

APx500ソフトウェアを使った USBオーディオのクローズドループテスト

今回のTechnoteは

今回は、サードパーティのソフトウェア「Dante Via」を使用して、APxオーディオアナライザでUSBオーディオデバイスのクローズドループテストの方法について説明します。今回は、APxを使用してUSBオーディオデバイスをテストしたい人のための入門書として書かれており、特定のデバイス、測定、音響テストフィクスチャではなく、測定技術に焦点を当てています。オープンループテスト技術を使用してUSBヘッドセットをテストすることに興味がある方は、TechNote142を参照してください。

何故Dante Via?

APx500ソフトウェアは、WDM (Windows ドライバ モデル) USBオーディオデバイスとのインターフェイスを公にはサポートしていないため、代替ソリューションを使用して、DUTとAPx500ソフトウェア間でUSBオーディオストリームをルーティングする必要があります。そのようなソリューションの1つは、USBデバイスとAPx500 ASIO(オーディオストリーム入出力)インターフェイス間のブリッジとして使用できるAudinateのソフトウェアアプリケーションであるDante Viaです。

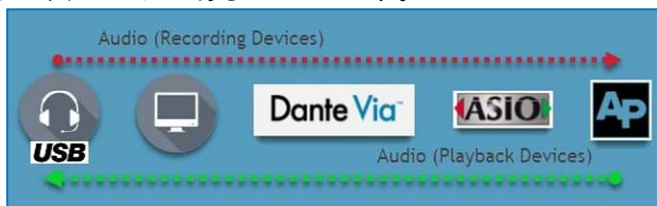


図 1. APx500ソフトウェアとUSBオーディオデバイス間のクローズドループオーディオパス

このソフトウェアを使用すると、Windowsで検出されたUSB録音デバイス(マイクが埋め込まれたウェブカメラなど)からのオーディオをDante Via ASIOドライバにマッピングし、アナライザ入力としてASIOドライバを選択することでAPx500で測定できます。逆に、APx500によって生成されたオーディオは、検出されたUSB再生にルーティングできます。

デバイス(USBヘッドフォンなど)は、アナライザ出力としてDante Via ASIOドライバを選択します。両方のコンテキストで使用されるオーディオパスを図 1 に示します。ASIOは、Stein-berg Media Technologies GmbHが開発したPCオーディオドライバ技術(以来、プロオーディオ業界で採用されている)で、オーディオソフトウェアが、非常に低いレイテンシ、高いチャンネル数、およびビット精度のデータ転送で、接続されたオーディオハードウェアおよびソフトウェアと直接通信できるようにします。

注: ASIOではビット精度の高いデータ転送が可能ですが、Dante Viaを介してルーティングされたオーディオは、48kHzのサンプルレートと24ビットのサンプル深度に自動的にリサンプリングされます。さらに、フルスケールのオーディオ刺激で駆動するとデバイスがクリップするのが一般的であるため、最高のパフォーマンスを得るには、Dante Viaを介してAPxジェネレータ信号をルーティングするときにヘッドルームを残すことをお勧めします(例えば、0dBFSではなく-1dBFS)。

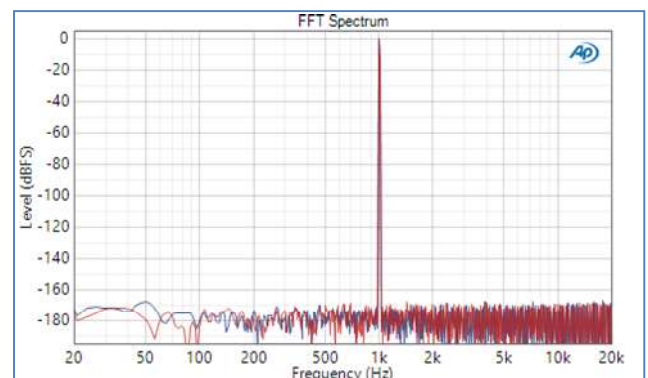


図 2. Dante Viaを通した1 kHz、-1 dBFSサイン波ルーティングのFFTスペクトラムでAPx500ソフトウェアで測定

なぜクローズドループか？

クローズドループとは、オーディオアナライザによって生成された高品質のオーディオ刺激信号がDUTに入力され、DUT出力信号が取得され、1回の連続動作でアナライザ入力部によって分析される一般的なオーディオテストを指します。クローズドループテストのアプローチは、オーディオアナライザの解析セクションがどの信号が生成され、いつ存在するかを「認識」するため、本質的にオープンループテスト(生成と解析が同じ操作で実行されない)よりもはるかに簡単です。さらに、生成セクションと分析セクションは、最適な効率のために連携して作業できます。

クローズドループテストの長所は以下の点です。

- 外部デバイスで録音や再生を手動でトリガーすることなく、テストを実行できます(オープンループテストを行うときに再要求されます)。これにより、テストプロセスが単純になり、通常はDUTとのユーザー操作を必要とするテストシーケンスの自動化が可能になります。
- 目標読み取り値が達成されるまでジェネレータレベルを自動的に調整します(たとえば、アナライザ入力読み取り値を94dB SPLに調整する場合など)。
- アナライザの出力レベルと入力レベルの両方を知っているソフトウェアに依存する測定を行います(ゲイン、直線性、信号対雑音比など)。
- 安定した読み取り値が取得されるとすぐに、ジェネレータをステップスイープの次のスイープポイントに自動的に移動させることで、テスト時間を最小限に抑えます。

オープンループとクローズドループのテストに関するより詳細な議論については、AP.com 上の [entitled](#) のブログ記事を参照してください。

[Conducting Open Loop Audio Tests with APx Audio Analyzers.](#)

ハードウェア仕様

今回実行するUSBデバイスをテストするには、次のハードウェアが必要です。

- 2 つ以上の ASIO チャンネル用にライセンスされた APx オーディオ アナライザ。
- 1 つ以上の音響テスト アクセサリ (音響出力または入力を持つデバイスをテストする場合)。
- Windows 10 PC
- USB DUT

オーディオアナライザ

USBオーディオデバイスをテストするには、DUTの出力をキャプチャするか(再生デバイスの場合)、またはオーディオ刺激を生成する(録音デバイスの場合)ためにオーディオアナライザが必要です。これはどのAPxアナライザでも実現できますが、電気音響デバイスをテストするユーザーは、APx517アコースティックオーディオアナライザがお勧めのソリューションです。APx517にはパワーアンプとステレオヘッドフォンアンプが内蔵されており、ラウドスピーカーやマウスシミュレータの駆動に使用でき、接続されたマイクロフォンやイヤースミュレータにCCPまたはファンタム電源を供給するためのマイク電源も使用できます。複数の信号経路を持つデバイスをテストするユーザーは、オプションのデジタルモジュールを使用して、Bluetoothモジュールまたはその他のテストインタフェースを統合することもできます。



図3. APx517アコースティックアナライザ

APx500 Flexオーディオアナライザを使用することもできますが(図4)、選択したオーディオインターフェイスをWDMデバイスとして実装する必要があり、セットアッププロセスにはいくつかの追加手順が必要です。これらの追加の手順は、TechNoteに記載しています。



図4. An APx500 Flexオーディオアナライザ

どの機器を使用するかにかかわらず、APxアナライザは少なくとも2つのASIOチャンネルのライセンスを取得する必要があります。

注: APxアナライザは3つ以上のASIOチャンネルのライセンスを取得できますが、Dante Via ASIOドライバーは2つの出力チャンネルと2つの入力チャンネルしかサポートしていないため、Dante Viaと組み合わせて使用できるチャンネルは2つだけです。

音響テストアクセサリ

オーディオアナライザに加えて、デバイス出力をキャプチャするためや、デバイス入力を刺激するために使用される音響出力を提供するために、複数の音響アクセサリも必要です。USBヘッドフォンなどのUSB再生デバイスの場合、これにはヘッドおよびトルソシミュレータまたはその他の音響テストフィクスチャ(図5GRAS 45CAヘッドフォンテストフィクスチャ)が含まれる場合があります。録音デバイス(ヘッドセットのマイクなど)をテストするユーザーには、音響刺激を生成するためのスピーカーまたはマウスシミュレーターと、スピーカー出力レベルを校正するためのリファレンスマイクが必要です。ここでは、USB デバイスのクローズドループ テストの実行に関する一般的なガイドであり、USB オーディオ デバイスの任意のクラスをテストする方法を詳しく説明するものではないため、考えられる音響テストのセットアップの概要を説明します。特定のテストアプリケーションで使用する音響アクセサリに関する推奨事項については、AP.com で提供されている情報を使用してお問い合わせください。

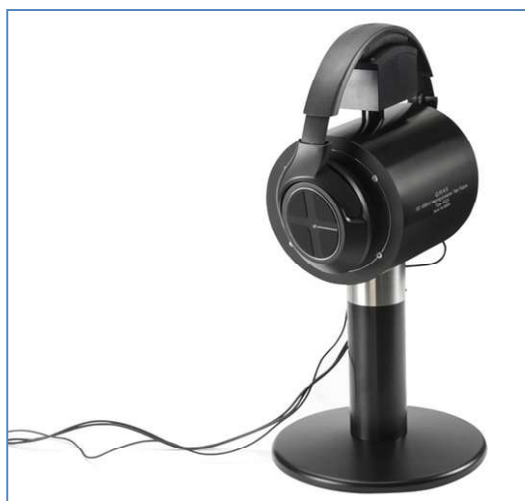


図 5. GRAS 45CAヘッドフォンテキスチャー

ソフトウェア仕様

ソフトウェアの仕様としては以下の通りです。

1. APx500 ASIO はバージョン 3.1 以降、APx500 ソフトウェアで利用可能になりましたが、v5.0.2以降の利用を推奨いたします。
2. Dante Via(有償)
3. Dante Controller(無償)

Dante Via を使用して APx500 との間でオーディオをルーティングするには、APx500 ソフトウェアアプリケーションをオーディオソースおよび送信先として検出するように Dante Viaを設定する必要があります。以下の手順で、Dante Viaの初期設定を実行します。

1. Dante Viaを立ち上げる。
2. 図6の右側の歯車マークをクリックして、設定ダイアログを開きます。
3. Show ASIO compatible audio devicesを可能にして 設定が変わったら、OKをクリックする。
4. 設定ダイアログを閉じます。
5. Startボタンをクリックし、Dante Viaを起動します。

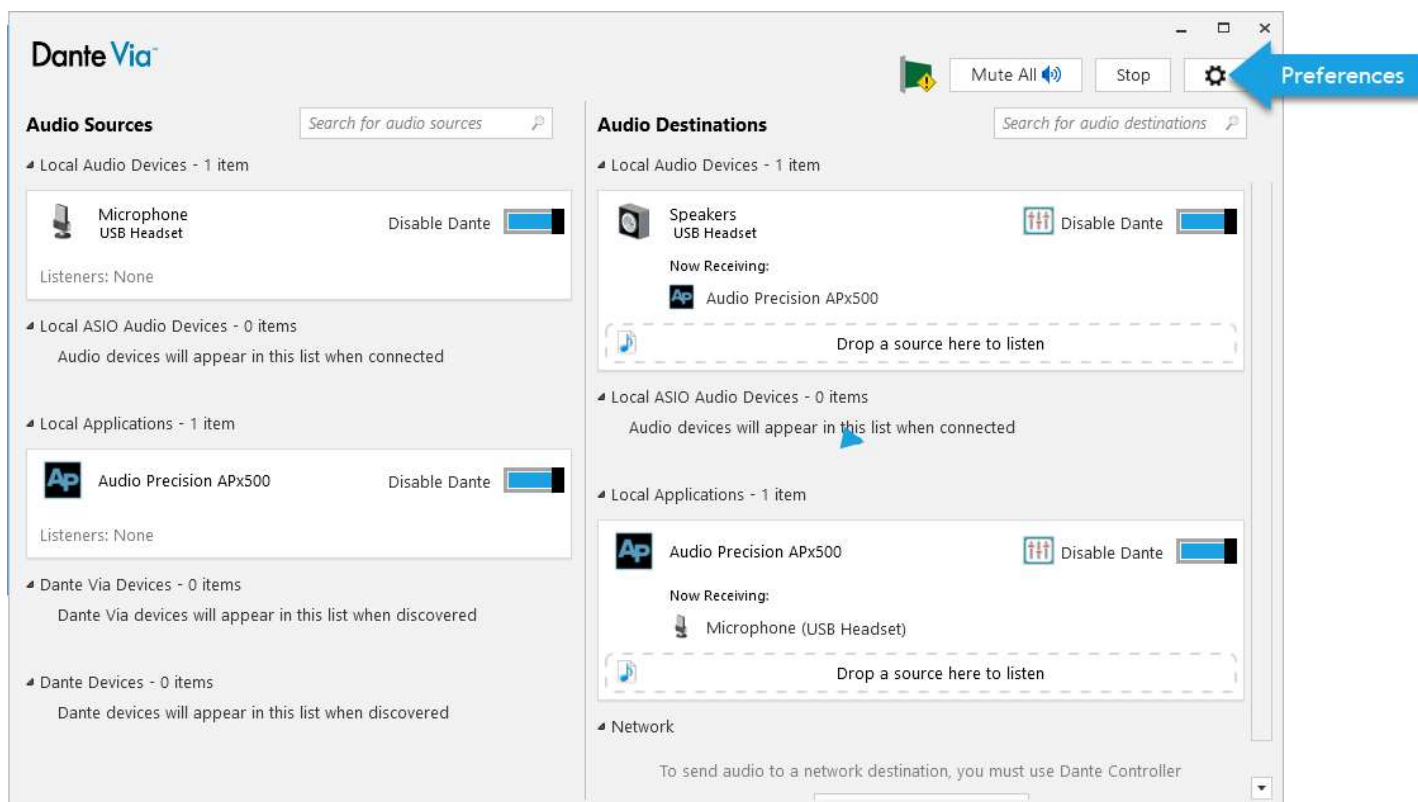


図 6. Dante Viaユーザーインターフェース

ソフトウェア構成

ここでは、APx500 とサポート ソフトウェアを構成して、USB デバイスに対してオーディオを生成したり、USB デバイスからオーディオを受信する方法について説明します。再生デバイスをテストするようにソフトウェアを設定するには、「オーディオの生成...」の手順に従います。セクション:録音デバイスをテストするようにソフトウェアを設定するには、「オーディオの受信...」の手順に従います。いずれの場合も、「Windows サウンド設定」を、事前に完了する必要があります。

Windows Sound Settings

WDM デバイスは再生および録音デバイスとして Windows とやり取りするため、一部の Windows オーディオ セットアップは、DUTのパフォーマンスに影響を与える可能性があります。これらの設定は、次のように構成する必要があります。

- 再生または記録デバイスの音量 : DUTの音量は100%に最大化する必要があります。

- 既定の再生デバイス : これは、システム音が測定に干渉しないように、DUT以外のデバイスに設定する必要があります。
- 空間サウンドや低音ブーストなどのオーディオ機能強化。これらは無効にする必要があります。

Windows 10では、これらの設定にアクセスするには、[サウンド設定]を開き、[関連設定]パネルの [サウンドコントロールパネル]リンクをクリックします(図7)。

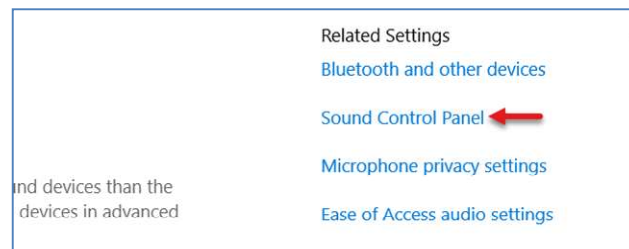


図 7. Windowsの “サウンドコントロールパネル”

再生デバイスのオーディオ生成

ここではAPx500でジェネレーターをオンにすると、設定された刺激がDUT(USB再生デバイス)から出力されるように、APx500とDante Viaの両方を設定する方法を示します。USB ヘッドセットは次の図に示されていますが、ここで説明する手順は、少なくとも1つの音響(または他の)出力を持つすべてのUSBオーディオデバイスに適用されます。



図8. 再生デバイス利用時のオーディオテストパスの例

これを行う前に、USBデバイスの接続を確認して、電源を投入してください。

オーディオの生成: Dante Viaを構成

1. テスト対象のUSBデバイスに1つ以上の出力がある場合は、Dante Viaの右側の列にある「オーディオの宛先」のリストに表示されます。デバイスのリストをスクロールして、テストする出力を見つけます。
2. 出力の横にある[Danteを有効にする]スイッチを切り替えて、オーディオ出力先として有効にします(図9)。

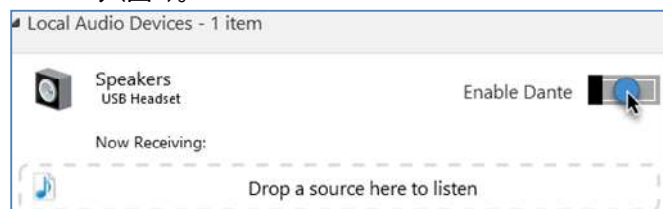


図9. オーディオ伝送方向の例

3. APxオーディオアナライザをPCに接続し、電源を入れたまま、APx500ソフトウェアを起動します。
4. ソフトウェアがロードされたら、Dante Viaの左側のパネルにあるオーディオソースのリストで「APx500」を見つけます。「ローカルアプリケーション」の下に表示されます(図10)。
5. Danteを有効にする」スイッチを切り替えて、APx500をオーディオソースとして有効にします。

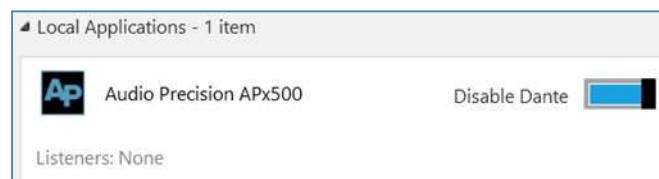


図10. オーディオソースとしての「APx500」

6. ソース「オーディオ精度APx500」を左クリックして有効になったDUTオーディオデスティネーションにドラッグし、カーソルが「ソースをドロップして聴く」の上にカーソルを置いたらマウスボタンを放します。これにより、APx500ジェネレータの出力信号がDUTにルーティングされます(図11)。

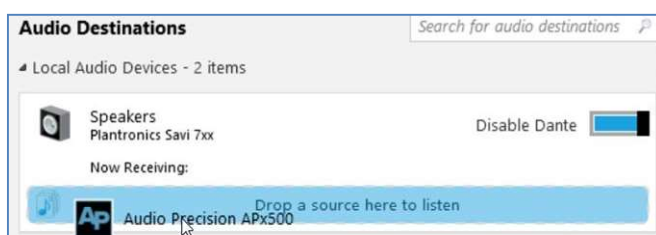


図11. オーディオソースのドラッグ&ドロップ

ドラッグ&ドロップ操作が成功すると、選択したオーディオ出力先の下の[受信中]リストにAPx500ソースが表示され、Dante ViaがAPx500からDUTにオーディオをルーティングするように構成されていることを示します(図6)。

オプション: Danteコントローラー

ドラッグ&ドロップ方式でオーディオをルーティングする場合、ソースとデスティネーション間のチャンネルマッピングは、1対1、2対2などの順番で決定されます。場合によっては(2つ以上の出力を持つデバイスをテストする場合)、カスタムチャンネルマッピングが必要になることがあります。このような場合、Danteコントローラーソフトウェアを使用して、APx500とDUT間のカスタムチャンネルマッピングを適用できます。以下のように、APxとデバイス間にカスタムチャンネルマッピングを適用します。

1. Dante Viaの「Danteコントローラーを開く」ボタンを使用するか、Windowsの検索ボックスを使用してDanteコントローラーを検索して、Danteコントローラーを起動します。
2. 「送信機」と「受信機」の横にある「[+]」ボタンをクリックして、利用可能な送信機と受信機チャンネルを表示します。送信側にAPx500の二つのチャンネルが、受信側でデバイスの1または2チャンネルが利用できるのが分かります。(図12)

- 現在のチャンネルマッピングを編集するには、送信機と再受信側チャンネルの交点にある正方形をクリックします。緑色のチェックマークは2つのチャンネル間の元マッピングを示し、空の正方形はマッピングが設定されていないことを示します。



オーディオの生成: APx500の構成

Dante Viaがセットアップされたので、DUTに正弦波を出力し、検証できるようにAPxを設定できます。以下の手順は APx500 ソフトウェアのシーケンス モードに関連していますが、ベンチモードでも同じ手順を少し調整して実行できます([接続の確認]パネルの代わりに[ジェネレータ]パネルを使用)。以下の手順に従って、DUTにオーディオを生成するように APx500 ソフトウェアを設定します。

- 信号パスのセットアップで、出力コンフィギュレーションヘッダーの下で、出力コネクタをASIOに設定します(図13)。
- Device Listから、“Dante Via”を選択します。
- ASIO 出力コネクタの横に表示される歯車アイコンをクリックして、ASIO 設定パネルを表示します。

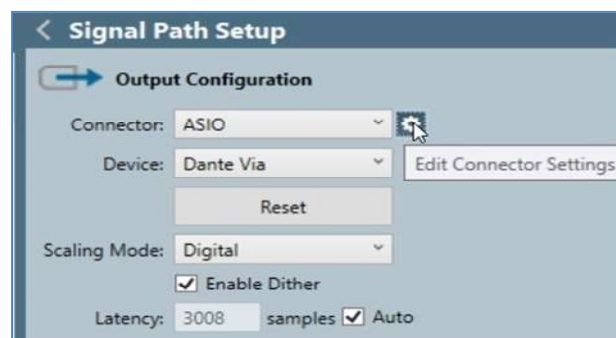


図 13. Output Configuration/パネル

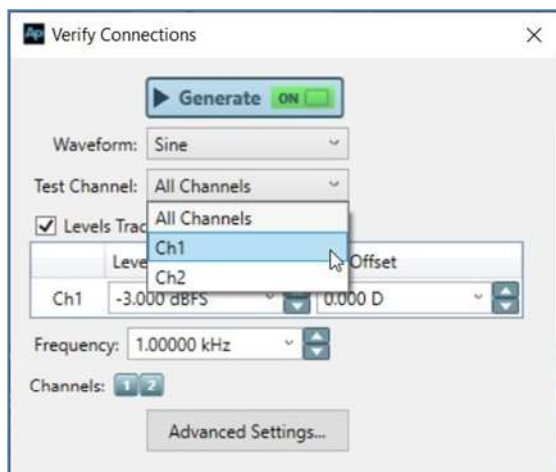
- ASIO出力チャンネルの「Danteのtx1」と「Danteのtx2」のASIO出力チャンネルが「APx出力チャンネル」列にマッピングされていることを確認します(図14)。



図14. “APx Output Channels”

- 設定ダイアログを閉じます。
- 図15のようにSignal Path Setupの“Verify Connections”を使って、ジェネレータレベルを 3 dBFSに設定し、ジェネレータをONにします。
- “Test Channel”を使って、テスト信号がAPx500出力チャンネルで受信できるように選択します。

セットアッププロセスが正常に完了した場合は、Dante Via/Danteコントローラーの現在のチャンネルマッピングに基づいて、アクティブ化されたテストチャンネルでデバイスから1kHzのトーンが発せられるのが聞こえるはずです。(デバイスが1kHzの正弦波に合格できない場合は、適切なテスト刺激用にジェネレータを設定して、再試行してください)。終了したら、Test Channelを全チャンネルに戻します。



ここでは、再生デバイスにオーディオを生成する方法を示すことですが、APx517アコースティックオーディオアナライザを使用してUSBオーディオデバイスの出力を刺激およびキャプチャするようにAPx500信号パスを設定する方法を示すために、図16を表示しています。

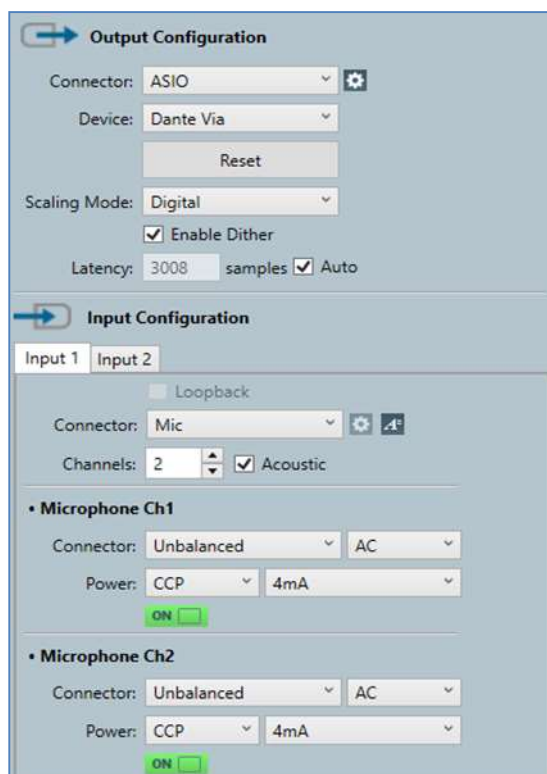


図16. APx517を使って、USB再生デバイスをテストする例

録音デバイスから音を受信

ここでは、APx500ソフトウェアを使用して、録音デバイス（USBマイクなど）で受信した信号を測定できるように、APx500とDante Viaの両方を設定する手順を示します。

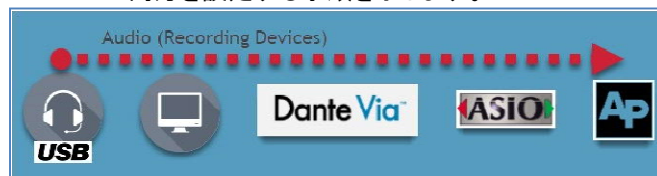


図17. 録音デバイスをテストする際のオーディオパスの例

入力と出力の両方を持つデバイス（ヘッドセットなど）をテストする場合、オーディオ生成に関する前のセクションでDante Viaで行われたチャンネルマッピングを無効にする必要はありません。両方のチャンネルセットをマップすると、ASIO出力またはASIO入力がAPx500ソフトウェアで設定されているかどうかで、両方のオーディオパス（録音と再生）のテストが保留解除されます。

オーディオの受信: Dante Viaの構成

1. USBデバイスに1つ以上のインプットがある場合は、Dante Viaの左側の列の「オーディオソース」のリストに表示します。デバイスの横にある「Enable Dante」スイッチを切り替え、オーディオソースとして有効にしてテストします。
2. オーディオ出力先のリストで「APx500」を見つけてください。それは「ローカルアプリケーション」の下になければなりません。「Danteを有効にする」スイッチを切り替えて、Danteコントローラーのオーディオ出力先として有効にします。
3. 起動したDUTオーディオソースをAPx500にドラッグします(図18)。

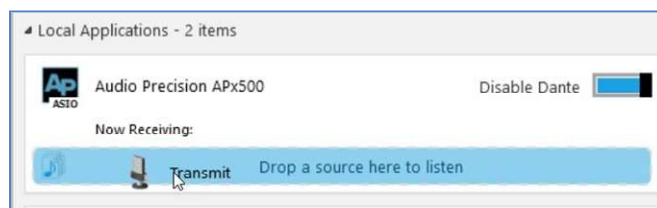


図18. APx500にDUTデバイスをドラッグした例

オーディオの受信: APx500の構成

1. Signal Path Setupの“Input Configuration”でt ASIOを設定。
2. ASIOデバイスに“Dante Via”を選択
3. 歯車アイコンを使ってASIO設定ダイアログを開きます。

4. “Danterx1”と“Danterx2”をAPx入力チャンネルに入っていることを確認します。
5. 設定ダイアログを閉じます。

これが出来ると、APx500ソフトウェア上でUSBデバイスの信号を確認することができます。

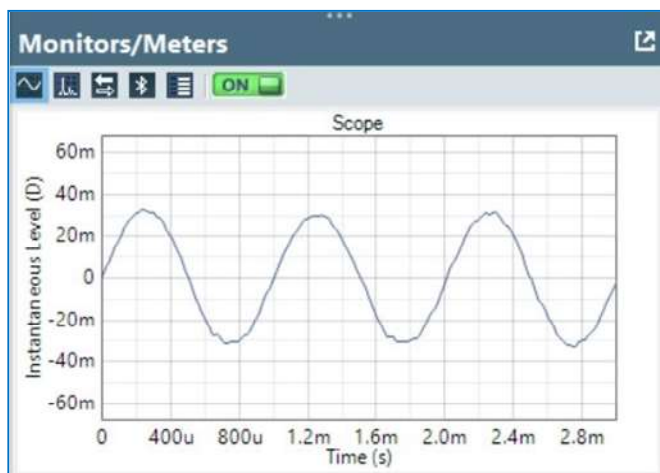


図 19. USBヘッドセットマイクで録音したオーディオスコープ

ここでは、録音デバイスからオーディオを受信する方法を示しますが、APx517アコースティックオーディオアナライザを使用してUSB録音デバイスを刺激および測定するようにSignal Path SetupのAPx500ソフトウェアのスクリーンショットを表示致します。(図20)。

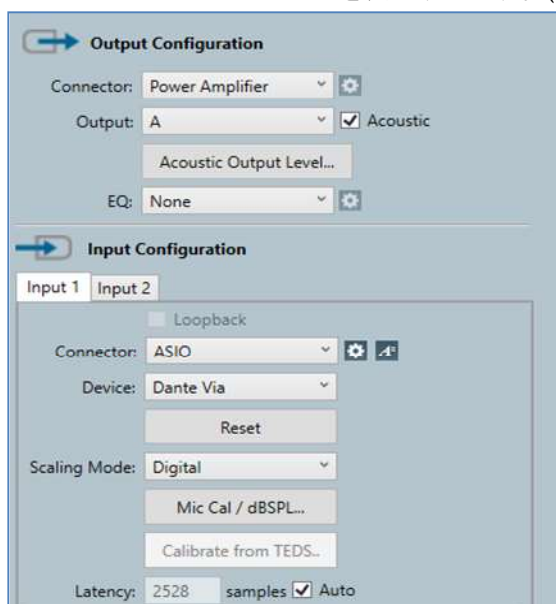


図20.USB録音デバイスのSignalpath Setup例

Measurements

信号パスが設定されたので、Dante ViaとDanteコントローラーを閉じることができ(注:停止していない)、他の種類のデバイスのテストを準備するときと同じように、APx500プロジェクトファイルで目的の測定値を追加して設定することができます。APx500に組み込み、構成する方法に関しては、[Technote 129: Production Test with APx Audio Analyzers](#)を参照願います。

以下はDante ViaまたはDanteコントローラーを使ってアコースティック応答でUSBヘッドセットを測定した結果になります。



図 21. ヘッドセットイヤホン周波数応答

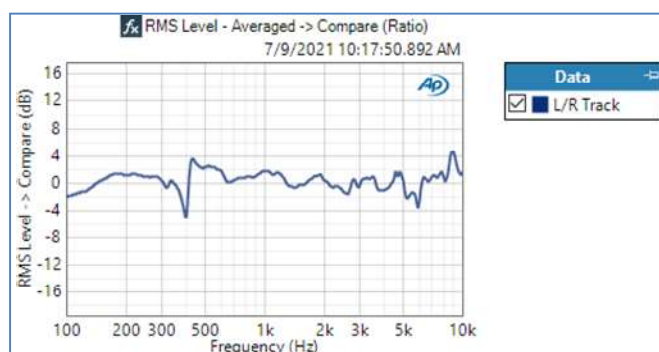


図 22. ヘッドセットイヤホン(左右)トラッキング応答

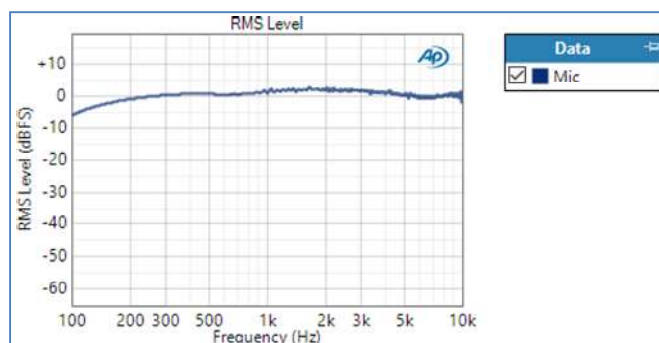


図23.ヘッドセットマイク応答

クローズドループテスト構成のいくつかの利点の1つは、オープンループテスト構成と比較して多くの追加測定を行うことができることです。このような測定の例には、次のものがあります。

- Stepped Level Sweep
- DC Level Sweep
- Crosstalk Sweep (all three variants)
- Crosstalk, One Channel Undriven
- IMD Frequency Sweep
- IMD Level Sweep
- Maximum Output
- Regulated Frequency Sweep

信号経路遅延に関して

Dante Vialは10ミリ秒の遅延があるとされていますが、USBオーディオデバイスによってもたらされる遅延の増加の可能性は、APx500プロジェクトファイルを設定するときに考慮する必要があります。信号パスの遅延を考慮する方法の1つは、Signal Path Setup出力/入力設定パネルの下部にあるDUT遅延設定を使用することです。ただし、この設定は、遅延が可変ではなく安定している場合に最も便利です。



図 24. DUT Delay

DUT遅延設定を使用する代わりに、デバイスの遅延に「Extend Acquisition」設定を使用することもお勧め致します。取得をどの程度の確率で行う必要があるかを判断するには、音響応答測定を使用することをお勧めします。複数の測定値を追加し、インパルス応答グラフのx軸上の拡散量を見ることによって、発生する最大遅延量を決定し、少なくともその量だけ収録時間を拡張することができます(図25)。

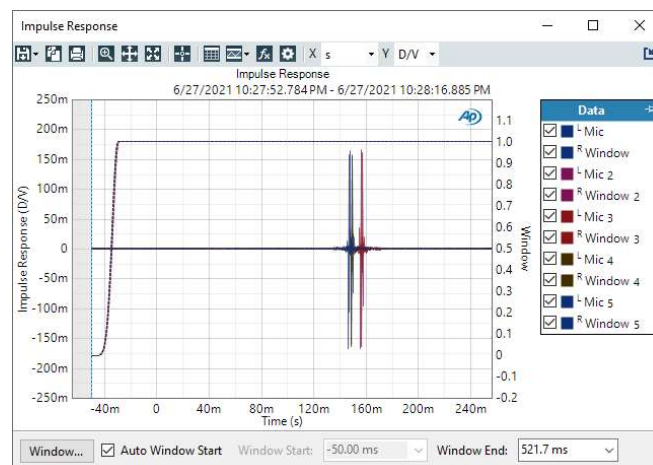


図 25. インパルス応答グラフ この例では要求値より少なくとも180ms遅延していることが分かります。

グラフにインパルスが見られない場合は、波形全体が見逃されている可能性があります。この場合、信号が見つかるまで収録の長さを大幅に延長し、必要に応じて短くする必要があります。インパルスが単に視界から外れていないことを確認するために、グラフをパーンする必要があるかもしれないことに注意してください。

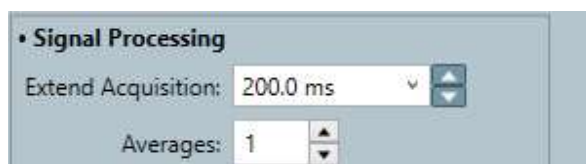


Figure 26. The "Extend Acquisition" setting.

テスト構成では、200ミリ秒の延長でシグナルパスの遅延を考慮するのに十分であることがわかりましたが、これはDUT、PC、その他の要因によって異なる場合があります。測定値が収録全体をキャプチャするには、音響応答の測定結果に基づいて必要と思われる値よりも少しだけ収録を拡張することをお勧めします。

最後に

ここでは、APx500 を構成する方法と、USB オーディオ再生および録音デバイスのクローズドループ テストを可能にするソフトウェアをサポートする方法を示しました。USBヘッドセットまたはヘッドフォンのテストに使用できる音響器具または測定値については、Technote142を参照してください。他の種類のデバイスのテストに使用される音響アクセサリに関する推奨事項については、AP.com Web サイトに記載されているコンタクト情報を使用してお問い合わせください。

補足: APx500 Flexにおいて

ここでは、APx500 Flex アナライザーの使用時に Dante Via を設定するために必要な追加手順について説明します。前のセクションにリストされた手順は、補足資料に進む前に、設定、遵守する必要があります。他のアナライザは本件該当しません。(APx515/52x/555/58x)

注意: APx500 FLEXの利用方法と完全に一致している利用方法ではありませんので、詳細は [APx500 Flex Getting Started and Installation Guide](#) を参照願います。

オーディオインターフェース仕様

APx500 Flexで使用するオーディオインターフェース(サウンドカード)を選択する際には、さまざまな要素が必要ですが、USBオーディオデバイスのクローズドループテストを実行する場合は、Dante Viaソフトウェアとインターフェースできるように、オーディオインターフェースがWDM対応であることをさらに確認する必要があります。

注意: ヘッドセットのようなUSBデバイスはWDMが利用可能なインターフェースが必須です。

オーディオインターフェースがPCIに接続してから電源を投入してください。

再生デバイスによるオーディオの発信

以下の手順で、Dante Viaを使って、APx500ソフトウェア上での測定を行います。

1. USB オーディオ デバイスの出力を測定するために使用されるインターフェイス入力を表す Windows 録音デバイスを決定します (このインターフェイス入力の一般的な名前は "Line" です)。
2. Dante Viaで、左側のパネルのオーディオ ソースのリストで録音デバイスを見つけて有効にします。
3. オーディオソースを「APx500」 オーディオデスティネーションにドラッグします。

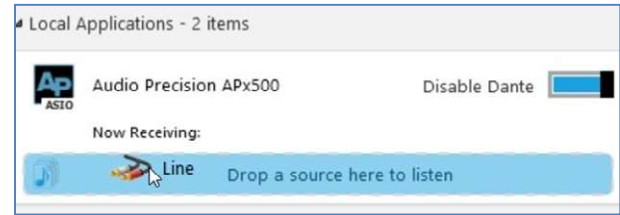


図 27. インターフェース入力マッピング例

1. “Audio Precision APx500” 可能にします。
2. APx500ソフトウェアでASIO接続を設定します。

これでオーディオインターフェースの信号はAPx500ソフトウェア上で表示されます。

録音デバイスからのオーディオを受信

APx500 Flexを使用してUSB録音デバイスをテストする場合、APx500ジェネレーター出力をDante Viaを使用してオーディオインターフェース出力にルーティングする必要があります。再生パスと録音パスの両方(ヘッドセットなど)を持つデバイスをテストする場合は、APx500 Flex の使用時に両方の信号パスを設定することは不可能であるため、先に進む前に、この付録の前のセクションの「オーディオの生成」セクションで行った map-ping をクリアする必要があります。

1. USBオーディオデバイスの入力を刺激するために使用される出力を表す再生デバイス(「スピーカー」など)を決定します。
2. Dante Viaで、オーディオデスティネーションのリストでデバイスを見つけて有効にします。
3. “Audio Precision APx500” オーディオソースとして可能にします。
4. APx500オーディオソースを有効にしたオーディオ出力先(「スピーカー」)にドラッグします。



図 28. ドラッグ & ドロップ

5. 最後に、APx 出力コネクタを ASIO に設定します。
正しく設定されていれば、APx500 の [接続の確認]
パネルで設定された刺激は、ジェネレータがオンのと
きにオーディオ インターフェイスの出力に表示されま
す。



5750 SW Arctic Drive, Beaverton, Oregon 97005 | 503-627-0832

www.AP.com

Copyright © 2021 Audio Precision

XXI08251118