

電気信号の可視化

工業の世界では、ポンプ、圧縮機、モーター、コンベア、ロボットなど、電力を動力に変換する装置が欠かせません。そうした電気機械装置を制御するには、電圧信号が不可欠ですが、その力は目で見ることはできません。そのような目に見えない力を捉え、観測するにはどうすればよいのでしょうか？

オシロスコープ（スコープ）を使用すれば、電圧信号を波形として測定/表示することで、電圧の経時変化を観測できます。信号はグラフにプロットされるため、信号がどのように変化しているのかが分かります。垂直軸（Y）は電圧の測定値、水平軸（X）は時間をそれぞれ表しています。

今日のオシロスコープのほとんどはデジタル方式であり、詳細で高精度な信号測定と高速な計算が可能で、優れたデータ保存機能と自動解析機能を備えています。Fluke ScopeMeter® テスト・ツールに代表されるハンドヘルド・デジタル・オシロスコープには、ベンチトップ型にはないさまざまな利点があります。まず、バッテリー駆動というメリットがあり、電氣的に絶縁されたフローティング入力を使用できます。さらに、オシロスコープの操作をより快適にするさまざまな機能が内蔵されているため、どんなユーザーでも簡単に使いこなすことができます。

ScopeMeter® ポータブル・オシロスコープの最新モデルは、屋外でもすばやく簡単に操作できるように設計されており、チームのメンバーやその他の専門家からアドバイスを受けたり、クラウドにデータを保存して詳細な解析を行うた

めに、スマートフォン・アプリを使用してリアルタイムで読み取り値を共有することもできます。

また、国際安全規格 CAT III 1000 V および CAT IV 600 V 環境にも対応しており、高エネルギー・アプリケーションにおいて安全に電気デバイスをトラブルシューティングするために不可欠な安全性も備えています。

マルチメーターとオシロスコープの比較

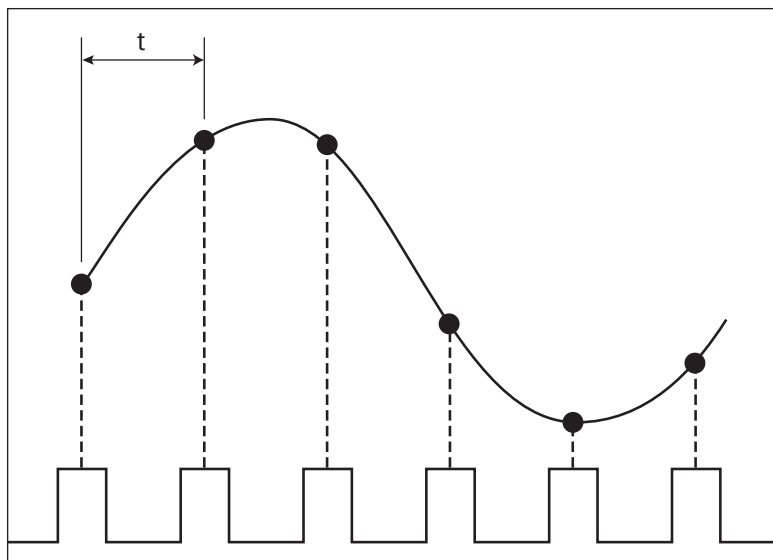
オシロスコープと DMM（デジタル・マルチメーター）の最も大きな違いは、「画像か数値か」という言葉に端的に表されています。DMM は離散信号を正確に測定するためのツールであり、最大 8 桁の分解能の読み取り値により、信号の電圧、電流、または周波数を測定することができます。その反面、視覚的な波形を表示することができないので、信号強度、波形、信号の瞬間的な値などを確認することはできません。さらに、システムの動作に悪影響を及ぼす可能性のある過渡現象や、高調波信号を特定する機能もありません。

オシロスコープでは、DMM の数値による測定値の表示に加えて、さらに豊富な測定機能を利用



オシロスコープのグラフによって明らかになる重要な情報:

- 目的通りに動作している場合の電圧/電流信号
- 信号の異常
- 発振信号の計算周波数および周波数の変動
- ノイズが生じ、信号がノイズに変化しているかどうか



サンプリングと補間: サンプリングは点で、補間は黒の線で表されている

きます。波形の数値を瞬時に表示できるだけでなく、振幅（電圧）や周波数など、波形の形状を観測することができます。

そうした視覚的な情報を通じて、システムの脅威となる可能性のある過渡信号の観測、測定、特定が可能になります。

量的測定と質的測定の両方が必要な場合には、オシロスコープを選択してください。また、電圧、電流、抵抗、その他の電気的パラメータの高精度なチェックを行いたい場合には、DMM を使用してください。

ScopeMeter® ハンドヘルド・オシロスコープの機能

サンプリング

サンプリングとは、入力信号の一部を離散した電気的な値に変換し、保存、処理、表示を行うプロセスです。各サンプル点の大きさは、信号がサンプリングされた時点の入力信号の大きさに等しくなります。

入力波形は連続した点として表され、ディスプレイに表示されます。各点の間隔が広すぎるため、波形

として解釈するのが困難な場合には、線、またはベクトルで接続する補間と呼ばれる処理を使用してそれぞれの点が接続されます。

トリガー

トリガー・コントロールを使用して、反復する波形を安定した形で表示できます。

最もよく使用されるトリガーの形態は、エッジトリガーです。このモードでは、トリガーのレベルおよびスロープのコントロールにより、基本的なトリガー・ポイントを定義します。スロープ・コントロールは、トリガー・ポイントが信号の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジのどちらにあるかを決定し、レベル・コントロールは、トリガー・ポイントが発生するエッジ上の位置を決定します。

連続するパルスなどの複雑な信号を扱うときには、パルス幅トリガーが必要になります。この技法では、指定した時間範囲内に、設定したトリガ・レベルと信号の次の立ち下がりエッジがどちらも発生する必要があります。これらの2つの条件が成立すると、オシロスコープではトリガーが行われます。

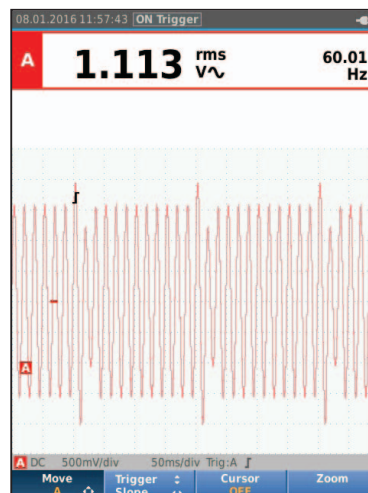
もう1つの技法は、シングルショット・トリガーです。これは、入力信号が設定したトリガー条件と一致したときにのみ、オシロスコープにはトレースを表示します。トリガ条件が成立すると、オシロスコープは信号を取得し、画面を更新します。画面は固定され、トレースが表示された状態になります。

画面上に信号を表示する

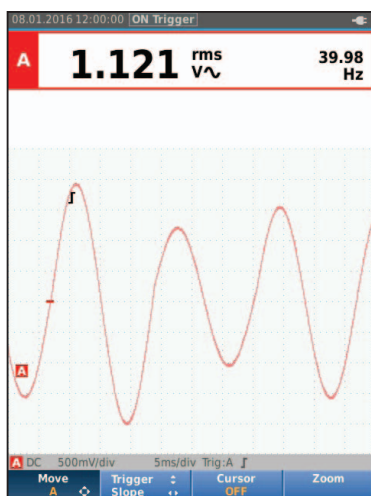
オシロスコープに未知の波形を取り込み、解析を行う作業には、決められた手順があります。それに従わなければ、暗闇で写真を撮るような状態になってしまいます。多くの場合、オシロスコープのセットアップに系統的なアプローチを使用することで、安定した波形を捕捉することができます。あるいは、波形を捕捉するために、スコープ・コントロールをどのように設定する必要があるかを判断するのに役立ちます。

オシロスコープに信号を正しく表示させるために従来から行われている方法の1つに、主要なパラメータを手動で調整することにより、正しい値が不明であっても、最適な設定値を見つけ出そうとする方法があります。

- **垂直感度:** 垂直振幅のスペンが約3～6目盛分になるように、垂直感度を調整します。

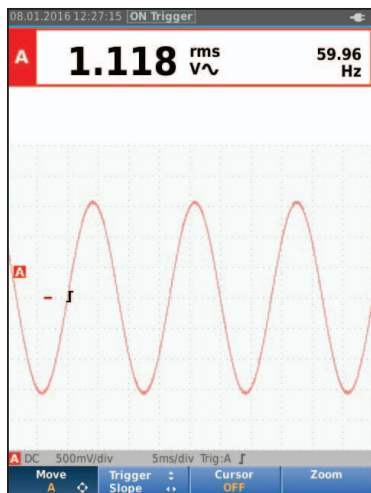


垂直感度が3～6目盛に調整された未知の信号のトレース

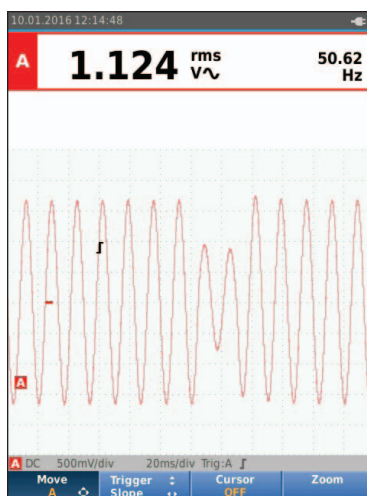


水平軸の時間が3~4周期に調整された未知の信号のトレース

- **水平軸の時間:** ディスプレイの幅に合わせて、波形の3~4周期分が表示されるように、目盛あたりの垂直軸の時間を調整します。
- **トリガー位置:** 垂直振幅の位置に合わせて、トリガー位置を設定します。信号の特性により異なりますが、この調整によって安定した表示が得られる場合と、得られない場合があります。



2番目の周期のアベレージョンから外れるように、一意の繰り返し位置に合わせてトリガレベルが調整されている



ある点にトリガー・ポイントが設定されているが、2番目の周期の前縁のアベレージョンによって余分なトリガーが発生し、波形の表示が乱れている

これらの3つのパラメータが適切に調整されると、対称的な"トレース"、つまり信号のサンプルをつなぐラインが表示され、波形という視覚的な描写が作成されます。波形の形状は、最も一般的な、軸のゼロ点を中心に正と負が鏡像のように描かれた正弦波から、電子パルスによく見られる単一方向の方形波、または絞の歯のような形状まで、さまざまに変化します。

手動によるセットアップでは、多くの場合、解析に適した波形が表示されるように、設定を細かく調整する作業が必要になります。

セットアップの自動化

それとは対照的に、Fluke ScopeMeter® ハンドヘルド・オシロスコープは、Connect-and-View™ と呼ばれるアナログ波形をデジタル化する処理を自動化するテクノロジーを備えており、信号をクリアな画像で表示できます。Connect-and-View では、垂直軸、水平軸の時間、およびトリガー位置が調整されるため、手動操作を行うことなく、複雑な未知の信号を表示できます。この機能により、ほとんどすべての波形の表示が最適化され、安定した表示が可能

になります。信号が変化した場合には、変化に応じてセットアップも自動的に変更されます。

AUTO ボタンを押すと、Connect-and-View 機能が有効になります。この時点で、1) 画面の垂直軸の範囲内にあり、2) 波形の少なくとも3周期分が表示された、3) 波形の全般的な特性を十分に把握できるだけの安定性を備えたトレースが表示されます。ここからさらに、設定に微調整を加えることができます。

波形の理解と解説

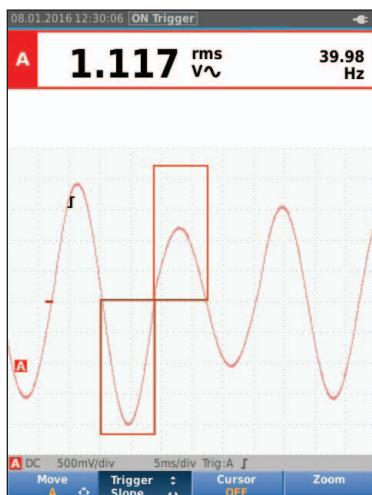
電子的な波形の大半は周期的で反復的な性質を持つため、ほとんどの場合、既知の形状に当てはまります。ただし、波形のさまざまな特質をとらえる観察力を養うためには、考慮すべき特性がいくつかあります。

一部の Fluke ScopeMeter® テスト・ツールには、波形解析を支援する特許技術である IntellaSet™ と呼ばれるオンボード・アルゴリズムが搭載されています。新しい IntellaSet™ テクノロジーを有効にすると、画面上に波形が表示されると、既知の波形のデータベースを基に比較を行うことによって、信号および関連する波形が評価されます。さらに、ScopeMeter® テスト・ツールは、未知の信号の特性評価に不可欠な測定項目をインテリジェントに提案する機能も備えているため、問題になる可能性のある領域を特定できます。たとえば、測定された波形が線間電圧の場合には、Vac + dc および Hz の読み取り値が自動的に表示されます。

オシロスコープを使用する際には、インテリジェントなプログラムを活用して、波形の精査に要する時間を短縮するだけでなく、何に注目して検査すべきかを知ることでも重要です。

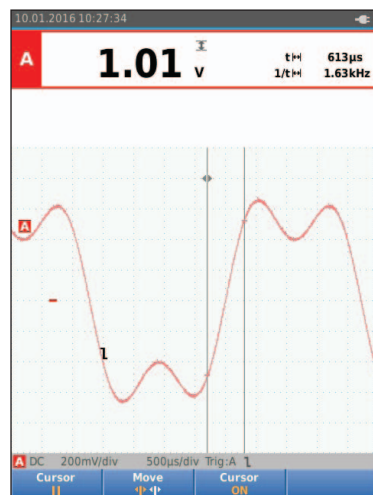
波形の解析において考慮すべき要素を以下に示します。

形状: 反復波形は対称的な形状でなければなりません。つまり、トレースを印刷して、同じサイズになるように2つに切ったとすると、両側が完全に同一の形になっていなければなりません。相違が見られる部分には、問題が潜んでいる可能性があります。



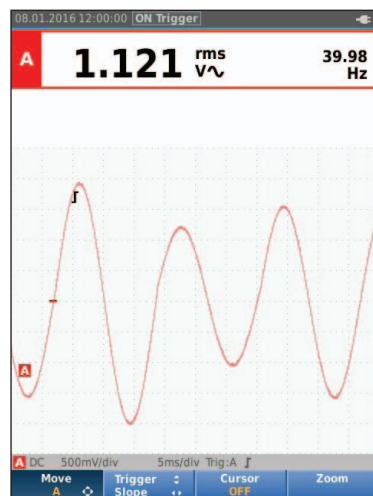
波形の2つの構成要素が対称的になっていない場合には、信号に何か問題がある可能性を示している

立ち上がり/立ち下がりエッジ: 特に方形波やパルスの場合、波形の立ち上がり/立ち下がりエッジが、回路のタイミングに大きな影響を及ぼす可能性があります。エッジを精細に観察したいときは、目盛あたりの時間を短くしなければなりません。



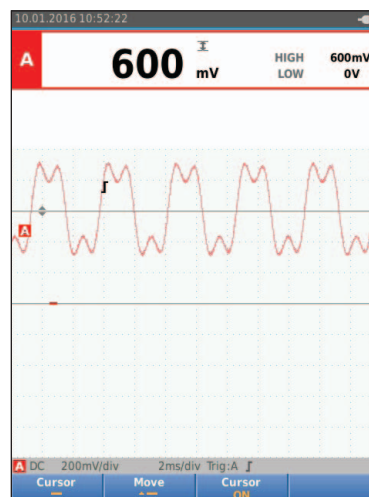
カーソルとガイドラインを使用して、波形の前縁および後縁の立ち上がり時間と立ち下がり時間を評価

振幅: レベルが回路の動作仕様の範囲内に収まっていることを確認します。また、ある周期と次の周期の整合性についてもチェックします。時間周期を長めにとって波形を監視し、波形に何か変化がないか観察します。



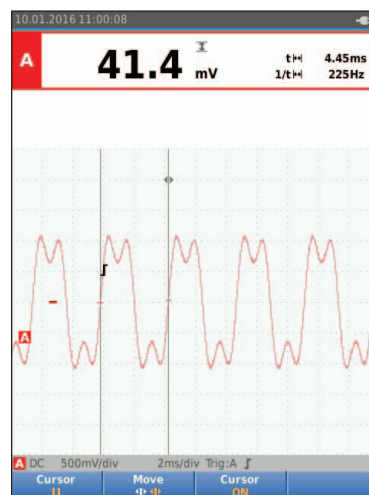
水平カーソルを使用して、振幅にばらつきがないか調べる

振幅オフセット: 入力を DC 結合して、接地基準マーカーの位置を確認します。DC オフセットを評価し、このオフセットが安定しているか、あるいはばらつきが見られるかを観測します。



波形の DC オフセットを評価

周期波の形状: 発振器などの回路では、一定の周期で反復される波形が生成されます。カーソルを使用して時間の各周期を評価し、不一致がないか調べます。

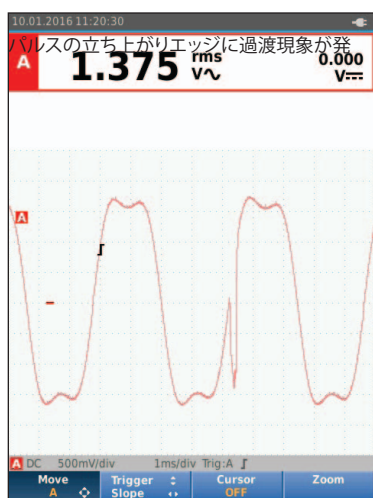


各周期の変化を評価する

波形の異常

ここでは、よく見られる波形の異常とその主な原因について、いくつか例を挙げて説明します。

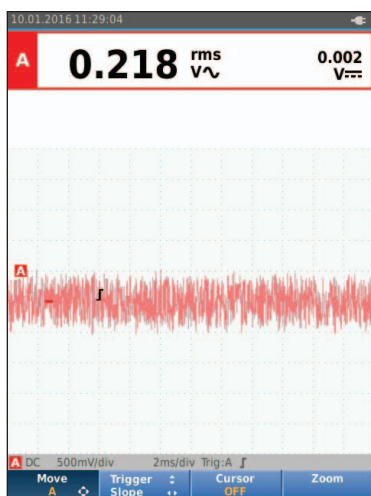
過渡現象またはグリッチ: トランジスタやスイッチなどの能動素子から派生する波形には、タイミング・エラー、伝播遅延、接触不良などがあると、過渡現象やその他の異常が見られる場合があります。



生じている

ノイズ: ノイズは、電源回路の故障、回路のオーバードライブ、クロストーク、または隣接ケーブルによる干渉などによって発生する可能性があります。

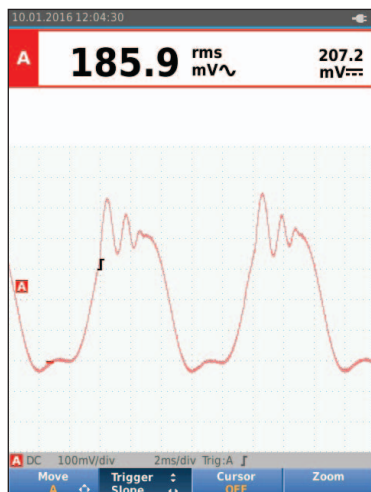
または、DC-DC コンバーター、照明システム、高エネルギー電気回路などのノイズ源によって、外部的に引き起こされる場合もあります。



接地基準ポイント測定に現れたランダム・ノイズ

リングング: リングングは、デジタル回路、レーダーやパルス幅変調といったアプリケーションにおいてよく見られる現象です。リングングは、立ち上がり/立ち下がりエッジからフラットな DC レベルに遷移する地点で発生します。

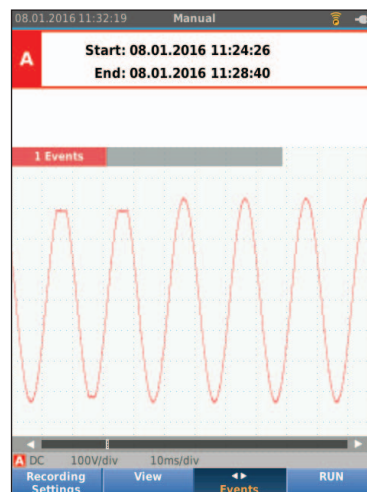
波形やパルスの遷移をはっきりと観測できるように、タイム・ベースを調整しながら、過度なリングングがないかチェックします。



矩形波の上部に過度なリングングが発生している

瞬間的変動

一般的に、測定信号に見られる瞬間的変動は、主電源における電圧低下や電圧上昇、同じ電気回路に接続された高出力デバイスの起動、または接触不良といった外部的な影響に起因します。ScopeMeter テスト・ツールの ScopeRecord 機能とイベント・キャプチャ・モードを使用して、信号を長時間にわたってモニタリングすることで、見逃しやすい瞬間的なイベントも発見できます。



正弦波の振幅に見られる約 1.5 サイクルの瞬間的変動

問題の診断とトラブルシューティング

トラブルシューティングを成功させるために、優れた技術と科学的知識の両方が必要であることは事実ですが、トラブルシューティングの方法論と ScopeMeter® ハンドヘルド・オシロスコープの高度な機能を活用することで、プロセスを大幅に簡素化できます。

優れたトラブルシューティングの手法を身に付ければ、時間の節約になり、不安も解消されます。KGU (Known Good Unit) 比較法として知られる実績のあるアプローチをとることで、どちらの目標も達成できます。KGU は単純な原理に基づいて構築されます。つまり、正しく動作している電子装置では、回路内の重要なノードにおいて予測可能な波形が検出されるため、それらの波形を取り込み、保存しておける、という考え方です。

ScopeMeter テスト・ツールでは、この基準ライブラリをリソースとして保存しておけます。または、Fluke Connect® アプリ経由でスマートフォンやクラウドに転送することもできます。また、印刷することもできるので、リファレンス・マニュアルとしても利用できます。そのシステムまたは同種のシステムにおいてエラーや障害が発生した場合には、被試験デバイス (DUT) と呼ばれる障害システムから波形が取り込まれ、KGU に格納されている対照波形と比較されます。その結果、DUT を修理または交換する必要があるかどうかわかります。

基準ライブラリを構築するには、まず DUT 上の適切なテスト・ポイントまたはノードを特定します。

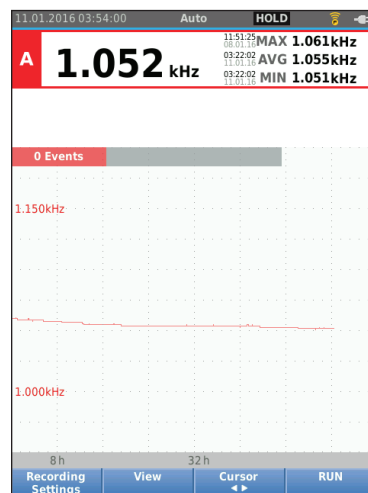
次に、各ノードで順次 KGU を実行して、波形を取り込みます。必要に応じて、それぞれの波形に注釈を付けておきます。

重要な波形や測定値を、常に文書化する習慣を身につけてください。比較対象とする基準を用意しておけば、今後のトラブルシューティングで必ず役に立ちます。

トラブルシューティングを行うときは、スポット・チェックで波形に異常が見られない場合であっても、動きの早い過渡現象やグリッチの波形を検査することが重要です。

これらのイベントを発見するのは困難ですが、ScopeMeter テスト・ツールの高いサンプリング・レートと効果的なトリガー機能を組み合わせることで可能になります。さらに、最新の ScopeMeter テスト・ツールの記録機能を使用すれば、重要なテスト・ポイントの電気信号の経時的なトレンドを把握できるため、ユーザーが定義したしきい値の外部で発生する変化やランダム・イベントや、システムの停止やリセットの原因を突き止めることができます。

ドリフト: ドリフトとは、信号の電圧に見られるわずかな経時変化のことで、診断が面倒な場合があります。多くの場合、変化がゆっくりしたものであるため、検出は困難です。抵抗、コンデンサー、水晶発振器などの受動部品は、温度の変化や経年劣化による影響を受ける場合があります。診断が困難な例としては、直流基準電圧源や発振回路におけるドリフトが挙げられます。多くの場合、長時間にわたって測定値 (V dc, Hz など) を監視することが、唯一の解決策になります。



水晶発振器で周波数測定を実行し、長時間 (数日または数週間) にわたってトレンドのプロットを行った結果、温度変化または経年劣化によるドリフトの影響が明らかになった

注意: 電気試験ツールを正しく、安全に使用するためには、製品のメーカーまたは安全認定期間により定められた安全手順に従って作業を行わなければなりません。

Fluke. 動き続ける世界を支える

Fluke Corporation
PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.

Fluke Europe B.V.
PO Box 1186, 5602 BD
Eindhoven, The Netherlands

お問い合わせ先:
フルーク
特約店営業部
TEL : 03-6714-3114
FAX : 03-6714-3115
URL : www.fluke.com/jp

©2016 Fluke Corporation.
仕様は、予告なく変更される場合があります。
01/2016 6006757a-ja

世界で最も信頼されているツール