



Mini MADI Module (Dual MADI Module) が対応する DADlinkフォーマットとオーディオフォーマット

現在、DAD AX32、Penta 720および721s、DAD Thunder|Core 製品、そしてNTPが開発に携わったAvid MTRXおよびMTRX IIIには、NTP/DADのDual MADI Moduleを取り付けるオプションがあります。Dual MADI Moduleには2つのポートがついており、光または同軸SFPモジュール（別売り）を取り付けることができます。



図1. SFPと双方向光ファイバーを搭載したDual MADI Module

Dual MADI Moduleは下記3つのオーディオフォーマットに対応し、DADmanソフトウェアで設定することが可能です。

- MADI
- DADlink と Hotlink: NTP独自の "Fast Link"フォーマット

DAD Thunder|Core および Avid MTRX II 製品では、MADI および DADlink フォーマットを各ポートごとに設定できます。DAD AX32、Penta、AVID MTRX製品では、MADI、DADLink、Hotlinkが選択可能です。



図2. DADmanのフォーマット・セクション

MADIフォーマットが選択されると、各ポートではMADI AES10規格に準拠した64の48kHz双方向チャンネルが利用できます。SFPモジュールは、光ファイバー用のオプティカルタイプと、同軸ケーブル用のミニBNCタイプがあります。AES10準拠のMADIフォーマットは、24ビットの固定小数点形式であり、サンプルレートが高くなるとチャンネル単位でスケールダウンします。このインターフェースは、サンプルのタイムスタンプ情報には対応していません。レイテンシーは "2サンプル+7サンプル" であり、48kHzでのレイテンシーは 187 マイクロセカンドです。



DADlinkフォーマットを選択した場合、各ポートはNTP独自のDADlink規格に従って48kHzの双方向128チャンネルを持ち、サンプルレートが高くなるほどチャンネル単位でスケールダウンします。サンプルレートは最大384kHzまで、SFPモジュールは光ファイバー用の1000Baseタイプ(1Gbit)にのみ対応しています。

DADlinkフォーマットは、ベース・ユニットの内部処理精度と1:1で一致する28ビットの浮動小数点演算により、ユニット間のゼロ・レイテンシー(100ナノ秒未満)のデジタル相互接続を実現します。さらに、全てのオーディオ・チャンネルはユニットのI/Oインターフェースに実装されているタイムスタンプ・システムに対して透過性を持っており、オーディオ信号の品質を失いません。正確な位相を持つ信号が7サンプルのシステムディレイと共に伝送されます。

Hotlinkフォーマットを選択した場合、各ポートはNTP独自のHotlink規格に従って48kHzの双方向128チャンネルを持ちます。対応するサンプルレートは48kHzのみです。このフォーマットは、NTPのブロードキャスト・ルーター製品(Penta 625および725)との下位互換性を持っています。Hotlinkフォーマットは、24ビットの固定小数点分解能で、低レイテンシー(10マイクロ秒未満)のデジタル相互接続を実現します。さらに、全てのオーディオ・チャンネルはユニットのI/Oインターフェースに実装されているタイムスタンプ・システムに対して透過性を持っており、オーディオ信号の品質を失いません。正確な位相を持つ信号が7サンプルのシステムディレイと共に伝送されます。

双方向リンクのフォーマットは個別に選択することができます。

以下は、各フォーマットの仕様です：

MADI format	
チャンネル数およびサンプルレート	64ch @44.1/48 kHz, 32ch @88.2/96 kHz, 16ch @176.4/192 kHz
分解能	24ビット整数(約141dBのダイナミックレンジ)
レイテンシー	1つの接続につき、2サンプル+7サンプルのシステム・ディレイ(187マイクロ秒@48 kHz)
タイムスタンプ	透過性なし
位相補正	相互接続したベースユニット間での位相補正なし
SFPモジュール	<ul style="list-style-type: none"> ・ 光850nmまたは1300nm(またはその他の波長) の100Baseまたは1000Baseタイプ(使用する光ファイバーによりシングルモードまたはマルチモード) ・ 75オーム同軸ケーブル用のミニBNCタイプ

DADlink format	
チャンネル数およびサンプルレート	128ch @44.1/48 kHz, 64ch @88.2/96 kHz, 32ch @176.4/192 kHz, 16ch @352.8/384 kHz, DSD
分解能	28ビット浮動小数点(96dBのヘッドルームを含む237dBのダイナミックレンジ)
レイテンシー	1つの接続につき、100ナノ秒(0.005サンプル@48 kHz) 未満



	(システム遅延により補正)
タイムスタンプ	透過性あり
位相補正	相互接続したベースユニット間での位相補正:7サンプル(通常時) サンプル数を増やすことも可能
SFPモジュール	・光850nmまたは1300nm(またはその他の波長)の1000Baseタイプ (使用する光ファイバーによりシングルモードまたはマルチモード)

Hotlink format	
チャンネル数およびサンプルレート	64ch @44.1/48 kHz, 32ch @88.2/96 kHz, 16ch @176.4/192 kHz
分解能	24ビット整数(約141dBのダイナミック・レンジ)
レイテンシー	1つの接続につき、2サンプル+7サンプルのシステム・ディレイ (187マイクロ秒@48 kHz)
タイムスタンプ	透過性あり
位相補正	相互接続したベースユニット間での位相補正:7サンプル(通常時) サンプル数を増やすことも可能
SFPモジュール	・光850nmまたは1300nm(またはその他の波長)の100Baseまたは1000Baseタイプ (使用する光ファイバーによりシングルモードまたはマルチモード)

SFPモジュール

DADlinkフォーマットは、「ベースユニットのデジタル信号処理システムの『中心』に直接接続できるデジタルオーディオ信号の拡張」と見なすことができます。ユニット間で最大128の双方向チャンネルを低レイテンシーで制御することが可能です。また、ベース・ユニットのアナログ/デジタルインターフェースの入力信号に付加されるタイムスタンプ・データの透過性を保証します。

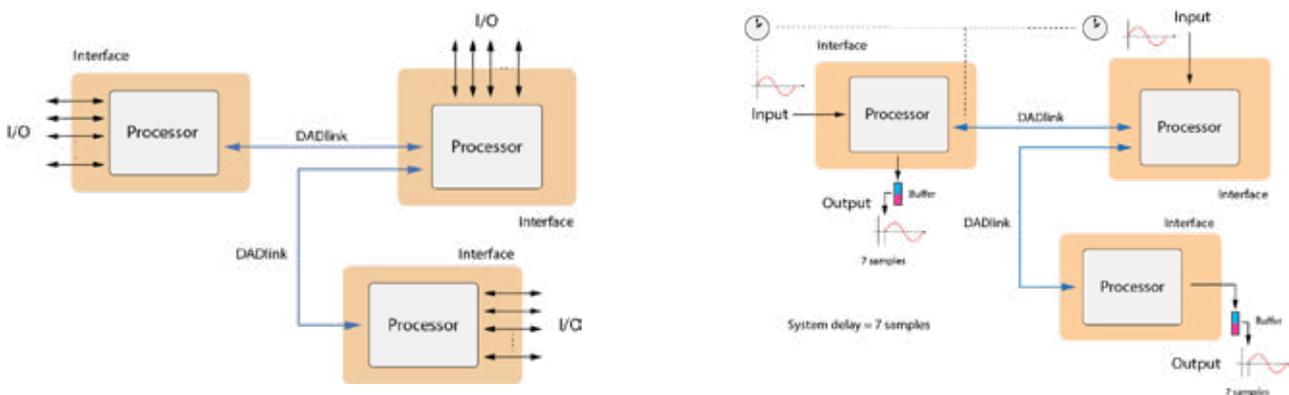


図3. DADlinkの相互接続とタイムアライメント



すべてのDADlink対応のユニットでは、正確な位相を持つオーディオ信号を出力するシステムが搭載されています。これは、ユニットに組み込まれているルーティング、モニターコントロール、サミング、SPQなどのルーティング/処理経路とは関係なく動作します。このシステムでは、入力信号がタイムスタンプを保持し、出力時のバッファによって入力信号をシステムディレイと同等のレイテンシーにアライメントする必要があります。システムディレイはDADman上で自由に設定することが可能です。通常時は7サンプルに設定されています。(48kHzにおける145マイクロ秒、96kHzにおける72.5マイクロ秒)

複数のユニット間でDADlinkを使用する場合、信号の最大解像度と全てのサンプルレートに対応した上記のメカニズムが保証されます。あらゆるユニットが相互接続されたシステムでは、全てのユニットが同じクロック/タイムスタンプのリファレンスを共有する必要があるため、ユニットの1つをクロックマスターとして、他のユニットはDADlinkの入力に同期するよう設定します。この情報はDADlink接続を介してすべてのユニットへ自動的に送信されます。

以下は、DADlinkを用いたシステムの接続例です。

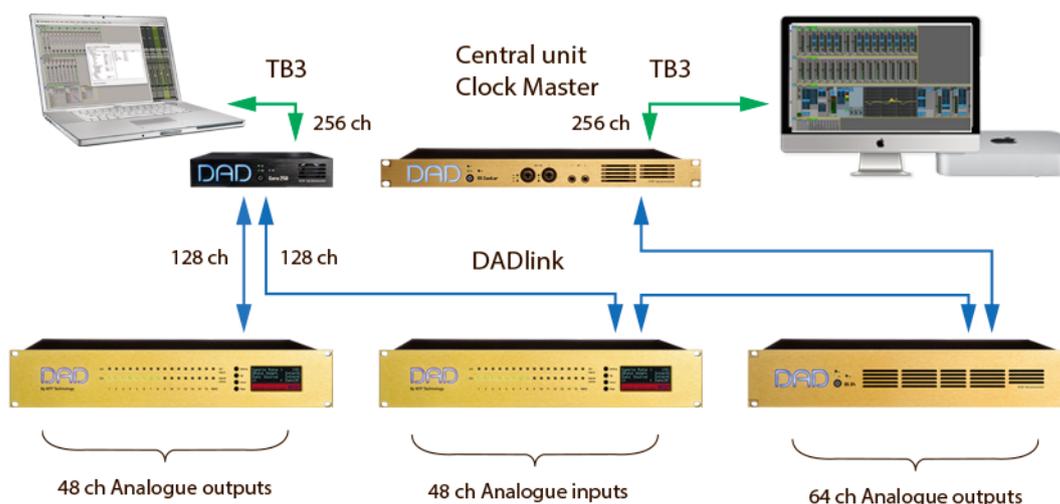


図4. DADlink システムの接続例