テスト・システム開発ガイド

テスト・システムのハードウェア・アーキテクチャと測定器の選択

Application Note 1465-5

このアプリケーション・ノートは、「テスト・システム開発ガイド」シリーズの1つです。信頼性の高いテスト・システムをデザインしたり、スループットを向上させるのに役立ちます。このアプリケーション・ノートでは、必要な性能や柔軟性が得られるように、システムを構築し始める前に行う必要のある、ハードウェア・アーキテクチャの決定やデザインの選択について説明します。システム用の測定器を選択する際に考慮すべき問題についても説明します。

本シリーズの他のアプリケーション・ノートのリストは、17ページにあります。

目次

はじめに **2**
システム・アーキテクチャ **2**
計測器の種類：ラック・アンド・スタックかカードケージか？ 3
選択 4
コンピューティング・サブシステム 6
スイッチング 6
マス・インターコネクト 8
電源 8
DUT固有の接続 9
その他のアーキテクチャ上の注意事項 9
テスト・システム用の測定器の選択 **10**
ニーズの確認 10
開発期間 11
測定速度 12
ベンダの選択 12
サンプル・テスト・システム **13**
結論 **16**
用語解説 **17**

Agilent Technologies

はじめに

低周波のテスト・システムは、基本的には、特定のデバイスやデバイス群をテストするために連携して動作するサブシステムの集まりです。テスト機器を注文したり、システムを構築する前に、各サブシステムに関する決定を行う必要があります。これらのサブシステム間の通信や相互動作は、システムのコスト、性能、保守性、ユーザビリティに大きな影響を与えます。システムのアーキテクチャを事前に定義するために時間を費やせば、その後のソフトウェアのデバッグや不良原因の究明に要する時間を節約でき、DUTを高い確度でテストできます。

テスト・システムを設計する場合は、建築家が建物を設計する際に検討する多くの問題（美観、安全性、熱、大きさ、コスト、将来の拡張、パーツの最適位置など）を、同様に検討する必要があります。こうした高度な問題への対処法を決定した後、テスト要件に従って、テストするデバイスに適合したシステムを設計します。

このアプリケーション・ノートでは、テスト・システムに必要な性能や柔軟性が得られるハードウェア・アーキテクチャの決定方法やデザインの選択について説明するだけでなく、システム用の測定器を選択する際に考慮すべき問題についても説明します。

システム・アーキテクチャ

テスト・システムにどのようなアーキテクチャを採用するかは、研究開発、デザイン検証、製造テストのいずれに使用するかによって異なります。例えば、研究開発ではパラメータ・テストを行いますが、何百もの被試験デバイス（DUT）に対して繰り返されることはありません。デザイン検証では、しばしば変更されるピン配列に対応する必要がありますが、個々のテストのスピードは特に重要ではありません。量産テストでは、テストしなければならないDUTが数百から数千もあるため、できるだけ速く、安価にテストすることが望まれます。テスト・システムのアーキテクチャは、こうした状況ごとに異なります。研究開発環境では、以下にリストするサブシステムをすべて使用するとは限りませんが、デザイン検証、製造検査、製造テストの場合は、以下の6つの主要サブシステムに対して決定を下す必要があります。

- 計測器（測定器／信号源）
- コンピューティング（コンピュータ、ソフトウェア、I/O）
- スイッチング（システム機器を相互接続と被試験デバイス（DUT）への負荷を切り換えるリレー）
- マス・インターコネクト（DUTとシステムとの間の配線インタフェース）
- 電源（DUTへの電力供給）
- DUT固有の接続（負荷、シリアル・インタフェースなど）

テスト・エンジニアとしての仕事は、こうしたサブシステムを注意深く選択し、効果的に統合することです。以下では、各サブシステムについて個別に説明します。

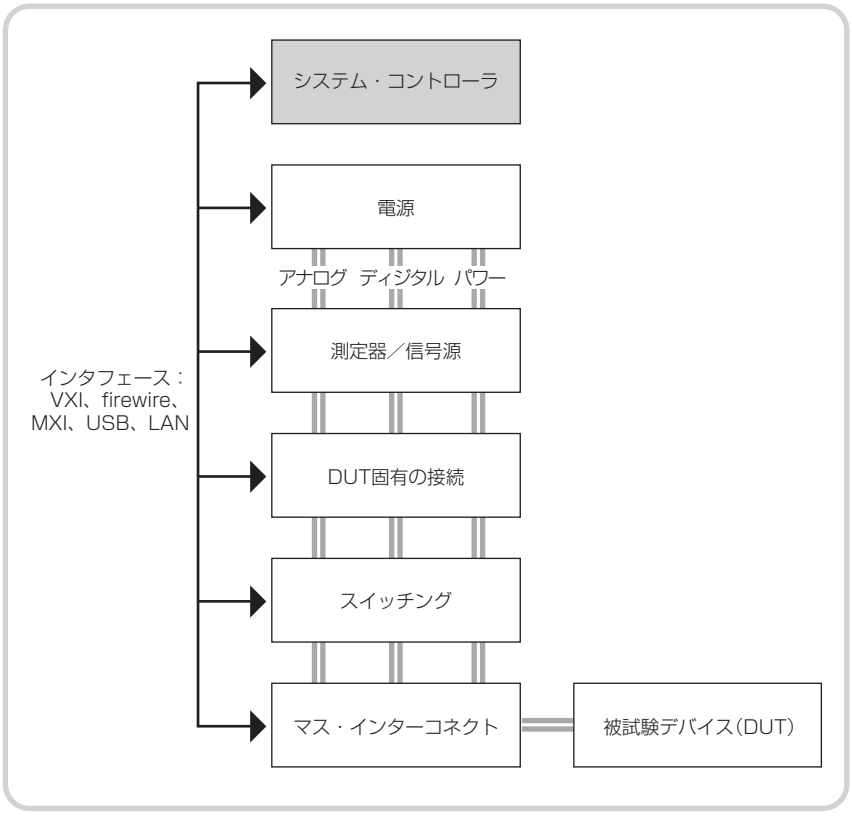

図1. 一般的なテスト・システムのアーキテクチャ

計測器の種類：ラック・アンド・スタックかカードケージか？

テスト・システム用の測定器としては、ラック・アンド・スタックとカードケージの主に2種類があります。ラック・アンド・スタック型測定器は、単独で使用することのできるスタンドアロン型のテスト機器です。テスト・システムの場合、これらの機器はフロア・スペースを節約するためにラックに搭載されることが多いのでこのような名前が付けられています。通常は、外部PCを使ってこれらの機器を制御します。

カードケージ型測定器

カードケージ型測定器は、名前が示す通り、プラグイン・カード式のモジュラ型テスト機器です。カードをカードケージまたはメインフレームに挿入し、内蔵コントローラ（プラグイン・カードのPC）または外部PCを使って制御します。

VXIはカードケージ・システムの標準的なオープン・アーキテクチャで、メーカの異なる測定器を同一メインフレーム内で動作させることができます。VXIbus（測定器のためのVMEbus拡張）は、モジュラ機器市場のニーズを満たすために、電子計測機器メーカのコンソーシアムによって開発されました。VXI規格はVMEbus規格に基づいていますが、VMEは特にノイズ除去とトリガに関しては測定器業界のニーズを満たしていなかったため、厳密に言えば新しいプラットフォームです。VXI測定器は、通常、他のタイプの測定器より高い性能とスピードを備えています。

もう1つのカードケージ・アーキテクチャは、PXI（測定器のためのPCIbus拡張）と呼ばれています。PXIカードは非常に小さいもので、一般的にはVXIやラック・アンド・スタック型測定器の確度と性能を十分に備えていません。PXIシステムの使用を検討されている場合は、シグナル・コンディショニング装置を追加購入する必要がないかよく調べてください。また、PXIは電磁波障害（EMI）や冷却に関する仕様が規定されていないPCバックプレーンに基づいているので、ノイズの少ない測定環境であるとは言えません。

5ページの補足を参照して、PXI、VXIラック・アンド・スタック・システムの特性を比較してください。

もう1つのカードケージ・アーキテクチャは、コンパクトPCI（CPCI）です。PXIはCPCIテクノロジーをベースに開発されましたが、PXIはPCIでは提供されていないトリガ・オプションを提供しています。CPCIカードとPXIカードは、ある程度は交換可能です。CPCIカードは、ラックへの取り付けが可能な上に、他のタイプのカードよりも堅牢なので、産業用PCに用いられる傾向があります。

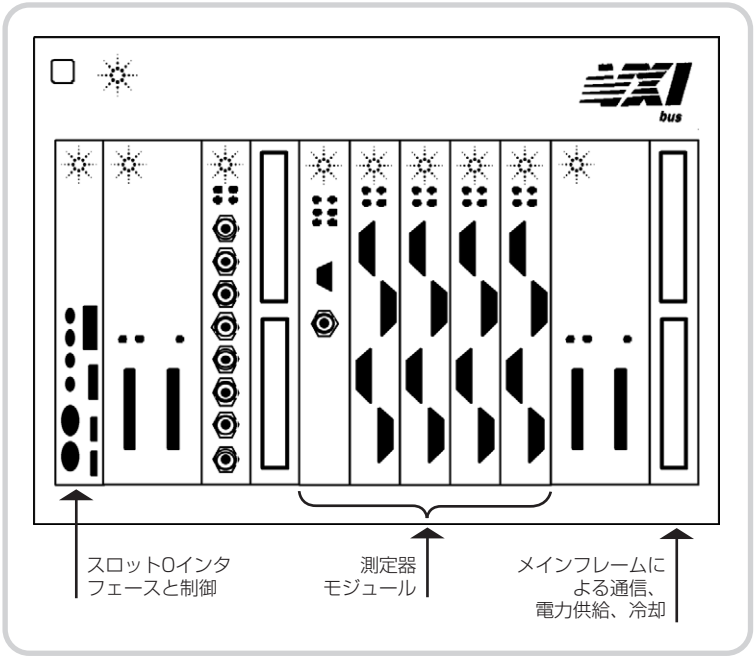

図2. プラグイン・カード式のモジュラ型測定器によって構成されたVXIメインフレーム

ラック型測定器

ラック型測定器は、カードケージ型測定器よりも場所を取りますが、通常は量産されているので高価ではありません。システムへの搭載に適した高い品質／信頼性のスタンドアロン型測定器を見つけることは簡単です。テスト機器メーカによる、システム環境におけるスタンドアロン型テスト機器の機能向上により、ラック・アンド・スタック・アーキテクチャの実装が容易になりました。例えば、Agilentは、標準プロトコル、シールド、フィルタリング、高速I/O、オンボード・インテリジェンス機能／メモリなどの最適化機能を内蔵した「システム対応」のテスト機器を提供しています。

システム対応のラック・アンド・スタック型テスト機器をテスト・システムで使用すると、数多くの利点が得られます。例えば、スタンドアロン動作が可能な機器を使用すると、システムのトラブルシューティングが簡単になるので、システムの開発期間を短縮することができます。測定器をスタンドアロン・モードで使用すれば、予備的な検査を実行することができるので、良いテスト結果が得られようになってから、システム全体をセットアップすることができます。カードケージ型測定器では同じことを行うことができないので、ハードウェアの問題とソフトウェアの問題の切り分けが難しくなります。

組織によっては、標準的なラック型測定器を製品ライフサイクルを通して使用することにより、責務の異なる組織間の効率的なコミュニケーションや協力を阻む壁を低くすることができます。例えば、研究開発エンジニアは、製品のデザインを開発して微調整する際に、ベンチトップ型測定器を使用することがあります。デザインの検証テストの段階になると（より大きな組織の場合は、量産前プロトタイプをデザイン検証部門に引き渡す時に）、デザイン検証段階ではテストが自動化または半自動化されている傾向が強いとは言え、同じ測定器を使用する方が便利です。検証テストを行うのが同じエンジニアであれば、測定器の操作にもすでに慣れているし、測定器のテスト結果についても信頼できるものになっています。研究開発とデザイン検証を別のエンジニアや別の組織が行う場合は、同じテスト機器を用いることにより、効率的なコミュニケーションや共有の問題も容易に解決できます。製品の製造段階に移行する際にも同じテスト・システム・アーキテクチャを使用すれば、同様の利点が得られます。

選択

どのような測定アーキテクチャを使用するかについての決定は、いくつかの因子によって左右されます。システムを最初から構築する場合は、システム全体の性能とコストを検討する必要があります。しかし、すでにラック・アンド・スタック型かカードケージ型の測定器を持っている場合は、それらを再利用して追加する方が、ゼロから始めるよりコスト・パフォーマンスが高いかもしれません。同様に重要なのが、ラック・アンド・スタックとカードケージのどちらのシステム構築に関する専門知識があるかということです。社内にカードケージ・アーキテクチャに関する専門知識しかない場合は、機器コストが安いからといって、ラック・アンド・スタック型に転換しても意味がないかもしれません。ご使用のシステムの既存のカードケージ・セットアップを使用し続けることに決めた場合には、必要に応じて、ハイブリッド・システムへの移行を検討し、ラック・アンド・スタック型測定器を追加して必要な機能や性能を得ることもできます。具体的な状況を検討して、最良の決定を下す必要があります。

考慮すべきもう1つの因子は、システムを維持するためのコストです。一般的な修理コストと、予備部品や予備の測定器／カードを在庫しておくためのコストを検討してください。

このアプリケーション・ノートの「テスト・システム用の測定器の選択」のセクション（10ページを参照）で、ご使用のシステムに適合した測定器の選択方法について詳細に説明します。

測定器のタイプ別比較

	ラック・アンド・スタック	VXI	CPCI	PXI	参照番号：
スタンドアロン使用	可能	不可能	不可能	不可能	1
確度	****	***	**	**	2
価格	$$	$$$$	$$$	$$$	3
バースト速度	**	****	****	****	4
シングル・ポイント測定速度	**	***	**	**	5
GUI応答時間	****	**	**	**	6
占有面積	**	**	****	****	7
使いやすさ／統合	****	*	*	*	8
シールド	****	***	**	**	9

1. スタンドアロン使用

エンベディッドPCを使用すれば、カードケージは単独で動作しますが、オペレータGUIが必要な場合にはモニタが必要です。PCの内蔵に要するコストは、標準的なPCに要するコストの数倍にもなります。いずれにせよ、カードケージの場合は、有効に使用するためには一般に何らかの形でのコンピュータとの通信が必要なのに対して、ラック・アンド・スタック型測定器は、コンピュータがなくてもシステムの検査に用いることができます。

2. 確度

カードケージの電源は、いくつかのサブシステム間で共有する必要があります。ラック・アンド・スタック型測定器は、単独で使用できるように最適化されていて、測定器に適した電源とケージに起因した制限のないアナログ回路で設計されています。ラック・アンド・スタック型測定器は、電磁波妨害を最小限に抑えるように設計されているので、高感度の機器に影響を及ぼす電流を発生させる可能性はそれほどありません。このため、ラック・アンド・スタック・システムは、一般に、確度、クロストーク、ノイズなどの点では、カードケージ・システムより優れています。

3. 価格

ベンチトップ・システムのコストは、通常、測定器をラックに取り付けなければ大幅に低減されます。測定器をラックに取り付けた場合には、一般に、カードケージ・システムのコストと同等になります。ただし、1つだけ例外があります。アプリケーションがカードケージのすべてのスロットを使い果たしてしまうようなサイズのカードケージは、一般にコスト・パフォーマンスが高くなりますが、拡張性という利点もなくなります。

4. バースト速度

バースト速度とは、測定器とコンピュータ間のデータ転送速度です。バースト通信は、ファンクション・テストよりもデータ収集に多く用いられます。近年のI/O速度の向上は、バックプレーンと外部I/Oの境界をあいまいにしていますが、カードケージは、優れたバースト速度を提供します。

5. シングル・ポイント測定速度

シングル・ポイント測定速度とは、単一の測定を実行し、チャネルを切り替え、別の測定を実行するのに要する時間です。これは、ファンクション・テストで最もよく用いられるモードです。テストの実行速度の詳細については、12ページの「測定速度」のセクションを参照してください。

6. GUI応答時間

カードケージがPCと通信する場合、PCはほとんどの場合、データを処理するだけでなくGUIも更新するというように、2つの仕事を実行する必要があります。一部のラック・アンド・スタック型測定器は並列動作するので、オペレータはリアルタイムに近い更新が可能になります。これは特に、即座にフィードバックされないとストレスがたまるオシロスコープなどで重要になります。

7. 占有面積

PXIとCPCIは、最も場所を取らないシステムですが、PXIの多くの測定機能は十分な信頼性がないので、エンジニアは、通常、ラック・アンド・スタック型測定器とPXI測定器の組合わせによるハイブリッド手法を採用しています。システムの一部のために1つのラックを用意すると、フルのラック・アンド・スタック・システムと同じ床面積を使用することになるので、スモール・サイズのPXIカードの場所を取らないという利点が失われてしまいます。

8. 使いやすさ／統合

ラック型システムが合理的な拡張スペースを持つように設計されている場合は（予期せぬ将来のニーズに備えることは良いことです）、ラックに測定器を追加することは、カードケージに測定器を追加するよりも簡単です。さらに重要なことは、既存のアーキテクチャへのケーブルの追加が容易なことです。例えば、1つのカードケージ型測定器を使用する場合でも、複数のラック型測定器を使用する場合でも、それらの入出力は通常はスイッチング・システムかマス・インターコネクトに接続されます。システムがこうした新しい測定器に対応するように設計されている場合は、統合には2、3分しかかかりません。しかし、新しい測定器に対応するようにシステムを再設計する場合は、数日を要することがあります。

9. シールド

専用のラック・アンド・スタック型測定器は、通常、十分にシールドされています。特定の目的のために設計されているため、カードケージ型のものよりもノイズに対する耐性があります。VXIには特別なシールド仕様がありますが、PXIやCPCIにはありません。PXIをシールドすることは可能ですが、実装はベンダに任されているので、新しいベンダの製品をスロットに挿入すると、隣接する測定器に何らかの影響を及ぼす可能性があります。

コンピューティング・サブシステム

コンピューティング・サブシステムに関する問題について考える前に、システムを手動で制御するか、半自動的に制御するか、完全に自動化された制御システムを使用するかを決定する必要があります。これらの問題については、テスト・システム開発ガイドの最初のApplication Note 1465-1“テスト・システム開発ガイド テスト・システム設計入門”で扱っています。ここでは、自動制御または半自動制御を使用することに決定したテスト・エンジニアを対象としています。

ラック・アンド・スタック型測定器を採用したシステムでは、外部PCが最も多く使用されます。カード・ベースの測定器を採用したシステムでは、エンベディッドPC（カードケージ内に収まるもの）を使用するか、外部PCを使用するかを決める必要があります。一見すると、エンベディッドPCは最良の選択のように思われるかもしれません。既存のケージに収まるので、ラック・スペースを有効に活用できるし、バックプレーンにも直接接続できるので、データ転送速度に優れています。残念ながら、エンベディッドPCは外部PCよりもはるかにコストがかかる上に、通常は、最新の周辺装置を多数搭載するだけのスペースがありません。エンベディッドPCに用いられている技術は、汎用コンピュータ業界の技術に遅れをとっている傾向があり、たいていの場合、エンベディッドPCはプロセッサのタイプと速度も一世代遅れています。

外部PCを使用すれば、低コストで高度な計算能力が得られます。さらに、多くの外部PCには、USB、LAN、FireWireなどの業界標準のインタフェースが付属しています。こうしたインタフェースを備えたPCを使用すれば、これらのインタフェースをサポートするテスト機器を使ってテスト・システムに要するコストを削減することも、USB/GPIBまたはLAN/GPIBコンバータを使ってセットアップ時間を短縮することもできます。この問題については、Application Note 1465-2 *“Test-System Development Guide：Computer I/O Considerations”*の中で詳細に説明しています。

製造環境では、一般にコストが重大な関心事です。特に、同じテスト・システムを何百台も実装している場合には重大です。外部PCの初期コストが安くなると、外部PCが製造テスト・システムに用いられるようになるだけでなく、通常はエンベディッド・コントローラよりも修理コストがかからないという事実も、外部PCの採用に拍車をかけています。

コンピュータ関連のもう1つの考慮すべき重要な事柄に、ソフトウェア／アプリケーションの開発環境とランタイム環境の選択があります。ソフトウェアに関連したコンピューティング・システムの決定については、Application Note 1465-3 *“Test-System Development Guide：Choosing the Test-System Software Architecture”*で説明しています。

スイッチング

システム機器と負荷をDUTに相互接続するスイッチ（またはリレー）は、ほとんどのテスト・システムに不可欠な要素です。適切なスイッチ・タイプとトポロジーの選択は、テスト・システムのコスト、速度、寿命、安全性、全体の機能に影響を及ぼします。テスト・システムにおけるスイッチングについての詳細な考察は、Application Note 1441-1 *“Test System Signal Switching”*を参照してください。

スイッチング・サブシステムに採用するリレーのタイプにより、テストできる回路やシステムのタイプが決まります。高速システムにはリード・リレーやFETが最適です。中でもリード・リレーは、高い定格電圧／電流を備えています。リード・リレーは、測定器と低電流信号をDUTに接続するのに最適です。また、アーマチュア・リレーよりも熱オフセット電圧が高くなる可能性はありますが、極めて高速（通常は、約0.5～1.0ms）です。より高い電流負荷には、アーマチュア・リレー（通常は10～20msで切り替わる）を使用してください。アーマチュア・リレーを使用する場合は、一度にできるだけ多くの測定を行えるようにテストをグループ分けを検討してください。アーマチュア・リレーは比較的低速なので、接続／切り離しを何度も繰り返さないようにするためです。

スイッチング・トポロジーは、複雑さに応じて、簡単なリレー構成、マルチプレクサ、マトリクスの3つのカテゴリに分類できます。どのようなトポロジーを使用するのが最も適しているかは、測定器とテスト・ポイントの数、同時接続でなければならないか否か、必要なテスト・スピード、コストなどの因子によって決まります。

リード・リレーのマトリクス配列は、任意の測定器をDUTの任意のピンに接続することができる最良の方法を提供するだけでなく、新しい測定器をシステムに追加する場合や、DUTのピン数が増えた場合の拡張も容易です。マトリクスは、マルチプレクサよりも多くのリレーが必要なので、コストがかかります。複数の測定器をピンに接続する必要がない場合には、マルチプレクサが最適です。例えば、1×20マルチプレクサを用いている場合は、テスト機器を20個のピンに接続することができますが、それら20個のピンに他の測定器を接続することはできません。マトリクス内に同じリレーが20個ある場合は、4つの測定器を5つのピンに任意の組合わせで接続することができます。

製造テスト／デザイン検証システムでは、電源定格の異なる汎用リレーのバンクが必要となる場合が多くあります。このようなリレーを使用すると、DUT入力をグランドまたは電源に接続したり、抵抗を用いて電圧変動の激しいスイッチをシミュレートすることができます。さらに、これらのリレーを用いれば、さまざまな方法で出力負荷を切り離して、出力トランジスタのパラメータ・テスタを行うことができます（図3を参照）。

スイッチの配置場所や配列方法についても考える必要があります。リレー・カードは高性能測定器用のカードケージに収容することができますが、貴重なカード・スロットの無駄遣いになります。モジュラ・ケージの高速バックプレーンは、簡単なリレーではなく、高速測定器の制御により適しています。リレーを専用のボックスに配置すると、高性能測定器の機能拡張が容易になるだけでなく、個別にリレー・カードの密度を高めたり、リレー・カードの数を増やしたり、スイッチボックスを大きくすることができます。また、測定器とスイッチング・サブシステムの明確な線引きがなされるので、システムを整然とした状態に維持することが容易になります。

DUTインタフェース・パネル（マス・インターコネクトまたはフィードスルー・パネル）を、スイッチング・サブシステムの前に配置することにより、次の2つの目的を達成することができます。1）スイッチボックスとマス・インターコネクトが同一平面上にあるため、ラック・スペースが最小限に抑えられる。2）スイッチング・サブシステムとDUTを結ぶワイヤの長さが短くなる。選択したボックスの後部にカードが搭載されている場合は、図4のように、ラック裏面のレールを使ってスイッチボックスを逆方向にマウントします。この方法にはマイナス面が2つあります。システムの前面からスイッチボックスのフロント・パネルに触ることができないので、修理のためにプラグイン・カードに手を伸ばすことが難しくなります。ただし、いったんシステムが稼動すれば、フロント・パネルからスイッチボックスを操作する必要性はほとんどなく、測定器を後方に引っ張るか、システムの側面を取り外せば、カードに手が届きます。

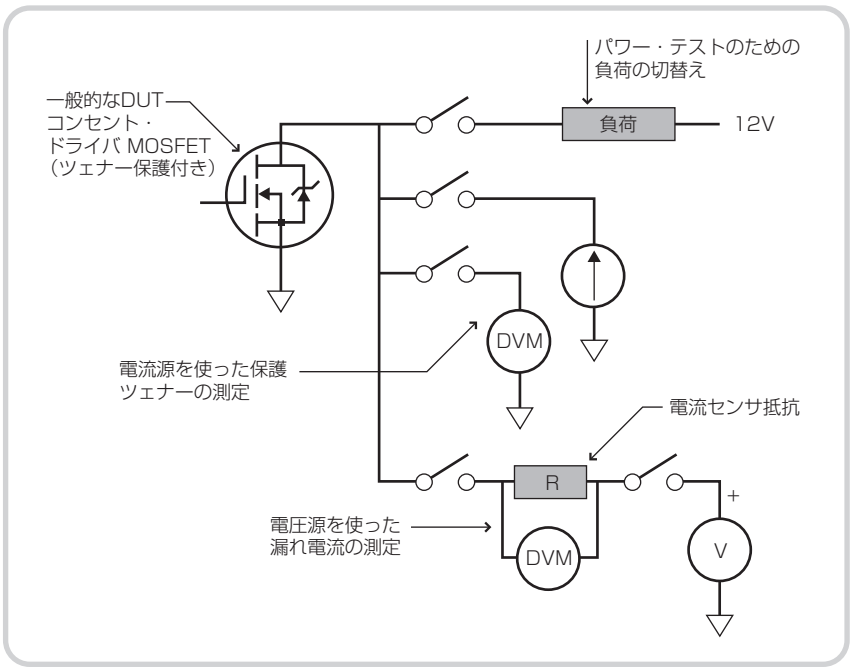

図3. 負荷のスイッチングによるパラメータ測定

図4. スイッチング・システムのリア・マウントによるラック・スペースの削減とケーブル長の最短化

スイッチングを成功させるためのヒント

1.Agilent 3499A/B/Cスイッチ／コントロール・メインフレームや34970Aデータ収集／スイッチ・ユニットなどの専用のボックスでシステム・スイッチングを行います。すべてのシステム・スイッチングを一箇所に配置することにより、コストが最小限に抑えられ、システムを整然した状態に維持することができます。スイッチボックスのサイズを大きくしたり、ニーズの高まりに応じて別のスイッチボックスを配置できるだけのスペースを確保してください。

2.スイッチボックス内に、マトリクスを作成します。例えば、16×Nスイッチ・マトリクスを作成して、測定器を16の「行」に、DUTを“N”（列）側に接続し、DUTピン当たり1つのマトリクス列を使用します。Nを16や32といった単位で増分することにより、当面のニーズに最も近いモジュールで処理しながら、将来のモジュールのピン数の増加に合わせて簡単に拡張することができます。新しい測定器が必要な場合には、新しい測定器を新しい行に接続するだけです。追加の配線は不要です。ほとんどの測定は低電流で、複数のポイントにわたってすばやくスキャンする必要があるため、このようなアーキテクチャには、高速リード・リレーかFETスイッチを使用します。

3.また、スイッチボックス内に汎用リレーを配置して電源や負荷を接続します。
一般に、これらのリレーはあまりにも大き過ぎて、プログラムによるDUTピンの負荷への割り当てが可能な高電流マトリクスを経済的に作成することはできません。このため、インタフェース・パネルに直接接続します。

テスト・システム用スイッチでは、必要に応じていくつかの安全機能を組み込むことを推奨します。特に、高電圧または高電流を扱う場合は、全信号を切断するスイッチを組み込むと、重大事故が発生する可能性を最小限に抑えることができます。

マス・インターコネクト

マス・インターコネクト・パネルは、DUTとシステム間の配線インタフェースです。これを使用すると、個別に結線する必要がなくなり、フィクスチャを使用することができます。

開発部門におけるファンクション・テスト・システムの設計では、製品のデザインが頻繁に変わるため、マス・インターコネクトを省いてもかまいません。さらに、多数のデバイスに対して同じ測定を行うこともありません。小規模なDUTの場合には特に、簡単なクリップ・リードで十分かもしれません。インタフェース・パネルは比較的高価なので、1つ使用するだけでシステム・コストがあっという間に倍増してしまいますが、デザイン検証、製造検査、製造テスト・システムへの追加にはいくつかのメリットがあります。

- マス・インターコネクトは、システムとDUTの間に、ターミナル・ブロック、ヒューズ、カスタム・エレクトロニクス／インタフェース／コンディショニングなどのインタフェース・コンポーネントをマウントするための物理的な場所を提供します。これらのコンポーネントは、インタフェース・フレームか、フレームに取り付けられている棚にマウントすることができます。
- ワイヤのランダムな振動によって、デバイスの測定に変動が生じる可能性はあまりありません。
- インタフェース上にターミナル・ブロックを使用すれば、DUTの変更に伴う配線の変更が簡単になるだけでなく、複数のリソースの共通ピンへの接続やシステムのデバッグを行うためのテスト接続も簡単に行えます。

デザイン検証、製造検査、製造テストでは、一般に、マス・インターコネクトを使用するメリットがあります。マス・インターコネクトは、同じシステムを使ってさまざまなDUTに接続を変更する際に、高速かつ信頼性の高い方法を提供します。

マス・インターコネクトの詳細については、Virginia Panel、MAC Panel、Everett Charles Technologies/TTI Testronの3つの主要メーカにお問合わせください。

電源

DUTへの電源は、簡単なバイアス電源であるか、高度なシステム電源であるかに関わらず、テスト・システムに不可欠なコンポーネントです。アプリケーションに応じて、DUTは2、3mWから数kWの電源が必要です。DUTに電力を供給するのに使用できる電源は多数あります。適切な電源の選択は、適切な電圧／電流レベルの選択より複雑です。

DUTに電力を供給するための安定した電圧源とさまざまな動作条件下でDUTの性能を検証するための測定機能を内蔵したシステム電源を選択すれば、DUTのテストにストレスを感じることは大幅に減少します。

DUTの電源を選択する際には、以下を考慮する必要があります。

- セトリング時間
- 出力ノイズ
- 高速過渡応答
- 高速プログラミング、特にダウン・プログラミング応答
- リモート・センシング：配線における電圧降下の補正
- 高確度の電圧/DC電流測定や波形のディジタイズ機能の内蔵
- 小型：リニア特性（低ノイズ）が得られ、ラック・スペースを節約
- トリガ・オプション
- プログラマブル出力インピーダンス
- 複数の出力、出力のシーケンス設定
- 過電圧保護
- 過電流保護
- リード長
- 高電圧に対する安全性

電源が安定するまでの待ち時間は一般的なテスト・プランでは最も時間を要する要素の1つであるため、電源の選択はシステムのスループットに大きく影響します。

DUT固有の接続（負荷、シリアル・インタフェースなど）

DUTに十分なストレスを与えるために、DUTにコンポーネントを接続する必要もあります。これらには、抵抗、電球、モータなどの抵抗性負荷や誘導性負荷、カメラのバッテリなどの動的に変化する負荷があります。こうした負荷をシステム内に配置するための場所（小さな個別の負荷をマウントできるスライド式のトレイなど）を確保しておくと作業が楽になります。一部のDCプログラマブル負荷（電源と同じサイズ、形状）は、ラックにマウントできます。こうした負荷は、通常、DUTをすべてのシステム・リソースから完全に切り離すことのできるリレーを経由してDUTに接続されます。リレーを使用する場合は、負荷をスイッチング・サブシステム近くに配置して、ケーブル長をできるだけ短くします。

その他のアーキテクチャに関する注意事項

ACの分電：電源条件の異なる地域に出荷するシステムを設計している場合は、必要に応じて分電ユニットをシステムに搭載すると、適切な方式に簡単に変換できるようにすることができます。分電ユニットを用いれば、分電、電源の問題の検出、入力のフィルタリングが可能になり、無停電電源や非常用電源停止（EMO）スイッチを追加することも可能です。

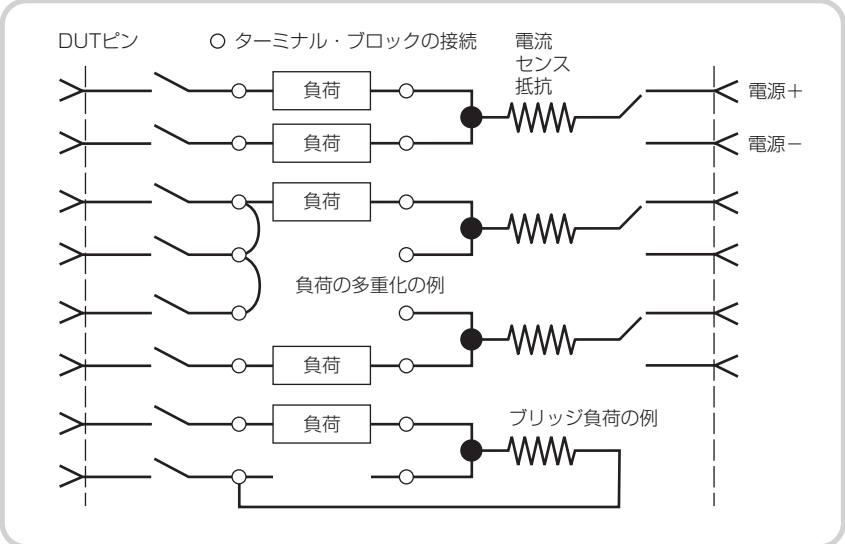

図5. 種々の構成における負荷の接続方法を示した略図。「ブリッジ負荷」は、出力とグランドや出力と電源の間ではなく、DUTの2つのピン間を負荷で接続します。

冷却：冷却に注意を払わないと、ラック内の温度がテスト機器の環境条件仕様をすぐに超えてしまう可能性があります。このような事態が生じた場合は、測定器が永久に機能しなくなり、測定結果が台無しになる可能性があります。温度勾配にも注意する必要があります。ラックの一端がもう一端よりも10度高いと、全体の温度が測定器の仕様の範囲内であっても、温度勾配により、何らかの望ましくない熱電対効果や遅延ドリフト・エラーが発生する可能性があります。

ファンを使ってシステム内に空気を吸い込むことにより、熱を取り除くことができます。ファンによって熱を取り除くだけの空気の流れが得られない場合は、ラックの空調について検討する必要があります。標準的なNEMA筐体を使って、この目的を達成することができます。

ラック・アンド・スタック型テスト機器を使用している場合は、測定器のラック内での配置方法をよく考えることが大切です。テスト機器は、通常、一方の側または下側から空気を引き込み、もう一方の側または上側から熱風を排出します。測定器の吸気口が別の測定器の排気口に隣接しないように注意してください。テスト機器のラックへの取り付け方法については、Application Note *"Test System Development Guide：Understanding the Effects of Racking and System Interconnections"*（AN 1465-6）で詳細に説明しています。

人間工学：システム・アーキテクチャに関する決定を行う際には、オペレータの快適さや便利さにも留意してください。オペレータが座って作業するか立って作業するかに応じて、適切な高さの十分な作業空間が必要です。ディスプレイを使いやすい高さにすると同時に、眩しさを和らげ、目が疲れないようにするために、必要に応じてディスプレイを傾斜させることができるようにします。作業に適した照度を確保します。またキーボードの両サイドにマウスを配置できるようにして、左利きと右利きの両方のオペレータに対応できるようにします。

安全性：高電圧を扱う場合は、インターロックを使って事故を防ぐことを検討してください。また静電気に対する予防策も必要です。身体的な危害を及ぼすおそれのある可動部品については、デッドマン・スイッチ（2個のスイッチ、測定器が稼動するためには、両方のスイッチをオンにする必要がある）やEMOスイッチ（非常時にシステム全体をオフにするための単一のスイッチ）の使用を検討します。重量のある装置はラックの下の方に配置し、転倒しないようにラック内の重量配分にも気を付けます。さらに、メインテナンスのために測定器を取り外すときは、重量配分の変化に注意します。

将来の拡張：ファンクション・テスト・システムの再利用には、完全に設計し直さなくても、将来的により多く測定器、スイッチ、DUTを収容できるように設計する必要があります。また、可能な限り、オープン・スタンダードを採用します。カードケージでは20～30%の追加用スペースを割り当てたり、ラックに20%の追加用スペースを割り当てて測定器の追加に対応できるようにします。将来の拡張計画に関する提案については、Application Note 1465-A *"Test-System Development Guide：Introduction to Test-System Design"* を参照してください。

テスト・システム用の測定器の選択

システムの測定器／信号源の選択は、ラック・アンド・スタック型測定器かカード式の測定器かに関わらず、必要なファンクション・テストやパラメータ・テスト、さらにはテスト・システムに手動、半自動、全自動のいずれの制御を採用するかに依存します。

ニーズの把握

テスト計画には各デバイスの入出力と測定するパラメータの完全なリストを作成することから始めるのが賢明です。各測定に必要な確度や分解能も記述します。リストが完成したら、冗長なテストや不必要なテストが含まれていないか確認します。次に、必要な測定に適したテスト機器を探し、同じ1台のテスト機器を複数の測定に使用できるかどうかを検討します。

必要な測定器のタイプは、アプリケーションによって異なりますが、適切な測定器／信号源を選択するための、いくつかの一般的な考慮事項があります。

1. **AC信号：**同時に印加する必要のあるAC信号はいくつありますか？この回答から、任意波形発生器やファンクション／信号発生器の必要なチャネル数が決まります。大体4つ以上のチャネルが必要なアプリケーションでは、カードケージによる測定が最適なソリューションになります。低コストであることが重要なアプリケーションで、2、3のチャネルまたはアイソレートされた出力が必要な場合は、ラック・アンド・スタック型測定器が最適なソリューションです。

2. **DC信号：**同時に印加する必要のあるDC信号はいくつありますか？この回答から、DAC（D/Aコンバータ）の必要なチャネル数が決まります。

3. **測定：**どのような種類の測定を行う必要がありますか？同時にいくつの測定を行う必要がありますか？機器コストを最小限に抑えることが重要な場合は、複数の測定が行える測定器を選択して、測定器の数を最小限に抑えるための方法を検討します。例えば、確度とスピードが重要でない場合は、スペクトラム・アナライザを使ってRFパワー測定を実行することができます。電源電圧を0.5%以内で測定しさえすればよい場合には、電源に内蔵されている電圧計を使用して、端子電圧を測定することもできます。

4. **プロトコル：**何か特別なシリアル・データ・プロトコルを使用しますか？この回答から、CAN、ISO-9141、J1850などに対応する測定器の必要性が明らかになります。

測定リストを作成し、これらの質問に答えたら、予算上の制約や時間的な制約、測定速度に関する要件を検討して、必要な測定器を決定します。

開発期間

テスト・システム用の測定器を選択する場合は、開発期間が最小限になる測定器を探します。ソリューションの大部分はラック・アンド・スタック型測定器で、時間を節約することができます。例えば、変調機能を備えた信号源を使用すれば、必要な変調を発生させるために、独自のアルゴリズムを開発したり、ハードウェアを追加して統合する必要はありません。

ハードウェア・コストを最小限に抑えたい場合は、付属機能を詳しく検討します。ただし、開発期間を最小限に抑えることが目標である場合は、特別に設計された測定器を購入します。IVI-COMドライバを備えた測定器を使用することにより、開発期間を短縮することができます。測定器にIVI-COMドライバが内蔵されていると、この測定器クラスに固有の機能に忠実に従う限り、ソフトウェアを書き直さなくても、ハードウェアを交換することができます。ドライバに関する決定が開発期間にどのような影響を及ぼすかについては、Application Note *"Test-System Development Guide：Understanding Drivers and Direct I/O"*（AN 1465-3）を参照してください。

ダウンロード可能なパーソナリティを備えたテスト機器でも、開発期間を短縮することができます。特定のアプリケーション用の測定パーソナリティをテスト機器の内部メモリに直接ダウンロードします。そうすれば、テスト・メニューから選択するだけで、信号の捕捉から結果の表示まで、パーソナリティの「インテリジェンス機能」がテストを自動的に実行します。例えば、Agieltn ESA-Eシリーズ・スペクトラム・アナライザには、ケーブルTV、位相雑音、ケーブル障害、Bluetooth™、cdmaOne、GSM/GPRS、変調をテストするための測定パーソナリティがあります。

新しいテスト・システムを構築している場合は、全開発期間の大部分をシステムのデバッグに費やすことが多くあります。このような場合、スイッチング経路の大部分を経由して出力を入力にループバックする診断テスト・ルーチンを作成することにより、デバッグ時間を大幅に短縮することができます。この方法では、問題の原因が信号源、測定器、スイッチング経路のいずれであろうと、原因をすばやく特定できます。

開発期間を短縮するための方法に関する提案は、Application Note *"Test-System Development Guide：Choosing Your Test-System Software Architecture"*（AN 1465-4）を参照してください。

測定速度

製造テスト・システムを構築する場合は、(デザイン検証アプリケーションではそれ程ではないにせよ)各テストを実行するのに要する時間が極めて重要になります。しかし、システムがどれだけ速く測定を実行できるかを解明することは、見かけよりも難しい問題です。例えば、ディジタイザは1000個の測定値を極めて高速にサンプリングできますが、それらの測定値をGPIB経由でPCに転送する場合は、長い時間がかかる可能性があります。このような場合に、ディジタイザで合否判定ができれば、結果だけをPCに送り返すことができるので、GPIBでも十分な速度が得られ、カードケージ・ベースのソリューションよりもコストを削減できます。ただし、合否判定のプログラムが必要なので、テスト・プログラムの「ファーストラン」時間はもちろん、開発期間も増大する可能性があります。さらに、測定器内では、PCのプロセッサよりはるかに低速のプロセッサによって測定値が解析されるため、このことも考慮する必要があります。

データシートを読むだけですべてが分かるわけではありません。最高測定速度の仕様は、通常、バースト速度に関係しています。つまり、単一チャネルで信号をサンプリングすることのできる速度です。しかしそれは、ファンクション・テストの標準モードではありません。ファンクション・テストでは、通常、システムは単一の測定を実行し、レンジ、ファンクション、チャネルなどのパラメータを変更してから別の測定を実行します。この場合、バースト速度は意味がありません。2つのマルチメータ(1つはGPIB、もう1つはPXI)を例に考えてみます。ファンクション・テスト・モードにおけるこれらの相対速度については、以下を参照してください。PXI DMMは、バースト・モードではこのGPIB DMMよりもはるかに高速ですが、ファンクション・テスト・モードでは、真の速度はほとんど同じです。実際には、GPIB DMMの方がわずかに高速です(図6b)。

より高い分解能では、実際の測定速度がDMMのサンプリング時間の関数であるだけでなく、リレーのスイッチング時間の関数でもあるため、バースト速度はやはりほとんど実用的ではありません。このような測定速度は通常は10/s未満であるため、これらの測定は高い分解能が絶対に不可欠な場合にだけ行われる傾向にあります。

各種インタフェース経由でのデータ転送速度がシステム全体の測定速度にどのような影響を及ぼすかについては、Application Note *"Test-System Development Guide：Computer I/O Considerations" (AN 1465-2)*を参照してください。システムのスループットを最大限に高めるための方法の詳細については、Application Note *"Test-System Development Guide：Maximizing System Throughput and Optimizing System Deployment" (AN 1465-7)*を参照してください。

ベンダの選択

測定システムを正しく設計するには、細部にまで注意を払う必要があります。トレーニング・コースを提供し、システム・ノイズを最小限に抑え、確度とスループットを最大限に高めるための方法を知っている測定器メーカであれば安心です。

簡単なシステムであることが第1ですが、いくつかの測定器を統合すると、奇妙な現象が生じる場合があります。このような場合は、ローカルのサポートやサービスがあれば申し分ありません。

ベンダがサブシステム全体に適用される仕様を提供できれば、テスト時間の削減につながるだけでなく、苦労して様々なベンダの仕様を加算して、システムの真の確度を求める手間が省けます。

校正は、システムの構築作業の中でもコストと時間がかかる部分になる可能性があります。校正のための輸送期間も考慮する必要があります。また、RFやマイクロ波の世界では、校正は特に重要なので、ベンダのサポート部門がニーズに対応できることが必要です。

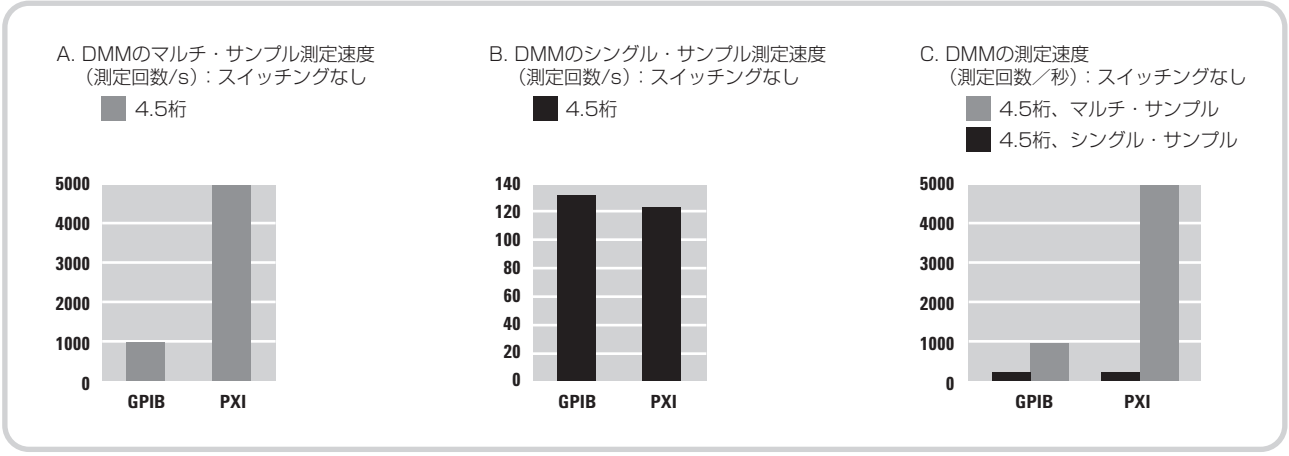

図6. バースト速度は誤解を招きやすい。4.5桁での測定速度:GPIB、PXI DMM。"C"は同じスケールでAとBを合わせたもの

テスト・システムの例

このアプリケーション・ノートに記載されている概念や問題を説明するために、ここから、低周波、低／中ピン数、低／中パワーのエレクトロニクス・モジュールのテスト・システムを、最初から設計します。被試験デバイスは、自動車産業や航空宇宙／防衛産業でよく使用されるものです。

アーキテクチャの選択

表1は、このテスト・システムのためのアーキテクチャに関する決定事項を示したものです。

システムの設計

それでは、アーキテクチャに関する決定事項を、自動車のスロットル・ボディ用の電子式スロットル・モジュールのテスト・システムに適用します。テスト仕様書によると、テストを実行するためには以下の装置が必要です。

- プログラマブル電圧計／抵抗計／電流計
- プログラマブル電源：0～13.5V/0～10A
- パルス幅変調が可能な波形発生器、0～10Vdc、0～3kHz
- 低電流DC電圧源：0～5Vdc
- 波形アナライザ
- CANインタフェース
- シミュレートした負荷、または実際のステッピング・モータ負荷

図7. ファンクション・テスト・システム

表1. テスト・システム例のアーキテクチャに関する決定事項

サブシステム	決定事項	理由
計測器（測定器／信号源）	カード・ベースとラック・アンド・スタック型の測定器の速度を併用 ・高速DMM、マルチチャネルDAC、ディジタイザはVXIを使用 ・その他のテスト機器はラック・アンド・スタックを使用	最もコスト・パフォーマンスの高いソリューション；システムの最適化が容易 システム速度を最大化；ディジタイザはラック・アンド・スタック型では利用不可 高確度、コードを記述する前にシステムのプロトタイプを作成可能
	ラック・アンド・スタック型測定器用に約20～30%の余分のラック・スペースを確保	将来の拡張が可能
	カード・ベースの測定器の場合、ケージに20%の拡張用スペース、またはラックにケージを大きくするためのスペースを確保	将来の拡張が可能（スイッチボックスを大きくしたり、電源の数を増やす必要性が生じる可能性を考慮）
	上部に排気冷却ファンのあるラックを使用	熱風は上昇、ファンを上部に配置すればラック内のどこにでも手を伸ばすことが可能
コンピューティング （コンピュータ、ソフトウェア、I/O）	エンベディッドPCではなく、外部PCを使用	低コスト、標準インタフェース
	業界標準のインタフェースだけを使用	サポートが容易
	FireWireインタフェースを使ってVXI測定器を制御	高速
	Microsoft® Visual Studio.NETソフトウェアを使用	ラピッド開発
スイッチング （システム機器を相互接続するリレーと被試験デバイス（DUT）への負荷）	別のサブシステムにスイッチング・サブシステムを配置	別のカードケージ・ベースのスイッチボックスに、低データ・レートの測定器を収容可能
	測定器／低電流信号源にマトリクス・スイッチング・アーキテクチャを採用	拡張が容易、測定器をより柔軟に接続可能
マス・インターコネクト （DUTとシステム間の配線インタフェース）	スイッチング・サブシステムの前にDUTインタフェース・パネル（マス・インターコネクトまたはフィードスルー・パネル）を配置	ケーブル長の最短化、ラック・スペースの削減
電源（DUTへの電力供給）	高電流電源を使用、ラックに2個以上の電源用のスペースを確保	DUTに高電流が必要。将来の研究開発によりDUTが大きくなる可能性がある
DUT固有の接続（負荷、シリアル・インタフェースなど）	高電流のDUTピンを、電源や負荷に配線可能な汎用リレーに接続	DUTから負荷を切り離すことにより、それらのピンで他の測定が可能

DUTには、3つのコネクタに全部で14個のピンがあります。さまざまなカタログを調べ、前パージのアーキテクチャを適用して、図7に示されている測定器を選択しました。

4つのGPIB測定器［電源、スイッチボックス、オシロスコープ、オプションの第2 DMM（PCを使用する必要がないので、デバッグに便利）］があります。PCにGPIBカード用のスロットがなくても大丈夫なように、これらの測定器用のUSB/GPIBコンバータを使用します。また、GPIBケーブルと測定器が最終的にUSBに代わった場合にも、USBへのアクセスが可能なので、システムの「将来が保証」されます。

システムには多数のI/Oインタフェース（RS-232C、FireWire、USB、GPIB、LAN）があります。VISA I/Oライブラリに加えて、IVI-COMやVXI*plug & play*機器ドライバとVisual Studio.NETを使用することにより、制御プログラムはこれらすべてのインタフェース上で測定器と簡単に通信することができます。実際に、測定器のI/Oインタフェースが変更されても（例えば、USBからLANへ）、プログラムで変更しなければならないのは、初期化文字列だけです。また、別名の使用を指定すると、I/Oアドレスのハード・コーディングを省くことも可能です。

図8は、測定器のスイッチング・システムへの接続方法を示したものです。マトリクスを使用しているので、測定器を任意のDUTピンに接続できるだけでなく、行と列の数を増やすことによって、新しい測定器を簡単に追加することもできます。CANバス以外のDUTへの接続がすべて切り替えられるので、ピンの導通を測定することができます。スター・グランド接続を使用して、グランド・ループを回避しています。

マス・インターコネクトは、このシステムのオプションです。このDUTには、14個のピンしかないので、研究開発やデザイン検証環境では、こうしたインタフェースが備えている柔軟性は必要ないかもしれません。ピン数が少ない場合は、スイッチボックスの出力をDUTのコネクタに直接接続するだけで十分でしょう。将来、テストするモジュールのピン数が増えた場合や、システムとDUTの間に他のものを配置しなければならない場合には、市販のマス・インターコネクト・ソリューションが必要になる場合もあります。したがって、このようなインタフェース用の場所をスイッチボックスのすぐ前に用意します。

表2. テスト・システム例の測定に関する決定事項

測定器	理由
ラック・マウント可能な任意波形発生器／ファンクション・ジェネレータ	PWM信号の安価な生成が必要
大出力電源	モジュールに10Aの突入電流が必要
オプションのDMM	デバッグ用
CANトリガ・モジュール付きオシロスコープ	CANトラヒックを含む信号のモニタ
専用スイッチング・カードケージ（「スイッチボックス」）	別のカードケージ・ベースのスイッチボックスに、低データ・レートの測定器を収容可能
以下を搭載する4スロットVXIケージ：	適切なサイズでほとんどのチャネルを提供。将来の拡張用のスペース
・ディジタイザ	高分解能サンプリングの実現
・16チャネルDAC	ブレーク信号の生成にDACが必要
・高速DMM	これがあれば実際の測定が非常に高速
・RS-232CベースのCANインタフェースはPCの背面の棚に配置	モジュールをテスト・モードにするために、モジュールにCANインタフェースが必要

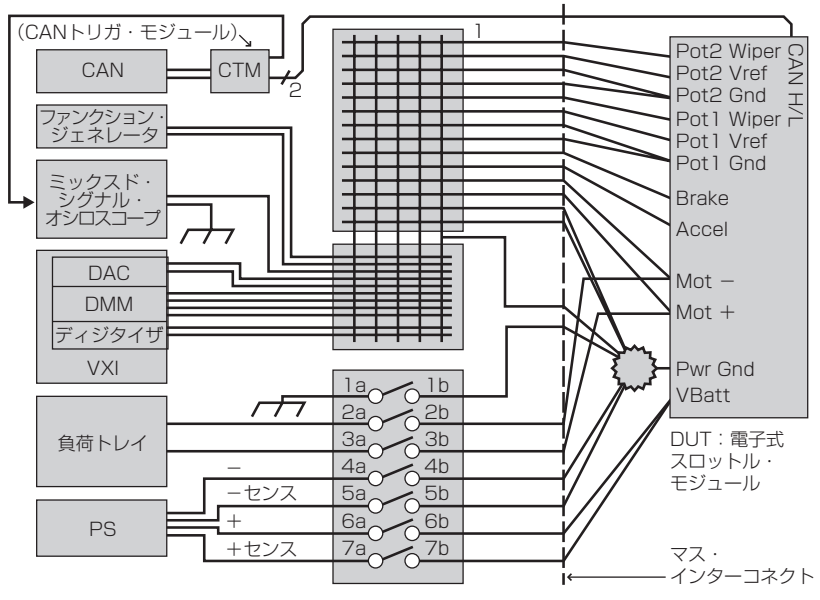

図8. システムのブロック図

DMMの4つの負荷すべてをDUTの異なるピンに接続して、4端子抵抗測定を実行することができるので、5線の測定バスを選択しました。極めて確度の高い抵抗測定を実現するために、2つのマトリクス・ポイントをDUTの同じピン（図9のPot1およびPot2のGndピン）にルーティングしました。これは、リモート・センスの位置をDUTのすぐ近くにするためです。2本のワイヤを使用しなくても、リレー・マトリクス内で4端子抵抗測定を行うことが可能なので、場合によってはこれでも十分です。5番目のバス・ワイヤは、スター・グランド接続で接続されているので、オシロスコープなどのシングルエンド型のデバイスや、ファンクション・ジェネレータ、ディジタイザ、DAC、DMMなどのフローティング・デバイスの共通基準の役割を果たします。

マトリクスを使用する場合は、複数の信号源を同じピンに接続することができます。誤ってこれらの信号源を同時に短絡しないようにしてください。こうした可能性をなくすため、あるいは不適切な状況が発生した場合に警告を出すために、スイッチング・ルーチンを注意深く記述する必要があります。

DUTの電源を入れてフルファンクション・モードで起動する必要がある場合は、機器バスを増やすか、より多くのデバイスをDUTに直接接続して、テスト・システムを修正する必要がある場合もあります。必要なテストの種類を検討し、計画を立てる必要があります。

DUTのシステムへの接続方法を示した配線図を作成すると便利です。表3は、スプレッドシートを使った配線図の作成方法を示したものです。将来、別のDUTのテストが必要になった場合は、新しいスプレッドシートを作成して、それに従って新しいDUTを配線するだけで済みます。

システムには利用可能なリソースが数多くあり、基本的なシステム・アーキテクチャを変更しなくても拡張できるので、複数の新しいDUTに簡単に対応できます。スプレッドシートは、縦に並べられたDUTピン名とピン番号、横に並べられたシステム・リソースによって構成されます。スター・グランド接続は物理的にはシステムとDUTの両方の外側にあるため、縦と横の両方にあります。ワイヤは、DUTピン番号から関連するシステム・リソースに接続します。例えば、バッテリ入力Vbatt（J1-1）には、2本のワイヤが接続されています。1本は汎用リレー7bに、もう1本は汎用リレー6bにつながるもので、これらは電源のリモート・センスのためにDUTに接続します。DUTピン以外にも、行わなければならない内部システム接続があります。これらの接続については、スプレッドシートの各セクションをご覧ください。

表3. DUT配線スプレッドシート

		システム・リソース名				
DUTピン名	**ピン番号**	**マトリクス列**	**汎用リレー**	**CAN H**	**CAN L**	**星型グランド接続**
Vbatt	J1-1		7b（PS+センス）、6b（PS+）			
Power Gnd	J1-2					×
Brake	J1-3	9				
Accelerator	J1-4	10				
CAN H	J1-5			×		
CAN L	J1-6				×	
Pot1 Vref	J2-1	6				
Pot1 Wiper	J2-2	5				
Pot1 Ground	J2-3	7、8				
Pot2 Vref	J3-1	2				
Pot2 Wiper	J3-2	1				
Pot2 Ground	J3-3	3、4				
Motor+	J3-4	12	3b（負荷1）			
Motor−	J3-5	11	2b（負荷2）			
他の接続						
PS+センス		7a				
PS+		6a				
PS−センス		5a				
PS−		4a				
モータ負荷+		3a				
モータ負荷−		2a				
アース・グランド		1a				
スイッチド・アース・グランド		1b				×
DUTコモン						×
スター・グランド接続		13、14	5b（PS−センス）、4b（PS−）			×

まとめ

テスト・システムのテスト機器の選択を開始する前に、システム・アーキテクチャに関する上位レベルの決定を行う必要があります。テスト・システムにどのようなアーキテクチャを採用するかは、研究開発、デザイン検証、製造テストのいずれに使用するのか、予算や開発期間の制約、これまでの専門知識や測定スループットの要件によって異なります。

以下のような、考慮すべき重要な事項があります。

1. ラック・アンド・スタックとカードケージのいずれのアーキテクチャを使用すべきか？
2. カード・ベースの測定器に決定した場合、エンベディッドPC（機器収納カードケージ内に納まるもの）を使用すべきか、外部PCを使用すべきか？
3. どのようなスイッチ・トポロジー（簡単なリレー構成、マルチプレクサ、マトリクス）、どのようなスイッチ・タイプ（リード・リレー、FET、アーマチュア・リレー）を使用すべきか？
4. マス・インターコネクトはシステムに採用する意味があるか？
5. どのような電源／負荷を選択すべきか？
6. どのような測定器／信号源を選択すべきか？
7. ハードウェア・コストを最小限に抑えるためには何をすべきか？
8. 開発期間を最小限に抑えるためには何をすべきか？
9. システムのスループットを最大限に高めるためには何をすべきか？
10. どのようなハードウェア・ベンダを採用すべきか？

注意深くこれらの質問を検討すれば、テスト・システムは信頼性の高い結果をもたらし、スループットの要件を満たし、予算内で実現できます。

用語解説

FireWire：IEEE-1394規格によって定義されている高速シリアル・バス

インタフェース：機械的／電気的／プロトコルなどの、デバイスとコントローラ間の接続／通信媒体

IVI（Interchangeable Virtual Instruments）：ソフトウェアを変更しなくても測定器を交換することのできる標準的な機器ドライバ・モデル。詳細については、**http://www.ivifoundation.org/**をご覧ください

IVI-COM：IVI-COMはIVIドライバをCOMオブジェクトとして提供されるものです

VISA：仮想機器ソフトウェア・アーキテクチャ（Virtual Instrument Software Architecture）

Visual Studio.NET：Microsoftの最新バージョンのVisual Stuido開発環境

VMEbus：IEEE-1014-1987規格によって定義されている非同期バス・テクノロジー。VMEbusはマスタ／スレーブ・アーキテクチャを採用していて、単一バックプレーンで最大21個のカード・スロットを使用することができます

VXI：カードケージ・テスト・システムの標準的なオープン・アーキテクチャ。VXIbus（VMEbus eXtensions for Instrumentation）は、モジュラ機器市場のニーズを満たすために、電子計測機器メーカのコンソーシアムによって開発されました

VXIplug&play：メーカの異なる測定器間の相互運用を可能にします。詳細については、**http://www.vxipnp.org**をご覧ください

関連カタログ

Data Sheet

Agilent 3499 Switch/Control System、カタログ番号5988-6103EN

Agilent 34970Aデータ収集／スイッチ・ユニット、カタログ番号5965-5290J

Agilent E4401B、E4402B、E4404B、E4405B、E4407B ESA-E シリーズ スペクトラム・アナライザ、カタログ番号5968-3386J

Application Note

Test System Signal Switching（AN-1441-1）、カタログ番号5988-8627EN
http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-8627EN.pdf

テスト・システム開発ガイド：

- *テスト・システム開発ガイド テスト・システム設計入門*（AN 1465-1）カタログ番号5988-9747JA
  http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-9747EN.pdf
- *テスト・システム開発ガイド　コンピュータI/Oについて*（AN 1465-2）カタログ番号5988-9818JA
- *Understanding Drivers and Direct I/O*（AN 1465-3）カタログ番号5989-0123EN
- *Choosing Your Test-System Software Architecture*（AN 1465-4）カタログ番号5988-9819EN
- *Understanding the Effects of Racking and System Interconnections*（AN 1465-6）カタログ番号5988-9821EN
- *Maximizing System Throughput and Optimizing System Deployment*（AN 1465-7）カタログ番号5988-9822EN
- *Operational Maintenance*（AN 1465-8）カタログ番号5988-9823EN

サポート、サービス、およびアシスタンス

アジレント・テクノロジーが、サービスおよびサポートにおいてお約束できることは明確です。リスクを最小限に抑え、さまざまな問題の解決を図りながら、お客様の利益を最大限に高めることにあります。アジレント・テクノロジーは、お客様が納得できる計測機能の提供、お客様のニーズに応じたサポート体制の確立に努めています。アジレント・テクノロジーの多種多様なサポート・リソースとサービスを利用すれば、用途に合ったアジレント・テクノロジーの製品を選択し、製品を十分に活用することができます。アジレント・テクノロジーのすべての測定器およびシステムには、グローバル保証が付いています。製品の製造終了後、最低5年間はサポートを提供します。アジレント・テクノロジーのサポート政策全体を貫く2つの理念が、「アジレント・テクノロジーのプロミス」と「お客様のアドバンテージ」です。

アジレント・テクノロジーのプロミス

お客様が新たに製品の購入をお考えの時、アジレント・テクノロジーの経験豊富なテスト・エンジニアが現実的な性能や実用的な製品の推奨を含む製品情報をお届けします。お客様がアジレント・テクノロジーの製品をお使いになる時、アジレント・テクノロジーは製品が約束どおりの性能を発揮することを保証します。それらは以下のようなことです。

- 機器が正しく動作するか動作確認を行います。
- 機器操作のサポートを行います。
- データシートに載っている基本的な測定に係わるアシストを提供します。
- セルフヘルプ・ツールの提供。
- 世界中のアジレント・テクノロジー・サービス・センタでサービスが受けられるグローバル保証。

お客様のアドバンテージ

お客様は、アジレント・テクノロジーが提供する多様な専門的テストおよび測定サービスを利用することができます。こうしたサービスは、お客様それぞれの技術的ニーズおよびビジネス・ニーズに応じて購入することが可能です。お客様は、設計、システム統合、プロジェクト管理、その他の専門的なサービスのほか、校正、追加料金によるアップグレード、保証期間終了後の修理、オンサイトの教育およびトレーニングなどのサービスを購入することにより、問題を効率良く解決して、市場のきびしい競争に勝ち抜くことができます。世界各地の経験豊富なアジレント・テクノロジーのエンジニアが、お客様の生産性の向上、設備投資の回収率の最大化、製品の測定確度の維持をお手伝いします。

電子計測UPDATE

www.agilent.co.jp/find/emailupdates-Japan
Agilentからの最新情報を記載した電子メールを無料でお送りします。

Agilent電子計測ソフトウェアおよびコネクティビティ

Agilentの電子計測ソフトウェアおよびコネクティビティ製品、ソリューション、デベロッパ・ネットワークは、PC標準に基づくツールによって測定器とコンピュータとの接続時間を短縮し、本来の仕事に集中することを可能にします。詳細については**www.agilent.co.jp/find/jpconnectivity**を参照してください。

アジレント・テクノロジー株式会社
本社〒192-8510 東京都八王子市高倉町9-1

計測お客様窓口
受付時間 9:00-19:00
(12:00-13:00もお受けしています。土・日・祭日を除く)
FAX、E-mail、Webは24時間受け付けています。

TEL ■■ 0120-421-345
(0426-56-7832)
FAX ■■ 0120-421-678
(0426-56-7840)
Email contact_japan@agilent.com
電子計測ホームページ
www.agilent.co.jp/find/tm

- 記載事項は変更になる場合があります。
  ご発注の際はご確認ください。

Copyright 2004
アジレント・テクノロジー株式会社

Microsoftは、Microsoft社の米国登録商標です。
Bluetoothは、米国にあるBluetooth/SIG社が所有する商標で、アジレント・テクノロジー社にライセンス供与されています。

本書に記載されている製品仕様および説明は、予告なしに変更されることがあります。

Agilent Technologies

January 19, 2004
5988-9820JA
0000-00DEP