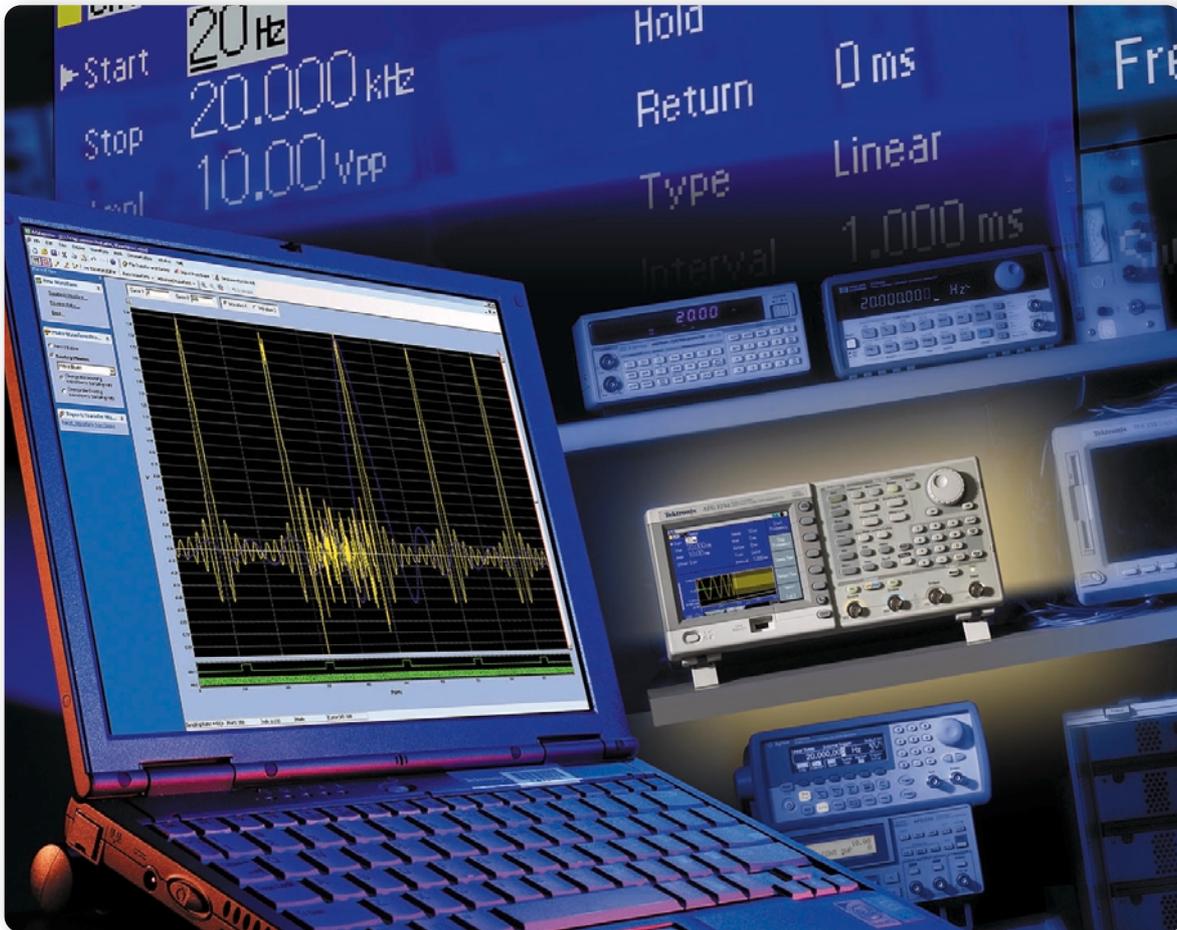


任意波形／ファンクション・ゼネレータで 実環境信号を再現



はじめに

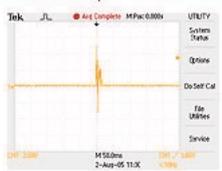
今日のほとんどのコンシューマ製品には、特定の電気信号の入力が必要とする回路やデバイスが使われています。これらの入力には、自動車のロック・センサ信号のように単純な信号もあれば、CAN (Controller Area Network) やI²C (Inter IC Bus) 信号のような複雑な信号もあります。

これらのデバイスの設計やテストでは、入力信号を再現するメカニズムが必要です。また多くの場合、信号にノイズやその他の異常を付加することも、デバイスを実環境のストレスの多い条件下でテストするのに有効です。これを実現するための一般的な方法には、ソフトウェア・アプリケーションで作成する方法とオシロス

コープを使用して実際の信号を取り込む方法があります。作成した波形あるいは取り込んだ波形は、テクトロニクスのAFG3000シリーズをはじめとする、AFG (任意波形／ファンクション・ゼネレータ) にロードされます。AFGはこの信号を繰り返し再現し、恒温槽やEMCテスト・ルームなどの制御された環境下で最終的な回路をテストすることができます。再現された信号は容易に変更できるため、被測定回路の信頼性を検証することができます。

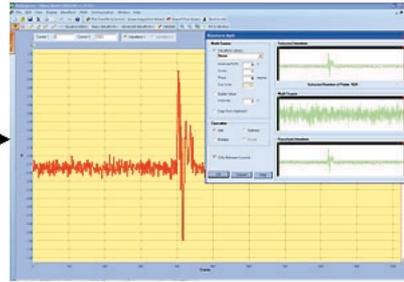
実環境の信号の再現

オシロスコープによる
信号取り込み

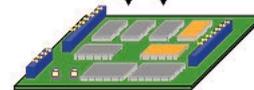


実環境の信号

ArbExpress®で信号をインポート、
編集、保存、エクスポート



AFGで信号を再現



実環境の信号による
テスト

▶ 図1：信号の再現プロセス

このアプリケーション・ノートでは、テクトロニクス製のAFG3000シリーズとArbExpress®ソフトウェアを使用して、実環境の信号を再現するために手順について説明します。

AFGの概要

AFGには、任意波形機能とファンクション・ゼネレータ機能があります。はじめに、任意波形／ファンクション・ゼネレータとはどのようなものかについて説明します。基本的に、AFGの任意波形ゼネレータ機能は、メモリに保存したデジタル・データをアナログに変換して波形を生成・出力するための高度な波形再生システムです。デジタル・データは、たえず変化する一連の電圧レベルを記述しています。「任意」の概念をわかりやすく言い換えると、デジタル・データ化されたオーディオ信号を、ディスクからリアルタイムで読み取るCDプレーヤのようなものであるといえます。AFGの任意波形機能には、優れた多様性があります。考えられるあらゆる波形の生成が可能なることから、AFGは自動車のセンサ信号のシミュレーションから無線ネットワークのストレス・テストまで、さまざまなアプリケーションに利用できます。

AFGのファンクション・ゼネレータ機能は、安定した正確かつ俊敏な標準関数波形（なかでもとくに重要な正弦波と方形波）を生成します。俊敏性とは、ある周波数から別の周波数に迅速かつきれいに変化することをいいます。多くのAFGでは、下記の波形も出力できます。

- 正弦波
- 方形波
- 三角波
- スイープ
- パルス
- ランプ
- 変調波
- Haversine

今日のAFGは、出力信号の位相、周波数、および振幅の制御に関して優れた機能が提供できるように設計されています。また、ある種の規格のコンプライアンス・テストに不可欠な、内部信号または外部信号による変調機能も備えています。

任意波形の作成

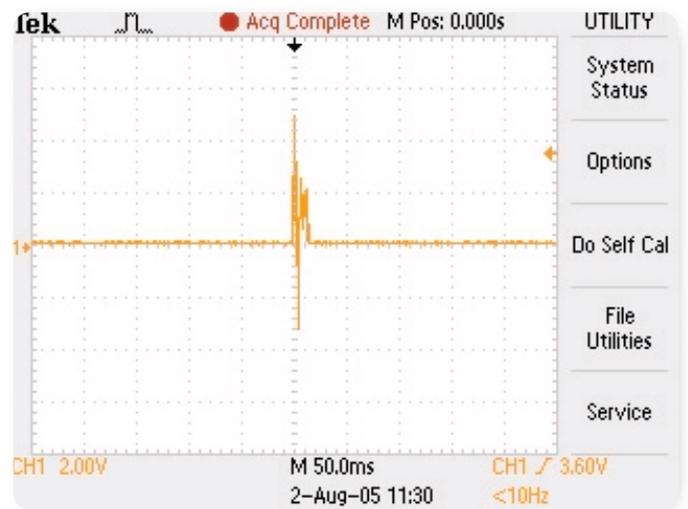
このアプリケーション・ノートでは、全体を通してAFGの任意波形機能について説明します。この機能を使用するためには、まず信号データを作成する必要があります。これにはいくつかの方法が考えられます。一般的には、ソフトウェアを使用して、仕様を基に波形を描画する方法、あるいは、オシロスコープで波形を取り込み、取り込んだ波形をAFGに転送して生成する方法です。この2つの方法について以下で説明します。

エンジンのノック・センサ信号の取り込み

オシロスコープで自動車のノック・センサの出力信号を取り込み、それをAFGに転送します。この再現した信号を利用してエンジンのコンピュータ制御システムを評価する例を以下に示します。

ノック・センサは小さな圧電装置で、最近の自動車にはほとんど搭載されています。ノック・センサは、ECM (Electronic Control Modules : 電子制御モジュール) と組み合わせて使用し、ノッキングの発生を検知し、イグニッションのタイミングを遅らせます。さまざまな振幅のノック・センサ信号を生成できれば、ECMの設計とその評価を迅速に行えますので、実環境下でエンジンのノッキングが発生するのを待つような、時間的な浪費と操作の苦労はなくなります。つまり、実環境を再現するための信号源がないと、設計とその評価はより困難になると言えます。

重なりあった歪みや異常を含む、実際のノッキング信号を取り込むには、エンジン回転時に、圧電センサの出力をプロービングして信号を取り込みます。センサの信号は、エンジンの全てのシリンダ

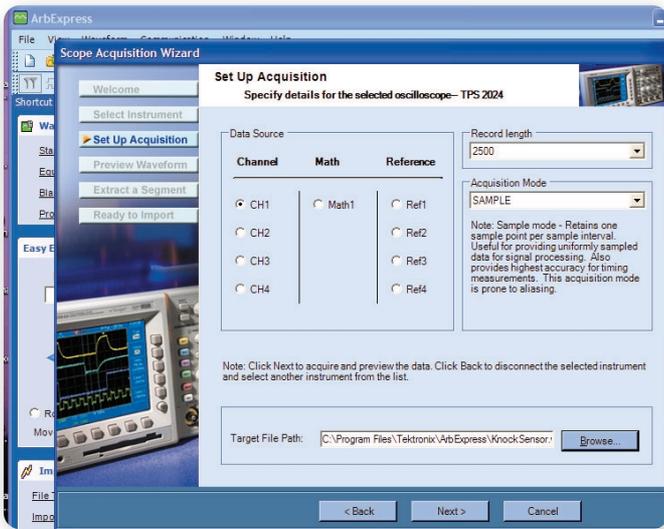


▶ 図2：オシロスコープで取り込んだノック・センサ信号

で発生する信号とタイミングを表すものでなければなりません。例として、1つのシリンダのノッキング信号を抽出し、それをAFGで再現する手順を説明します。

ここで示す例では、まず歪みのない信号を取り込み、さらに異常状態を付加する方法です。エンジンがノッキングを起こすのを待つ方法では、無駄に時間がかかります。まず、良品のセンサをエンジンから取り外し、小さなレンチで軽くたたいてエンジンのノッキングをシミュレートします。これは、実際のエンジンのノッキングに対して、センサがどのように反応するかをシミュレートするのにきわめて有効な方法です。得られた波形は、テクトロニクスのTPS2000シリーズ・ポータブル・オシロスコープで取り込みます。取り込まれた波形は、1つのシリンダのノッキングを表す理想的な信号です (図2参照)。

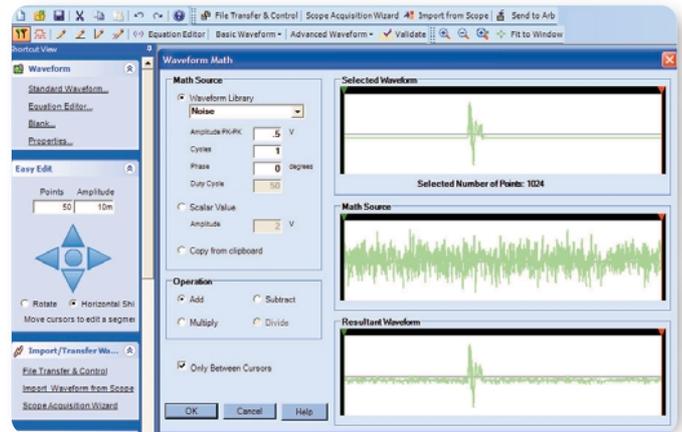
任意波形／ファンクション・ゼネレータで実環境信号を再現 ▶アプリケーション・ノート



▶ 図3：ArbExpressのスコープ・アクイジション・ウィザード

ArbExpress®ソフトウェアの スコープ・アクイジション・ウィザード

オシロスコープに信号を取り込んだら、AFG3000シリーズに付属のソフトウェア「ArbExpress version 2.0」のスコープ・アクイジション・ウィザードを使ってオシロスコープから波形を取り込みます。信号の取り込みには、オシロスコープがサポートしているLAN、GPIB、RS232インタフェースのいずれかを使用します。アクイジション・ウィザードの指示に従うことで、波形の中から調べたい部分だけを取り込むことができます。波形全体を必要とする場合は、ArbExpress®で波形を直接インポートしたり、多くのオシロスコープがサポートしている.CSVファイルに保存したりして取り込むこともできます。



▶ 図4：ArbExpressの演算機能によるノイズの付加

インポートした波形へのノイズの付加

波形をArbExpressにインポート後、波形を編集します。フリーハンド・ドローイング、ポイント・ドロー、波形演算式など、さまざまなツールが用意されているため、波形を自在に変更できます。波形にノイズや異常を付加することにより、最終的な装置を実環境の条件下で、あるいは極端な条件下で評価することが可能になります。この方法では、「歪んだ」信号をオシロスコープで取り込む必要はありません。歪みは、ArbExpressで簡単に付加できます。

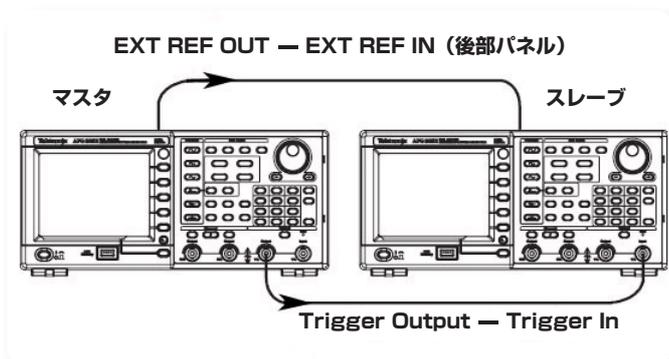
編集した波形をAFG3000シリーズに転送

期待した通りの波形が得られたら、その波形をArbExpressからUSB、LAN、またはGPIBのいずれかのインタフェースを通じてAFG3000シリーズに転送します。必要であれば、波形をUSBメモリに保存し、AFG3000シリーズのフロント・パネルにあるUSBポートに挿入して直接開くこともできます。USBメモリを使用すると、波形ライブラリとして保存し、簡単にロードすることができます。



▶ 図5：AFG3000シリーズのフロント・パネルにあるUSBメモリ・ポート

波形をAFGの任意波形メモリに転送またはロードすると、生成される波形が大きなディスプレイに表示されますので、正しい波形がロードされたことを容易に確認できます。最後のステップでは、振幅と周波数（使用する波形メモリの反復レート）を設定し、出力をオンにします。このように、センサ・パルスの振幅を変化させて、ECMデバイスを容易に評価することができます。また、信号ゼネレータの出力を可変ノイズ・ソースに接続して、ECMが耐えられるノイズの量をテストすることもできます。



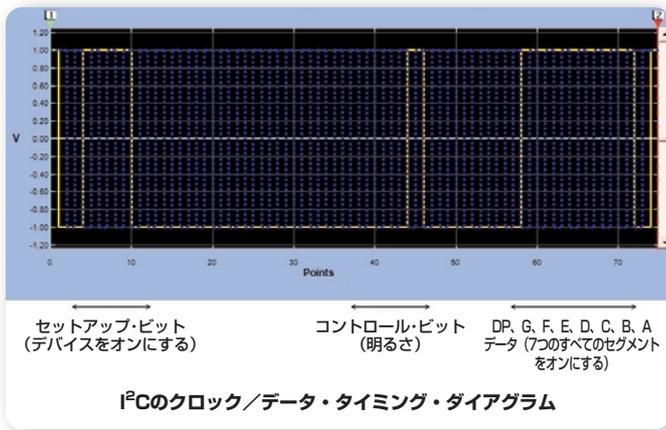
▶ 図6：2台のAFG3000シリーズによる同期運転

複数の機器による同期運転

自動車のエンジンは多シリンダであるため、ECMIに必要な入力数を確保するには、2チャンネル出力を装備したAFGを2台以上使用して同期運転します。1チャンネル出力または2チャンネル出力の複数のAFGを同期運転するには、1台をマスタとして設定し、その外部リファレンス出力（EXT REF OUT）をスレーブとなるもう一台のAFGの外部リファレンス入力（EXT REF IN）に接続します。タイミングをより正確に同期させるためには、マスタのTTLトリガ出力（Trigger Output）をスレーブのトリガ入力（Trigger In）に接続します。また、同一機器内の2チャンネル間のタイミングも、位相オフセット機能を利用して調整することができます。

シリアル・データ信号の作成

自動車向けアプリケーションでは、他のセンサや通信回路についても、信号の再現とテストが必要です。例えば、アンチロック・ブレーキ・システムやトランスミッション制御システムは、CANのようなシリアル・データ・バスをはじめとする、精巧な制御通信を使用することが少なくありません。ディスプレイ装置や制御装置でPCデバイスを使用する場合もあります。これらの信号はいずれも、オシロスコープで取り込み、任意波形／ファンクション・ゼネレータを使用して再現します。しかし、シリアル・データ・バスに関しては、クロックやデータ信号を直接論理信号として作成したほうが便利な場合があります。この場合、上の例で述べたのと同じ要領で、ノイズその他の異常信号を付加して被測定回路の動作を検証します。



▶ 図7: I²Cにおけるクロックとデータのタイミング・ダイアグラム

ArbExpress®ソフトウェアを使用したI²Cクロックとデータの作成

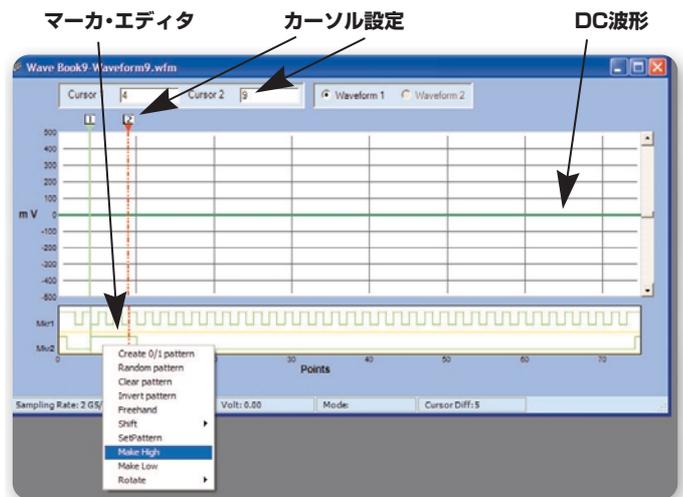
この例では、I²CのLEDドライバ回路を駆動するのに必要なシリアルクロックとデータを、ArbExpressを使用して作成します。その後、これらの波形をAFG3000シリーズに転送し、出力します。この方法は、CANなどの他の通信バスにも使用できます。

タイミング条件の確認

I²Cデバイスを駆動する論理メッセージを作成する前に、デバイスの仕様からタイミング・ダイアグラムを理解しておく必要があります。この例では、LEDデバイス、明るさ、および点灯させるセグメントを定義する1つのメッセージを送信するのに、76のクロック・サイクルが必要であることがわかります。クロックとデータの間隔を図7に示します。

波形長の定義 (ArbExpress®の標準波形であるDC波形を利用)

まず、標準のDC波形作成機能を使用して76ポイントの波形を定義します (DC波形は、波形に必要なポイント数を定義するための手段にすぎません)。

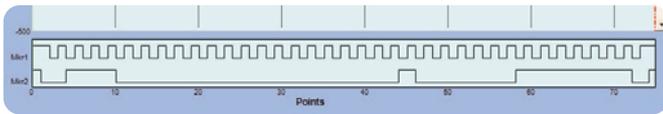


▶ 図8: ArbExpressのマーカー機能"Make High"

マーカー・エディタによるクロックとデータ波形の作成

次に、マーカーの表示／編集機能を使用してクロックとデータのロジック波形を作成します。マーカーは、アナログ波形出力とは別にロジック・データが出力できる機能で、多くの高性能任意波形ゼネレータ (AWG) では標準装備されています。AFGでは、アナログ波形出力のみをサポートしているため、マーカーをアナログ波形に変換して出力しなければなりません。クロック波形の作成は、マーカー1 (Mrk1) の領域でマウスを右クリックし、"Create 0/1 pattern"を選択して行います。クロック波形ができたならば、次にデータ波形を作成します。データ波形は、カーソルで時間領域を指定してから、マーカー2 (Mrk2) の領域でマウスをクリックして "Make High"または "Make Low"を選択しながら作成します。(図8参照)。

"Make High"の操作により、2つのカーソル間の領域が"1"、すなわち"high"に設定されます。同じ要領で、メッセージに必要なすべての"high"ビットを設定します。図9では、クロック (Mrk1) とデータ (Mrk2) の最初と最後のビットが"high"に設定されています。これは、同期のために送信されるもので、使用されるI²Cメッセージ・フレームの最初と最後を示します (図9参照)。



▶ 図9：ArbExpressのマーカ・エディタを使用して編集したI²Cのクロックとデータ

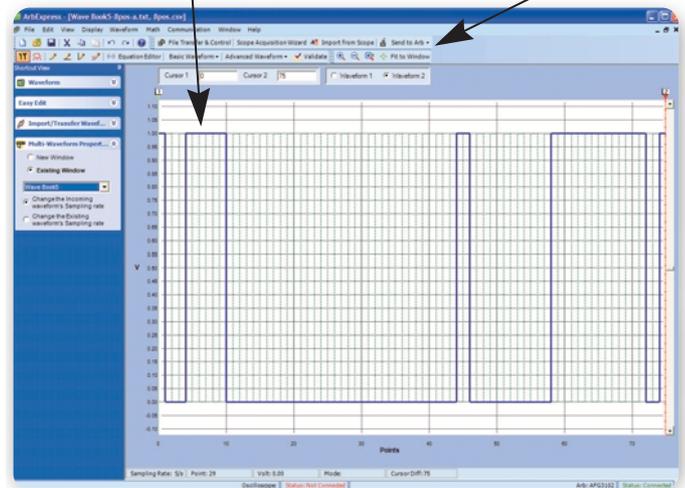
AFG3000シリーズではマーカを使用できませんので、マーカとして作成したクロックとデータをアナログ波形に変換しなければなりません。まず、波形とマーカを1つのASCII (.CSV) ファイルとして保存します。保存したマーカのデータは、2と3のカラムに表示されます。次に、これらのカラムをそれぞれ個別のcsvファイルにコピー＆ペーストし、ArbExpressで開きます。これで、マーカ情報はアナログ・データとして表示されます(図10参照)。必要に応じて、ノイズその他の異常波形を付加し、ArbExpressからSend to ARB機能を使って直接AFG3000シリーズに転送したり、USBメモリに保存したりすることができます。

最終的な出力

クロック波形をAFG3000シリーズの1つのチャンネルにロードし、データ波形を別のチャンネルにロードします。AFG3000シリーズの2チャンネル・モデルでは、それぞれのチャンネルの振幅と周波数を同じ値にロックできます。これで、一方のチャンネルでこれらのパラメータを変更すると、もう一方のチャンネルはそれに合わせて自動的に設定されます。この機能により、2つの同期チャンネルが必要とされる場合でも、テストを迅速に行うことができます。任意波形の周波数を調整することは、生成するデータ・フレームの反復レートを調整することです。したがって、ここに示した例の場合、76クロック・サイクルの反復レートは周波数として調整できます。

アナログのI²C波形

Send to ARBショートカット



▶ 図10：I²Cのクロックとデータの同時表示例

まとめ

上記の例で見てきたように、AFG3000シリーズおよびArbExpress®ソフトウェアを使用すれば、自動車のノック・センサ信号や、I²Cのようなシリアル・データ・バス信号の再現は簡単な作業です。それだけでなく、ここで説明した方法は多くのアプリケーションにも利用できます。AFG3000シリーズの128Kポイントの任意波形メモリにより、自動車の通信に必要とされるほとんどのデータ・メッセージを容易に実現できます。

以上、自動車向けのアプリケーションを取り上げましたが、ほとんどの回路アプリケーションでも、実環境信号の再現や生成機能が必要になります。AFG3000シリーズとArbExpress®ソフトウェアを使用することで、実環境信号を簡単に再現できます。AFG3000シリーズは、その卓越した操作性、2チャンネル出力、および付属のArbExpressソフトウェアにより、コンポーネントやデバイスの設計を検証する際の、動作テストやストレス・テストに要する時間を短縮します。また、AFG3000シリーズはバースト、スイープ、変調などの機能も備え、操作性も容易であることから、多くのアプリケーションに使用できます。

Tektronix お問い合わせ先:

東南アジア諸国/オーストラリア/パキスタン (65) 6356 3900
オーストリア +41 52 675 3777
バルカン半島/イスラエル/アフリカ南部諸国およびISE諸国 +41 52
675 3777
ベルギー 07 81 60166
ブラジルおよび南米 55 (11) 3741-8360
カナダ 1 (800) 661-5625
中東ヨーロッパ/ウクライナおよびバルト海諸国 +41 52 675 3777
中央ヨーロッパおよびギリシャ +41 52 675 3777
デンマーク +45 80 88 1401
フィンランド +41 52 675 3777
フランスおよび北アフリカ +33 (0) 1 69 86 81 81
ドイツ +49 (221) 94 77 400
香港 (852) 2585-6688
インド (91) 80-22275577
イタリア +39 (02) 25086 1
日本 81 (3) 6714-3010
ルクセンブルグ +44 (0) 1344 392400
メキシコ、中米およびカリブ海諸国 52 (55) 56666-333
中東アジア/北アフリカ +41 52 675 3777
オランダ 090 02 021797
ノルウェー 800 16098
中華人民共和国 86 (10) 6235 1230
ポーランド +41 52 675 3777
ポルトガル 80 08 12370
大韓民国 82 (2) 528-5299
ロシアおよびCIS諸国 7 095 775 1064
南アフリカ +27 11 254 8360
スペイン (+34) 901 988 054
スウェーデン 020 08 80371
スイス +41 52 675 3777
台湾 886 (2) 2722-9622
イギリスおよびアイルランド +44 (0) 1344 392400
アメリカ 1 (800) 426-2200
その他の地域からのお問い合わせ 1 (503) 627-7111

Updated 15 June 2005

詳細について

当社は、最先端テクノロジー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.co.jp)またはwww.tektronix.comをご参照ください。



Copyright © 2005, Tektronix, Inc. All rights reserved. Tektronix製品は、米国およびその他の国の取得済みおよび出願中の特許により保護されています。本書は過去に公開されたすべての文書に優先します。仕様および価格は予告なしに変更することがあります。TEKTRONIXおよびTEKはTektronix, Inc.の登録商標です。その他本書に記載されている商品名は、各社のサービスマーク、商標または登録商標です。

8/05 FLG/WWW

76Z-18661-1

8 www.tektronix.co.jp/signal_source

Tektronix
Enabling Innovation

日本テクトロニクス株式会社

東京都港区港南2-15-2 品川インターシティ B棟6階 〒108-6106
製品についてのご質問・ご相談は、お客様コールセンターまでお問い合わせください。

TEL 03-6714-3010 FAX 0120-046-011

電話受付時間/9:00~12:00・13:00~18:00 月曜~金曜(祝日は除く)

当社ホームページをご覧ください。 www.tektronix.co.jp
お客様コールセンター ccc.jp@tektronix.com