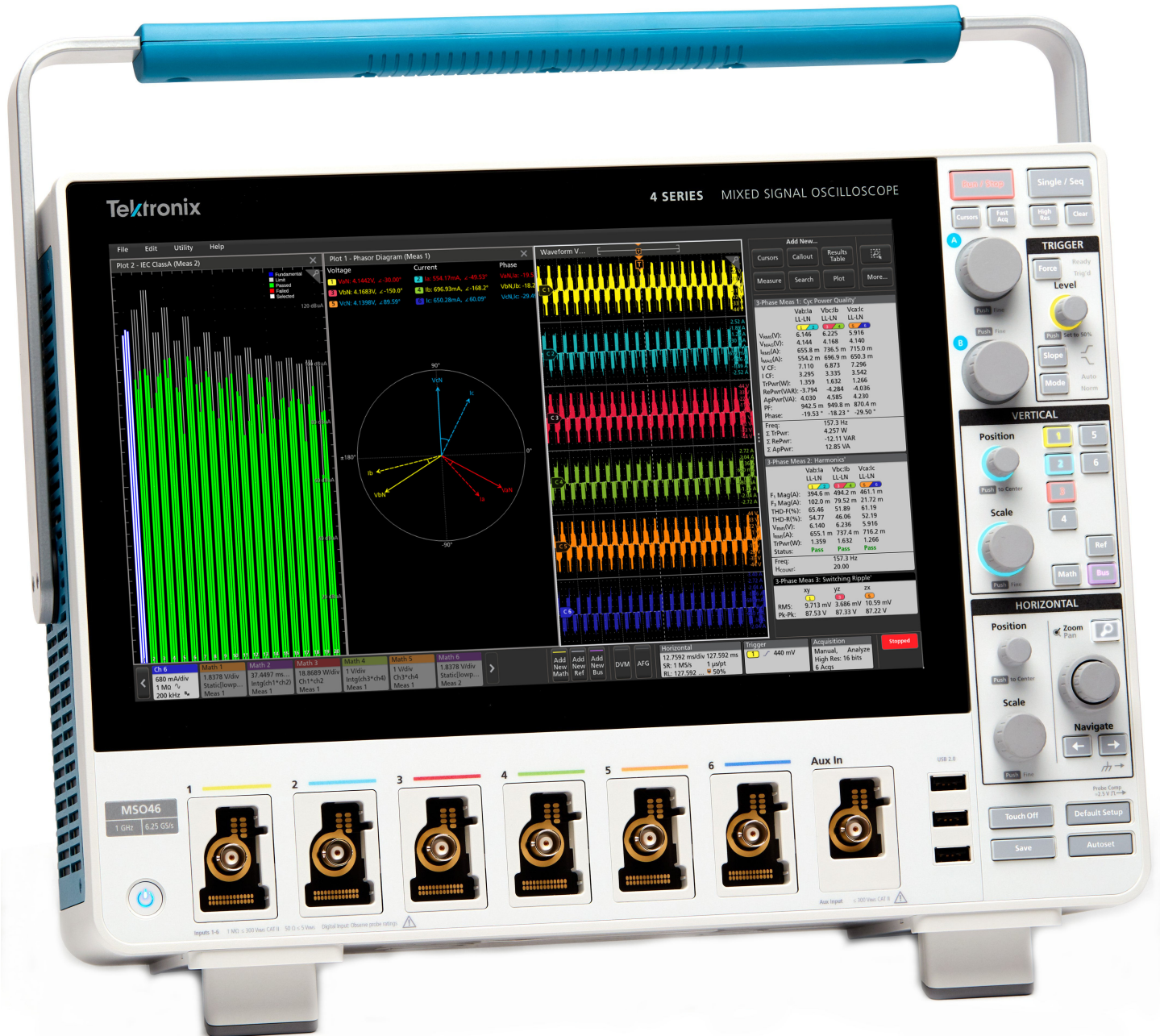


三相パワー解析

4 シリーズ MSO Opt. 4-3PHASE アプリケーション・データシート



4 シリーズ MSO はアナログ・チャンネルを最大 6 チャンネル利用できるため、三相パワー測定に最適です。この三相解析オプション (4-3PHASE) を使用することで、4 シリーズ MSO は、三相総電力、高調波歪み、位相パラメータなど、主要な三相電力系測定に必要な計算をセットアップし、実行することができます。解析パッケージは、柔軟な測定値のトレンド・プロットや自動レポート生成機能を備えているため、設計の検証に最適です。パワー・コンバータでは、多くの場合、パルス幅変調 (PWM) が使用されており、変調サイクルにロックオンするのが難しく、測定が複雑になります。解析オプションには、PWM 波形の安定した変調ロックオン測定を可能にするフィルタリング機能が搭載されています。このため、高速サンプリングのオシロスコープによる詳細な三相信号解析と PWM 変調波形の安定した測定を両立できます。DC~三相 AC コンバータをサポートしているため、電気自動車システムの解析にも最適なパッケージです。測定には、4 シリーズ MSO の直感的なタッチ・パネル・インタフェースを使用できます。12 ビット ADC (ハイレゾ・モードでは最大 16 ビットの分解能) が正確な測定を可能にすると同時に、三相電力解析ソフトウェアが測定を容易にし、測定再現性を高めます。

主な特長と仕様

- 4 シリーズ MSO の直感的なドラッグ・アンド・ドロップ・インタフェースを使用して、測定項目をすばやく追加、構成することが可能
- 三相 PWM 信号の正確な詳細解析ができ、その変調同期用にフィルタリングされて自動算出された PWM 波形も参照用表示
- 三相オートセット機能により、オシロスコープの水平軸、垂直軸、トリガ、アキュイジションの各設定を三相信号の取込みに最適化して自動設定
- 実効電力、皮相電力、無効電力、力率などの一般的な三相電力測定をすばやく実行
- フェーザ図により、電圧と電流の位相関係のほか、基本周波数での実効値と振幅を一目で把握可能
- IEC 6100-3-2、IEEE-519 規格、またはカスタム・リミット値に従って三相の高調波を測定し、Pass/Fail 判定
- アキュイジション単位、または複数アキュイジションによる主要なパワー測定項目の平均値、最小値、最大値、標準偏差を取得
- 1つのアキュイジション内、または複数のアキュイジションによる測定値の経時的なトレンドのプロット表示
- 線間電圧またはライン-ニュートラル間電圧の読み値を簡単に切り替え、自動変換することが可能
- MHT または PDF フォーマットのレポートを自動生成

測定の概要

4 シリーズ MSO での三相解析は、電気解析グループの主要な電気測定を自動化します。測定はコンバータの入力結線用または出力結線用に構成、設定することができます。

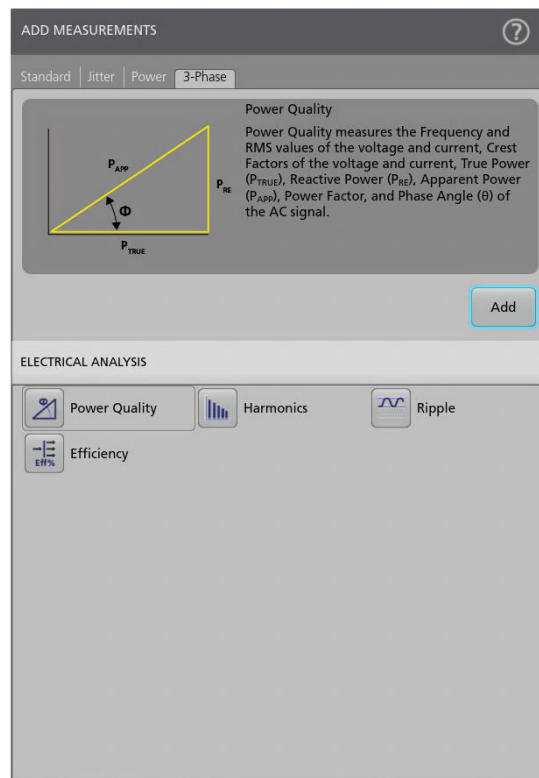


図1:4 シリーズMSO での三相解析パッケージ

1V1I (単相 2 線)、2V2I (単相 3 線)、2V2I (三相 3 線)、1V1I (単相 2 線 DC)、3V3I (三相 3 線)、3V3I (三相 4 線) などの測定を設定できるため、さまざまな結線の構成に対応できます。さらに、線間 (L-L) またはライン-ニュートラル間 (L-N) での測定も行えるため、デルタ結線や Y (スター) 結線にも対応できます。

高調波

電力波形がきれいな正弦波を示すのは稀です。高調波測定では、非正弦波の電圧または電流波形を、正弦波成分に分解し、それぞれの周波数と振幅を表示します。

高調波解析では、200 次の高調波まで解析できます。必要に応じて、測定構成画面で次数範囲を指定することで、最

大高調波次数を設定することができます。THD-F、THD-R、基本波は各相について測定されます。測定値は、IEEE-519、IEC 61000 3-2 規格のほか、カスタム・リミットに対しても合否判定できます。テスト結果は、パス/フェイル結果を示す詳細レポートに記録されます。

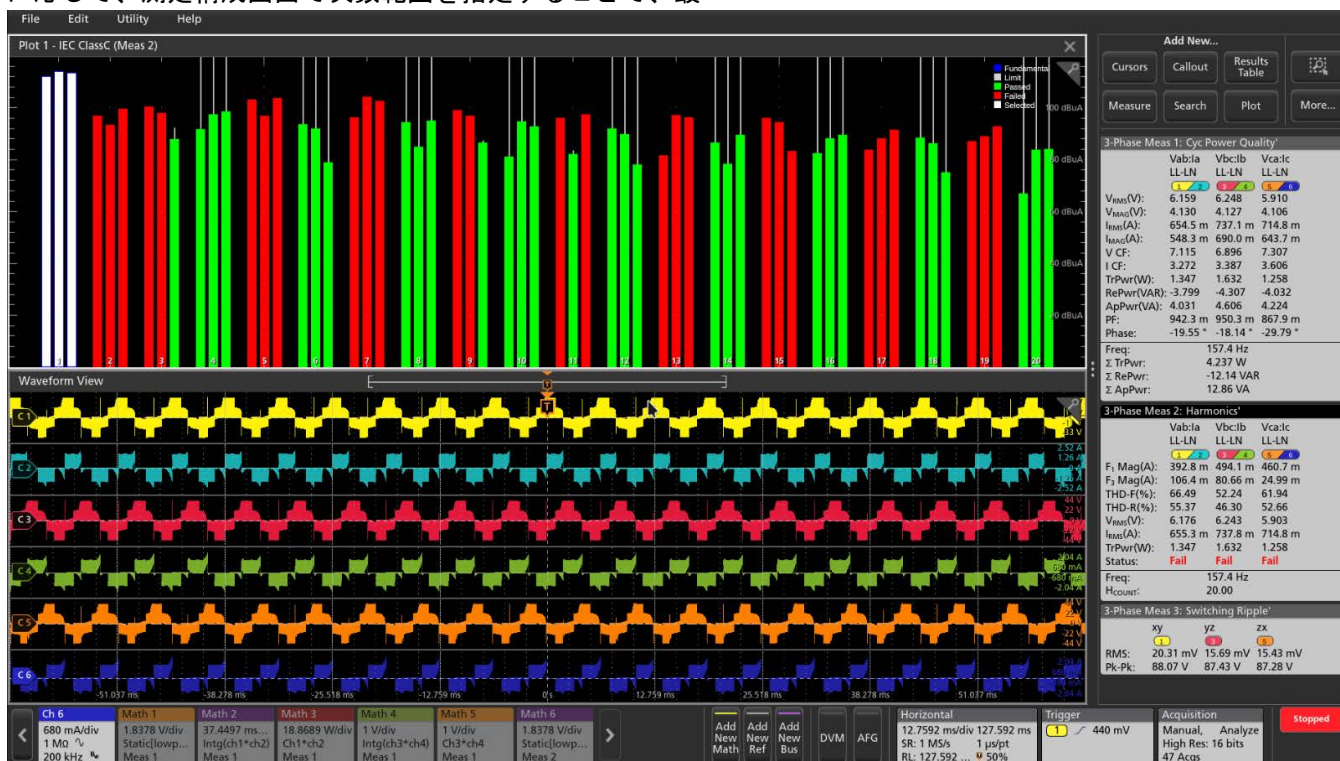


図2: 高調波のプロットに高調波試験の結果が不合格であることが示されている。それぞれのバーに相 A、B、および C の結果が示されており、相関関係を容易に把握できる。緑のバーが合格、赤のバーが不合格を示している

高調波プロットでは、三相のすべてのテスト結果がグループ化されて表示されるため、各相の結果を容易に比較できます。高調波バーは、合格条件の範囲であれば緑でハイライトされますが、リミットを超過すると赤になります。

電力品質

この機能では、以下のような重要な三相パワー測定が行えます。

- ・ 周波数と電圧と電流の振幅実効値
- ・ 電圧および電流の波高率（クレスト・ファクタ）

- ・ PWM 周波数
- ・ 各相の位相角

また、有効電力の合計、無効電力の合計、皮相電力の合計も表示されます。

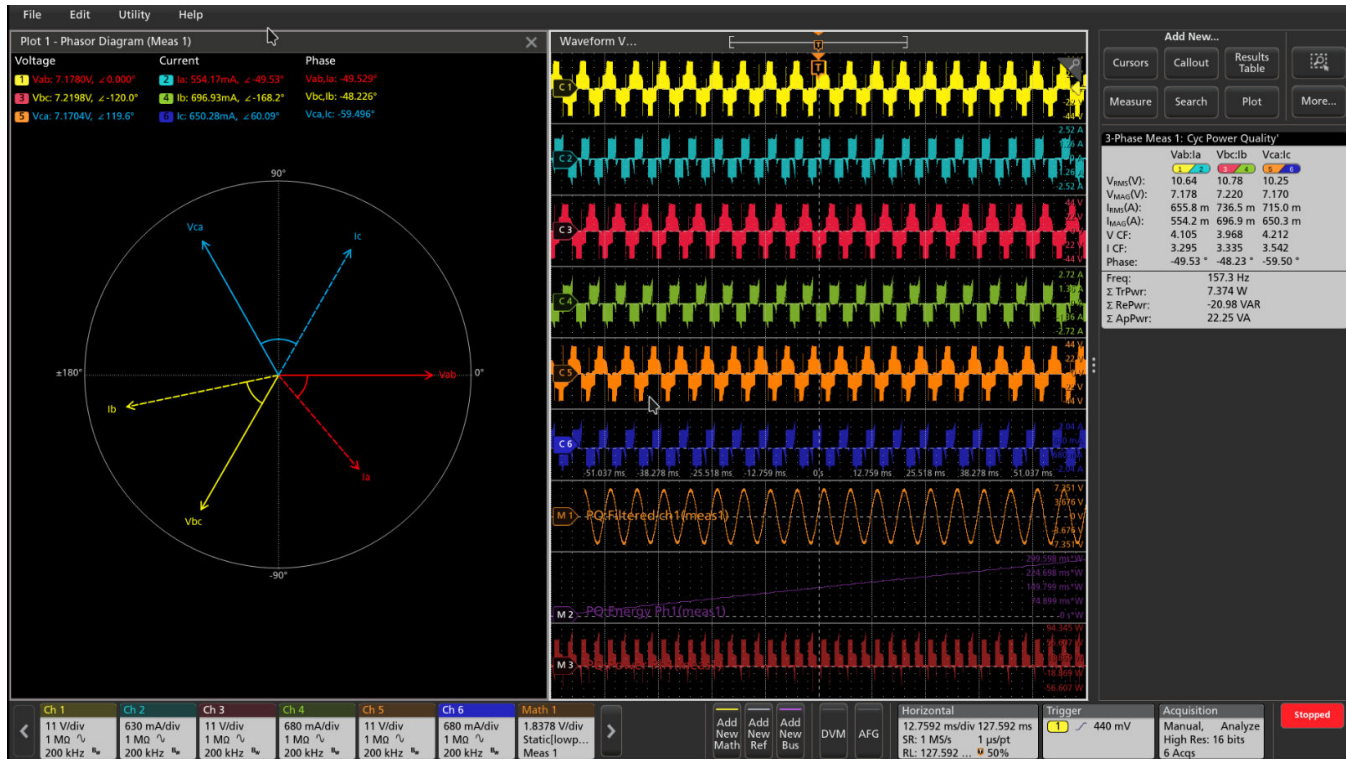


図3: 電力品質測定では、オシロスコープ・ベースのフェーザ図を使用して、三相信号を詳細に把握することが可能

さらに、ライン-ニュートラル結線構成では、三相すべてについて、有効電力、無効電力、皮相電力の成分が表示されます。フェーザ図に電圧と電流のベクトルが表示されるので、各相の位相シフトや相間のバランスをすばやく判断することができます。各ベクトルはRMS値で表され、位相は離散フーリエ変換（DFT）法を用いて計算されます。



図4: 電力品質測定を入力または出力として構成。コンフィグレーションを数学的に線間電圧からライン-ニュートラル間電圧に自動変換できるため、物理的な接続を変更する必要がない

3-Phase Meas 1: Cyc Power Quality'			
	Vab:la	Vbc:lb	Vca:lc
V _{RMS} (V):	10.56	10.84	10.37
V _{MAG} (V):	7.056	7.053	6.762
I _{RMS} (A):	664.5 m	738.9 m	714.2 m
I _{MAG} (A):	524.2 m	666.8 m	635.8 m
V CF:	4.121	3.961	4.172
I CF:	3.311	3.504	3.427
Phase:	-51.45 °	-45.83 °	-59.65 °
Freq:	157.2 Hz		
Σ TrPwr:	7.294 W		
Σ RePwr:	-21.22 VAR		
Σ ApPwr:	22.44 VA		

3-Phase Meas 1: Cyc Power Quality'			
	Vab:la	Vbc:lb	Vca:lc
V _{RMS} (V):	6.099	6.260	5.988
V _{MAG} (V):	4.074	4.072	3.904
I _{RMS} (A):	664.5 m	738.9 m	714.2 m
I _{MAG} (A):	524.2 m	666.8 m	635.8 m
V CF:	7.138	6.861	7.227
I CF:	3.311	3.504	3.427
TrPwr(W):	1.344	1.575	1.293
RePwr(VAR):	-3.824	-4.349	-4.077
ApPwr(VA):	4.053	4.625	4.277
PF:	930.7 m	962.1 m	869.1 m
Phase:	-21.45 °	-15.83 °	-29.65 °
Freq:	157.2 Hz		
Σ TrPwr:	4.211 W		
Σ RePwr:	-12.25 VAR		
Σ ApPwr:	12.96 VA		

図5: 線間モード (左) とライン-ニュートラル間モード自動変換 (右) での電力品質テストの結果

効率

効率は入力電力に対する出力電力の比率を測定します (DC 入力-AC 出力、2V2I 構成、および 1V1I)。効率測定は、4 シリーズ MSO の 6 チャンネルすべてを利用して、システム全体の効率を計算します (入力側に 1 つの電圧ソースと 1 つの電流ソース、出力側に 2 つの電圧ソースと 2 つの電流ソース)。

リップル解析

リップルとは、DC 電源の残留または不要な AC 電圧です。三相コンバータ・システムでは、通常は DC バス上で測定されます。この測定は、入力側の AC-DC からの信号がどの程度効率よく変換されているかを測定します。また、出力側の PWM 信号に不要な成分がどのように影響しているかを把握するのに役立ちます。

トレンド解析によるダイナミック測定

三相解析における一般的な要件として、より長い試験時間にわたってシステムの応答を注視しなければならないことが挙げられます。それは負荷条件を変化させながら DUT の動作を監視する必要があるためです。トレンド解析を使用することで、電圧、電流、電力、周波数などのパラメータ間の相互の関係や、負荷条件におけるそれぞれのパラメータの変動を解析するのに必要なデータが得られます。

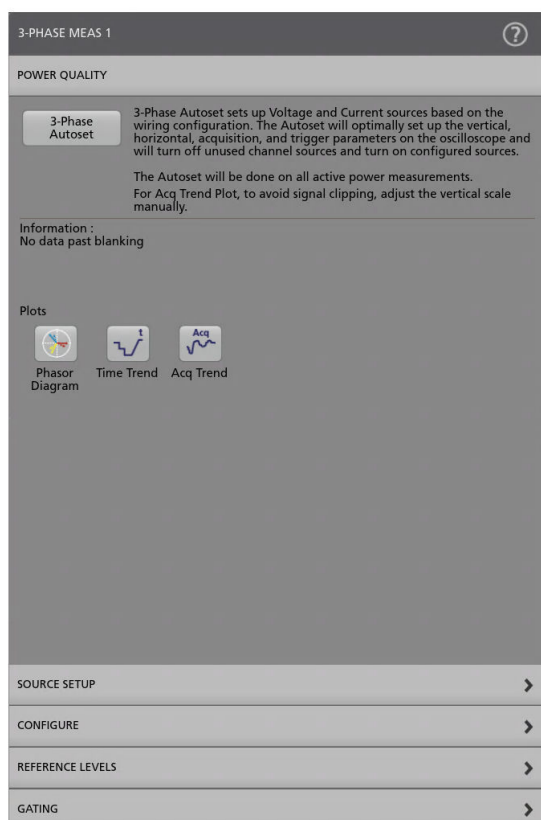


図6: 電力品質測定の時系列トレンドとアキュジション・トレンドのプロットを活用することで、より長い記録にわたってパラメータを監視できる

三相ソリューションでは、そうした要件に対応するために、電力品質測定において2種類の独自のトレンド・プロット、時間トレンドとアキュジション・トレンドが用意されています。それぞれのプロットには特長があり、任意の電力品質測定項目のプロットで使用できます。時間トレンド・プロットは、サイクルごとの、または取り込んだ波形（レコード内）ごとの測定値のトレンドを表示します。アキュジション・トレンドでは、レコードごと、すなわち複数のアキュジション毎の測定平均値を経時的トレンド・プロットとして表示します。アキュジション回数は、テスト設定時にユーザによって設定できます。そのため、ユーザは長いデータ・レコードを取り込み、詳細なレコード解析を行うことで、システムの応答の動的な挙動を把握できます。プロットはCSVフォーマットで保存できるため、オフライン解析にも利用できます。

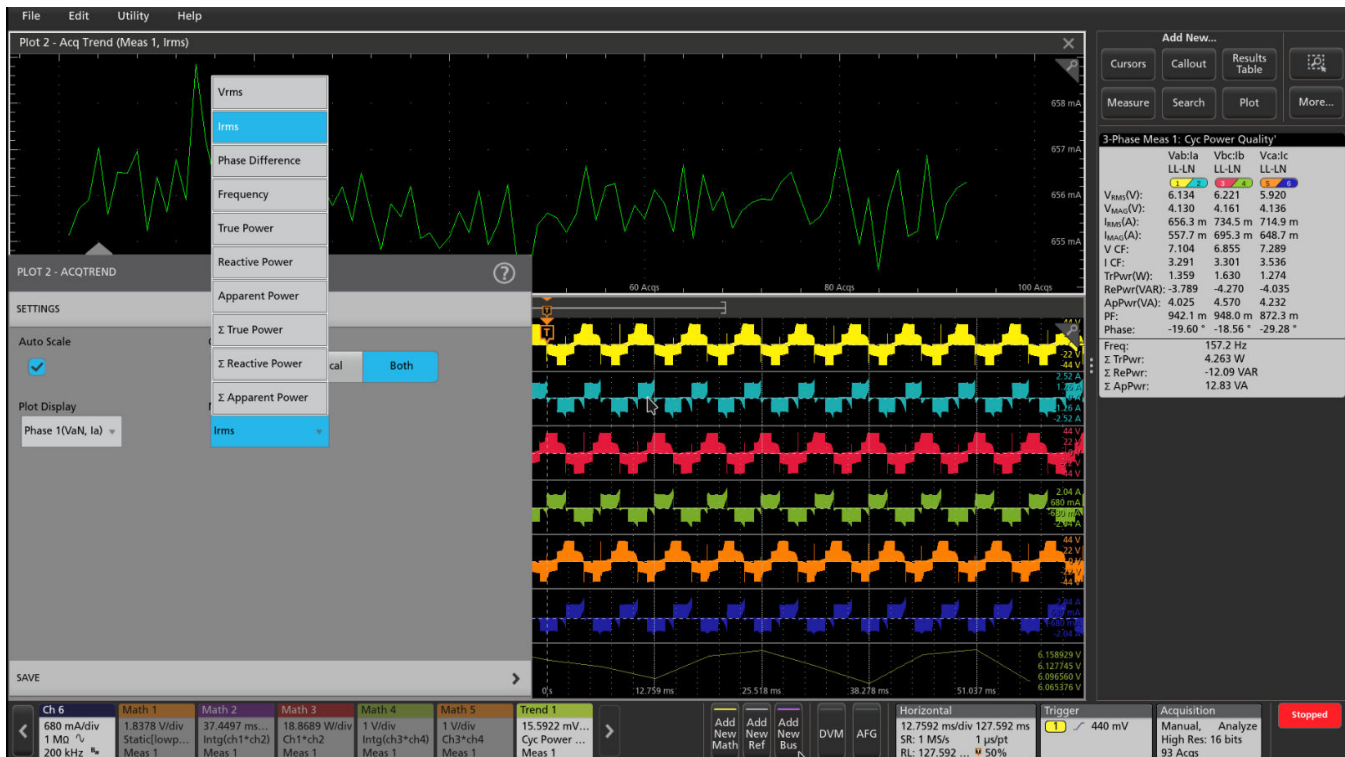


図7: アクイジション・トレンド・プロットを使用すれば、長いデータ・レコードを取り込み、システムの挙動を監視できる。さまざまな電力品質測定のパラメータを選択して、トレンド・データをプロットする。この例では、93回のアクイジションでプロットされたIrmsのアクイジション・トレンドが緑のプロットとして表示されている

レポート生成

三相ソフトウェアは、データの収集、アーカイブ、設計の文書化、開発プロセスを簡素化します。MHT または PDF 形式のレポートを作成できるため、パス/フェイル結果の解析が容易になります。

Measurement Report		Tektronix												
Wednesday July 1 2020 18:00:28														
Setup Configuration														
Scope Details														
Scope Model Number	Scope Serial Number	TekScope Version	Scope Calibration Status											
MSO46	Q100118	1.27.59	Pass											
Probe Details - CH1														
Probe Type	Probe Serial Number	Probe Cal Status												
THDP0200	C022402	Default												
Probe Details - CH2														
Probe Type	Probe Serial Number	Probe Cal Status												
TCPO030A	C012707	Default												
Probe Details - CH3														
Probe Type	Probe Serial Number	Probe Cal Status												
THDP0200	C032054	Default												
Probe Details - CH4														
Probe Type	Probe Serial Number	Probe Cal Status												
TCPO030A	C016454	Default												
Probe Details - CH5														
Probe Type	Probe Serial Number	Probe Cal Status												
THDP0200	C032056	Default												
Probe Details - CH6														
Probe Type	Probe Serial Number	Probe Cal Status												
TCPO030A	C016452	Default												
3-Phase High Level Configuration														
Measurement Type	Wiring	Connection	L-L to L-N											
AC-AC (Industrial)	3 Phase-3 Wire (3W3)	Line-to-Line	False											
Measurement Results														
Name	Measurement	Src(s)	Mean'	Min'	Max'	Pk-Pk'	Std Dev'	Populatio n'	Accum Mean	Accum Min	Accum Max	Accum Pk-Pk'	Accum Std Dev	Accum Pop
IRMS	VRMS	Ch 1, Ch 2 - Phase 1 (Vab, Ia)	10.536 V	10.435 V	10.635 V	199.79 mV	66.008 mV	18	10.533 V	10.374 V	10.728 V	333.75 mV	66.302 mV	9630
	VMAG		6.9972 V	6.9972 V	6.9972 V	0.0000 V	0.0000 V	1	6.9869 V	6.9089 V	7.0386 V	127.70 mV	26.096 mV	535
	IRMS		660.50 mA	649.80 mA	674.11 mA	24.317 mA	7.7243 mA	18	660.41 mA	643.16 mA	675.09 mA	31.823 mA	7.0198 mA	9630
	IMAG		564.15 mA	564.15 mA	564.15 mA	0.0000 A	0.0000 A	1	560.03 mA	500.46 mA	566.78 mA	16.319 mA	3.1713 mA	535
	Voltage Crest Factor		4.1358	4.0958	4.1943	98.539 m	28.517 m	18	4.1378	4.0689	4.2261	157.22 m	27.682 m	9630
	Current Crest Factor		3.2737	3.1091	3.4001	290.97 m	87.994 m	18	3.2717	3.0743	3.4404	366.17 m	82.856 m	9630
	Phase Angle		-49.904 Degrees	-49.904 Degrees	-49.904 Degrees	0.0000 Degrees	0.0000 Degrees	1	-49.691 Degrees	-50.440 Degrees	-49.310 Degrees	1.1307 Degrees	187.41 mDegree	535
	V Phase		0.0000 Degrees	0.0000 Degrees	0.0000 Degrees	0.0000 Degrees	0.0000 Degrees	1	0.0000 Degrees	0.0000 Degrees	0.0000 Degrees	0.0000 Degrees	0.0000 Degrees	535
	I Phase		-49.904 Degrees	-49.904 Degrees	-49.904 Degrees	0.0000 Degrees	0.0000 Degrees	1	-49.691 Degrees	-50.440 Degrees	-49.310 Degrees	1.1307 Degrees	187.41 mDegree	535
	VRMS	Ch 3, Ch 4 - Phase 2 (Vbc, Ib)	10.686 V	10.501 V	10.836 V	334.63 mV	85.156 mV	18	10.685 V	10.477 V	10.879 V	402.27 mV	81.467 mV	9630
	VMAG		7.0049 V	7.0049 V	7.0049 V	0.0000 V	0.0000 V	1	6.9713 V	6.9046 V	7.0213 V	116.71 mV	23.454 mV	535

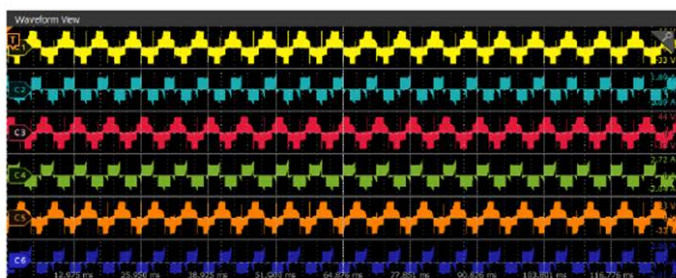


図8: セットアップの詳細、テスト・サマリ、テスト結果、画像が示された三相テスト・レポートの例

仕様

結線の構成	1V1I (単相 2 線)、2V2I (単相 3 線)、2V2I (三相 3 線)、3V3I (三相 3 線)、および 3P4W (三相 4 線)
L-L-L-N 変換	三相 3 線 (3V3I) で使用可能 ¹
電気解析	電力品質、高調波 ² 、リップル、効率 ³
三相オートセット	すべての測定項目に対応
プロット	フェーザ図、時間トレンド、アキュジション・トレンド、高調波バー・グラフ ⁴
レポート	MHT および PDF フォーマット、CSV フォーマットによるデータのエクスポートが可能
消磁/デスキュー (静的)	プローブの自動検出とオートゼロ機能。各チャンネルのメニューからデスキュー (電圧プローブと電流プローブ) や消磁 (電流プローブ) を実行できます。
測定ソース	ライブ信号 (アナログ)、リファレンス波形、演算波形

¹ 三相 4 線 (3V3I) の場合、接続は常に L-N であり、三相 3 線 (2V2I) の場合は L-L です。

² カスタム・テスト・リミットもサポート。

³ 効率は特定の結線構成のみでサポートされています。

⁴ 測定の構成の一部としてレンジ・フィルタを使用。

ご注文の際は以下の型名をご使用ください。

型名

製品名	型名	対応機器	利用可能な周波数帯域
新規にオシロスコープをご発注の場合のオプション名	Opt. 4-3PHASE	4 シリーズ MSO (MSO46 型)	200MHz、350MHz、500MHz、1GHz、1.5GHz
アップグレード時の型名	SUP4-3PHASE		
フローティング・ライセンス	SUP4-3PHASE-FL		

ソフトウェア・バンドル

バンドル・オプション	対応機器 ⁵	概要
4-PRO-POWER-1Y	4 シリーズ MSO	Pro Power Bundle (1年更新、4 シリーズ MSO 用)
4-PRO-POWER-PER	4 シリーズ MSO	Pro Power Bundle (永続ライセンス、4 シリーズ MSO 用)
4-PRO-AUTO-1Y	4 シリーズ MSO	Pro Power Automotive Bundle (1年更新、4 シリーズ MSO 用)
4-PRO-AUTO-PER	4 シリーズ MSO	Pro Power Automotive Bundle (永続ライセンス、4 シリーズ MSO 用)
4-ULTIMATE-PER	4 シリーズ MSO	Ultimate Power Bundle (永続ライセンス、4 シリーズ MSO 用)

推奨プローブ

プローブ・モデル	概要	数量
TCP0030A	電流プローブ	3 本 (3V3I 結線)
THDP0200 または TMDP0200	高電圧差動プローブ	3 本 (3V3I 結線)



当社は SRI Quality System Registrar により ISO 9001 および ISO 14001 に登録されています。



製品は、IEEE 規格 488.1-1987、RS-232-C および当社標準コード&フォーマットに適合しています。



評価対象の製品領域：電子テストおよび測定器の計画、設計／開発および製造。

⁵ 三相電力解析には 6 チャンネルの機器が必要です。

ASEAN/オーストラレーシア (65) 6356 3900

ベルギー 00800 2255 4835*

中東欧諸国およびバルト諸国 +41 52 675 3777

フィンランド +41 52 675 3777

香港 400 820 5835

日本 81 (120) 441 046

中東、アジア、および北アフリカ +41 52 675 3777

中華人民共和国 400 820 5835

韓国 +822 6917 5084, 822 6917 5080

スペイン 00800 2255 4835*

台湾 : 886 (2) 2656 6688

オーストリア 00800 2255 4835*

ブラジル +55 (11) 3759 7627

中央ヨーロッパおよびギリシャ +41 52 675 3777

フランス 00800 2255 4835*

インド 000 800 650 1835

ルクセンブルク +41 52 675 3777

オランダ 00800 2255 4835*

ポーランド +41 52 675 3777

ロシアおよび CIS 諸国 +7 (495) 6647564

スウェーデン 00800 2255 4835*

イギリスおよびアイルランド 00800 2255 4835*

バルカン半島諸国、イスラエル、南アフリカ、および他の ISE 諸国 +41 52 675 3777

カナダ 1 800 833 9200

デンマーク +45 80 88 1401

ドイツ 00800 2255 4835*

イタリア 00800 2255 4835*

メキシコ、中南米およびカリブ海域 52 (55) 56 04 50 90

ノルウェー 800 16098

ポルトガル 80 08 12370

南アフリカ +41 52 675 3777

スイス 00800 2255 4835*

米国 1 800 833 9200

* 欧州のフリーダイヤル番号つながらない場合は次の番号におかけください : +41 52 675 3777

詳細情報については、Tektronix は、総合的に継続してアプリケーション・ノート、テクニカル・ブリーフおよびその他のリソースのコレクションを発展させ、技術者が最先端で仕事ができるように手助けをします。Web サイト (jp.tek.com) をご参照ください。

Copyright © Tektronix, Inc. All rights reserved. テクトロニクス製品は、登録済および出願中の米国その他の国の特許等により保護されています。本書の内容は、既に発行されている他の資料の内容に代わるものではありません。また、本製品の仕様および価格は、予告なく変更させていただく場合がございますので、予めご了承ください。TEKTRONIX および TEK は Tektronix, Inc. の登録商標です。他の商品名全ては、各企業の商標および商標、登録商標です。

14 Jan 2021 61Z-61728-0

Website

Tektronix[®]