

モジュール式測定器による車両テスト

はじめに：

今日、道路を走る車両には、マイクロプロセッサ、トランスデューサ、アクチュエータ、スイッチで構成される電子システムとサブシステムが多数あります。これらのシステムには、特に重要なエンジン制御、環境制御、運転支援システム、計器クラスター、エンターテインメントシステムなどが含まれます。これらの相互に関連するシステムの複雑さは、複数のチャネル、さまざまな帯域幅、解像度の向上、長いデータ記録を処理するために迅速に再構成できる非常に柔軟なテスト機器を必要とします。モジュラーデジタイザ (A/D ボード) とモジュラー信号源 (D/A ボード) はこの用途に理想的な機器です。

モジュール式測定器は、従来の測定器のサイズを小型化して、デジタイザ (A/D ボード) が収まるようにします。共通のコンピューターインタフェース、電源、および相互接続を使用して、複数のカードをフレームに挿入できます。モジュール式測定器フレームには、標準 PCIe インタフェースを使用するコンピュータ、PXI テストフレーム、または LXI ベースのボックスが含まれます。一

般に、エンジニアは複数のカードを使用してテストシステムに組み込みます。システムには、複数の機器、複数のチャネルを持つ単一の機器タイプ、または両方の組み合わせが含まれる場合があります。

Figure 1 は、2 枚の PCIe モジュラーデジタイザ (A/D ボード) を搭載したポータブルコンピューターを示しています。このコンパクトな自己完結型のセットアップは、車両内で使用でき、車両が動いている時に測定することができます。PXI ベースのモジュール式システムはそれほどコンパクトではありませんが、単一のクレート内でより多くのモジュラーデジタイザ (A/D ボード) を搭載することができます。これには外部モニターとキーボードが必要です。Spectrum 社の



Figure 1 ポータブルコンピューターは、デュアル PCIe ベースのデジタイザのシャーシとして機能し、モバイルテストシステムを構成します。

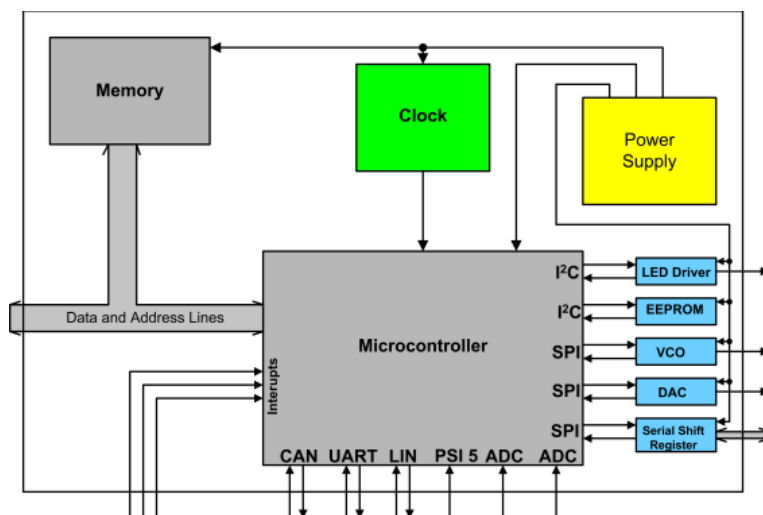


Figure 2 マイクロコントローラ、メモリ、および周辺機器インタフェースを示す汎用車両マイクロプロセッサ。トランスデューサおよびその他のコントローラは、マイクロコントローラの下部にあるさまざまな車両固有のインタフェースを使用して通信します。

digitizerNETBOX などの LXI ベースのシステムは、実験室での設置やモバイルでの使用に適しています。ラップトップまたはリモートコントロールルームの監視と制御に直接接続するための LAN 経由の接続と多チャンネル入力を提供します。

車両用エレクトロニクス：

車両の電子サブシステムの中心はマイクロプロセッサです。Figure 2 に一般的な自動車用マイクロプロセッサのブロック図を示します。このマイクロプロセッサは、標準のマイクロプロセッサとは異なり、より高い環境および信頼性の基準を備えているだけでなく、CAN、LIN、PSI5 などの専用車両バスおよびインタフェースが追加されています。これらのインタフェースにより、マイクロプロセッサは他のプロセッサ、トランスデューサ、およびアクチュエータと通信できます。

Controller Area Network または CANbus は、ここに示す最も洗練されたデータバスであり、多くの自動車データリンクのバックボーンです。基本形式では、8 バイトのデータパケットを使用した差動シグナリングを使用して、2 線式バスを介して 20 kb/s~1 Mb/s でデータを転送します。新しいバージョンの CAN フレキシブルデータレート (CAN FD) は、データコンテンツを最大 12 Mb/s で転送できる 64 バイトパケットに拡張されます。

ローカル相互接続ネットワークまたは LIN バスは、重要ではないアプリケーションのコスト削減に役立つ低コストのバスです。2、4、8 バイトのデータフレームを使用して、最大 20 kb/s の単一ワイヤで動作します。PSI 5 インタフェースは、複数のセンサーを電子制御ユニットに接続するために使用され、エアバッグおよび関連する抑制システムの主要なセンサー通信バスとして使用されています。マンチエスターエンコーディングを使用して最大 189 kb/s で動作する 2 線式バスです。

モジュラーデジタイザの適用：

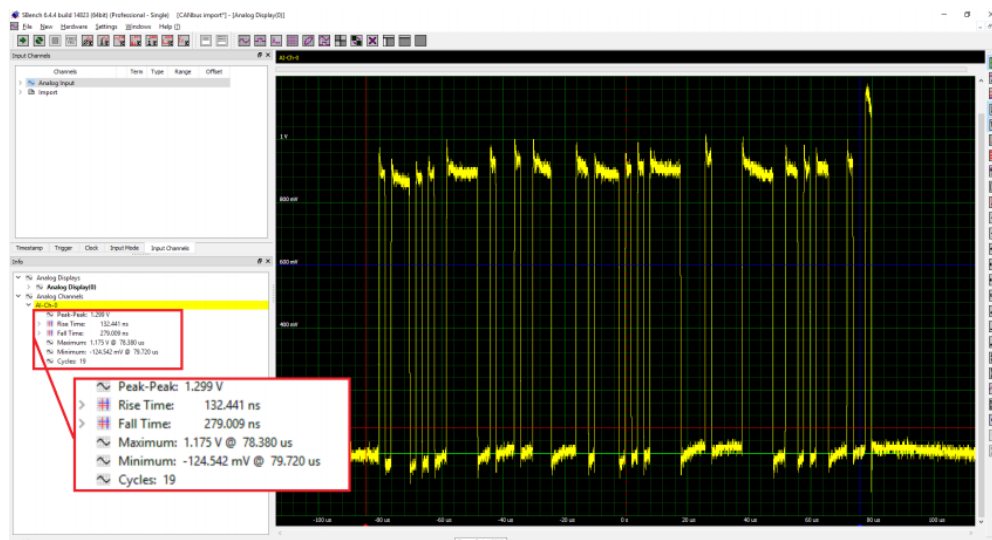
最も一般的に使用されるモジュール式測定器はアナログデータ収集です。モジュール式測定器に搭載されているデジタイザ (A/D ボード) は、アナログ波形を取得し A/D コンバータ (ADC) を介してサンプリングおよびデジタル化し、デジタル化されたサンプルをバッファーに送信し、コンピュータで処理する前に保存できる電子取得デバイスです。

Spectrum 社のようなモジュール式機器サプライヤは、1.5GHz までのアナログ帯域幅、8~16 ビットの ADC 分解能、1 カードあたり 1~16 チャンネル、最大 5 ギガサンプル/秒 (GS/s) のサンプルレートのデジタイザ (A/D ボード) を提供しています。複数のカードを同期するためのハードウェアで、システムごとに最大 16 枚のカード (または最大 256 の完全に同期されたチャネル) を同期することができます。

これらの測定器は、車両の組み込みシステムで信号を取得、保存、測定するために無限に再構成できます。デジタイザ (A/D ボード) は、これらの各インタフェースのデータレートと帯域幅の要件、およびより一般的なプロセッサと関連操作に合わせて選択できます。

ここで、CANbus インタフェースを監視するタスクを検討します。この測定に使用されるデジタイザ (A/D ボード) には、リモートで構成可能な入力があり、各チャンネルにシングルエンドまたは差動入力のいずれかを使用できます。この場合、差動入力を使用しています。結果を Figure 3 に示します。この取得は、インタフェースの物理層の分析を可能にする Spectrum 社の

SBench 6 ソフトウェアを使用して表示されます。信号の振幅とタイミングを検証して、CANbus 規格への準拠を保証できます。ピークツーピーク、最大・最小を含む信号振幅の基本的な測定はパケットを特徴付けています。バス信号の完全性を保証するために、立ち上



がり時間と立ち下がり時間の追加のタイミング測定が行われます。

Figure 3 ステアリング角度センサーから CANbus パケットが取得され、信号の物理層属性の測定は、Spectrum M2p.5946-X4 4 チャンネル、80 MS / s、16 ビットデジタイザ、および SBench 6 ソフトウェアを使用して行われます。

物理層を超えて、Spectrum のデジタイザ (A/D ボード) は LabVIEW や MATLAB などのサードパーティプログラムとインタフェースでき、波形データをデコードしてプロトコル層を探索できます。経験豊富なプログラマーは、Windows および Linux ドライバーを使用して、C、C ++、Python または同様の言語でカスタムプログラムを作成し、カスタムデコード操作を開発できます。

シミュレーションに信号源を使用する：

多くのエンジニアリングプロジェクトのテストは、重要なコンポーネントが欠落しているか、物理テストを実施するには費用がかかりすぎるため延期されることがあります。この場合任意波形発生器 (AWG) (D/A ボード) を使用して、ほぼすべての波形を作成し欠落しているコンポーネントをシミュレートできます。任意波形発生器 (D/A ボード) は、デジタイザ (A/D ボード) に非常によく似た逆の動作をするデジタル信号源です。デジタイザ (A/D ボード) がアナログ波形をサンプリングし、デジタル化してから集録メモリに保存する場合、AWG (D/A ボード) には波形メモリに保存された波形の数値記述があります。選択された波形サンプルは、D/A コンバータ (DAC) に送信され、適切なフィルター処理と信号調整を行ってアナログ波形として出力されます。

シミュレーションのため、デジタイザ (A/D ボード) によって取得された欠落部分の応答波形にアクセスできる場合、または分析的に作成できる場合は、AWG (D/A ボード) を代替として使用できます。一般的な問題の 1 つは、テスト対象のシステムのそれぞれが異なる状態を表す一連の波形を出力することです。これは複数のジェネレータと切り替え操作で行うことができますが、より効率的な方法があります。Spectrum 製 M4i.66xx-x8 シリーズなどのフル機能の

シーケンスモードを備えた AWG (D/A ボード) は、異なる波形をリロードする時間さえも排除して、リアルタイムで波形を切り替える機能を提供します。AWG (D/A ボード) の波形メモリはセグメント化され、テストに必要なすべての波形を、それぞれ独自のセグメントに保存できます。AWG (D/A ボード) は、個別のシーケンスメモリに保存された命令に基づいて、コンピュータ制御下で波形を順次出力します。AWG

(D/A ボード) の出力状態に影響を与えることなく、シーケンスメモリの内容を更新または変更できます。このシーケンスモード操作により、テスト結果に基づいてテストシーケンスを適応的に変更できます。この機能により、テスト時間が大幅に短縮されテストの完全性が向上します。

例として、AWG (D/A ボード) を使用して、プログラム可能な一連の出力コードを生成する PSI5 トランスデューサを置き換えることができます。PSI5 はマンチェスターエンコーディングを使用します。マンチェスターコードでは、常に各ビット周期の中間に遷移が配置されます。(送信される情報に応じて) 期間の開始時に遷移が発生する場合があります。中間ビット遷移の方向はデータを示します。期間境界での遷移には情報が含まれません。それらは、ミッドビット遷移を可能にするために信号を正しい状態にするためだけに存在します。保証された遷移により、信号のセルフクロッキングが可能になります。PSI5 パケットを生成するには、Figure 4 に示すように 3 つの波形セグメントが必要です。

論理「1」(セグメント 1) は、高から低への遷移によって示されます。論理「0」(セグメント 0) は、低から高への遷移によって示されます。最後に、0 ボルト DC レベルのベースラインレベル(セグメント 2)。

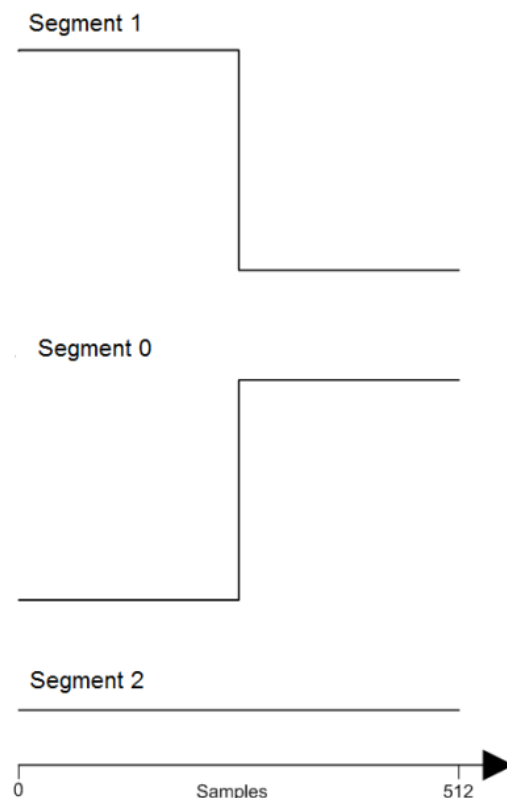


Figure 4 マンチェスター符号化データパケットを作成するには、3つの波形セグメントが必要です。

これらのコンポーネントを使用して 3 つの波形セグメントを定義することにより、データパターンの任意の組み合わせを合成できます。こ

れは、これら 3 つのセグメントの順序を並べ替えることにより、パケットの内容を変更できることを意味します。

Figure 5 は、それぞれが 3 つのセグメントで構成されているが、それぞれが異なるデータコンテンツを持つ PSI5 パケットの 4 つの例を示しています。この例では、各コンポーネントの持続時間 (TBIT) が 10.24μs になるように、セグメントは 50 MS/s のクロックレートで 512 サンプルの長さに設定されます。パケットは、2 ビットクロック周期以上続くベースライン信号によって分離されます。AWG は、このテストの目的で 3 つのセグメントから 4 つの異なるデータパターンを組み立てた MATLAB スクリプトを使用して制御されました。パケット間の切り替えは、途切れることなくシームレスに行われます。



Figure 5 シーケンスメモリの内容を並べ替えた結果生じる4つの異なるデータパターン。これは、AWGの実行中に動的に実行できることに注意してください。

電源シーケンス：

もう1つの懸念事項は、パワーアップまたはパワーダウン時の電源レールの適切なシーケンスです。通常、組み込みコンピューティングシステムでは、マイクロプロセッサ、メモリ、その他のオンボードデバイスに電力を供給するために複数の供給電圧が必要です。ほとんどのマイクロコントローラには、ロックアップなどの問題を防ぐために電圧を印加する所定の順序があります。電源管理IC（PMIC）または電源シーケンサは、多くのシーケンスタスクを実行します。ほとんどのプロセッサは複数の電圧を使用するため、最大8入力のデジタイザは、このタイプの測定に最適な機器です。さらに、電源投入/切断シーケンスには数ミリ秒かかるため、大きな収集メモリも必要です。Figure 6は、電力シーケンス測定の簡単な例です。3つの電源レールが監視されます（5、3.3、1.8V）。予想されるのは、電圧レベルが単調に、そして望ましい順序で上昇することです。この例では、5ボルトの供給が最初にオンになり、その後に3.3ボルトと1.8ボルトのラインが続きます。図に示すように、カーソルを使用して時間遅延を測定できます。図では、5ボルトと3.3ボルトのバス間の時間遅延は35.5秒と測定されています。このタイプの電力測定は、リップル、レギュレーション、過渡現象への応答の測定にまで拡大できます。

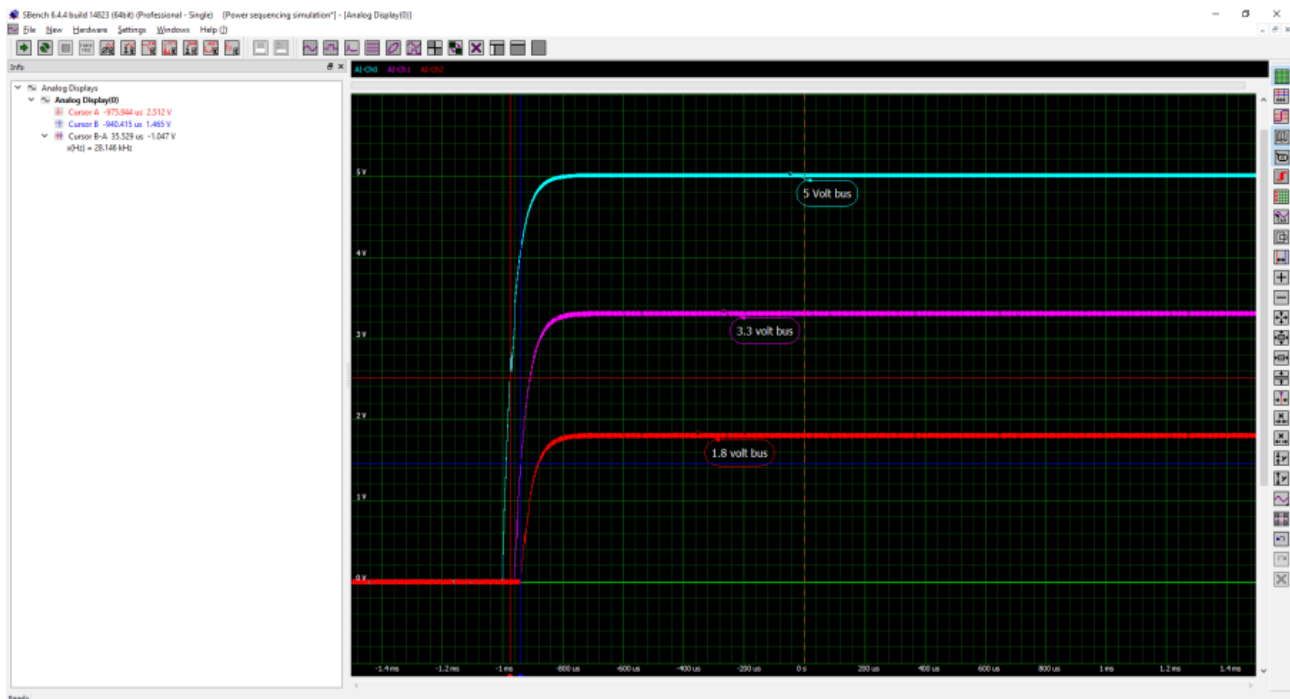


Figure 6 5、3.3、1.8 ボルトの電源レールを監視して、正しい電源投入シーケンスを決定する

機械的測定：

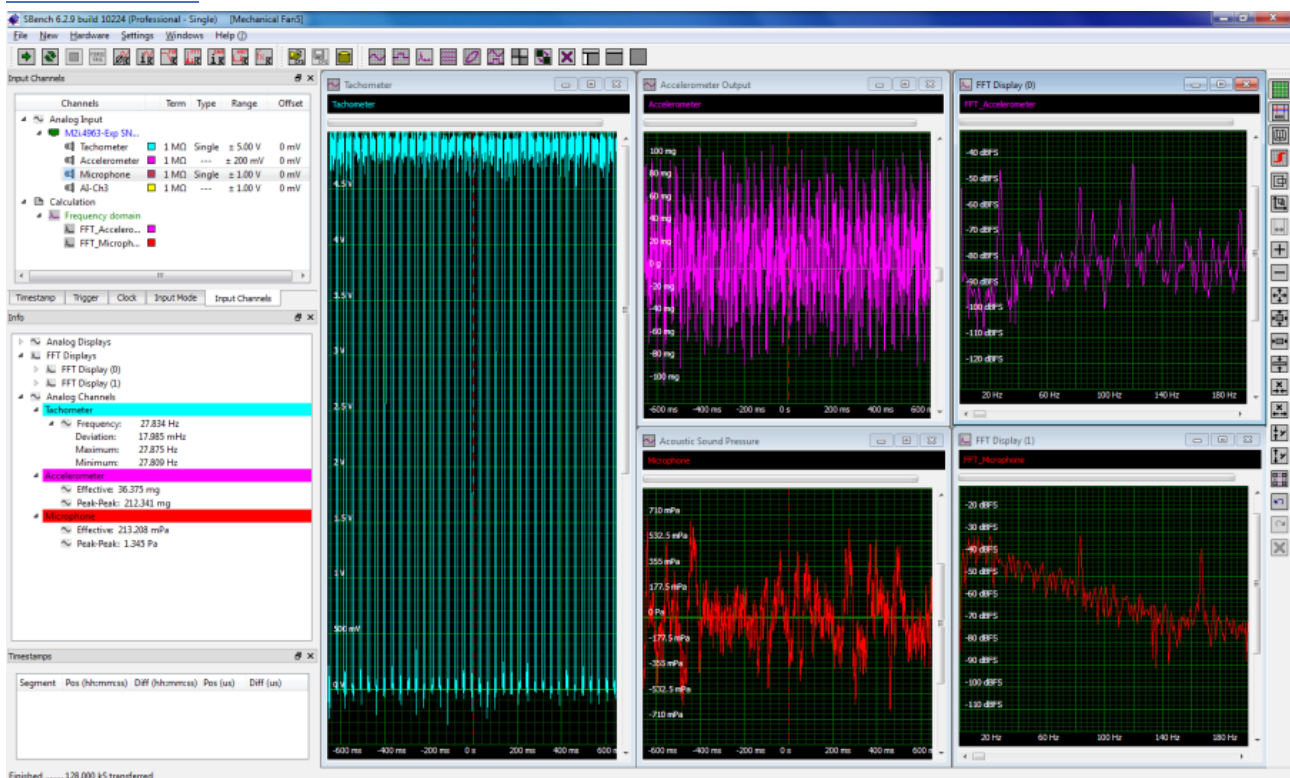


Figure 7 タコメーター、加速度計、マイクを装備したファンの振動および音響特性の測定。

モジュラー機器は、適切なトランスデューサを使用して機械的測定を行うこともできます。Figure 7 は、ファンで実行

された一連の機械的測定を示しています。この SBench 6 画面イメージは、左端のグリッドにタコメーターの出力を示しています。この波形は、ファンの回転ごとに 1 つのパルスで構成されています。ファンの速度は、この信号の周波数を測定することで読み取られます。図の左中央にある情報ペインの周波数の読み取り値は、この周波数を 27.8 Hz（1 秒あたりの回転数）として読み取ります。この周波数の読み取り値に 60 を掛けると、ファンの回転速度が 1668 回転/分（RPM）になります。周波数の最小値、最大値、偏差を示す統計値は、周波数値の下に表示されます。

加速度計出力は、「Accelerometer Output」というラベルの付いた上部中央グリッドに表示されます。アナログチャネル設定を使用して g で直接読み取るカスタムの垂直スケールが設定されています。信号のピーク間の測定値と実効（rms）振幅が[Info]ペインに表示されます。信号のこの時間領域ビューは解釈がやや難しいため、この信号の高速フーリエ変換（FFT）が計算され、右上のディスプレイグリッドに表示されます。FFT は、加速度信号を構成する周波数成分を示します。FFT の周波数ドメインまたはスペクトルビューでは、さまざまな周波数成分が分離されるため、物理的な解釈が容易になります。

左端のピークは、ファンモーターの回転周波数である 27.8 Hz で発生します。他のスペクトル成分は、ファンの物理的属性に対応しています。マイク出力は、音響音圧を読み取るためにスケーリングされた中央下部グリッドに表示されます。このデータは、圧力の単位、つまりパスカルで読み取るように再スケーリングされています。[Info]ペインの測定値には、この信号のピークツーピークおよび有効振幅が表示されます。振動信号の場合のように、音響の FFT はかなりの物理的洞察を提供します。

まとめ：

モジュール式測定器は、車両のテストおよび測定アプリケーションに適合しています。8～16 ビットの解像度で多数のチャネルを提供します。最大 5 GS/s のデジタル化レートにより、アプリケーションに合ったサンプリングレートを選択できます。任意波形発生器により、テストシナリオのシミュレーションが可能になります。コンポーネントが欠落していてもテストできます。PCIe、PXI、または LXI 構成の選択は、ポータブルまたはラボでのテストの要求によります。



Spectrum Instrumentation 社について

Spectrum 社は、Spectrum Systementwicklung Microelectronic GmbH として 1989 年に設立され、2017 年に Spectrum Instrumentation GmbH に改名されました。最も一般的な業界標準（PCIe、LXI、PXIe）で 500 を超えるデジタイザおよびジェネレータ製品を作成するモジュール設計のパイオニアです。これら高性能の PC ベースのテスト & メジャーメントデザインは、電子信号の取得・生成および解析に使用されます。同社はドイツの Grosshansdorf に本社を置き、幅広い販売ネットワークを通じて世界中に製品を販売し、設計エンジニアによる優れたサポートを提供しています。Spectrum 社の詳細については、www.spectrum-instrumentation.com を参照してください。