

Richtige Interpretation elektrischer Signale

Geräte, die elektrische Energie in mechanische Energie umwandeln, sind überall in der Industrie zu finden. Hierzu gehören Pumpen, Kompressoren, Motoren, Förderbänder, Roboter und viele andere. Spannungssignale, die diese elektromechanischen Geräte steuern, sind hierbei eine entscheidende, aber unsichtbare Kraft. Wie kann man diese unsichtbare Kraft erfassen und sichtbar machen?

Oszilloskope dienen zur Messung und Anzeige von Spannungssignalen in Form von Kurven, die die Änderungen der Spannung im Laufe der Zeit wiedergeben. Die Signale werden in einem Diagramm aufgezeichnet, aus dem erkennbar ist, wie sich das Signal ändert. Die vertikale Achse (Y-Achse) gibt den Spannungsmesswert und die horizontale Achse (X-Achse) die Zeit wieder.

Viele heutige Oszilloskope arbeiten auf digitaler Grundlage und ermöglichen dadurch eine eingehendere Messung von Signalen, schnellere Berechnungen, die Speicherung von Daten und die automatische Analyse. Tragbare Digitaloszilloskope wie beispielsweise die Fluke ScopeMeter® bieten gegenüber Tischgeräten mehrere Vorteile: Diese Geräte werden über Akkus mit Strom versorgt, nutzen galvanisch getrennte, potenzialfreie Eingänge und bieten eine Reihe integrierter Funktionen, die die Handhabung des Oszilloskops auch für Ungeübte erleichtern.

Die neueste Generation der tragbaren Oszilloskope der ScopeMeter®-Serie sind vor Ort schnell und problemlos bedienbar. Außerdem können Sie über eine Smartphone-App vom Oszilloskop erfasste Messwerte in Echtzeit gemeinsam mit anderen nutzen, sodass Sie sich mit Kollegen oder anderen Fachleuten beraten können. Des Weiteren können

Sie über diese App Daten zwecks späterer Analyse in der Cloud speichern.

Diese Geräte sind für Messungen entsprechend den Überspannungskategorien CAT III 1000 V und CAT IV 600 V zertifiziert – ein wichtiges Merkmal zur sicheren Fehlersuche an elektrischen Geräten, die mit hohen Spannungen arbeiten.

Vergleich zwischen Multimeter und Oszilloskop

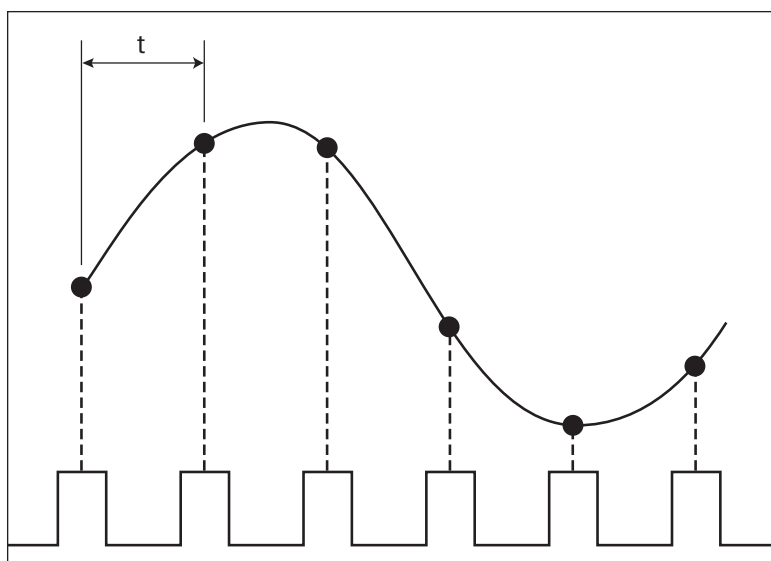
Der Unterschied zwischen einem Oszilloskop und einem DMM (Digitalmultimeter) lässt sich einfach mit dem Unterschied zwischen „Bildern“ und „Zahlen“ erklären. Ein DMM dient zur genauen Messung diskreter Signale mit einer Auflösung von maximal 8 1/2 Stellen bei Spannung, Strom oder Frequenz eines Signals. Andererseits kann das Gerät Signalverläufe nicht optisch darstellen, um Signalpegel, Signalform oder den Momentanwert des Signals zu erkennen. Ebenso lassen sich mit diesem Gerät transiente Signale oder Oberschwingungssignale nicht erkennen, die den Betrieb eines Systems beeinträchtigen könnten.

Ein Oszilloskop ergänzt die numerischen Anzeigewerte eines DMM um eine Vielzahl von Informationen. Während es die numerischen Werte eines



Die grafische Anzeige an einem Oszilloskop kann wichtige Informationen liefern:

- Spannungs- und Stromsignale im normalen Betriebszustand
- Signalanomalien
- berechnete Frequenz eines Schwingungssignals und Frequenzschwankungen
- Rauschanteil eines Signals und Änderungen des Rauschanteils



Abtastung und Interpolation: Die Abtastung ist durch Punkte dargestellt, während die Interpolation als schwarze Linie wiedergegeben ist.

Signale verzögerungsfrei anzeigt, ermöglicht es darüber hinaus die Erkennung der Form des Signals einschließlich seiner Amplitude (Spannung) und Frequenz.

Anhand dieser optischen Informationen kann ein transientes Signal, das eventuell eine Gefahr für ein System darstellt, angezeigt, gemessen und eingegrenzt werden.

Setzen Sie ein Oszilloskop ein, wenn Sie sowohl quantitative als auch qualitative Messungen durchführen möchten. Verwenden Sie ein DMM, wenn Sie Spannung, Strom, Widerstand und andere elektrische Parameter genau messen möchten.

Funktionen von tragbaren Oszilloskopen der ScopeMeter®-Serie

Abtastung

Die Abtastung ist der Prozess der Umwandlung eines Teils eines Eingangssignals in eine Anzahl diskreter elektrischer Werte zum Zweck der Speicherung, Verarbeitung und Anzeige. Die Größe jedes einzelnen abgetasteten Punktes entspricht der Amplitude des Eingangssignals zum Zeitpunkt der Abtastung des Signals.

Das Eingangssignal wird auf dem Bildschirm als eine Reihe von Punkten angezeigt. Weit auseinanderliegende Punkte, die sich

nur schwer als Signal interpretieren lassen, können mithilfe eines als „Interpolation“ bezeichneten Prozesses untereinander verbunden werden. Bei diesem Prozess werden die Punkte mit Linien bzw. Vektoren verbunden.

Triggerung

Die Triggersteuerung dient zur Stabilisierung und Anzeige eines wiederholt auftretenden Signals.

Die am weitesten verbreitete Form der Triggerung ist die Flankentriggerung. Bei dieser Betriebsart werden durch den Triggerpegel und die Triggerflanke der Triggerpunkt bestimmt. Die Triggerflanke legt fest, ob sich der Triggerpunkt auf der ansteigenden oder abfallenden Flanke eines Signals befindet. Der Triggerpegel legt fest, bei welchem Amplitudenwert sich der Triggerpunkt auf der Flanke befindet.

Bei komplexen Signalen, beispielsweise bei einer Reihe von Impulsen, kann die Impulsbreitentriggerung notwendig sein. Bei diesem Verfahren müssen sowohl die Triggerpegel-einstellung als auch die nächste abfallende Flanke des Signals innerhalb einer festgelegten Zeitspanne stattfinden. Sobald eine der beiden Bedingungen erfüllt ist, triggert das Oszilloskop.

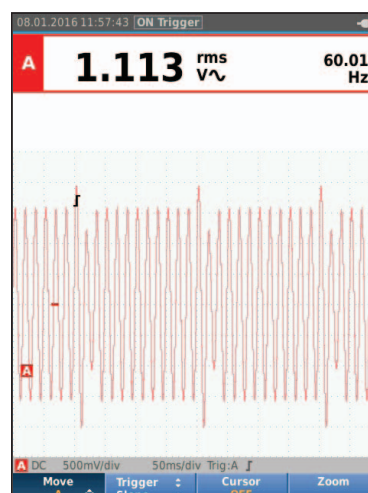
Ein weiteres Verfahren ist die Einzeltriggerung, bei der das Oszilloskop nur dann eine Kurve anzeigt, wenn das Eingangssignal die eingestellten Triggerbedingungen erfüllt. Sobald die Triggerbedingungen erfüllt sind, erfasst das Oszilloskop Daten und aktualisiert die Anzeige. Anschließend friert es das Signal auf der Anzeige ein und stellt es weiterhin dar.

Anzeigen eines Signals auf dem Bildschirm

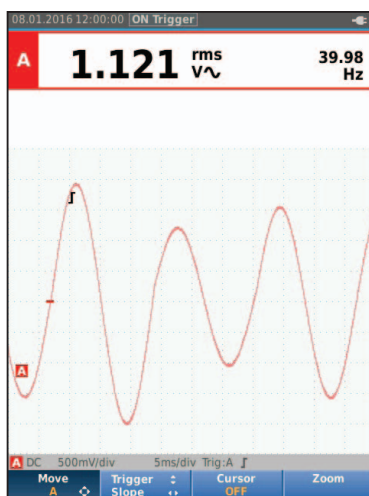
Das Erfassen und Analysieren eines unbekannten Signals auf einem Oszilloskop kann eine Routinearbeit sein, sich aber auch wie ein Schuss ins Blaue anfühlen. In vielen Fällen führt eine methodische Vorgehensweise beim Einstellen des Oszilloskops zur Erfassung stabiler Signale bzw. erleichtert es Ihnen, herauszufinden, wie die Bedienelemente des Oszilloskops eingestellt werden müssen, um das Signal zu erfassen.

Das herkömmliche Verfahren zur korrekten Anzeige eines Signals auf einem Oszilloskop besteht darin, per Hand drei Hauptparameter so einzustellen, dass ein optimaler Einstellpunkt erreicht wird – oftmals, ohne die korrekten Variablen zu kennen:

- **Empfindlichkeit (vertikal):** Dient zur Einstellung der Empfindlichkeit, sodass sich die Amplitude über ca. drei bis sechs Skalenteile erstreckt.

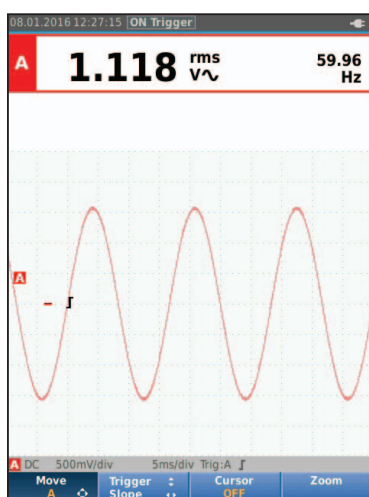


Unbekannte Kurve, auf 3–6 vertikale Skalenteile eingestellt



Unbekannte Kurve, auf 3–4 Perioden in horizontaler Richtung eingestellt

- **Zeitbasis (horizontal):** Dient zur Einstellung der Zeit pro Skalenteil auf der horizontalen Achse, sodass drei bis vier Perioden des Signals auf der gesamten Breite der Anzeige dargestellt werden.
- **Triggerposition:** Dient zur Einstellung der Triggerposition auf der in vertikaler Richtung verlaufenden Amplitude. Je nach den Signaleigenschaften können diese Einstellungen zu einer stabilen Anzeige führen, müssen es aber nicht.



An eine einzige Wiederholposition angepasster Triggerpegel außerhalb der Abweichung bei der zweiten Periode



Der Triggerpunkt ist auf einen Punkt eingestellt, aber aufgrund einer Abweichung an der steigenden Flanke in der zweiten Periode führt ein zusätzlicher Trigger zu einer instabilen Anzeige.

Bei ordnungsgemäßer Einstellung dieser drei Parameter wird eine symmetrische „Kurve“ angezeigt, d. h. die Linie, die die Abtastwerte des Signals miteinander verbindet und auf diese Weise eine Abbildung der Signalform erzeugt. Es gibt unendlich viele Signalformen. Diese reichen von den am häufigsten vorkommenden Sinussignalen, bei denen das Signal im Idealfall spiegelbildlich zwischen dem positiven und negativen Bereich um eine Nullachse verläuft, über Rechtecksignale, die für elektronische Impulse typisch sind, bis hin zu sägezahnförmigen Signalen.

Bei der manuellen Einrichtung müssen die Einstellungen oftmals in einem langwierigen Prozess angepasst werden, damit das Signal an der Anzeige gut ablesbar ist und analysiert werden kann.

Automatische Einrichtung

Im Gegensatz hierzu enthalten die tragbaren Fluke-ScopeMeter®-Oszilloskope unter dem Namen „Connect-and-View™“ eine Technologie, die den Prozess der Digitalisierung von Analogsignalen automatisiert, wodurch das Signal gut erkennbar auf der Anzeige dargestellt wird. Connect-and-View passt die Empfindlichkeit, Zeitbasis und Triggerposition für Sie an, sodass komplexe unbekannte Signale ohne Ihr Zutun angezeigt werden. Diese Funktion optimiert

und stabilisiert die Anzeige bei nahezu allen Signalformen. Bei Signaländerungen folgt die Einstellung des Oszilloskops diesen Änderungen automatisch.

Die Connect-and-View-Funktion wird durch Drücken der AUTO-Taste eingeschaltet. Zu diesem Zeitpunkt sollten Sie eine Kurve sehen, die 1) sich innerhalb des vertikalen Anzeigebereiches befindet, 2) mindestens drei Perioden des Signals umfasst und 3) stabil genug ist, sodass Sie die Gesamteigenschaften des Signals erkennen können. Als Nächstes können Sie mit der Feinabstimmung der Einstellungen beginnen.

Erkennen und Deuten von Signalen

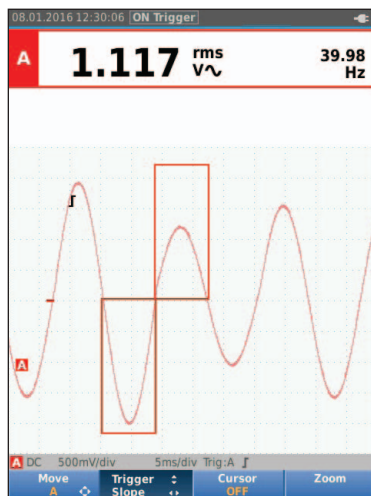
Die meisten vorkommenden elektronischen Signale sind periodisch, treten wiederholt auf und entsprechen einer bekannten Form. Es gibt jedoch mehrere Signaleigenschaften, die bei der Schulung Ihres Blicks auf die verschiedenen Dimensionen zu berücksichtigen sind.

Einige Fluke-ScopeMeter® bieten einen proprietären Onboard-Algorithmus mit dem Namen „IntellaSet™“, der Sie bei der Signalanalyse unterstützt. Sobald das Signal auf dem Bildschirm angezeigt wird, wertet die neue IntellaSet™-Technologie, sofern die Funktion eingeschaltet ist, das Signal und die zugehörige Kurvenform durch einen Vergleich mit einer Datenbank bekannter Kurvenformen aus. Das ScopeMeter® macht anschließend intelligente Vorschläge für wichtige Messungen, um das unbekannte Signal zu charakterisieren, sodass mögliche Problembereiche erkennbar werden. Beispiel: Wenn die gemessene Kurvenform ein Netzspannungssignal ist, werden die Wechselspannungs-, Gleichspannungs- und Frequenzmesswerte automatisch angezeigt.

Obwohl intelligente Programme dazu beitragen, die zur eingehenden Analyse von Kurvenformen benötigte Zeit auf ein Minimum zu verkürzen, muss man dennoch wissen, worauf beim Einsatz eines Oszilloskops zu achten ist.

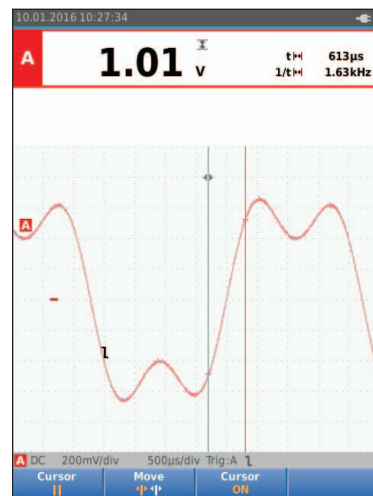
Nachstehend finden Sie die Faktoren, die bei der Analyse von Kurvenformen zu berücksichtigen sind:

Form: Wiederholt auftretende Kurvenformen sollten symmetrisch sein. Das bedeutet, dass, wenn Sie die Kurven drucken und in zwei gleich große Stücke schneiden, die beiden Seiten identisch sein müssen. Unterschiede könnten auf ein Problem hinweisen.



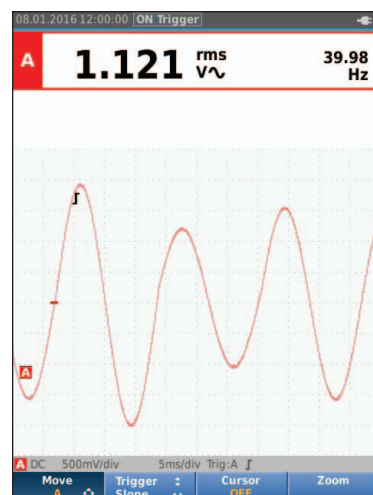
Wenn die beiden Bestandteile der Kurvenform nicht symmetrisch sind, kann bei dem Signal ein Problem vorliegen.

Ansteigende und abfallende Flanke: Insbesondere bei Rechtecksignalen und Impulsen können die ansteigenden und abfallenden Flanken der Kurvenform große Auswirkungen auf die zeitlichen Abläufe in digitalen Schaltungen haben. Unter Umständen muss die Zeit pro Skalenteil verringert werden, um die Flanke mit größerer Auflösung sehen zu können.



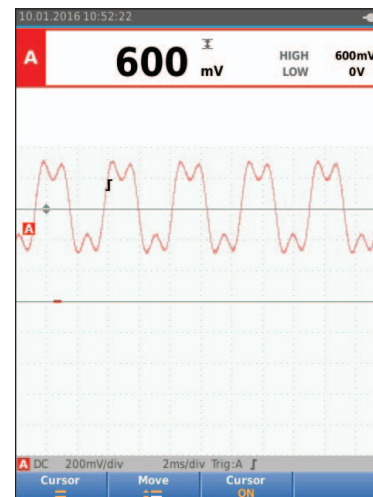
Nutzen Sie die Cursor und Gitterlinien zur Auswertung von Anstiegs- und Abfallzeiten der ansteigenden und abfallenden Flanken einer Kurvenform

Amplitude: Überprüfen Sie, ob der Pegel innerhalb der Betriebsdaten der Schaltung liegt. Kontrollieren Sie außerdem die Einheitlichkeit der Perioden. Überwachen Sie die Kurvenform über einen längeren Zeitraum und achten Sie dabei auf Änderungen der Amplitude.



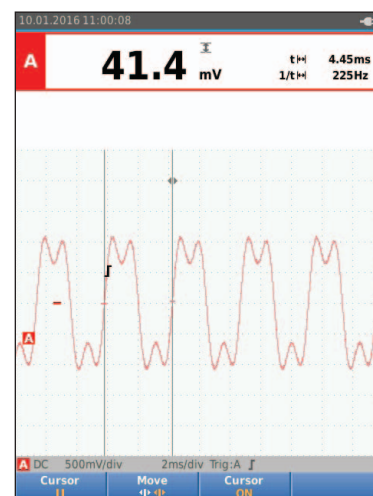
Ermittlung von Amplitudenschwankungen mithilfe von Cursors

Amplitudenoffset: Legen Sie eine Gleichspannung an den Eingang an und ermitteln Sie, wo sich die Markierung für das Bezugspotenzial der Masse befindet. Werten Sie einen eventuellen Gleichspannungsoffset aus und beobachten Sie, ob dieser Offset konstant bleibt oder schwankt.



Auswertung von Gleichspannungsoffsets von Kurvenformen

Periodische Kurvenform: Oszillatoren und andere Schaltungen erzeugen Kurvenformen mit sich wiederholenden konstanten Perioden. Führen Sie mithilfe von Cursors eine zeitliche Auswertung jeder Periode aus, um Unregelmäßigkeiten zu ermitteln.

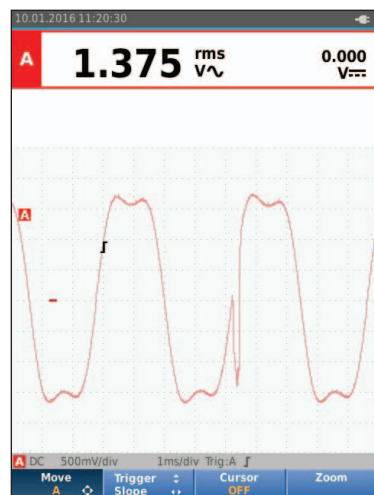


Auswertung von Periode zu Periode auftretender Änderungen der Periodendauer

Anomalien bei Kurvenformen

Nachstehend finden Sie typische Anomalien, die bei einer Kurvenform auftreten können, sowie die typischen Quellen derartiger Anomalien.

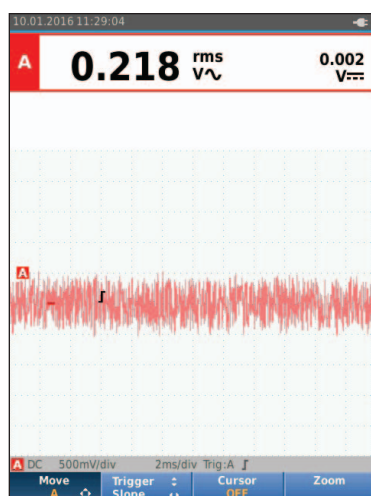
Transienten oder Glitches: Bei Kurvenformen, die von aktiven Bauelementen wie zum Beispiel Transistoren oder von Schaltern stammen, können Transienten oder andere Anomalien infolge von Fehlern bei zeitlichen Abläufen, Ausbreitungsverzögerungen, schlechten Kontakten oder anderen Erscheinungen auftreten.



Bei einer ansteigenden Flanke eines Impulses auftretende transiente Spannung

Rauschen: Rauschen kann durch defekte Versorgungsstromkreise, Überlastung von Stromkreisen, Nebensprechen oder Störungen aus benachbarten Kabeln hervorgerufen werden.

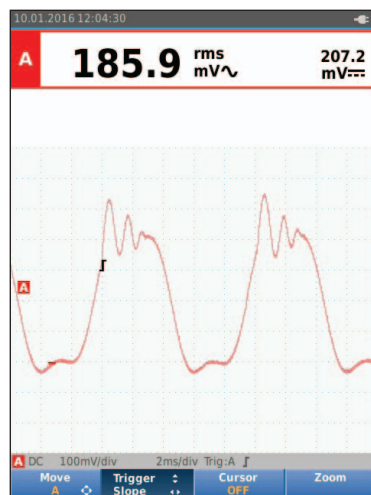
Außerdem kann Rauschen durch Quellen wie zum Beispiel Gleichstromwandler, Beleuchtungssysteme und hochenergetische Stromkreise von außen induziert werden.



Messung des Bezugspotenzials der Masse mit induziertem weißen Rauschen

Überschwingen: Überschwingen ist meistens bei digitalen Schaltungen, Radaranlagen und anderen Anwendungen festzustellen, die mit Impulsbreitenmodulation arbeiten. Überschwingen tritt am Übergang zwischen einer ansteigenden oder abfallenden Flanke und einem Gleichspannungspegel auf.

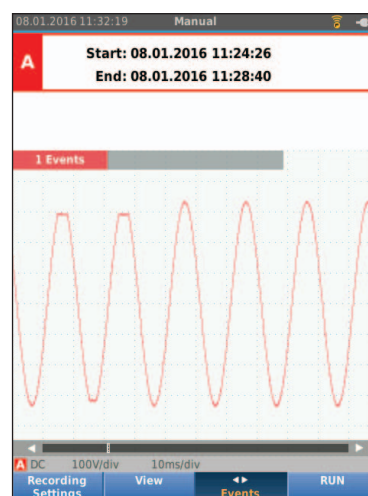
Überprüfen Sie, ob Überschwingen auftritt, indem Sie die Zeitbasis so einstellen, dass das sich im Übergang befindliche Signal deutlich dargestellt wird.



Übermäßiges Überschwingen am Dach des Rechtecksignals

Kurzzeitige Schwankungen

Kurzzeitige Änderungen des gemessenen Signals entstehen im Allgemeinen durch externe Einflüsse wie beispielsweise durch einen Spannungseinbruch oder eine Überspannung der Netzspannung, durch die Einschaltung von Geräten mit hoher Stromaufnahme, die am selben Stromkreis angeschlossen sind, oder durch lockere Anschlüsse. Mit der ScopeRecord-Funktion und dem Event-Capture-Modus des ScopeMeter-Messgerätes können Sie das Signal über lange Zeiträume hinweg überwachen, um die schwer zu erfassenden Kurzzeitereignisse zu erkennen.



Kurzzeitige Änderung von ca. 1,5 Zyklen bei der Amplitude der Sinuskurve

Diagnose von Problemen und Fehlersuche

Obwohl eine erfolgreiche Fehlersuche Kunst und Wissenschaft zugleich ist, können eine methodische Fehlersuche und die Nutzung von Funktionen der weiterentwickelten transportablen Oszilloskope der ScopeMeter®-Serie den Prozess erheblich vereinfachen.

Eine qualifizierte Fehlersuche spart Zeit und erzeugt weniger Frust. Ein Prüfverfahren, das sich im Laufe der Zeit bewährt hat und mit dem beide Ziele erreicht werden, ist der Vergleich mit einem bekanntermaßen fehlerfreien Gerät. Diese Vergleichsprüfung beruht auf einem einfachen Prinzip: Ein ordnungsgemäß funktionierendes elektronisches System zeigt an wichtigen Punkten innerhalb seiner Schaltung voraussagbare Kurvenformen, die erfasst und gespeichert werden können.

Diese Referenzsignale können im ScopeMeter gespeichert oder über die Fluke-Connect®-App auf einem Smartphone und in der Cloud gespeichert werden. Außerdem können sie als Vergleichsdokument gedruckt werden. Wenn das System oder ein identisches System später einen Fehler oder Ausfall zeigt, können die Signalkurven des defekten Systems oder Prüflings erfasst und mit den ursprünglichen Signalkurven verglichen werden. Anschließend kann das ausgefallene System instand gesetzt oder ausgetauscht werden.

Zum Aufbau einer Bibliothek mit Referenzsignalen ermitteln Sie zunächst die entsprechenden Messpunkte bzw. Knoten am Prüfling.

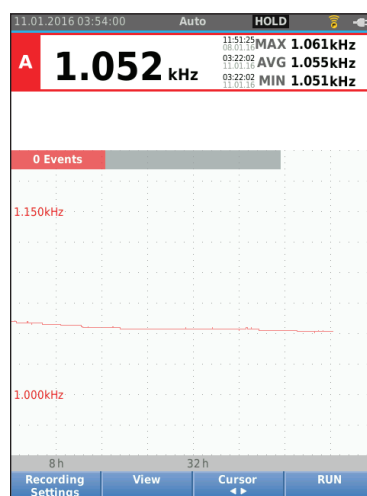
Führen Sie nun die Vergleichsmessungen durch, indem Sie die Signalkurven an jedem Knoten erfassen. Versehen Sie jede Signalkurve nach Bedarf mit Notizen.

Machen Sie es sich zur Angewohnheit, wichtige Signalkurven und Messdaten immer zu dokumentieren. Die Verfügbarkeit von Referenzdaten für den Vergleich wird sich bei einer späteren Fehlersuche als äußerst wertvoll erweisen.

Bei der Fehlersuche müssen Signalkurven unbedingt auf schnelle Transienten oder Glitches untersucht werden, selbst wenn eine stichprobenartige Überprüfung der Signalkurve keine Anomalien zeigt.

Diese Ereignisse sind unter Umständen schwer festzustellen, aber die hohe Abtastrate heutiger ScopeMeter in Verbindung mit einer wirksamen Triggerung macht dies möglich. Außerdem können Sie mit den Aufzeichnungsfunktionen der neuesten ScopeMeter die Trends elektrischer Signale an wichtigen Messpunkten über die Zeit erfassen und auf diese Weise Veränderungen oder sporadische Ereignisse erkennen, die außerhalb von benutzerdefinierten Schwellenwerten auftreten und zu Systemabschaltungen oder -resets führen.

Drift: Die Diagnose der Drift, d. h. geringfügiger zeitlicher Änderungen der Spannung eines Signals ist oftmals mühselig. Nicht selten ist die Änderung so gering, dass sie kaum zu erkennen ist. Temperaturänderungen und Alterung können sich auf passive Elektronikbauteile wie beispielsweise Widerstände, Kondensatoren und Quarzoszillatoren auswirken. Ein schwer festzustellender Fehler ist die Drift einer Referenz-Gleichspannungsversorgung oder einer Oszillatorschaltung. Oftmals besteht die Lösung in der Überwachung des Messwertes (Gleichspannung, Frequenz, usw.) über einen längeren Zeitraum.



Die Durchführung einer Frequenzmessung an einem Quarzoszillator, deren Trend über einen längeren Zeitraum (Tage oder sogar Wochen) aufgezeichnet wurde, kann die Auswirkungen der Drift verdeutlichen, die durch Temperaturänderungen und Alterung hervorgerufen wird.

ACHTUNG: Zur ordnungsgemäßen und sicheren Anwendung elektrischer Messgeräte müssen die Personen, die die Geräte einsetzen, die durch das jeweilige Unternehmen und die zuständigen Sicherheitsbehörden erlassenen Sicherheitsbestimmungen einhalten.

Fluke. Damit Ihre Welt intakt bleibt.



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 ScopeShop
Normannenweg 30 • 20537 Hamburg
Tel.: 040 3039595-0 • Fax: 040 3039595-50
scopeshop@calplus.de • www.calplus.de

©2016 Fluke Corporation. Alle Rechte vorbehalten.
Änderungen vorbehalten.
01/2016 6006757a-de

Dieses Dokument darf nicht ohne die schriftliche Genehmigung der Fluke Corporation geändert werden.