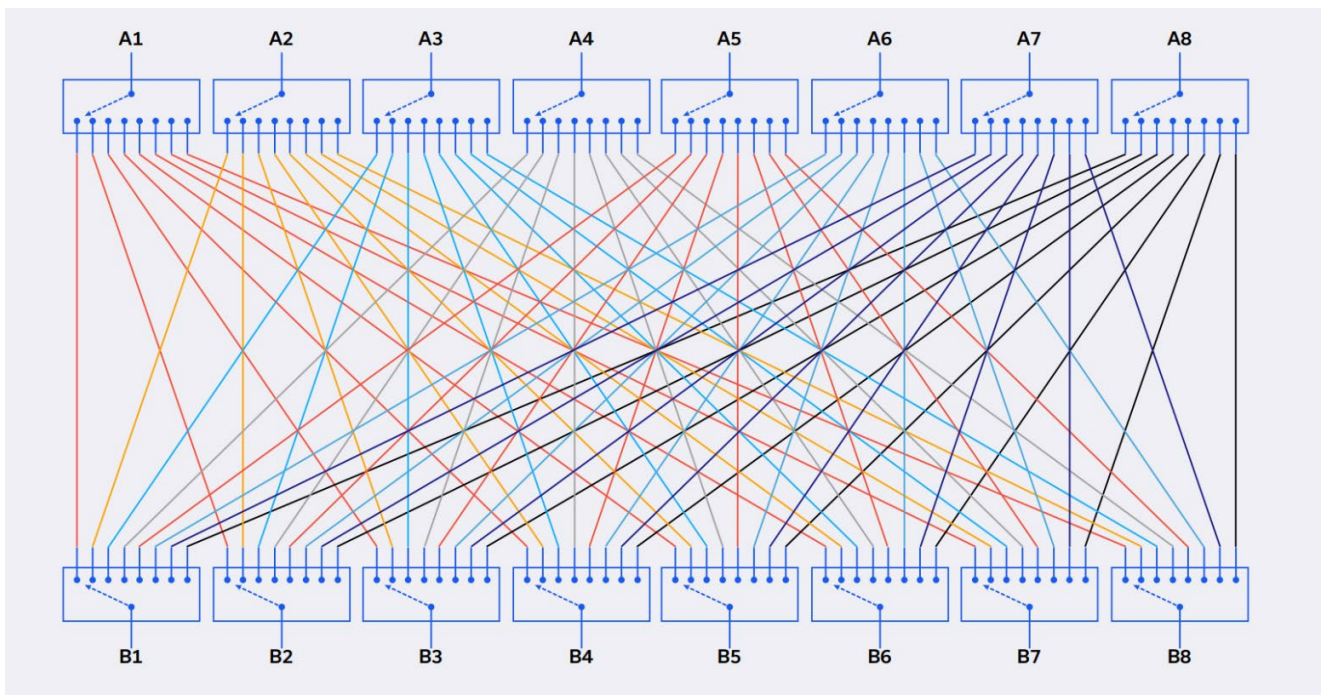


# アプリケーションノート

## RF 信号ルーティングの スイッチマトリックス



# 概要

スイッチマトリクスは、システムの相互接続方法を繰り返し変更する必要がある、あらゆる環境で RF 信号ルーティングを制御するための重要なツールです。柔軟なソフトウェアと API (アプリケーションプログラミングインターフェイス) を備えたイーサネットと USB インターフェイスの追加により、スイッチマトリクスは自動テスト環境で特に役に立ちます。ユーザーの介在なしにテストシーケンスが実行できるように、スケジュールの設定や、複数の被試験デバイス (DUT)、入出力ポート、テスト機器を切り替えることができます。

このアプリケーションノートに、スイッチマトリクスのバリエーション、仕様、利点、ご使用上の注意事項をまとめました。ほとんどのスイッチマトリクスは双方向で動作しますが、このアプリケーションノート内ではポートを「入力」または「出力」と表現します。

Mini-Circuits は、DC から 67GHz までのあらゆるアプリケーションをサポートする幅広いスイッチマトリクス構成を提供します。スイッチ、プログラマブル減衰器、パワー スプリッタ / コンバイナなどの豊富な品種を用意しています。それぞれのスイッチマトリクス構成の詳細な説明は、当社の Web 以下サイトで入手できます。

[minicircuits.com/WebStore/RF-NxM-Switch.html](https://minicircuits.com/WebStore/RF-NxM-Switch.html)

ご要望につきましては、以下までお問い合わせください。

[testsolutions@minicircuits.com](mailto:testsolutions@minicircuits.com)

# ブロッキング スイッチ マトリクス

特徴:

- 入出力ポートをスイッチで構成
- 1対1構成
- 多数のパス
- 双方向動作

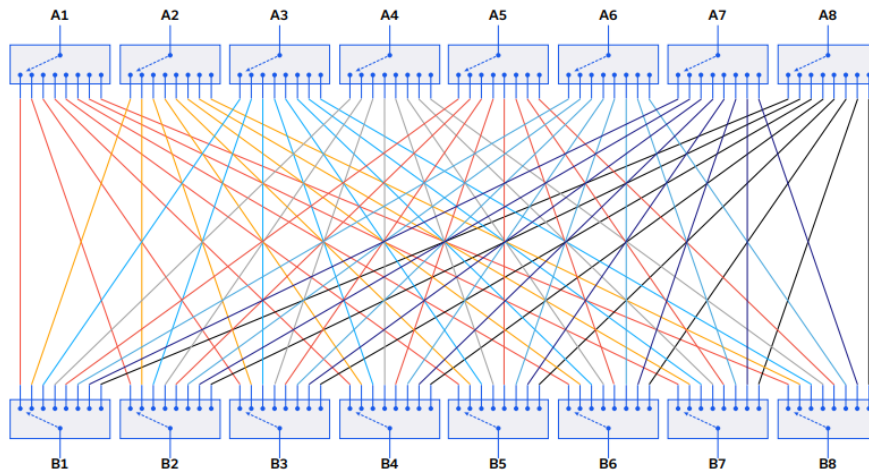


図 1: 8×8 ブロッキング スイッチ マトリクス構成.

ブロッキング・スイッチ・マトリクスは、図 1 に示すように、入力と出力にスイッチを用いて構成されます。“ブロッキング”と呼ばれるのは、一旦いずれかのポートのペア間にパスが設定されると、その 2 つのポートは他のパスが使用できなくなる（ブロックされる）ためです。入力ポートの数または出力ポートの数（いずれか少ない方）まで、複数のパスを並行して動作させることができ、各パスは異なるポートへペア接続できます。

## スイッチ パス オプション

図 1 の例は 8x8 ブロッキング スイッチ マトリクスで、8 つの個別のパスを並列に動作させることができます。各アクティブパスは 1 つの入力ポートを 1 つの出力ポートにのみ接続できるため、この構成は“1対1”として表現されます。図 2~3 に示すように、8 つのアクティブパスを任意に組み合わせることができます。

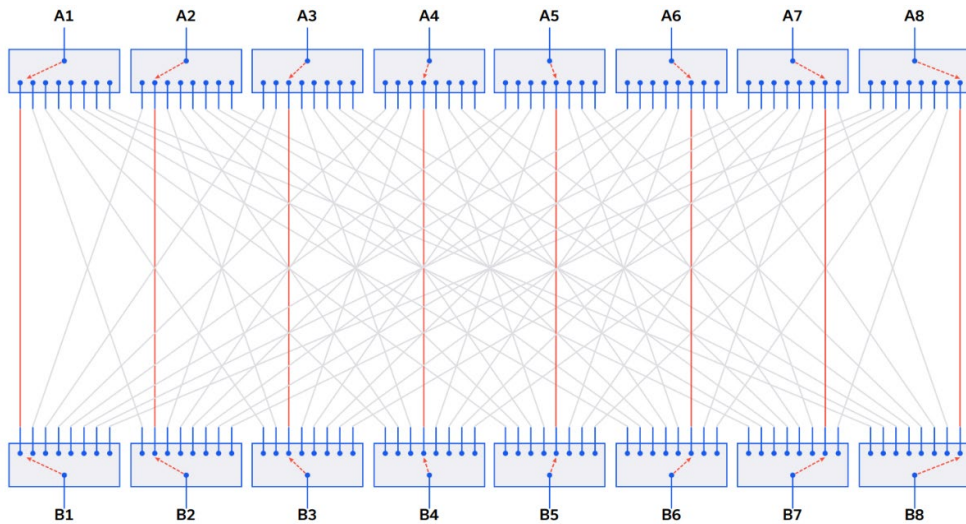


図 2: ブロッキング・マトリックス・パスの例 (A1↔B1; A2↔B2; A3↔B3; A4↔B4; A5↔B5; A6↔B6; A7↔B7; A8↔B8).

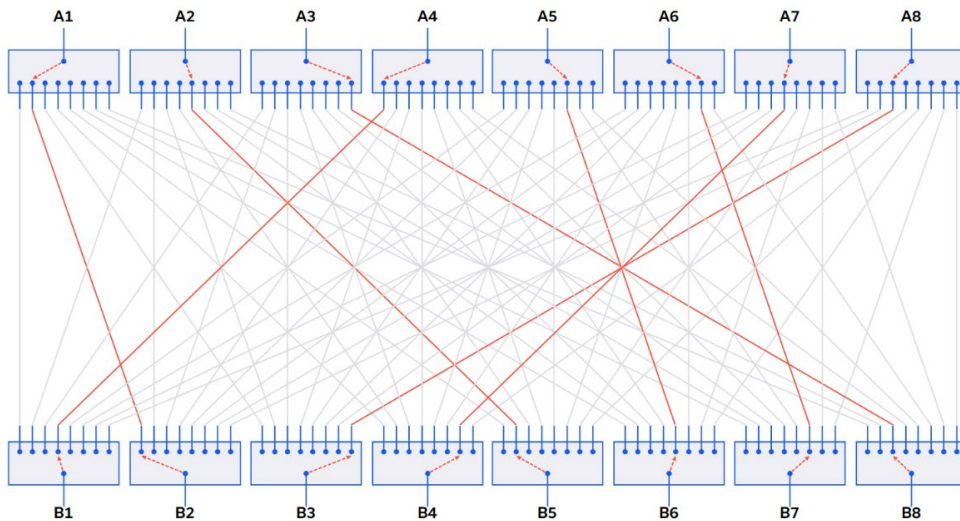


図 3: ブロッキング・マトリックス・パスの例 (A1↔B2; A2↔B5; A3↔B8; A4↔B1; A5↔B6; A6↔B7; A7↔B4; A8↔B3).

## メリット／トレードオフ

ブロッキング スイッチ マトリックスが他の構成に比べて優れている点の 1 つは、その構成に使用されるディスクリット RF スイッチの本来の特性です。メカニカルスイッチで構成されるブロッキング スイッチ マトリックスは、2 つのデバイス間のケーブルの物理的な接続と切断に最も近いものです。

メカニカルスイッチは、可動部品のためスイッチ回数に対する寿命があります。信頼性を最優先に設計されていますが、一般的にスイッチの寿命は数百万サイクルです。そのため、非常に多くのスイッチ操作を必要とするアプリケーション (半導体テストなど) では、安定したスイッチングが必要となるため、ソリッドステートブロッキングマトリックスの方が適切かもしれません。ソリッドステート スイッチで構成されたマトリックスには、マトリックスのパッケージが物理的に小さくなり、スイッチング時間が短縮されるという利点もあります。  
(イーサネット/USB 制御インターフェイスの遅延の影響を受けます)

Mini-Circuits は、スイッチ マトリックス設計で使用できる高性能ソリッド ステート スイッチ モジュールを幅広く取り揃えています。これらは、非常に高い絶縁性や超広帯域幅など、メカニカル スイッチが持つパフォーマンス上の利点のいくつかをうまく兼ね備えています。

以下にまとめた他のマトリックス タイプと比較したブロッキング スイッチ マトリックス構成の注目すべきトレードオフ点は、各パスが 1 対 1 の接続しか提供できないという制限です。複数の信号を同時に同じポートにルーティングする必要があるアプリケーションの場合は、ノン-ブロッキングまたはフルファン-アウト構成が必要になります。

## 応用

ブロッキング スイッチ マトリックスの 1 対 1 の性質により、アクティブ パスの損失を最小限に抑え、切断されたパスを最大限に分離できるため、この構成は自動テストおよび測定環境の拡張に最適です。このマトリックスを使用すると、測定時の干渉を最小限に抑えながら、1 つ以上の被試験デバイス (DUT) の入出力ポート間で信号ソース、シグナル アナライザ、およびその他のテスト機器を切り替えることができます。物理的なケーブル接続を、人為的に変更する必要がなく、ソフトウェアを通じてこの切り替えを自動化できるため、テストシーケンスを自動化して無人で実行でき、スループットとテスト機器の使用効率を最大化できます。

この特別なケースは、Mini-Circuits の ZTVX シリーズ 2xn ブロッキング スイッチ マトリックス (2 x 8 から 2 x 32 まで利用可能) です。 2 つの「入力」ポートを標準の 2 ポート VNA (Vector Network Analyzer) に接続すると、複数の 2 ポート デバイスのテストや、より多くのポートを備えたデバイスのテストなど、テスト セットアップの機能を拡張できます。

## Mini-Circuits のソリューション

Mini-Circuits の ZT-8X8B および ZT-8X8B-1835 を、8 x 8 ブロッキング スイッチ マトリックスの例として以下に示します。ZT-8X8B は、高スループット、高速スイッチング アプリケーション向けのソリッドステート スイッチを使用し 10MHz~6GHz で動作します。ZT-8X8B-1835 は、メカニカル スイッチで実装された同じ構成を提供し、DC~18GHz までのより広い帯域幅と非常に低い挿入損失を提供します。どちらのモデルも、付属の GUI または最新のプログラミング環境での自動化のための包括的な API を使用して、イーサネットまたは USB 経由で制御することができます。



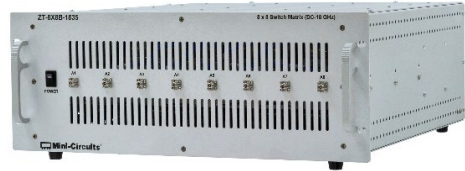
## ZT-8X8B

- 8 x 8 ブロッキング スイッチ マトリックス
- 半導体スイッチ設計
- 19 インチラックマウントシャーシ、3U、奥行き 20 インチ
- SMA メスコネクター (フロント&リア)
- イーサネット&USB コントロール



## ZT-8X8B-1835

- 8 x 8 ブロッキング スイッチ マトリックス
- メカニカルスイッチ設計
- 19 インチラックマウントシャーシ、3U、奥行き 20 インチ
- 3.5 mm メスコネクター (フロント&リア)
- イーサネット&USB コントロール



Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
<b>Frequency</b>	-	10	-	6000	MHz
<b>Path Loss</b>	10MHz - 2 GHz	-	6.5	8.0	dB
	2 - 4 GHz	-	8.0	9.5	
	4 - 6 GHz	-	11.0	12.5	
<b>Isolation</b>	Ax<>Ay & Bx<>By	75	100	-	dB
	Ax<>By (in the off state)	60	90	-	
<b>Return Loss</b>	-	-	12	-	dB
<b>Input Power</b>	Through path	-	-	+27	dBm
	Hot switching, any terminated port	-	-	+17	

Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
<b>Frequency</b>	-	DC	-	18	GHz
<b>Path Loss</b>	DC - 6 GHz	-	1.3	1.8	dB
	6 - 12 GHz	-	2.0	2.5	
	12 - 18 GHz	-	2.6	3.1	
<b>Isolation</b>	Ax<>Ay & Bx<>By	80	100	-	dB
	Ax<>By when Ax<>Bz	80	100	-	
<b>Return Loss</b>	DC - 6 GHz	-	24	-	dB
	6 - 12 GHz	-	20	-	
	12 - 18 GHz	-	15	-	
<b>Input Power</b>	Cold switching	-	-	10	W

# ノンブロッキング

特徴:

- ファン-イン
  - 入力ポート側はスイッチ、出力側はコンバイナーで構成
  - 多対1の構成
- ファン-アウト
  - 入力ポート側はスプリッター、出力側はスイッチで構成
  - 1対多の構成
- 複数のパス
- 双方向動作

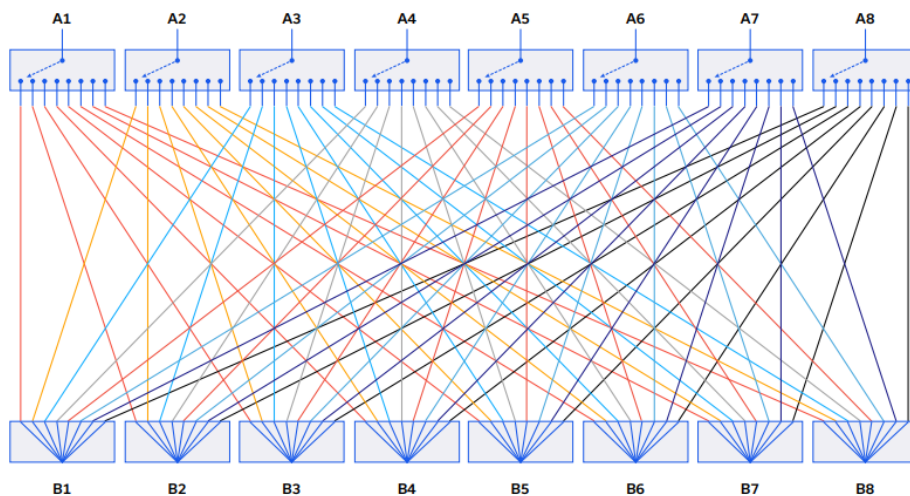


図4: 8 x 8 ノン ブロッキング スイッチ マトリックス構成

ノンブロッキングスイッチマトリックスは、一方のポートセットにスイッチを使用し、もう一方のポートセットにパッシブスプリッター/コンバイナーを使用します。スプリッター/コンバイナーコンポーネントにより、単一のポートを反対側の複数のポートに同時に接続できるため、これらはノンブロッキング(場合によっては部分的にノンブロッキング)と呼ばれます。したがって、ブロッキングスイッチマトリックスの場合のように、パスは他のポートの接続をブロックしません。

ノンブロッキングマトリックスは、入力ポートに対するスプリッター/コンバイナーの向きに応じて、ファン-インまたはファン-アウトとして特徴付けられることがよくあります。

## ファン-イン

ファン-イン マトリックスには入力側にスイッチがあり、各入力ポートを一度に 1 つの出力ポートにのみ接続します。出力ポートのスプリッター/コンバイナーにより、複数の入力を単一の出力に同時に結合またはファン-インすることができます。これは、複数の入力を同じ出力に同時に切り替えることができるため、“多対 1” 構成です。一度にアクティブにできるパスの数は、入力ポートの数によって決まります。

## ファン-アウト

ファン-アウト マトリックスの向きは逆で、各入力ポートのスプリッター/コンバイナー コンポーネントがそれぞれの入力をすべての出力ポートに同時にファン-アウトし続けます。出力ポートのスイッチにより、各出力は一度にそれらの入力ポートのうち 1 つだけを選択できるようになります。これは、単一の入力を複数の出力ポートに同時に切り替えることができるため、“1 対多” 構成です。一度にアクティブにできるパスの数は、出力ポートの数によって決まります。

## スイッチ パス オプション

図 4 の例は 8x8 ノンブロッキング構成であり、可能な構成の範囲内で 8 つのパスを同時にアクティブにすることができます。以下の図は、ノンブロッキング構成の柔軟性を示しています。図 5 はブロッキング マトリックスでも実現できるルーティングを示し、図 6 は同じ出力に同時に接続されたすべての入力を示し、図 7 はパスの組み合わせを示しています。

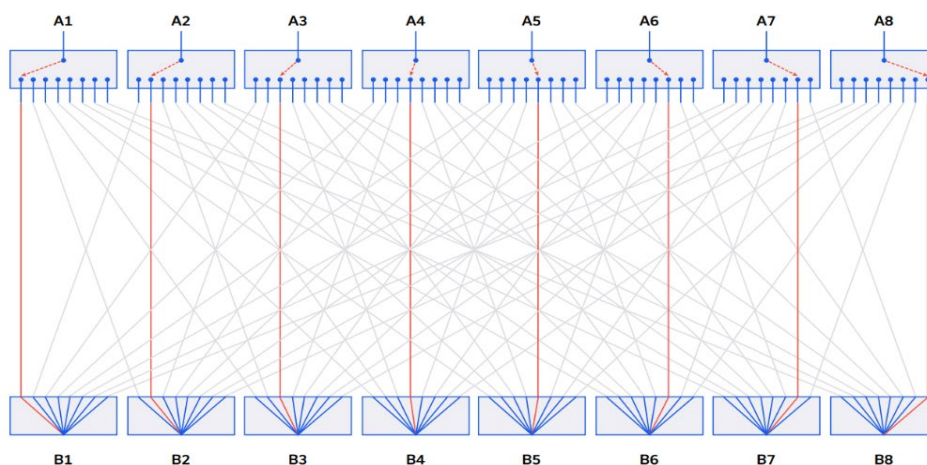


図 5: ノンブロッキング・マトリックス・パスの例 (A1<->B1; A2<->B2; A3<->B3; A4<->B4; A5<->B5; A6<->B6; A7<->B7; A8<->B8).



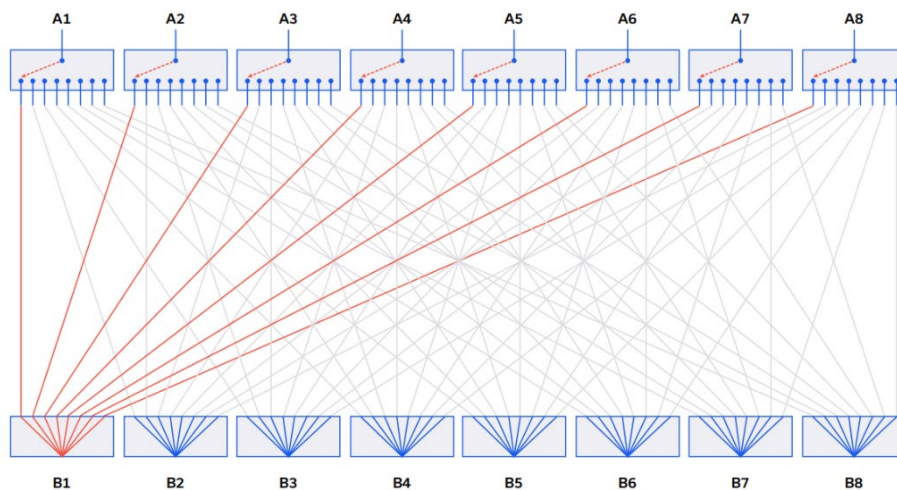


図 6: ノンブロッキング・マトリックスの例 (A1-8 < B1)

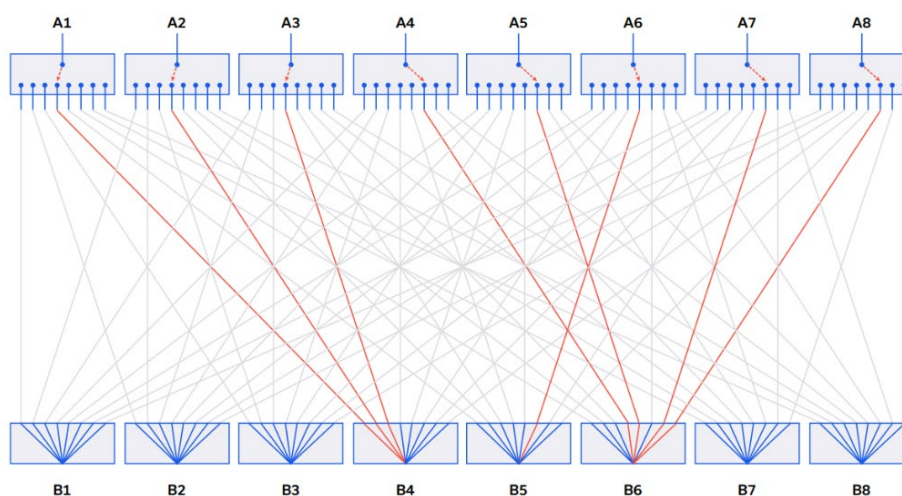


図 7: ノンブロッキング・マトリックス パスの例 (A1-3 < B4; A4-7 & A8 < B6; A6 < B5)

## メリット／トレードオフ

ブロッキングバージョンに対するノンブロッキングマトリックスの主な利点は、複数のポートを同時に同じ入力/出力に接続できることです。1つのバンクのスイッチの代わりにスプリッターを使用すると、これらのコンポーネントは通常スイッチよりもコストが安いいため、コスト削減にも役立ちます。トレードオフされる点は、スプリッター/コンバイナコンポーネントの使用がマトリックスの全体的なRFパラメータを制限する可能性があり、通常は挿入損失が増加し、同じスプリッター/コンバイナにルーティングされるポート間のアイソレーションが制限され、RF帯域幅が減少することです。

Mini-Circuits は、最大 65GHz の周波数範囲で利用可能なスプリッター / コンバイナーコンポーネントの業界トップの品種を備えており、柔軟性と社内の専門知識を組み合わせ、幅広いアプリケーション向けのノンブロッキングスイッチマトリックスを構築できます。

# 応用

複数の入力を同時に 1 つの出力に結合したり、1 つの入力を複数の出力に共有したりできる機能により、ノンブロッキング スイッチ マトリックス構成は、ワイヤレス デバイスをベースとしたアプリケーションや、送信機または受信機をベースとしたその他のシステムのテストに最適です。ノンブロッキング マトリックスは、複数のユーザーまたはシステムがリソースを共有し、複数のテストを並行して実行できるようにすることで、テスト リソースを開放するオプションも提供します。

送信機または信号ソースをテストする場合、ソースを複数のデバイスまたはテストステーションで共有すると便利な場合があります。ソースをマトリックスの入力 (スプリッター側) にルーティングすると、マトリックスの出力で接続されているすべてのデバイス/テストステーションで信号を利用できるようになり、それぞれがその信号を接続するか別の信号を接続するかを選択できます。

受信機テストの用途では、ファン-イン方向が有利であり、複数の信号源を組み合わせることで受信機 DUT にオン/オフを切り替えることができます。この構成により、複数の基地局をシミュレートする信号や、同じ場所に配置された干渉信号の存在下で受信機を評価できるようになります。

## Mini-Circuits のソリューション

Mini-Circuits のノンブロッキング スイッチ マトリックス設計の 2 つの例を以下にまとめます。どちらも 600MHz~6GHz で動作します。ZT-8X8NB は、コンパクトな 3U ラックシャーシに収められた 8 x 8 マトリックスで、ソリッドステート スイッチとパッシブ スプリッター / コンバイナーを使用して開発されました。ZT-20X6NB は、20 入力に 6 出力にファンアウトされた 20 x 6 マトリックスで、ソリッドステート スイッチとメカニカル スイッチの組み合わせを使用して両方の利点を得るように開発されました。どちらのモデルも、付属の GUI または最新のプログラミング環境での自動化のための包括的な API を使用して、イーサネットまたは USB 経由で制御できます。

### ZT-8X8NB

- 8x8 ノンブロッキング スイッチ マトリックス
- 19 インチ ラックマウント シャーシ、3U、奥行き 20 インチ
- SMA メスコネクタ (フロント & リア)
- イーサネット & USB コントロール



### ZT-20X6NB

- 20x6 ノンブロッキング・スイッチ・マトリックス
- 9 インチ ラックマウント シャーシ、5U、奥行き 20 インチ
- N タイプ メスコネクタ (フロント)
- イーサネット、USB & タッチスクリーン コントロール



Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Frequency	-	0.6	-	6	GHz
Path Loss	0.6 – 3 GHz	-	14	-	dB
	3 – 6 GHz	-	19	-	
Isolation	Ax<>Ay (when both connected to Bz)	-	90	-	dB
	Bx<>By (when both connected to Az)	-	25	-	
	Aw<>Bx (when Aw<>By & Az<>Bx)	-	90	-	
Return Loss	-	-	12	-	dB
Input Power	A ports	-	-	+25	dBm
	B ports	-	-	+15	

Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Frequency	-	0.6	-	6	GHz
Path Loss	0.6 – 3 GHz	-	15	-	dB
	3 – 6 GHz	-	18	-	
Isolation	Ax<>Ay	-	80	-	dB
	Bx<>By (connected to different A ports)	-	80	-	
	Bx<>By (connected to the same A port)	-	30	-	
Return Loss	-	-	12	-	dB
Input Power	A ports	-	-	+33	dBm
	B ports	-	-	+26	

## フル ノン-ブロッキング / フル ファン-アウト

特徴:

- 入出力ポートをスプリッター/コンバイナーで構成
- 経路制御用プログラマブル・アッテネーターを装備
- 多対多の構成
- 双方向動作

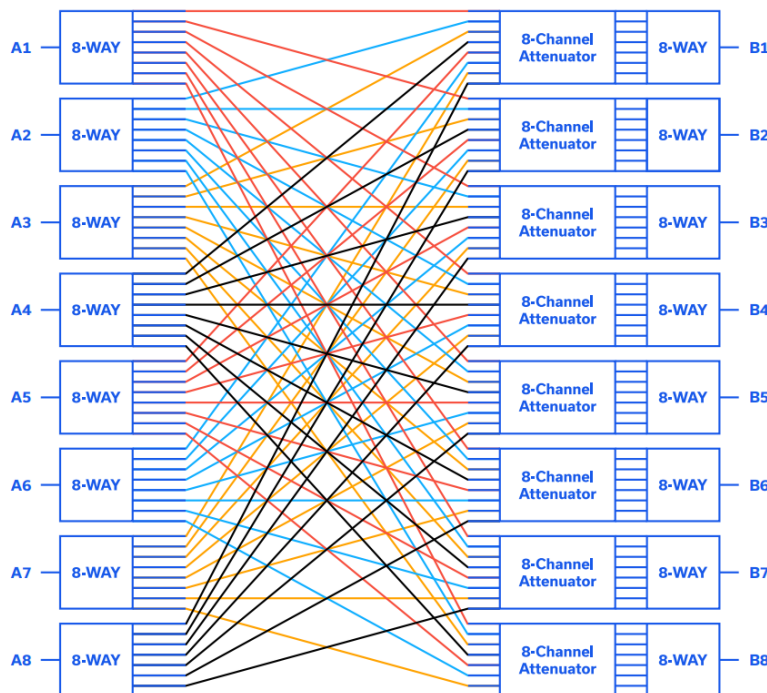


図 8 : 8 × 8 完全ノン-ブロッキング / フルファン-アウトマトリックス構成

フルノンブロッキング・マトリクス（フル・ファンアウト・マトリクスと呼ばれることもある）は、入力ポート群と出力ポート群の間のあらゆる可能な内部経路を可能にするために、すべての入力ポートと出力ポートにスプリッタ/コンバイナを備えて構成されます。各パスを個別に接続/切断できるように内部でスイッチを使用することもできますが、より一般的には、機能性を高めるためにプログラマブルアッテネータが使用されます。0~63dBの減衰範囲を持つプログラマブル・アッテネータは、「オン」状態（0dB）と「オフ」状態（63dB）を持つスイッチの一種と考えることができ、さらにその範囲内で任意のパスロスを設定できるという利点もあります。これによりマトリクスは、内部信号経路の接続/切断だけでなく、正確なレベルで信号を組み合わせて行うことができます。

## スイッチ パス ソリューション

すべての入力ポートと出力ポートの組み合わせが可能であり、マトリクス内で使用可能なアクティブパスの総数は、入力ポート数と出力ポート数を掛けたものに等しくなります。図10の8x8マトリクスの例では、最大64個の同時アクティブパスが許容されます。“多対多”構成では、8つの入力すべてを同時に8つの出力すべてに接続できます。制御要素としてプログラマブルアッテネータを使用すると、64個のパスのそれぞれで信号レベルを独立して変更することもできます。

## メリット/トレードオフ

フルノンブロッキングのマトリクスの最大の利点は、入出力パスの組み合わせを容易に変更できることです。この構成はブロッキングおよびノンブロッキング（ファンアウトとファンインの両方）スイッチマトリクスを置き換えることができ、すべての機能を同時に実行し、信号レベル制御を必要とする追加のテストアプリケーションも利用できます。主なトレードオフ点は、各パスが2つのスプリッター/コンバイナーとプログラム可能なアッテネータを通過するため、挿入損失が高くなるということです。

## 応用

フルファンアウト/フルノンブロッキングマトリクスは、特にセルラーハンドオーバーとeNodeBテストシステムに重点を置いたトランシーバテストに理想的な構成です。マトリクスの片側に無線デバイスのバンクを接続し、もう片側に無線ノードのバンクを接続することで、テスト環境で一般的なシナリオを幅広くシミュレートすることができます。

携帯電話のような無線デバイスの特性評価では、マトリクスを使用することで、現実世界と同じように、各携帯電話に複数の無線機と干渉信号が存在するように行うことができます。任意の経路でプログラマブルアッテネータを調整すると、デバイスと無線間の信号強度の変化をシミュレートできます。一方のパスの減衰量を上げながら、もう一方のパスの減衰量を下げることによって、ハンドオーバーのシナリオをテストすることができます。

同じセットアップは逆のユースケース、すなわち携帯電話端末シミュレータのバンクに対する無線機/基地局のテストにも使用できます。



# Mini-Circuits のソリューション

以下にまとめた 2 つのモデルは、Mini-Circuits のフル ノン-ブロッキングマトリックスの範囲を示しています。ZT-8RFX8 は、0.5~7.2GHz をカバーするコンパクトな 8x8 マトリックスで、5G FR1、Wi-Fi 6E、ISM バンドを含む一般的な IoT アプリケーションのほとんどを網羅します。ZT-24RFX8 は、24x8 構成と 0.5~6GHz の周波数カバーにより、より多くのポート数を提供します。どちらのマトリックスも、イーサネットまたは USB 経由で制御される、ソリッドステート スイッチ、パッシブ スプリッター / コンバイナー、プログラマブル アッテネータ(それぞれ 0~63dB の範囲)を組み合わせて使用し、Mini-Circuits の包括的なソフトウェア サポートを受けることができます。

## ZT-8RFX8-6E

- 8 x 8 フル ノン-ブロッキングマトリックス
- 0-63 dB アッテネーション/パス
- 19 インチラックマウントシャーシ、3U、奥行き 20 インチ
- SMA メスコネクタ (フロント&リア)
- イーサネット & USB コントロール



## ZT-24RFX8

- 24 x 8 フル ノン-ブロッキング・マトリックス
- 0-63 dB アッテネーション/パス
- 19 インチラックマウントシャーシ、5U、奥行き 30 インチ
- SMA メスコネクタ (フロント&リア)
- イーサネット & USB コントロール



Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
<b>Frequency</b>	-	0.5	-	7.2	GHz
<b>Path Loss</b>	0.5 - 3 GHz	-	23	28	dB
	3 - 6 GHz	-	28	32	
	6 - 7.2 GHz	-	30	34	
<b>Attenuation Range</b>	Per path, 0.25 dB steps	0	-	63	dB
<b>Isolation</b> @ 0dB, between adjacent ports	0.5 - 3 GHz	45	52	-	dB
	3 - 7.2 GHz	48	57	-	
<b>Isolation</b> @ 63dB, in->out	0.5 - 3 GHz	-	83	-	dB
	3 - 7.2 GHz	-	90	-	
<b>Return Loss</b>	0.5 - 3 GHz	-	18	-	dB
	3 - 7.2 GHz	-	13	-	
<b>Input Power</b>		-	-	+20	dBm

Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
<b>Frequency</b>	-	0.5	-	6	GHz
<b>Path Loss</b> 8RFX8 Block	0.5 - 3 GHz	-	23	28	dB
	3 - 6 GHz	-	28	32	
<b>Return Loss</b> 8RFX8 Block	0.5 - 3 GHz	-	18	-	dB
	3 - 6 GHz	-	13	-	
<b>Path Loss</b> 4-way splitter	0.5 - 3 GHz	-	6.5	7.2	dB
	3 - 6 GHz	-	7.3	8.0	
<b>Return Loss</b> UE Ports	0.5 - 3 GHz	-	23	-	dB
	3 - 6 GHz	-	20	-	
<b>Return Loss</b> 4-way Outputs	0.5 - 3 GHz	-	24	-	dB
	3 - 6 GHz	-	27	-	
<b>Isolation</b> Between 4-way outputs	0.5 - 3 GHz	17	25	-	dB
	3 - 6 GHz	20	25	-	



# メッシュ ネットワーク エミュレータ

メッシュ ネットワーク エミュレータは、完全にノン-ブロッキング/フル ファン-アウトの概念を拡張したもので、これもパワー スプリッタ/コンバイナとプログラマブル アッテネータの組み合わせから構成されています。メッシュ ネットワークの特徴は、すべてのポートが他のすべてのポートに相互接続され、プログラマブル アッテネータが信号制御を提供することです。これは、これは個別の出力ポートのバンクとのみ相互接続できる入力ポートのバンクでそれぞれ定義されます。上で説明したマトリックスとは対照的です。メッシュ ネットワーク エミュレータの概念は、現実世界のメッシュ構成で動作するデバイスをテストする場合に特に役立ちます。

メッシュ ネットワークは、すべての通信が中央の基地局やハブを経由するのではなく、それぞれが範囲内の他のデバイスと直接通信できる一連のデバイスで構成されます。メッシュ構成は、Zigbee や Z-Wave を使用するワイヤレス「スマート」デバイスやさまざまな軍用メッシュ無線などの IoT (モノのインターネット) アプリケーションに一般的に使用されます。

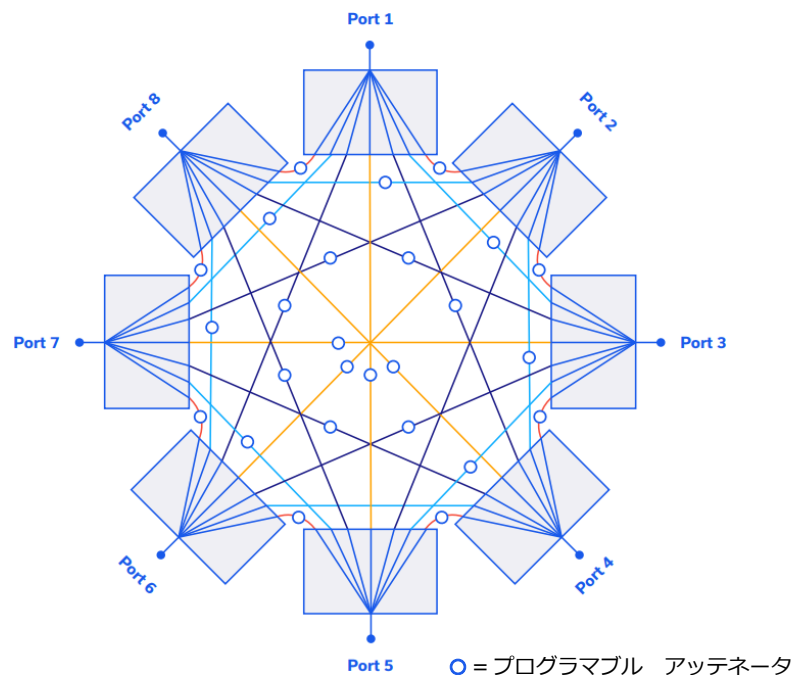


図 9 : 8 ポート・メッシュ・ネットワーク・エミュレータの全ポート間相互接続表示

メッシュネットワーク エミュレータの詳細は、アプリケーションノートを参照してください。

[blog.minicircuits.com/mesh-network-simulators-for-wireless-device-testing/](http://blog.minicircuits.com/mesh-network-simulators-for-wireless-device-testing/)

Mini-Circuits のメッシュ ネットワーク エミュレータのサンプルは、当社のウェブサイトから入手可能です。:

[minicircuits.com/Webstore/RF-Mesh-Network-Systems.html](http://minicircuits.com/Webstore/RF-Mesh-Network-Systems.html)

## 結論

スイッチ・マトリックスは、ブロッキング、ノンブロッキング、フルファンアウトの構成があり、あらゆる RF 信号ルーティング・アプリケーションの要件に適合します。各構成の主な違いと利点は以下の通りです。

機能	ブロッキング	ノンブロッキング	フルファンアウト
1対1の構成（各パス）	○	○	○
1対多または多対1の構成（各パス）	×	○	○
多対多の構成（各パス）	×	×	○
双方向動作	○	○	○
任意のパスロスを設定	×	×	○
挿入損失	◎	○	△
定格電力	◎	○	○

Mini-Circuits は、スイッチ、プログラマブルアッテネータ、パワースプリッタ/コンバイナの豊富な品種とともに、DC から 67GHz までのあらゆるアプリケーションをサポートするスイッチマトリックス構成を幅広く提供しています。

既存のスイッチ マトリックス構成の詳細な説明は、次の Web サイトで入手可能です。

[minicircuits.com/WebStore/RF-NxM-Switch.html](http://minicircuits.com/WebStore/RF-NxM-Switch.html)

ご要望については、お気軽にお問い合わせください。

[testsolutions@minicircuits.com](mailto:testsolutions@minicircuits.com)

# ご連絡

## Mini-Circuits Japan 株式会社

〒222-0033

神奈川県横浜市港北区新横浜 3-6-12

日総第 12 ビル 6 階

電話 : 045-548-5058

Email: [kit.cox@minicircuits.com](mailto:kit.cox@minicircuits.com)

Web: [www.minicircuits.com](http://www.minicircuits.com)

### 重要なお知らせ

本書は Mini-Circuits に帰属し、著作権、商標、およびその他の知的財産法によって保護されています。

ここに記載された情報は、Mini-Circuits がお客様への便宜を図るために提供するものであり、Mini-Circuits の部品の購入を促進し、それに付随する目的にのみ使用することができます。Mini-Circuits の書面による事前の許可なく、本書を複製、修正、配布、出版、電子データベースへの保存、送信、および本書に含まれる情報をいかなる形式または手段によっても利用することはできません。

本書は、予告なく変更、修飾、変化、調整、修正されることがあり、誤り、省略、不正確さ、間違い、欠陥が含まれることがあります。Mini-Circuits は、上記のいずれについても責任を負わず、またこれを理由に責任を負うことはありません。従って、本書はガイドラインとしてのみ使用されるものとします。

### 商標

本書内で引用されているすべての商標は、各所有者に帰属するものです。Mini-Circuits および Mini-Circuits 製品は、上記の参照商標の所有者と提携しておらず、承認または協賛をしていません。

Mini-Circuits および Mini-Circuits ロゴは、Scientific Components Corporation の登録商標です。