

Keysight Technologies

Keysight TS-8989 PXIファンクション・
テスト・システムによる
自動車用電動パーキングブレーキの
制御部のテスト

Application Note

はじめに

Keysight TS-8989 PXIファンクション・テスト・システムによる 自動車用電動パーキングブレーキの制御部のテスト

電動パーキングブレーキ制御(EPB)システムは、従来のブレーキペダルやハンドブレーキレバーに代わるブレーキ機構で、コントローラまで電気ケーブルで接続されている1個の制御スイッチのみを使用します。ドライバーが車両を停止するためにボタンを押すと、後輪ブレーキシステムが作動して車両が自動的に停止し、必要なときにブレーキを解除できます。さらに、EPBを他の車両システム(快適さ、便利さ、性能を提供するドライブアウェイアシスト、ヒルスタートアシスト、安定度維持システムなど)と統合することもできます。

EPBの機能は、制御スイッチ入力、ホイール・スピード・センサ、圧力センサ、電動モーターに依存しています。これらがさまざまな入力信号をモニターし、例えば天候によってブレーキをかけるのか、または、解除するのかなど、必要なアウトプットを判断します。図1aに、動作時の代表的なEPBの簡易ブロック図を示します。代表的なEPBのファンクションテストをセットアップするには、測定のエミュレーションまたはシミュレーションが必要です。図1bは、以下のEPBのファンクションテスト用の各モデルです。

- すべてのテストノードの入力/出力
- 圧力センサ用アナログ信号のエミュレーション
- ホイール・スピード・センサ用周波数信号のエミュレーション
- 電動モーターまたは制御スイッチのシミュレーション用の等価負荷

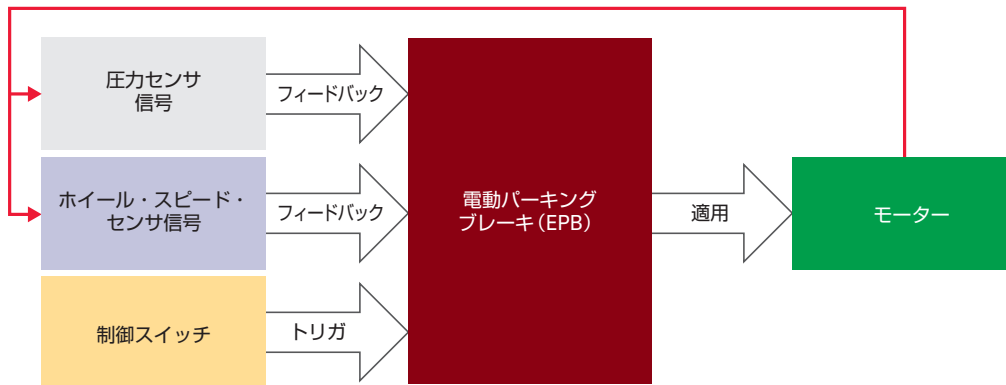


図1a. EPBの動作の簡易ブロック図

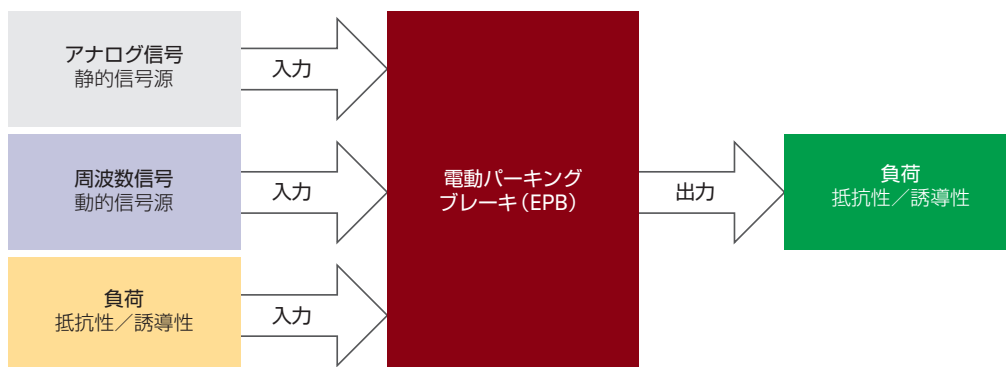


図1b. EPB機能のファンクションテスト用の各モデル

自動車メーカーは、他の多くの業界とは異なり、テストシステムの開発段階で問題に遭遇することがよくあります。車載用電子制御装置(ECU)のテストでは通常、要件としてハイパワーの負荷エミュレーションやセンサエミュレーション用の各種信号源が必要ですが、これらは、テストソリューション市場で一般的な製品ではありません。そのため、自動車メーカーは、独自のラック&スタックシステムを開発する必要があります。このプロセスで、カスタム回路デザインやソフトウェア開発に余分な労力がかかるため、製品の市場投入までの時間が延びる可能性があります。

Keysight TS-5000/TS-8989ファミリのテストシステムは、車載用ECUのテスト用にデザインされた既製のシステムです。このアプリケーションノートでは、TS-8989 PXIファンクション・テスト・システムを代表的なEPBファンクションテスト用に構成します。以下のセクションでは、メーカーが課題を克服する際に役立つシステム構成、テスト方法、アルゴリズムについて詳細に説明します。

入力/出力

I/O

ECUの入力/出力動作を検証するには、通常、I/Oの検査が必要です。単純なI/Oの検査は、組み立てたコネクタのピンでオープン/ショートを確認することで簡単に行えます。入力テストを検証するには、所定のデジタル/アナログ信号を入力して対応するECUの状態を読み取ります。一方、出力テストを検証するには、トリガをかけて出力信号を測定します。

テスト

ECU機能の検証は、テストシステムとECU間の通信機能に依存します。車載用ECUで使用される最も一般的なシリアルインターフェースは、ISO-11898 CAN(Controller Area Network)バスプロトコルです。通常、ECUのデザイナーは、ECUのアプリケーションモードとテストモードを切り替えるアルゴリズムを決定します。ECUのシリアル通信テストは、テストモード動作で専用通信リンクを使用して実行できます。

ほとんどのECUテストでは、I/Oの検査を行なうためにデジタルマルチメータ(DMM)が必要です。DMMには、各I/Oで抵抗測定、電圧測定などの基本操作を行える機能が求められます。

Keysight TS-8989ソリューション

TS-8989システムのテスト実行ソフトウェアであるTestExec SL(TxSL)には、ISO-11898をサポートする「アクション」または「ライブラリ」と呼ばれる制御用DLLがPCI/PXIソリューションパートナーから提供されています。アクションは、EPBとテストシステム間の通信を容易にする便利なコマンドです。TxSLに付属する通信機器用のソフトウェアライブラリは、互換性や性能を損なわずにTS-8989でシームレスに動作することを確認済みです。すべてのKeysight TS-5000/TS-8989ファミリのハードウェアにアクション/ライブラリが内蔵されているので、TxSLを使用してハードウェアを簡単に制御できます。

TS-8989の抵抗/電圧測定には、PXI 6½桁DMM M9182A(4,500回/秒)またはM9183A(15,000回/秒)を選択できます。DMM M918xAアクションライブラリを使用して、抵抗測定または電圧測定用の簡単な上位レベルのTxSLアクションを呼び出します。下に各例を示します。

アクションコマンド(抵抗測定)

dmmMeas2WResEx	2線式抵抗の測定
dmmMeas4WResEx	4線式抵抗の測定

アクションコマンド(電圧測定)

dmmMeasureDCV	DC電圧の測定
---------------	---------

DMMチャンネルは、EPB被試験デバイス(DUT)に接続されているE8792AまたはE8782Aピン・マトリクス・カードを經由してルーティングされます。どのピン・マトリクス・カードにも4つのアナログバスがあり、最大64個の行を使ってEPBのすべての単一ノードにアクセスできます(図2を参照)。TxSLに組み込まれたソフトウェア・スイッチング・マネージャーを使用すれば、スイッチ経路エディタツールによってマトリクススイッチングを容易にプログラムできます。このツールが現在のリレーノードからすべての後続リレーステートをトラッキングするので、複雑なルーティングアーキテクチャ全体を参照する必要がありません。これにより、プログラミング時間が短縮され、構文エラーも回避できます。図3に、TxSLスイッチ経路エディタを使って接続を簡単に切り替える方法の例を示します。

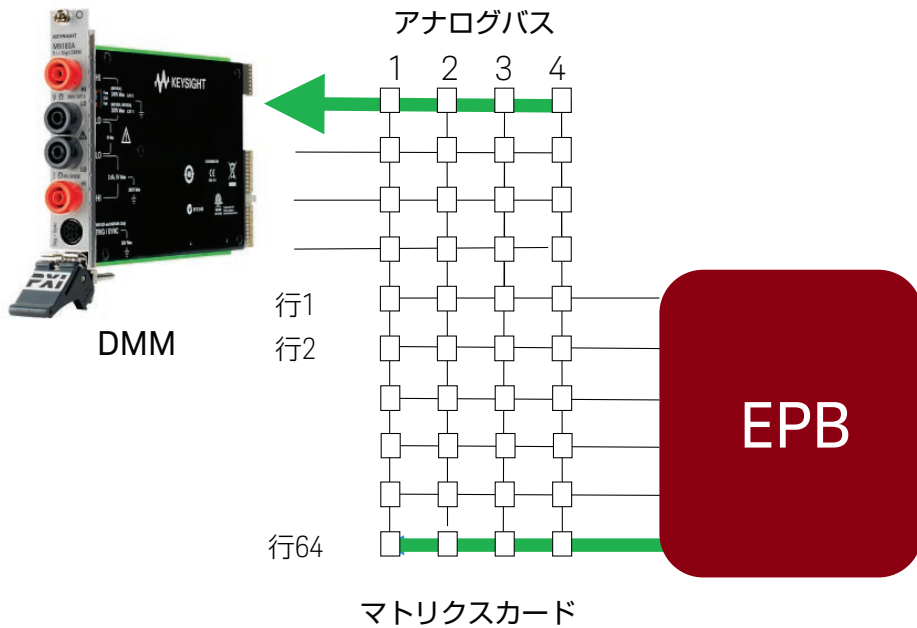


図2. DMMアクセス用のピン・マトリクス・カード接続

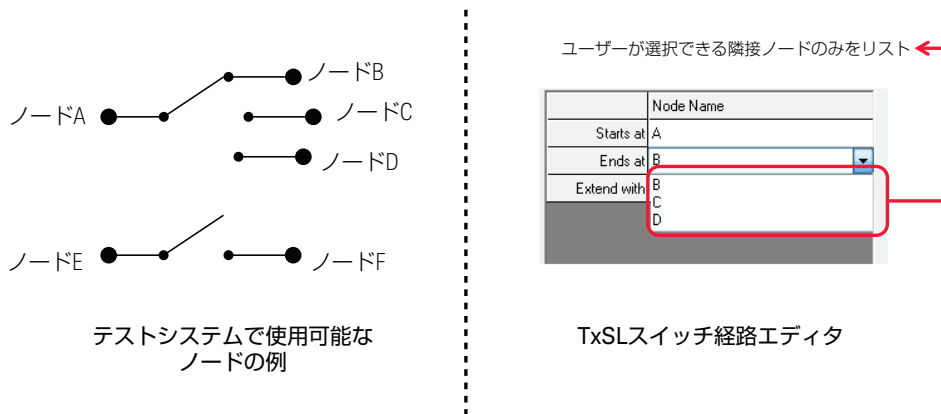


図3. TxSLスイッチ経路エディタの使用例
「リレーの何番と何番をONにして…」とユーザーが複雑なマトリクス回路を構成する必要はなく、「どのノードとどのノードを繋ぐか」だけを記述するだけで必要な信号経路が自動的に構成される。

アナログ信号

圧力センサ

ホール効果圧力センサは、EPBシステムのクランプ圧力の測定に使用されます。車両の停止中に、車両を停止させておくためにかける必要がある力の大きさを計算するには、このセンサが重要です。アクチュエータは閉ループ制御を使用します。それによってEPBが、センサからのフィードバックを使用して十分な電動モータートルクをブレーキパッドにかけます。

テスト

圧力センサのタイプによって異なりますが、一般的な電圧レベルの範囲は0 ~ 5 Vです。これに基づいて、圧力センサの信号ピンで静的電圧入力のシミュレーションを行う必要があります。ファンクションテストまたは製品の特性評価では、検証のために、デフォルト電圧の入力または電圧入力の掃引を行って、テストモードでEPBのステータスを読み取ります。

Keysight TS-8989ソリューション

このテスト用には、M9188A PXIダイナミックD/Aコンバーター (DAC)を使用してシステムを構成します。圧力センサの影響をエミュレートするために、EPBに必要な入力に応じてさまざまな電圧レベルを生成するようにM9188Aをプログラミングします。以下に、M9188AがDC電圧を生成するためのTestExec SLアクションのサンプリングシーケンスを示します。

アクションコマンド	内容
dac_ConfigClockSource	モジュールのシステムクロックの信号源を指定します (内部クロックを選択します)
dac_ConfigTrigger	モジュールのトリガ/イベントを設定します (ソフトウェアトリガを選択します)
dac_ConfigDCOutputSingleChannel	単一チャンネルのモジュール出力DCを設定します (チャンネル1の電圧を設定します)
dac_ConfigOutputRelaySingleChannel	各チャンネルのモジュール出力リレーを設定します (チャンネル1の出力を有効にします)
dac_InitTrigger	モジュールのトリガを起動します
dac_SendSoftwareTrigger	ソフトウェアトリガをモジュールに送信します

周波数信号

ホイール・スピード・センサ

ホイール・スピード・センサは、EPBシステムの自動ホールド機能に必要なセンサで、自動車の車輪の回転速度を数値化します。このセンサが出力する周波数は、速度に正比例します。したがってセンサで周波数が検出されると特定の車輪が動いているかどうか分かり、それが必要な動作なのかどうか分かります。

テスト

ホイール・スピード・センサが出力する波形は、一般的に周波数レンジ10 Hz～数kHzで7 mA(Low)～14 mA(High)の電流パルス波です。EPBレシーバーへのセンサ信号をエミュレートするには、周波数ジェネレーターが必要です。アナログ入力信号テストと同様に、EPBの機能確認のために、デフォルト周波数の入力または周波数入力の掃引を行います。図4に、ホイール・スピード・センサが出力する代表的な1 kHz波形の例を示します。

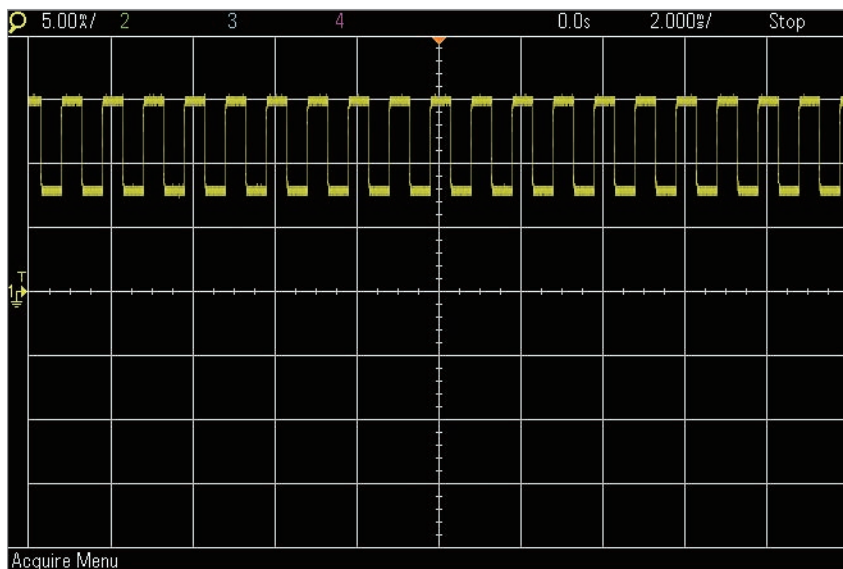


図4. ホイール・スピード・センサが出力する1 kHz電流パルス信号

Keysight TS-8989ソリューション

M9188AダイナミックDACは、更新速度500 kSa/sで電圧と電流の両方を供給できます。M9188Aでは、必要な入力に応じて、対称または非対称になるように波形をプログラミングできます。ホイール・スピード・センサの信号エミュレーションの場合、EPBに対して非対称の電流パルス信号を出力するようにM9188Aをプログラミングします。従来はアナログ入力信号と周波数入力信号の各テスト用に、電圧源と周波数発生機がそれぞれ必要でしたが、このソリューションをテストに使用すればEPBのテストコストを大幅に削減できます。以下に、M9188A用ライブラリのTxSLアクションで波形を出力するサンプルを示します。

アクションコマンド	内容
dac_ConfigStdWaveformSingleChannel	単一チャンネルの標準波形を設定します (チャンネル1に電流モード方形波信号を設定します)
dac_ConfigOutputRelaySingleChannel	各チャンネルの出力リレーを設定します (チャンネル1の出力を有効にします)
dac_InitTrigger	モジュールのトリガを起動します
dac_SendSoftwareTrigger	ソフトウェアトリガをモジュールに送信します

負荷スイッチ

電動モーター

EPBによるブレーキの作動/停止には、電動モーターと連携するアクチュエータが必要です。電動モーターの電源を入れると、モーターが回転してギアが作動し、両方の後輪ブレーキに力が加わることで、車両が静止状態に保たれます。ブレーキを解除するには、モーターの回転方向を逆にして、加えた力を除去します。

テスト

ブレーキ動作がトリガされるとEPBはハイパワーで電動モーターを駆動し、このときにモーターにかかる大きなトルクがブレーキパッドにかかります。したがって、これらのモーターのテストは通常、大電流レベルで行われます。スイッチングソリューションには、負荷を柔軟に接続/切断して閉ループ回路を形成する機能のほかに、10 A ~ 20 Aの範囲の大きな電流の処理と測定に対応できる能力も必要です。

Keysight TS-8989ソリューション

通常、多品種テスト環境では、システムのスイッチの再利用性とスケーラビリティを向上させるためにスイッチ内蔵型のシステムデザインが採用されます。TS-8989システムには、アプリケーションのさまざまなニーズに対応するために、広範囲の負荷スイッチカードが用意されています。

このテストには、大電流に対応できる、耐久性の高い8チャンネルE6178B負荷カードを選択します。E6178B負荷カードオプションは、最大30 Aの過電流レベルでもモータードライバーを効率的にテストできる電流定格を備えています。さらに、E6178Bカードには、モータードライバーに障害が発生したときの過電流保護機能もあります。

E6178Bは各チャンネルに電流トランスデューサを装備していて、大電流を1次側から2次側に減衰比1000:1で誘導します。電流をモニターするために、2次側の電流トランスデューサは、高精度75 Ω抵抗と直列に接続されています。M9182AまたはM9183A PXI DMMでこの抵抗の電圧降下を測定し、 $I_{ch} = V_{drop} / 0.075$ を使用して結果を電流に変換します。図5に、E6178Bチャンネルのアーキテクチャ(回路保護機能と電流検出機能)を示します。

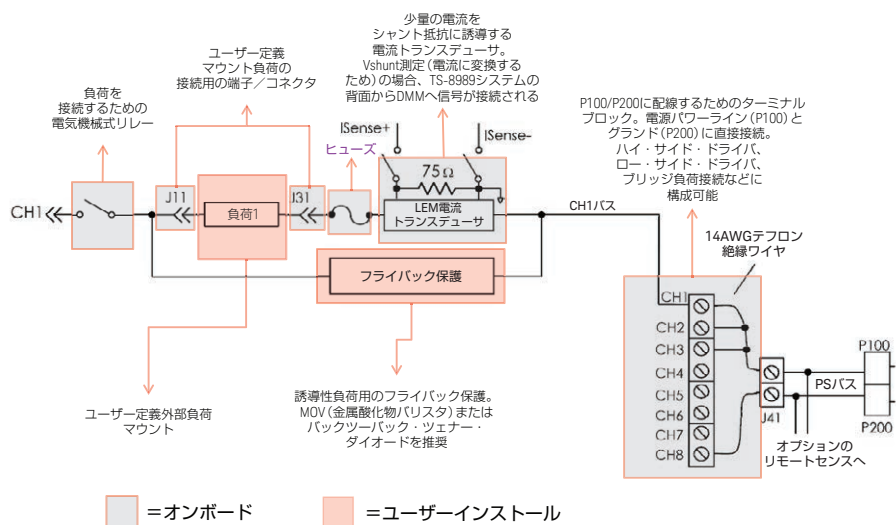


図5. E6178B負荷スイッチのチャンネル1

フル構成

EPBファンクションテスト用の完全なシステムを構築するには、ここまで説明してきた特定のテスト用の測定器の他にも測定器が必要になる場合があります。例えば、DUTの電源としてプログラマブル電源が必要です。ノード数の多いEPBデザインには、追加のピンカードが必要になる場合があります。制御スイッチやその他の負荷スイッチ要件に対応するには、低レベル電流負荷カードの追加が有効です。さらに、DUTフィクスチャの制御/自動化用に、追加のデジタル入力/出力(DIO)が必要になる場合があります。

以下に、代表的なEPBファンクションテストを実行するために必要な機器をまとめて示します¹。

- テストシーケンサ搭載のPCコントローラ
- DMM
- ダイナミックDAC
- DIO
- ピン・マトリクス・カード
- 負荷スイッチカード
- CAN通信カード
- プログラマブル電源

上記の測定器を、Keysight TS-8989ソリューションによって構成できます。図6、図7のようにすべての測定器とカードがTS-8989ワンボックステストに収まり、プログラマブル電源はテストの上または下に重ねて設置できます。TS-8989ワンボックスPXIベースシステムは柔軟性に優れ、さまざまなPXI測定器、電源、スイッチマトリクス、負荷カードオプションを混在/統合できるため、あらゆるDUTテスト要件に対応できます。さらに、コンパクトなシステムサイズの効果により、統合の柔軟性が向上して必要なラックのスペースが減少するため、製造環境のスリム化につながります。

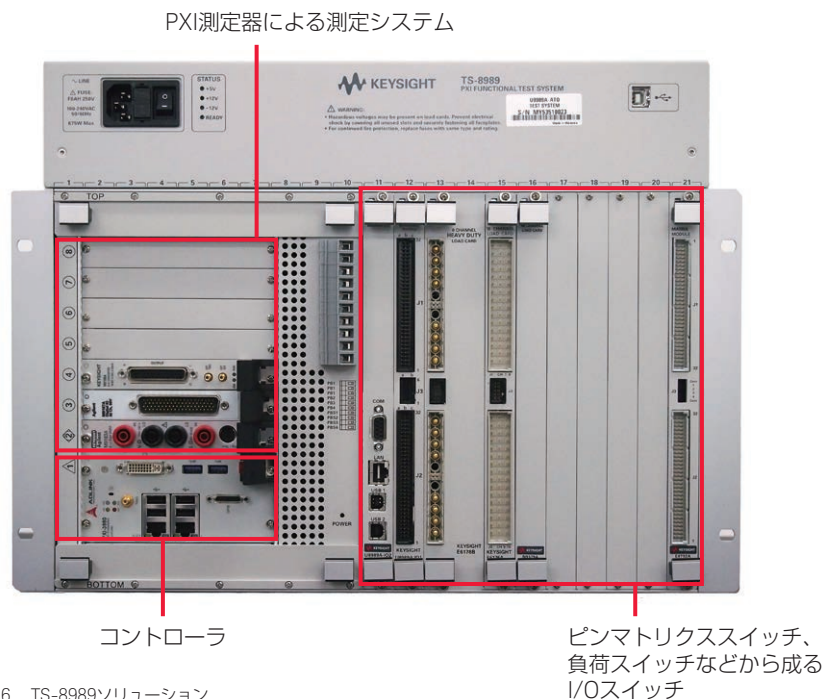


図6. TS-8989ソリューション

1. この測定器リストは、単なる一般的なテストソリューションのプロファイルです。オーダーガイドではありません。ニーズに最適な構成については、計測お客様窓口までお問い合わせください。

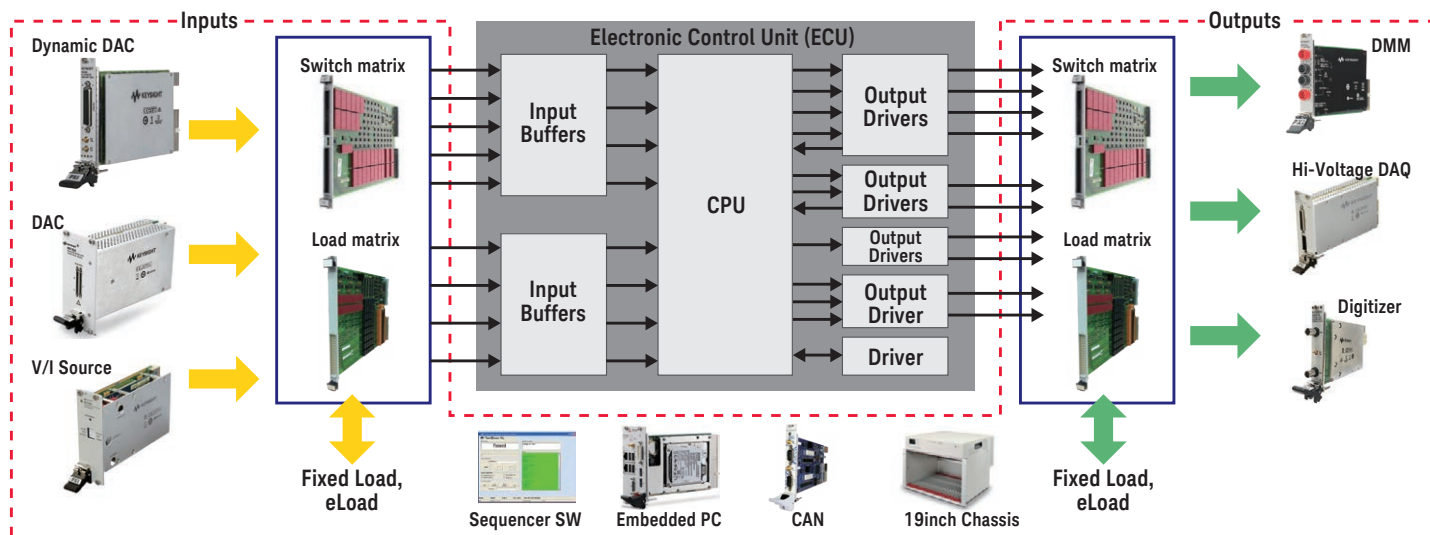


図7 TS-8989システム概要

myKeysight

myKeysight

www.keysight.co.jp/find/mykeysight

ご使用製品の管理に必要な情報を即座に手に入れることができます。

契約販売店

www.keysight.co.jp/find/channelpartners

キーサイト契約販売店からもご購入頂けます。
お気軽にお問い合わせください。

www.keysight.co.jp/find/ts8989

キーサイト・テクノロジー合同会社

本社 〒192-8550 東京都八王子市高倉町9-1

計測お客様窓口

受付時間 9:00-18:00 (土・日・祭日を除く)

TEL ☎ 0120-421-345 (042-656-7832)

FAX ☎ 0120-421-678 (042-656-7840)

Email contact_japan@keysight.com

ホームページ www.keysight.co.jp

記載事項は変更になる場合があります。
ご注文の際はご確認ください。

