



### はじめに

電源の設計エンジニアは、80%あるいはそれ以上の電 力変換効率の達成というプレッシャーに直面していま す。この傾向は、携帯機器のバッテリの長寿命化、グ リーン製品による低消費電力化といった要求からきてい ます。

設計エンジニアにとっては、電源の特性評価、問題のト ラブルシュートのためには数多くの特殊なパワー測定が 必要になることを意味しています。従来、このような測 定は、定常的な電流と電圧をデジタル・マルチメータで 測定し、電卓やコンピュータで計算し、評価してきまし た。現在では、多くのエンジニアが、電源(パワー)測 定をオシロスコープで行うようになりました。 このアプリケーション・ノートでは、テクトロニクスの DP07000シリーズ、DP0/DSA70000/Bシリーズ とDP0PWRパワー解析ソフトウェアを使用した、代表 的なパワー測定について説明します。TDS5000Bシ リーズ・オシロスコープで使用するTDSPWR3ソフト ウェアについても説明します。このオシロスコープ、ソ フトウェアを使用することで、自動パワー測定による迅 速なパワー解析や簡単なプローブ・デスキューなど、優 れた測定精度の自動パワー測定を実現できます。



図1.2本のプローブ間の静的スキュー補正前の様子

### パワー測定の準備

解析やトラブルシュートにおいて正確に測定するためには、パワー 測定システムを正しくセットアップし、正確な波形を取込む必要 があります。考慮すべき項目を以下に示します。

- 電圧プローブ、電流プローブ間のスキュー調整
- プローブ・オフセットの除去
- 電流プローブのデガウス(消磁)

### 電圧プローブ、電流プローブ間のスキュー調整

オシロスコープでパワー測定を行う場合、DUT (Device Under Test、被測定デバイス)にかかる電圧と電流を測定する必要があ ります。この測定には、電圧プローブ(多くの場合、高電圧差動 プローブが必要になります)と電流プローブが必要です。電圧プ ローブと電流プローブには固有の伝播遅延時間があるため、表示 されるそれぞれの波形エッジが自動的に揃うということはありま せん。電流プローブと電圧プローブ間にあるこの遅延の差は「ス キュー」と呼ばれ、電力振幅とタイミング測定の誤差の原因とな ります。 例えば、電圧プローブのケーブル長が1.5m、電流プローブのケー ブル長が1mの場合、測定システムのコンパレータには、同時に波 形が到達しません。これは、プローブのケーブル長の違いが大き な原因です。スキューのその他の原因としては、信号パスの長さ の違い、オシロスコープ内部における回路遅延の違いなどがあり ます。

スキューはタイミング遅延の原因となるため、信号間の時間差の 測定、位相測定、力率測定において誤差となります。製品内部の 遅延を自動校正する測定システムがありますが、プローブをシス テムに接続すると新たな変数が加わることになり、その補正が必 要になります。

図1は、2本の電圧プローブを2つの入力チャンネルに接続したと きのスキューを示しています。同じ信号ソースに接続しているの にタイミングが一致していません。2つの波形の間には約10nsの 遅延がありますが、これは主にプローブ・ケーブル長の違いから きています。

DP07000シリーズ、DP0/DSA70000/Bシリーズ、TDS5000B シリーズは、プローブ先端から測定システムまでの遅延を補正す ることができるため、正確なタイミング測定が可能になります。 このデスキュー手順では、プローブを同じ波形ソースに接続し、 速い信号に遅延を加えます。こうすることで、短い方のプローブ に物理的なケーブルを追加することなく時間を合わせることがで きます。オシロスコープ内部のパスしかデスキューできず、プロー ブのケーブル長を補正できないようなオシロスコープは測定誤差 の大きな要因となってしまいます。





図2.2本のプローブ間の静的スキュー補正後の様子

図3. デガウス/オートゼロ機能を備えた当社TCP0030型AC/DC電流プローブ

### DPOPWRによる自動デスキュー

DPO/DSA70000/Bシリーズ・オシロスコープ用のDPOPWR アプリケーション・ソフトウェアでは、プローブをデスキュー・フィ クスチャに接続すると自動デスキューの実行が可能になります。 自動デスキューは数秒で完了するため、複数のプローブ、チャン ネルによる面倒な手作業のデスキューが不要になります。

図2は、図1と同じテスト・セットアップでDPOPWRのデスキュー 機能を実行した後の例です。DPOPWRソフトウェアのSingleボ タンを押すと、2つの信号が自動的に揃えられ、2つのパスのタイ ミング遅延の差が補正されます。結果として、2つの波形は時間的 に重なります。

### プローブ・オフセットの除去

差動プローブは、わずかですが電圧オフセットを持つことがあり ます。このオフセットは精度に影響することがあるため、測定前 にキャンセルしておく必要があります。ほとんどの差動電圧プロー ブにはDCオフセットの調整機能が内蔵されており、簡単な手順で オフセットをキャンセルすることができます。

同様に、測定前に電流プローブのオフセット調整が必要になる場合があります。電流プローブのオフセット調整は、DCバランスを調整して電流の平均値をOA(アンペア)またはOAに近づけることで行います。図3に示すTCPO030型AC/DC電流プローブなどのようなTekVPI対応プローブには、自動デガウス/オートゼロ機能が備わっており、プローブの補正ボックスにあるボタンを押すだけで実行することができます。

### 電流プローブのデガウス(消磁)

電流プローブには、操作が簡単なデガウス(消磁)機能も備わっ ている必要があります。デガウスでは、大きな入力電流によって 発生する内蔵変圧器コアの残留DC磁束を除去します。この残留磁 束は出力オフセット・エラーの原因となるため、測定精度を上げ るために測定前にデガウスによって除去する必要があります。

TekVPIインタフェース対応電流プローブにはデガウス警告用イン ジケータがあり、デガウスを実行するように促してくれます。電 流プローブは時間と共に無視できないようなドリフトが発生する ことがあり、測定に大きな影響を及ぼすことから、パワー測定で はこの警告インジケータ機能は非常に重要になります。

### 電源の特性評価

### 磁気特性

どのような電源システムでも、磁気コンポーネントは非常に重要 です。インダクタ (コイル)、変圧器は、スイッチング電源、リニ ア電源においてエネルギーの蓄積デバイスとして使用されます。 電源によっては、出力のフィルタにインダクタを使用するものも あります。システムにおけるその重要性から、磁気コンポーネン トの特性評価は電源の安定性、全体の効率を知る上で重要となり ます。





**図4.** DPOPWRによる磁気特性表示

### インダクタンス

インダクタのインピーダンスは、周波数が増えると増加し、低い 周波数より高い周波数が通りにくくなります。この特性はインダ クタンスと呼ばれ、H(ヘンリ)の単位で測定されます。インダク タ、変圧器などのインダクタンスのパラメータは、オシロスコー プで自動測定できます。

#### 測定方法:

DPOPWRとTDSPWR3アプリケーションは、時間と共に変化す る電圧、電流を測定し、インダクタンスを算出します。測定は簡 単で、磁気コンポーネントに電圧プローブと電流プローブを接続 します。Runボタンを押すと、インダクタンスの測定結果が図4の ように表示されます。黄色(Ch1)の波形が電圧、青(Ch2)の 波形が電流波形であり、インダクタンスを算出するための演算波 形がオレンジ(M1)の波形です。B-H曲線も表示されます。

### Resultsタブに表示される結果:

■ Inductance:デバイスまたは回路のインダクタンスの値です。

### 磁気電力損失

磁気電力損失の解析は、スイッチング電源の効率、信頼性、性能 を正確に評価する上で重要です。主な磁気損失は、コア損失(鉄損) と銅損です。電源内で使用されている銅の巻線抵抗が銅損となり ます。コア損失(鉄損)は、磁性コア内の渦電流損失とヒステリ シス損失の関数となります。コア損失は直流磁束とは無関係です が、交流磁束スウィングと動作周波数の影響を受けます。 実際の回路では、銅損からコア損失を分離することはかなり困難 です。解決方法の一つは、測定したトータルの磁気電力損失から、 磁気コンポーネントのデータ・シートに記載されているコア損失 の値を引き算して求める方法です。こうすることで、非常に正確

#### 測定方法:

DPOPWRとTDSPWR3はいずれも、単巻のインダクタ(コイル) やトランスのように二次巻線のある複巻インダクタであっても磁 気電力損失を算出することができます。

複巻線の変圧器では、差動プローブを接続して一次巻線の電圧を 測定します。変圧器の電流測定には、電流プローブを使用します。 オシロスコープとパワー測定ソフトウェアは、磁気電力損失を自 動的に計算します。

Runボタンを押すと、磁気電力損失の測定結果が図5のように表示 されます。

#### Resultsタブに表示される結果:

図5. DPOPWRによる磁気電力損失測定の結果

な銅損を求めることができます。

■ Power Loss:磁気コンポーネントのトータル電力損失です。



図6. DPOPWRのB-H曲線設定タブ

#### B-H曲線

磁気特性を表すのに、B、H、μが使用されます。Bは磁気誘導ま たは磁束密度であり、磁界の大きさを表し、単位はテスラ(T)で す。磁界中を移動する電荷に働く電磁気的な力を、その点におけ る磁束密度と定義しています。Hは磁界強度または磁場の強さであ り、単位はA/mです。μは透磁率であり、単位はH/m(ヘンリ・パー・ メータ)です。磁界における磁性体の磁化の程度を表します。

磁性体の長さ(磁路長)、コアの巻数などの物理特性により磁性材 料のBとHがわかります。B-H曲線は、スイッチング電源の磁気部 品の飽和(または非飽和)を検証するために使用され、またコア材 料の単位体積あたりの1サイクルごとのエネルギー損失を示します。 この曲線は、磁気誘導(磁束密度)Bと磁場の強さ(磁界強度)H で表されます。BとHは、磁性体の長さ(磁路長)、コアへの巻数な ど、磁気コンポーネントの物理特性によって異なるため、B-H曲線 は磁気コンポーネントのコア材料の部品としての性能を表します。

#### 測定方法:

B-H曲線をプロットするためには、磁気蕪村の両端の電圧と、磁気 部品に流れる電流を測定します。トランスの場合は、二次側巻線 の電流と同様に一次側巻線の電流も測定します。



図7. DPOPWRによるB-H曲線

オシロスコープのCh1に高電圧差動プローブを接続し、トランス の一次巻線の両端にプロービングします。測定される電圧は、磁 気コンポーネントの磁気誘導Bを表します。Ch2では、電流プロー ブで一次電流を測定します。電流プローブを使用して二次巻線の 電流をCh3で測定し、必要に応じてCh4でも電流を測定します。 パワー測定/解析ソフトウェアは、オシロスコープのCh2、Ch3、 Ch4からのデータを使用して磁化電流を計算します。磁化電流の 値は、H成分を算出するために使用されます。

パワー測定/解析ソフトウェアでB-H曲線を計算するには、コイル の巻数(ターン数、N)、磁路長(I)、コアの断面積(Ae)を入力 する必要があります(図6を参照)。

Runボタンを押すと、磁気特性が図7のように表示されます。



図8. DPOPWRによるスイッチング損失測定

#### Resultsタブに表示される結果:

- ΔB:磁束密度の変化
- △H:磁界強度の変化
- Permeability:透磁率
- Bpeak:磁気コンポーネントにおける(測定時の)最大磁束密度
- Br:残留磁束密度(残留磁気)。H=Oに戻ってもBが正で残る 値です。(ヒステリシス・カーブとY軸(H=O)の交点の値。) 残留磁気とも呼ばれ、残留磁束密度を表します。残留磁束密度 が大きいほど、磁性材の磁化力は残ります。
- Hc:保磁力(抗磁力)。磁束密度BをOに戻すのに必要な逆方向の外部磁界強度(負のH)を表します。ヒステリシス・カーブとX軸(B=O)の交点の値。保磁力が弱いことは、簡単に消磁することを意味します。
- Hmax:ヒステリシス・ループにおけるHの最大値です。
- I-ripple:電流のピーク・トゥ・ピーク値です。

### 電気特性

より高い変換効率が求められる中、スイッチング電源のエネルギー 損失の正確な算出と検証はさらに重要になっています。電源のす べてのコンポーネントは、なんらかのかたちでエネルギー損失を 持っています。スイッチング電源の場合、エネルギー損失の大半 はスイッチング・トランジスタがオフからオンに切り替わる際の 損失(ターンオン損失)と、その反対のターンオフ損失からなり ます。スイッチングの導通損失とエネルギー放射も、システムに おけるエネルギー損失になります。

規定された性能範囲内でシステム・コンポーネントが動作してい る場合、損失は最小になります。スイッチング・トランジスタの 安全動作領域(SOA)を観測することにより、デバイスにストレ スがかかっていないこと、また適正動作条件で動作していること を確認することができます。

### スイッチング損失測定

スイッチング損失は、スイッチング回路がオンになるとき、およ びオフになるときに発生します。ターンオン損失は、さまざまな 物理的容量、寄生容量がチャージされ、インダクタによって磁界 が発生し、関連する過渡的抵抗損失が発生することによって生じ ます。同様に、ターンオフになる場合、放電されるエネルギーが まだ残っていて、メイン・パワーが切り離されてもさまざまなコン ポーネントとの関係で損失が発生します。

### 測定方法:

DPOPWRまたはTDSPWR3によるスイッチング損失測定も、ス イッチング・トランジスタの電圧、電流にプロービングすること で実行できます。Runボタンを押すと、スイッチング損失が図8の ように表示されます。

- Ton:ターンオンの電力損失とエネルギー損失の計算結果です。
- Toff:ターンオフの電力損失とエネルギー損失の計算結果です。
- Total Avg:トータルの平均電力損失と平均エネルギーの計算 結果です。



図9. DPOPWRによるHi Power Finderの測定結果

#### Hi Power Finder

スイッチング電源の負荷の大きな変化は、スイッチング・デバイ ス全体の電力損失に大きく影響します。これは、電圧、電流の動 作リミットを超え、さらには電力定格を超える可能性もあります。 したがって、設計エンジニアはスイッチング・コンポーネントの 電力損失を解析し、瞬時電力が許容電力損失内に入っていること を確認する必要があります。

Hi Power FinderはDPOPWR、TDSPWR3独自の解析機能であ り、スイッチング波形から瞬時ピーク・パワーを求めることがで きます。すべてのピーク・パワーのデータ・ポイントを計算し、ピー クを特定し、ピーク・パワー・イベントをまとめます。わすが数 秒で自動的に実行されるため、ユーザは面倒なデータ解析から開 放されます。

システムの瞬時ピーク・パワーの解析だけでなく、任意のピーク・ パワーにおけるエネルギー損失を計算することもできます。結果 は、ResultsウィンドウのSwitch Finderタブを選択することで 表示されます。

### 測定方法:

Hi Power Finderで瞬時電力を求める接続は、スイッチング損失の測定と同じです。差動電圧プローブでスイッチング・トランジスタの電圧を測定し、電流プローブでトランジスタを流れる電流を測定します。正確に測定するためには、波形の縦方向の大きさが最低でも2~4div以上になるようにオシロスコープを調整します。



図10. Switch Finderタブによるエネルギー損失

予測されるTon、Toffレベルなどを入力してRunボタンを押すと、 Hi Power Finderによる結果が図9のように表示されます。

- Summary Table : この表には最大値、最小値、サイクル数が 表示されます。
  - Maximum:データ・サンプルにおけるピーク電力波形の最 大パワーです。
  - Minimum:データ・サンプルにおけるピーク電力波形の最 小パワーです。
  - # Cycles:データ・サンプルにおけるオンとオフのピーク数です。
- Range Panel:データ・レンジの開始、終了リミットが表示されます。値を入力し、Updateボタンを押すことで、解析のためのリミット値を変更できます。
- Peak Value Panel: EndとStartのリミット間にあるピーク値 が大きい順に表示されます。
- Link Button : カーソルを使用して電圧/電流波形のピーク位 置が特定されます。
- Prev:カーソルを前のピークに移動します。
- Next:カーソルを次のピークに移動します。
- Zoom:このボックスを選択すると選択されている電力ピーク 箇所のズーム・ウィンドウが作成され、カーソルによる詳細な 波形解析を行えます。
- Switch Finder Tab:カーソルの位置におけるエネルギー損失 が表示されます(図10を参照)。



図11. トランジスタのSOA (安全動作領域)

### SOA (安全動作領域)

スイッチング電源のスイッチング・トランジスタのSOA(安全動 作領域)は、特定の電圧条件で流すことのできる電流を規定して います。トランジスタがオン(飽和)とオフ(遮断)を繰り返す とき、デバイスがダメージを受けることなく動作するための電圧、 電流の条件を理解することは重要です。このリミットを超えてし まうとトランジスタがダメージを受ける可能性があるため、SOA を理解することは電源を正確かつ安全に動作させるために重要で す。トランジスタがオンになるか、オフになるかによって、SOA はそれぞれ順バイアス、逆バイアスになります。

トランジスタのデータ・シートには、図11に示すようなV<sub>CE</sub>(FET ではV<sub>DS</sub>)とI<sub>CE</sub>(FETではI<sub>DS</sub>)のグラフが付いています。SOAは この曲線の内側です。最大電圧、最大電流、電力、二次降伏 (Secondary Breakdown)、接合温度などのリミット値は、この グラフから推定します。これらの情報が一つの曲線で示されるた め、スイッチング電源の設計エンジニアはSOA測定の情報をもと に、さまざまな条件におけるスイッチング・トランジスタのテス トに使用できます。これにより、保護回路の設計作業がシンプル になります。

#### 測定方法:

動作中のトランジスタのSOA測定で難しいのは、さまざまな負荷 条件、温度変化、商用電圧の変動などにおいて電圧、電流のデー タを正確に取込むことです。DPOPWR、TDSPWR3は、DUT(被 測定デバイス)への接続が最小限で済み、データの取込み、解析 が自動的に実行できるため、この作業が大幅に簡素化できます。 測定はスイッチング・トランジスタに電圧プローブと電流プロー ブを接続することで行え、いたって簡単です。

DPOPWR、TDSPWR3パワー測定/解析ソフトウェアは、2種類の作図が行えます。

### SOA (安全動作領域)

- SOA/ SOA Normal:通常のSOAグラフであり、1回のレコードからXYモードで電圧、電流波形をプロットします。結果は Resultsタブに表示され、全画面に拡大することもできます。 このグラフは、1回の取込みサイクルをもとに作成されます。
- SOA X-Y/SOA:オシロスコープのX-Y表示モードを使用して 電圧波形、電流波形をプロットします。同じ波形を何回もリア ルタイムで取込むテストで使用します。
- SOA Gated Plots: SOA/SOA Normalに似ていますが、使用されるデータを選択、あるいはカーソルでゲート指定することができます。特定のイベントの観測に適しています。



図12. DPOPWRによるSOAマスク・エディタ・ウィンドウ。XとYの最大値、最 小値を設定できる

### SOAマスク・エディタ

SOAのマスク・エディタは、トランジスタのデータ・シートに 記載されている電圧、電流の最大値、最小値および最大許容損 失をもとにセットアップされます(図12を参照)。測定された SOAと、トランジスタ製造メーカからの最大リミット値を検証、 比較することができます。データ・ポイントがマスク領域内に ある場合は緑で"Pass"が表示されて合格と見なすことができ ます。マスク領域外に出ると赤で"Fail"と表示され、不合格と 見なすことができます。

設定してからRunボタンを押すと、SOAが図13のように表示されます。

### Resultsタブに表示される結果:

- Results Table : カーソル・ポジションに対応したデータが表示されます。選択されたポイントの電圧、電流、電力、平均電力、標準偏差が表示されます。
- Full Screen: SOAのグラフが拡大され、オシロスコープの画 面と同じサイズで表示されます。

### 入力解析

電気をエンド・ユーザまで届けるのは非常に複雑なシステムであ り、発電、伝送、分電を含みます。発電量、電源需要の変化、天候、 電源ライン品質、エンド・ユーザの配線の違いなど、すべては最 終的に負荷に到達する電源品質全体に影響します。



図13. DPOPWRによるSOA

スイッチング電源は電源ラインに対してノンリニア負荷であるため、入力の電圧、電流波形は同じになりません。電流は、入力サイクルの一部のみに流れるため、入力電流波形では高調波が発生します。商用ラインにおける電源の影響を解析するためには、電源品質、トータルの電源品質、電流の高調波の測定が一般に行われます。

### 電源品質

電源品質は、電力が、供給される先の負荷で正しく機能するかを 示すものです。これを測定することで、ノンリニア負荷(非線形 負荷)が原因の歪みの影響を理解することができます。例えば、 スイッチング電源はノンリニア負荷であるため、電力システム全 体に追加されると、それが伝送される商用電源の品質に影響しま す。スイッチング電源の入力端で電源品質を測定すると、供給さ れている商用電源の品質のもとでスイッチング電源がいかにうま く機能しているかを理解することができます。

#### 測定方法:

差動プローブでシステムのライン電圧を、電流プローブでシステムのライン電流を測定することで、電源品質を簡単に測定できます。同じプロービングで電流高調波とトータルの電源品質を測定できます。



図14. DPOPWRによる電源品質測定の結果

DPOPWRとTDSPWR3ソフトウェアにはデスキュー機能があ り、電流波形と電圧波形を揃えることで各プローブの伝播遅延の 差異の影響を除くことができます。

Runボタンを押すと電源品質が解析され、図14のように表示されます。

### Resultsタブに表示される結果:

- Vrms:表示された電圧波形の二乗平均平方根(Root-Mean-Square)。
- True Power:システムの真の電力、単位はワット(W)
- VcrestFactor:電圧のピーク振幅を電圧の実効値で割った値です。
- 周波数:電圧波形の周波数、単位はヘルツ(Hz)
- Irms:表示された電流波形の二乗平均平方根(Root-Mean-Square)
- ApparentPower : 皮相電力。電圧の実効値×電流の実効値。
   単位はVA
- ICrestFactor:電流のピーク振幅を電流の実効値で割った値
- PowerFactor:実効電力(真の電力)と皮相電力の比



図15. 電流高調波測定のためのDPOPWRの設定タブ

#### 電流高調波

現実の電源はノンリニア負荷(非線形負荷)であり、ユーザが操 作を変更したり、デバイスの温度が上下することによって負荷が 増減することを意味します。このような負荷変動により、電圧波形、 電流波形に歪みが生じます。電源がターンオン、ターンオフする ときに、入力電源ラインの抵抗負荷、容量負荷、誘導負荷で発生 するサージ電流によってノンリニアとなります。また、ソース電 圧が変化することでも、電源機能がノンリニアになります。 DPOPWRとTDSPWR3は、このような負荷変動に対する入力電 源の変化を迅速にレポートします。

### 測定方法:

機器のセットアップ方法は、「電源品質測定」の場合と同じです。 差動電圧プローブでライン電圧を測定し、電流プローブでライン 電流を測定します。Configurationタブで、電流高調波の規格、 ライン周波数、規格のクラス(A、B、C、またはD)を設定しま す(図15を参照)。クラス、規格によっては、さらに入力電力、 力率、基本波電流なども表示されます。

| 1         19720         0.00         0.00         44.           2         110.00         120.07         9.7768         Pess           3         107.22         127.23         28.612         Pess           4         110.02         127.23         28.612         Pess           5         192.26         127.23         28.612         Pess           6         192.47         120.514         24.622         Pess           7         95.626         117.73         22.784         Pess           8         101.81         107.73         62.234         Pess           9         96.469         112.24         7.1517         Pess           9         96.469         110.37         22.2442         Pess           10         94.649         110.37         23.442         Pess           11         66.525         110.37         23.442         Pess           13         64.525         110.37         2.527         Pess           14         96.525         1102.37         7.2674         Pess           15         94.741         103.52         8.764         Pess           14         96.526 <td< th=""><th></th></td<>   |          |
|--|----------|
| 2         116.09         120.07         9.7700         Pess           3         107.22         127.23         28.042         Pess         110           4         116.13         112.37         25.550         Pess         110         110           5         96.276         121.14         24.842         Pess         110         110           7         95.826         112.14         24.842         Pess         110         100           8         96.276         112.14         24.842         Pess         100  | Value    |
| 2         1100         12723         220492         Pass           4         110.22         117233         220492         Pass           5         19224         11227         25560         Pass           5         19224         11227         25560         Pass           6         97.421         199.54         12.121         Pass           7         95426         117.273         22.394         Pass           7         95426         117.273         22.394         Pass           7         95426         117.273         22.394         Pass           9         104.49         112.24         7.1917         Pass           11         66.920         119.23         65.424         Pass           11         66.920         110.37         23.442         Pass           11         66.920         110.37         23.442         Pass           13         66.512         190.514         17.592         Pass           14         95.525         192.37         7.2674         Pass           15         94.741         153.52         8.7648         Pass           14         95.526         1  | Class A  |
| 3         107.22         127.23         28.842         Peas           4         116.53         112.27         25.580         Peas           5         96.296         122.14         24.842         Peas           7         95.296         122.14         24.842         Peas           8         96.296         112.73         22.842         Peas           7         95.826         111.73         22.274         Peas           9         101.49         112.24         7.157         Peas           10         94.699         195.30         148.88         Peas           11         94.699         195.31         64.547         Peas           12         97.499         195.31         64.547         Peas           13         04.512         190.31         64.547         Peas           14         05.526         192.37         7.2674         Peas           15         94.761         193.21         8.768         Peas           14         05.526         192.37         7.2674         Peas           15         94.691         193.21         8.768         Peas           14         05.538   | 870.54m% |
| 4         1418.53         1415.67         2.5580         Pums           5         196.296         123.14         2.4.82         Pess           6         97.421         199.54         12.121         Pess           7         95.826         117.73         22.394         Pess           9         106.49         117.27         62.34         Pess           9         106.49         117.27         62.34         Pess           9         106.49         115.30         16.88         Pess           11         06.929         119.37         23.442         Pess           13         94.699         119.271         24.42         Pess           14         06.929         119.37         23.442         Pess           15         94.781         119.37         7.274         Pess           14         05.525         119.37         7.274         Pess           15         94.781         113.52         8.768         Pess           16         91.681         103.21         16.813         Pess  | 50.05Hz  |
| 4         716.53         712.57         25.58         198.54           5         96.246         121.14         24.82         198.54           6         97.421         109.54         12.121         198.58           7         95.829         117.73         22.784         198.55           8         101.81         107.23         6.2234         198.55           9         101.49         112.24         7.1517         198.55           10         96.829         110.37         22.442         198.55           11         06.829         110.37         25.442         198.55           13         04.512         100.37         22.442         198.56           14         05.525         110.37         7.22.44         198.56           15         94.761         103.52         8.766         198.56           16         91.831         101.21         4.512         198.56           17         10.8578         103.24         2.264         198.56  | 357.30V  |
| 5         96286         112.14         24.82         Pess           6         97.421         109.54         12.121         Pess           7         95426         117.73         62.34         Pess           9         101.81         117.73         62.34         Pess           9         101.81         117.73         62.34         Pess           9         101.49         117.27         7.7517         Pess           11         06.929         119.33         10.88         Pess           12         97.499         119.271         65.417         Pess           13         06.525         119.27         7.274         Pess           14         95.325         110.27         7.274         Pess           15         94.781         113.52         8.748         Pess           16         91.811         101.27         7.274         Pess           13         91.631         103.22         8.748         Pess           14         95.325         110.32         7.274         Pess           15         94.781         103.21         104.53         Pess   | 72.449A  |
| 6         97.21         199.54         12.21         Pass           7         95.25         117.73         22.784         Pass           8         101.81         117.73         62.234         Pass           9         106.49         112.24         7.557         Pass           10         94.695         110.27         22.442         Pass           11         06.523         110.27         22.442         Pass           12         97.490         130.27         22.442         Pass           13         06.512         106.44         17.592         Pass           14         95.555         112.27         7.2174         Pass           15         94.761         133.52         A.7684         Pass           16         91.851         112.27         7.2174         Pass           17         96.859         112.27         7.2174         Pass           16         91.851         112.24         12.898         Pass   | 16.865kW |
| 7         95/829         117.73         22.784         Pass           8         191.81         197.23         64.234         Pass           9         190.49         112.24         7.1517         Pass           10         94.699         195.39         16.48         Pass           11         94.699         195.39         22.442         Pass           12         97.169         190.37         22.442         Pass           13         08.512         190.44         17.932         Pass           14         95.55         192.37         7.2474         Pass           15         94.761         193.32         8.766         Pass           16         91.691         193.21         4.733         Pass           17         0.6578         193.24         12.89         Pass   |          |
| B         141.01         117.23         6.423.1         Pess           9         190.49         112.44         7.1517         Pess           10         94.69         195.30         16.68         Pess           11         06.29         193.77         22.42         Pess           13         06.512         190.44         17.592         Pess           14         06.525         190.27         7.22/4         Pess           15         94.761         193.52         8.768         Pess           16         96.525         190.27         7.22/4         Pess           17         96.518         191.21         8.768         Pess           18         91.691         191.21         12.498         Pess   |          |
| 9         164.89         112.04         7.1517         Pass         Ven           13         94.699         135.30         18.88         Poss         Tass         1           14         06.929         110.37         22.442         Pass         Pass <td< td=""><td></td></td<> |          |
| 13         94.69         195.30         18.88         Pass           11         06.928         110.37         23.42         Pass           12         97.499         193.71         63.417         Pass           13         06.512         190.44         17.932         Pass           14         95.425         192.37         7.2474         Pass           15         94.741         193.52         8.748         Pass           16         95.425         192.37         7.2474         Pass           14         95.425         192.37         7.2474         Pass           15         94.741         193.52         8.748         Pass           17         9.8539         192.24         12.249         Pass   |          |
| 11         06.529         110.37         22.442         Pass           12         97.569         103.271         6.5417         Pass           13         06.572         106.44         17.592         Pass           14         95.125         102.27         7.2174         Pass           15         94.761         103.52         8.708         Pass           16         91.681         101.21         16.133         Pass           17         0.6529         112.24         12.299         Pass   | -        |
| 12         97.59         133.271         4.5417         Pass         Ible           13         105.52         136.44         17.592         Pass         65.45         Pass           14         95.525         132.37         7.2474         Pass         Pass         Pass           15         94.761         133.52         8.768         Pass         Pass         Pass           16         91.851         191.21         15.33         Pass         Istage         Istage           17         9.8528         192.44         12.998         Pass         Pass         Pass  | Graph    |
| 13         08.512         106.44         17.592         Pass         08.50           14         05.125         102.37         7.2074         Pass         Harmon           15         94.761         103.52         8.768         Pass         All           16         91.691         101.21         16.133         Pass         Mage           17         196.529         192.44         12.249         Pass         Term  |          |
| 11         05.125         110.37         7.2474         Pass         Harmon           15         54.761         113.52         8.768         Pass         All           16         94.861         101.21         18.133         Pass         Mage           17         106.520         102.44         12.249         Pass         Term         Term  |          |
| 15 94/61 10352 8/488 Pass Ar<br>15 91,811 101/21 16,133 Pass Margin<br>17 98,530 102/4 12,988 Pass (97)  | onics    |
| 15 91.091 10121 10.133 Pass Margin<br>17 98.530 102.44 12.949 Pass   |          |
| 17 99.530 102.44 12.999 Pass Der   |          |
|  | (Suff)   |
| 18 95.794 100.19 4.3952 Pass   |          |
| 19 95.991 101.07 5.0732 Pass   | -        |

図16a. DPOPWRによる電流高調波の測定結果

Runボタンを押すと、電流高調波の測定結果が表示されます(図 16a、16bを参照)。

- 高調波一覧:高調波、値、リミット、マージン、結果が表示されます。
  - Harmonic: 高調波の次数
  - Value:測定された電流高調波、単位はdBµA
  - Limit:選択されたIEC規格の高調波リミット、単位はdBµA
  - Margin: ValueとLimitの差分
  - Results:高調波ごとにPass(緑)またはFail(赤)の結果
     を識別表示(色で表示されるのはDPOPWRのみ)
- Result Table: この表には、以下の情報が表示されます。
  - Class: Configurationタブで選択されたクラス。選択できるクラスはA、B、C、Dであり、DUTあるいは電流波形の形状によって異なります。
  - V-THD:電圧の全高調波歪み、単位は%



図16b. グラフ形式で表示された電流高調波の測定結果

- I-THD:電流の全高調波歪み、単位は%
- Line Frequency: ライン周波数、単位はHz。Configuration タブで選択されます。
- Vrms: ライン電圧、単位はV
- Irms: ライン電流、単位はA
- True Power:真の電力、単位はW
- View:高調波測定結果表示を表形式またはグラフのいずれかから選択します。棒グラフ形式では、緑のバーは合格、赤のバーは不合格を意味します。
- Units:表形式で表示されるデータの単位を、dBµAまたはAから選択します。
- Harmonics:ドロップ・ダウン・メニューにより、All(全高調波)、Even(偶数次)、Odd(奇数次)を選択します。
- Margin:マージンの計算方法を、測定値とリミット値の差分、 または基本波に対するパーセントから選択します。
- Amendment 14 Table: この表には、POHC (Partial Odd Harmonic Current)の値、リミット値、結果が含まれます。

| armonio | Value  | Limit  | Margin  | Result |  | and the second s | -          |
|---------|--------|--------|---------|--------|--|--|------------|
| 1       | 91.426 | 0.00   | -91.428 | -NA-   |  | View :   | Table      |
| 2       | 50.646 | 120.67 | 70.022  | Pass   |  | 1993   |            |
|         |        |        | 36.075  | Pass   |  | Units :  | dBuA       |
|         | 50.663 | 112.67 | 62.006  | Pass   |  | Harmonics :  |            |
|         | 90.418 | 121.14 | 30.720  | Pass   |  |  |            |
|         | 56.113 | 109.54 | 53.430  | Pass   |  | 1993 - 1988 - 1  |            |
|         | 89.326 |        | 28.404  | Pass   |  | Margin :   | Difference |
|         | 60.705 |        | 46.530  | Pass   |  | Endd   | Value      |
|         | 87,498 | 112.04 | 24.643  | Pass   |  | Class  | A          |
| 10      | 65.598 | 105,30 | 39.699  | Pass   |  | VTHD   | 2 622484   |
|         | 85.014 |        | 25.356  | Pass   |  | LTHD   | 100 1084   |
|         | 66.517 |        | 37.194  |        |  | Line Free work   | 50.074     |
|         | 02.202 | 100.44 | 24:242  | Pass   |  | Vrms   | 218.0V     |
|         | 68.796 | 102.37 | 33 576  | Pass   |  | kms  | 81 60m4    |
|         |        | 103.52 | 24 802  | Pass   |  | True Power   | 7 974W     |
| 16      | 69.334 | 101.21 | 31,880  | Pass   |  | Annarant Power   | 17 7714    |
| 17      | 73.682 | 102.44 | 28.855  | Pass   |  | V Creet Eactor   | 1 394      |
|         | 70.671 | 100.19 | 29.518  | Pass   |  | I Cred Eactor  | 2.077      |
| 19      | 67.564 |        | 33 503  |        |  | Power Factor   | 448.800    |
| 20      | 70.066 | 00.070 | 20,100  | Dama.  |  | -rower ractor  | 1440.0111  |

図17. TDSPWR3によるトータル電源品質の結果。電流高調波、電源品質がまとめて表示される

### トータル電源品質

DPOPWRとTDSPWR3はトータル電源品質を解析でき、電源品 質と電流高調波がまとめて表示されます。

トータル電源品質の解析の測定セットアップは、電源品質解析の 場合と同じです。条件設定は、先に説明した「電流高調波」と同 様です。

トータル電源品質の結果を図17に示します。電源品質と電流高調 波の結果が含まれています。

### 出力解析

スイッチング電源で特に重要な出力測定項目に、ライン・リップル、 スイッチング・リップル、スペクトラム解析、ターンオン時間が あります。

### ライン・リップル、スイッチング・リップル

電源のDC出力品質は、クリーンで、ノイズ、リップルが小さくな ければなりません。簡単に言うと、リップルは電源のDC出力に重 畳するAC電圧であり、通常の出力電圧に対する比、またはピーク・ トゥ・ピーク電圧で表されます。



図18. DPOPWRのライン・リップルのConfigureタブ

電源の出力リップルは2種類あります。ライン・リップルでは、ラ イン周波数に関連するリップルの量を測定します。一方、スイッ チング・リップルでは、スイッチング電源の出力から検出される スイッチング周波数に関連するリップルの量を測定します。

出力ライン・リップルは、通常、ライン電源の2倍の周波数であり、 スイッチング・リップルはkHz以上の周波数レンジで、ノイズも結 合しています。スイッチング・リップルからライン・リップルを 分離することは、電源の出力特性評価で最も難しい課題です。パ ワー測定/解析ソフトウェアは、この作業を大幅に軽減します。

### 測定方法:

システム・リップルは、電圧プローブがあれば測定できます。差 動電圧プローブをシステムの出力に接続し、出力ライン・リップ ル電圧とスイッチング・リップル電圧を測定します。

ライン・リップルとスイッチング・リップルのConfigureタブは、 非常によく似ています(図18を参照)。どちらのリップル測定でも、 カップリング(ACまたはDC)、帯域制限(20MHz、150/250 MHz、Full)、オシロスコープのアクイジション・モード(サンプル、 ピーク・ディテクト、ハイレゾ)を設定します。ライン・リップ ル測定では、システムのライン周波数(50Hz、60Hz、400Hz) も設定する必要があります。スイッチング・リップル測定では、 スイッチング・トランジスタのおよそのスイッチング周波数の設 定が必要になります。



図19. DPOPWRによるスイッチング・リップルの測定結果

設定した後、Runボタンを押すと、図19のような測定結果が表示 されます。

### Resultsタブに表示される結果:

 Peak to Peak Ripple:システムのライン・リップルまたはス イッチング・リップルのピーク・トゥ・ピーク電圧が表示され ます。

### スペクトラム解析

スペクトラム解析機能を使用して、システムの電磁妨害(EMI)に 影響を及ぼす周波数成分を解析します。また、出力DC電圧の周波 数領域におけるノイズ/リップルを測定します。この解析により、 被測定電源にフィルタリングの課題があるか確認することができ ます。



図20. DPOPWRのスペクトラム解析のConfigureタブ

#### 測定方法:

これまでの測定と違い、プローブは必ずしも必要としません。測 定する電源の出力をオシロスコープのチャンネルに接続します。

DPOPWRまたはTDSPWR3の設定では、周波数レンジを設定し ます(図20を参照)。スタート周波数はOHz~499MHzで設定で き、ストップ周波数は50Hz~500MHzで設定します。次に、 ウィンドウ・タイプを選択します。これにより、スペクトラムのリー クを軽減します。選択できるウィンドウのタイプは、方形波、ハミン グ、ハニング、ブラックハリス、ガウシャン、フラットトップ2、 カイザーベッセル、TekExpです。

Optionの欄でAuto Setupにチェックが入っている場合は、パワー 測定/解析ソフトウェアは選択されたウィンドウ・タイプから、 適切なレコード長、時間軸を自動的に選択します。チェックが入っ ていない場合は、既存の時間軸、レコード長で解析します。



図21. DPOPWRによるスペクトラム解析結果のフル・スクリーン表示

解析結果の例を、図21に示します。縦軸は振幅、横軸は周波数(Hz) です。

### Resultsタブに表示される結果:

- グラフ:縦軸に振幅、横軸に周波数が表示されます。スタート 周波数、ストップ周波数も表示されます。
- Top 10 Peak Values:上から10番目までのピーク値とその 周波数が表示されます。
- マーカの値:マーカの位置におけるピーク値が表示されます。
- Prev:前のピーク値を選択します。
- Next:次のピーク値を選択します。
- Vertical Scale: 垂直軸の単位を、dB、dBm、RMS、Peak から選択します。
- Zoom: グラフを拡大/縮小表示します。

#### ターンオン時間

ターンオン時間は、電源がオンになってから有効になる、つまり 出力が利用できるようになるまでの時間です。別の言い方をする と、電源がオンになってからの遅延時間と出力電圧の立上り時間 の合計した値になります。電源のターンオン時間を理解し、ライン と負荷の変動率を最小にするためには、電源のターンオン時間を 知ることが重要です。



図22. DPOPWRのターンオン時間のConfigureタブ

従来、ターンオン時間は面倒な計算から求めるか、SPICEなどの シミュレーションから求めていました。従来の方法ではターンオン 時間の測定は難しく、特に入力と出力の電圧の相対スケールが大 きく異なる場合、問題となります。出力が複数ある電源では、解 析はさらに難しくなります。

DPOPWRとTDSPWR3は、オシロスコープのスケールを自動的 に調整してターンオン時間を測定し、結果を表示します。さらに、 3つまでの出力を同時に解析することができます。

#### 測定方法:

ターンオン時間測定のセットアップは至って簡単で、電圧プロー ブを2本使用するだけです。1本は入力に、もう1本は出力に接続 します。この測定には差動プローブの使用をお勧めします。

DPOPWRとTDSPWR3のConfigureタブでは、電源の出力情報 だけでなく、入力情報も設定します(図22を参照)。入力の欄では、 ターンオン時間をAC/DCコンバータで測定するのか、DC/DCコン バータで測定するのかを設定します。AC/DCコンバータの場合は、 AC入力のライン周波数を設定します。次に、ソースの最大電圧と、 想定される最大のターンオン時間を設定します。ソフトウェアは、 この値から測定のスケールとタイミング・ウィンドウを設定します。

DPOPWRとTDSPWR3では、3つまでの出力のターンオン時間 を同時に測定することができます。出力を設定すると、テストす る出力チャンネルの番号が選択され、出力電圧を測定するオシロ スコープのチャンネルが設定されます。最大出力電圧を設定すれ ば、セットアップは完了です。



図23. DPOPWRのターンオン時間測定結果

Runボタンを押すと、測定結果が表示されます(図23を参照)。

#### Resultsタブに表示される結果:

■ ターンオン時間:設定した出力のターンオン時間

### 電源のプリコンプライアンス・テスト

産業、民生用でのエネルギー消費が増加している現在、電力シス テムの品質はさらに重要度を増しています。スイッチング電源の 奇数次の高調波は、電力網に戻ることがあります。また、電力網 に接続されるスイッチング電源の数が増えると、電力網に戻る高 調波歪みのトータル・パーセンテージも増えます。これにより、 電力網のケーブル、変圧器の過熱の原因となり、機器などの損傷 の原因となります。したがって、電力システムの高調波低減が重 要になります。 このためには、まず電力システムがIECが規定しているIEC 61000-3-2 Class A、B、C、D、IEC61000-3-2 AMD14 Class C、D、MIL-STD-1399などの規格に適合しているかをテ ストします。これは、ノンリニア負荷による電源品質を確認する ものです。IEC61000-3-2は一般的な電力網の適合性規格ですが、 MIL-1399は防衛用の電力システムの規格です。

IEC61000-3-2規格は、公共の基幹電力システムに入る電流高調 波を規制しています。各位相につき最大16Aの入力電流までのす べての電気/電子機器で、公共の低電圧配電システム(100V AC、230V ACまたは200V AC三相、415V AC三相など)に 接続されるものに適用されます。この規格はさらに、Class A(平 衡三相機器)、Class B(携帯機器)、Class C(照明器具、調光 機器)、Class D(特殊な電流波形要件を持つ機器)に分かれてい ます。

一方、MIL-STD-1399は軍艦に搭載されるコンピュータ、エア コン、通信機器など、さまざまなアプリケーションで使用される 機器の電力変換システムに適用され、電力変換で生ずる電流高調 波をチェックします。電源盤に接続される電力変換システムは、 さらに配電盤を経由して中央発電システムに接続されます。

設計したデバイスがこれらの適合性規格に適合することを確認す るのは時間や費用のかかる作業ですが、DPOPWR、TDSPWR3 を使用することで、この検証作業がすばやく行えます。設計、検 証作業が簡単になるだけではなく、製品出荷までの時間を短縮す ることも可能になります。

### 測定方法:

差動電圧プローブでライン電圧を測定します。電流プローブでラ イン電流を測定します。



図24. DPOPWRのプリコンプライアンス・テストの設定

この測定で当社の電圧、電流プローブを使用すると、両方の測定 の周波数応答の同期が自動的にとれます。このためには、使用す るプローブをドロップ・ダウン・メニューから選択し、Deskew ボタンを選択します。こうすることで、正確な電流高調波が測定 できます。当社のプローブでない場合は、電流測定の周波数レン ジを設定し、電圧波形と電流波形のデスキューと電流プローブの 設定をマニュアルで実行する必要があります。

プローブを設定したならば、IEC規格とライン周波数を選択します (図24を参照)。最後に、Classを選択し、Setボタンを押すと、 あらかじめ設定されているリミット・テーブルが読み込まれ、比 較表が作成されます。Class C、Dでは、さらに入力電力、力率、 基本波電流を入力します。Runボタンを押すと、プリコンプライ アンスの測定結果が図25のように表示されます。

- 高調波一覧:高調波次数、測定値、リミット、マージン、 Pass/Fail結果が表示されます。
  - Harmonic:高調波の次数
  - Value:電流高調波の測定値、単位はdBµA
  - Limit:設定されたIEC規格の高調波リミット
  - Margin: ValueとLimitの差分
  - Results:高調波の次数ごとにPass(緑)またはFail(赤)の結果を表示(色で表示されるのはDPOPWRのみ)
- Result一覧:この表には、以下の情報が表示されます。
  - Class: Configureタブで選択されたクラス。選択できるクラスはA、B、C、Dであり、DUT(被測定物)あるいは電流 波形の形状によって異なります。

| armonic | Value   | Limit   | Margin  | Result | Fiese                  |                    |
|---------|---------|---------|---------|--------|------------------------|--------------------|
|         | 54,178  | 0.00    | 0.00    | AA     | Field                  | Value              |
| 2       | 58,939  | 60.198  | 1,2598  | Pass   | Cless<br>V-IHD         | Cless C<br>3.6850% |
| 3       | 92,438  | 88.235  | 6.00    | Fait   | LTHD<br>Line Francisco | 102.29%            |
|         | 62.144  | 9.00    | 0.00    | NA.    | Vina                   | 420.66mV           |
|         |         | 74.178  |         | Ent    | True Power             | 26.860mW           |
|         | 00.702  | 24,179  | 0.09    |        | a second second        |                    |
|         | 68,455  | 0.00    | 0.00    | -NA-   |                        |                    |
| 1       | 81,298  | 71.080  | 8.00    | Fat    |                        |                    |
| 1       | 48.374  | 0.00    | 0.00    | AL     |                        |                    |
|         | 71.837  | 68.157  | 8.00    | Fat    |                        |                    |
| 50      | 54,858  | 0.00    | 0.00    | -      | - 14000                |                    |
|         | 26,282  | 63.720  | 0.00    | Fan    | them                   | -                  |
| 12      | 58.632  | 0.00    | 6.00    | .HA.   | (Table )               | Graph              |
| 13      | 25.835  | \$3.720 | 0.00    | Fat    | Units                  |                    |
| 54      | 56.274  | 0.00    | 8.08    | AL.    |                        |                    |
| 15      | 69.556  | \$3,720 | 9.00    | Fail   | Hermon                 | ica .              |
| 16      | \$1.713 | 0.00    | 0.00    | .NA.   | Al                     |                    |
| 17      | 63.096  | 63.720  | 622.36m | Pass   | Margin                 |                    |
| 13      | 56.545  | 0.00    | 8.00    | AA.    |                        | (Int)              |
| 19      | 88.451  | \$3,729 | 0.00    | Fail   |                        |                    |
|         |         |         |         | 1000   |                        | ( Della )          |

図25. DPOPWRのプリコンプライアンス・テストの結果一覧

- V-THD:電圧の全高調波歪み、単位は%
- I-THD:電流の全高調波歪み、単位は%
- Line Frequency: ライン周波数、単位はHz。Configureタ ブで選択されます。
- Vrms: ライン電圧、単位はV
- Irms: ライン電流、単位はA
- True Power:実効電力(真の電力)、単位はW
- View:高調波測定結果表示について表形式かグラフ形式かを選択します。バー・グラフ形式では、緑のバーは合格、赤のバーは不合格を意味します。
- Units:表形式で表示されるデータの単位を、dBµAまたはAから選択します。
- Harmonics:ドロップ・ダウン・メニューにより、All(全高調波)、Even(偶数次)、Odd(奇数次)を選択します。
- Margin:マージンの計算方法を、測定値とリミット値の差分、 または基本波に対するパーセントから選択します。



図26. DPOPWRのDefine Test Templateタブ

|  |               | Mea              | screment.                 | Sources      | Cloar  |
|--|---------------|------------------|---------------------------|--------------|--------|
| Select   |               | Power Devic      | e: Switching Loss         | V: Ch1 E Ch2 | <br>X  |
| Contraction of Contractions  |               |                  |                           |              | Recalc |
| Timplete   |               | Select Report    |                           |              | 0      |
| Designed Lange   | CiTeMplicatio | +DPOPVR/ReportDe | netatoriTemplates . Drown |              | Sinde  |
| Geoperate  | Generate      | Load             | Drivet                    | 20           | -      |
| Report   | Report        | Report           | Report                    |              | Run    |
| in the second se |               |                  |                           |              | 0      |

図27. DPOPWRのGenerate Reportタブ

### レポート作成

設計、開発プロセスでは、データ収集、保存、文書化という作業は、 時間がかかりますが、必要な作業です。DPOPWRとTDSPWR3 にはレポート自動生成機能が備わっており、測定結果を簡単に文 書化することができます。

DPOPWRには、Power Analysisウィンドウの一部として図26 に示すようなReportタブがあります。TDSPWR3ではドロップ・ ダウン形式のReportメニューがあり、同様のタブが表示されます。

全測定の簡単なレポートではなく、DPOPWRもTDSPWR3もレ ポートのテンプレートとレイアウトをカスタマイズすることがで きます。図26に示すDefine Test Templateタブでは、Edit Templateボタンを押すことで独自の測定に応じて標準のテンプ レートを編集することができます。New Templateボタンを押す ことで、まったく新しいテンプレートを作成することもできます。 同様に、Define Report Layoutタブを選択することでレポート のレイアウトを編集することができます。編集したテンプレート、 レイアウトは任意の場所に保存することができます。

図27に示すGenerate Reportボタンを押すと、設定したテンプ レートとレイアウトで最終のレポートが作成され、ディスプレイ に表示されます。Print Reportボタンを押すと、レポートが印刷 されます。

### まとめ

DP07000シリーズ、DP0/DSA70000/Bシリーズ・オシロス コープとDP0PWRソフトウェア、TDS5000Bシリーズ・オシ ロスコープとTDSPWR3ソフトウェアを使用することで、わずか なセットアップ時間ですばやく、正確な測定を行うことができま す。手作業による計算も不要になります。オシロスコープ上のア プリケーション・ソフトウェアにより、測定スクリーン、機器のセッ トアップ、測定波形やグラフを含む文書として測定結果をファイ ルに保存することができます。

### オシロスコープの比較表

|                    | TDS5000Bシリーズ | DP07000シリーズ   | DP0/DSA70000Bシリーズ |
|--------------------|--------------|---------------|-------------------|
| 周波数帯域              | 350MHz~1GHz  | 500MHz~3.5GHz | 4~20GHz           |
| レコード長              | 最大16Mポイント    | 最大400Mポイント    | 最大250Mポイント        |
| サンプル・レート           | 最高5GS/s      | 最高40GS/s      | 最高50GS/s          |
| カラー・ディスプレイ         | 10.4型 VGA    | 12.1型 XGA     | 12.1型 XGA         |
| パワー測定/<br>解析ソフトウェア | TDSPWR3      | DPOPWR        | DPOPWR            |
| プローブ・インタフェース       | TekPROBE™    | TekVPI®       | TekConnect®       |

DPO/DSA70000BシリーズとTDS5000Bシリーズ・オシロスコープは、以下のプローブと組み合わせることで優れた測定性能を 発揮します。

### 高電圧差動プローブ

| <br>特長   | 型名   |
|--|--|
| <ul> <li>・フローティング回路または電位を持つ回路の安全な測定<br/>(オシロスコープ・グランドをアース・グランドに接続した<br/>まま測定可能)</li> <li>mVからkVまでの広い電圧レンジ</li> </ul> | - P5205型*1<br>(最大1000V rms CAT II)<br>- P5210型*1<br>(最大4400V rms)<br>- P6205/51型*2 |

### 電流プローブ

|      | 特長                        | 型名                   |
|------|---------------------------|----------------------|
|      | ■ 変圧器とホール効果を利用したAC/DC測定機能 | - TCP202型*2          |
|      | ■ mAからkAまでの広い電流レンジ        | - TCPA300型*2とTCP303型 |
| 0000 |                           | - TCP305型、TCP312型    |
|      |                           |                      |

\*1 DSA/DP070000BシリーズではTCA-1MEG型変換アダプタが必要。

\*2 DSA/DP070000BシリーズではTCA-BNC型変換アダプタが必要。

MSO/DPOシリーズ・オシロスコープには、使いやすく、機能豊富なTekVPI(Tektronix Versatile Probe Interface) プローブ・イン タフェースが装備されています。

### TekVPI高電圧差動プローブ

|    | 特長                        | 型名         |
|----|---------------------------|------------|
|    | ■ GHzの周波数帯域によるスイッチング電源の解析 | - TDP1000型 |
| 90 | ■ DUTへのさまざまな接続方法と使いやすさ    | - TDP0500型 |

### TekVPI電流プローブ

|       | 特長                                   | 型名         |
|-------|--------------------------------------|------------|
|       | ■ 広帯域(DC~120MHz)と広いダイナミック・レンジ        | - TCP0030型 |
|       | (mA~数百A)                             | - TCP0150型 |
| NON I | ■ スプリット・コア構造により、DUTにすばやく、<br>簡単に接続可能 |            |
|       | מור שאילריי דים                      |            |

### Tektronix お問い合わせ先:

日本 お客様コールセンター 0120-441-046

### 地域拠点

米国 1-800-426-2200 中南米 52-55-54247900 東南アジア諸国/豪州 65-6356-3900 中国 86-10-6235-1230 インド 91-80-42922600 欧州/中近東/北アフリカ 41-52-675-3777 他 30 力国 Updated 9 October 2009

詳細について

当社は、最先端テクノロジに携わるエンジニアのために、資料を 用意しています。当社ホームページ (www.tektronix.com/ja) をご参照ください。

### - F

TEKTRONIX および TEK は、Tektronix, Inc. の登録商標です。記載された商品名は すべて各社の商標あるいは登録商標です。 06/10

54Z-23880-0

## **Tektronix**<sup>®</sup>

## 日本テクトロニクス株式会社

### www.tektronix.com/ja

〒108-6106 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティ B棟6階 <sub>ヨッ良い オシロ</sub> お客様コールセンター TEL:0120-441-046 電話受付時間/9:00~12:00・13:00~19:00(土・日・祝・弊社休業日を除く)

■ 記載内容は予告なく変更することがありますので、あらかじめご了承ください。 © Tektronix