, und überprüfen Sie die Sicherungen vor Strommessungen.
- ✓ Überprüfen Sie die Messleitungen auf offensichtliche Beschädigungen, bevor Sie eine Messung durchführen.
- ✓ Verwenden Sie das Messgerät, um den Durchgang der Messleitungen zu prüfen.
- ✓ Verwenden Sie nur Messleitungen mit abgeschirmten Steckern und Fingerschutz.
- ✓ Verwenden Sie nur Messgeräte mit versenkten Eingangsanschlüssen.
- ✓ Wählen Sie die richtige Funktion und den richtigen Bereich für die jeweils anstehende Messung aus.
- ✓ Stellen Sie sicher, dass sich das Messgerät in einem guten Betriebszustand befindet.
- ✓ Befolgen Sie alle Sicherheitsverfahren für die gesamte Ausrüstung.
- ✓ Trennen Sie immer zuerst die spannungsführende (rote) Messleitung.
- ✓ Arbeiten Sie nie allein.
- ✓ Verwenden Sie ein Messgerät mit Überlastungsschutz für die Widerstandsmessung.
- ✓ Schalten Sie bei Strommessungen ohne Stromzange das Gerät aus, bevor Sie die Messleitungen mit dem Schaltkreis verbinden.
- ✓ Achten Sie auf Situationen mit hohen Strömen und Spannungen und verwenden Sie entsprechend geeignete Ausrüstung, wie Hochspannungstastköpfe und Stromzangen.



Spezifikationen und Funktionen von Messgeräten sind herstellerabhängig. Bevor Sie mit einem neuen Messgerät zu arbeiten beginnen, machen Sie sich mit allen für dieses Messgerät geltenden Betriebs- und Sicherheitsverfahren vertraut, die im Benutzerhandbuch angegeben sind.

Unabhängige Prüfungen sind der Schlüssel zur Einhaltung der Sicherheitsnormen

Wie können Sie wissen, ob Sie ein echtes CAT III oder CAT II Messgerät bekommen? Das ist nicht immer einfach. Die Hersteller haben die Möglichkeit, ihre Messgeräte selbst als CAT II oder CAT III einzustufen, ohne sie von unabhängiger Seite überprüfen zu lassen. Passen Sie auf bei Formulierungen wie „Entworfen gemäß den Spezifikationen ...“ Die Entwürfe sind nie ein Ersatz für eine tatsächliche unabhängige Prüfung. Die IEC (International Electrotechnical Commission) entwickelt Normen, ist aber nicht für die Durchsetzung dieser Normen verantwortlich.

Achten Sie auf das Symbol und die Listennummer einer unabhängigen Prüf- oder Zertifizierungsstelle wie z. B. UL, CSA, TÜV oder einer anderen anerkannten Zertifizierungsstelle. Dieses Symbol darf nur verwendet werden, wenn das Produkt die Prüfungen gemäß den Standards dieses Labors bestanden hat, die auf nationalen oder internationalen Normen beruhen. UL 61010 beruht z. B. auf IEC 61010. Diese Prüfzeichen sind beste Möglichkeit für Sie sicherzugehen, dass das von Ihnen gewählte Multimeter tatsächlich auf Sicherheit überprüft wurde.



Zubehör und Glossar

DMM-Zubehör

Eine sehr wichtige Anforderung an ein DMM ist, dass es mit einer Vielfalt von Zubehör verwendet werden kann. Es sind viele Zubehörteile erhältlich, die den Messbereich Ihres DMMs erweitern und den Nutzen erhöhen können, während Sie gleichzeitig Ihre Messaufgaben erleichtern.

Hochspannungstastköpfe und Stromzangen wandeln hohe Spannungen und Ströme auf Pegel um, die das DMM sicher messen kann. Temperaturfühler dienen dazu, Ihr DMM als praktisches digitales Thermometer zu nutzen. HF-Tastköpfe können verwendet werden, um Spannungen mit hohen Frequenzen zu messen.

Außerdem kann eine Auswahl an Messleitungen, Messspitzen und Messklemmen Ihnen dabei helfen, Ihr DMM einfach und sicher mit der Schaltung zu verbinden. Gepolsterte Tragetaschen und Hartschalenkoffer schützen Ihr DMM und können Ihr Zubehör mit Ihrem DMM praktisch zusammen aufbewahren.

Glossar

Genauigkeit (Ungenauigkeit): Gibt an, wie weit das vom DMM angezeigte Messergebnis vom tatsächlichen Wert des zu messenden Signals abweichen kann. Meistens werden % des Messwerts (in Kurzform: % v. Mw) zuzüglich dem Bereichsfehler in % des Bereichsendwerts oder als Digits ("Zählsschritte") der letzten Stelle der Anzeige angegeben. Manchmal wird auch nur ein Bereichsfehler angegeben.

Analoges Messgerät: Ein Messgerät, das den Wert eines gemessenen Signals über eine Zeigerbewegung anzeigt. Der Benutzer beurteilt den Messwert anhand der Position des Zeigers auf einer Skala.

Bereichs-/Funktionsanzeige: Ein Symbol, mit dem ein ausgewählter Bereich oder eine Funktion identifiziert wird.

DMM mit Mittelwerterfassung: Ein DMM, das sinusförmige Signalformen genau misst, während es nicht sinusförmige Signalformen nicht richtig messen kann.

Anzeigeumfang: Eine Zahl, die die den maximalen Anzeigeumfang und als Folge auch die Auflösung eines DMM angibt.

Shunt (Strommesswiderstand): Ein niederohmiger Widerstand in einem DMM zur Messung von Strom. Das DMM misst den Spannungsabfall über dem Strommesswiderstand und berechnet mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes den Wert des Stroms.

DMM, Digital-Multimeter: Ein Messgerät, das den Wert eines gemessenen Signals über eine digitale Anzeige anzeigt. DMMs verfügen über eine längere Lebensdauer, höhere Auflösung und weitaus höhere Genauigkeit als Analogmessgeräte.

Nicht-sinusförmige Signale: Eine verzerrte Signalform, wie z. B. Impulsfolgen, Rechtecksignale, Dreieckssignale, Sägezahnsignale und Signale mit Signalspitzen.

Auflösung: Die Auflösung eines Messgerätes gibt die minimale Änderung der Messgröße an, die das Messgerät darstellen kann.

Effektivwert: Der äquivalente Gleichstromwert einer Wechselstrom-Signalform.

Sinusförmige Signalform: Eine reine Sinuswelle ohne Verzerrungen.

Echtheffektiv-Digitalmultimeter: Ein DMM, das sowohl sinusförmige als auch nicht-sinusförmige Signalformen richtig messen kann.

Besondere Funktionen

Die folgenden speziellen Eigenschaften und Funktionen erleichtern die Nutzung des DMMs:

- Bereichs- und Funktionsanzeigen zeigen Ihnen auf einen Blick, was gemessen wird (V, Ω usw.).
- Mit der Ein-Tasten-Bedienung können Sie Messfunktionen auf einfache Weise auswählen.
- Der Überlastungsschutz verhindert eine Beschädigung des Messgeräts und des Stromkreises, während der Benutzer geschützt wird.
- Spezielle Hochenergiesicherungen bieten zusätzlichen Schutz für Anwender und Messgerät bei Strommessungen und Überlastung.
- Die Bereichsautomatik wählt automatisch den richtigen Messbereich. Mit der manuellen Bereichswahl können Sie einen spezifischen Messbereich für wiederholte Messungen einstellen.
- Autopolarität zeigt negative Messwerte mit einem Minuszeichen an, so dass Sie das Messgerät selbst bei umgekehrt angeschlossenen Messleitungen nicht beschädigen.
- Anzeige für schwache Batterie.



CalPlus GmbH
Zentrale Berlin
Heerstraße 32 • 14052 Berlin
Tel.: 030 214982-0 • Fax: 030 214982-50
office@calplus.de • www.calplus.de

CalPlus GmbH
Niederlassung Hamburg
Normannenweg 30 • 20537 Hamburg
Tel.: 040 3039595-0 • Fax: 040 3039595-50
www.calplus.de

©2006-2014 Fluke Corporation. Alle Rechte vorbehalten. Änderungen vorbehalten.
4/2014 Pub_ID: 13155-ger